الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التربية الوطنية

علوم فيزيائية

السنة الثالثة من التعليم الثانوي

التطورات غير الرتيبة

زرقيني طه ح
غزال عبد الرحم
بلعزيز مختار
سيدي أحمد ي
الجلداوي منيب
قايدي محمد الصادق

elbassair.net
elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التربية الوطنية

العلوم الفيزيائية

السنة الثالثة ثانوي

لشعب العلوم التجريبية والرياضيات والتقني رياضيات

الدكتور زرقيني طه حسين، Ph.D.
أستاذ بجامعة هواري بومدين للعلوم والتكنولوجيا

الدكتور غزال عبد الرحمان
مكلف بالدروس بجامعة هواري بومدين للعلوم والتكنولوجيا

بلعزيز مختار
مفتش التربية والتكوين في مادة العلوم الفيزيائية

سيدي أحمد فريدة
أستاذة التعليم الثانوي بثانوية زينب أم المساكين بالجزائر

الجلدح منيب
أستاذ التعليم الثانوي بثانوية الشيخ بوعمامة بالجزائر

قايدي محمد الصادق
مفتش التربية والتكوين في مادة العلوم الفيزيائية

elbassair.net
الديوان الوطني للمطبوعات
موقع عيون البصائر التعليمي

متابعة الإنجاز : بوحيلة امحمد، شايب صالح، بودالي الزهرة

تصميم الكتاب : عروش محمد

ساعد في تصميم الكتاب بن عبد الرحيم - قاسي عيسى كريمة، بوعقار صليحة، حمدي باشا راضية

تصميم الغلاف : حموم كريم

تصميم الرسومات والبيانات : بلعيدي خالد، حموم كريم، مجاجي فضيلة

معالجة الصور : قاسي وعلي يوسف

حجز النصوص : مدني مصطفى

القراءة العلمية : زغداوي عبد الحميد، بلقايد محمد، شعباني العربي، حباني خليفة، كبيش يونس

القراءة اللغوية : عزوق عبد الرحمان

الناشر : الديوان الوطني للمطبوعات المدرسية

ص.ب 121 واد الرمان العاشور - الجزائر

هاتف : 021/30.02.29 - 021/30.02.07

فاكس : 021/30.02.39

الموقع الإلكتروني : http://www.onps-dz.com

elbassair.net
موقع عبون البصائر التعليمي

تقديم

إن كتاب الفيزياء هذا ينطبق نصا وروحا على البرامج الجديدة لأقسام السنة الثالثة ثانوي التي تدخل حيز التطبيق ابتداء من الدخول المدرسي في سبتمبر 2007.

لقد تمّ تقسيم برنامج الفيزياء والكيمياء للسنة الثالثة ثانوي للأقسام العلمية، الرياضيات والتقني رياضيات إلى جزئين لأسباب علمية وعملية. إن هذا التقسيم يراعي التطور الزمني للجمل الفيزيائية والكيميائية المدروسة.

يشمل الجزء الأول التطورات الرتيبة ويشمل الجزء الثاني التطورات غير الرتيبة، مضافا إليها تطبيقات التطورات الزمنية وكذلك البطاقات المنهجية التي تشمل بعض القوانين الرياضية، البرمجيات والتجهيزات التجريبية والتي تساعد التلميذ على فهم دروسه. يشمل هذا الجزء الوحدات التالية :

- التطورات الاهتزازية ؛
- مراقبة تطور جملة كيميائية ؛
- ظواهر الانتشار ؛
- تطبيقات التطورات الزمنية .

لقد تم انجاز هذا الكتاب لمساعدة التلاميذ في عملهم وتحضيرهم لامتحان شهادة البكالوريا. كما اعتمدت خطة بيداغوجية تفضل مشاركة التلاميذ في تنمية معارفهم. إن الأنشطة التمهيدية المتعددة والتطبيقات المقترحة تسمح للتلميذ باكتشاف طريقة الربط للوحدة وتساعده على اكتساب المعارف المقدمة بطريقة تدريجية وعقلانية.

إن العلوم الفيزيائية هي في الأساس علوم تجريبية وعليه فإنه يجب على الأستاذ الاعتماد على النشاطات التجريبية لتقديم دروسه. زيادة على هذا فقد اعتمد مؤلفو هذا الكتاب طريقة تعتمد على استخدام واسع لتكنولوجيات الإعلام.

تشمل كل وحدة اثني عشر جزءًا مثلما هو مبين في الصفحتين المواليتين المعنونتين بهيكلة كل وحدة. نضع بين أيدي زملائنا الأساتذة «دليل الكتاب» لمساعدتهم على تحضير الدروس. باقتراحنا لهذا الكتاب أملِنا وضع مرجع مشوق واضح وجذاب يراعي الدقة العلمية المطلوبة بين أيدي التلاميذ يساعدهم في دراستهم ويمكّنهم من النجاح.

نتقدم بالشكر الجزيل للأستاذ لاغا احسن مدير عام الديوان الوطني للمطبوعات المدرسية على اهتمامه ورعايته لإنجاز هذا الكتاب.

نتقدم بتشكراتنا الخاصة لكل الزملاء الأساتذة والمفتشين الذين يبدون اقتراحاتهم وانتقاداتهم.

elbassair.net

هيكلة كل وحدة



مكتسباتك القبلية

- المعارف المتحصّل عليها في السنتين الأولى والثانية ثانوي لفهم المواضيع المطروحة.



مدخل الوحدة

- صورة لإثارة حب الاستطلاع عند التلميذ.
- تطرح الإشكالية والأهداف المسطرة وفق مخطط الوحدة.



نشاطات تمهيدية

- نشاطات مصوّرة، توثيقية وتجريبية.
- تتناول وضعيات مشكلة ومواضيع الساعة.



الخلاصة

- لمساعدة التلميذ على تذكر المعارف المهمة.



التقويم الذاتي

- تقويم ذاتي يغطي كافة الوحدة.
- إذا تحصّل التلميذ على أقل من عدد معين من النقاط عليه المراجعة.



تمارين محلولة

- مفصلة، وتغطي جميع نقاط الوحدة.
- تسمح للتلميذ باكتساب منهجيات

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي



الدرس

- كلّ مفاهيم الدرس مقدَّمَة بيانيا.

النتائج الأساسية تظهر بارزة بفضل خلفية باللّون الأخضر.



تجريب واستكشاف

تسمح لاستثمار المعلومات المكتسبة من الأعمال التطبيقية.



تكنولوجيا الإعلام

- نشاطات وثائقية، للمحاكاة أو النمذجة متعلّقة بجميع أجزاء الوحدة.
- تحدّد جميع المواقع المستعملة زيادة على مراجع المواقع في أول الكتاب.



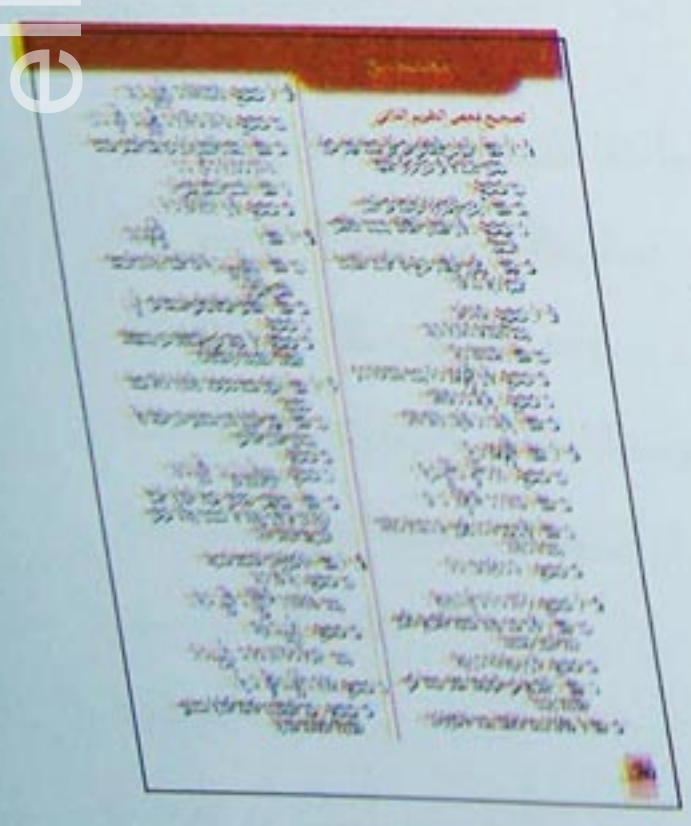
تمارين

- مصنّفة على حسب درجة صعوبتها من نجمة، لإثنين لثلاثة نجوم.
- تقدم جميع التقنيات التي يجب على



نحو البكالوريا

- مسائل شاملة ذات طابع ادماجي تحتاج إلماما بالدرس.



تصحيح

- تصحيح التقويم الذاتي وأجوبة لبعض التمارين.
- ثقة

elbassair.net

الفهرس



الوحدة 6

التطورات الاهتزازية

مكتسباتك القبلية 328
مدخل الوحدة 329
نشاطات تمهيدية 330
الدرس
1. الاهتزازات الميكانيكية الحرة 336
1.1. النواس المرن 337
2.1. النواس الثقالي 344
3.1. النواس البسيط 345
2. الاهتزازات الحرة لجملة كهربائية 348
1.2. الاهتزازات الحرة في الدارة R,L,C على التسلسل 348
2.2. الاهتزازات الحرة للجملة المثالية L,C 350
3.2. تغذية الاهتزازات الكهربائية 352
3. الاهتزازات القسرية والتجاوب 355
1.3. الاهتزازات الميكانيكية القسرية 355
2.3. الاهتزازات القسرية الكهربائية 357
تجريب واستكشاف 360
تكنولوجيا الإعلام 364
الخلاصة 366
التقويم الذاتي 368
تمارين محلولة 370
تمارين 374
نحو البكالوريا 386
تصحيح 392



الوحدة 7

مراقبة تطور جملة كيميائية

مكتسباتك القبلية 394
مدخل الوحدة 395
نشاطات تمهيدية 396
الدرس
1. التطور التلقائي لجملة كيميائية 402
1.1. جهة التطور التلقائي لجملة كيميائية .. 402
2.1. تطبيق على الأعمدة 403
2. التحولات القسرية 408
1.2. إمكانية إجبار جملة كيميائية على التطور 408
2.2. التحليل الكهربائي لمتحلل شاردي 408
3.2. أمثلة عن بعض التحولات الكيميائية التلقائية والقسرية 410
3. مراقبة تحول كيميائي 411
1.3. تحولات الأسترة والإماهة 411
2.3. مراقبة تحول كيميائي 415
3.3. أهمية الأسترات في الحياة اليومية 419
تجريب واستكشاف 420
تكنولوجيا الإعلام 422
الخلاصة 424
التقويم الذاتي 426
تمارين محلولة 428

elbassair.net

تمارين 432
نحو البكالوريا 442
تصحيح 448



مكتسباتك القبلية 450
مدخل الوحدة 451
نشاطات تمهيدية 452

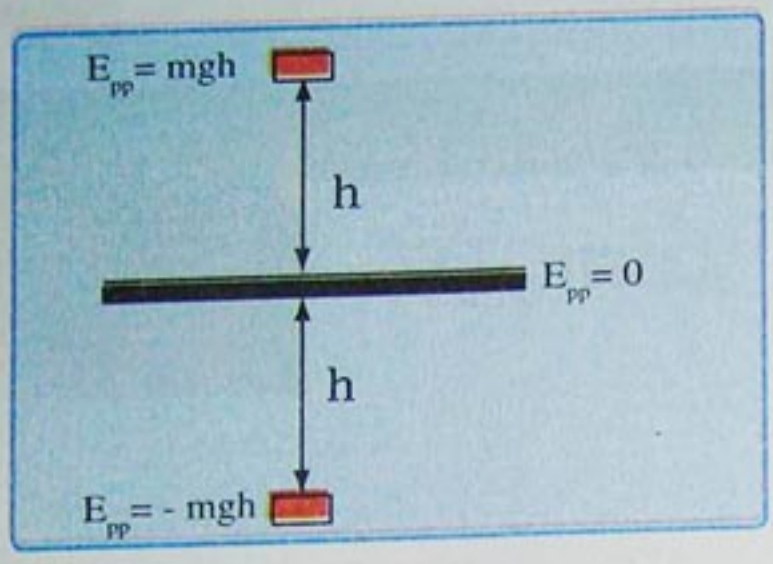
الدرس

1. انتشار اشارة 458
1.1. تعريف، أمواج طولية وأمواج عرضية 458
2.1. الخواص العامة للأمواج 460
3.1. التداخل، الانعكاس وانعراج الأمواج 461
2. انتشار موجة ميكانيكية دورية 464
1.2. الدورية الزمانية والمكانية 464
2.2. حالة الأمواج الجيبية 466
3.2. تراكب موجتان جيبيتان، التداخل 468
3. النموذج التموجي للضوء 469
1.3. انعراج الضوء 469
2.3. انتشار الضوء في الفراغ 471
3.3. ظواهر التبدد 473
4. انتشار الصوت 474
1.4. ظواهر الانعكاس والانعراج 474
2.4. سرعة انتشار الصوت في الهواء وفي الأوساط المادية 476
3.4. ظاهرة دوبلر 477
4.4. التواترات المسموعة وغير المسموعة 479
5. الأمواج الكهرومغناطيسية 480
1.5. ترتيب الأمواج الكهرومغناطيسية 480
2.5. إصدار واستقبال أمواج كهرومغناطيسية 481
3.5. تضمين السعة : الموجة الكهرومغناطيسية الحاملة 483
4.5. دارة الترشيح LC على التفرع ونزع التضمين 484
تجريب واستكشاف 486
تكنولوجيا الإعلام 490
الخلاصة 492
التقويم الذاتي 496
تمارين محلولة 498
تمارين 504
نحو البكالوريا 522
تصحيح 534



مكتسباتك القبلية 536
مدخل الوحدة 537
نشاطات تمهيدية 538
الدرس 540
بطاقات منهجية 556
معجم 568
أهم العبارات الواردة في الكتاب 572
الدليل 574

elbassair.net
موقع عون التلميذ



- الطاقة الكامنة المرونية : $E_{pe} = \frac{1}{2} kx^2$.
- الطاقة الحركية الانسحابية : $E_c = \frac{1}{2} mv^2$.
- الطاقة الكامنة الثقالية :

$E_{pp} = mgh$ إذا كان الجسم فوق المرجع .

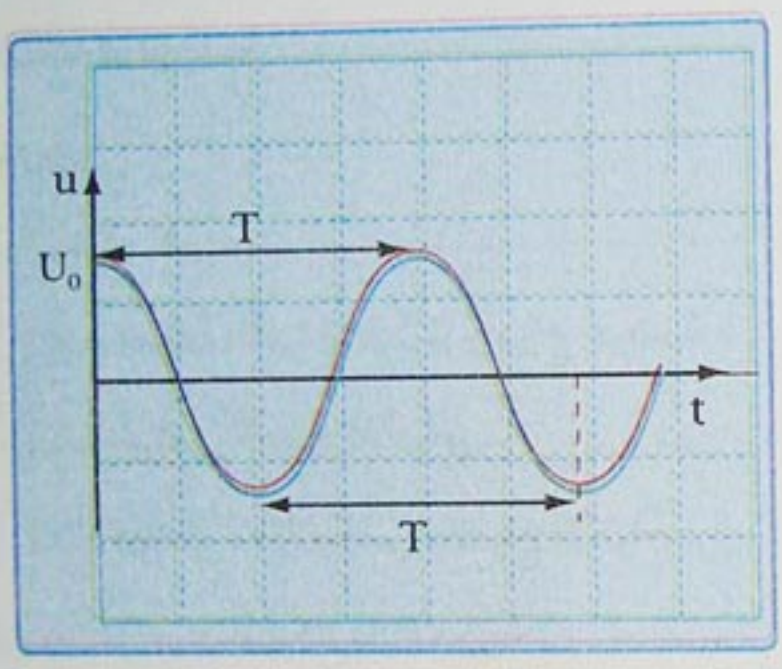
$E_{pp} = - mgh$ إذا كان الجسم تحت المرجع .

- التوتر المتناوب الجيبي:

العبارة اللحظية: $u(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$

القيمة المنتجة للتوتر الكهربائي : $U_{eff} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$.

- القيمة المنتجة لشدة التيار الكهربائي: $I_{eff} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.
- ممانعة ثنائي قطب : $Z = \frac{U_0}{I_0} = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$.

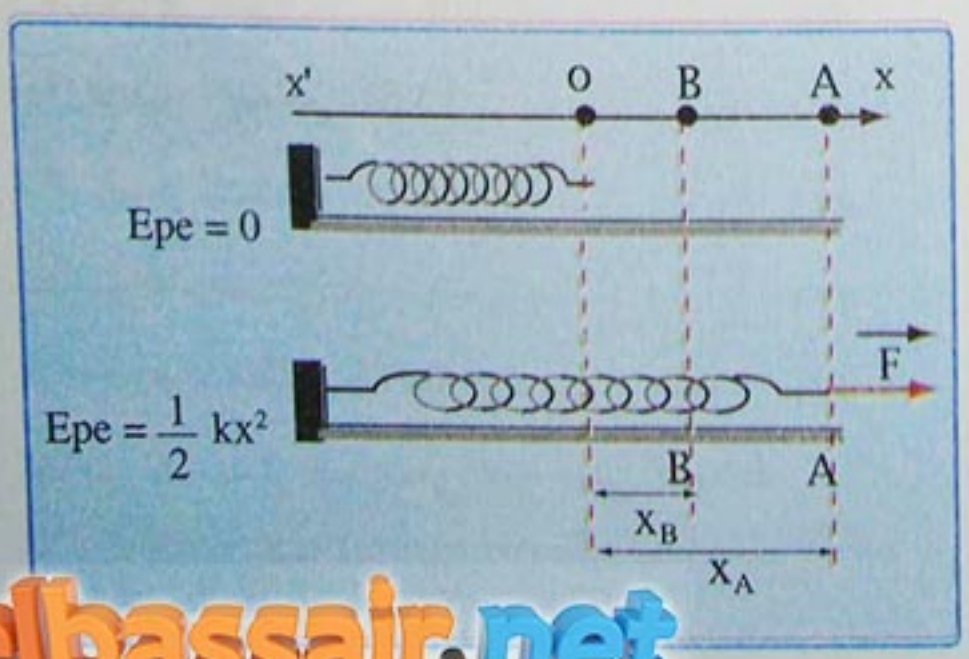


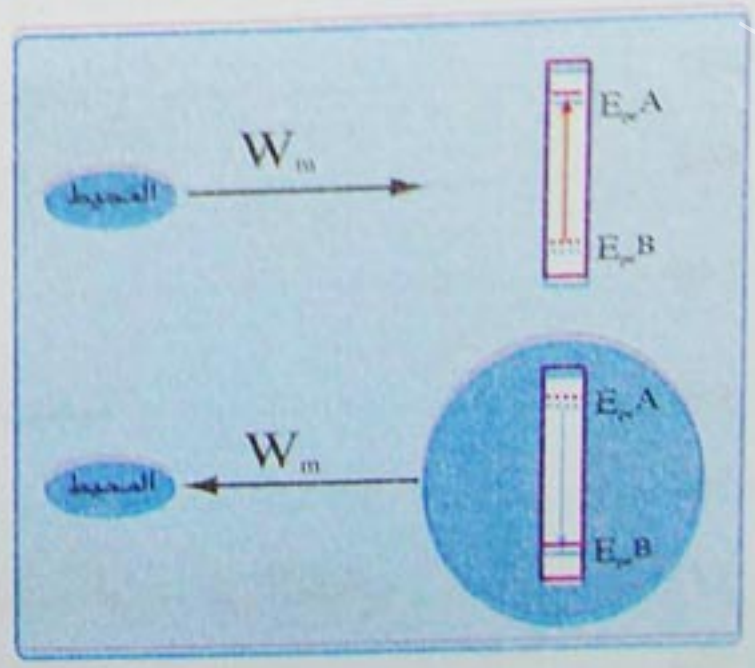
- فعل جول : هو التحويل الحراري الذي يرافق مرور تيار كهربائي في ناقل للكهرباء :

$$W_e = Q = RI^2 \Delta t$$

- عمل قوة مطبقة من المحيط على طرف نابض.

$$W_{AB}(\vec{F}) = \frac{1}{2} k(x_B^2 - x_A^2)$$





elbassair.net

الوحدة 6

التطورات الإهتزازية

عندما نزيح الأرجوحة عن وضع توازنها ونتركها لحالها فإنها تنجز حركة اهتزازية.

- متى تكون هذه الاهتزازات حرة ؟
- كيف تتحول إلى اهتزازات قسرية ؟

تتعلمون في هذه الوحدة

- خصائص الاهتزازات الحرة الميكانيكية ؛
- خصائص الاهتزازات الحرة الكهربائية ؛
- خصائص الاهتزازات القسرية.



elbassair.net

نشاطات تمهيدية

نشاط 1 : الاهتزازات الحرة



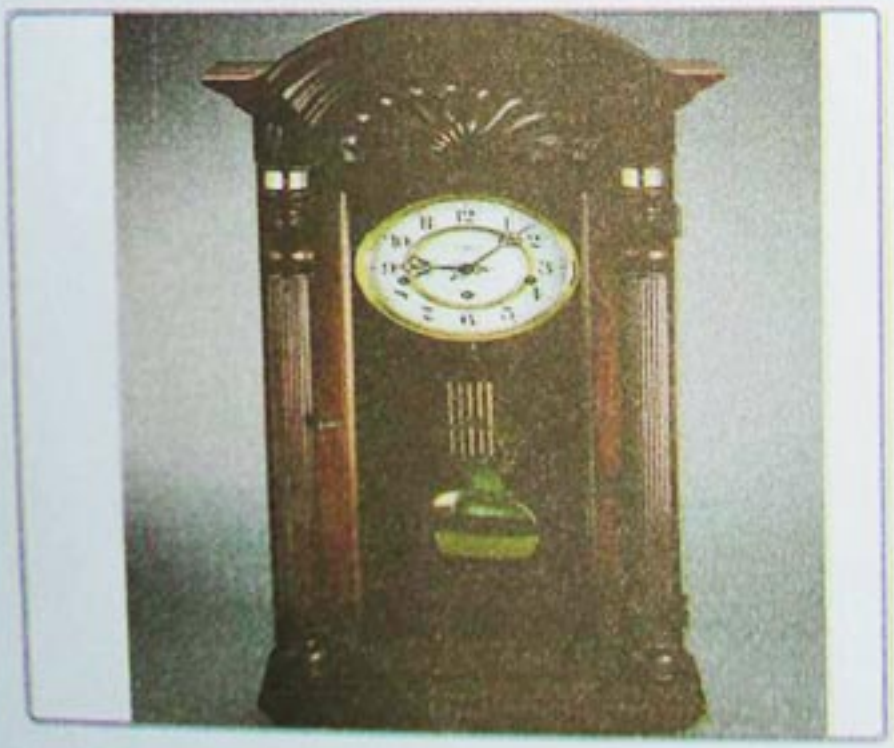
وثيقة 1 : استوحى غاليلي فكرة دراسة النواس الثقالي عندما شاهد الثريا المعلقة في سقف الكنيسة وهي تهتز بعد أن حركتها الرياح.



وثيقة 2 : لفحص جودة مخمدات الاهتزازات في سيارة، نضغط عموديا على إحدى العجلات ثم نتركها لحالها.



وثيقة 3 : لقياس شدة الزلزال يستعمل راسم اهتزازات ميكانيكي، والذي يحتوي على نواس من شاقولي.

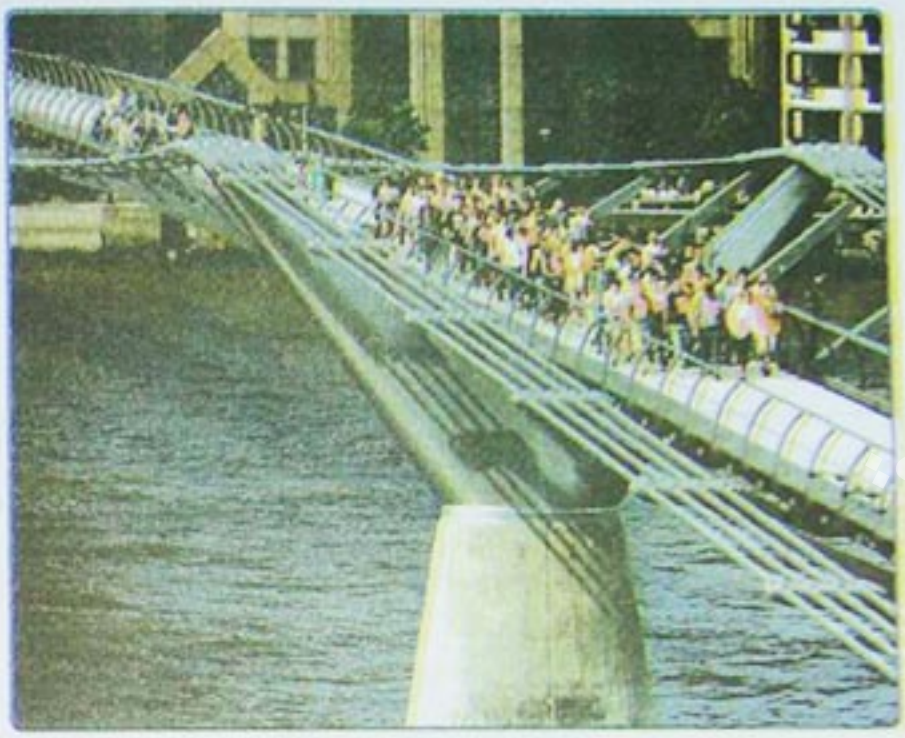


وثيقة 4 : لتغذية اهتزازات رقاص الساعة، يضاف ثقل موازن يعمل على تعويض الطاقة الضائعة بفعل الاحتكاك.

• متى نقول عن الاهتزازات أنها حرة ؟ وما هي أنماط هذه الاهتزازات ؟

elbassair.net

نشاط 2: الاهتزازات القسرية



وثيقة 5 : تولد حركة المرور فوق الجسور اهتزازات قد تتعاظم سعتها وتشكل خطرا عليه.



وثيقة 6 : الاهتزازات التي تحدث في الدارة الكهربائية التي تشغل آلة الغسيل ناتجة عن التفريغ المهتز للطاقة بين مكثفة ووشيعة.



وثيقة 7 : عندما يدور المحرك يفرض على الجسم S دور حركته فنحصل على اهتزازات قسرية.



وثيقة 8 : تلتقط الهوائيات الكثير من الإشارات التي ترسلها محطات البث الإذاعية والتلفزيونية. يتم اختيار إحداها بواسطة مفتاح خاص يغير من سعة مكثفة في الدارة RLC.

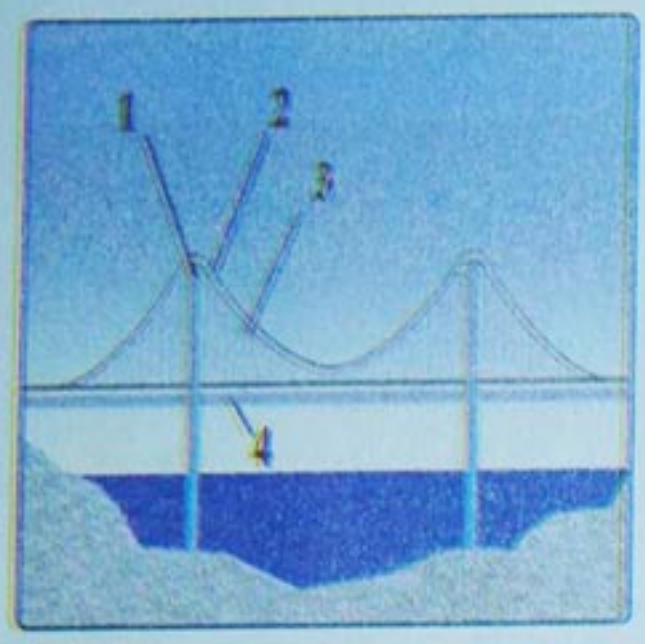
- ما هي الاهتزازات القسرية ؟ ما هي الجملة المحرضة والجملة المجاوبة ؟ متى تبلغ الاهتزازات القسرية حالة التجاوب ؟

elbassair.net

نشاط 3 : الاهتزازات الميكانيكية والكوارث الطبيعية

يتكون الجسر المعلق من العناصر الرئيسية التالية :

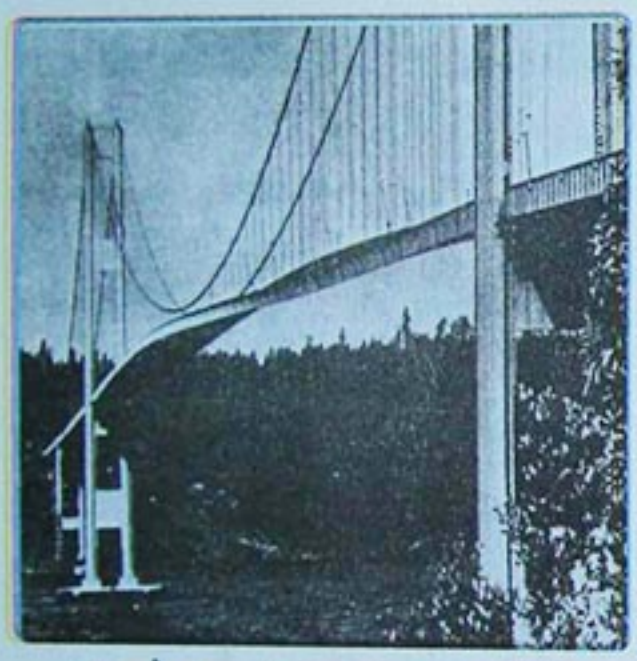
- الدعامات (1)،
- الحبل الرئيسي (2)،
- الحبل الثانوي (3)،
- حاجز جانبي (4) . (وثيقة 9).



وثيقة 9 : مكونات الجسر المعلق.

تهتز الجسور نتيجة المرور فوقها أو بفعل الرياح أو الزلازل، حيث يمكن لهذه الاهتزازات أن تدوم لفترة ثم تخمد،كما يمكن لها أن تستمر وتتعاظم سعتها حسب المسبب للاهتزازات.

لم يكن جسر تاكوما ناروز أول جسر معلق ينهار ،حيث انهارت عدة جسور معلقة ذات أطوال لا تتجاوز 200 m، وفي النصف الأول من القرن التاسع عشر انهارت عدة جسور معلقة ذات أطوال بحدود 300 m وذلك في أوربا وفي الولايات المتحدة الأمريكية.



وثيقة 10 : جسر تاكوما ناروز في أمريكا.

لكن انهيار الجسر المعلق تاكوما ناروز في عام 1940 م هو إحدى الكوارث الطبيعية المشهورة عالمياً لغاية يومنا هذا. يعود السبب في ذلك لتواجد فريق من المهندسين كانوا يقومون بعملية معاينة للجسر، وكانت آلات التصوير تلتقط صوراً له، فجأة تهب الرياح ويتأرجح الجسر ثم يسقط على مرأى فريق المهندسين وآلات التصوير .



وثيقة 11 : إنهيار جسر تاكوما ناروز.

قدمت اللجنة المكلفة بالتحقيق في حادثة انهيار الجسر ثلاثة تفسيرات لأسباب الانهيار.

الأول : هبوب رياح بتواتر يساوي تواتر اهتزازات الجسر .

الثاني : نشوء اهتزازات فتلية متعاكسة عند جهتي أرضية الجسر وبنفس تواتر اهتزازات الجسر.

الثالث : تحول طاقة الرياح إلى المستوى الأساسي للاهتزازات عن طريق اهتزازات ذاتية.

تعتبر فرضية هبوب الرياح بتواتر يساوي تواتر اهتزازات الجسر، الفرضية الأبسط والأكثر سهولة للفهم.

• كيف تميز بين الأنماط المختلفة للاهتزازات الميكانيكية؟

elbassair.net

نشاط 4 : الساعات الميكانيكية

تم ظهور الساعات الميكانيكية في القرن الثالث عشر، ولم يكن للساعات آنذاك إطارات. وكان في كل ساعة عقرب واحد يشير إلى الوقت بالساعة فقط.

للساعات الميكانيكية نماذج مختلفة :الساعات ذات الرقاص،والساعات ذات النابض،وساعات الكوارتز ،والساعات الذرية ،..... .



وثيقة 12 : ساعة حائط.

لقد تم اختراع ساعة في حدود القرنين الثالث عشر والرابع عشر، تتكون من رقاص مهتز يتم التحكم في اهتزازاته بواسطة عجلة مسننة تدور تحت تأثير سقوط ثقل ويقوم مضرب بتوقيفه أو السماح له بالحركة، (وثيقة 13).



وثيقة 13 : تغذية الاهتزازات بالثقل الموازن.

يعلق الثقل في نهاية حبل ملفوف على محور أفقي مرتبط بالعقرب، يسمح سقوط الثقل بتدوير العقرب بحركة دورا نية. لكن المشكلة كانت تكمن في صعوبة ضبط حركة سقوط الثقل بحركة منتظمة.لذلك تم وضع آلية ضبط للحركة تعتمد على توقيف الثقل عن الحركة لفترات زمنية متساوية وكان ذلك بواسطة قوس مزودة عند طرفيها بسنين بارزين ومرتبطة برقاص الساعة (ancre)، فإذا ما سقط الثقل دار الدولاب المسنن ومعه القوس والرقاص حتى يتدخل أحد السنين البارزين، ثم يعود الرقاص ومعه القوس وفي نفس الوقت يرتفع الثقل حتى يتدخل السن البارز الآخر، وتستمر العملية هكذا، بذلك يكون الثقل الموازن قد غذى الاهتزازات وعوض الطاقة الضائعة بفعل الاحتكاكات.لكن الدقة في البداية لم تكن كبيرة حيث كان الفارق يصل إلى ساعة خلال اليوم، ومع تحسين التقنيات وصلت الدقة إلى قيمة جيدة.



وثيقة 14 : تغذية الاهتزازات بنابض حلزوني.

كان غاليلي أول من اهتم بالحركة المنتظمة للنواس من أجل تصنيع الساعات،ولكن كريستوفر هويغنز (1629- 1695) هو الذي تمكن من إيجاد الحلول للمشاكل المتعلقة باستخدام النواس ،واخترع ساعة ترتكز في عملها على نواس ثقالي.

لكن حجم الساعة آنذاك كان كبيرا، فتم استبدال الثقل بنابض حلزوني كمصدر للطاقة الكامنة لتغذية الحركة (وثيقة 14)، فبدأت الساعات الصغيرة بالظهور.

• كيف نغذي الاهتزازات الميكانيكية ؟

elbassair.net

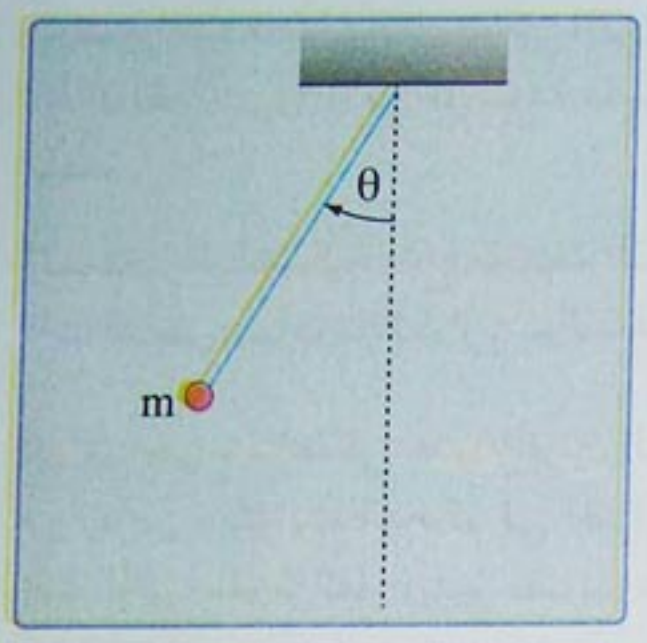
نشاطات تمهيدية

نشاط 5: العوامل المؤثرة على دور النواس البسيط

1. تأثير السعة الزاوية : نزيح النواس عن وضع توازنه بسعة زاوية 2° ثم نتركه لحاله ونقيس بواسطة ميقاتية زمن 10 اهتزازات كاملة ثم نحسب زمن الاهتزازة الواحدة(الدور). نكرر التجربة من أجل سعات زاوية متزايدة وندون النتائج في الجدول التالي (دقة القياس 1%):

θ°	2	4	6	8	10	20	30	45	60
t(s)									
T(s)									

- هل الاهتزازات حرة؟ لماذا ؟
- ماذا نقول عن الاهتزازات من أجل سعات زاوية أقل من 10° ؟

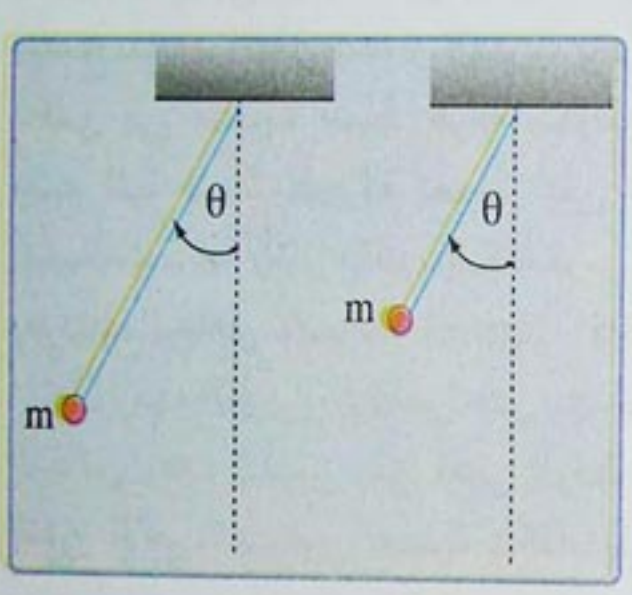


وثيقة 15 : نواس بسيط.

2. تأثير طول الخيط : نحافظ على السعة صغيرة ونكرر التجربة السابقة من أجل عدة قيم متزايدة لطول الخيط وندون النتائج في الجدول التالي:

ℓ(m)	0,25	0,36	0,49	0,64	0,81	1
t(s)						
T(s)						

أكمل الجدول، أرسم البيان ($T=f(\sqrt{\ell}$)، تحقق أن T يتناسب طرديًا مع $\sqrt{\ell}$.



وثيقة 16 : تأثير طول الخيط.

3. تأثير الجاذبية : نجعل طول الخيط ثابتا و السعة صغيرة، و نكرر التجربة السابقة في أماكن مختلفة. نسجل النتائج في الجدول التالي:

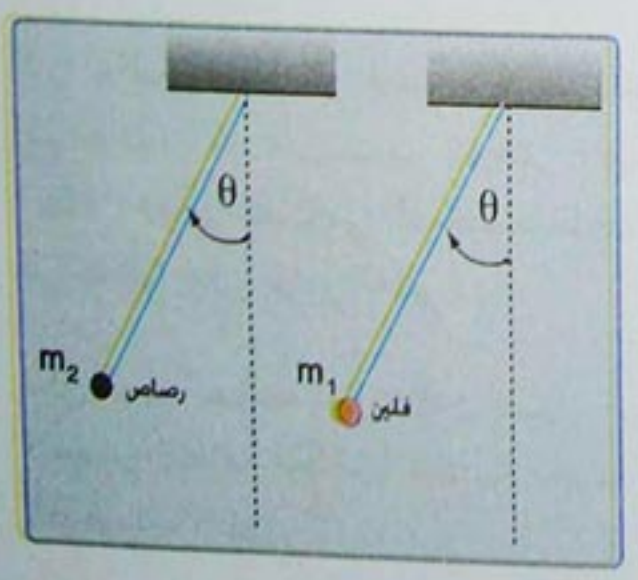
المكان	الأرض	مارس	سطح القمر
g(m/s²)	9,80	3,7	1,66
$1/\sqrt{g}$			
t(s)			
T(s)			

أكمل الجدول وارسم البيان ($T=f(\frac{1}{\sqrt{g}})$ تحقق أن T يتناسب عكسيًا مع $\sqrt{g}$

- مما سبق بين أن عبارة الدور من الشكل $T=K\sqrt{\frac{\ell}{g}}$.

4. تأثير الكتلة : نجعل طول الخيط ثابتا والسعة صغيرة، و نكرر التجربة السابقة في نفس المكان من أجل عدة كتل مختلفة. نسجل النتائج في الجدول :

الكتلة m(kg)	0,1	0,2	0,3	0,4
الدور T(s)	2	2	2	2



وثيقة 17 : تأثير الكتلة .

ماذا تلاحظ؟ ماذا تستنتج؟

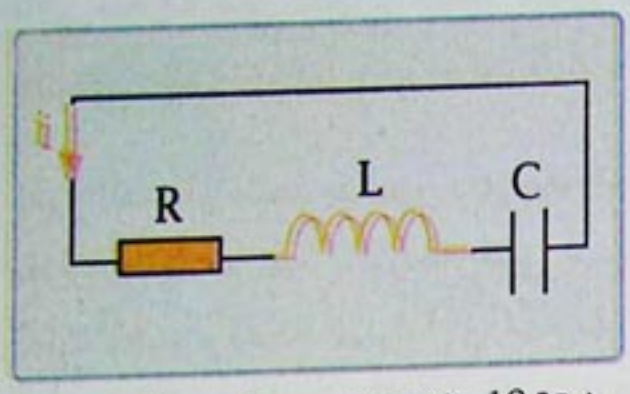
• ما هي العوامل التي تؤثر على الدور الذاتي للنواس البسيط ؟

elbassair.net
موقع عنون الجزائري للتعليم

نشاط 6 : الاهتزازات الكهربائية

1. الاهتزازات الكهربائية الحرة

نحقق دارة كهربائية تضم على التسلسل مكثفة مشحونة سعتها C، وشيعة صافية ذاتيتها L، وناقل أومي مقاومته R (وثيقة 18).



وثيقة 18 : الاهتزازات حرة ومتخامدة.

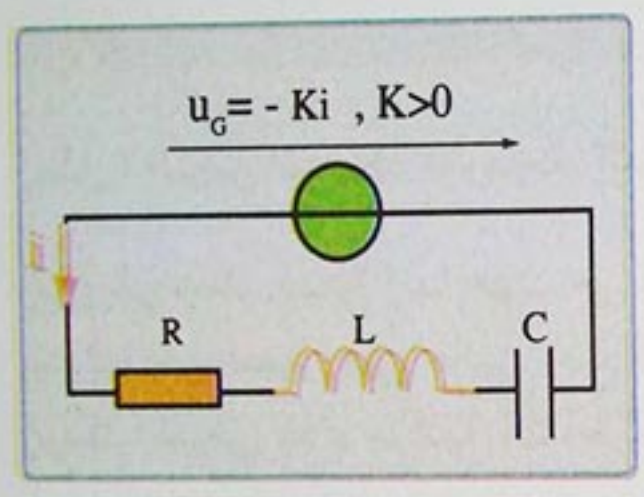
عندما تتفرغ المكثفة في الوشيعة والمقاومة يكون التفريغ بالتناوب بين المكثفة والوشيعة لذلك يدعى التفريغ المهتز. يحدث خلال ذلك فقدان الجملة لجزء من طاقتها في المقاومة بفعل جول لذلك تكون الاهتزازات حرة متخامدة أي تتناقص سعتها خلال الزمن.

- من المسؤول عن تخامد الاهتزازات ؟
- كيف نجعل هذه الاهتزازات الحرة غير متخامدة ؟

2. الاهتزازات الكهربائية الحرة المغذاة

حتى تبقى سعة الاهتزازات ثابتة يجب تعويض الطاقة الضائعة، يتم ذلك بواسطة تجهيز خاص.

فإذا أضفنا للدارة مولداً يعطي توتراً خطياً عبارته $u_G = - ki$ (وثيقة 19) يقوم المولد بتغذية مستمرة للدارة أي تعويض مستمر لكل الطاقة الضائعة فنحصل عندها على اهتزازات مغذاة .

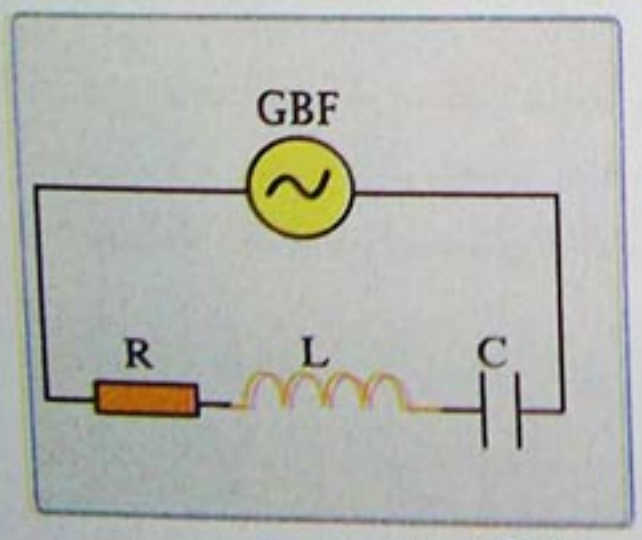


وثيقة 19 : اهتزازات مغذاة.

- كيف يعمل المولد المستعمل على تغذية الاهتزازات ؟
- كيف نحصل على مثل هذا المولد ؟

3. الاهتزازات الكهربائية القسرية

إذا أضفنا للدارة مولداً يعطي توتراً متناوباً جيبيا (وثيقة 20) سوف يقدم في نهاية كل دور طاقة تعوض الطاقة الضائعة بذلك يفرض المولد على الجملة المهتزة دور اهتزازاته ،فنحصل على اهتزازات قسرية، يمكن الاستفادة منها كما يحدث عندما ندير مفتاح انتقاء المحطات في المذياع بحثاً عن إحدى القنوات.



وثيقة 20 : اهتزازات قسرية.

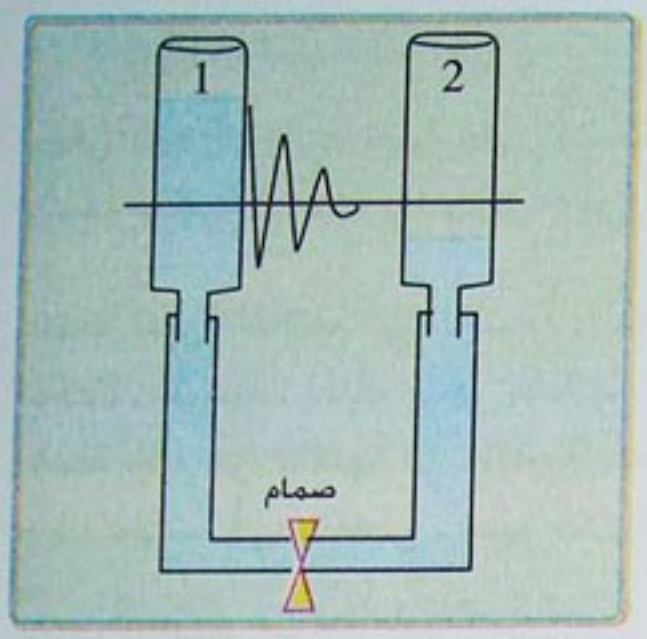
- متى تحدث الاهتزازات الكهربائية القسرية ؟
- متى يحدث التجاوب الكهربائي بين الجملة المحرضة والجملة المجاوبة ؟

• كيف تميز بين الأنماط المختلفة للاهتزازات الكهربائية ؟

elbassair.net

1. الاهتزازات الميكانيكية الحرة

لكي نتعرف على مفهوم الجملة المهتزة نأخذ النموذج التالي والذي يتألف من وعاءين متصلين بأنبوب من البلاستيك (وثيقة 21).

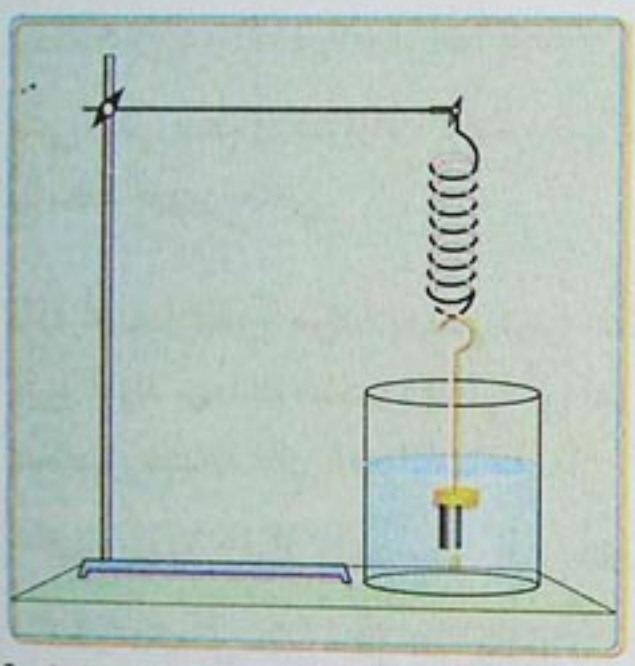


وثيقة 21 : نموذج لجملة مهتزة.

نفتح الصمام فتحة صغيرة (أي مقاومة تدفق الماء كبيرة). فيتدفق الماء بغزارة بداية ثم يبدأ بالتراجع حتى يصبح في سوية واحدة في الوعاءين. نفتح الصمام فتحة كبيرة (أي مقاومة تدفق الماء صغيرة جدا)، فيتدفق الماء بغزارة في الوعاء الثاني إلى مستو أعلى منه في الوعاء الأول ثم يعود ويتدفق في الاتجاه المعاكس. تتكرر العملية عدة مرات حتى يستقر مستوى الماء في سوية واحدة في الوعائين.

الجملة الميكانيكية المهتزة : هي كل جملة تقوم بحركة ذهاباً وإياباً على جانبي وضع توازنها.

مثل : النواس البسيط، الأرجوحة، النواس المرن.



وثيقة 22:النواس المرن والاحتكاكات المانعة.

نقول عن جملة مهتزة إنها مهتز حر عندما نزيحها عن وضع توازنها ونتركها حرة فتهتز على جانبي وضع التوازن دون أن تتلقى طاقة من الوسط الخارجي خلال حركتها (نشاط تمهيدي 1) .

- تكون الاهتزازات الحرة غير متخامدة عندما تهتز الجملة وطاقتها ثابتة خلال الزمن .مثل النواس البسيط (نشاط تمهيدي 5).
- تكون الاهتزازات الحرة متخامدة عندما تهتز الجملة وتفقد جزءاً من طاقتها بفعل الاحتكاكات،(النواس المرن وثيقة 22) .
- تكون الاهتزازات الحرة مغذاة عندما يتم تعويض كل الطاقة الضائعة باستمرار، يتحقق ذلك بتجهيز يتناسب مع الجملة المهتزة. مثل ساعة الحائط في النشاط التمهيدي 1 (وثيقة 4).



وثيقة 23 : الاهتزازات الحرة لأرجوحة.

نتيجة : تكون الاهتزازات الحرة على إحدى الأنماط التالية:

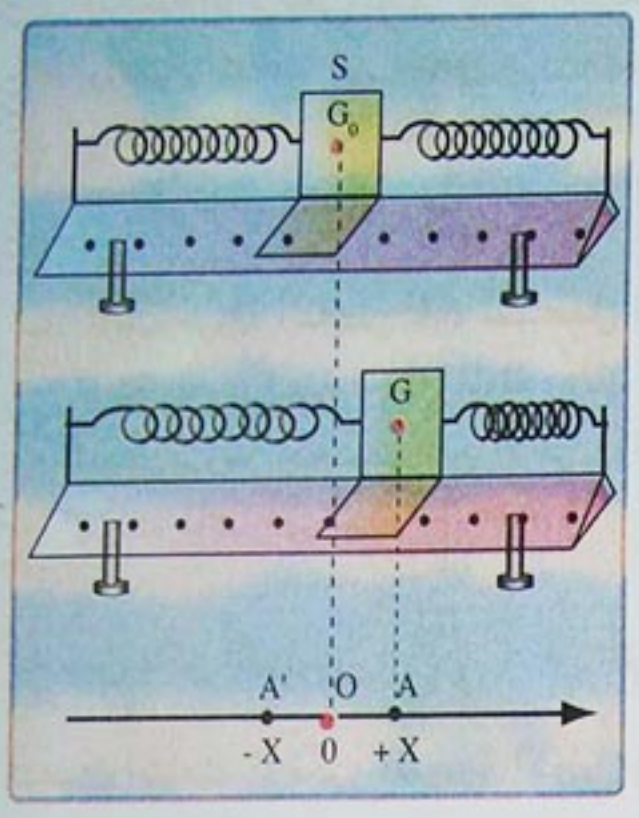
1. اهتزازات حرة غير متخامدة .
2. اهتزازات حرة متخامدة .
3. اهتزازات حرة مغذاة.

elbassair.net

1.1. النواس المرن

1.1.1. حالة اهتزازات حرة غير متخامدة :

لدراسة حركة نواس مرن أفقي دون تخامد ،نستعمل مقعد نضد هوائي، جسما صلبا (S) كتلته m، نابضين مرنين مهملي الكتلة حلقاتهما غير متلاصقة (وثيقة 24).



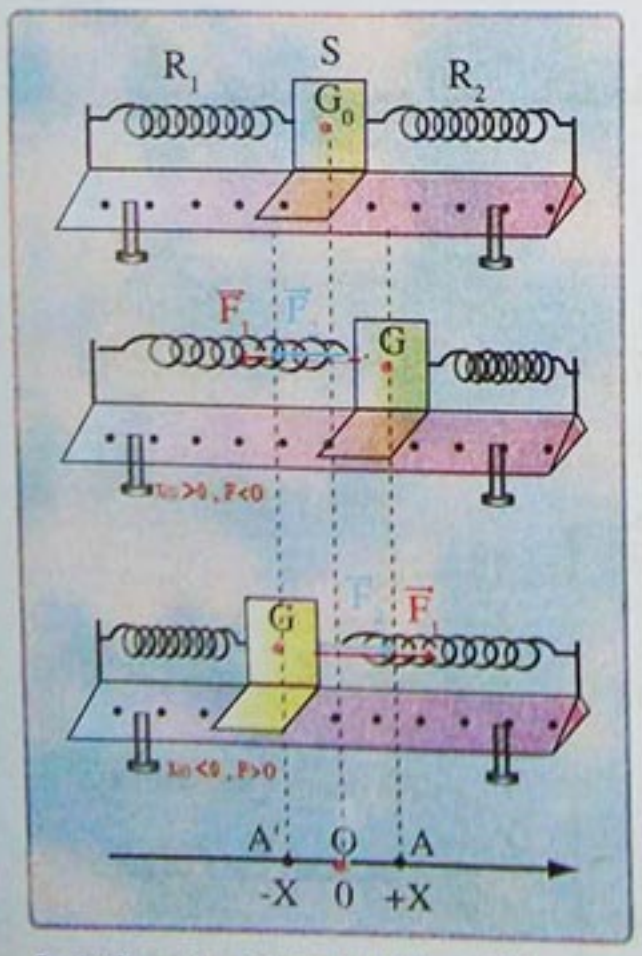
وثيقة 24 : نواس مرن فوق طاولة نضد هوائية.

نزيح الجسم (S) عن وضع توازنه (O) بسحبه أفقياً ثم تركه لحاله دون سرعة ابتدائية، فنلاحظ ما يلي :

يتحرك الجسم (S) ذهاباً وإياباً على جانبي وضع التوازن (O) الذي نعتبره مبدأ للفواصل، أي أن الحركة تتم على قطعة مستقيمة AA′ منتصفها النقطة (O)، و تتكرر بكيفية مماثلة لنفسها خلال فترات زمنية متعاقبة ومتساوية أي أن الحركة دورية، لذا فإن: $x_A(t) = +X$ و $x_{A'}(t) = -X$.

لا تتلقى الجملة طاقة من الوسط الخارجي خلال الحركة لذا نقول إن الجسم (S) يقوم باهتزازات ميكانيكية حرة، تدعى الجملة (S، نابض) بالجملة المهتزة الحرة. نسمي المقدار AA′/2 بسعة الحركة وهو مقدار موجب دوماً نرمز له بالرمز X.

في حالة غياب الاحتكاكات تبقى قيمة السعة X ثابتة خلال الحركة، نقول في هذه الحالة إن الاهتزازات حرة غير متخامدة.



وثيقة 25 : علاقة قوة الإرجاع بالإزاحة حالة جسم مشدود بنابضين.

إن سبب الحركة قوة يطبقها النابض على الجسم (S) أي $(\vec{F}_{R/S})$، تحاول هذه القوة إعادة الجسم (S) إلى وضع توازنه.أي أنها تتجه دوما نحو (O) . تتعلق قيمة هذه القوة بمقدار إزاحة النابض (OA) وثابت مرونته (k) وتعطى بالعلاقة :

$$\vec{F} = -k \cdot \overrightarrow{OA} \quad \text{أو} \quad \|\vec{F}\| = k\,|x| \quad \text{(شدة القوة)}$$

تعاكس هذه القوة دوماً الشعاع $\overrightarrow{OA}$ أي $F = -k\,x(t)$

إذا كانت $x(t) > 0$ فإن $F < 0$

إذا كانت $x(t) < 0$ فإن $F > 0$ تدعى هذه القوة بقوة الإرجاع.

• الدور الذاتي للحركة (T_0) : هو الفترة الزمنية الفاصلة بين مرورين متتاليين للجسم (S) من نقطة ما من القطعة AA′ بنفس الاتجاه.

elbassair.net

تتعلق قيمة الدور بالعوامل التالية :

أ. الكتلة m : لكي نظهر تأثير الكتلة على الدور نستعمل نواسا مرنا رأسيا، يتألف من نابض مرن مهمل الكتلة حلقاته غير متلاصقة ونعلق به كتلاً مختلفة (وثيقة 26) ومن أجل كل كتلة نقيس الدور T. ثم نأخذ النسب $\frac{T}{\sqrt{m}}$ فنجدها ثابتة أي أن : $T \sim \sqrt{m}$



وثيقة 26 : تأثير الكتلة على الدور.

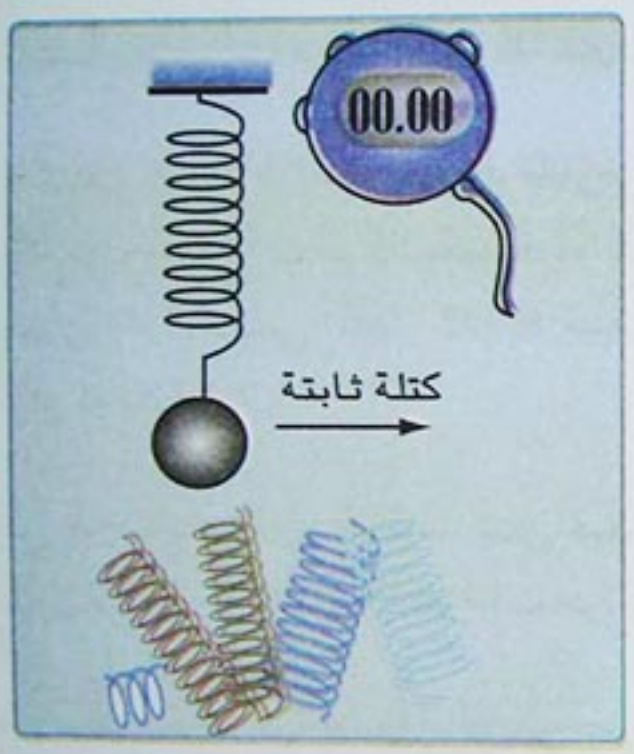
ب. ثابت مرونة النابض k : نستعمل نفس النواس ولكن نجعل الكتلة ثابتة ونغير قيمة ثابت المرونة وذلك باستعمال عدة نوابض لكل منها ثابت مرونة مختلف عن الآخر (وثيقة 27)، ثم نأخذ الجداء $T\sqrt{k}$ فنجده ثابتا أي أن : $T \sim \frac{1}{\sqrt{k}}$

مما سبق يمكن القول إن : $T \sim \sqrt{\frac{m}{k}}$ أي $T = C\sqrt{\frac{m}{k}}$

لتعيين الثابت C نكرر التجربة الأولى بأخذ $m = 100g$، و $k = 10N/m$ فنجد :

$T = 0,628\ s$ بالتعويض نجد $C = 6,28 = 2\pi$، تصبح عبارة دور النواس المرن على الشكل :

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$



وثيقة 27 : تأثير ثابت المرونة على الدور.

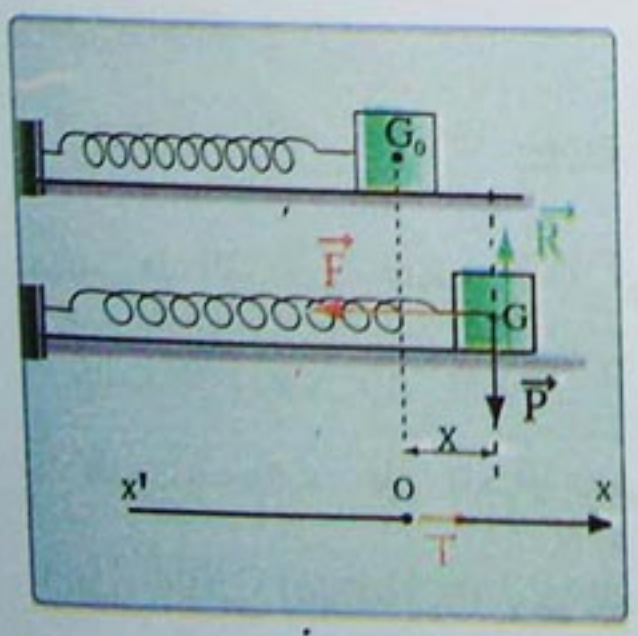
نبين أن $\sqrt{\frac{m}{k}}$ متجانس مع الزمن باستخدام التحليل البعدي :

$$k = \frac{F}{x} \rightarrow \quad [k] = [F]\,[L]^{-1}$$

$$F = ma \rightarrow [F] = [m] \times [L] \times [T]^{-2} \rightarrow [m] = [F] \times [L]^{-1} \times [T]^2$$

$$[\frac{m}{k}] = [F] \times [L]^{-1} \times \frac{[T]^2}{[L]^{-1}[F]} = [T]^2$$

$$\left[\sqrt{\frac{m}{k}}\right] = [T]$$



وثيقة 28 : نواس مرن أفقي.

- الدراسة التحريكية للحركة : أثناء دراسة الحركة نهمل :

الجملة (S، نابض) جملة مثالية
- كتلة النابض أمام m.
- الاحتكاكات الصلبة.
- مقاومة الهواء.
- نعتبر الجسم (S) صلباً ونقطياً.

الجملة المدروسة : الجسم (S).

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

المعلم المختار : $(O,\vec{i})$ مرتبط بالنضد الهوائي.

يؤثر على الجسم الصلب (S) القوى التالية.

ثقله $\vec{P}$، توتر النابض $\vec{F}$، فعل النضد الهوائي $\vec{R}$.

نطبق قانون نيوتن الثاني: $\vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = m\vec{a}_G$

باسقاط العلاقة الشعاعية على المحور $(O, \vec{i})$ نجد :

$F = m\,a_G$ ومنه $-k\,x(t) = m\,\frac{d^2x}{dt^2}$ - نقسم الطرفين على m فنجد :

$$(1) \ldots \quad \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}\,x(t) = 0$$

وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية بالنسبة لـ X ومتجانسة.

حل هذه المعادلة التفاضلية هو دالة جيبية بدلالة الزمن من الشكل:

$$x(t) = X\cos(\omega_0 t + \varphi)$$

X : سعة الحركة (أكبر قيمة للفاصلة)

ω_0 : نبض الحركة وحدته (rad /s)

φ : الصفحة الابتدائية للحركة وتتعلق قيمتها بالشروط الابتدائية للحركة.

عبارة نبض الحركة ω_0 :

الفاصلة $x(t) = X\cos(\omega_0 t + \varphi)$

السرعة $\frac{dx}{dt} = -X\omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$

التسارع $\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega_0^2 X\,(\cos\omega_0 t + \varphi)$

$\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega_0^2 x(t)$ أي $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x(t) = 0$

بالمطابقة مع المعادلة (1) نجد:

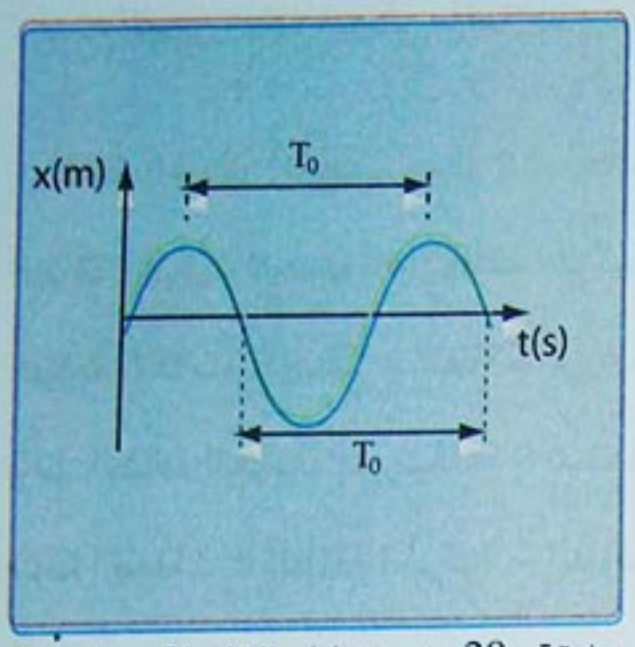
$\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ ومنه $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

عبارة الدور الذاتي T_0 :

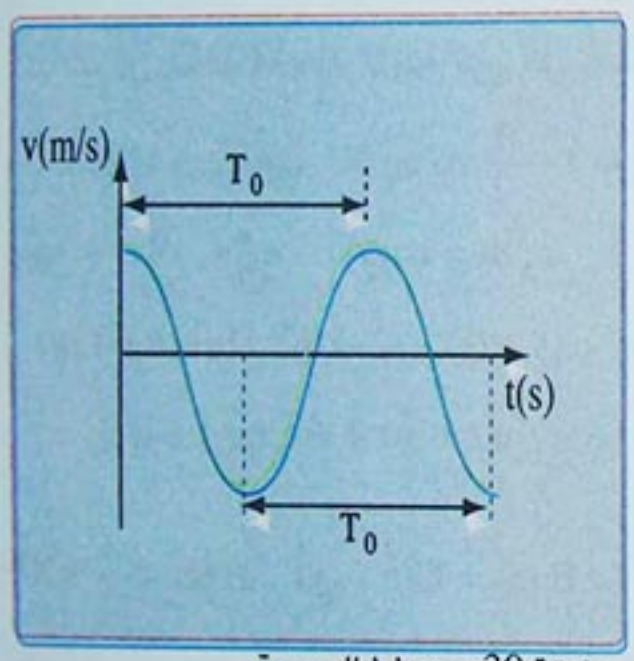
لدينا $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$ أي $T_0 = 2\pi\,\frac{1}{\sqrt{\frac{k}{m}}}$ ومنه نكتب :

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

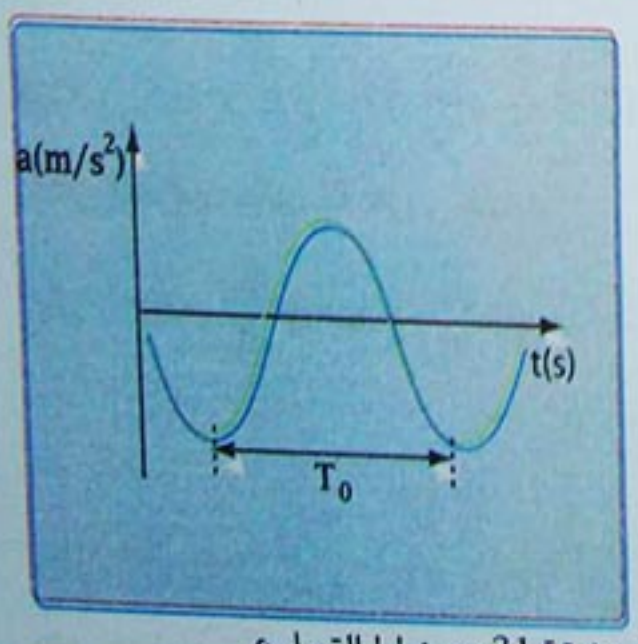
تتعلق قيمة الدور بـ (m,k) ، وحدته الثانية (s).



وثيقة 29 : مخطط الفاصلة من أجل $\varphi = \frac{3\pi}{2}$.



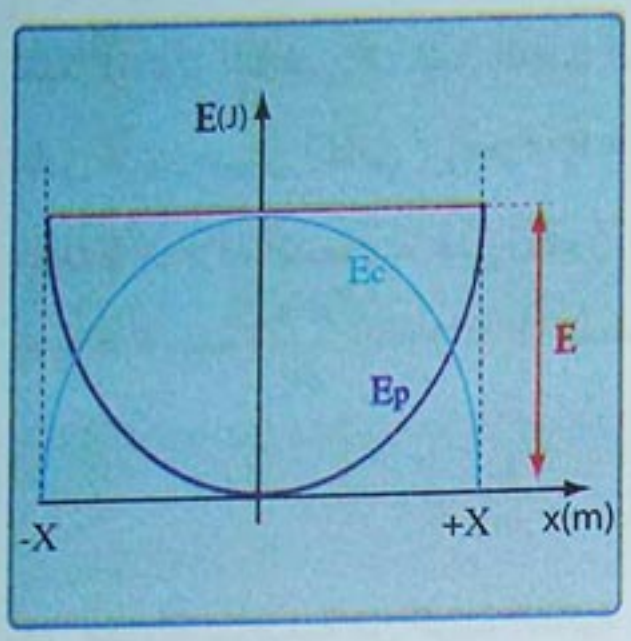
وثيقة 30 : مخطط السرعة.



وثيقة 31 : مخطط التسارع.

elbassair.net

التواتر الذاتي للحركة (f_0) : هو عدد الاهتزازات في ثانية واحدة رمزه f_0 وحدته الهرتز (Hz) ويعطى بالعلاقة : $f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{\omega_0}{2\pi}$.



وثيقة 32: مخططات الطاقة بدلالة الفاصلة.

- طاقة الجملة (نابض، جسم S): (حالة غياب الاحتكاكات)

الطاقة الحركية للجملة = الطاقة الحركية للجسم $E_c(t) = \frac{1}{2} mv^2(t)$

الطاقة الكامنة للجملة = الطاقة المرونية للنابض $E_{pe}(t) = \frac{1}{2} k x^2(t)$

نأخذ الطاقة الكامنة المرونية = 0 عندما يكون النابض في حالة الراحة.

طاقة الجملة = الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة

$$E(t) = E_c(t) + E_p(t)$$

$$E(t) = \frac{1}{2} mv^2(t) + \frac{1}{2} k x^2(t)$$

إثبات أن طاقة الجملة ثابتة في كل لحظة:

$$E(t) = \frac{1}{2} k X^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2} m \omega_0^2 X^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi)$$

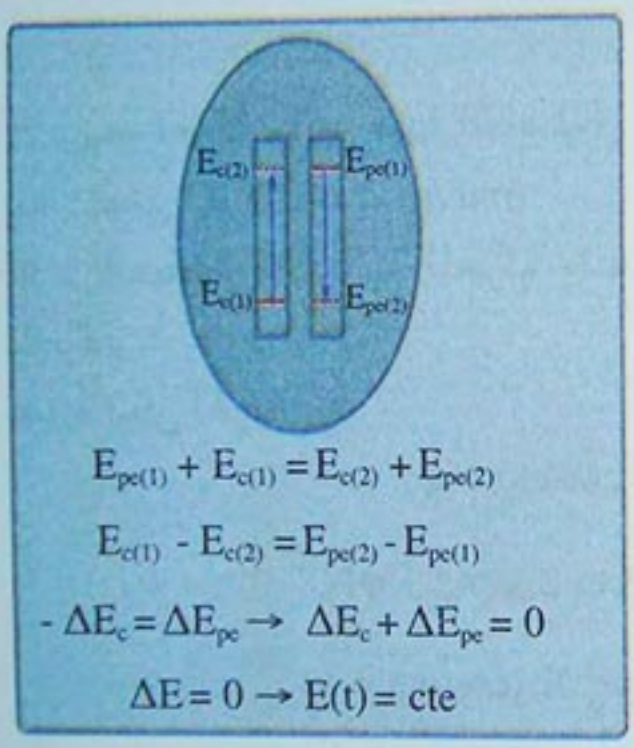
لكن : $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ أي $\omega_0^2 m = k$

$$E(t) = \frac{1}{2} k X^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2} k X^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi)$$

$$E(t) = \frac{1}{2} k X^2 [\cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \sin^2(\omega_0 t + \varphi)]$$

$$E(t) = \frac{1}{2} kX^2 \quad \text{أي} \quad E(t) = Cte$$

إذاً طاقة الجملة المثالية (نابض،جسم S) مقدار ثابت في كل لحظة.



وثيقة 33: استعمال مبدإ حفظ الطاقة.

- طبيعة الحركة والطاقة :

لدينا : $E(t) = \frac{1}{2} mv^2(t) + \frac{1}{2} k x^2(t)$

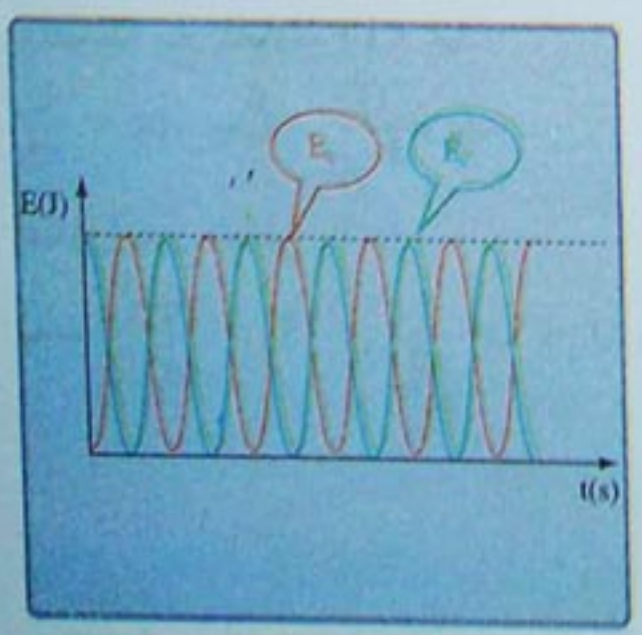
نشتق الطرفين بالنسبة للزمن فنجد:

$$\frac{dE}{dt} = mv(t) \frac{dv}{dt} + kx(t) \frac{dx}{dt} = 0$$

$$m\, v(t) \frac{d^2x}{dt^2} + k\, x(t)\, v(t) = 0$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m} x(t) = 0$$

وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية بالنسبة لـ x ومتجانسة.

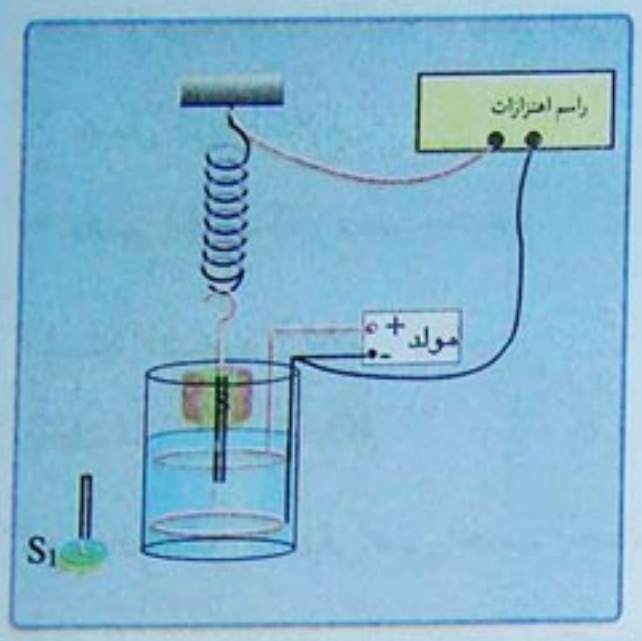


وثيقة 34 : مخططات الطاقة بدلالة الزمن.

elbassair.net

1.1. 2. حالة اهتزازات حرة متخامدة

نحقق التركيب التالي (وثيقة 35):



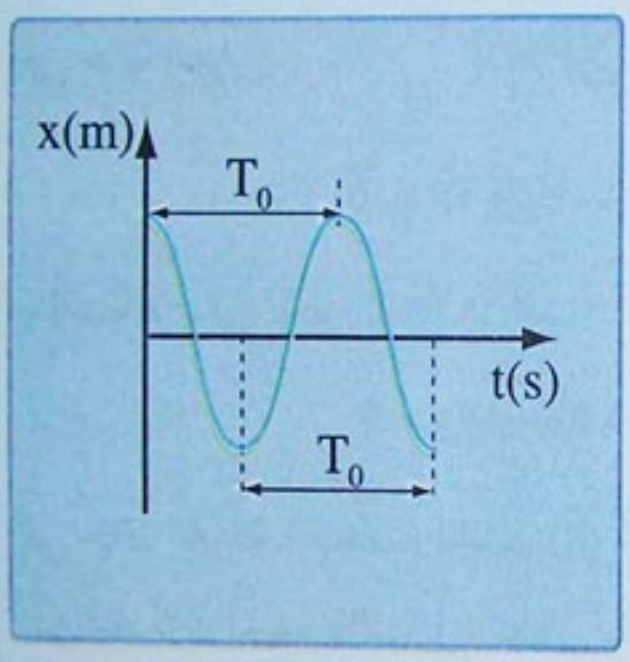
وثيقة35:النواس المرن والاحتكاكات السائلة.

- نعلق بالجسم S سلكا نحاسيا مقطعه صغير حتى يكون الاحتكاك مع السائل ضعيفاً جداً ، نغمر السلك بمحلول كبريتات النحاس الموجود داخل الوعاء ونزيح الجسم (S) عن وضع توازنه، ونتركه لحاله، فيظهر على شاشة راسم الاهتزازات بيان (وثيقة 36).

نستنتج من البيان أنه في حالة غياب الاحتكاكات تكون الاهتزازات حرة دورية غير متخامدة دورها الذاتي T_0.

- نضع الجسم S داخل المحلول ونكرر التجربة السابقة. فيظهر على شاشة راسم الاهتزازات بيان (وثيقة 37 -b).

يظهر في البيان تناقص السعة تدريجياً نحو قيمة معدومة، أي أن الاهتزازات أصبحت شبه دورية و شبه دورها T يختلف عن T_0 .



وثيقة36 : مخطط الفاصلة في غياب الاحتكاكات.

- نذيب كمية من ملح الطعام في المحلول أو نثبت الجسم S_1 في نهاية السلك بحيث تصبح الاحتكاكات أكثر فعالية، ونعيد نفس العمل السابق، فنحصل على البيان وثيقة 37 -a).

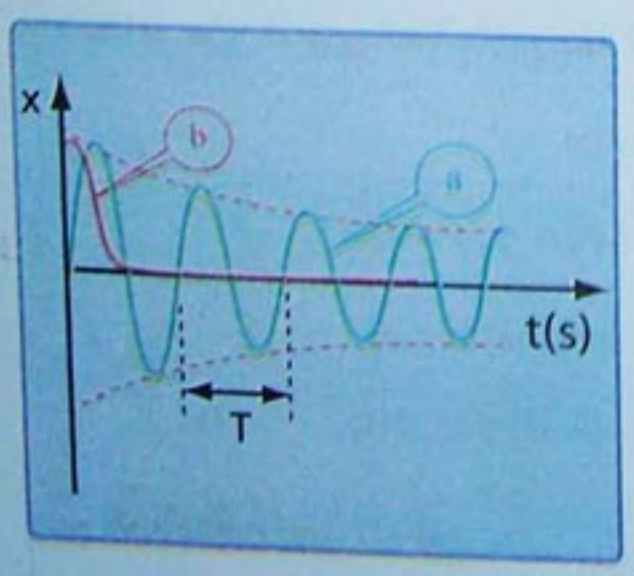
يظهر في البيان عدم وجود اهتزازات والنظام لا دوري حرج.

نتيجة : يزداد تخامد الاهتزازات كلما تزايدت فعالية الاحتكاكات

- إذا كانت الاحتكاكات ضعيفة فإن تناقص سعة الاهتزازات تكون تدريجية خلال الزمن حتى تنعدم، ويكون التخامد شبه دوري وقيمة شبه دوره هو T، من أجل احتكاكات ضعيفة جداً يكون التخامد ضعيفا وعندها يكون :

$$T \approx T_0$$

إذا كانت الاحتكاكات فعالة جدا، فلا تهتز الجملة ونقول عن هذا النظام إنه لا دوري حرج.



وثيقة 37 : a) نظام شبه دوري.
b) نظام لا دوري حرج.

elbassair.net

الدراسة التحريكية للحركة :

حالة الاحتكاكات المائعة : نأخذ النواس المرن المبين في (وثيقة 38).

- نهمل كتلة النابض.
- نعتبر الجسم (S) صلباً ونقطياً.

الجملة المدروسة : الجسم (S).

المعلم المختار : $(O,\vec{i})$.

في حالة التوازن يؤثر على الجسم الصلب (S) القوى التالية :

ثقله $\vec{P}$، توتر النابض $\vec{F}$، دافعة أرخميدس $\vec{\Pi} = -\rho V\vec{g}$.

حيث : V(حجم الجسم S)، ρ (الكتلة الحجمية للسائل).

في حالة التوازن : $\sum\vec{F} = \vec{0}$ (وثيقة39)

$$\vec{P} + \vec{F}_0 + \vec{\Pi} = \vec{0}$$

بالإسقاط على المحور $(x'Ox)$ نجد :

$$P - k\Delta\ell - \rho Vg = 0 \qquad (1)$$

في حالة الحركة : يخضع الجسم (S) أثناء الاهتزاز لقوة إضافية ناتجة عن احتكاك الجسم بالسائل، تعطى بالعلاقة : $\vec{f} = -h\vec{v}$ حيث :

h : ثابت موجب يميز لزوجة السائل، v : سرعة الجسم (S).

بتطبيق قانون نيوتن الثاني نجد : $\vec{P} + \vec{F} + \vec{\Pi} + \vec{f} = m\vec{a}$

بالإسقاط على المحور $(x'Ox)$ (وثيقة 39) نجد:

$$P_x + F_x + \Pi_x + f_x = m\,a\,(t)$$

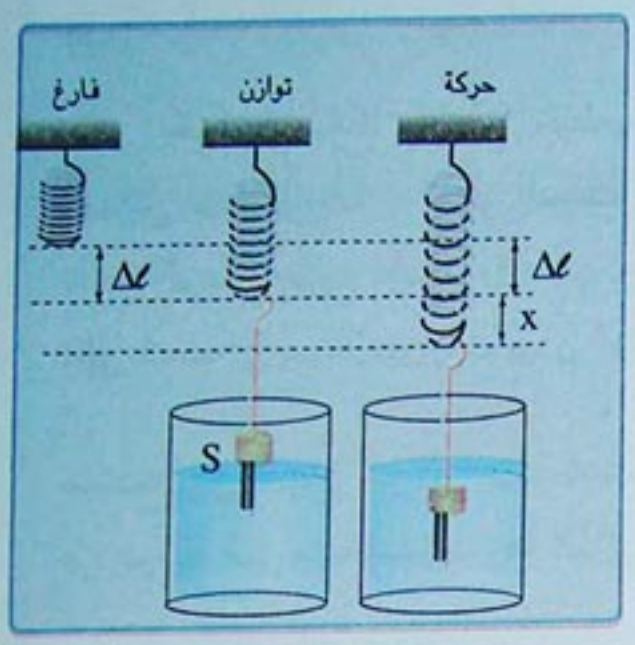
$$P - k(\Delta\ell + x) - \rho Vg - hv\,(t) = m\,a\,(t)$$

$$P - k\Delta\ell - kx(t) - \rho Vg - hv\,(t) = m\,a\,(t)$$

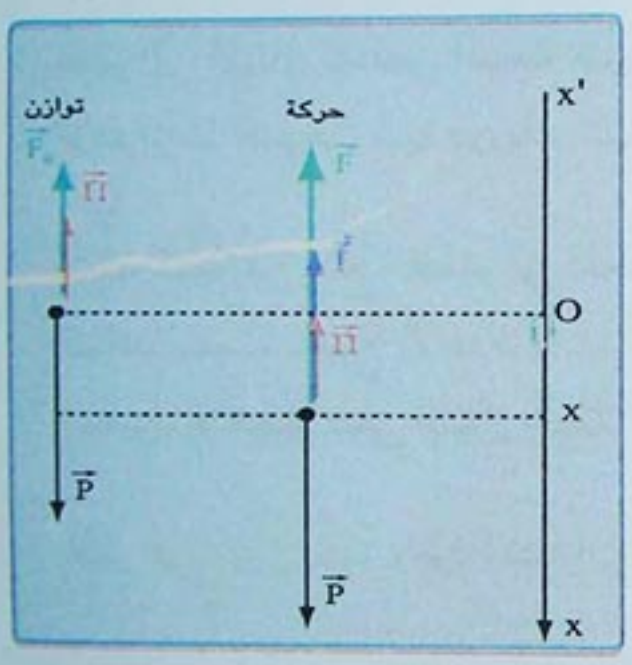
$$P - k\Delta\ell - \rho Vg - kx(t) - hv\,(t) = m\,a\,(t) \qquad (2)$$

من العلاقتين (1) و (2) نجد :

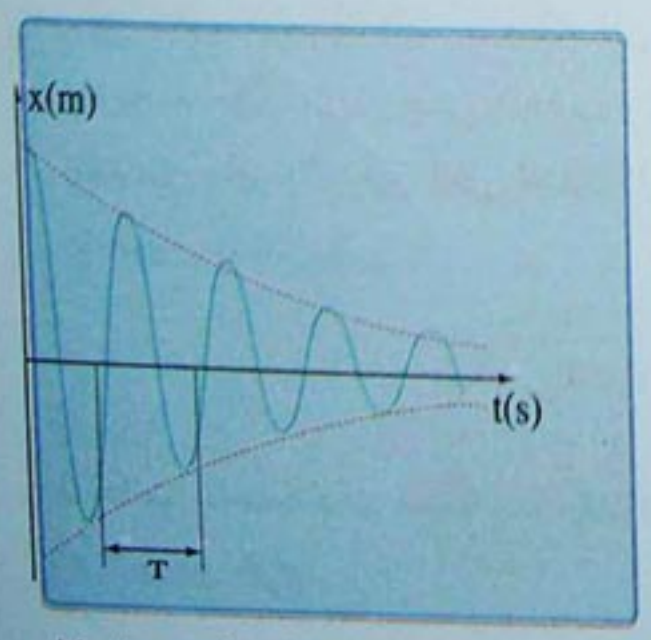
$$-kx(t) - hv\,(t) = m\,a\,(t) \quad \text{أو} \quad m\,a + hv\,(t) + kx(t) = 0$$



وثيقة 38 : إحتكاكات مائعة.



وثيقة 39 : تمثيل القوى.



وثيقة 40: اهتزازات متخامدة في وسط سائل.

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

بما أن $a = \frac{d^2x}{dt^2}$ و $v = \frac{dx}{dt}$ نحصل على :

$$m\frac{d^2x}{dt^2} + h\frac{dx}{dt} + kx(t) = 0$$

بقسمة الطرفين على m نحصل على :

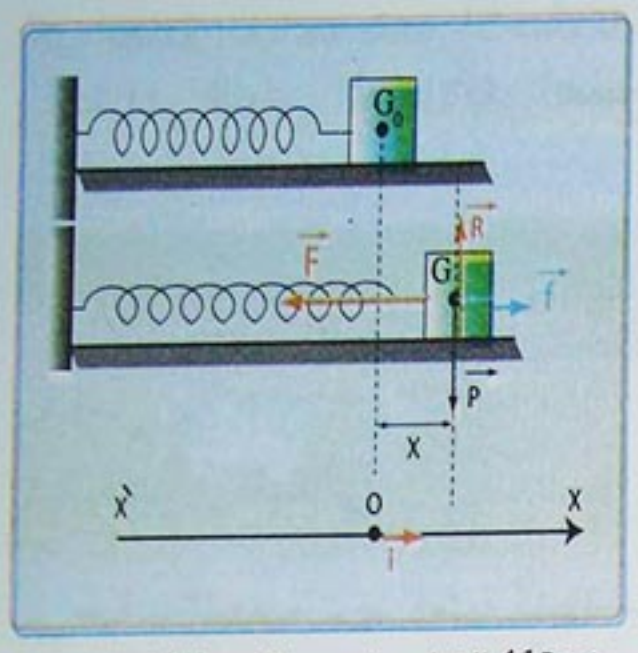
$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{h}{m}\frac{dx}{dt} + \frac{k}{m}x(t) = 0$$

وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية بالنسبة لـ x حلها خارج البرنامج.

حالة الاحتكاكات الصلبة :

يؤثر على الجسم الصلب (S) القوى التالية (وثيقة 41):

ثقله $\vec{P}$، توتر النابض $\vec{F}$، قوة الاحتكاك $\vec{f}$، فعل المستوي $\vec{R}$.



وثيقة41:النواس المرن والاحتكاكات الصلبة.

بتطبيق قانون نيوتن الثاني نجد :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{f} = m\vec{a}$$

بالإسقاط على المحور(X'OX) المزود بالمعلم $(O, \vec{i})$ نجد :

$$0 + 0 - k\,x(t) + f = m\,a_x(t)$$

x(t) : هي فاصلة مركز عطالة الجسم (S) في كل لحظة.

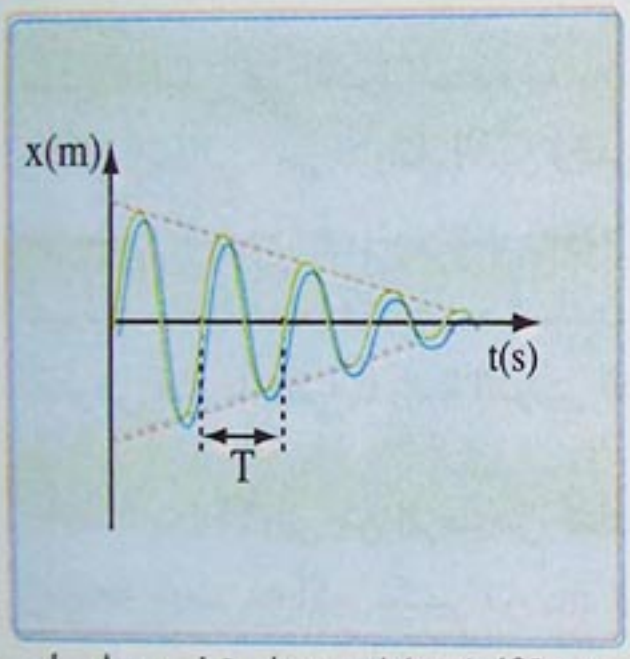
$$a_x(t) = \frac{d^2x}{dt^2}$$

بالتعويض نجد :

$-k\,x(t) + f = m\frac{d^2x}{dt^2}$ بقسمة الطرفين على m نجد:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x(t) - \frac{f}{m} = 0 \quad \text{أو} \quad \frac{-k}{m}x(t) + \frac{f}{m} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

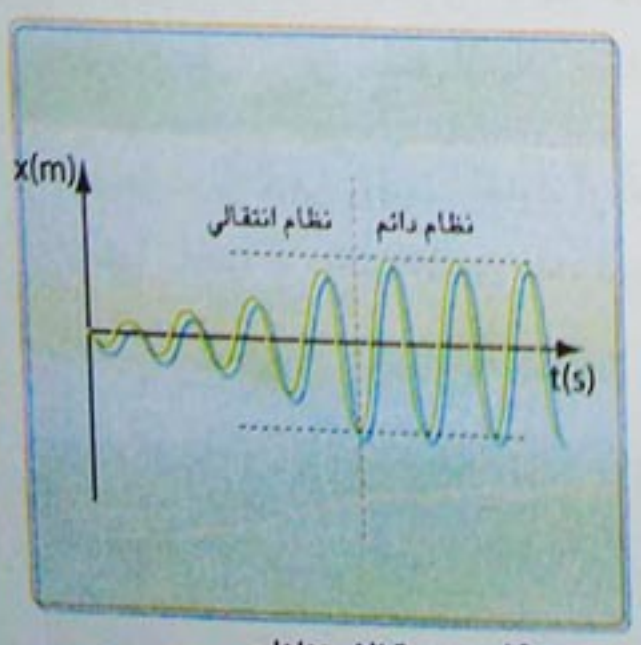
وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية بالنسبة لـ x حلها خارج البرنامج.



وثيقة42 :اهتزازات متخامدة في وسط صلب.

3.1.1. تغذية الاهتزازات الميكانيكية

لا تخلو حركة أي مهتز ميكانيكي حقيقي من تخامد ،يؤدي إلى تناقص في سعة الاهتزازات ،للحفاظ على سعة ثابتة للاهتزازات يجب أن نعوض باستمرار الطاقة الضائعة بفعل الاحتكاك .يتم ذلك بواسطة أجهزة خاصة، مثل إضافة ثقل موازن لساعة الحائط، أو نابض حلزوني كما في ساعات اليد نشاط تمهيدي (4).

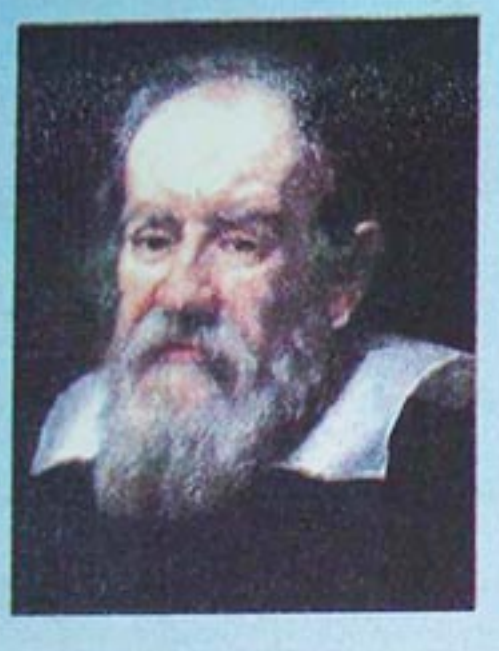


وثيقة 43 : تغذية الاهتزازات.

elbassair.net

إن تغذية الاهتزازات الميكانيكية تتم بتطبيق قوة على الجسم المهتز (S) (لا تؤثر على سعة الاهتزازات) بل بإمكانها أن تعوض بشكل مستمر كل الطاقة الضائعة بفعل الاحتكاكات،بحيث تصبح سعة الاهتزازات ثابتة ففي النواس المرن الأفقي تصبح المعادلة التفاضلية من الشكل التالي :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x(t) = 0$$ وحلها هو : $x(t) = X\cos(\omega_0 t + \varphi)$



وثيقة 44 : غاليلي غاليلو.

2.1. النواس الثقالي

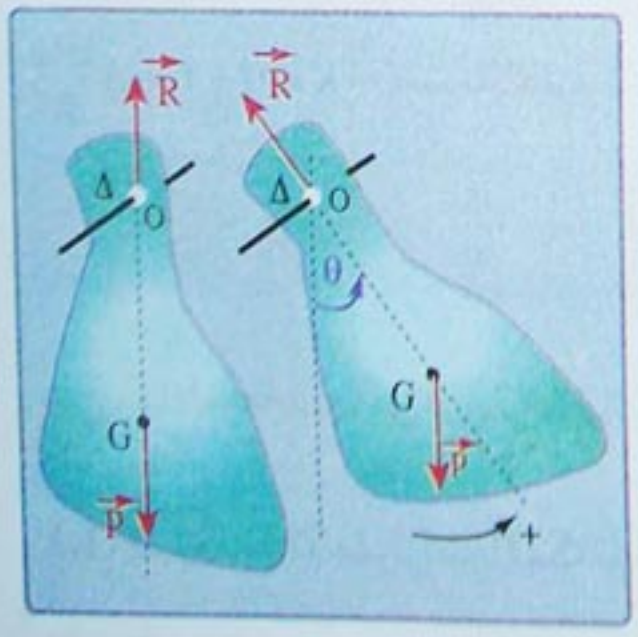
في حياتنا اليومية توجد أمثلة كثيرة عن النواس الثقالي مثل :

الأرجوحة، رقاص ساعة الحائط، ثريا. حتى نتعرف على النواس الثقالي نتذكر بعض تجارب غاليلي في هذا المجال.

عاش غاليلي في الفترة الممتدة ما بين 1642-1564م وهو عالم فيزيائي وفلكي إيطالي، من الأوائل الذين وظفوا الرياضيات لشرح الفيزياء، ومن مؤسسي الفيزياء الحديثة. عند وجوده في إحدى الكنائس شاهد ثريتين كبيرتين متماثلتين معلقتين بسلسلتين متماثلتين تهتزان بنفس التواتر. استوحى عندها فكرة لدراسة النواس الثقالي.

- أخذ كرتين الأولى من الرصاص كتلتها m_1 والثانية من الفلين كتلتها (m_2) حيث m_1 أكبر بكثير من m_2 (100مرة) وعلق كلا منهما بخيطين رقيقين لهما نفس الطول وثبت كلا منهما من الأعلى ،أزاحهما عن وضع الشاقول وتركهما لحالهما في نفس اللحظة، فوجد أن كلا من الكرتين تنجز 100 اهتزازة كاملة خلال نفس الزمن، أي أن الكرتين تهتزان على توافق بنفس التواتر.ماذا تستنتج ؟

- عندما تعلق حجرا بخيط وتحاول أن تجعل زمن الاهتزازات مختلفا عن زمنها المحدد لا يمكن تحقيق ذلك دون أن تغير من طول الخيط(زيادة أو نقصانا).



وثيقة 45 : النواس الثقالي.

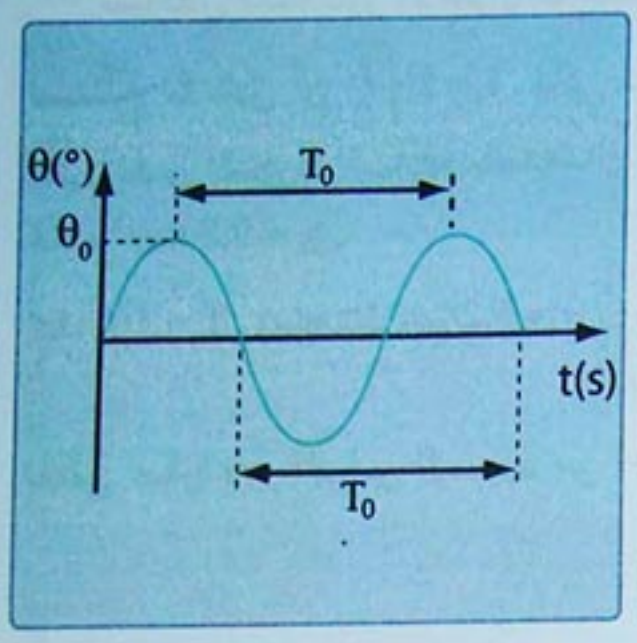
تعريف النواس الثقالي :

هو كل جسم صلب بإمكانه الاهتزاز حول محور أفقي (Δ) ثابت ولا يمر من مركز عطالته.

elbassair.net

1.2.1. توازن النواس :

يكون النواس الثقالي في حالة توازن مستقر عندما يقع G مركز عطالة الجسم تحت وعلى شاقول النقطة 0 (نقطة تعليق النواس) (وثيقة 45). عندما نزيح النواس عن وضع توازنه المستقر بزاوية θ ونتركه لحاله فإنه ينجز اهتزازات حرة حول شاقول نقطة تعليقه .نقول إن الجسم المهتز أنجز اهتزازة كاملة عندما يمر مركز عطالته من نقطة ما من مساره مرورين متعاقبين بنفس الاتجاه بالنسبة لوضع التوازن.



وثيقة 46 : مخطط الفاصلة الزاوية.

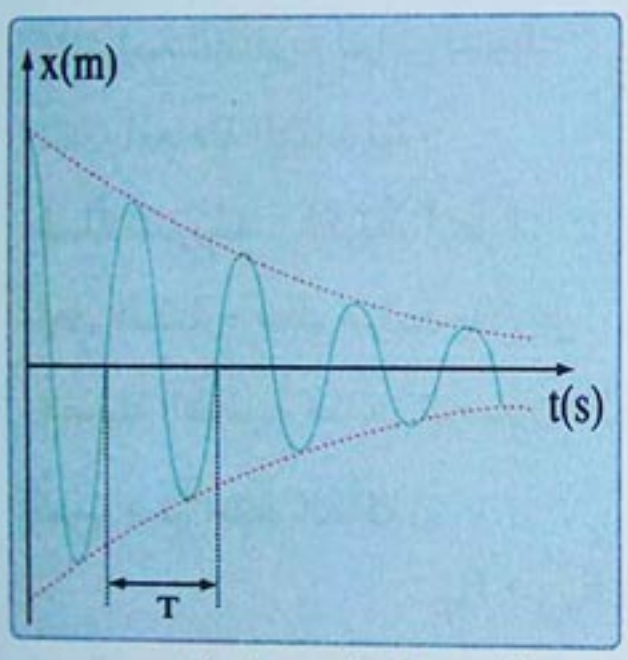
2.2.1. دراسة اهتزازات نواس ثقالي :

أ. حالة الحركة دون احتكاك:في هذه الحالة تكون الاهتزازات دورية (وثيقة 46) .

ب. حالة الحركة باحتكاك: نميز حالتين:

- احتكاكات مائعة (هواء، سائل) تكون الاهتزازات شبه دورية تتناقص سعتها بشكل غير خطي (وثيقة 47).

- احتكاكات صلبة (احتكاكات على مستوى محور الدوران) تكون الاهتزازات شبه دورية تتناقص سعتها بشكل خطي (وثيقة 48).



وثيقة 47 : تخامد في وسط مائع.

نموذج نواس غاليلي :

يتكون نموذج غاليلي للنواس من خيط مهمل الكتلة طوله ثابت(ℓ) يحمل بنهايته الحرة جسما صلبا نقطيا كتلته (m) ويمثل هذا نموذجا للنواس البسيط.

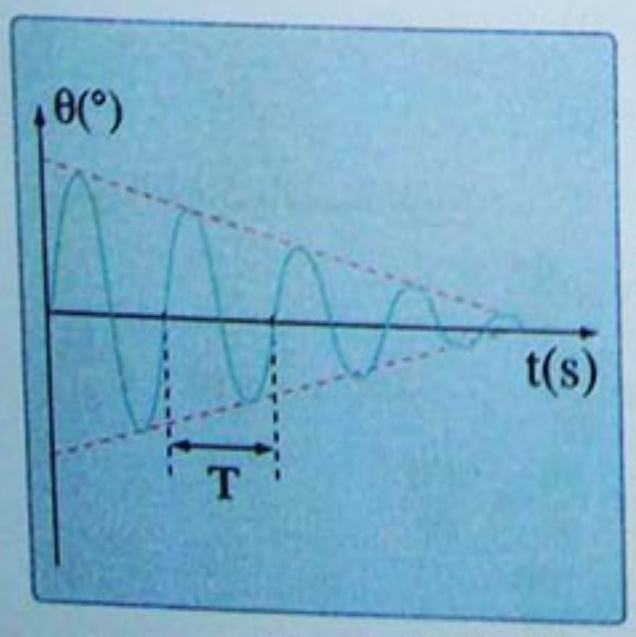
3.1. النواس البسيط

يتألف من خيط طويل غير مرن طوله (ℓ) مهمل الكتلة معلق بنهايته الحرة جسم أبعاده مهملة بالنسبة لطول الخيط (جسم نقطي).

1.3.1. حالة اهتزازات حرة غير متخامدة :

قوانين النواس البسيط : بالعودة إلى النشاط التمهيدي (5) نجد أن:

- دور الاهتزازات مستقل عن السعة الزاوية (من أجل سعات صغيرة).



وثيقة 48 : احتكاكات صلبة.

elbassair.net
موقع عون البصائر التعليمي

- تزداد قيمة دور الاهتزازات كلما ازداد طول الخيط أي $T \sim \sqrt{\ell}$.

-- تتناقص قيمة دور الاهتزازات كلما ازدادت الجاذبية أي $T \sim \sqrt{\frac{1}{g}}$.

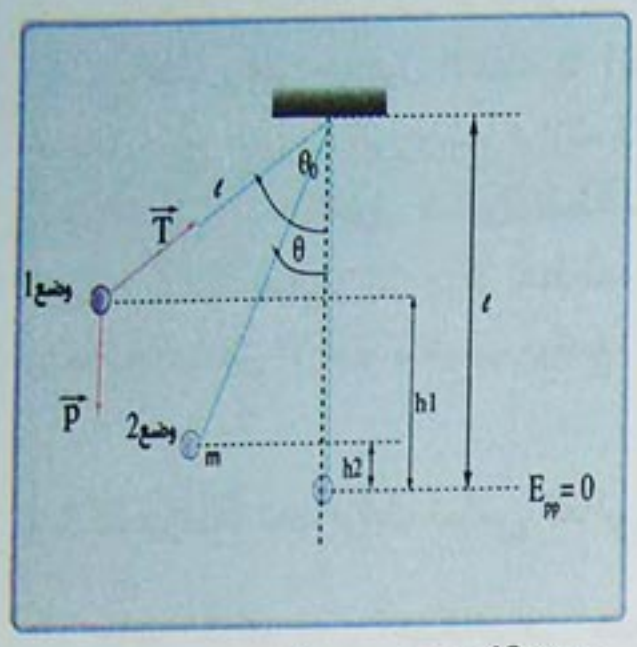
نستنتج مما سبق أن $T = k\sqrt{\frac{\ell}{g}}$. لكي نحدد قيمة الثابت k .

نكرر نفس التجربة السابقة باستعمال خيط طوله $\ell = 1\ m$، وفي مكان عنده $g = 9{,}8\ m/s^2$.

نجد $T = 2\ s$ ومنه $k = \frac{T}{\sqrt{\frac{\ell}{g}}} = 6{,}28 = 2\pi$

تعطى عبارة دور النواس البسيط من أجل سعات صغيرة بالعلاقة.

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$



وثيقة 49 : نواس بسيط.

ملاحظة : من أجل سعات معتبرة $T = T_0\left(1 + \frac{\theta^2}{16}\right)$ حيث θ (rad)

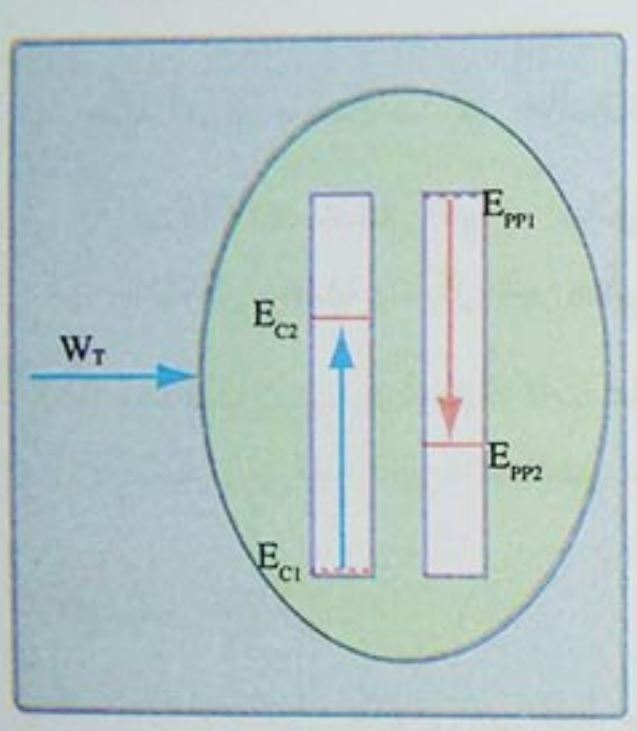
- الدراسة الطاقوية لنواس بسيط:

إنشاء المعادلة التفاضلية :

الجملة المدروسة : (كرية، أرض).

المعلم المختار: معلم مرتبط بالأرض.

الحصيلة الطاقوية ما بين الوضعين (1) و (2) (وثيقة 50) :



وثيقة 50 : الحصيلة الطاقوية.

حسب مبدأ حفظ الطاقة :

$$E_{pp1} + E_{C1} + W_T = E_{pp2} + E_{C2}$$

$$mgh_1 + 0 + 0 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv^2(t)$$

$$mg(h_1 - h_2) = \frac{1}{2}mv^2(t)$$

$$2g(\ell\cos\theta - \ell\cos\theta_0) = v^2(t)$$

$$2g\ell(\cos\theta - \cos\theta_0) = v^2(t)$$

نشتق الطرفين بالنسبة للزمن :

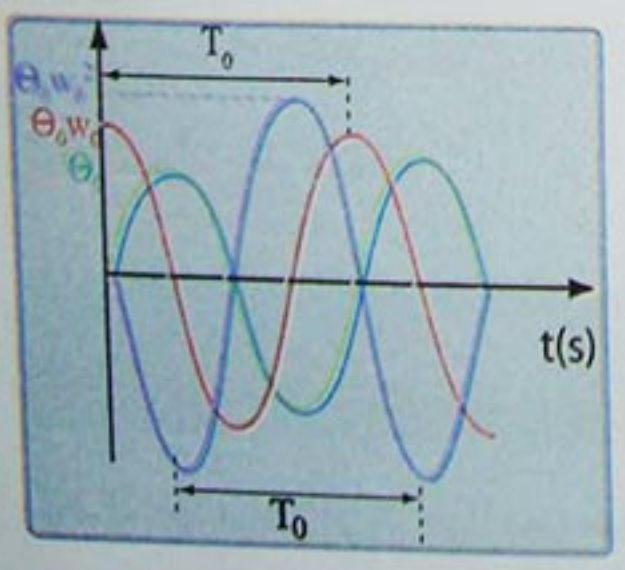
$$2g\ell\left(-\sin\theta\frac{d\theta}{dt} + 0\right) = 2v(t)\frac{dv}{dt}$$

$$v(t) = \ell\frac{d\theta}{dt} \quad \text{ومنه} \quad \frac{dv}{dt} = \ell\frac{d^2\theta}{dt^2}$$

$$-g\ell\frac{d\theta}{dt}\sin\theta = \ell^2\frac{d\theta}{dt} \times \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

$$-g.\sin\theta(t) = \ell\frac{d^2\theta}{dt^2}$$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{\ell}\sin\theta(t) = 0$$



وثيقة 51 : المخططات.

مخطط الفاصلة الزاوية.

مخطط السرعة الزاوية.

مخطط التسارع الزاوي.

elbassair.net

معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية تميز حركة دورية غير جيبية.

من أجل سعات صغيرة ($\theta < 10°$) نكتب $\sin\theta \approx \theta(rad)$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{\ell}\theta(t) = 0 \qquad (1)$$

معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية ومتجانسة تميز حركة دورانية جيبية.

حل المعادلة التفاضلية من الشكل :

$$\theta(t) = \theta_0\cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\frac{d\theta}{dt} = -\theta_0\,\omega_0\sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\theta_0\omega_0^2\cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \omega_0^2\,\theta(t) = 0 \qquad (2)$$

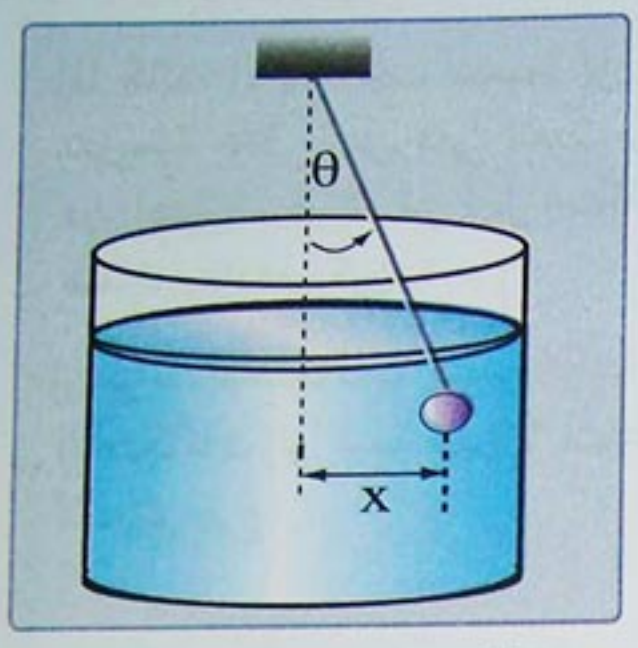
بالمطابقة بين المعادلتين (1) و(2) نجد :

$$\omega_0^2 = \frac{g}{\ell} \quad \text{ومنه} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

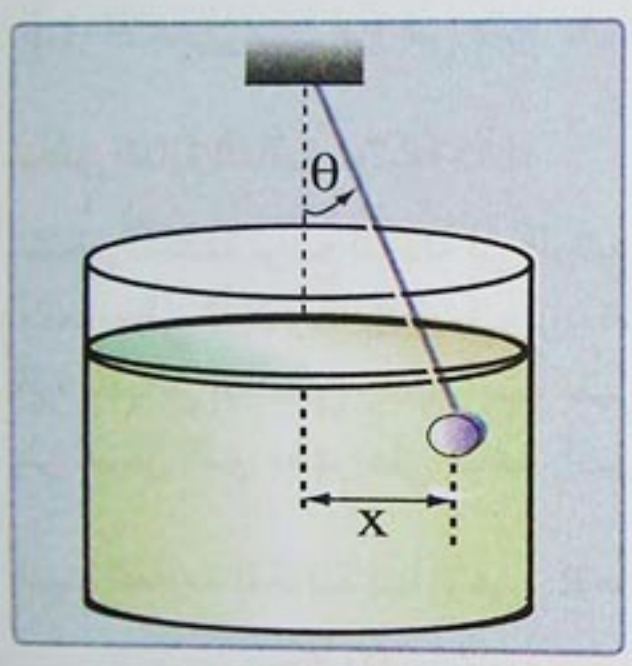
$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} \quad \text{ومنه} \quad T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

T_0 : هو الدور الذاتي للاهتزازات الحرة غير المتخامدة .وحدته الثانية (s) ويتعلق فقط بـ g, ℓ.

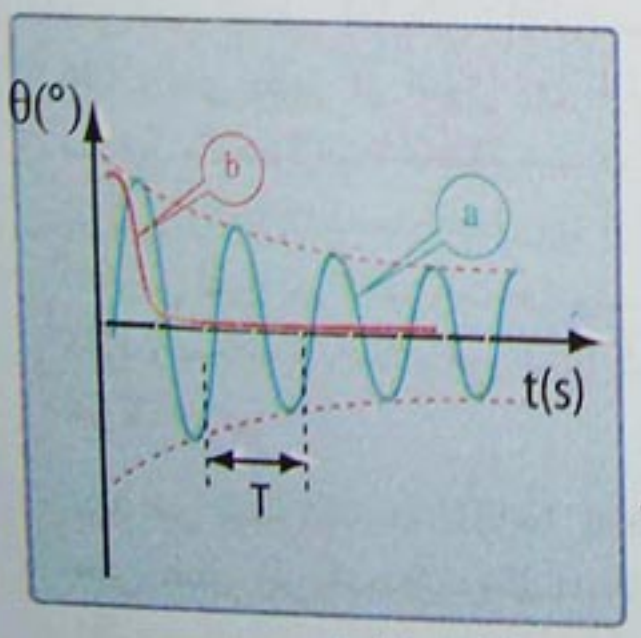
التواتر الذاتي للحركة (f_0) : $f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{\omega_0}{2\pi}$ وحدته الهرتز (Hz).



وثيقة 52 : تخامد متوسط داخل الماء.



وثيقة 53 : تخامد فعال داخل الزيت.



وثيقة 54 : a) نظام شبه دوري.
b) نظام لا دوري حرج.

2.3.1. حالة اهتزازات حرة متخامدة :

نأخذ نواساً بسيطاً ونجعل كتلته داخل ماء يوجد في كأس زجاجي ونراقب حركته بعد إزاحته عن وضع التوازن (وثيقة 52).

تتم حركة النواس داخل وسط مائع لزوجته ضعيفة لذلك فالاحتكاكات لا تمنع النواس من الاهتزاز، ولكنها تجعل سعة الاهتزازات تتناقص حتى تنعدم، مما يجعل عدد الاهتزازات أقل منها في الهواء.لذا تكون الاهتزازات شبه دورية متخامدة (وثيقة 54-a) .

نعيد التجربة ولكن بعد إذابة كمية من السكر في الماء أو استبدال الماء بالزيت (وثيقة 53).

تتم حركة النواس في هذه الحالة داخل الزيت أي داخل وسط لزوجته معتبرة ،لذا الاحتكاكات المائعة تكون قوية، بالتالي لا تسمح للنواس بالاهتزاز، ويكون النظام لا دوري حرج (وثيقة 54-b).

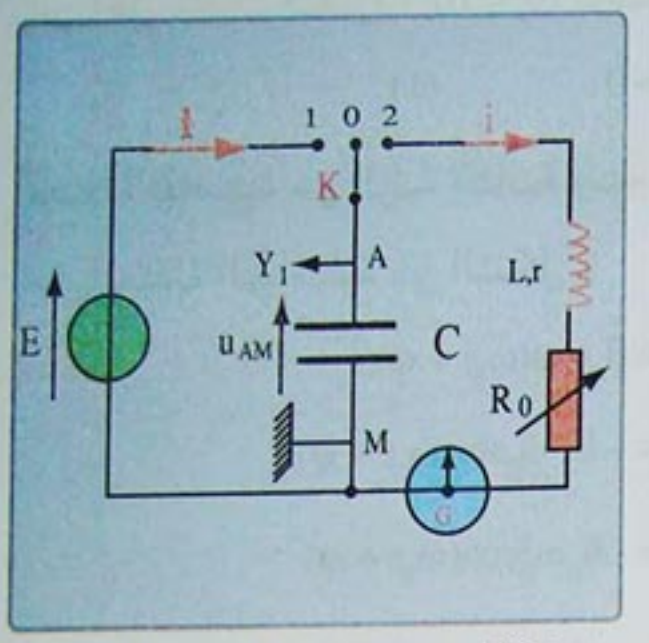
elbassair.net

نتيجة :

يزداد تخامد الاهتزازات كلما ازدادت فعالية الاحتكاكات حيث :

- إذا كانت الاحتكاكات ضعيفة فإن تناقص سعة الاهتزازات تكون تدريجية خلال الزمن حتى تنعدم ،ويكون التخامد شبه دوري ،شبه دور اهتزازاته هو T. من أجل احتكاكات ضعيفة جداً يكون التخامد ضعيفاً وعندها يكون $T \approx T_0$.

- إن تزايد الاحتكاكات يسبب تزايدا في التخامد، فإذا ما وصلت الاحتكاكات إلى قيمة كبيرة لا نشاهد عندها اهتزازات ويكون النظام لا دوري حرج.



وثيقة 55 : مخطط الدارة الكهربائية.

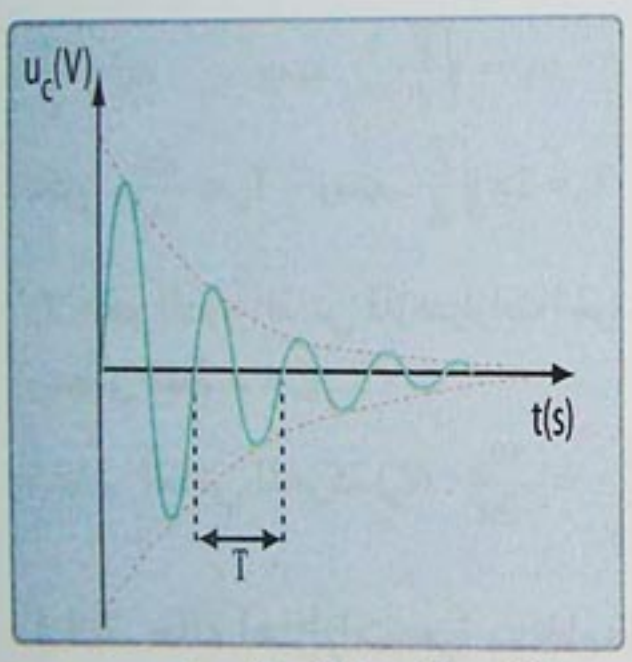
2. الاهتزازات الحرة لجملة كهربائية

1.2. الاهتزازات الحرة في دارة R,L,C على التسلسل

نحقق الدارة التالية (وثيقة 55):

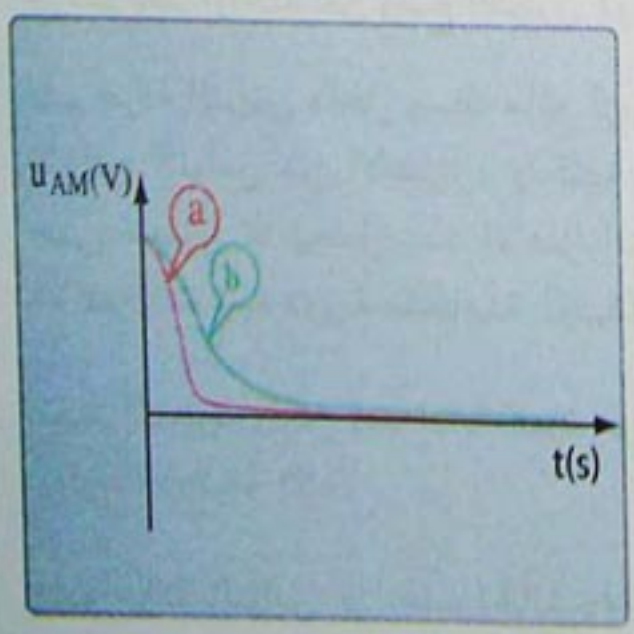
نشحن المكثفة بوضع البادلة في الوضع (1). ثم نفرغها بنقلها إلى الوضع (2) ونعطي للمقاومة R_0 قيماً متزايدة، ومن أجل كل قيمة نراقب حركة إبرة المقياس الغلفاني ونتابع أيضاً تغيرات التوتر بين طرفي المكثفة وذلك من البيان الذي يظهر على شاشة راسم الاهتزازات،فنجد ما يلي:

لدينا المقاومة المكافئة للدارة هي: $R_0 + r = R$



وثيقة 56 : $R << R_c$ التخامد شبه دوري.

- من أجل $R_0 = 0$ أي المقاومة المكافئة للدارة هي $R = r$ (مقاومة صغيرة) تهتز إبرة المقياس الغلفاني على جانبي الصفر المركزي بسعات متناقصة حتى تعود للصفر. أما على شاشة راسم الاهتزازات فيظهر البيان (وثيقة 56) والذي يظهر أن التوتر بين طرفي المكثفة أثناء تفريغها يكون متناوبا والاهتزازات الحاصلة شبه دورية وسعتها تتناقص بسرعة لذا نقول إن الاهتزازات متخامدة، وبما أن الدارة لا تتلقى طاقة من الوسط الخارجي نقول إن الاهتزازات حرة ونسمي الدارة R, L, C بالدارة المهتزة الحرة والمتخامدة والنظام في الدارة شبه دوري، وشبه دور الاهتزازات هو T.



وثيقة 57 : a) $R = R_c$: التخامد الحرج.
b) $R > R_c$: التخامد فوق الحرج.

- نزيد من قيمة المقاومة المكافئة R فنلاحظ تزايد تخامد الاهتزازات حتى نصل إلى قيمة كبيرة للمقاومة ($R = R_c$) تنحرف من أجلها إبرة المقياس الغلفاني إلى جهة واحدة ثم تعود تدريجيا للصفر. أما على شاشة راسم الاهتزازات نشاهد البيان (وثيقة 57-a). يظهر في البيان

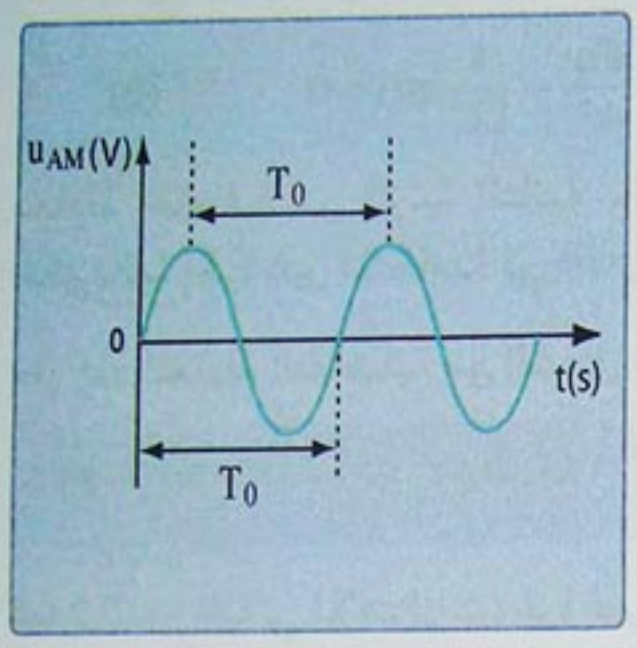
elbassair.net
موقع عون البسائر التعليمي

عدم وجود اهتزازات في الدارة والتفريغ لا دوري ندعو هذا النظام للدارة بالنظام اللا دوري الحرج.

من أجل قيمة للمقاومة $R > R_C$ يكون التفريغ لا دوري وغير مهتز لكن التفريغ يصبح أكثر بطءًا (وثيقة 57-b) ويكون النظام في الدارة، نظام فوق الحرج.

نتيجة :

يتناقص خمود الاهتزازات في الدارة R, L, C كلما تناقصت المقاومة المكافئة للدارة بحيث لو أمكن جعل المقاومة المكافئة معدومة لأصبحت الاهتزازات دورية غير متخامدة (وثيقة 58)، ويسمى النظام بالدارة، النظام الدوري.



وثيقة58 : R= 0 تخامد منعدم (نظام دوري).

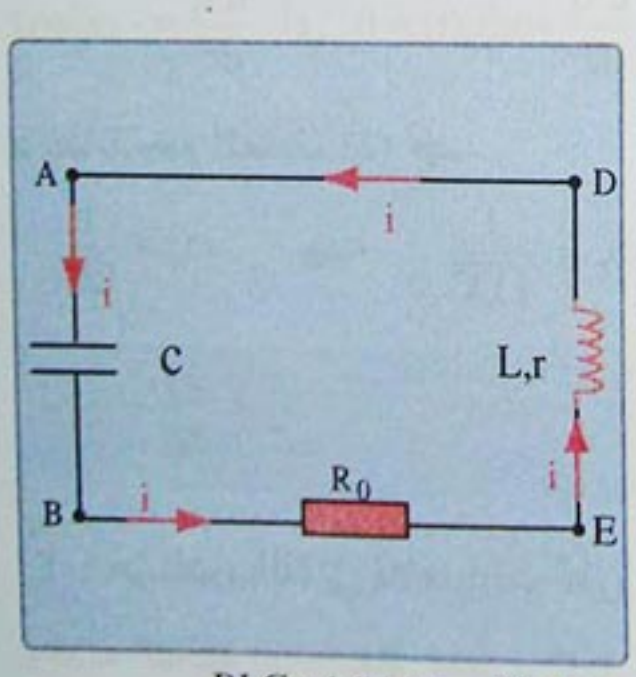
ملاحظة :

إن تأثير السعة C والذاتية L على الاهتزازات يقتصر على تغيير قيمة شبه دور الاهتزازات دون أن يؤثر على تخامدها حيث أن زيادة C أو L تسبب زيادة في قيمة شبه الدور.

- الدراسة التحليلية للدارة الحقيقية R,L,C .

المعادلة التفاضلية للدارة R,L,C .

نحقق دارة كهربائية تشتمل على التسلسل وشيعة (L,r) مكثفة مشحونة سعتها C ومقاومة R_0 نختار اتجاها موجبا للتيار الكهربائي (وثيقة 59)



وثيقة 59 : مخطط الدارة RLC.

بتطبيق قانون جمع التوترات، لدينا في كل لحظة :

$u_{AB} + u_{BE} + u_{ED} + u_{DA} = 0$ والذي يعبر عنه بـ :

$$\frac{q}{C} + R_0 i + (ri + L\frac{di}{dt}) + 0 = 0$$

لكن: $i = \frac{dq}{dt}$ حيث q : شحنة المكثفة

نحصل على : $\frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2}$ نضع $R=R_0+r$

بالتعويض في المعادلة السابقة نحصل على معادلة تغير الشحنة خلال الزمن وهي على الشكل التالي :

$$L\frac{d^2q}{dt^2} + R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0 \qquad (1)$$

وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية تميز الاهتزازات الكهربائية الحرة الخامدة في الدارة R,L,C. حل هذه المعادلة التفاضلية خارج البرنامج.

elbassair.net

2.2. الاهتزازات الحرة للجملة المثالية L,C

المعادلة التفاضلية للدارة المثالية L,C :

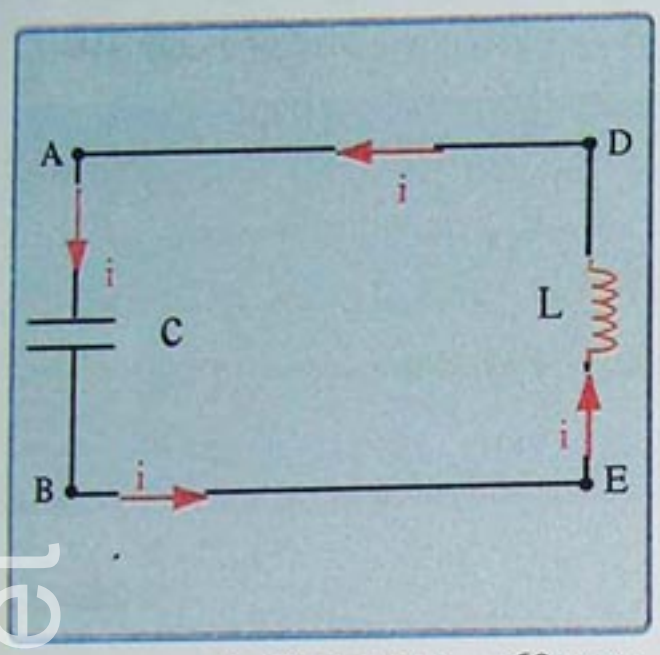
يمكن استنتاج المعادلة التفاضلية للدارة المهتزة L ,C (وثيقة 60) بتعويض R = 0 في المعادلة التفاضلية (1) فنجد :

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q(t) = 0 \qquad (2)$$

معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية بالنسبة لـ q ، تميز الاهتزازات الكهربائية الحرة غير المتخامدة في الدارة L,C.

حل هذه المعادلة التفاضلية من الشكل :

$q(t) = Q\cos(\omega_0 t+\varphi)$ حيث Q : الشحنة العظمى للمكثفة



وثيقة 60 : مخطط الدارة L,C.

عبارة الدور الذاتي للاهتزازات الحرة غير المتخامدة :

لدينا : $q(t) = Q\cos(\omega_0 t + \varphi)$

نشتق هذه المعادلة مرتين فنجد:

$$\frac{dq}{dt} = -Q\omega_0\sin(\omega_0 t +\varphi)$$

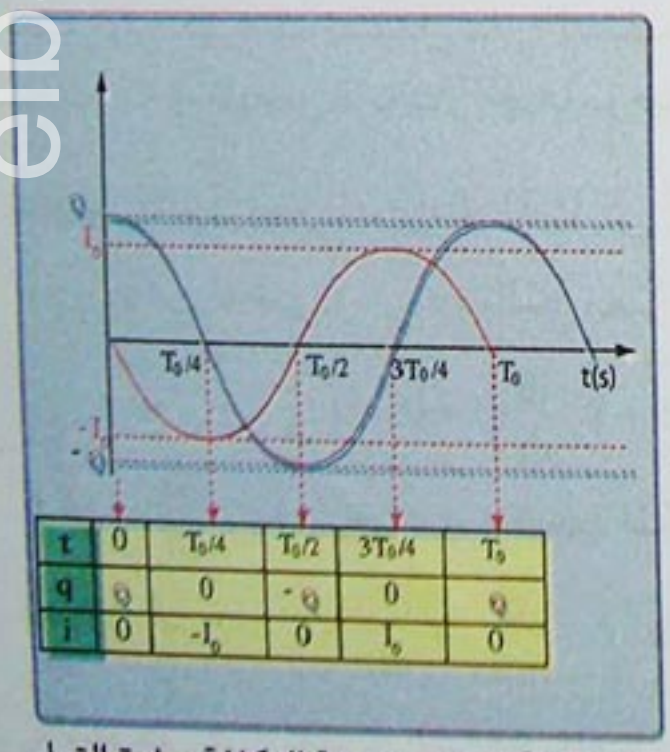
$$\frac{d^2q}{dt^2} = -\omega_0^2 Q(\cos\omega_0 t +\varphi)$$

$$\frac{d^2q}{dt^2} +\omega_0^2 q(t) = 0 \quad \text{أي} \quad \frac{d^2q}{dt^2} = -\omega_0^2 q(t)$$

بالمطابقة مع المعادلة (2) نجد:

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \qquad \text{ومنه} \qquad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

لكن $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$ ومنه $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$



t	0	$T_0/4$	$T_0/2$	$3T_0/4$	T_0
q	Q	0	-Q	0	Q
i	0	$-I_0$	0	I_0	0

وثيقة 61 : تطور شحنة المكثفة وشدة التيار الكهربائي بدلالة الزمن.

T_0 : هو الدور الذاتي للاهتزازات الحرة غير المتخامدة .

وحدته الثانية (s) ويتعلق فقط بـ L,C.

التواتر الذاتي للدارة (f_0) : $f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

يقدر التواتر بالهرتز(Hz).

عبارة شدة التيار الكهربائي:

لدينا : $q(t) = Q\cos(\omega_0 t + \varphi)$

elbassair.net

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = -Q\,\omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$i(t) = Q\,\omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi + \frac{\pi}{2})$$

شدة التيار الكهربائي والشحنة دالتان جيبيتان بالنسبة للزمن.

نختار الشروط الابتدائية التي تجعل $\varphi = 0$ فنجد :

$$q(t) = Q\cos\omega_0 t$$

$$i(t) = Q\,\omega_0 \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}) = I_0 \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$$

الطاقة في الدارة الكهربائية المهتزة :

- الطاقة في الدارة المثالية (L,C) :

الطاقة المخزنة في المكثفة هي : $E_{(C)} = \frac{1}{2}\frac{q^2(t)}{C}$

الطاقة المخزنة في الوشيعة هي : $E_{(L)} = \frac{1}{2}Li^2$

طاقة الدارة L,C هي : $E = \frac{1}{2}\frac{q^2(t)}{C} + \frac{1}{2}L\,i^2(t)$

إثبات أن طاقة الدارة المثالية L,C ثابتة في كل لحظة :

لدينا : $E = \frac{1}{2}\frac{q^2(t)}{C} + \frac{1}{2}Li^2(t)$

$$E = \frac{1}{2}\frac{Q^2\cos^2(\omega_0 t + \varphi)}{C} + \frac{1}{2}LQ^2\,\omega_0^2\sin^2(\omega_0 t + \varphi)$$

لكن : $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$

$$E = \frac{1}{2}\frac{Q^2\cos^2(\omega_0 t + \varphi)}{C} + \frac{1}{2}\frac{1}{LC}LQ^2\sin^2(\omega_0 t + \varphi)$$

$$E = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}[\cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \sin^2(\omega_0 t + \varphi)] = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$

يمكن أن نبين أيضا أن طاقة الدارة هي $E = \frac{1}{2}LI_{0\,max}^2$

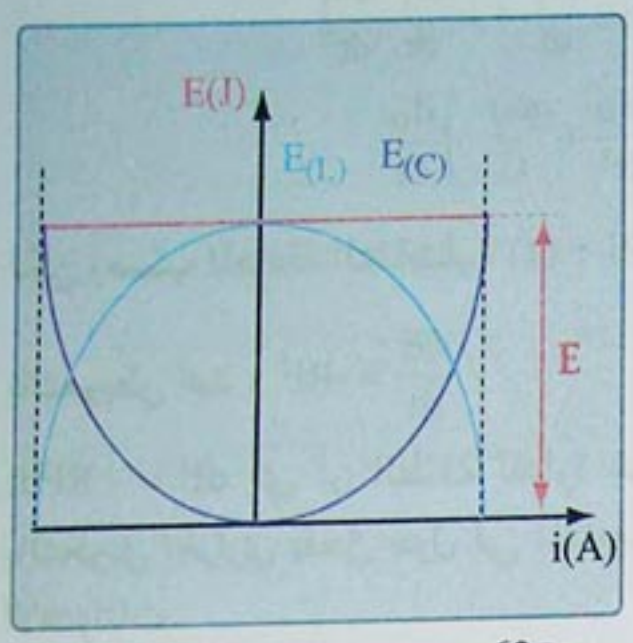
إذاً طاقة الدارة L,C مقدار ثابت في كل لحظة.

الطاقة في الدارة الحقيقية R,L,C :

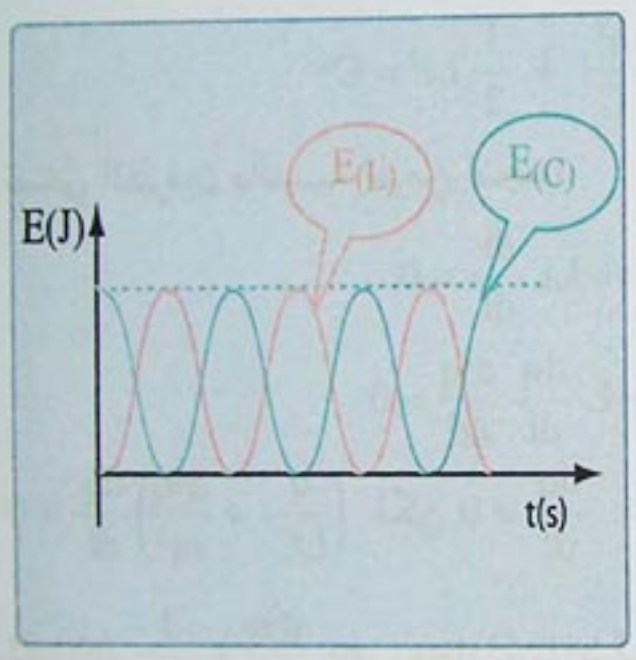
$$E = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}Li^2(t)$$

نشتق الطرفين بالنسبة للزمن فنجد:

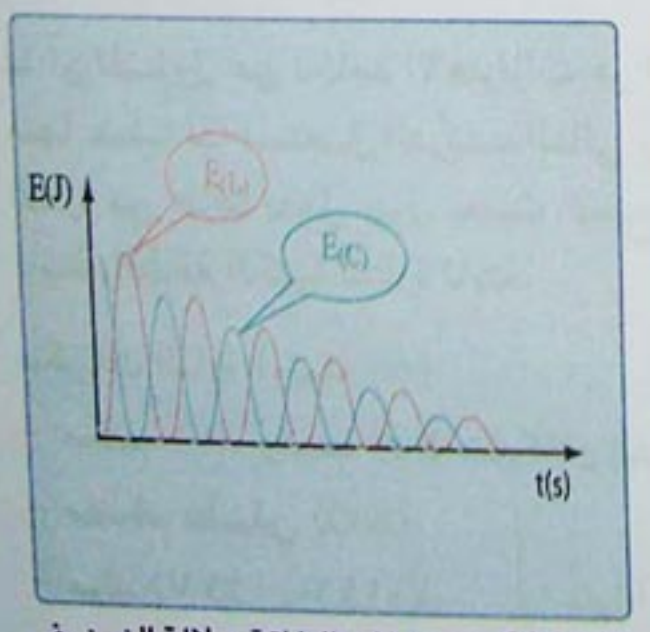
$$\frac{dE}{dt} = \frac{q}{C}\frac{dq}{dt} + Li\frac{di}{dt}$$



وثيقة 62 : مخططات الطاقة بدلالة شدة التيار الكهربائي.



وثيقة 63 : مخططات الطاقة بدلالة الزمن في الدارة L, C.



وثيقة 64 : مخططات الطاقة بدلالة الزمن في الدارة R, L, C.

elbassair.net
موقع عيون البصائر التعليمي

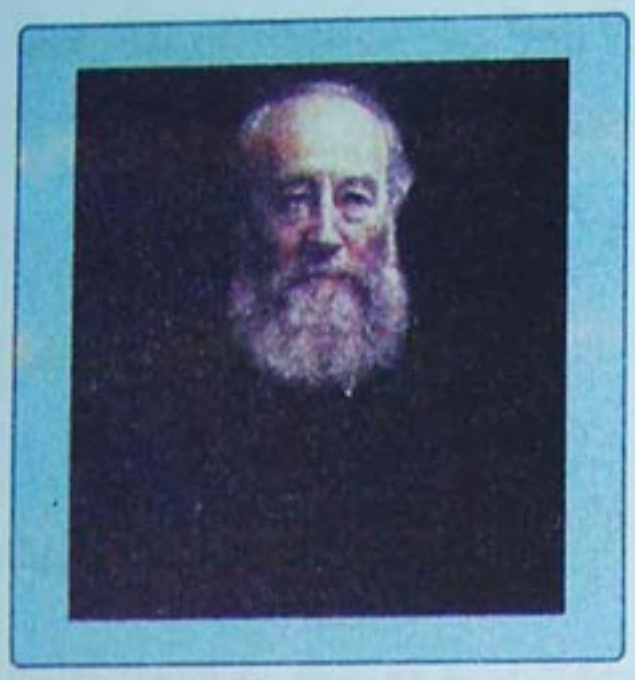
$$\frac{dE}{dt} = \frac{q(t)}{C}\frac{dq}{dt} + L\frac{dq}{dt}\frac{d^2q}{dt^2}$$

$$\frac{dE}{dt} = \left(L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q(t)}{C}\right)\frac{dq}{dt}$$

لكن وحسب المعادلة التفاضلية (1) : $L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q(t)}{C} = -Ri$

بالتعويض نجد : $\frac{dE}{dt} = -Ri^2$

$dE = -Ri^2dt$ أي أن الطاقة للدارة غير ثابتة، لأن جزءًا منها يفقد بالتحويل الحراري بفعل جول في المقاومة الأومية وهذا هو سبب تخامد الاهتزازات.



وثيقة 65 : جيمس جول 1818-1889 م.

الدراسة الطاقوية للدارة المثالية L,C :

بما أن طاقة الدارة L,C ثابتة في كل لحظة نكتب :

$$E = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}Li^2 = C^{te}$$

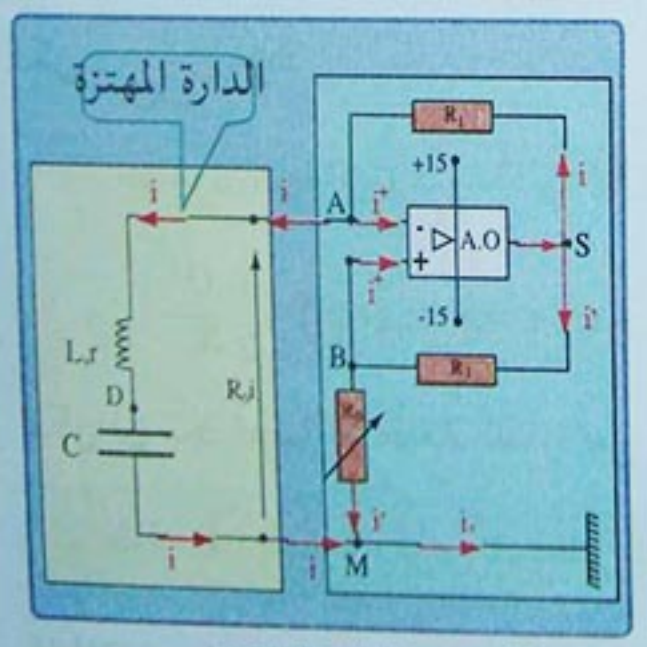
نشتق الطرفين بالنسبة للزمن فنجد:

$$\frac{q}{C}\frac{dq}{dt} + Li\frac{di}{dt} = 0$$

$$\frac{q}{C}\frac{dq}{dt} + L\frac{dq}{dt}\frac{d^2q}{dt^2} = 0$$

$$\left(\frac{q}{LC} + \frac{d^2q}{dt^2}\right)\frac{dq}{dt} = 0$$ إذاً : $\frac{dq}{dt} \neq 0$ لكن

$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}.q(t) = 0$ وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية ومتجانسة.



وثيقة 66 : مخطط دارة التغذية.

3.2. تغذية الاهتزازات الكهربائية

بما أن المسؤول عن تخامد الاهتزازات هو المقاومة والتي لا يمكن التخلص منها عمليا لذا نستعمل التركيب التالي والذي يعوض باستمرار ما تفقده الدارة من طاقة بفعل جول بحيث تصبح الاهتزازات دورية أي سعتها ثابتة والطاقة الكلية للدارة ثابتة.

مكونات الدارة (وثيقة 66) :

- مكثفة (C)، وشيعة (L,r) تشكلان الدارة المهتزة والمراد تغذيتها.
- دارة التغذية:
  - مضخم تطبيقي (A O).
  - مولد (+15 V , - 15 V) .
  - معدلة R_0.
  - مقاومتان متماثلتان R_1 .

elbassair.net

يسمح هذا التركيب بالحصول على مولد يعطي توترا كهربائيا تتغير قيمته بدلالة شدة التيار الكهربائي (وثيقة 67) وفق العبارة :

$$u_{AM} = R_0 i$$

بتطبيق قانون جمع التوترات نكتب :

$u_{AM} = u_{AD} + u_{DM}$ نأخذ $(u_{DM} = u_c(t) = u_c)$

$$R_0 i = L \frac{di}{dt} + r i + \frac{q}{C}$$

$$LC \frac{d^2u_c}{dt^2} + (r - R_0) C \frac{du_c}{dt} + u_c(t) = 0$$

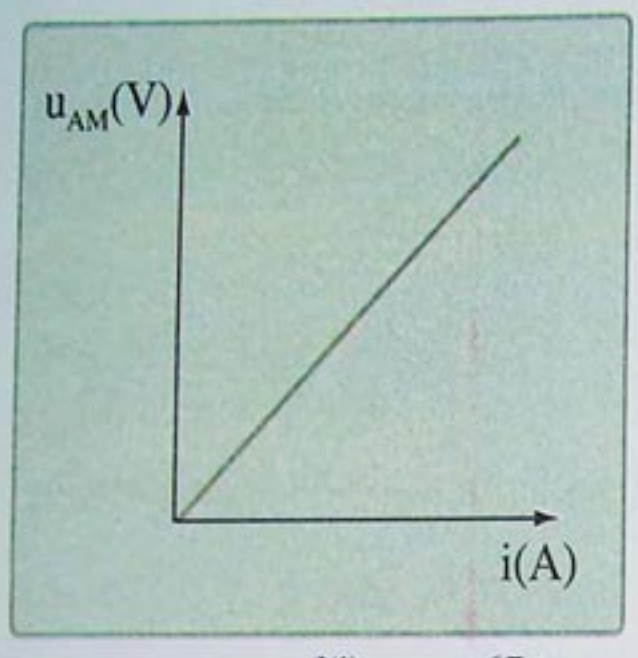
بأخذ $r = R_0$ تصبح المعادلة التفاضلية على الشكل :

$$LC \frac{d^2u_c}{dt^2} + u_c(t) = 0$$

$$\frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_c(t) = 0 \qquad (1)$$

وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية تقبل حلاً من الشكل :

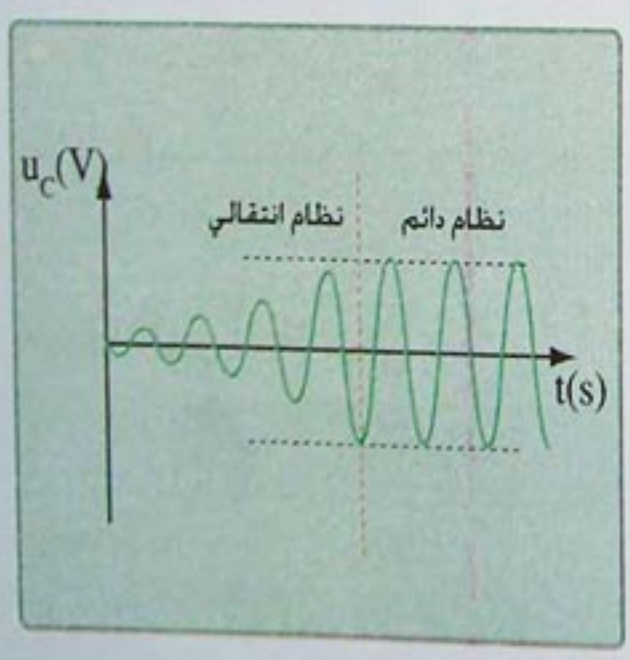
$$u_c(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$$



وثيقة 67 : بيان $u_{AM} = f(i)$.

نصل راسم اهتزازات بين طرفي المكثفة فنشاهد البيان التالي (وثيقة 68)والذي نلاحظ من خلاله كيف تم تغذية الاهتزازات بحيث أصبحت السعة ثابتة بعد المرور بمرحلة انتقالية .

نتيجة : وكأن دارة التغذية قامت بدور مقاومة سالبة.



وثيقة 68 : تغذية الاهتزازات.

عبارة دور الاهتزازات المغذاة:

نشتق حل المعادلة التفاضلية مرتين فنجد:

$$\frac{du_c}{dt} = -U_0 \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\frac{d^2u_c}{dt^2} = -\omega_0^2 U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\frac{d^2u_c}{dt^2} = -\omega_0^2 u_c(t) \qquad (2)$$

بالمطابقة بين المعادلتين التفاضليتين 1 و 2 نجد:

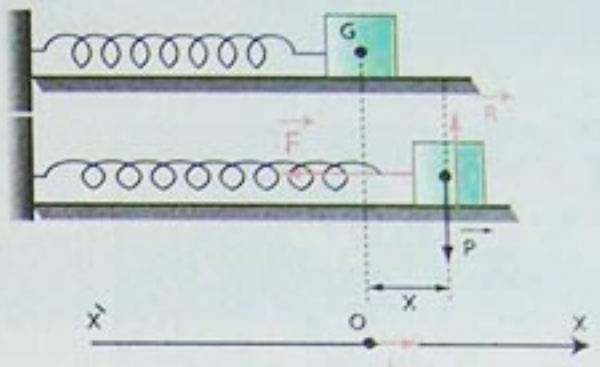
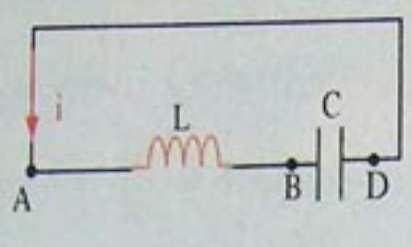
$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \quad \text{ومنه} \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

لكن $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{LC}$$

elbassair.net

التطابق ميكانيك كهرباء

اهتزازات جملة ميكانيكية حرة ومثالية	اهتزازات جملة كهربائية حرة ومثالية
	
نطبق قانون نيوتن الثاني : $\vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = m\vec{a}_G$ بإسقاط العلاقة الشعاعية على المحور $(O, \vec{i})$ نجد: $F_x = ma_{Gx}$ ومنه $-kx(t) = m\frac{d^2x}{dt^2}$ $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x(t) = 0$ وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية بالنسبة لـ x. حل هذه المعادلة التفاضلية هو دالة جيبية بدلالة الزمن من الشكل : $x(t) = X\cos(\omega_0 t + \varphi)$ عبارة الدور الذاتي : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ طاقة الجملة : $E = \frac{1}{2}m\,v^2(t) + \frac{1}{2}k\,x^2(t)$	في الدارة المهتزة ABD حسب قانون جمع التوترات لدينا في كل لحظة : $u_{AB} + u_{BD} = O$ $L\frac{di}{dt} + \frac{q}{C} = 0$ حيث $i = \frac{dq}{dt}$ شحنة المكثفة : $q = q_B$ $\frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2}$ $L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0$ معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية تميز الاهتزازات الكهربائية الحرة غير المتخامدة في الدارة L,C . حلها : $q(t) = Q\cos(\omega_0 t + \varphi)$ عبارة الدور الذاتي : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ طاقة الجملة : $E(t) = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}L\,i^2(t)$

تعيين المطابق الميكانيكي :

كتلة ونابض	R,L,C على التسلسل
المسافة : x	الشحنة الكهربائية : q
السرعة : $\frac{dx}{dt}$	شدة التيار الكهربائي: $i = \frac{dq}{dt}$
التسارع : $\frac{d^2x}{dt^2}$	مشتق التيار الكهربائي: $\frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2}$
كتلة الجسم : m	ذاتية الوشيعة : L
ثابت المرونة : k	مقلوب السعة : $\frac{1}{C}$

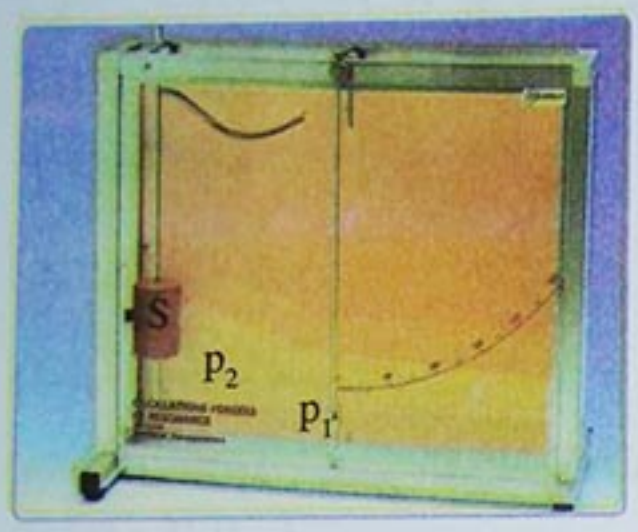
elbassair.net

3. الاهتزازات القسرية والتجاوب

نقول عن جملة ما في شروط معينة أنها تتعرض لاهتزازات قسرية عندما يفرض عامل خارجي دور اهتزازته على هذه الجملة. ونقول أن الجملة المهتزة دخلت في حالة التجاوب عندما تأخذ سعة اهتزازاتها قيمة عظمى.

ما هو سبب تخامد الاهتزازات ؟ تتعرض كل جملة مهتزة حقيقية (ميكانيكية كانت أو كهربائية)إلى تخامد في اهتزازاتها سبب ذلك يعود لفقدان الجملة لجزء من طاقتها الكلية على شكل تحويل حراري.

- في الجمل الميكانيكية يكون الضياع بفعل الاحتكاكات .
- في الجمل الكهربائية يكون الضياع بفعل جول(في المقاومات). لكي نحافظ على الاهتزازات يجب تعويض الطاقة الضائعة بشكل يتناسب وطبيعة المهتز.



وثيقة 69 : النواس المضاعف.

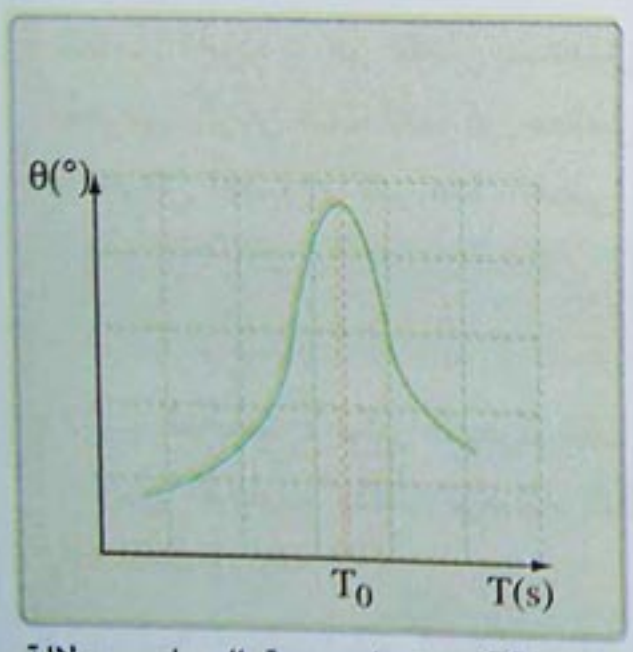
1.3. الاهتزازات الميكانيكية القسرية

لدراسة الاهتزازات الميكانيكية القسرية نستعمل تجهيزاً يتكون من نواسين ثقاليين محورا دورانيهما متوازيان، ومقترنان ببعضهما بواسطة نابض مرن لولبي حلقاته غير متلاصقة (وثيقة 69):

1.1.3. الدراسة الكيفية :

حالة تخامد منعدم : يقوم النواس p_1 باهتزازات حرة دورها الذاتي T_0 ثابت، حيث $(0,6s < T_0 < 1,2s)$. في نفس الوقت يقوم النواس p_2 باهتزازات حرة دورها الذاتي قابل للتعديل عن طريق تغيير موضع الجسم (S) على طول القضيب .

- نزيح النواس (p_2) عن وضع توازنه المستقر، ثم نحرره فيقوم باهتزازات حرة دورها T، فنلاحظ أن p_1 يغادر تلقائياً موضعه السكوني ليبدأ بالاهتزاز بدور يساوي T ويختلف عن T_0.



وثيقة 70 : تغيرات سعة المجاوب بدلالة الدور

نحصل هكذا على اهتزازات قسرية، حيث أرغم النواس (p_2) النواس (p_1) على الاهتزاز بدور يساوي دوره T .

نسمي النواس (p_2) بالمحرّض والنواس (p_1) بالمجاوب (الرنان).

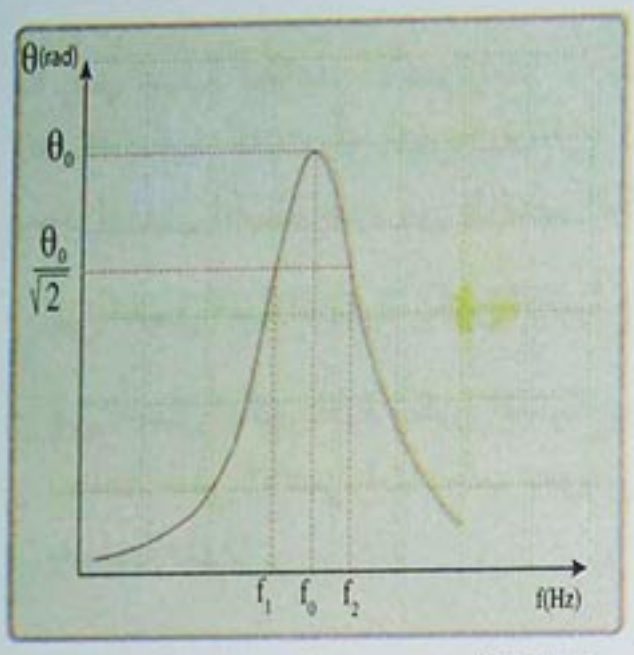
يزود النواس المحرض النواس المجاوب دورياً بكمية من الطاقة بواسطة الاقتران الميكانيكي بينهما والذي يتحقق بواسطة نابض حلزوني.

elbassair.net

2.1.3. الدراسة نصف الكمية :

نجعل سعة اهتزاز النواس المحرض ثابتة ونغير تواتره (f) ونتابع تغيرات سعة اهتزاز النواس المجاوب (θ°)، فنحصل على البيان التالي (وثيقة 71) :

نلاحظ في البيان أن سعة اهتزاز النواس المجاوب(الرنان) تصل إلى قيمة عظمى من أجل قيمة لتواتر النواس المحرض قريبة جداً من التواتر الذاتي للنواس المجاوب في هذه الحالة نقول إنه يوجد تجاوب بين النواس المحرض والنواس الرنان.



وثيقة 71 : منحني تجاوب السعة.

خصائص التجاوب :

يتميز التجاوب بما يلي :

- الشريط النافذ : يتميز الشريط النافذ لتواترات الرنان على أنها مجال التواترات الموافق لـ :

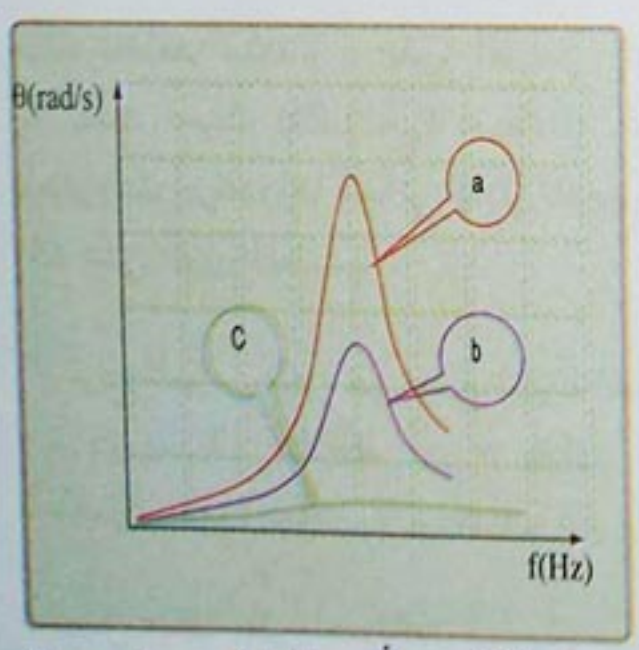
$$\theta \geq \frac{\theta_0}{\sqrt{2}}$$

من أجل : $\theta = \frac{\theta_0}{\sqrt{2}}$ يكون للتواتر N قيمتان الأولى f_1 والثانية f_2 حيث $f_1 < f_2$ (وثيقة 71) نسمي f_1 ، f_2 حدي الشريط النافذ.

نسمي المقدار $\Delta f = f_2 - f_1$ بعرض الشريط النافذ للجملة المحرضة حيث تكون استجابة المهتز الرنان مقبولة في هذا المجال.

- معامل الجودة : هو مقدار يستعمل للتعبير عن حالة التجاوب بين المحرض والرنان حيث كلما كان معامل الجودة أكبر كانت استجابة الرنان للمحرض أفضل وأكثر حدة. يعطى معامل الجودة بالعلاقة التالية :

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f}$$



وثيقة 72 : تأثير التخامد على سعة الاهتزازات.
a: تجاوب حاد.
b: تجاوب ضبابي.
c:لا يوجد تجاوب.

- تأثير التخامد : نكرر التجربة السابقة بتغيير فعالية التخامد على النواس المجاوب وذلك بواسطة الكتلة المثبتة عليه فنحصل على البيانات (وثيقة 72).

- من أجل تخامد ضعيف تكون استجابة النواس المجاوب كبيرة أي سعة الاهتزازات كبيرة عند التجاوب ويعبر عن ذلك وجود قمة حادة في البيان (وثيقة 72-a). في هذه الحالة نقول إن التجاوب حاد.

- من أجل تخامد متوسط:تتناقص سعة التجاوب ويكون الرنين غير واضح(ضبابي) (وثيقة 72-b).

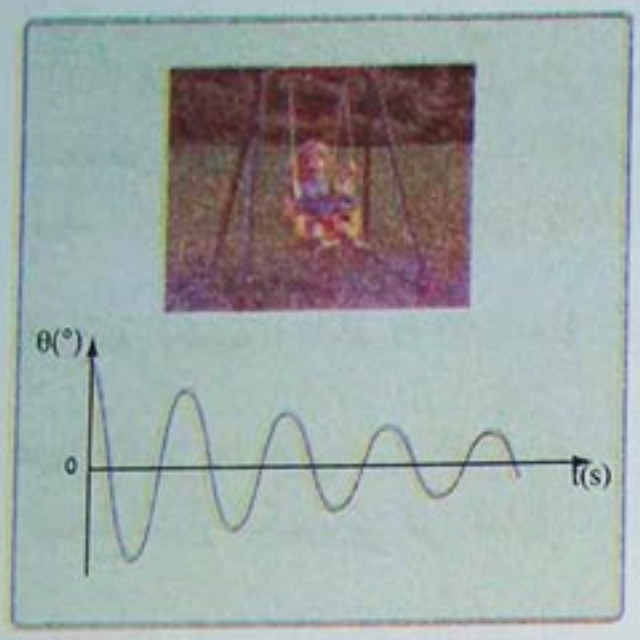
- من أجل تخامد فعال : يزول الرنين ويكون المنحنى منبسطا (وثيقة 72-c)

elbassair.net

تطبيق:

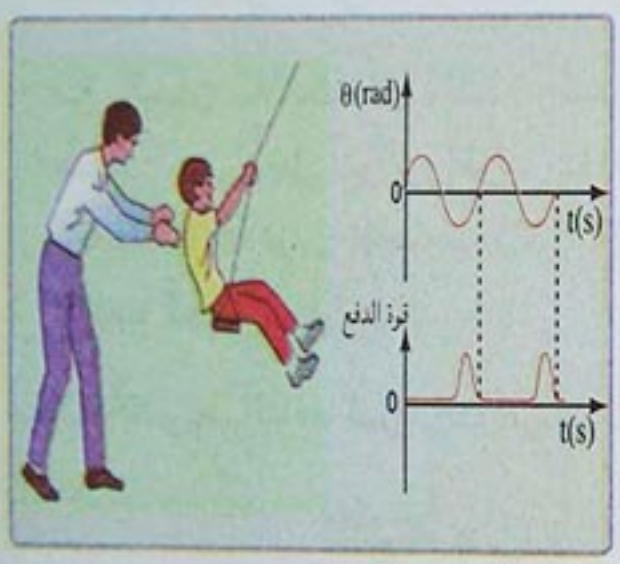
دراسة حركة أرجوحة.

عندما نترك للأرجوحة حرية الحركة بعد إزاحتها عن وضع توازنها بزاوية θ صغيرة نلاحظ أنها تنجز عدة اهتزازات ثم تتوقف، حيث سعة اهتزازاتها تبدأ كبيرة ثم تأخذ بالتناقص تدريجياً حتى تنعدم. يعود السبب في ذلك للاحتكاكات على مستوى محور الدوران والهواء، والذي يبدد جزءًا من طاقة الأرجوحة، لذا تكون الاهتزازات حرة متخامدة، وخمودها يتعلق بفعالية الاحتكاكات (وثيقة 73).



وثيقة 73 : أرجوحة.

حتى تستمر الأرجوحة بالاهتزاز يقوم شخص (عامل خارجي) بدفع الأرجوحة بقوة ثابتة في نهاية كل اهتزازة (دور). بذلك يقدم الشخص للأرجوحة طاقة بهدف تعويض الطاقة الضائعة، في هذه الحالة تهتز الأرجوحة بتواتر قريب من تواتر القوة المطبقة، أي أن الشخص يكون قد فرض على الأرجوحة تواتر القوة التي يطبقها عليها، فنقول إن الأرجوحة تخضع لاهتزازات قسرية.



وثيقة 74 : اهتزازات قسرية.

إذا استطاعت القوة المطبقة على الأرجوحة من تعويض كل الطاقة الضائعة بحيث تصبح الطاقة ثابتة في كل لحظة ،تصبح الاهتزازات دورية جيبية ، تأخذ سعة اهتزازات الأرجوحة قيمة عظمى عندما يتساوى تواتر القوة مع تواتر اهتزازات الأرجوحة(وثيقة 74)، فنقول في هذه الحالة أن الأرجوحة دخلت في حالة تجاوب ميكانيكي مع قوة الدفع الخارجية.نسمي الشخص بالجملة المحرضة، والأرجوحة بالجملة المجاوبة(الرنان).

2.3. الاهتزازات القسرية الكهربائية

الدراسة الكيفية :

نحقق الدارة الكهربائية التالية وثيقة (75):

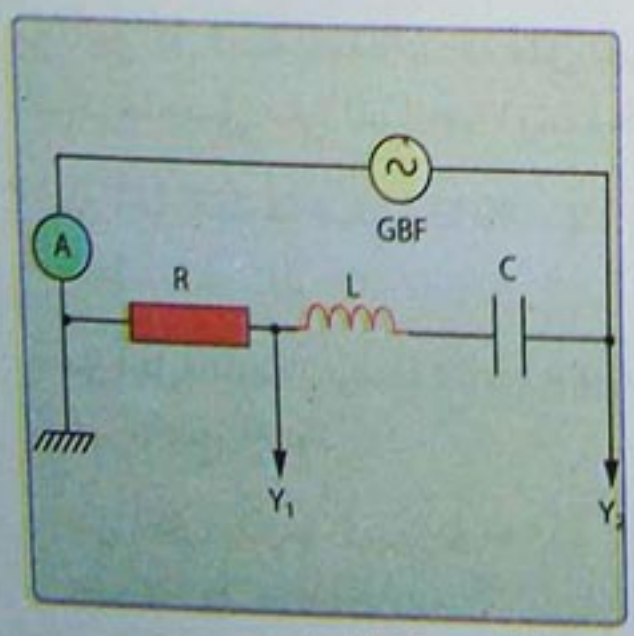
نغذي الدارة بتوتر متناوب جيبي تواتره قابل للتغيير عبارته الزمنية هي :

$$u(t) = U_0 \cos\omega t$$

بواسطة راسم الاهتزازات نتابع تغيرات :

u_R : التوتر بين طرفي المقاومة مدخل(1).

u_G : التوتر بين طرفي المولد مدخل(2).



وثيقة 75 : مخطط الدارة.

من أجل قيمة معينة للتواتر نشاهد على شاشة راسم الاهتزاز البيانيين التاليين (وثيقة 76)يمثل البيان (a) تغيرات التوتر بين طرفي المقاومة

elbassair.net

(u_R) أي صورة عن تغير شدة التيار بدلالة الزمن i(t)، يظهر في هذا البيانين أن تغيرات i(t) على شكل دالة جيبية دورها يساوي دور توتر المولد ويختلف عن الدور الذاتي للدارة المهتزة (R,L,C) الذي يعطى بالعلاقة : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$. هكذا نحصل على اهتزازات قسرية حيث يجبر المولد المنخفض التواتر (GBF) الدارة RLC على الاهتزاز بدور مساو لدوره، نسمي المولد : الجملة المحرضة (المحرض) والدارة R,L,C الجملة المجاوبة (الرنان).

الدراسة الكمية : نأخذ $L = 0,95\ H$، $C = 1\ \mu F$.

نجعل التوتر بين طرفي المولد ثابتاً ونغير من قيمة تواتره ،ونسجل قيم الشدة المنتجة للتيار الكهربائي في الدارة R,L,C،

- نمثل تغيرات I_{eff} بدلالة التواتر N تواتر المحرض (المولد) ،نتحصل على البيان (وثيقة 77).
- نحسب التواتر الذاتي للدارة R,L,C من العلاقة $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 163\ Hz$
- من البيان نلاحظ أن الشدة المنتجة للتيار الكهربائي تبلغ قيمة عظمى من أجل تواتر المولد $N_0 = 163Hz$ أي أن تواتر المحرض (G.B.F) = تواتر المجاوب (R,L,C) نقول عندها إن الدارة في حالة تجاوب كهربائي (رنين).

يتميز الشريط النافذ لتواترات الرنان بأنه مجال التواترات الموافق لـ:

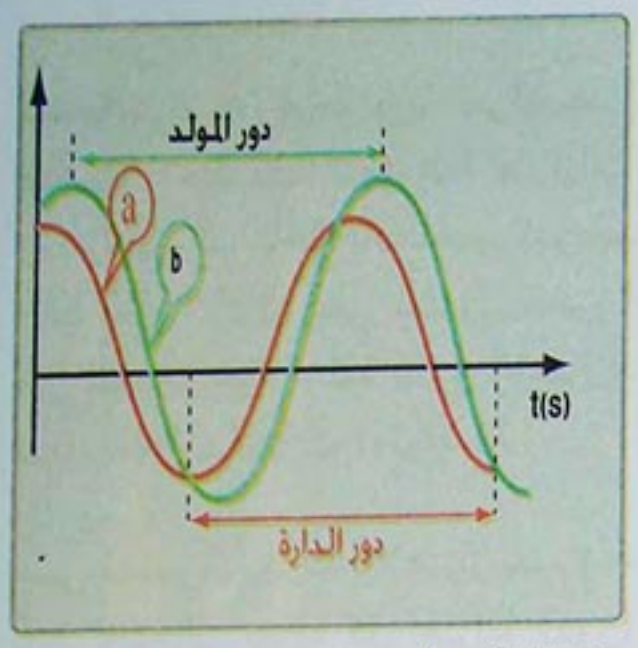
$$I_{eff} \geq \frac{I_{eff\ max}}{\sqrt{2}}$$

تأثير التخامد :

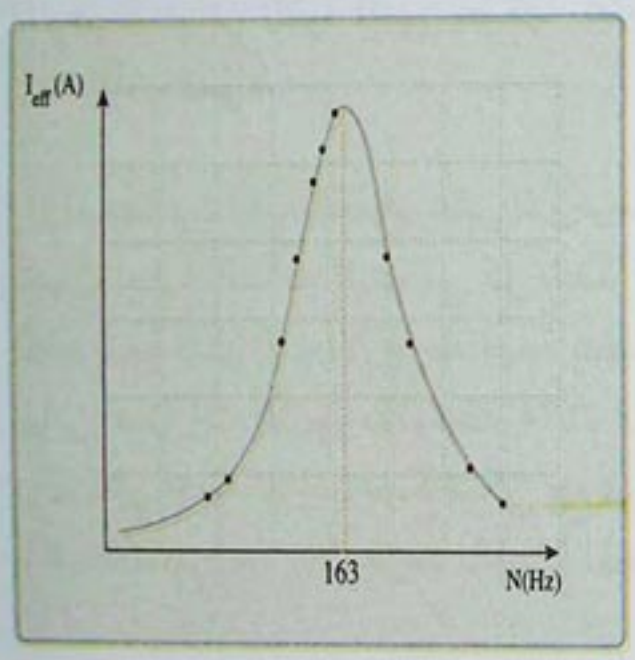
نكرر التجربة السابقة بتغيير قيمة المقاومة R :

من أجل كل قيمة للمقاومة R، نمثل تغيرات الشدة المنتجة للتيار بدلالة التواتر فنحصل على البيانات (وثيقة 78) :

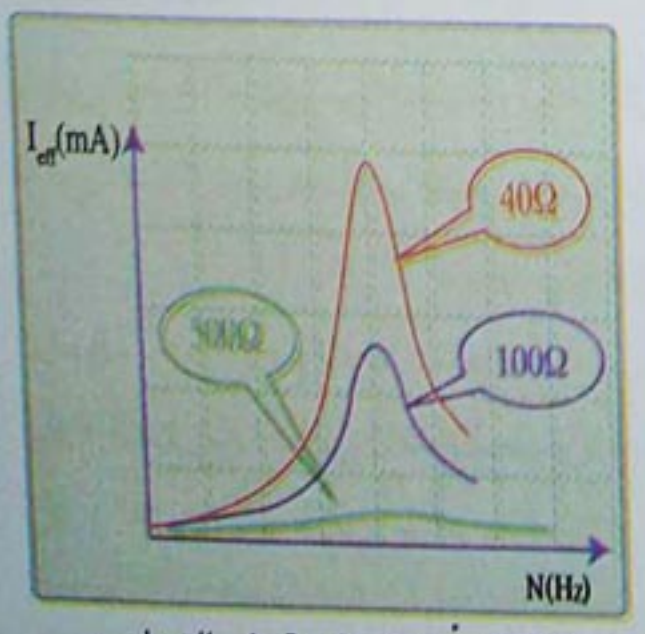
- من أجل مقاومة صغيرة $R = 40\ \Omega$، يكون التخامد ضعيفا والتجاوب حادا.
- من أجل مقاومة متوسطة $R = 100\ \Omega$، يكون التخامد متوسطا والتجاوب غير واضح (ضبابي).
- من أجل مقاومة كبيرة $R = 500\ \Omega$، يكون التخامد كبيرا والمنحنى منبسطا ولا يوجد تجاوب.



وثيقة 76 : a) تغيرات u_R.
b) تغيرات u_G.



وثيقة 77 : منحنى تجاوب الشدة.



وثيقة 78 : تأثير المقاومة على التجاوب.

elbassair.net
موقع عون البصائر التعليمي

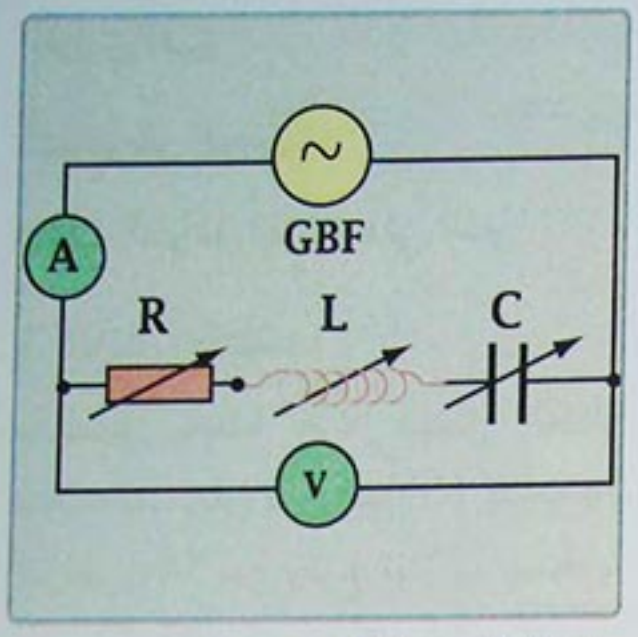
1.2.3. ممانعة ثنائي القطب R,L,C على التسلسل :

تعطى ممانعة ثنائي قطب بالعلاقة التالية :

$$Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{U_0}{I_0}$$ وتقدر بـ الأوم (Ω).

تأثير العوامل R,L,C على ممانعة ثنائي قطب :

نحقق دارة R,L,C على التسلسل (وثيقة 79).



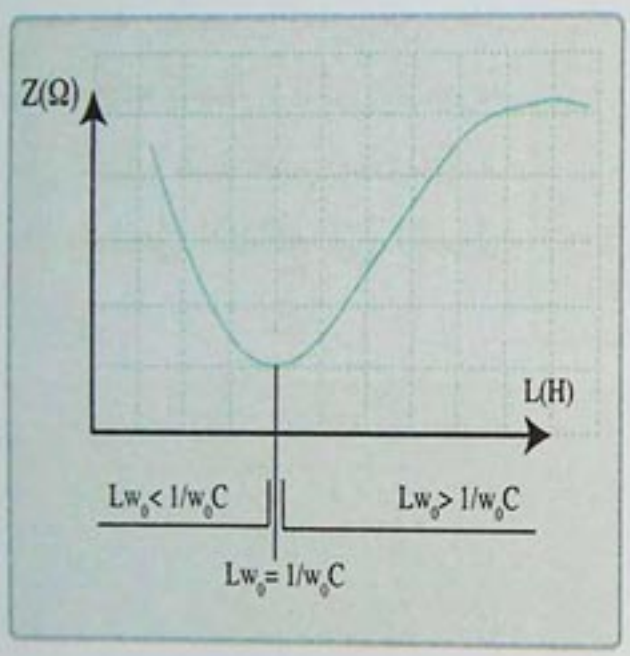
وثيقة 79 : مخطط الدارة.

- تأثير R.نثبت L ,C ,N

من أجل عدة قيم مختلفة للمقاومة R نقرأ قيم التوتر المنتج بين طرفي الدارة U_{eff}، والشدة المنتجة للتيار الكهربائي المار بها(I_{eff}) ونحسب ممانعة الدارة من أجل كل قيمة فنجد أنه كلما ازدادت المقاومة وازدادت الممانعة.

- تأثير L .نثبت R,C,N

من أجل عدة قيم مختلفة لذاتية الوشيعة (L) نقرأ قيم التوتر المنتج بين طرفي الدارة U_{eff}، والشدة المنتجة للتيار الكهربائي المار بها I_{eff} ونحسب ممانعة الدارة من أجل كل قيمة فنجد أنه كلما ازدادت L تناقصت ممانعة الدارة حتى تصل لقيمة صغرى عند التجاوب تبدأ بعدها بالتزايد(وثيقة 80).



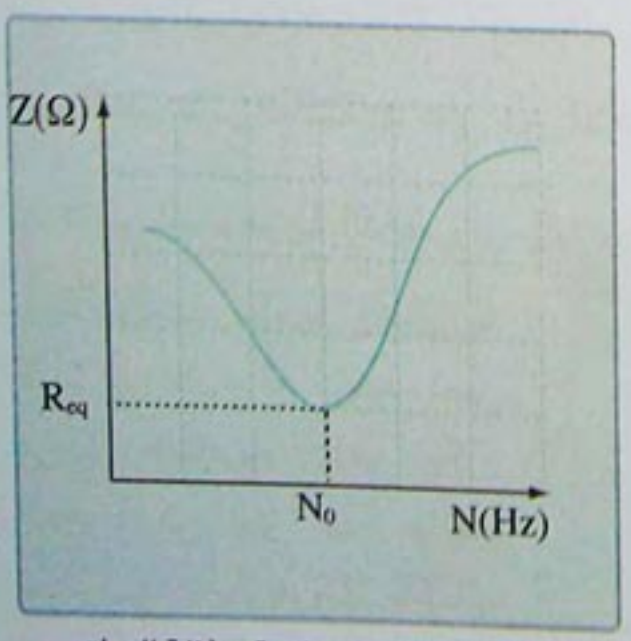
وثيقة 80 : تغيرات الممانعة بدلالة الذاتية

- تأثير C.نثبت R,L,N

من أجل عدة قيم مختلفة للسعة C نقرأ قيم التوتر المنتج بين طرفي الدارة U_{eff}، والشدة المنتجة للتيار الكهربائي المار بها I_{eff} ونحسب ممانعة الدارة من أجل كل قيمة فنجد أنه كلما ازدادت C تناقصت ممانعة الدارة حتى تصل لقيمة صغرى عند التجاوب تبدأ بعدها بالتزايد.

-تأثير تواتر التيار N . نثبت R,L,C

من أجل عدة قيم مختلفة لتواتر التيار المستعمل (N) نقرأ قيم التوتر المنتج بين طرفي الدارة U_{eff}، والشدة المنتجة للتيار المار بها I_{eff} ونحسب ممانعة الدارة من أجل كل قيمة فنجد أنه كلما ازدادت N تناقصت ممانعة الدارة حتى تصل لقيمة صغرى عند التجاوب تبدأ بعدها بالتزايد(وثيقة81).



وثيقة 81 : تغيرات الممانعة بدلالة التواتر.

ملاحظة : عندما تكون الممانعة صغرى تكون الشدة المنتجة للتيار عظمى.

elbassair.net

1. اهتزازات ميكانيكية حرة

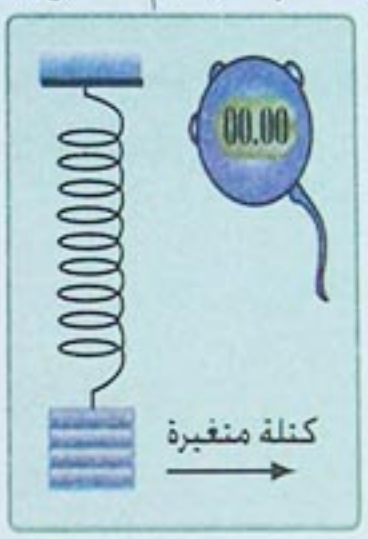
النواس المرن :

الهدف من التجربة :

دراسة العوامل المؤثرة على الدور

1. تأثير الكتلة m :

نستعمل نابضا مرنا مهمل الكتلة وحلقاته غير متلاصقة. نعلق به جسماً (S) كتلته m، ثم نزيح الجملة (نابض، S) عن وضع توازنها بسحب الجسم شاقولياً نحو الأسفل، ثم نتركه لحاله دون سرعة ابتدائية، بواسطة ميقاتيه نقيس (t) زمن 10 اهتزازات كاملة . نكرر التجربة من أجل عدة قيم مختلفة لـ m ونسجل النتائج في الجدول التالي:



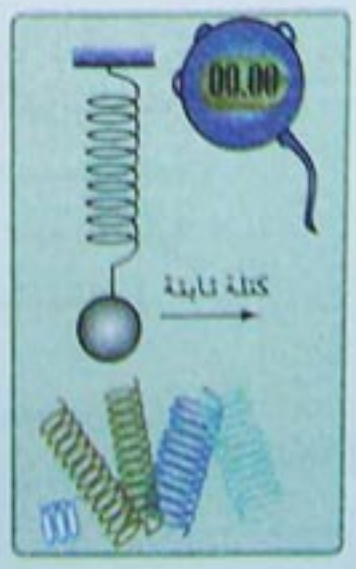
m(g)	100	200	300	400
t(s)				
T(s)				
T^2 (s^2)				

أ. أكمل الجدول.

ب. أرسم البيان $T^2 = f(m)$، أكتب العبارة البيانية.

جـ. كيف تؤثر الكتلة m على دور الاهتزازات ؟

2. تأثير ثابت مرونة النابض :



نأخذ نابضا مناسبا ونعلق به كتلة m = 200 g ونعيد نفس مراحل التجربة (1)، نكرر التجربة من أجل عدة نوابض لكل منها ثابت مرونة مختلف عن الآخر ونسجل النتائج في الجدول التالي :

k(N/m)	k_1	k_2	k_3	k_4
t(s)				
T(s)				
T^2 (s^2)				

أ. أكمل الجدول.

ب. أرسم البيان $T^2 = f(1/k)$، أكتب العبارة البيانية.

جـ. كيف يؤثر ثابت المرونة k على دور الاهتزازات ؟

2. اهتزازات كهربائية حرة

التجهيز التجريبي :

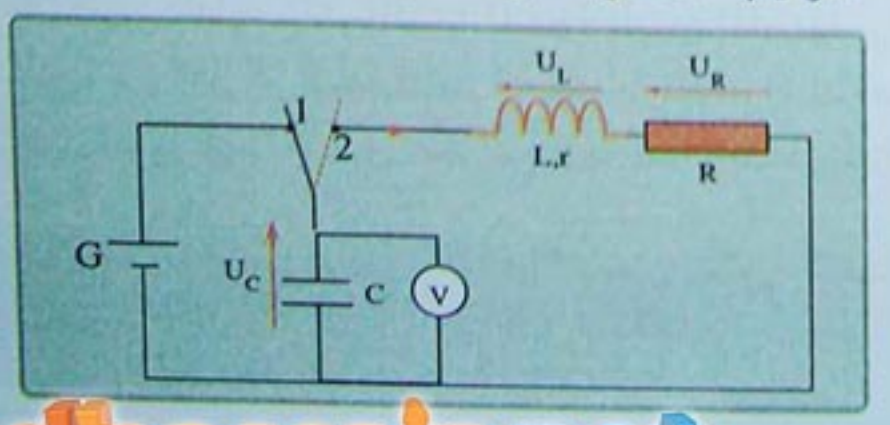
- مكثفة ($C = 0,5 \rightarrow 15,5\ \mu F$)،
- وشيعة ($L = 0,14 \rightarrow 1,1\ H$)،
- مولد توتر مستمر($0 \rightarrow 5\ V$)،
- علبة مقاومات ($x\ 100\ \Omega$)،
- مقياس فولط،
- كمبيوتر، } يمكن تعويضها براسم اهتزازات
- حبكة إعلامية (ActillAB)
- الحد المشترك(inter face)

التجربة الأولى :

دراسة تأثير المقاومة على نظام الاهتزازات :

قياس شبه الدور.

التركيب : نحقق الدارة التالية :



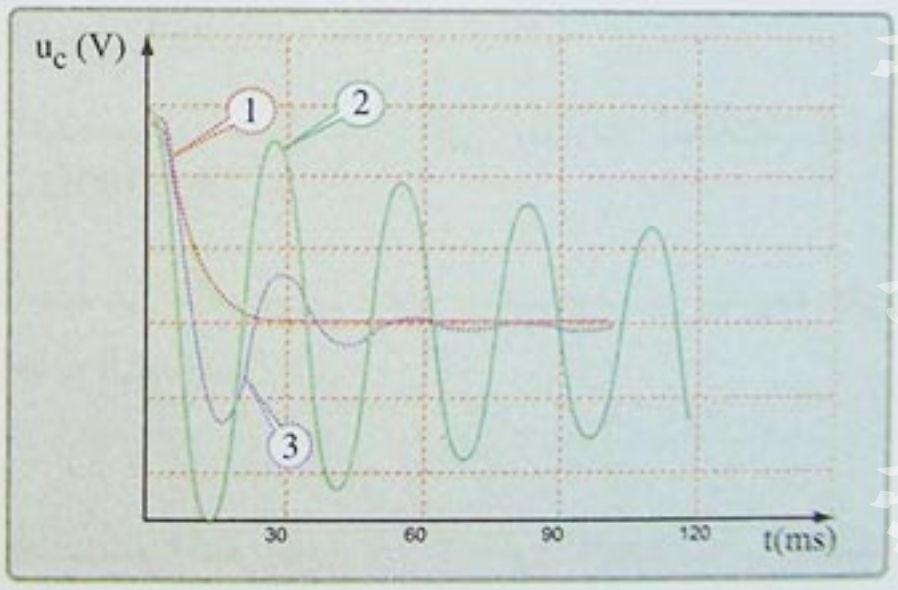
elbassair.net
موقع عبقر التعليمي
elbassair.net

العمل:

- قس بواسطة متعدد القياسات المقاومة الداخلية للوشيعة r .
- شغل الحبكة الإعلامية .
- ضع البادلة في وضع شحن المكثفة .
- ضع البادلة في وضع تفريغ المكثفة.
- أعط للمقاومة R عدة قيم وتابع تغيرات $u_c(t)$.

رقم التجربة	1	2	3
R(Ω)	0	100	500
المقاومة المكافئة R_{eq}	10	110	510

إبعث هذه الضروريات إلى الحبكة الإعلامية لمعالجتها، تحصل في كل تجربة على بيان.



أ. عين قيمة شبه دور الاهتزازات في كل تجربة تحصل فيها اهتزازات.

ب.هل تؤثر المقاومة على قيمة شبه دور الاهتزازات ؟

جـ. كيف تؤثر المقاومة على نمط الاهتزازات ؟

التجربة الثانية :

دراسة تأثير الذاتية على شبه دور الاهتزازات :

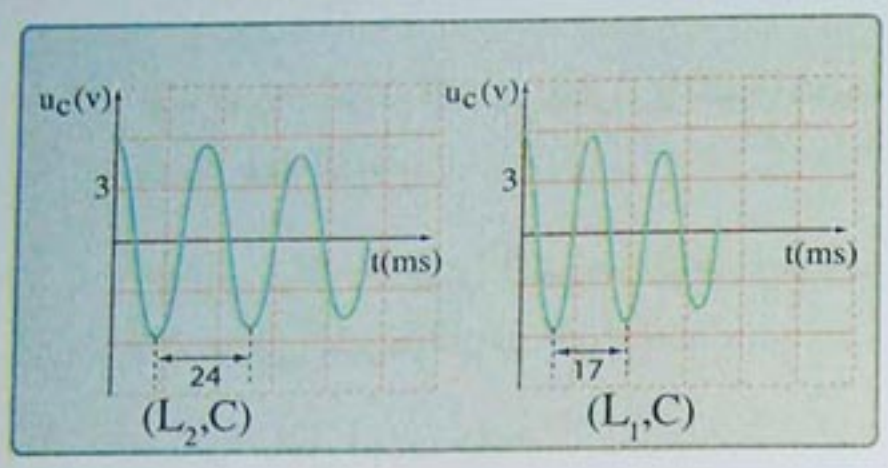
نعيد التجربة الأولى باستعمال المعطيات التالية :

$R = 0$ ومنه $R_{eq} = 10\Omega$ ، $C = 15{,}5\ \mu f$.

من أجل : $L_1 = 0{,}5\ H \leftarrow T_1 = \ldots\ldots\ ms$.

من أجل : $L_2 = 1\ H \leftarrow T_2 = \ldots\ldots ms$.

من أجل كل قيمة لـ (L) نحصل على بيان.



أ. من أجل كل بيان أوجد قيمة شبه الدور.

ب. أوجد النسبة $\frac{T_1}{T_2}$ و $\sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$ ، ماذا تلاحظ ؟

جـ. كيف تؤثر الذاتية على شبه دور الاهتزازات ؟

التجربة الثالثة :

دراسة تأثير السعة على شبه دور الاهتزازات :

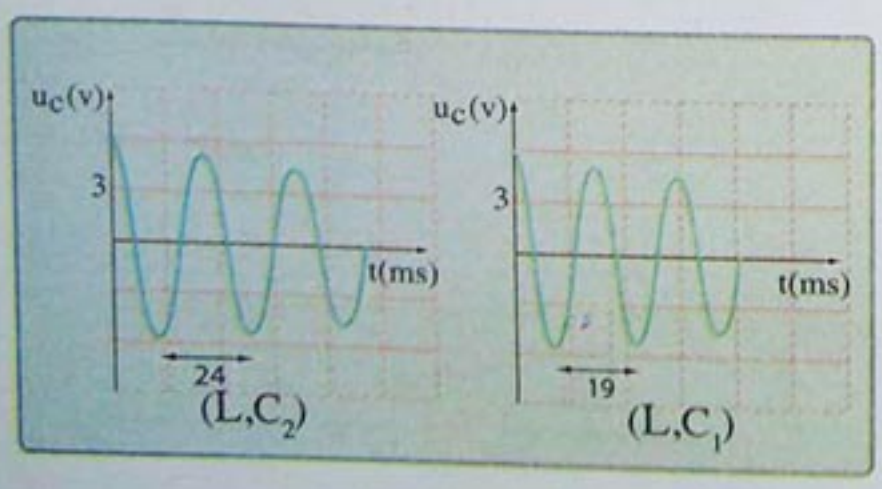
نعيد التجربة الأولى باستعمال المعطيات.

$L = 1\ H$ ، $R = 0 \rightarrow R_{eq} = 10\Omega$.

من أجل : $C_1 = 10\ \mu F \leftarrow T_1 = \ldots\ldots\ ms$

من أجل : $C_2 = 15{,}5\ \mu F \leftarrow T_2 = \ldots\ldots\ ms$.

من أجل كل قيمة لـ (C) نحصل على بيان



أ. من أجل كل بيان أوجد قيمة شبه دور الاهتزازات .

ب. أوجد النسبة $\frac{T_1}{T_2}$ و $\sqrt{\frac{C_1}{C_2}}$ ، ماذا تلاحظ ؟

جـ. كيف تؤثر السعة على شبه دور الاهتزازات ؟

elbassair.net

3. اهتزازات قسرية كهربائية

الهدف من التجربة :

أ. دراسة حالة التجاوب :

- حساب N_0 التواتر الذاتي للدارة، والشدة المنتجة للتيار عند التجاوب.
- حساب N_1، N_2 حدي الشريط النافذ وحساب ΔN عرض الشريط النافذ للتواترات.
- حساب عامل الجودة Q.

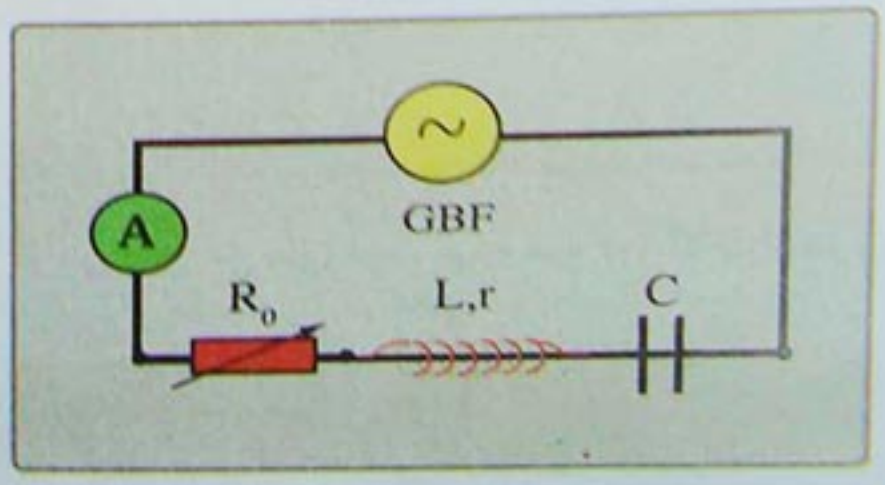
ب. تأثير المقاومة على حالة التجاوب :

- تأثير المقاومة على الشدة المنتجة للتيار في حالة التجاوب.
- تأثير المقاومة على عرض الشريط النافذ.

التجهيز التجريبي:

- مولد للتواترات المنخفضة GBF.
- مقاومة R_0 متغيرة.
- مكثفة سعتها $C = 5\mu F$.
- وشيعة $(L = 0,1\ H, r = 8,7\ \Omega)$
- جهاز متعدد القياسات.
- مقياس أمبير.

التركيب :



التجربة الأولى :

العمل : نعطي للمقاومة R_0 قيمة بحيث تكون المقاومة المكافئة للدارة $R = 20\ \Omega$.

من أجل قيم متزايدة للتواتر نسجل قيم الشدة المنتجة للتيار في الجدول التالي:

N (Hz)	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
I_{eff} (mA)												

أ. أرسم البيان $I_{eff} = f(N)$.

ب. استنتج من البيان قيمة التواتر الذاتي N_0.

ج. أوجد قيمتي N_1 ، N_2 حدي الشريط النافذ.

د. أوجد قيمة معامل الجودة للدارة .

التجربة الثانية :

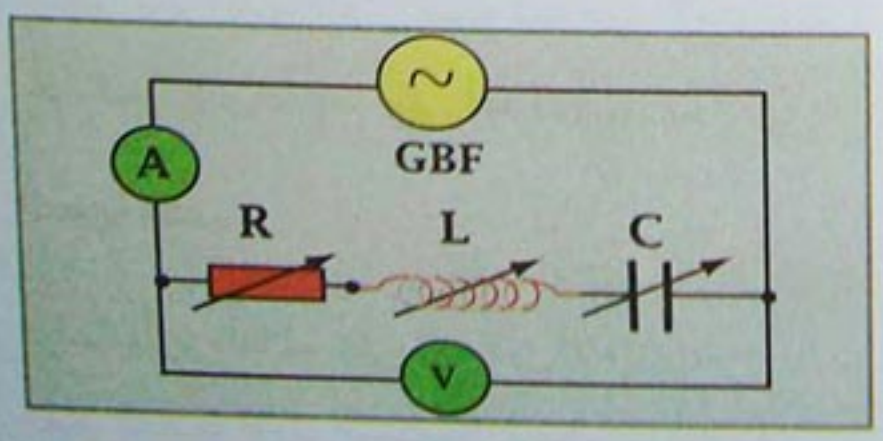
أعد نفس العمل من أجل المقاومة المكافئة للدارة $R = 100\Omega$.

أجب عن الأسئلة السابقة، واستنتج تأثير المقاومة على حالة التجاوب.

4. تأثير العوامل R,L,C على ممانعة ثنائي قطب

تأثير R:

نحقق دارة R,L,C على التسلسل.



من أجل عدة قيم مختلفة للمقاومة R نقرأ قيم التوتر

elbassair.net
موقع عبون البصائر التعليمي

المنتج بين طرفي الدارة U_{eff}، والشدة المنتجة للتيار المار بها(I_{eff}) ونسجل النتائج في الجدول التالي :

R(Ω)	10	20	50	100	500	1 000
I_{eff}						
U_{eff}						
Z(Ω)						

كيف تؤثر المقاومة على ممانعة الدارة ؟

تأثير L :

من أجل عدة قيم مختلفة لذاتية الوشيعة L نقرأ قيم التوتر المنتج بين طرفي الدارة U_{eff}، والشدة المنتجة للتيار المار بها I_{eff} ونسجل النتائج في الجدول التالي:

L(H)	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6
I_{eff}						
U_{eff}						
Z(Ω)						

كيف تؤثر الذاتية على ممانعة الدارة ؟

تأثير C:

من أجل عدة قيم مختلفة للسعة C نقرأ قيم التوتر المنتج بين طرفي الدارة U_{eff}،والشدة المنتجة للتيار المار بها I_{eff} ونسجل النتائج في الجدول التالي :

C(μF)	0,1	1	1,5	5	10	15,5
I_{eff}						
U_{eff}						
Z(Ω)						

كيف تؤثر السعة على ممانعة الدارة ؟

تأثير تواتر التيار N :

نأخذ $R = 10\,\Omega$ ، $L = 1\,H$ ، $C = 0{,}1\,\mu F$ ،

من أجل عدة قيم مختلفة لتواتر التيار المستعمل (N) نقرأ قيم التوتر المنتج بين طرفي الدارة U_{eff}، والشدة المنتجة للتيار المار بها I_{eff} ونسجل النتائج في الجدول التالي:

N(Hz)	200	300	500	700	1 000	1 500
I_{eff}						
U_{eff}						
Z(Ω)						

أ. كيف يؤثر التواتر على ممانعة الدارة ؟

ب. مثل تغيرات I_{eff} بدلالة التواتر N .

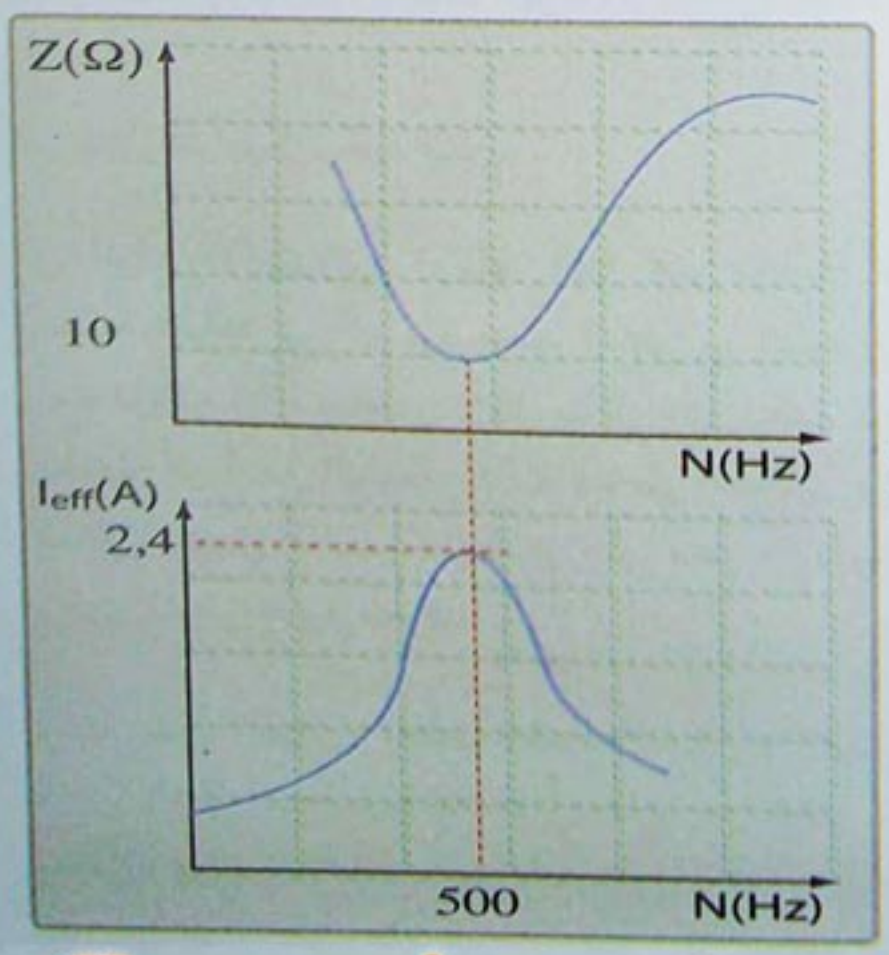
جـ. مثل بيان تغيرات Z بدلالة التواتر N.

د. متى تكون ممانعة الدارة صغرى؟

هـ. قارن بين قيمتي ممانعة الدارة والمقاومة المكافئة للدارة عند التجاوب .ماذا تستنتج؟

نتائج إحدى التجارب :

في البيان (1) لدينا تغيرات $Z = f(N)$ وفي البيان (2) تغيرات $I_{eff} = f'(N)$.



elbassair.net

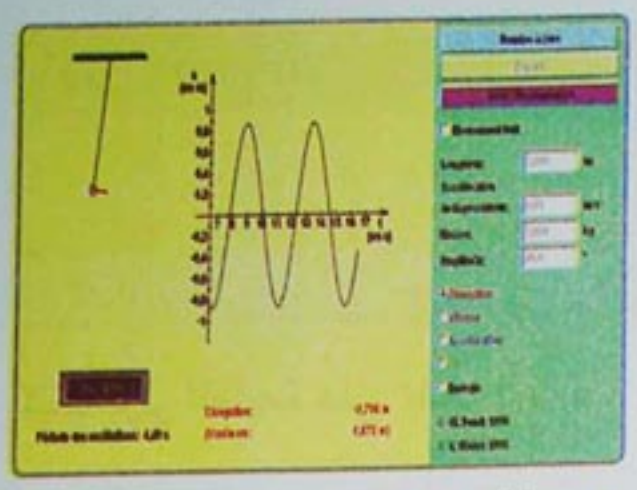
الاهتزازات الميكانيكية

1. اهتزازات ميكانيكية حرة غير متخامدة :

في الموقع الالكتروني المدون تحت (وثيقة 82)تجد محاكاة حول النواس البسيط ،يمكنك في هذه المحاكاة دراسة تأثير عدة عوامل على دور النواس البسيط عندما ينجز اهتزازات حرة غير متخامدة مثل :

طول الخيط (ℓ)، الجاذبية الأرضية (g)، الكتلة (m)، السعة (θ).

عندما تغير أحد العوامل بإمكانك قراءة دور النواس على الميقاتية التي تظهر على الشاشة،ومقارنته بالدور من البيان. ويمكن أيضاً مشاهدة تسارع الحركة، والطاقة.



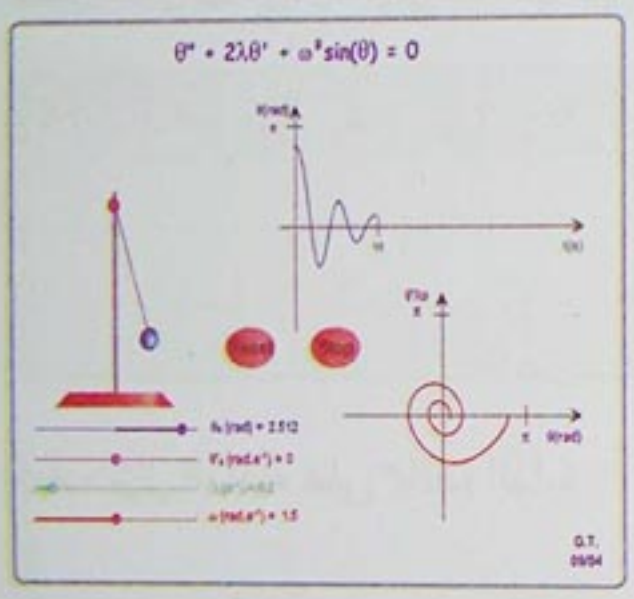
وثيقة82 : محاكاة نواس بسيط غير متخامد.

http:// www.walter-fendt.de/ph11f/pendulum_f.htm

2. اهتزازات ميكانيكية حرة متخامدة :

في الموقع الالكتروني المدون تحت (وثيقة 83)تجد محاكاة حول النواس البسيط ،يمكنك في هذه المحاكاة مشاهدة بيان يمثل تغيرات السعة بدلالة الزمن. يسمح المؤشر بتغيير وسطاء المهتز (λ : التخامد، ω_0 : النبض الذاتي) ويمكنك أيضاً تغيير الشروط الابتدائية،ومتابعة تأثير ذلك على شكل البيان، وملاحظة اختلاف تصرفه عن المهتز التوافقي. يمكنك أن تظهر على الشاشة القوة والطاقة أيضاً.

يسمح المفتاح (STOP) بإيقاف الحركة، والمفتاح (Reset) بإعادة الحركة .



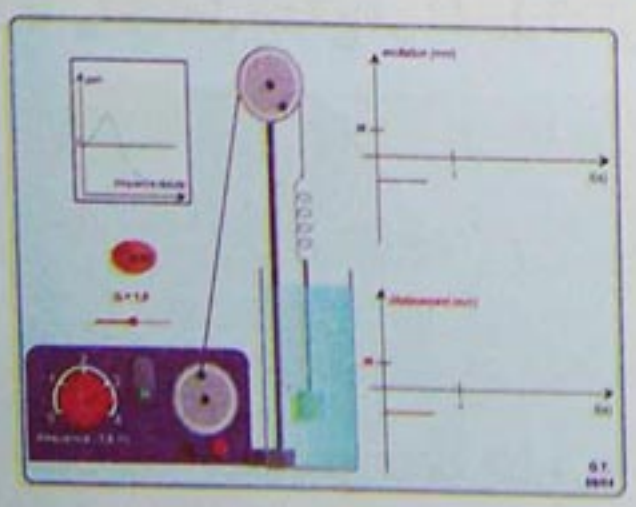
وثيقة 83 : محاكاة نواس بسيط متخامد.

http:// www.sciences.univ-nantes.fr/physique/perso/gtulloue/Meca/Oscillateurs/pend_pesant1.html

3. اهتزازات ميكانيكية قسرية :

في الموقع الالكتروني (وثيقة 84) تجد محاكاة حول الاهتزازات القسرية.تشاهد في الصورة جسما اسطوانيا كتلته (m) معلق بنابض ثابت مرونته (k)، ومغمور داخل سائل يطبق عليه قوة احتكاك سائلة تتناسب طردا مع السرعة وذات معامل احتكاك (h) يتعلق بلزوجة السائل. يتصل النابض بخيط يمر على محز بكرة ومثبت عند نهايته الأخرى بقرص يديره محرك.

عندما يدور القرص، يجذب الخيط النابض و تخضع الجملة جسم-نابض لاهتزازات قسرية.يمكنك أن تغير من تواتر دوران القرص أو معامل الجودة وملاحظة تأثير ذلك على الاهتزازات الحاصلة من خلال البيانات التي تظهر على الشاشة.كما يمكن متابعة أشياء أخرى.



وثيقة 84 :اهتزازات قسرية.

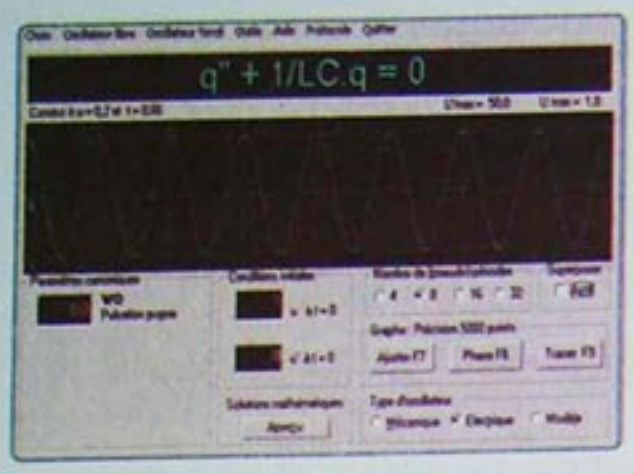
http://www.sciences.univ-nantes.fr/physique/perso/gtulloue/Meca/Oscillateurs/ressort_rsf.html

elbassair.net

الاهتزازات الكهربائية

1. اهتزازات كهربائية حرة غير متخامدة :

في الموقع الالكتروني المدون تحت (وثيقة 85) تجد محاكاة حول الاهتزازات الحرة (ميكانيكية أو كهربائية) ،يمكن تحديد نوع الاهتزازات التي تريد محاكاتها في خانة خاصة بذلك ، فمن أجل محاكاة الاهتزازات الكهربائية نحدد في قائمة (type d'oscillateur) اهتزازات كهربائية،ثم اختر في قائمة الاختيارات مهتز حر (Oscillateur libre)، ثم حدد في خانة التخامد القيمة (A=O). فيظهر على الشاشة المعادلة التفاضلية للجملة المهتزة وبيان تطور u = f(t). يمكن دراسة تأثير النبض الذاتي (ω_0) على الاهتزازات، والشروط الابتدائية كذلك، كما يمكنك الحصول على الحل الرياضي للمعادلة التفاضلية للجملة المهتزة، وأشياء أخرى كثيرة.

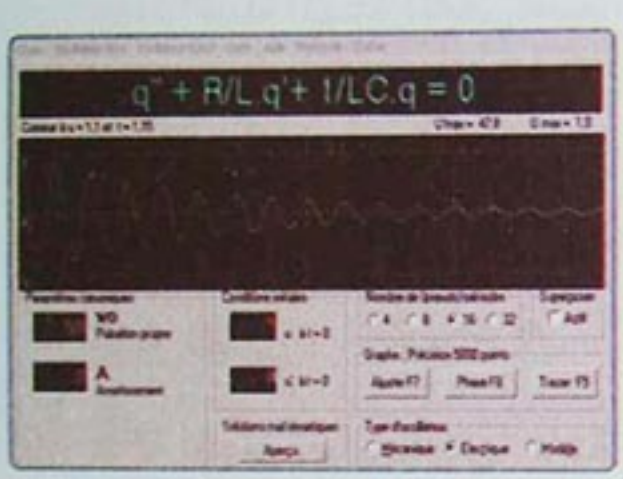


وثيقة 85 : اهتزازات كهربائية حرة غير متخامدة.

http://lefloch.org/download/images/installe.htm

2. اهتزازات كهربائية حرة متخامدة :

في الموقع الالكتروني المدون تحت (وثيقة 86) تجد محاكاة حول الاهتزازات (ميكانيكية أو كهربائية) حدد في قائمة (type d'oscillateur) اهتزازات كهربائية، ثم اختر في قائمة الاختيارات مهتز حر (Oscillateur libre)، ثم حدد في خانة التخامد القيمة (A = 1). فيظهر على الشاشة المعادلة التفاضلية للجملة المهتزة المتخامدة وبيان تطور u = f(t) الذي يظهر من خلاله تناقص سعة الاهتزازات . تمكنك هذه المحاكاة من دراسة تأثير قيمة التخامد والنبض الذاتي (ω_0) على الاهتزازات ،والشروط الابتدائية كذلك.



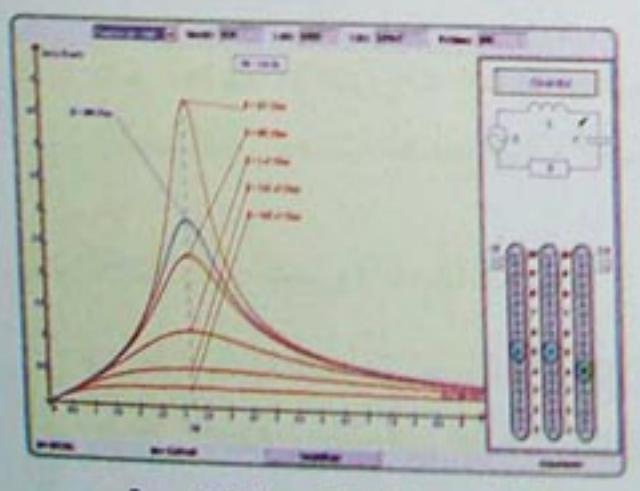
وثيقة 86 : اهتزازات كهربائية حرة متخامدة.

http://lefloch.org/download/images/installe.htm

3. اهتزازات كهربائية قسرية :

في الموقع الالكتروني المدون تحت (وثيقة 87) تجد محاكاة حول الاهتزازات الكهربائية القسرية، تمكنك من محاكاة الدارة R,L,C على التسلسل، أكتب مباشرة القيم التي تريد،توتر التغذية $u_m(V)$، $R(\Omega)$، L(H)، ثم حدد البيان الذي تريد دراسته وليكن $I_{eff} = f(N)$ ، يظهر على الشاشة منحنى تجاوب الشدة، يمكنك من تحديد حدي الشريط النافذ للتواترات وتحديد التواتر الذاتي للدارة (N_0).

لدراسة تأثير المقاومة على منحنى تجاوب الشدة غير قيمة المقاومة بواسطة الفأرة (souris) بسحب الزر المكتوب عليه R، كما يمكنك تغيير كل من L,C، وعمليات أخرى يمكن الاطلاع عليها عند فتح هذا الموقع.



وثيقة 87 : اهتزازات كهربائية قسرية.

http://perso.orange.fr/gilbert.gastebois/java/rlc/rlc.html

elbassair.net

1. الاهتزازات الميكانيكية

تعريف الجملة المهتزة : هي كل جملة تتحرك ذهاباً وإياباً على جانبي وضع توازنها.

1. الاهتزازات الحرة :

نقول عن الاهتزازات إنها حرة عندما لا تتلقى الجملة المهتزة طاقة من الوسط الخارجي أثناء الاهتزاز،

أ. الاهتزازات الحرة غير المتخامدة : سعة الاهتزازات ثابتة خلال الحركة.

مثال 1 : نواس مرن دون احتكاك:

المعادلة التفاضلية للحركة : $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m} . x(t) = 0$

الدور الذاتي : $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

طاقة الجملة المهتزة (نابض،جسم) ثابتة في كل لحظة : $E = E_c + E_{pe} = ½ kX^2$

مثال 2 : نواس بسيط :

المعادلة التفاضلية للحركة : $\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{\ell} . \theta(t) = 0$

الدور الذاتي : $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$

طاقة الجملة (نواس،أرض) ثابتة في كل لحظة : $E = E_c + E_{pp} = C^{te}$

ب. الاهتزازات الحرة المتخامدة :

سعة الاهتزازات تتناقص خلال الزمن بسبب الاحتكاكات،النظام شبه دوري، قيمة شبه الدور T تقترب من قيمة الدور الذاتي T_0 إذا كانت الاحتكاكات ضعيفة.أما إذا كانت الاحتكاكات كبيرة فيتناقص عدد الاهتزازات حتى إذا بلغت قيمة كبيرة جداً زالت الاهتزازات وأصبح النظام لا دوري حرج.

جـ. الاهتزازات المغذاة :

يتم تغذية الاهتزازات الميكانيكية بتعويض مستمر للطاقة الضائعة بفعل الاحتكاكات بنوعيها(الصلبة والسائلة) ، بحيث تصبح طاقة الجملة المهتزة ثابتة في كل لحظة،والاهتزازات دورية.

2. الاهتزازات القسرية الميكانيكية:

في شروط معينة تتعرض جملة لاهتزازات قسرية عندما يفرض عامل خارجي دور اهتزازته على هذه الجملة. ونقول إن الجملة المهتزة دخلت في حالة التجاوب عندما تأخذ سعة اهتزازاتها قيمة عظمى.

خصائص التجاوب :

الشريط النافذ : يميز الشريط النافذ لتواترات المحرض مجال التواترات الموافق لـ : $\theta \geq \frac{\theta_0}{\sqrt{2}}$.

من أجل : $\theta = \frac{\theta_0}{\sqrt{2}}$ يكون للتواتر f قيمتان الأولى f_1 والثانية f_2 حيث $f_1 < f_2$ تدعيان حدي الشريط النافذ .

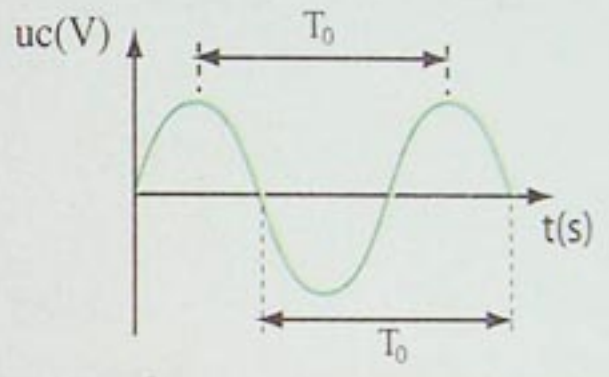
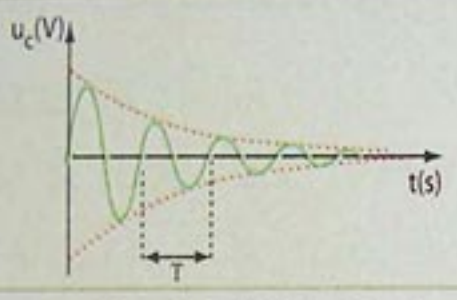
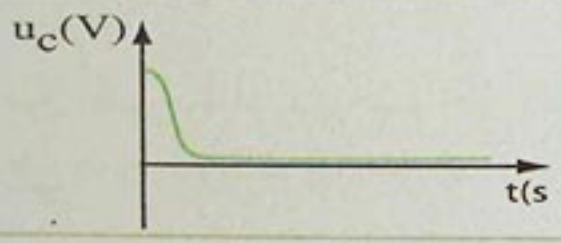
elbassair.net

نسمي المقدار $\Delta f = f_2 - f_1$ عرض الشريط النافذ للجملة المحرضة حيث تكون استجابة المهتز الرنان مقبولة في هذا المجال.

معامل الجودة : يعبر معامل الجودة عن مدى استجابة الجملة الرنانة للجملة المحرضة، حيث كلما كان معامل الجودة أكبر كان التجاوب أفضل وأكثر حدة، ويعطى بالعلاقة التالية : $Q = \frac{f_0}{\Delta f}$.

2. الاهتزازات الكهربائية

عند تفريغ مكثفة مشحونة في وشيعة نحصل على دارة كهربائية مهتزة ،وبما أن الدارة لا تتلقى طاقة من الوسط الخارجي فإن الاهتزازات الحاصلة حرة .

الدارة L,C (مثالية)	الدارة R,L,C (حقيقية)
- الاهتزازات حرة غير متخامدة. - الاهتزازات دورية أي النظام دوري.	- يتعلق النظام بالدارة بقيمة المقاومة المكافئة R حيث: - إذاكانت R صغيرة النظام شبه دوري دوره T .
	
	- إذاكانت R صغيرة جدا فإن $T = T_0$. - R كبيرة النظام لا دوري ولا يوجد اهتزازات.
	
- الدور الذاتي للاهتزازات $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ - المعادلة التفاضلية للدارة $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC} q(t) = 0$ - حل المعادلة التفاضلية : $q(t) = Q\cos(\omega_0 t + \varphi)$ - عبارة شدة التيار الكهربائي بدلالة الزمن : $i(t) = -I_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$ - عبارة التوتر الكهربائي بدلالة الزمن : $u_c(t) = \frac{Q}{C}\cos(\omega_0 t + \varphi)$ - طاقة الدارة : $E(t) = \frac{1}{2}\frac{q^2(t)}{C} + \frac{1}{2}Li^2(t) = C^{te}$	- المعادلة التفاضلية للدارة: $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC} q(t) = 0$ - طاقة الدارة غير ثابتة لأن جزءًا منها يضيع بفعل جول. - تغذية الاهتزازات تعني تعويض الطاقة الضائعة بفعل جول ويجعل الاهتزازات دورية.

الاهتزازات الكهربائية القسرية : عندما تغذى الدارة R,L,C الموصولة على التسلسل بتوتر متناوب جيبي يفرض المولد دور اهتزازاته على الدارة،ويؤثر ذلك على سعة اهتزازت الجملة المجاوبة (R,L,C). فإذا وصلت السعة إلى قيمة عظمى نقول إن الدارة في حالة تجاوب كهربائي.

الشريط النافذ : يتميز الشريط النافذ لتواترات المحرض بأنه مجال التواترات الموافق لـ : $I_{eff} \geq \frac{I_{eff\,(max)}}{\sqrt{2}}$ ، من أجل $I_{eff} = \frac{I_{eff\,(max)}}{\sqrt{2}}$ يكون للتواتر N قيمتان الأولى N_1 والثانية N_2 حيث $N_1 < N_2$.

معامل الجودة : يعبر معامل الجودة عن مدى استجابة الجملة الرنانة للجملة المحرضة، حيث كلما كان معامل الجودة أكبر كان التجاوب أفضل وأكثر حدة، ويعطى بالعلاقة التالية : $Q = \frac{N_0}{\Delta N}$

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

تشتمل الأسئلة الآتية على عدّة مقترحات. بيّن الصحيحة منها بـ(ص) والخاطئة منها بـ (خ). تعطى نقطة واحدة لكل إجابة صحيحة، وتحذف نصف نقطة عن كل إجابة خاطئة ولا شيء في حالة عدم الإجابة.

1. النواس الثقالي : تنقيط 5/

أ. هو كل جملة تهتز حول محور ثابت يمر من مركز ثقلها .....

ب. تكون اهتزازات النواس حرة إذا لم يتلق طاقة من الوسط الخارجي .....

جـ. يدعى زمن الاهتزازة الواحدة بالتواتر .....

د. تكون اهتزازات النواس متخامدة إذا فقد جزءًا من طاقته خلال الحركة .....

هـ. يكون نظام الاهتزازات حرجاً إذا كانت الاحتكاكات ضعيفة .....

2. تعطى المعادلة التفاضلية لحركة نواس بسيط طول خيطه 1 m بالعلاقة التالية : $\frac{d^2\theta}{dt^2} + 9{,}8\,\theta = 0$. تنقيط 5/

أ. نبض الاهتزازات π rad/s .....

ب. حل هذه المعادلة من الشكل : $\theta(t) = \theta_0 \cos 10\,\pi\, t$ .....

جـ. قيمة الجاذبية في المكان المعتبر $9{,}8\ m/s^2$ .....

د. تكون السرعة الزاوية للنواس عظمى عند المرور بوضع التوازن .....

هـ. ينعدم التسارع الزاوي عند المرور بالفاصلة الزاوية العظمى الموجبة .....

3. نواس مرن أفقي يتألف من جسم (S) كتلته $m = 100\ g$ ونابض ثابت مرونته k. المعادلة الزمنية لحركته هي : $x(t) = 2\cos \pi t$ حيث : $x(cm)$ و$t(s)$. تنقيط 5/

أ. عبارة الدور الذاتي لاهتزازاته الحرة هي $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ .....

ب. الدور الذاتي للاهتزازات يساوي 2 s .....

جـ. قيمة ثابت مرونة النابض هي $k = 10\ N/m$ .....

د. تكون السرعة عند اللحظة $t = 0$ عظمى .....

هـ. تنعدم قوة الإرجاع عند المرور بوضع التوازن .....

4. مكثفة سعتها $C=20\ nF$، شحنت تحت توتر $u = 10\ V$، نفرغها في وشيعة ذاتيتها $L = 0{,}05\ H$ ومقاومتها r. الطاقة الضائعة خلال التفريغ هي 0,1 من الطاقة الابتدائية للمكثفة تنقيط 5/

أ. الطاقة العظمى المخزنة في المكثفة هي : 10^{-6} J .....

ب. تبلغ شدة التيار الكهربائي قيمة عظمى عند بداية عملية التفريغ .....

جـ. تخزن الوشيعة طاقة قدرها 9×10^{-7} J عند نهاية عملية التفريغ .....

د. تفريغ المكثفة في وشيعة يشبه تفريغها في مقاومة .....

هـ. يزداد عدد الاهتزازات إذا ضاعفنا السعة .....

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

5. مهتز كهربائي مثالي يتكون من مكثفة سعتها $C = 10^{-4}\,F$ مشحونة بداية ،وشيعة صافية ذاتيتها $L = 1\,H$.

تنقيط 5

أ. النبض الذاتي للاهتزازات الحاصلة هو : $100\ rad/s$ .....

ب. أول لحظة تنعدم عندها الشحنة هي : $t = 1,57 \times 10^{-2}\,s$ .....

جـ. أول لحظة ينعدم عندها التيار الكهربائي عدا الصفر هي : $t=6,7\times10^{-3}s$ .....

د. للحفاظ على النبض الذاتي للاهتزازات نضاعف السعة إذا ضاعفنا الذاتية .....

هـ. يزداد زمن الاهتزازة الواحدة كلما ازدادت سعة المكثفة .....

6. مهتز ميكانيكي مثالي (جسم،نابض) و مهتز كهربائي (L,C)

تنقيط 5

أ. النبض الذاتي للجملة (جسم،نابض) هو $\omega_0=\sqrt{\frac{m}{k}}$ .....

ب. يزداد تواتر الاهتزازات كلما ازدادت سعة المكثفة .....

جـ. المطابق الميكانيكي للسعة C هو الكتلة m .....

د. المطابق الميكانيكي للذاتية L هو ثابت المرونة k .....

هـ. طاقة كل من الجملتين ثابتة .....

7. يغذي مولد دارة كهربائية R,L,C على التسلسل بتوتر متناوب جيبي.

تنقيط 5

أ. يمثل المولد الجملة المجاوبة والدارة R,L,C الجملة المحرضة .....

ب. تهتز الدارة R,L,C بدور يساوي دور المولد ويساوي الدور الذاتي .....

جـ. عند التجاوب تكون سعة الرنان عظمى .....

د. يعطى معامل جودة الدارة بالعلاقة : $Q = \frac{1}{2\pi\,\Delta N\sqrt{LC}}$ .....

هـ. تزداد قيمة معامل الجودة كلما ازدادت المقاومة .....

8. دارة كهربائية R,L,C على التسلسل حيث $L = 0,5\,H$, $R = 24\,\Omega$ و C متغيرة تغذى بتوتر متناوب جيبي عبارته : $u(t) = 12\sqrt{2}\cos 200\,\pi t$ حيث $u(V)$ ، $t(s)$.

تنقيط 5

أ. الاهتزازات الحاصلة حرة مغذاة .....

ب. قيمة التواتر الذاتي للاهتزازات $100\ Hz$ .....

جـ. تكون سعة المكثفة عند التجاوب $5\,\mu F$ .....

د. الشدة المنتجة للتيار الكهربائي عند التجاوب هي $0,5A$ .....

هـ. عند التجاوب تكون ممانعة الدارة $Z = 24\,\Omega$ .....

مجموع النقاط 40

ملاحظة : إذا تحصلت على أقل من 30 نقطة يجب عليك مراجعة الدرس.

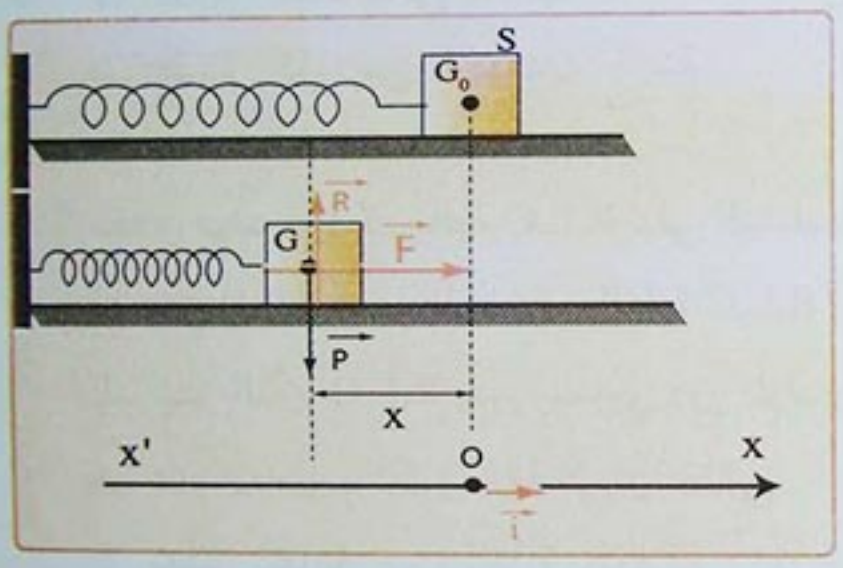
elbassair.net

تمرين 1 :

لدينا نابض ثابت مرونته $k = 10\ N/m$ ، يثبت أحد طرفيه إلى نقطة في جدار شاقولي، وبطرفه الآخر يثبت جسم صلب (S) كتلته $m = 1\ kg$ يستطيع أن يتحرك دون احتكاك على مستو أفقي. نسحب (S) أفقيا" بحيث يضغط النابض بمقدار $2\ cm$ ثم نتركه لحاله دون سرعة ابتدائية عند اللحظة $t = 0$.

1. مثل القوى المؤثرة على الجسم (S).
2. أوجد المعادلة التفاضلية للحركة.
3. أوجد قيمة الدور.
4. أكتب المعادلة الزمنية للحركة $x=f(t)$.
5. أحسب سرعة مروره الأول بوضع التوازن في الاتجاه الموجب.
6. أحسب قيمة قوة الإرجاع عند المرور بالمطال الأعظمي السالب.

الحل :



2. $\vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = m\vec{a}$

بإسقاط العلاقة الشعاعية على المحور $(O, \vec{i})$ نجد :

$$F_x = m\, a_x(t)$$

$$-kx(t) = m\frac{d^2x}{dt^2} \quad \text{ومنه} \quad \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x(t) = 0$$

وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية ومتجانسة.

حل هذه المعادلة التفاضلية هو دالة جيبية بدلالة الزمن من الشكل :

$$x(t) = X\cos(\omega_0 t + \varphi)$$

3. $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ومنه $T_0 = 2\ s$

4. $X_m = 2\ cm$ ، $\omega_0 = \pi\ rad/s$ ، عندما $t = 0$ كانت $x(0) = -2\ cm$

$\cos\varphi = -1$ ومنه $\varphi = \pi$ إذاً $x(t) = 2\cos(\pi t + \pi)$ ..... (cm)

5. حساب السرعة : $v(t) = \frac{dx}{dt} = -\omega_0 X\sin(\omega_0 t + \varphi)$

عند المرور بوضع التوازن :

$x(t) = 0$ ومنه $\cos(\omega_0 t + \varphi) = 0$ ومنه $\sin(\omega_0 t + \varphi) = \pm 1$ ومنه $v(t) = \pm\omega_0 X$

elbassair.net

بما أن المرور يتم في الاتجاه الموجب لذا نأخذ القيمة الموجبة :

$$v = \omega_0 X = \pi \times 0{,}02 = 0{,}062\ 8 \text{ m/s}$$

6. حساب قوة الإرجاع : عند المرور بالمطال الأعظمي السالب يكون :

$$x = -X \quad \text{ومنه} \quad a_G = +\omega_0^2 X \quad (a_G = -\omega_0^2 x)$$

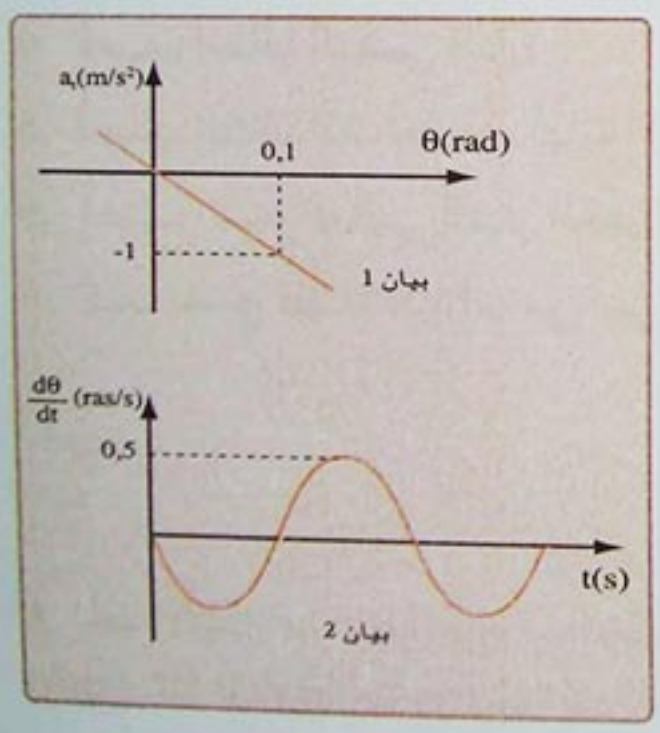
$$\|\vec{F}\| = m\,\|\vec{a}_G\| = 1 \times \pi^2 \times 0{,}02 = 0{,}2 \text{ N}$$

تمرين 2 :

يتألف نواس بسيط من خيط طوله ($\ell = 1$ m) مهمل الكتلة وعديم الامتطاط، وجسم نقطي كتلة (m) . يهتز بسعة صغيرة في مستو شاقولي، يمثل البيان (1) تغيرات (a_t) التسارع المماسي بدلالة الفاصلة الزاوية (θ)، ويمثل البيان (2)تغيرات سرعته الزاوية بدلالة الزمن .

1. عين الشروط الابتدائية للحركة (أي عندما $t = 0$ ما هي فاصلة المتحرك وسرعته) ؟
2. استعن بالبيانين السابقين لإيجاد ω_0 ، θ_0، φ . ثم أكتب المعادلة الزمنية للفاصلة الزاوية.
3. عند المرور بوضع التوازن بلغت قيمة توتر الخيط 1,026 N أحسب قيمة m. نأخذ : $g = 10 \text{ m/s}^2$ ، $\pi^2 = 10$.

الحل :



1. الشروط الابتدائية للحركة :

$$t = 0 \quad \text{ومنه} \quad \frac{d\theta}{dt} = 0 \quad \text{ومنه} \quad \theta(0) = \pm\,\theta_0$$

لكن بعد الانطلاق مباشرة كانت $\frac{d\theta}{dt} < 0 \leftarrow \theta(0) = +\,\theta_0$

ومنه مبدأ الأزمنة ($t = 0$) يوافق لحظة مرور G من المطال الأعظمي الموجب.

2. حساب الثوابت ω_0 ، θ_0 ، φ.

من البيان (1) لدينا : $a_t = -\,10\ \theta$

من الدراسة النظرية لدينا :

$$a_t = \frac{d^2\theta}{dt^2} \times \ell = -\,\omega_0^2 \times \ell \times \theta$$

بالمطابقة بين العبارتين البيانية والنظرية نجد : $-\,\omega_0^2 \times \ell = -\,10$

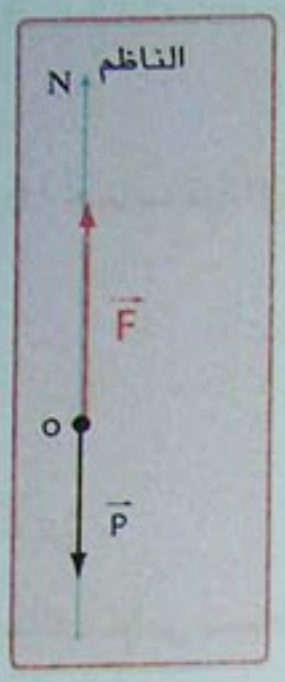
$$\ell = 1 \text{ m} \quad \text{ومنه} \quad \omega_0^2 = 10 \quad \text{ومنه} \quad \omega_0 = \pi \text{ rad/S}$$

من البيان(2) لدينا $\omega_0 . \theta_0 = 0{,}5$ ومنه $\theta_0 = \frac{1}{2\pi} = \frac{\pi}{20}$ (rad)

$$t = 0 \quad \text{ومنه} \quad \theta_0 = \theta(0) \quad \text{ومنه} \quad \theta_0 \cos\varphi = \theta_0 \quad \text{منه} \quad \cos\varphi = 1 \quad \text{ومنه} \quad \varphi = 0$$

elbassair.net

3. حساب قيمة m :



$$\vec{P} + \vec{F} = m\vec{a}$$

بالإسقاط على الناظم ON نجد :

$$P_N + F_N = ma_N \quad \text{ومنه} \quad -mg + F = ma_n$$

$$F = mg + m\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 \ell$$

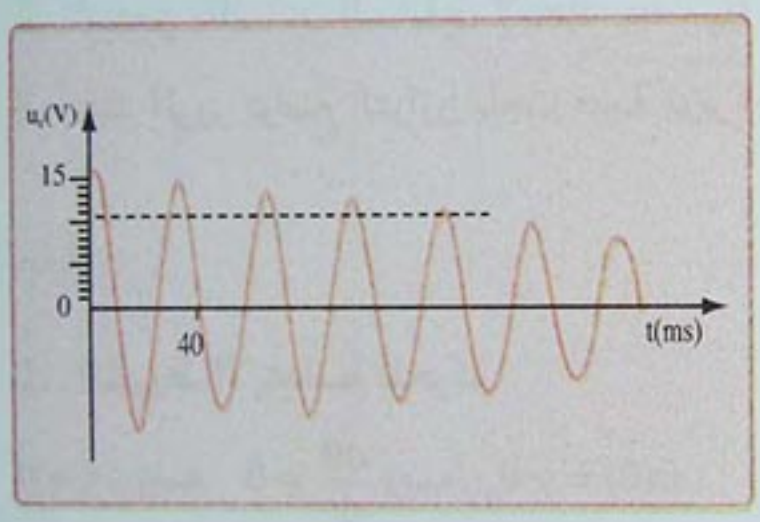
$$F = m(g + \omega_0^2\,\theta_0^2\,\ell) \quad \text{حيث} \quad \left(\theta_0^2 = \frac{10}{400} = \frac{1}{40}\right)$$

$$1{,}026 = m\left(10 + 10 \times \frac{1}{40} \times 1\right)$$

$$m = 0{,}1 \text{ kg}$$

تمرين 3 :

جزء من دارة كهربائية يضم على التسلسل : مكثفة سعتها $C = 10^{-4}F$ ، شحنت تحت توتر قدره 15 V ، وشيعة ذاتيتها L ومقاومتها الداخلية مهملة، ومعدلة تتغير قيمتها ما بين 0 Ω و 1 000 Ω. نأخذ $R = 100\ \Omega$ ، ونتابع تغيرات التوتر بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن فنحصل على البيان التالي :



1. ما هو نمط الاهتزازات ؟ علل.
2. عين قيمة شبه دور الاهتزازات.
3. أحسب ذاتية الوشيعة باعتبار الدور يقترب من الدور الذاتي.
4. أحسب الطاقة العظمى للدارة .
5. أحسب الطاقة الضائعة عند نهاية الاهتزازة الرابعة .
6. أحسب الشدة العظمى للتيار الكهربائي.
8. كيف يصبح نمط الاهتزازات من أجل $R = 0$ ثم $R = 500\ \Omega$ ؟

الحل :

1. نمط الاهتزازات : حرة خامدة .التعليل:بما أن الجملة المهتزة (R,L,C) لا تتلقى طاقة من الوسط الخارجي أثناء الاهتزاز لذا فالاهتزازات حرة .وبما أن الدارة تحتوي على مقاومة لذلك يوجد مصدر أساسي لتبديد الطاقة على شكل تحويل حراري فالاهتزازات تكون خامدة .
2. من البيان لدينا: $T = 32$ ms ومنه $\frac{5T}{4} = 40$ ms .
3. $T = 2\pi\sqrt{LC} = 0{,}032$ s ومنه $L = 0{,}26$ H .
4. $E_{(C)max} = \frac{1}{2}u^2_{c(max)} \times C = \frac{1}{2}(15)^2 \times 10^{-4} = 11{,}25 \times 10^{-3}$ J
5. عند نهاية الاهتزازة الرابعة يكون : $u_c(t) = 11$ V (أنظر البيان).

$E_{(C)} = \frac{1}{2}u_c^2 \times C = \frac{1}{2}(11)^2 \times 10^{-4} = 6{,}1 \times 10^{-4}$J . ومنه الطاقة الضائعة : $E' = 10{,}64 \times 10^{-3}$ J

elbassair.net

6. $E_{max} = \frac{1}{2} L I_0^2 = 11{,}25 \times 10^{-3}\ J$

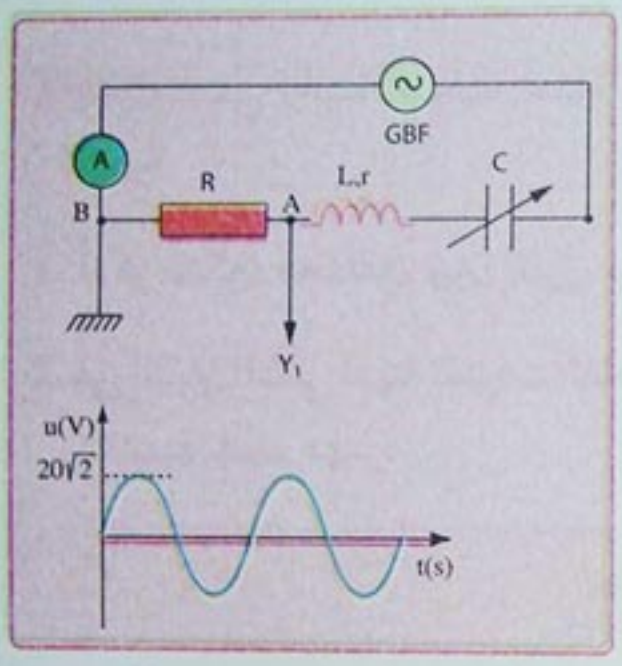
$$I_0^2 = \frac{2E_{max}}{L} = 2 \times 11{,}25 \times 10^{-3} / 0{,}26 = 86{,}53 \times 10^{-3}$$

$$I_0 = 0{,}29A$$

8. من أجل $R = O\ \Omega$ تصبح الدارة مثالية بالتالي الاهتزازات حرة دورية غير خامدة ، كلما زادت قيمة المقاومة زاد خمود الاهتزازات حتى إذا بلغت قيمة كبيرة زالت من أجلها الاهتزازات وأصبح نظام الدارة حرجا فمن أجل $R = 500\ \Omega$ يصبح البيان $u_c(t)$ لا دوري.

تمرين 4 :

جزء من دارة كهربائية تضم على التسلسل ناقل أومي مقاومته $R = 10\ \Omega$ وشيعة $(L = 1\ H, r)$ ومكثفة سعتها C متغيرة، تغذى الدارة بتوتر متناوب جيبي عبارته : $u = 5\,0\sqrt{2}\sin(100t + \varphi)$ حيث : $u(v)$ ، $t(S)$.



نصل طرفي المقاومة إلى راسم اهتزازات فيظهر على شاشته البيان $u(R)$.

1. ماذا يقيس جهاز الأمبير في الدارة ؟
2. أحسب I_{eff} (الشدة المنتجة للتيار).
3. أحسب ممانعة الدارة Z.
4. إذا علمت أن استطاعة التحويل الحراري الضائعة بالدارة $p = 60\ W$ ، عين r المقاومة الداخلية للوشيعة.
5. نغير سعة المكثفة حتى يشير مقياس الأمبير إلى قيمة عظمى يبدأ بعدها بالتناقص .

أ.ما هي الحالة الكهربائية للدارة عندما تكون الشدة المنتجة للتيار الكهربائي عظمى؟

ب.أحسب سعة المكثفة في هذه الحالة.

الحل :

1. في حالة دارة مغذاة بتيار متناوب جيبي يقيس كل من الفولط متر والأمبير متر القيم المنتجة للتوتر والتيار على الترتيب.
2. من البيان لدينا :

$u_{0(R)} = 20\sqrt{2} = RI_0$ ومنه $20\sqrt{2} = 10\ I_0$ ومنه $I_0 = 2\sqrt{2}\ A$ لكن : $I_{eff} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 2\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 2\ A$

3. $Z = U_0/I_0 = 50\sqrt{2}/2\sqrt{2} = 25\ \Omega$
4. $P = (R + r)\, I^2_{(eff)}$; $60 = (10 + r)4 \rightarrow 10 + r = 15 \rightarrow r = 5\ \Omega$
5. أ. بما أن شدة التيار الذي يجتاز الدارة عظمى إذا ممانعة الدارة في هذه الحالة تكون صغرى، وتساوي المقاومة الأومية المكافئة للدارة.

الدارة في حالة تجاوب كهربائي، لأن

ب. عند التجاوب الكهربائي يتحقق : النبض الذاتي للمولد = النبض الذاتي للدارة R,L,C المهتزة أي : $\omega_{0(\text{مولد})} = \omega_{0(\text{دارة})}$

ومنه $C = 10^{-4}\ F$ ومنه $100 = \frac{1}{\sqrt{1 \times C}}$ ومنه $100 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

elbassair.net

1. الاهتزازات الميكانيكية الحرة

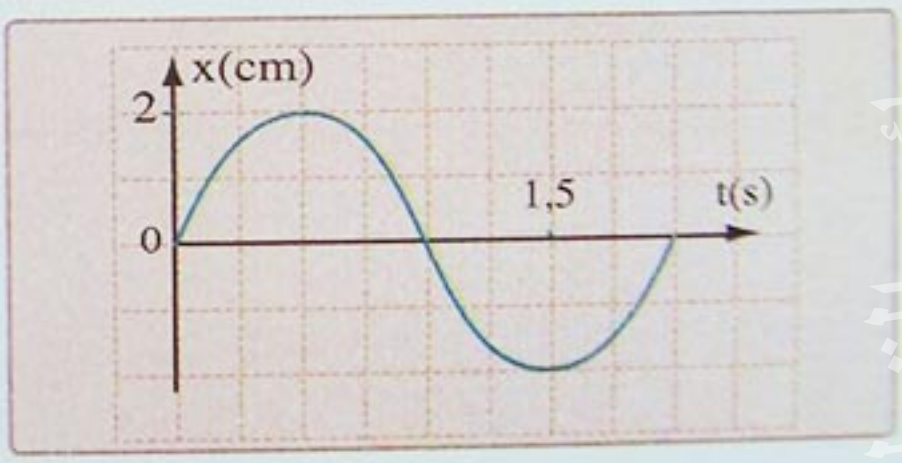
★1 يتألف نواس مرن أفقي من نابض مرن مهمل الكتلة حلقاته غير متلاصقة وجسم (S) كتلته m =1 kg تتميز حركته بالمعادلة التفاضلية التالية :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 100\, x(t) = 0$$

1. هل الاهتزازات الحاصلة حرة ؟ لماذا ؟
2. أحسب نبض الاهتزازات .
3. أحسب قيمة ثابت مرونة النابض .

★2 في الحياة اليومية أمثلة كثيرة عن الجمل المهتزة.

1. أذكر مثالين مختلفين وبين الفرق بينهما .
2. في البيان التالي لدينا تغيرات الفاصلة بدلالة الزمن بالنسبة لجسم مهتز.



حدد من أجل هذا المهتز :

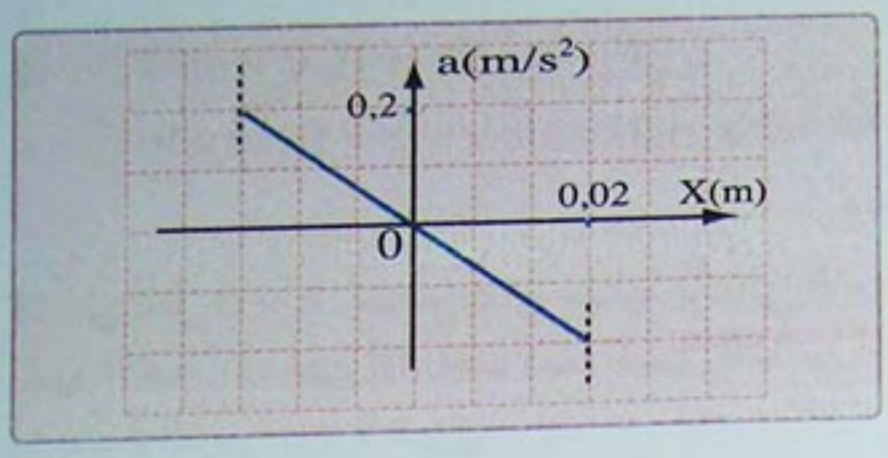
أ. سعة الحركة.

ب. الدور.

جـ. التواتر.

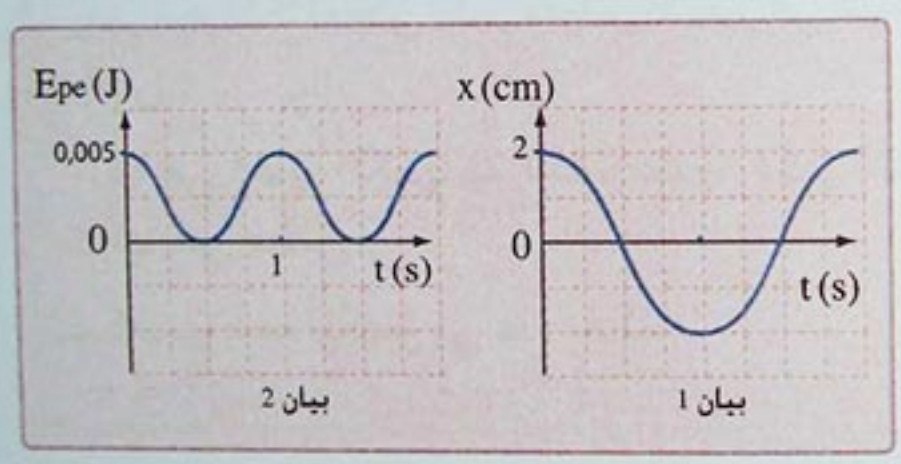
د. السرعة العظمى.

★3 ينتقل جسم صلب على خط مستقيم، يمثل البيان التالي تغيرات تسارع حركته (a) بدلالة الفاصلة (x) :



1. بين أن الجسم يهتز بحرية دون إخماد .
2. أحسب دور اهتزازاته .
3. عند اللحظة t = 0 كانت فاصلة المتحرك عظمى موجبة مثل تغيرات تسارع حركته بدلالة الزمن.

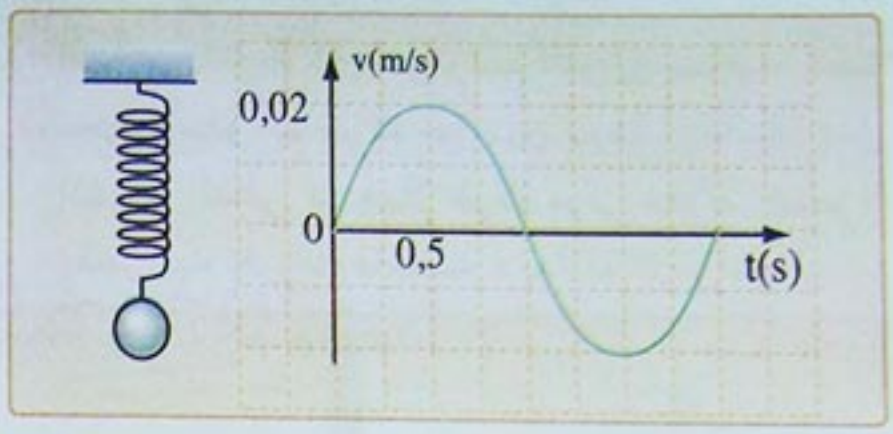
★★4 يتألف نواس مرن أفقي من نابض مرن مهمل الكتلة حلقاته غير متلاصقة وجسم (S) كتلته m. يمثل البيان (1) تغيرات فاصلة مركز عطالة الجسم أثناء حركته x = f(t) ويمثل البيان (2) تغيرات الطاقة الكامنة المرونية $E_{pe} = f(t)$.



1. أوجد المعادلة التفاضلية للحركة.
2. أكتب المعادلة الزمنية للحركة.
3. عبر عن الطاقة الكامنة المرونية بدلالة (t).
4. أوجد قيمتي : m,k.

★★5 يتألف نواس مرن شاقولي من نابض مرن ثابت مرونته (k) حلقاته غير متلاصقة مهمل الكتلة وجسم (S) كتلته m = 200 g . يمثل البيان التالي تغيرات سرعة مركز عطالة الجسم (S) بدلالة الزمن.

elbassair.net



1. من البيان عين اللحظة التي من أجلها يكون التسارع أعظميا موجبا ثم أوجد قيمته .

2. بين أن الطاقة الحركية العظمى للكتلة (m) هي 4×10^{-5} J.

3. مثل تغيرات الطاقة الحركية Ec (t) بدلالة الزمن t.

4. أوجد قيمة k .

★★6 نواس بسيط طول خيطه $\ell = 1{,}0$ m ، يهتز بحرية بسعة قدرها 10 cm وبدورقدره 2,0 s.

1. هل الاهتزازات الحاصلة صغيرة السعة ؟

2. ما هو تواتر الاهتزازات ؟

3. ما هي قيمة الجاذبية الأرضية في مكان التجربة؟

4. حدد الوضع الذي تكون عنده السرعة عظمى؟

5. عين الفاصلة الزاوية التي يكون عندها التسارع الزاوي أعظميا موجبا.

6. مثل تغيرات التسارع الزاوي بدلالة الفاصلة الزاوية θ.

★★7 يتألف نواس بسيط من خيط طوله (ℓ) يحمل جسما نقطيا كتلة (m) .

1. عرف دور النواس البسيط .

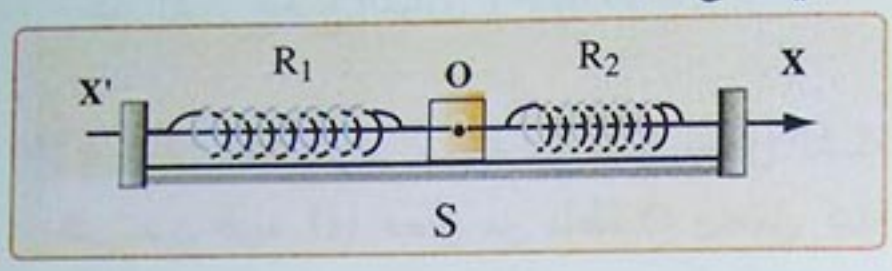
2. إذاكانت عبارة الدور بدلالة المقادير ℓ, m, k معطاة بالعلاقة التالية: $T = k\, m^{x} \ell^{y} g^{z}$

حيث k ثابت، و g تسارع الجاذبية الأرضية .

عين كلا من x ,y ,z ؟ ماذا تستنتج ؟

3. إذا كانت قيمة الدور 2 s من أجل $\ell = 1$ m عين قيمة g في مكان التجربة.

★★8 في الشكل التالي، لدينا نابضان مرنان (R_1، R_2) مهملا الكتلة حلقاتهما غير متلاصقة،ثابتا مرونتهما على الترتيب $k_2 = 50$ N/m ، $k_1 = 40$ N/m يشدان جسماً صلباً (S) كتلته m = 400g بإمكانه أن ينزلق دون احتكاك على مستو أفقي. النابضان في وضع الراحة .



نزيح الجسم (S) عن وضع توازنه في الاتجاه الموجب للمحور (x'ox) بمقدار 2 cm ثم نتركه لحاله دون سرعة ابتدائية.

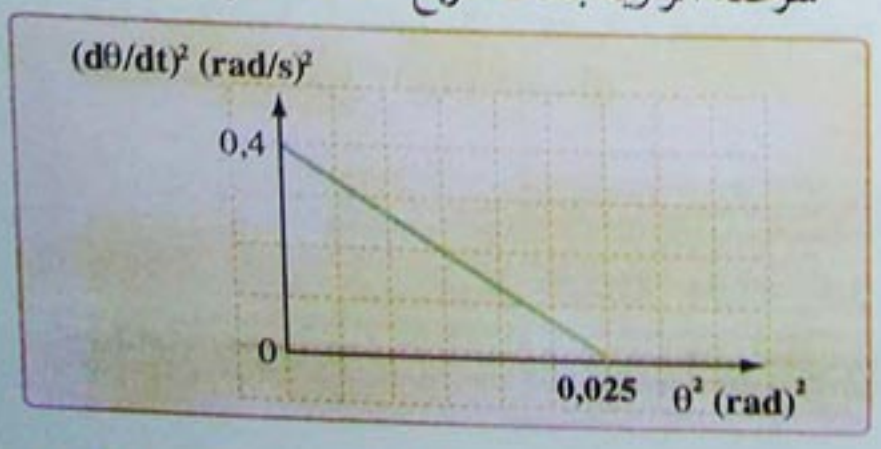
1. أوجد المعادلة التفاضلية للجملة المهتزة.

2. أكتب عبارة الدور وأوجد قيمته.

3. عند اللحظة $t_0 = 0$ يمر الجسم (S) من وضع التوازن في الاتجاه الموجب، أكتب المعادلة الزمنية لحركته $x = f(t)$.

4. أحسب قيمة سرعته عند اللحظة t_0 واستنتج قيمة سرعته عند اللحظتين $t_1 = \frac{T}{4}$ ، $t_2 = \frac{T}{2}$.

★★★9 يتألف نواس بسيط من خيط طوله (ℓ) يحمل كتلة نقطية (m) . يمثل البيان التالي تغيرات مربع سرعته الزاوية بدلالة مربع الفاصلة الزاوية (θ^2).



elbassair.net

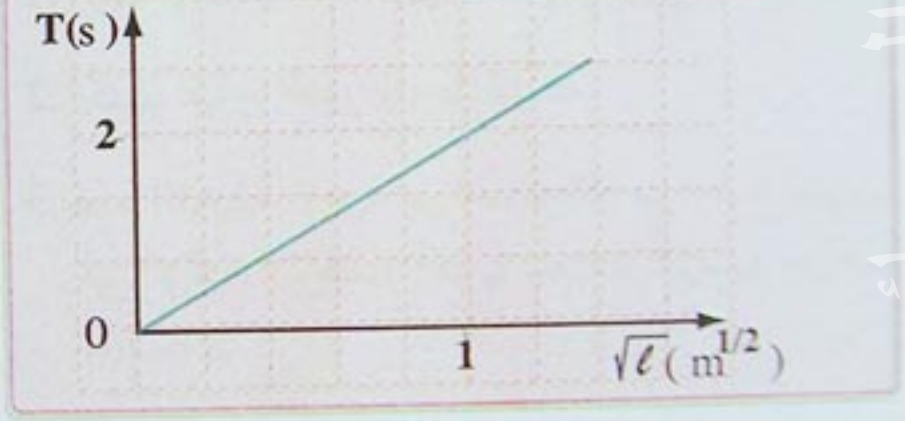
1. بين أن اهتزازات النواس حرة غير خامدة وذلك اعتمادا على البيان.

2. أحسب دور الاهتزازات .

3. أحسب السعة الزاوية θ و ℓ.

4. نزيح النواس عن وضع توازنه بزاوية $\theta = 30°$ ثم نتركه لحاله دون سرعة ابتدائية ،أحسب سرعة كتلته عند المرور بوضع التوازن ، $g = 10\ m/s^2$.

10 ★★★ يتألف نواس بسيط من خيط مهمل الكتلة غير مرن طوله (ℓ) معلق من نقطة O ويحمل كتلة نقطية ($m = 50g$) . نزيح الجملة عن وضع التوازن بسعة زاوية صغيرة (θ_0) ونتركها لحالها دون سرعة ابتدائية ومن أجل عدة قيم لـ(ℓ) نقيس دور الحركة الناتجة ثم نرسم البيان $T = f(\sqrt{\ell})$ فنحصل على البيان التالي :



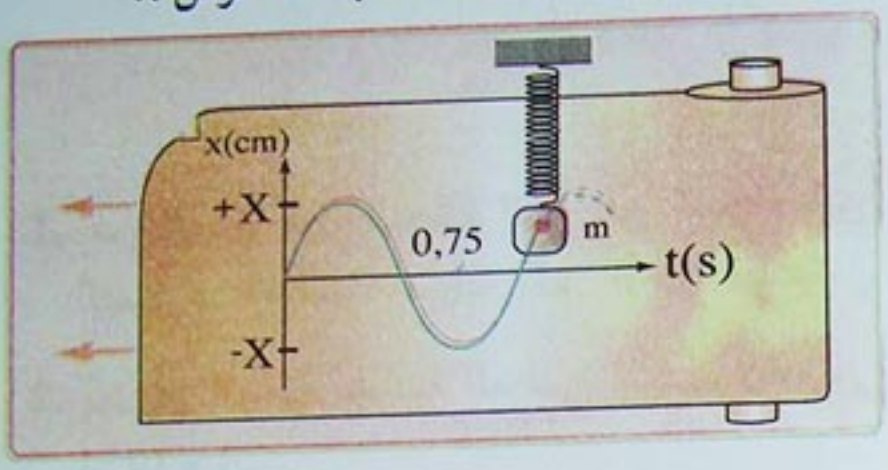
1. أكتب العبارة البيانية .

2. من الدراسة الطاقوية أوجد عبارة الدور.

3. استنتج مما سبق قيمة g في مكان التجربة .

4. نستعمل هذا النواس بطول ($\ell = 1m$) ونزيحه عن وضع التوازن بزاوية ($\alpha = 60°$) ونتركه لحاله دون سرعة ابتدائية .أحسب a ، a_t ، a_n ، عندما يصنع الخيط مع الشاقول زاوية ($\beta = 30°$) .

11 ★★★ نابض مرن مهمل الكتلة حلقاته غير متلاصقة معلق رأسياً، ثابت مرونته (k) .نعلق به جسماً صلباً (S) كتلته (m) فيستطيل بمقدار $\Delta\ell$ عند التوازن . نزيح (S) عن وضع التوازن بسحبه رأسياً نحو الأسفل ثم نتركه حراً دون سرعة ابتدائية. يمثل الشكل التالي تسجيلاً لحركة مركز عطالة الجسم S يظهر فيه تغيرات فاصلته x بدلالة الزمن t.



1. عبر عن $\Delta\ell$ عند التوازن بدلالة k، g، m .

2. بين أن حركة مركز عطالة الجسم (S) مستقيمة جيبية.

3. أكتب عبارة دور حركته وأوجد قيمته.

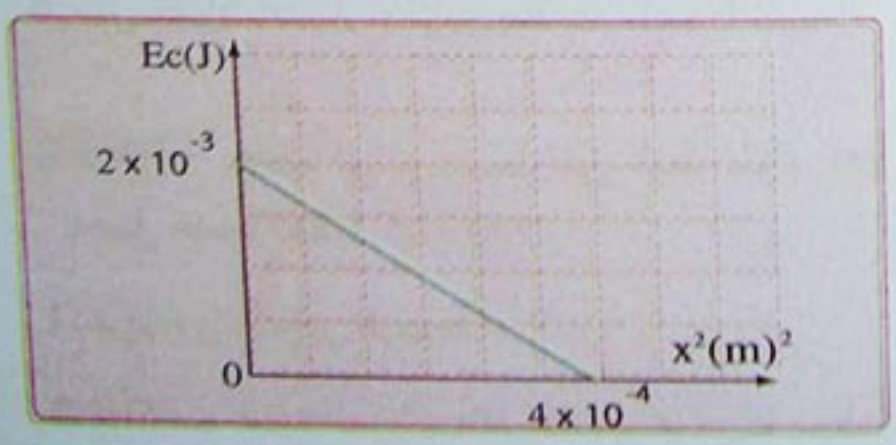
4. بين أن الطاقة الحركية للجسم (S) تعطى بالعلاقة :

$$E_c = \frac{1}{2}m\omega^2 (X^2 - x^2(t))$$

5. يمثل البيان التالي تغيرات الطاقة الحركية بدلالة مربع فاصلة مركز عطالة الجسم S أثناء حركته.

استعن بالبيانين لإيجاد : φ (الصفحة الابتدائية) X، m ، k .

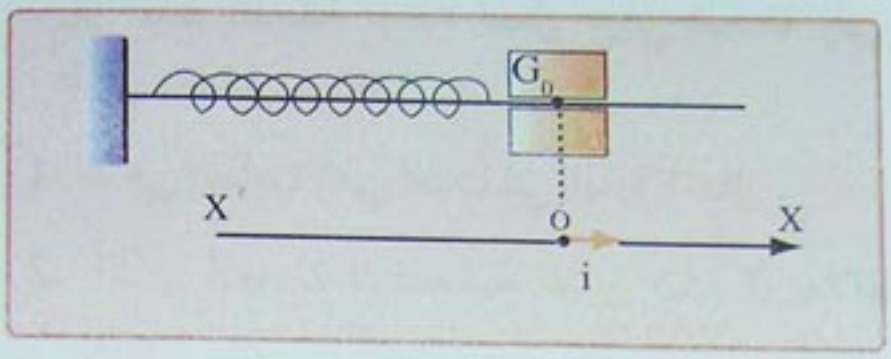
6. أحسب سرعة مركز عطالة الجسم S عند المرور بنقطة فاصلتها 1cm بالاتجاه الموجب.



12 ★★★ مهتز ميكانيكي يتكون من جسم صلب (S) كتلته (m = 100 g)، مركز عطالته G، بإمكانه الحركة على ساق أفقية،ونابض مرن حلقاته غير متلاصقة، ثابت

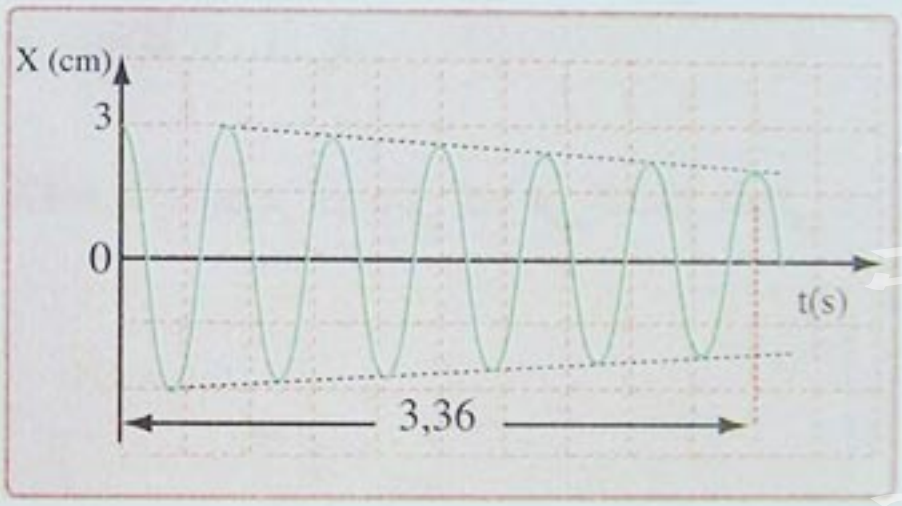
elbassair.net

مرونته k=13N/m كتلته مهملة أمام m.



عند اللحظة t = 0 يكون في حالة توازن ويكون G منطبقاً على النقطة O (مبدأ الفواصل). عند لحظة t تمر النقطة G من نقطة فاصلتها x بسرعة v.

بواسطة تجهيز خاص يمكن متابعة تغيرات الفاصلة x بدلالة الزمن t، نحصل على البيان التالي :



I. الدراسة البيانية :

1. ما هو نمط الاهتزازات؟
2. أحسب قيمة شبه الدور T للاهتزازات ؟
3. ما هي قيمة الفاصلة x عند اللحظات التالية.
$t_0 = 0$ ، $t = T$ ، $t_2 = 5T$

II. دراسة طاقوية :

1. أكتب عبارة الطاقة للجملة (نابض، جسم S) بدلالة m ، k ، x ، v .
2. أحسب قيمة الطاقة للمهتز عند اللحظات السابقة .
3. قارن بين القيم المتحصل عليها، ما هو سبب التغير في طاقة الجملة؟

4. أحسب سرعة مرور الجسم لأول مرة من وضع التوازن.

III. الدراسة التحريكية : (نهمل الاحتكاك)

1. مثل القوة المؤثرة على الجسم S في لحظة ما.
2. بتطبيق قانون نيوتن الثاني بين أن المعادلة التفاضلية للحركة هي من الشكل التالي :

$m\frac{d^2x}{dt^2} + kx(t) = 0$ وحلها هو: $x(t) = X\cos(\omega_0 t + \varphi)$

3. عبر عن T_0 بدلالة m ، k .
4. بين أن عبارة الدور الذاتي T_0 متجانسة مع الزمن.
5. أحسب قيمة T_0 وقارن النتيجة مع قيمة T ثم أحسب الدقة في القياس.

2. الاهتزازات الحرة لجملة الكهربائية

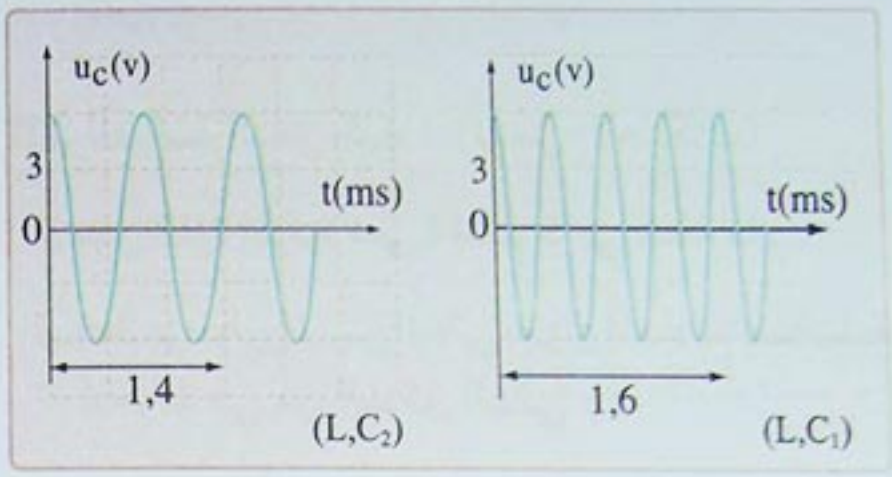
★13 تشحن مكثفة سعتها C = 20 nF تحت توتر قيمته u = 10 V، نفرغ هذه المكثفة في وشيعة ذاتيتها L = 0,05 H ومقاومتها الداخلية r. الطاقة الضائعة خلال عملية التفريغ تعادل $\frac{1}{6}$ الطاقة الابتدائية المخزنة في المكثفة .

1. متى تكون شدة التيار عظمى خلال التفريغ ؟
2. أحسب الشدة العظمى للتيار الكهربائي(I_{max}).
3. في أية لحظة يكون $i = I_{max}$ ؟

★★14 تحتوي دارة كهربائية (1) على التسلسل مكثفة سعتها $C_1 = 0,1\ \mu F$ وشيعة (L,r = 0)، وتحتوي دارة كهربائية (2) على التسلسل مكثفة سعتها C_2 مجهولة، ونفس الوشيعة (L,r = 0) في كلتا الحالتين تكون المكثفة مشحونة عندما نصل طرفيها إلى طرفي الوشيعة عند اللحظة (t = 0). حتى نتابع تطور التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة نستعمل

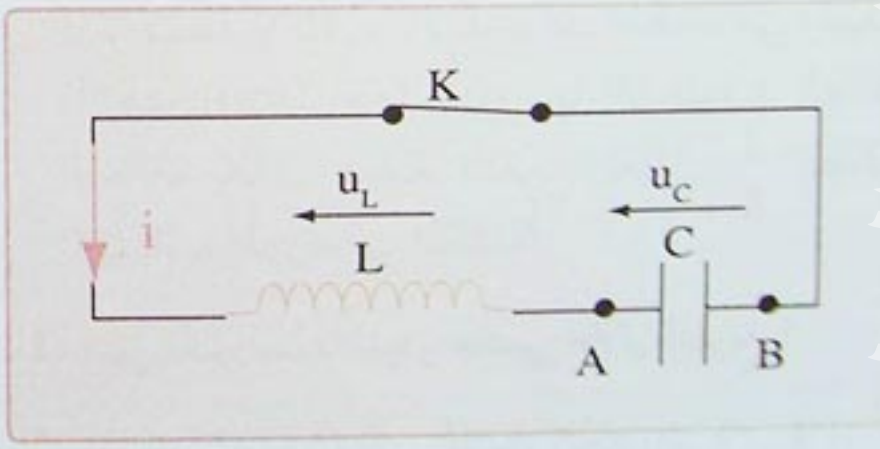
elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

راسم اهتزازات فنحصل على البيانيين التاليين.



1. أحسب قيمتي L و C_2.
2. كيف تؤثر السعة على دور الاهتزازات ؟
3. أحسب قيمة طاقة كل من الجملتين المهتزتين.
4. أحسب القيمة العظمى لشدة التيار الكهربائي في كل حالة.

15 ★★ تضم دارة كهربائية على التسلسل وشيعة صافية (L = 100 mH , r = 0) ومكثفة سعتها C = 10 μF مشحونة بداية كما بالشكل :



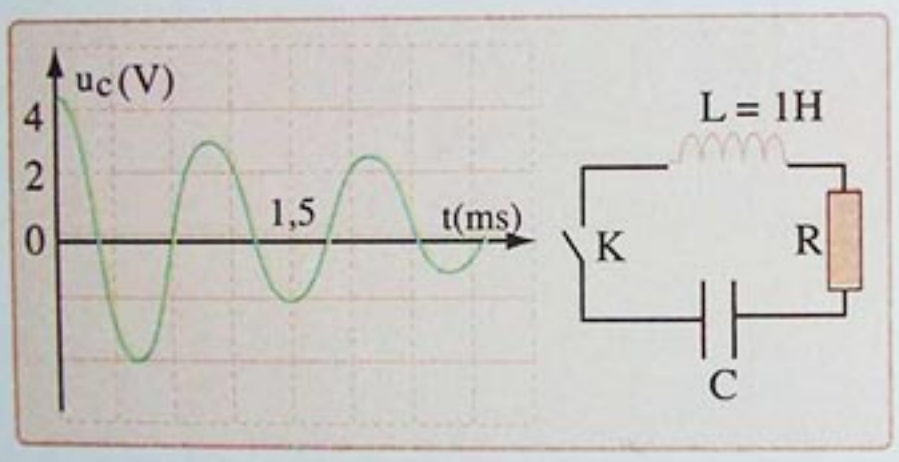
نغلق القاطعة فتتفرغ المكثفة في الوشيعة بشكل دوري .

1. ما هي الظاهرة التي تحدث في الدارة ؟
2. أكتب المعادلة التفاضلية للدارة بدلالة الشحنة q_A المحمولة على اللبوس A .
3. أكتب العبارة الحرفية للدور الذاتي للاهتزازات T_0 ثم أحسب قيمته العددية .

16 ★★ مكثفة سعتها C مشحونة بداية تحت توتر U_0. عند اللحظة t = 0 نصل طرفي المكثفة إلى طرفي وشيعة (L ,r).

1. ما هي الظاهرة التي تحدث في الدارة ؟ علل .
2. أكتب المعادلة التفاضلية للدارة (L,r,C) بدلالة $u_c(t)$.
3. إذا اعتبرنا r = 0 كيف يصبح شكل المعادلة التفاضلية ؟ وما هو حلها ؟.
4. أكتب عبارتي الطاقة المخزنة في المكثفة والطاقة المتولدة في الوشيعة .
5. عبر عن التوتر الأعظمي بين لبوسي المكثفة U_m بدلالة I_m , L , C.

17 ★★ مهتز كهربائي كما في الشكل التالي :

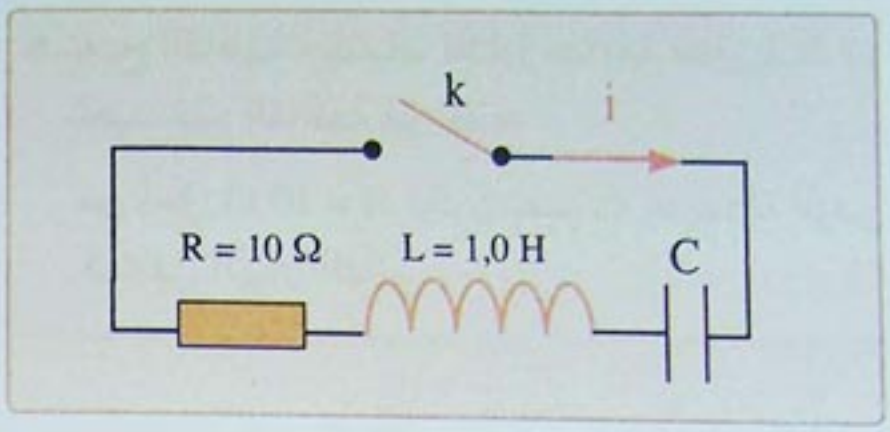


المكثفة بداية مشحونة، عند اللحظة t = 0 نغلق القاطعة ونتابع في البيان المرافق تغيرات التوتر الكهربائي $u_c(t)$ بين طرفي المكثفة.

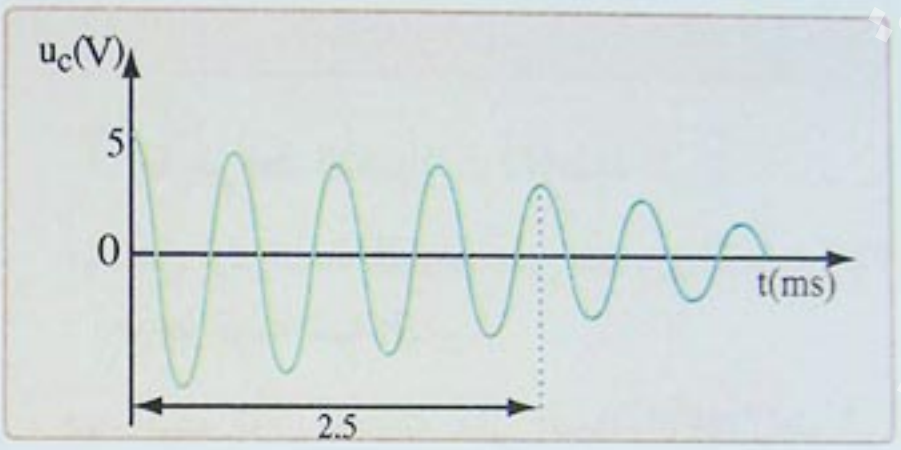
1. عين قيمة شبه دور الاهتزازات.
2. أحسب سعة المكثفة.
3. أحسب الطاقة الابتدائية المخزنة في المكثفة.
4. أحسب الطاقة المخزنة في الوشيعة عند اللحظة $t = \frac{3}{4}T$.

18 ★★ دارة كهربائية R,L,C على التسلسل كما بالشكل :

elbassair.net



المكثفة مشحونة بداية. نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$، ونتابع تغيرات $u_c(t)$ فنحصل على البيان التالي :



1. ما طبيعة الاهتزازات في الدارة ؟ علل.

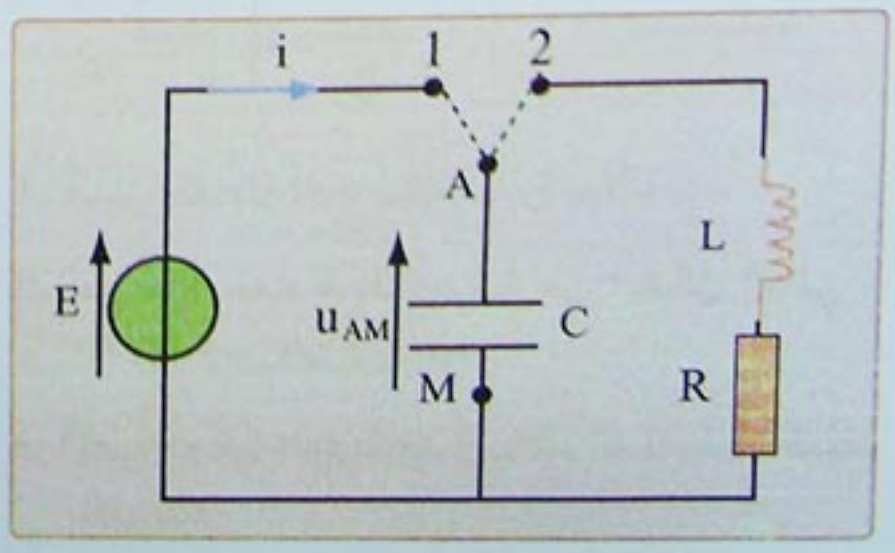
2. عين قيمة شبه دور الاهتزازات.

3. أحسب سعة المكثفة .

4. أحسب الطاقة الابتدائية المخزنة في المكثفة .

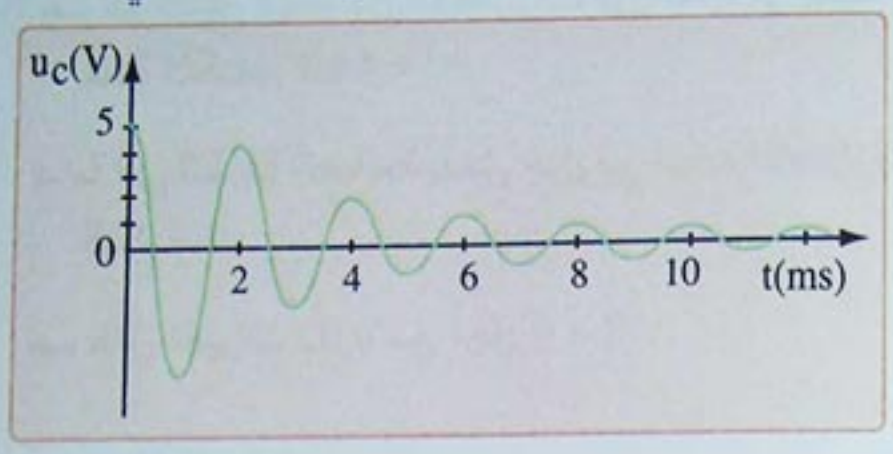
5. عين الطاقة المتولدة في الوشيعة عند اللحظة $t = \frac{T}{4}$.

19 ★★ في الدارة التالية لدينا : مكثفة سعتها $C = 1\mu F$ فارغة في البداية، وشيعة $(L, r = 0)$. $R = 20\ \Omega$ ، مولد لتوتر ثابت $(E = 5\ V)$



1. نضع البادلة في الوضع 1 لمدة زمنية قدرها 1ms على الأكثر. أحسب الطاقة المخزنة في المكثفة.

2. عند اللحظة $t = 0$ نقلب البادلة للوضع 2 ونسجل تغيرات $u_c(t)$ نحصل على البيان التالي :

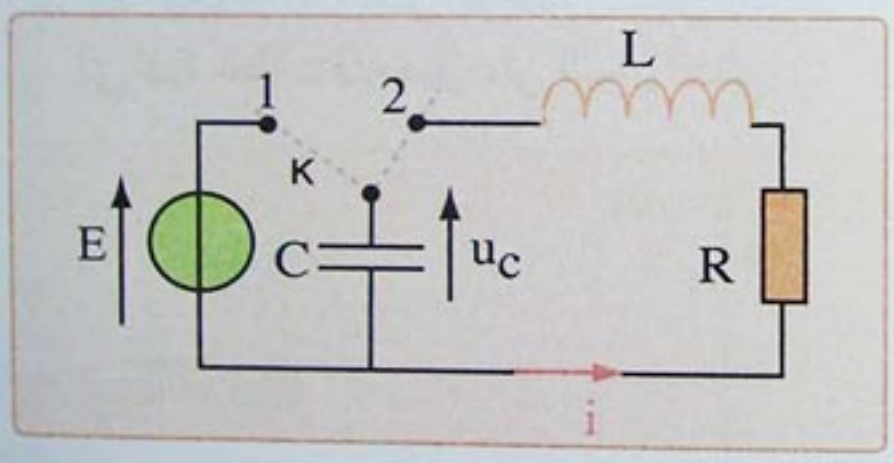


أحسب قيمة ذاتية الوشيعة .

3. نستبدل المولد بآخر قوته المحركة الكهربائية $E = 10\ V$ كم تصبح قيمة تواتر الاهتزازات ؟

20 ★★ في المخطط التالي لدينا :

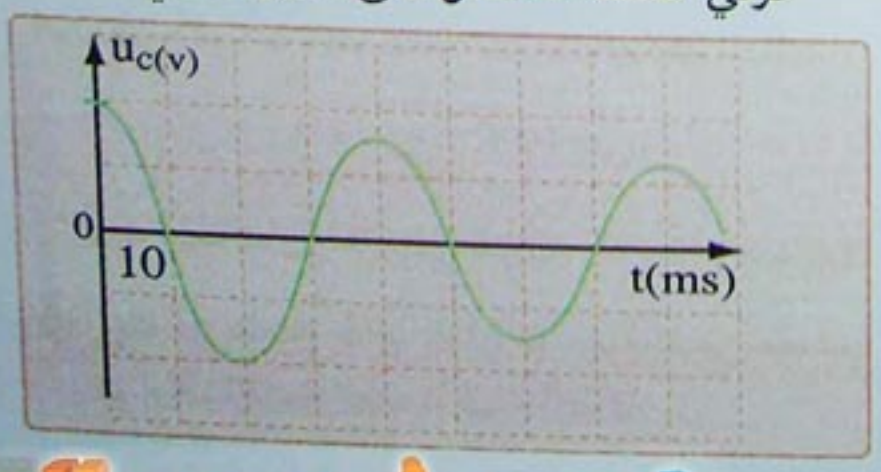
$E = 10\ V$. $C = 1,0\ mF$.



- البادلة في الوضع 1.

1. ما هي الظاهرة التي تحدث في الدارة ؟

2. نقلب البادلة إلى الوضع 2 ونتابع تغيرات التوتر بين طرفي المكثفة فنحصل على البيان التالي :



elbassair.net

أ. فسر البيان.

ب. إن دور الاهتزازات الحاصلة قريب من دور الاهتزازات الحرة غير الخامدة . أحسب قيمة L .

جـ. كم تصبح قيمة دور الاهتزازات في الدارة لو جعلنا سعة المكثفة C = 4 mF .

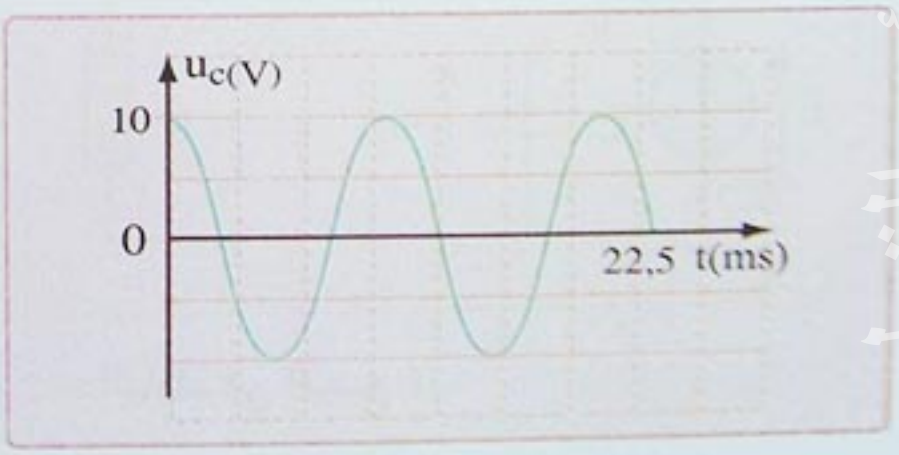
د. ما هي الطاقة الضائعة بفعل جول في نهاية الاهتزازة الثانية ؟

هـ. مثل تغيرات $u_c(t)$ من أجل R = 0 .

21 ★★ يتألف مهتز كهربائي مثالي من وشيعة ذاتيتها L مقاومتها الداخلية مهملة، مكثفة سعتها C = 22 μF ، قاطعة، أسلاك توصيل، مقياس فولط لمتابعة التوتر بين طرفي المكثفة $u_c(t) = u_{AB}$ حيث $i_{AB} > 0$.

1. حقق الدارة .

2. عند اللحظة t = 0 نغلق القاطعة ونسجل تغيرات u_c في عدة لحظات فنحصل على البيان التالي :



أكتب العلاقة بين شدة التيار المار بالدارة والتوتر u_c.

3. ما هو نمط الاهتزازات الحاصلة؟ علل .

4. تعطى المعادلة التفاضلية للدارة بالعلاقة التالية :

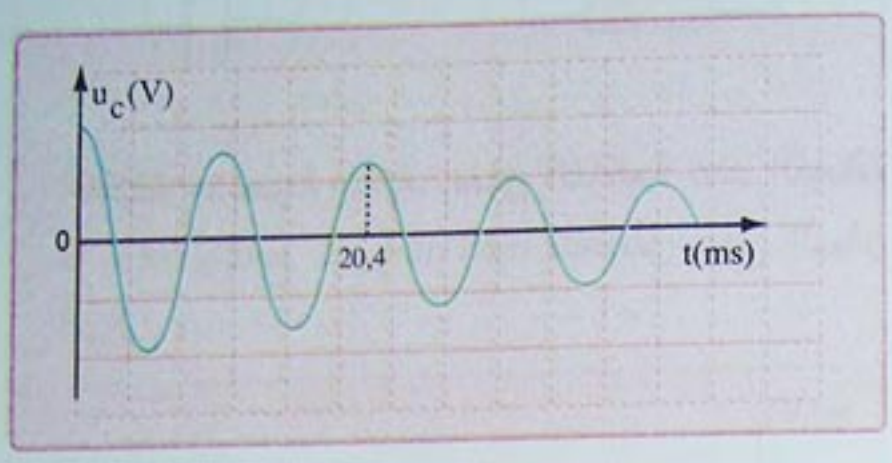
$$u_c(t) + LC\frac{d^2u_c}{dt^2} = 0$$

أوجد قيمة الدور الذاتي للاهتزازات الحاصلة واحسب L.

5. أثبت أن مشتق طاقة الدارة بالنسبة للزمن معدوم. ثم أوجد القيمة العددية لهذه الطاقة .

6. نفتح القاطعة ونضيف للدارة مقاومة متغيرة R ثم نعيد غلق القاطعة من جديد .

من أجل R = 10 Ω تكون تغيرات u_c بدلالة الزمن كما في البيان التالي :



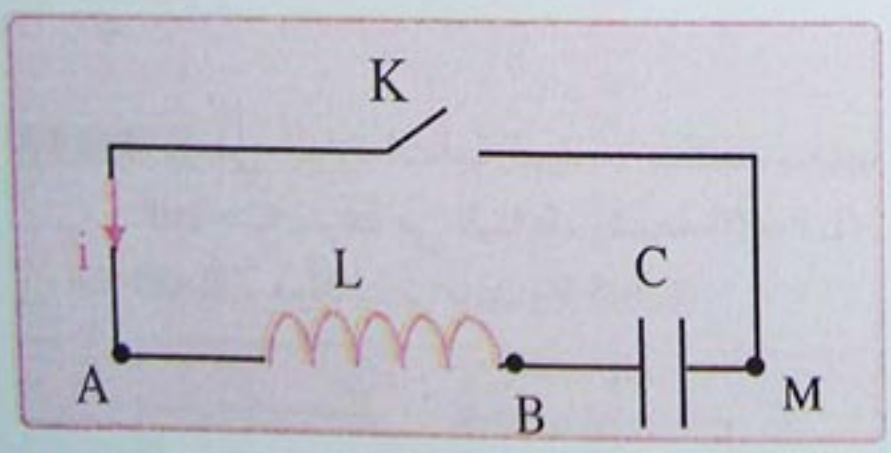
أ. ما هو نمط الاهتزازات الحاصلة ؟

ب. هل تؤثر قيمة المقاومة على شبه دور الاهتزازات؟ أوجد قيمة شبه الدور.

ب. كيف تؤثر المقاومة على طبيعة الاهتزازات ؟

جـ. أحسب القيمة العظمى لشدة التيار الكهربائي المار بالدارة.

22 ★★ تضم دارة على التسلسل وشيعة (L = 1,0 H ; r = 0) مكثفة سعتها (C = 22 mF) تم شحنها تحت توتر ثابت (E = 3,0 V) .
عند اللحظة t = 0 نغلق القاطعة .



1. أسس المعادلة التفاضلية للدارة بدلالة q .

2. حل هذه المعادلة التفاضلية من الشكل التالي : $q(t) = a\cos bt$ عين a,b

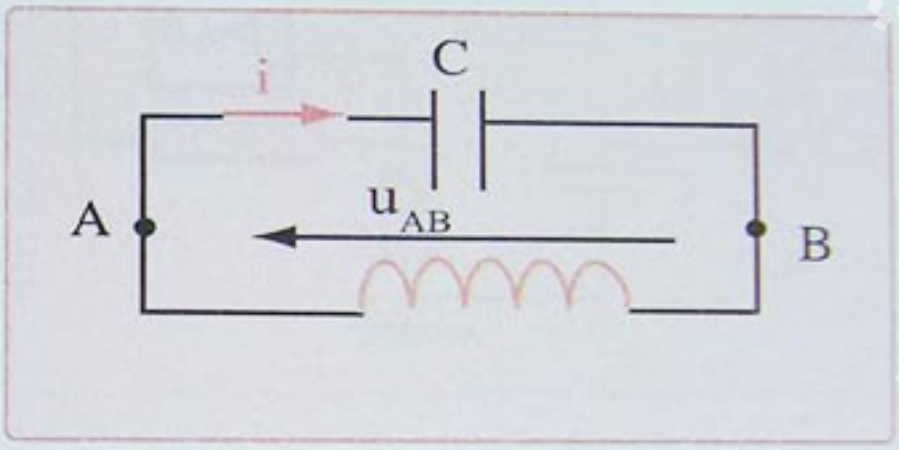
3. أكتب العبارة الحرفية للدور بدلالة L,C. وأوجد قيمته العددية.

elbassair.net

4. أوجد قيمة شدة التيار الكهربائي I_0 .

5. مثل تغيرات شدة التيار i(t) والشحنة q(t) بدلالة الزمن ؟

★★23 مكثفة سعتها $C = 1,0 \times 10^{-9}\ F$ شحنت تحت توتر ثابت $u_{AB} = U_0 = 2,0V$. عند اللحظة $t = 0$ نربطها مع وشيعة مقاومتها مهملة وذاتيتها $L = 0,10\ H$. عند اللحظة $t = 0$ تكون شدة التيار الكهربائي المار في الدارة LC معدومة .



1. أنشئ المعادلة التفاضلية بدلالة q_A شحنة اللبوس A.

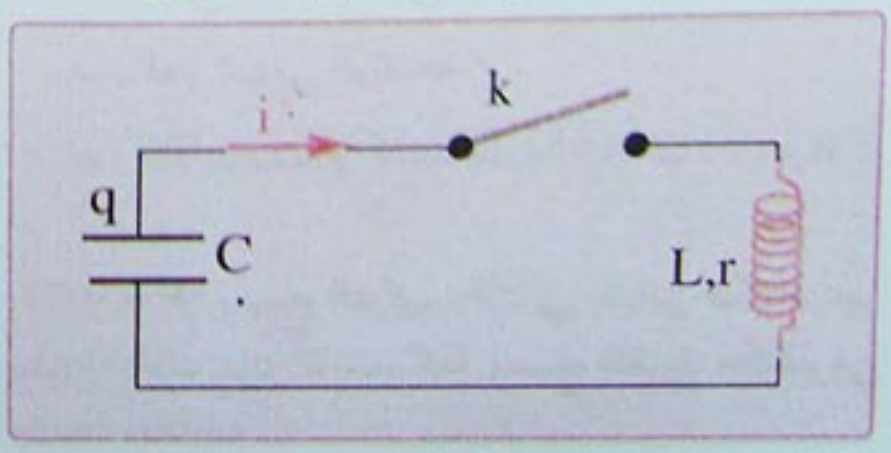
2. عبر عن كل من q_A و u_{AB} و i بدلالة الزمن.

3. أحسب الدور الذاتي T_0 للاهتزازات الحاصلة.

4. أكمل الجدول التالي مع التعليل :

i(A)	u_{AB}(V)	q(C)
0		
10^{-4}		

★★★24 تحتوي الدارة المبينة بالشكل التالي على : مكثفة سعتها C، وشيعة (L,r)، وقاطعة k .



للتعبير عن $u_c(t)$: التوتر بين طرفي المكثفة نحتاج إلى الشحنة q وشدة التيار الكهربائي i(t) المبين على المخطط.

1. المكثفة مشحونة تحت توتر موجب U_0. نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$.إذا كانت الطاقة الضائعة في الدارة بفعل جول مهملة نحصل على اهتزازات كهربائية جيبية ذات نبض $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$.

أ. أكتب بدقة عبارتي التوتر $u_c(t)$ والتيار i(t) بدلالة U_0, C, ω_0, t . (لا تكتب المعادلة التفاضلية).

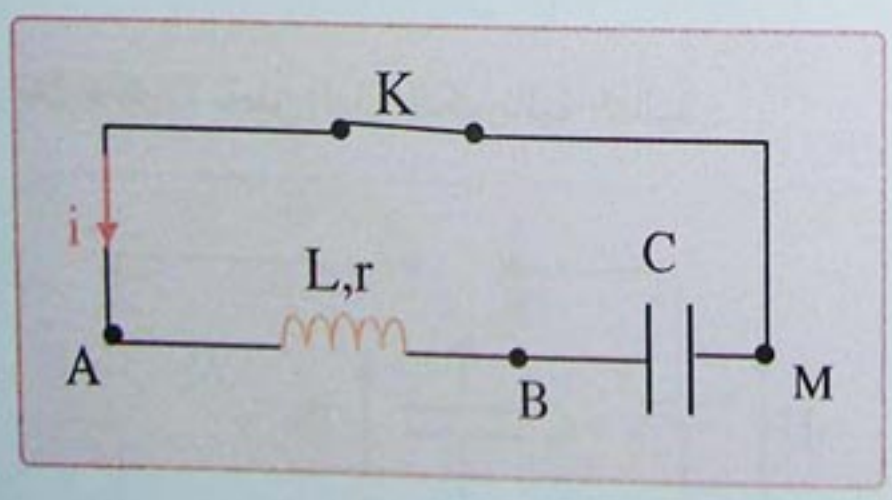
ب. أرسم كيفياً بيان تغيرات $u_c(t)$ و i(t) خلال دورين ابتداءً من اللحظة $t = 0$.

2. الطاقة الضائعة بفعل جول غير مهملة، تكون الاهتزازات شبه دورية .كيف يصبح بيان تغيرات $u_c(t)$ ؟

3. نفرض أن الطاقة الضائعة بفعل جول خلال شبه دور واحد هي 10% من الطاقة الابتدائية للدارة، أحسب النسبة U_{n+1}/U_n بين قيمتين عظميين موجبتين متتاليتين.

4. كم شبه دور نحتاج تقريباً لكي تصبح سعة الاهتزازات تساوي $U_0/100$ ؟

★★25 دارة كهربائية ممثلة بالمخطط التالي :



المكثفة مشحونة بداية. نغلق القاطعة :

1. ما هي الظاهرة التي تحدث في الدارة ؟

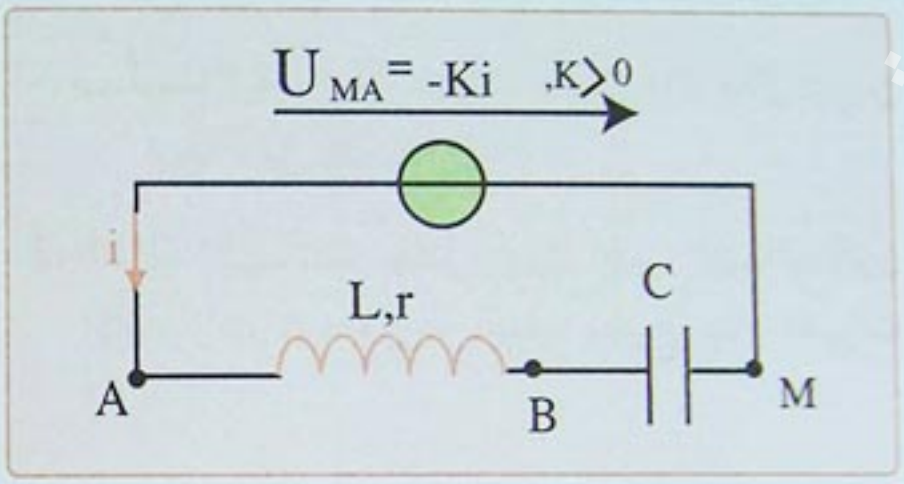
2. أنشئ المعادلة التفاضلية التي تعبر عن تطور شحنة المكثفة $q = q_B$ خلال الزمن.

elbassair.net

3. كيف تصبح هذه المعادلة لو اعتبرنا مقاومة الوشيعة مهملة ؟ ماذا تقول عن الاهتزازات عندها ؟ أحسب في هذه الحالة الدور الذاتي للاهتزازات الحاصلة.

4. لماذا نحتاج إلى طاقة لتغذية الاهتزازات في الدارة الحقيقية (r, L, C) ؟

5. من أجل تغذية الاهتزازات نضيف للدارة الحقيقية مولدا يعطي توتراً كهربائياً من الشكل:
$U_{MA} = -ki$ حيث $k > 0$.

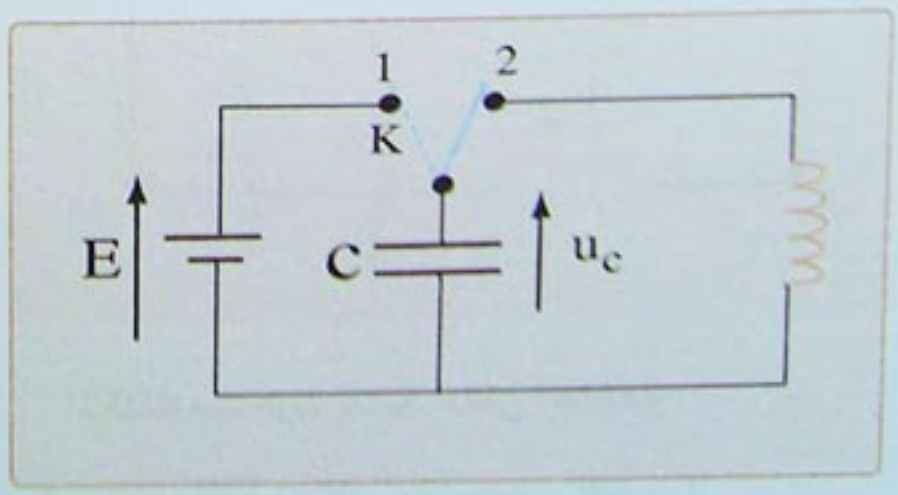


أ. أنشئ المعادلة التفاضلية للدارة بدلالة شحنة المكثفة.

ب. يمثل ثنائي القطب الموافق للجزء من الدارة MA مقاومة سالبة، علل سبب هذه التسمية .

جـ. في أي شروط (علاقة بين k, r)تظهر اهتزازات مغذاة؟

26 ★★ نحقق الدارة الكهربائية التالية :

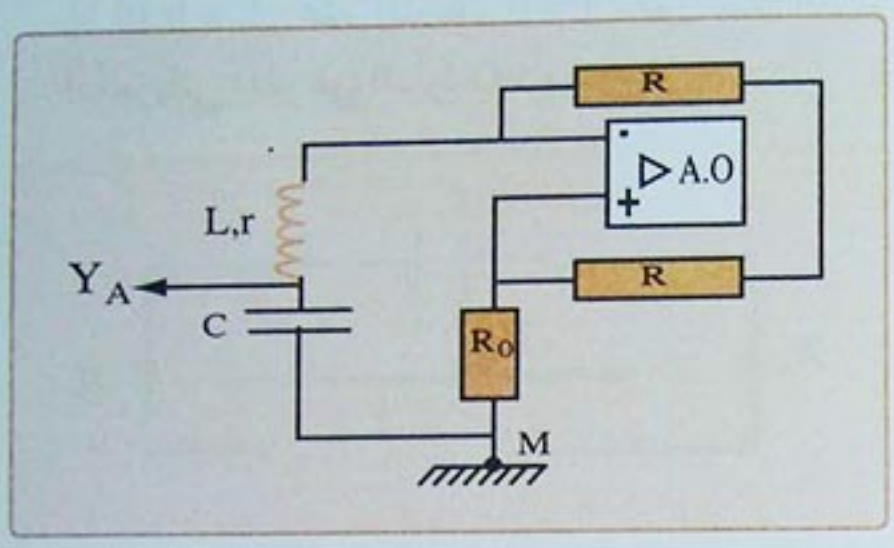


تحتوي الدارة على مولد توتر مستمر قوته المحركة الكهربائية E = 6,0 V، مقاومته الداخلية مهملة، مكثفة سعتها C = 2,0 μF، وشيعة (L,r) .

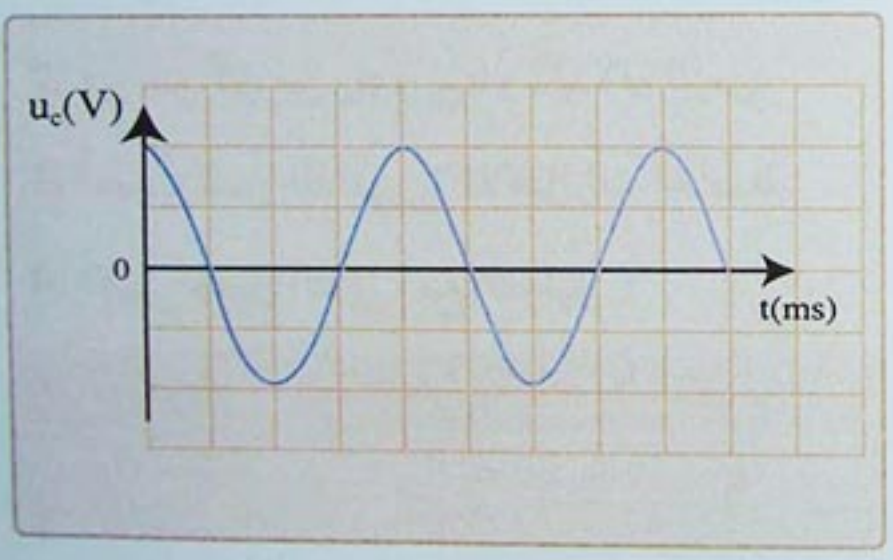
1. نشحن المكثفة بوضع البادلة في الوضع 1 ، ماذا تشاهد على شاشة راسم الاهتزازات الموصول بين طرفي المكثفة؟

2. نقلب البادلة إلى الوضع 2 ماذا تشاهد في حالة كون المقاومة r ضعيفة ؟

3. نحقق الدارة الكهربائية التالية (دارة يمكن تشبيها بمقاومة سالبة علما إنها غير موجودة حقيقة) ونصل الدارة بالعناصر السابقة نفسها كما بالشكل :



من أجل $R_0 = 12\Omega$ نشاهد البيان التالي.



المسح الزمني : 0,2ms /div

الحساسية الشاقولية: 1V/div

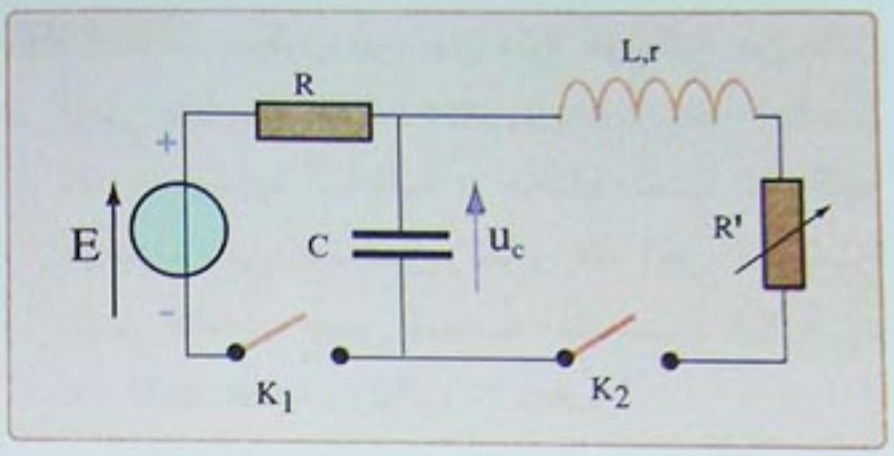
أ. اشرح الظاهرة التي تشاهدها .

ب. قدر مميزتي الوشيعة.

جـ. ماذا يحدث لو كانت $R_0 < 12\ \Omega$ ثم $R_0 > 12\ \Omega$ ؟

27 ★★★ يسمح التركيب التالي بشحن مكثفة عبر مقاومة تحت توتر ثابت، كما يسمح بتفريغ مكثفة في وشيعة ومقاومة.

elbassair.net



المعطيات :

$C = 1\ \mu F$. $R' = 1\ 500\ \Omega$. $E = 5\ V$.$R = 10\ k\Omega$.
$(L = ?\ , r = 7\Omega)$، راسم اهتزازات بذاكرة.

I. شحن المكثفة :

1. بين على المخطط توصيل راسم الاهتزازات الذي يسمح بمشاهدة التوتر $u_c(t)$ بين طرفي المكثفة خلال الزمن وذلك على المدخل Y_A .

2. لشحن المكثفة نغلق القاطعة K_1 عند اللحظة $t = 0$ ونبقي K_2 مفتوحة :

أ. أعط شكل البيان الذي يظهر على شاشة راسم الاهتزازات .

ب . ما هي قيمة u_c وقيمة الشحنة عندما $t \to \infty$.

جـ. بين أن شدة التيار الكهربائي I_0 عند اللحظة $t = 0$ تعطى بالعلاقة : $I_0 = \frac{E}{R}$

د. اشرح كيف يسمح البيان $u_c(t)$ بمعرفة كيفية تطور شدة التيار خلال الزمن.أعط شكل البيان $i(t)$.

هـ. أحسب ثابت الزمن للدارة خلال الشحن.

و. ما هو الزمن اللازم لكي تشحن المكثفة بنسبة 99% ؟

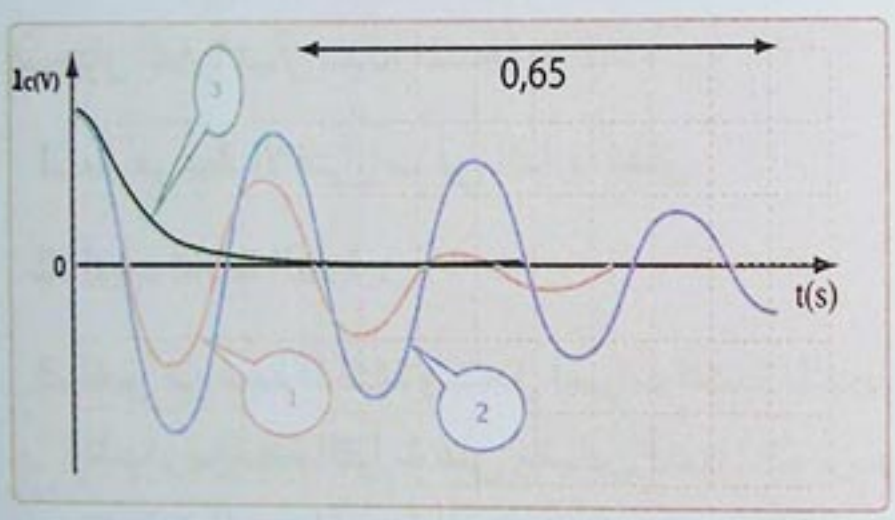
ز. لكي نشاهد عملية الشحن التام للمكثفة على الشاشة لا بد من تعديل الحساسيات على راسم الاهتزازات علما أن شاشة راسم الاهتزازات تحتوي على 10 تدريجات أفقية و 8 تدريجات شاقولية . ما هي القيمة الصغرى التي تضبط عليها الحساسية العمودية والمسح الزمني ؟حيث
الحساسيات العمودية بـ (V) :10 ،5 ،2 ،1 ،0,5
معايير المسح الزمني بـ(ms) :100،5،2،1، 0,5

II. تفريغ المكثفة : نضبط راسم الاهتزازات على :
2 V/div بالنسبة للحساسية العمودية .
2 ms/div بالنسبة للمسح الزمني .

1. من أجل عدة قيم للمقاومة R' معطاة في الجدول التالي :

R'(Ω)	0	100	1 300	5 000

نفتح K_1 ونغلق K_2 عند اللحظة $t = 0$ ونسجل في كل تجربة تغيرات $u_c(t)$ بواسطة راسم الاهتزازات فنحصل على البيانات التالية :



أ. ما هو نمط الاهتزازات في كل حالة؟ علل.

ب. انسب كل بيان للمقاومة المناسبة .

3. الاهتزازات القسرية والتجاوب

28 ★★ تضم دارة كهربائية على التسلسل وشيعة $(L = 0,1\ H, r = 20\ \Omega)$ ومكثفة سعتها $C = 2,5\ \mu F$، نغذي الدارة بتوتر متناوب جيبي شدته المنتجة $U_{eff} = 40V$.

1. أحسب N_0 التواتر الذاتي للدارة عند التجاوب.

2. أحسب الشدة المنتجة للتيار الكهربائي عندها.

elbassair.net

3. في الجدول التالي لدينا تغيرات شدة التيار الكهربائي المنتجة بدلالة التواتر N .

N(Hz)	240	260	280	310	330	340	360	380
I_{eff}(A)	0 ,34	0,47	1,28	1,76	1,62	1,21	0,75	0,54

أ. أرسم البيان $I_{eff} = f(N)$.

ب. أوجد بيانياً N_0, N_1, N_2 (حدي الشريط النافذ).

جـ. أحسب معامل جودة الدارة.

29 ★★ يتكون جزء من دارة كهربائية من ناقل أومي مقاومته $R = 15\ \Omega$، وشيعة ذاتيتها L ومقاومتها الداخلية r، ومكثفة سعتها C، كلها موصولة على التسلسل، نغذي هذا الجزء من الدارة بتوتر متناوب جيبي عبارته اللحظية هي:

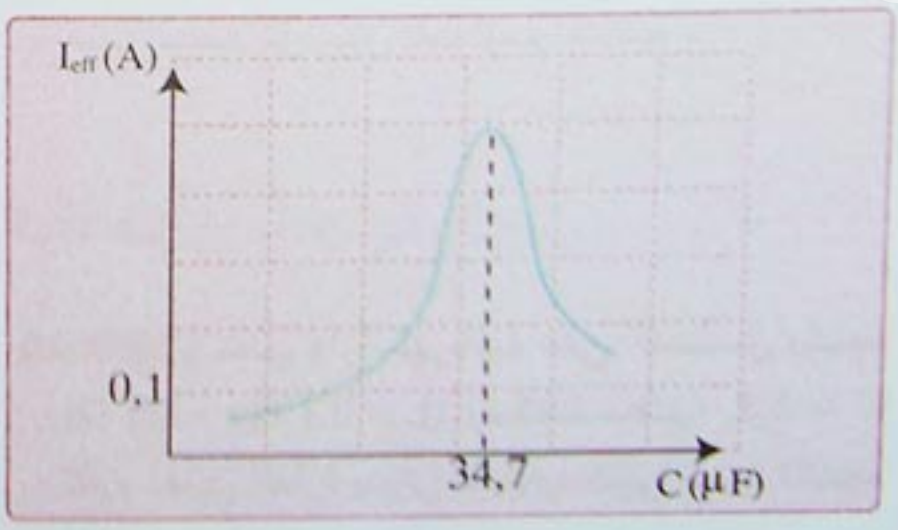
$$u(t) = 10\sqrt{2}\cos 100\pi t \ldots\ldots (V)$$

فيجتاز الدارة تيار شدته المنتجة $I_{eff} = 0,2\ A$.

1. ما هو نمط الاهتزازات في الدارة ؟علل.

2. أوجد ممانعة الدارة .

3. نغير من سعة المكثفة ونسجل تغيرات الشدة المنتجة للتيار بواسطة القراءة على مقياس أمبير. ثم نرسم تغيرات الشدة المنتجة للتيار الكهربائي بدلالة سعة المكثفة فنحصل على البيان التالي :



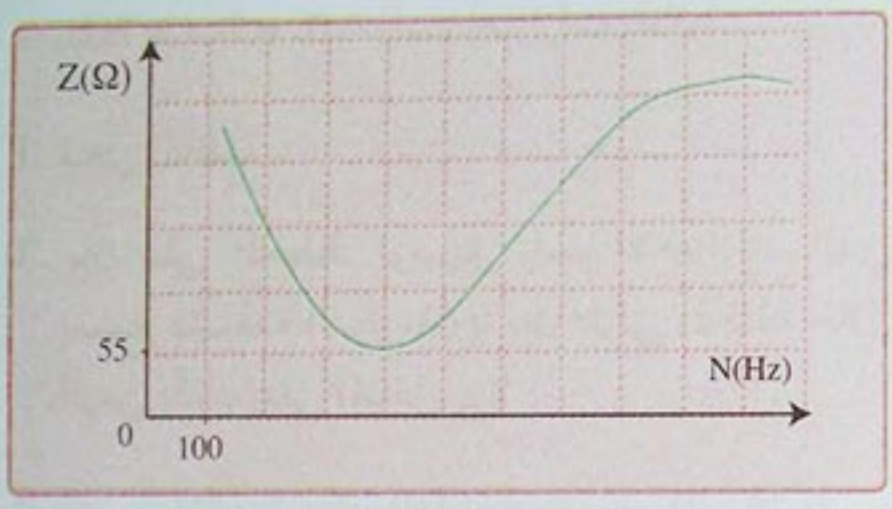
أ. ما هي الظاهرة التي يبرزها البيان ؟

ب. أوجد ذاتية الوشيعة .

جـ. أوجد قيمة المقاومة الداخلية للوشيعة.

30 ★★ يتكون جزء من دارة كهربائية من ناقل أومي مقاومته $R = 50\ \Omega$. وشيعة ذاتيتها $L = 0,1$ H ومقاومتها الداخلية r. مكثفة سعتها C، كلها موصولة على التسلسل. نغذي هذا الجزء من الدارة بتوتر متناوب جيبي قيمته المنتجة $u_{eff} = 8,8$ V، ثابتة عملياً، وتواتره N متغير.

بعد قياس ممانعة الدارة من أجل عدة قيم لتواتر التيار مثلنا تغيرات الممانعة بدلالة التواتر N فحصلنا على البيان التالي :



1. أكتب عبارة ممانعة الدارة بدلالة I_{eff} و u_{eff} .

2. كيف تكون ممانعة الدارة عند التجاوب؟ عين قيمتها.

3. أحسب شدة التيار الكهربائي عند التجاوب.

4. أحسب المقاومة الداخلية للوشيعة.

5. أحسب سعة المكثفة.

6. أثبت أن ممانعة الدارة عند حدي الشريط النافذ للتواترات توافق $Z = (R+r)\sqrt{2}$.

7. عين بيانياً حدي الشريط النافذ .

8. أحسب معامل جودة الدارة.

31 ★★ يتكون جزء من دارة كهربائية من ناقل أومي مقاومته $R = 50\Omega$، موصولة على التسلسل مع وشيعة $(L = 0,1H, r)$ ومكثفة سعتها C. نغذي الدارة بتوتر متناوب جيبي قيمته المنتجة ثابتة وتساوي $u_{eff} =$ 5,4 v تواتره متغير. نقيس بواسطة جهاز ميلي أمبير

elbassair.net

الشدة المنتجة للتيار I_{eff} من أجل عدة قيم للتواتر فنحصل على النتائج المدونة في الجدول التالي :

N(Hz)	20	30	40	50	60	70
I_{eff}(mA)	35,1	52,4	68,1	80,4	87,8	90,0
Z(Ω)						
N(Hz)	80	90	100	120	140	160
I_{eff}(mA)	88,3	84,4	79,4	69,3	60,6	53,5
Z(Ω)						

1. أكمل الجدول.

2. أرسم على ورقة ملمترية البيان Z = f(N) باستعمال السلم التالي : 1cm → 10 Hz

1cm → 10 Ω

3. أ. عين من البيان القيمة الصغرى للممانعة ولتكن (Z_0) والتواتر الموافق لها (N_0) .

ب. ما هي الحالة الفيزيائية التي توجد عليها الدارة عندئذ؟ برر إجابتك.

جـ. أحسب r,C .

4. أ. عرف الشريط النافذ للتواترات.

ب. بين أن قيمة الممانعة Z عند حدي الشريط النافذ (N_2 , N_1) توافق $Z = \frac{Z_0}{\sqrt{2}}$.

جـ. أوجد عرض الشريط النافذ بيانياً ومعامل الجودة.

★★★32 لدراسة تجاوب الشحنة في دارة R,L,C على التسلسل نحقق الدارة اللازمة لدراسة وقياس التوتر $u_{c(max)}$ ومن ثم u_{eff} .

من أجل كل قيمة N لتواتر المولد(BF) الذي يغذي الدارة بتوتر متناوب جيبي عبارته هي:

$$u_{(t)} = u_{max} \sin 2\pi Nt.$$

ومن أجل مشاهدة تأثير المقاومة R على منحنى تجاوب الشحنة، نجري تجربتين بإعطاء R قيمتين R_1 و R_2 ، ونسجل النتائج في الجدول التالي :

N (HZ)	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,25	1,30	1,35	1,38
u_c(V) من أجل $R_1 = 100$	4 ,5	5,1	6,1	7,6	10,4	12,3	16,1	17,2	16,5
N (HZ)	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,25	1,30	1,25	1,30
u_c(V) من أجل $R_2 = 200\Omega$	4,2	4,5	4,9	5,4	5,7	5,9	6,0	5,9	58

N (HZ)	1,40	1,45	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00
u_c(V) من أجل $R_1 = 100$	16,4	15,3	12,4	7,6	5,2	4,0	3,2	2,6
N (HZ)	1,40	1,45	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00
u_c(V) من أجل $R_2 = 200\Omega$	5,5	5,4	5,2	4,4	3,6	3,1	2,5	2,2

نأخذ : $L = 10\ mH\ ,\ C = 1,33\ \mu F$

1. بين على مخطط الدارة كيف نصل راسم الاهتزازات من أجل قياس $u_c(max)$.

2. أحسب التواتر الذاتي N_0 للمهتز القسري R,L,C .

3. أرسم البيانين u_c بدلالة التواتر N من أجل قيمة لـ R في نفس المعلم وبنفس السلم.

4. عين $N_{0(1)}$ و $N_{0(2)}$ تواتري المولد عند التجاوب من أجل كل قيمة لـ R.

5. قارن بين N_0 و$N_{0(1)}$ و$N_{0(2)}$ وبين كيف يتغير N_0 بدلالة R ؟

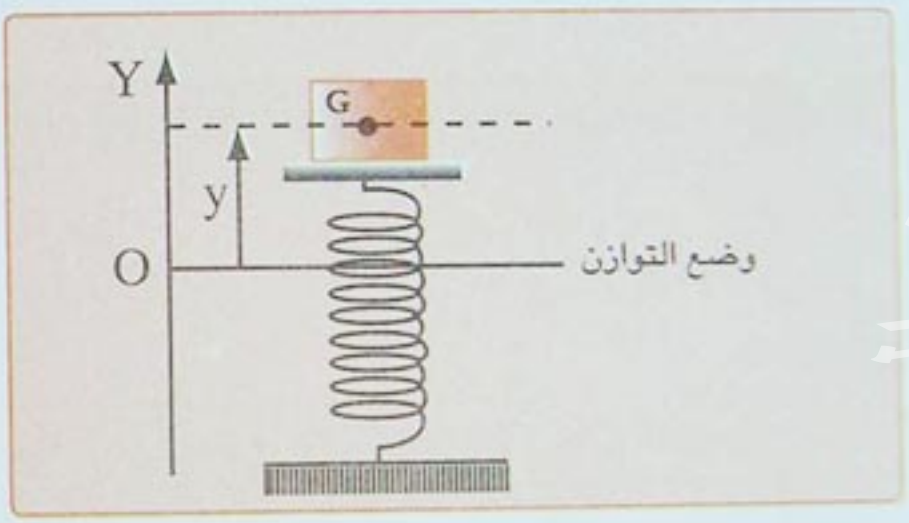
elbassair.net

1. مخمدات الاهتزازت في سيارة

بكالوريا أسيا 2006

الجزء الأول :

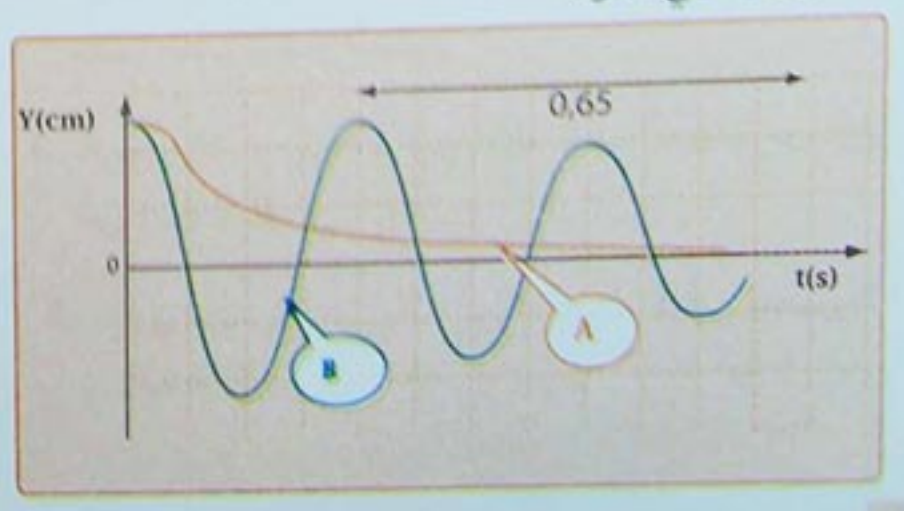
يسمح مخمد الاهتزازات في سيارة بامتصاص الاهتزازات العمودية .لتأمين الراحة وتقليل الخطر على المسافرين،لذا وضع على مستوى كل عجلة من عجلات السيارة نابض مرن حلقاته غير متلاصقة ومخمد (amortisseur)، لدراسة هذا النظام ننمذج السيارة بجسم صلب كتلته m ومركز عطالته G موضوع فوق نابض رأسي ثابت مرونته k .



1. من بين العبارات التالية أيها تعبر عن الدور الذاتي للاهتزازات؟علل الإجابة بالتحليل البعدي.

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ، $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ ، $T_0 = 2\pi\sqrt{m\,k}$.

2. لدينا سيارتان B.A. ننمذج كل منهما بجسم صلب له نفس الكتلة يستند على نابض مرن رأسي ثابت مرونة كل منهما $k = 6{,}0 \times 10^5\ N/m$. يمثل البيان التالي تغيرات موضع مركز عطالة كل منهما خلال مرورها في حفرة.



أ. هل الاهتزازات حرة أم قسرية؟

ب. ما هو نمط الاهتزازات في كل بيان؟

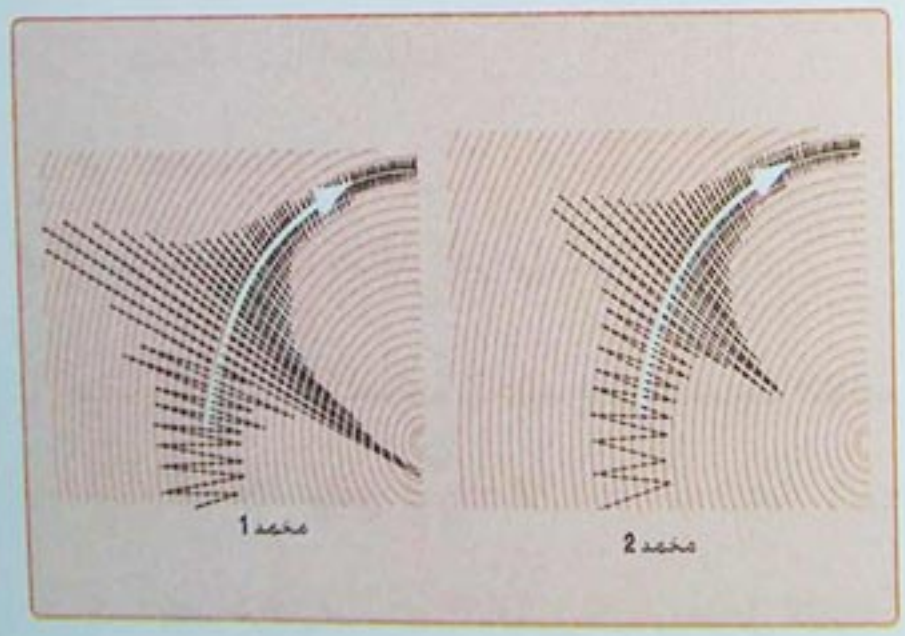
ج. أحسب قيمة شبه دور الاهتزازات في البيان الموافق.

د. إذا كانت قيمة شبه الدور تقترب من الدور الذاتي للاهتزازات أحسب قيمة m لكل سيارة.

هـ. يرجع اختلاف البيانين السابقين لاختلاف معامل التخامد، أيهما يوافق أكبر قيمة لمعامل التخامد ؟ علل.

ب. أي السيارتين مخمدها أجود ؟

4. عند الكشف على جودة مخمدات الاهتزازات في السيارة نضغط عمودياً على إحدى العجلات ونتابع اهتزازات السيارة . يبين الشكل التالي فحصا أجري على مخمدي الاهتزازات في سيارتين.



أ. ما نمط الاهتزازات المفروضة على المخمدات عند الفحص؟ علل .

ب. تمر سعة الاهتزازات بقيمة عظمى من أجل تواتر قريب من التواتر الذاتي. ما هوَ هذا التواتر ؟ وكيف نسمي هذه الظاهرة؟

جـ. ماهو المخمد الذي يضمن أكثر راحة للمسافرين ؟

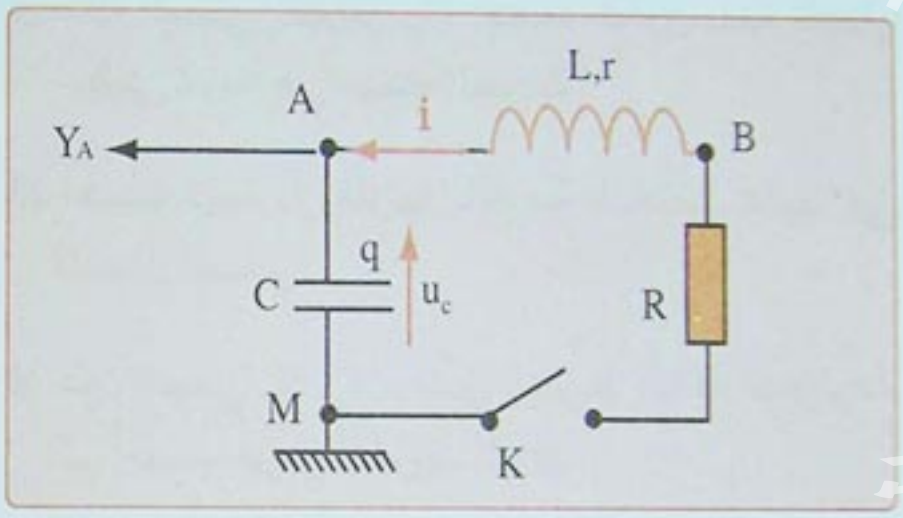
elbassair.net

2. دراسة جملتين مهتزتين

بكالوريا لبنان 2004

I. دراسة مهتز كهربائي:

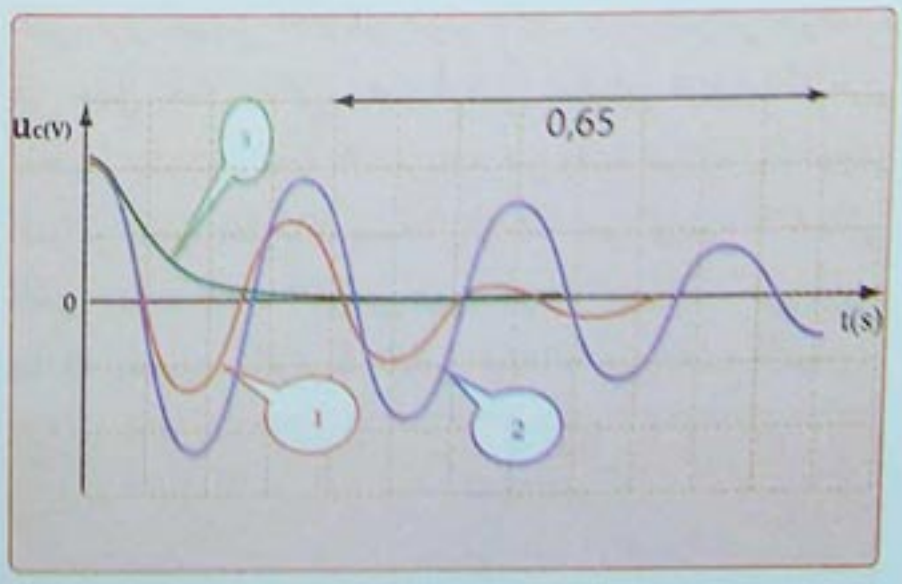
يتألف مهتز كهربائي من ناقل أومي مقاومته R، وشيعة ذاتيتها L = 9 mH مقاومتها الداخلية r = 2 Ω ومكثفة سعتها C = 20 μF مشحونة بداية. بواسطة راسم اهتزازات نسجل تغيرات التوتر $u_c(t)$ بين طرفي المكثفة.



نسمي q شحنة اللبوس A، i شدة التيار الذي يصل إلى A. نغلق القاطعة عند اللحظة t = 0 فتبدأ عملية شحن المكثفة ونبدأ بالتسجيل . من أجل ثلاثة قيم لـ R تكون المقاومة المكافئة هي :

$R_{eq} = 2\ \Omega$ ثم $R_{eq} = 12\ \Omega$ ثم $R_{eq} = 110\ \Omega$

البيانات المتحصل عليها هي:



1. حدد البيان الموافق لكل مقاومة مع التعليل.

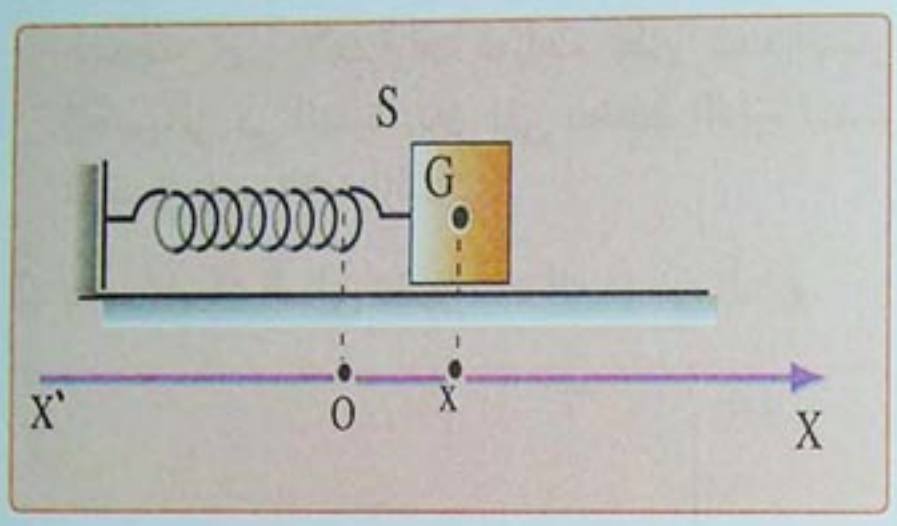
2. نجعل المقاومة المكافئة للدارة $R_{eq} = 0$ دون تغيير المعطيات الأخرى .أكتب المعادلة التفاضلية للدارة بدلالة شحنة المكثفة q خلال الزمن ،ثم تحقق أن حلها من الشكل التالي: $q = q_0\cos\omega_0 t$ حيث $\omega_0^2 = 1/LC$.

3. أحسب الدور الذاتي للاهتزازات T_0 .

4. أحسب قيمة شبه الدور T من البيان الأقل تخامداً.

5. قارن بين القيمتين T وT_0 ماذا تلاحظ؟

II. دراسة مهتز ميكانيكي :



نواس مرن أفقي يتألف من نابض مرن مهمل الكتلة حلقاته غير متلاصقة ثابت مرونته (k)، وجسم صلب (S) كتلته (m) (نهمل الاحتكاك).

نزيح الجسم S عن وضع توازنه بمقدار x_0 ونتركه دون سرعة ابتدائية عند اللحظة t = 0.

1. أكتب عبارتي الطاقة الحركية والكامنة المرونية لهذا المهتز الميكانيكي.حدد مرجع الطاقة الكامنة المرونية.

2. أكتب عبارتي الطاقة المخزنة في المكثفة ثم المتولدة في الوشيعة بالنسبة للمهتز الكهربائي السابق.حدد أي الطاقتين معدومة عند اللحظة الابتدائية؟

3. عين المطابق الميكانيكي لكل من q, L, C .

4. حدد عبارة الفاصلة بدلالة الزمن لمركز عطالة النواس المرن حيث: m = 200 g ، k = 14 N/m .

elbassair.net

3. الاهتزازات القسرية والتجاوب

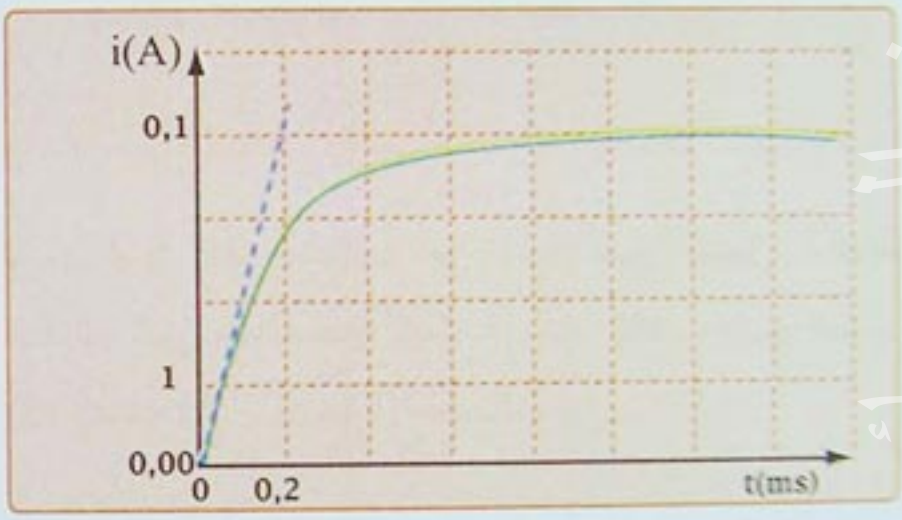
بكالوريا فرنسا (مركز الأجانب) 1997

I. ظهور التيار في دارة الوشيعة.

نحقق دارة تضم على التسلسل مولد مثالي قوته المحركة الكهربائية E = 2,0 V وشيعة (L,r = 18 Ω)، وناقل أومي مقاومته R = 2,0 Ω وقاطعة .

1. نغلق القاطعة، ما هو التوتر الذي نتابع تغيراته بواسطة راسم الاهتزازات لدراسة تطور شدة التيار الكهربائي في الدارة؟ بين على مخطط الدارة كيفية توصيل راسم الاهتزازات.

2. يظهر البيان التالي تطور شدة التيار في الدارة.



أدت الدراسة النظرية للدارة إلى معادلة تفاضلية حلها هو : $i(t) = I_0(1-e^{-\frac{(R+r)}{L}t})$.

3. ما هي القيمة العددية لـ i(t) في النظام الدائم.

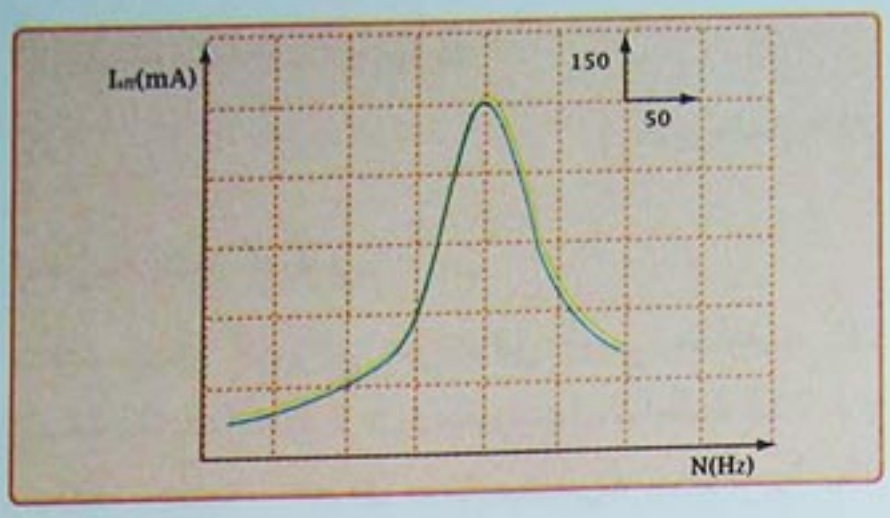
4. تحقق من القيمة E المكتوبة على المولد.

5. عبر عن τ بدلالة r, R, L .

6. عين بيانياً قيمة τ ثم أحسب قيمة L .

II. دراسة التجاوب الكهربائي.

نغذي الدارة السابقة بمولد (GBF) يعطي توتراً متناوباً جيبياً تواتره قابل للتغيير. متابعة شدة التيار في الدارة بدلالة التواتر سمحت بالحصول على البيان التالي :



1. ما هي الظاهرة التي يبرزها البيان ؟

2. ماذا نسمي التواتر N_0 عندما تكون شدة التيار عظمى؟ وما هي قيمته العددية؟

3. أحسب قيمة L وقارنها بالقيمة المتحصل عليها في السؤال السابق.

4. عين قيمتي N_1, N_2 حدي الشريط النافذ للتواترات ثم أحسب عرض الشريط النافذ .

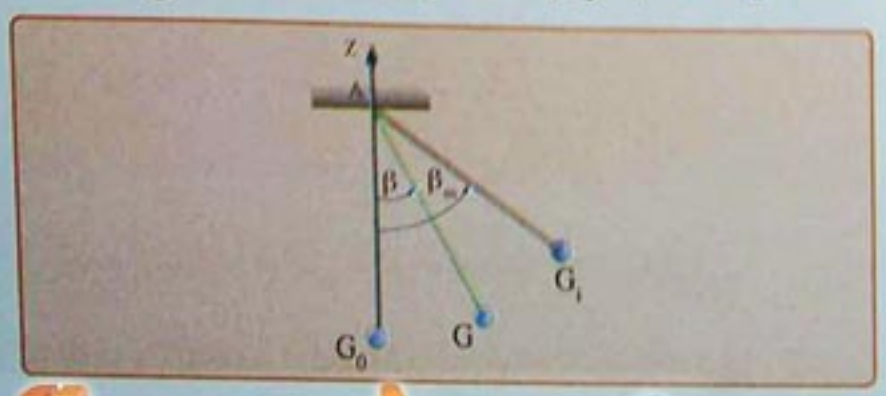
5. أحسب معامل جودة الدارة.

4. المهتزات الميكانيكية

بكالوريا آمريكا الجنوبية 2005

الجزء الأول : نواس بسيط

يتألف نواس بسيط من كتلة نقطية (m) معلقة بخيط غير مرن مهمل الكتلة طوله (ℓ)، هذا النواس موضوع في حقل الجاذبية في معلم أرضي غاليلي.النهاية الأخرى للخيط مثبتة بنقطة A. نزيحه عن وضع توازنه G_0 فيهتز النواس دون احتكاك بسعة β_m. Gi هو الوضع الابتدائي الذي نترك عنده النواس دون سرعة ابتدائية. في وضع ما G يتحدد بالزاوية تقاس ابتداءا من وضع التوازن.



elbassair.net
موقع عنون البصائر التعاوني

1. دراسة طاقوية :

أ. أعط عبارة الطاقة الحركية في الوضع G.

ب . نأخذ مرجع الطاقة الكامنة الثقالية عند G_0، مبدأ المحور OZ. بين أن الطاقة الكامنة الثقالية عند G تعطى بالعلاقة: $Epp = mg\ell(1 - \cos\beta)$

أعط عبارة الطاقة بدلالة (g, ℓ, v, β). لماذا تكون الطاقة محفوظة ؟

جـ. عبر عن السرعة عند المرور بوضع التوازن بدلالة (g, ℓ, β_m) ثم أحسب قيمتها. يعطى :

$g = 9{,}8\ m.s^{-2}$; $\ell = 1{,}0\ m$; $\cos\beta_m = 0{,}95$

2. التواقت :

أ. أذكر قانون تواقت الاهتزازات.

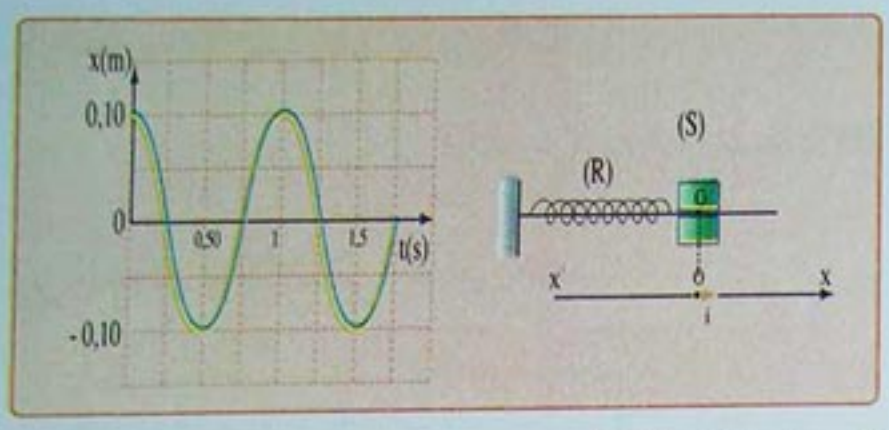
ب. اختر مما يلي العبارة الصحيحية للدور ثم علل إجابتك بواسطة التحليل البعدي.

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad ; \quad T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\ell}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{g}{\ell}} \quad ; \quad T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\beta_m}{g}}$$

الجزء الثاني : نواس مرن

جسم صلب كتلته (m)، مركز عطالته G بإمكانه الانزلاق دون احتكاك فوق محور أفقي، مشدود إلى نابض (R) مهمل الكتلة أمام (m) حلقاته غير متلاصقة، ثابت مرونته $k = 4{,}0\ N\ m^{-1}$. تشكل المجموعة نواسا مرنا أفقيا غير متخامد. لدراسة حركة انتقال الجسم (S) في معلم أرضي غاليلي.عندما يكون الجسم (S) في وضع التوازن يكون مركز عطالته (G) على شاقول النقطة O: مبدأ محور الفواصل.نزيح الجسم (S) عن وضع توازنه بمقدار (10 cm) ثم نتركه لحاله دون سرعة ابتدائية عند اللحظة $t = 0\ s$.أعطى تسجيل حركة G خلال الزمن البيان التالي :



1. دراسة تحريكية :

أ. مثل وسمّ القوى المؤثرة على الجسم (S) .

ب. بتطبيق قانون نيوتن الثاني على الجسم (S)، أوجد المعادلة التفاضلية (علاقة بين x ومشتقها بالنسبة للزمن) لحركة مركز العطالة G.

جـ. يكون حل هذه المعادلة التفاضلية من الشكل التالي : $x(t) = X\cos(\omega_0 t + \varphi)$.

X : السعة ، φ : الصفحة الابتدائية.

أوجد عبارة الدور الذاتي T_0 بدلالة m, k .

2. دراسة طاقوية :

نختار الطاقة الثقالية معدومة عند المستوى الأفقي الذي يمر من G.

أ. أكتب العبارة الحرفية لطاقة الجملة (نابض، S). بدلالة $(x, m, k, \frac{dx}{dt})$.

ب. اعتمادا على التسجيل السابق، أوجد اللحظات التي تكون عندها الطاقة الكامنة المرونية للجملة (نابض، S) عظمى،كيف تكون الطاقة الحركية إذا ؟

جـ. أحسب طاقة الجملة.

الجزء الثالث : مقارنة الأدوار

ننقل الجملتين المهتزتين السابقتين إلى سطح القمر ،من بين الاحتمالات التالية اختر من أجل كل نواس الاحتمال الصحيح ،علل.

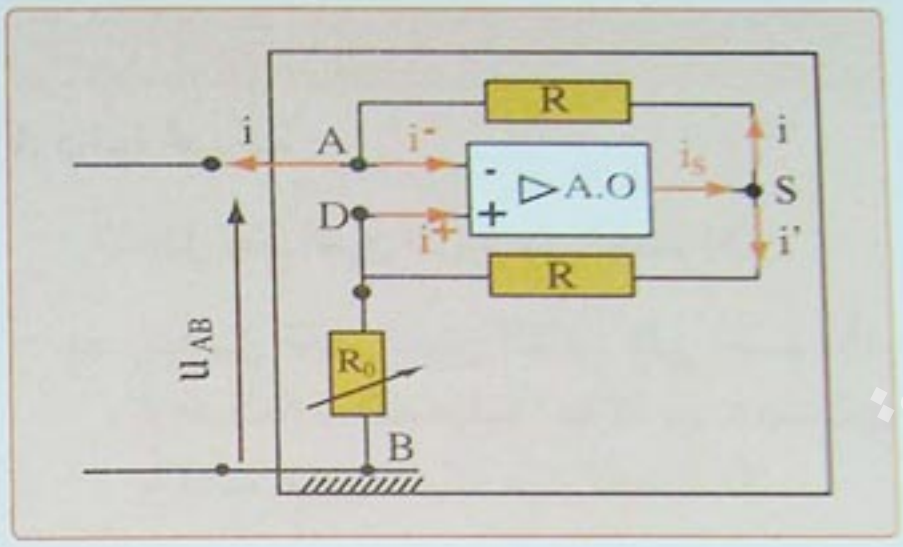
احتمال 1	احتمال 2	احتمال 3
لا يتغير T_0	يتزايد T_0	يتناقص T_0

elbassair.net
موقع عبون البصائر التعليمي

5. تغذية الاهتزازات الكهربائية

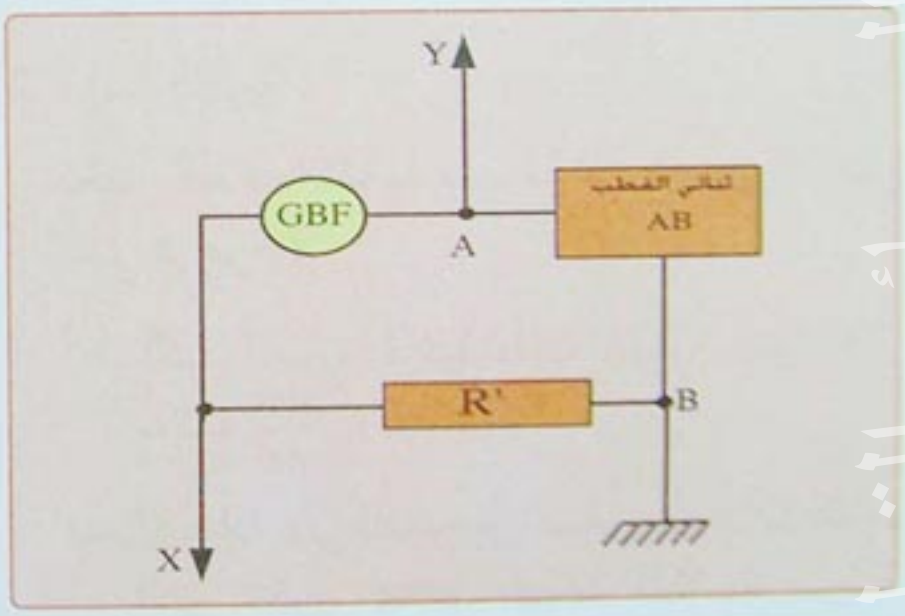
بكالوريا كاليدونيا الجديدة 2002

في الشكل لدينا ثنائي القطب AB .

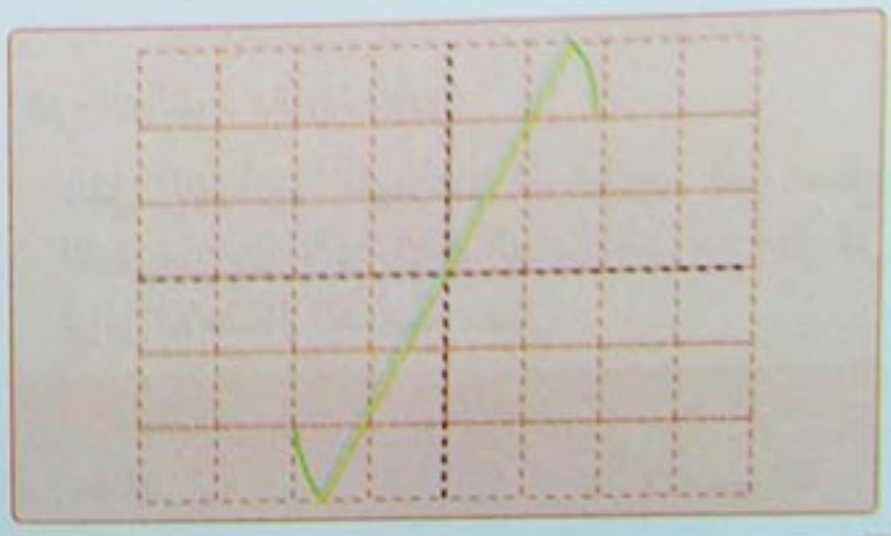


1. بين أنه يعمل خطياً وفق العبارة $u_{AB} = R_0 i$.

2. حقق التركيب التالي وبين أنه يسمح بمشاهدة مميزات ثنائي القطب AB .



3. نصل راسم اهتزازات بين النقطتين A و B كما يبين الشكل السابق فنحصل على البيان التالي :



الحساسية الشاقولية : 1V/div

الحساسية الأفقية : 5V/div

أ. أحسب R_0 .

ب. من بين المناطق الثلاث التي تظهر في البيان حدد الجزء الذي يستعمله ثنائي القطب AB.

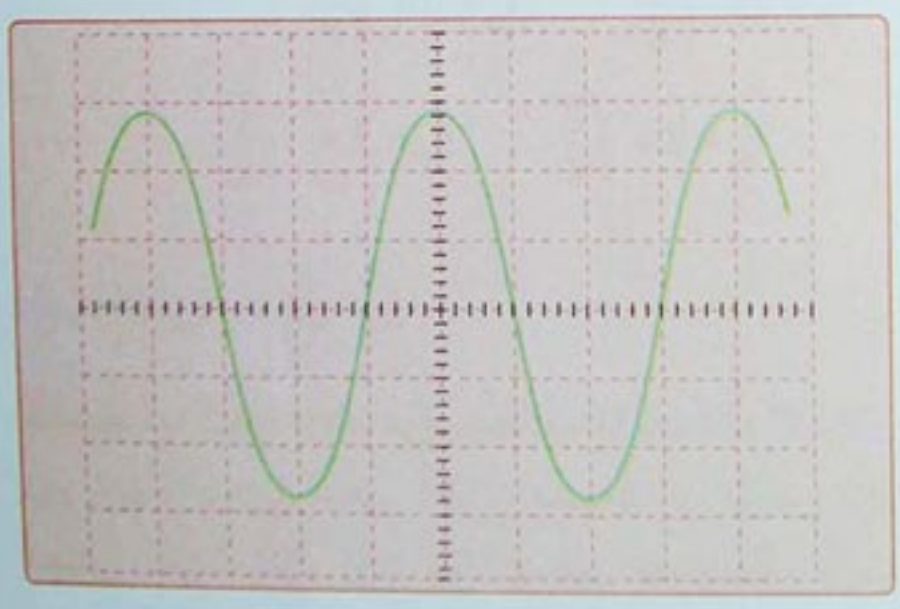
4. نستعمل ثنائي القطب AB لتغذية الاهتزازات الكهربائية في دارة تحتوي على مكثفة سعتها $C = 0{,}01\mu F$، وشيعة ذاتيتها L ومقاومتها $r = 320\ \Omega$.

1.4. أرسم مخطط الدارة.

2.4. من أجل أي قيمة نظرية لـ R_0 تكون الاهتزازات في الدارة المغذاة جيبية؟ علل إجابتك .

3.4. بواسطة راسم الاهتزازات يمكن مشاهدة تغيرات التوتر بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن.بين كيفية توصيل راسم الاهتزازات لتحقيق ذلك.

4.4. البيان الذي نحصل عليه هو:



الحساسية الشاقولية : 3 V/div

المسح الزمني : 0,2 ms/div

1.4.4. أوجد دور الاهتزازات ثم أحسب قيمة ذاتية الوشيعة.

2.4.4. ماذا تشاهد لو كانت قيمة R_0 أكبر بكثير من قيمتها المحسوبة في السؤال 3؟ أعد نفس السؤال من أجل R_0 أقل بكثير من هذه القيمة.

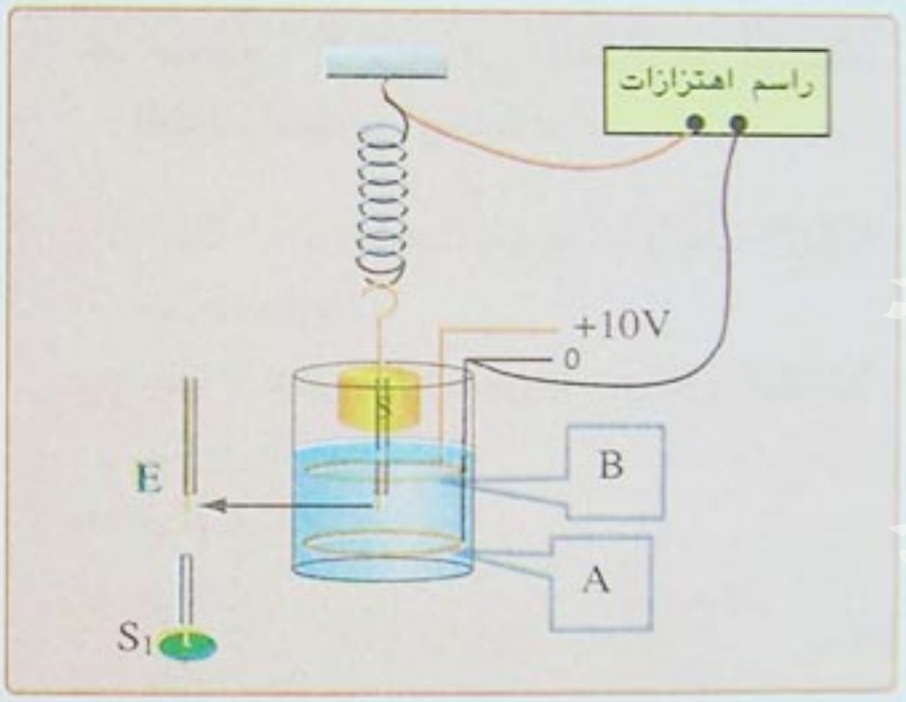
elbassair.net

6. دراسة اهتزازات حرة وقسرية

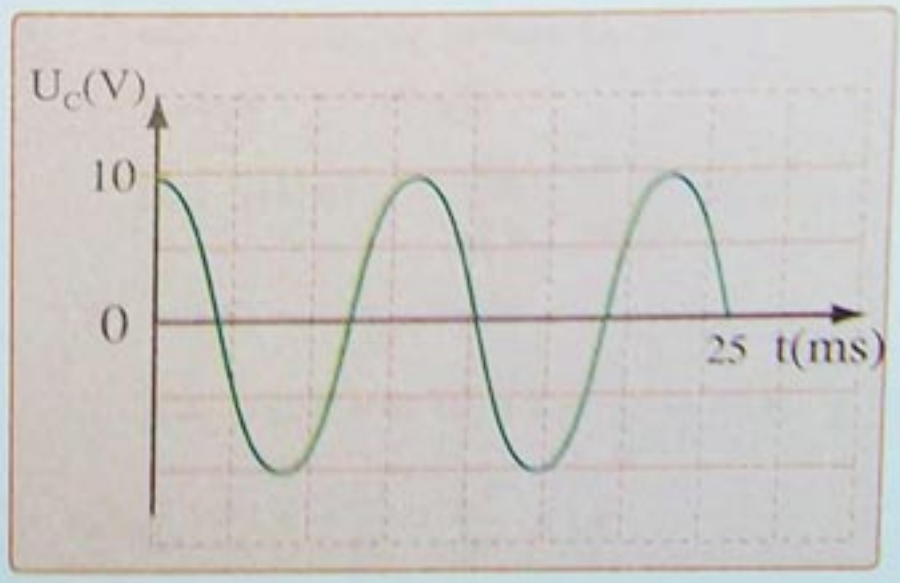
بكالوريا فرنسا 2003

I. دراسة اهتزازات حرة :

نستعمل تجهيزا تجريبيا يتألف من أنبوب يحتوي على محلول ناقل للتيار الكهربائي مغموس بداخله مسريان A, B متصلان بمولد للتوتر المستمر (+10 V, 0)، وسلك معدني معزول عدا نهايته E مثبت بالجسم S المعلق بالنابض.قياس التوتر بين النقطة E والقطب 0V للمولد، يسمح بمتابعة موضع النقطة E بالتالي متابعة وضع الجسم S خلال الاهتزاز . يتم ذلك بواسطة راسم اهتزازات مزود بذاكرة كما في الشكل التالي.



نزيح الجسم S شاقوليا نحو الأسفل بمقدار 1cm ثم نتركه حرا . يظهر على شاشة راسم الاهتزاز البيان التالي :



1. ما هو نمط الاهتزازات الحاصلة؟

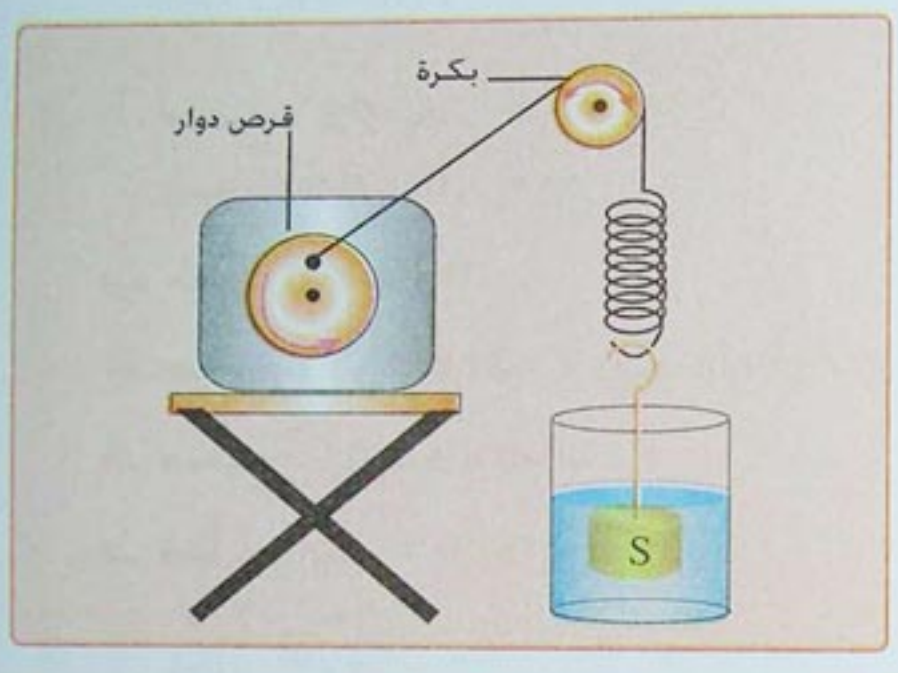
2. أوجد بيانياً الدور الذاتي للاهتزازات T_0.

3. هل هذه النتيجة تتفق مع معطيات التمرين؟

4. نضيف للجملة قرصا S_1 (كتلته وحجمه مهملان) وذلك عند نهاية السلك E .كيف يكون شكل البيان الذي يظهر على شاشة راسم الاهتزاز؟ علل .

II. دراسة اهتزازات قسرية :

نربط نهاية النابض الأعلى بخيط ونمرره على محز بكرة ونهاية الخيط الحرة متصلة بمحرك كما بالشكل :



من أجل سرعات مختلفة لدوران المحرك (معطاة بواسطة تواتر دورانه) نسجل قيم السعة العظمى للاهتزازات وندون النتائج في الجدول التالي:

f(Hz)	1,5	2,0	2,5	2,8	3,1	3 ,3	3,6	4,0	4,5
X(cm)	0,4	0,6	1,0	1,5	2,1	2,0	1,5	1,0	0,7

1. ما هو الاسم الذي نطلقه على كل من المحرك الذي يدير القرص والجملة (جسم، نابض)؟

2. أرسم البيان X بدلالة f.

3. ما هي الظاهرة التي تحدث من أجل f = 3,2 Hz ؟

4. قارن بين التواتر f عند التجاوب والتواتر الذاتي للاهتزازات الحرة للجملة (نابض جسم).

elbassair.net

تصحيح فحص التقويم الذاتي

1. أ. خطأ : النواس الثقالي هو كل جملة تهتز حول محور ثابت لا يمر من مركز ثقلها.

ب. صحيح .

ج. خطأ : زمن الاهتزازة الواحدة هو الدور.

د. صحيح : لأن فقدان الطاقة يسبب تناقص السعة.

هـ. خطأ : يكون النظام حرج إذا كانت المقاومة كبيرة ($R >> R_c$) .

2. أ. صحيح : $\omega_0^2 = 9,8$

ومنه $\omega_0 = 3,16 = \pi$ rad/s.

ب. خطأ : $\theta = \theta \cos \pi t$.

ج. صحيح : لأن $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ ومنه $g = 9,8$ m/s²

د. صحيح : $d\theta/dt = \pm \omega_0 \theta_0$.

هـ. خطأ : $d^2\theta/dt^2 = -\omega_0^2 \theta = -\omega_0^2 \theta_0$.

3. أ. خطأ : $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$.

ب. صحيح : $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\pi} = 2$ s .

ج. خطأ : $k = \frac{4\pi^2 m}{4} = 1$ N/m.

د. خطأ : لأنه عند $t = 0$ يكون $x(0) = 2$ cm $= X$

ومنه $v(0) = 0$.

هـ. صحيح : $F = -m\omega_0^2 x = 0$.

4. أ. صحيح : $E_{(C)} = \frac{1}{2} u^2 C = 10^{-6}$ J .

ب. خطأ : لأنه عند بداية عملية التفريغ تكون شدة التيار معدومة .

ج. صحيح : لأن $E_{(L)} = 0,9 E_{(C)}$.

د. خطأ : التفريغ في الوشيعة مهتز بينما في المقاومة رتيب.

هـ. خطأ.لا علاقة لسعة المكثفة بعدد الاهتزازات .

5. أ. صحيح : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 100$ rad/s .

ب. صحيح : $t = \frac{T_0}{4} = \frac{\pi}{200} = 1,57 \times 10^{-2}$ s .

ج. خطأ : ينعدم التيار أول مرة بعد الصفر عندما $t = \frac{T_0}{2} = 3,14 \times 10^{-2}$ s.

د. خطأ : نقسم السعة على 2.

هـ. صحيح : لأن $T_0 = 2\pi \sqrt{LC}$.

6. أ. خطأ : $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

ب. خطأ : $N_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$ لذا كلما ازدادت السعة نقص التواتر.

ج. خطأ : المطابق الميكانيكي للسعة هو $\frac{1}{k}$.

د. صحيح .

هـ. صحيح : لا يوجد في الجملتين من يستهلك الطاقة (مقاومة أواحتكاك).

7. أ. خطأ : المولد جملة محرضة، والدارة R,L,C جملة مجاوبة.

ب. خطأ : تهتز الدارة بدور يساوي دور المولد ولا يساوي الدور الذاتي.

ج. صحيح .

د. صحيح : $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{1}{2\pi \Delta N \sqrt{LC}}$.

هـ. خطأ: يتناقص معامل جودة الدارة كلما ازدادت R،لأن زيادة R تسبب زيادة عرض الشريط النافذ ΔN.

8. أ.خطأ : الاهتزازات الحاصلة قسرية.

ب. صحيح : $\omega_0 = 2\pi N_0$

ومنه $N_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{200\pi}{2\pi} = 100$ Hz .

ج. صحيح : $\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$

ومنه $C = \frac{1}{L\omega_0^2} = 5 \times 10^{-6}$ F $= 5\ \mu$F.

د. صحيح : $I_{eff} = \frac{u_{eff}}{R} = \frac{12}{24} = 0,5$A .

هـ. صحيح : عند التجاوب ممانعة الدارة تساوي المقاومة المكافئة للدارة.

elbassair.net
موقع عيون البصائر التعليمي

تصحيح بعض التمارين

تمرين 4 :

1. $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m} x(t) = 0$
2. $x(t) = 2 \cos \pi t$ ..... (cm)
4. $k = 25$ N/m ؛ $M = 2,5$ kg .

تمرين 6 :

1. نعم لأن $\theta_0 = 0,1$ rad
2. $f_0 = 0,5\ s^{-1}$
3. $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ ؛ $g = 10$ m/s²
4. تكون السرعة عظمى عند المرور بوضع التوازن.

$$d\theta/dt = \theta_0\ \omega_0$$

5. يكون التسارع أعظمي موجب من أجل :

$\theta = -\theta_0$ ومنه $\frac{d^2x}{dt^2} = +\omega_0^2\ \theta_0$

تمرين 10 :

3. $g = \pi^2 = 10$ m/s²
4. $v^2 = 2\ g\ \ell(\cos 30 - \cos 60)$ ؛ $v = 2,7$ m/s .

$a_n = \frac{v^2}{\ell} = 7,3$ m/s² ؛ $a_t = g \sin 30 = 5$ m/s² .

$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = 8,86$ m/s² ؛ $F = ma = 0,44$ N

تمرين 11 :

1. $\Delta\ell = m\ \frac{g}{k}$
2. $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m} x = 0$
3. $T_0 = 1$ s
5. $X = 0,02$cm ؛ $k = 1$ N/m ؛ $\varphi = \frac{3\pi}{2}$ ؛ $m = 0,025$ kg
6. $v = 0,189$ m/s

تمرين 14 :

1. $T_{0\,(0)} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 0,4$ ms

$C_2 = 0,225 \times 10^{-6}$ F ؛ $L = 0,04$ H

3. $E_{(C_1)} = 1,8 \times 10^{-6}$ J ؛ $E_{(C_2)} = 4,05 \times 10^{-6}$ J
4. $I_0(1) = 0,95 \times 10^{-2}$ A ؛ $I_0(2) = 1,42 \times 10^{-2}$ A

تمرين 18 :

2. $T = 0,625$ ms
3. $C = 10$ nF ؛
4. $E_{(C)} = 12,5 \times 10^{-8}$ J
5. $E_{(C)} = E_{(L)}$

تمرين 20 :

1. ظاهرة شحن المكثفة .
2. أ. اهتزازات حرة ومتخامدة.

ب. $L = 0,04$ H

جـ. $T' = 80$ ms

د. $t = T$ ومنه $E_{(C)} = 0,028$ J

$t = 0$ ومنه $E_{(C)} = 0,05$ J

$\Delta E_{(C)} = 0,022$ J

تمرين 24 :

1. $u_c(t) = U_0 \cos \omega_0 t$ ؛ $i(t) = +C\ U_0\ \omega_0 \sin \omega_0 t$
3. $\frac{u_{n+1}}{u_n} = 0,95$

تتناقص السعة بمقدار 1% بعد 88 اهتزازة تقريبا.

تمرين 28 :

1. $N_0 = 318,3$ Hz
2. $I_{eff} = 2$ A
3. $N_0 = 320$ Hz ؛ $N_1 = 300$ Hz

$N_2 = 332$ Hz ؛ $Q = 10$

تمرين 29 :

1. اهتزازات قسرية .
2. $Z = 50\ \Omega$
3. أ. تجاوب كهربائي .

ب. $L = 0,002$ H

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

- كتابة معادلة تفاعل الأكسدة والإرجاع.

$$n_2Ox_1 + n_1Red_2 = n_2Red_1 + n_1Ox_2$$

- معايرة حمض بأساس بالطريقة اللونية.

- تقدم التفاعل، جدول التقدم، النسبة النهائية للتقدم.

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$$

التوازن الكيميائي والتفسير المجهري له.

- الحصيلة الطاقوية لجملة كيميائية :

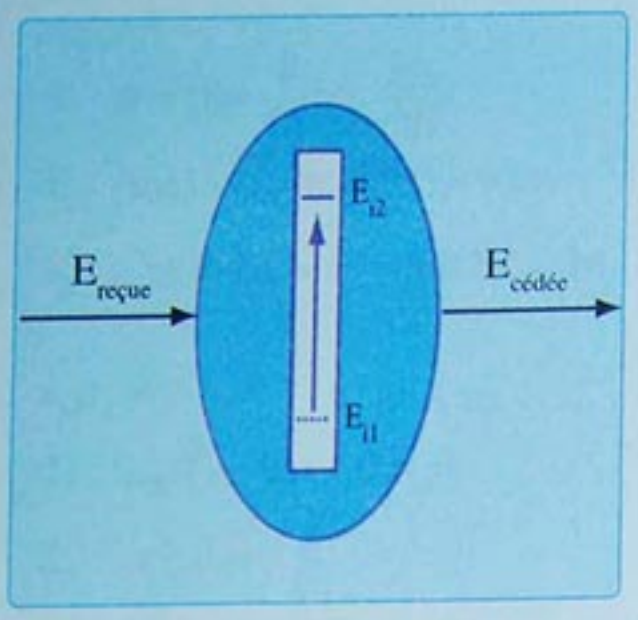
$$E_{il} + E_{reçue} - E_{cédée} = E_{i2}$$

بحيث الطاقة E مقدار موجب دوما.

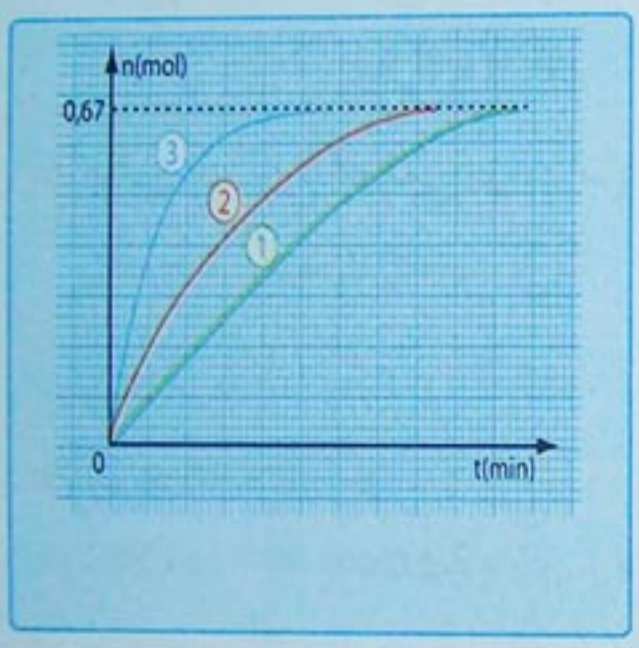
- العلاقة بين كسر التفاعل وثابت التوازن الموافق لتفاعل معين : $Q_{rf} = K$.

- العوامل المؤثرة في حركية تحول كيميائي: درجة الحرارة، التراكيز الابتدائية للمتفاعلات، الوسيط.

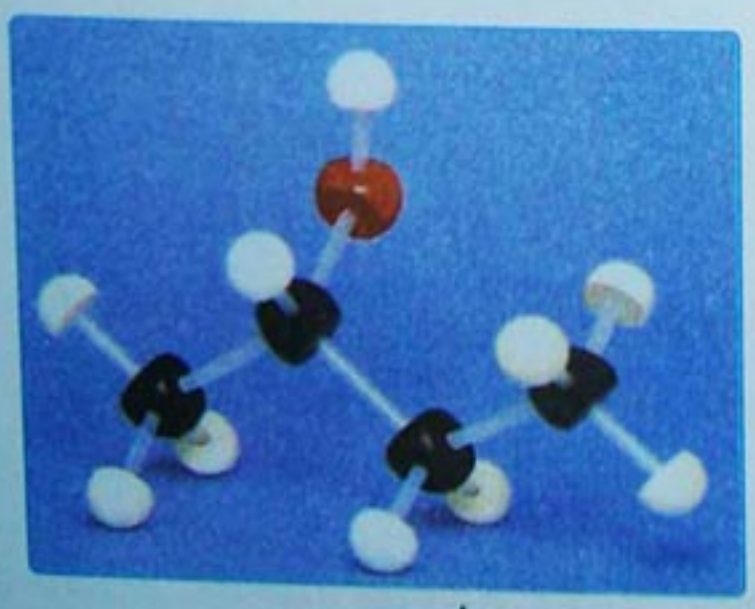
- المجموعات المميزة للحمض الكاربوكسيلي والكحول.



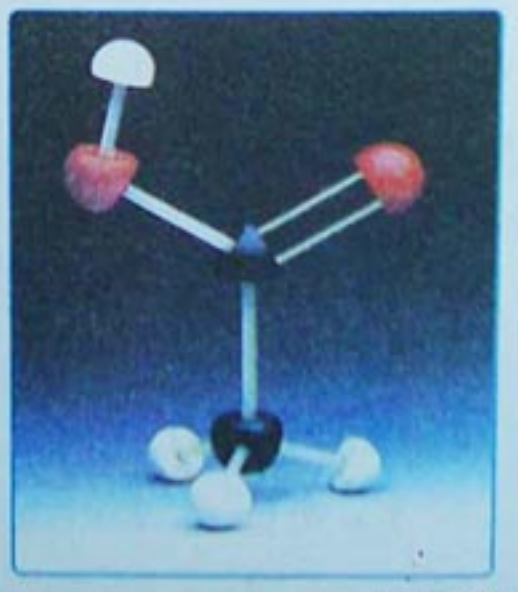
الحصيلة الطاقوية.



العوامل الحركية تؤثر في سرعة التفاعل
1 درجة الحرارة θ_1
2 درجة الحرارة $\theta_2 > \theta_1$
3 درجة الحرارة θ_1 + حمض الكبريت.



جزيئ البيوتان -2- أول.



جزيئ حمض الإيثانويك.



elbassair.net

الوحدة 7

مراقبة تطور جملة كيميائية

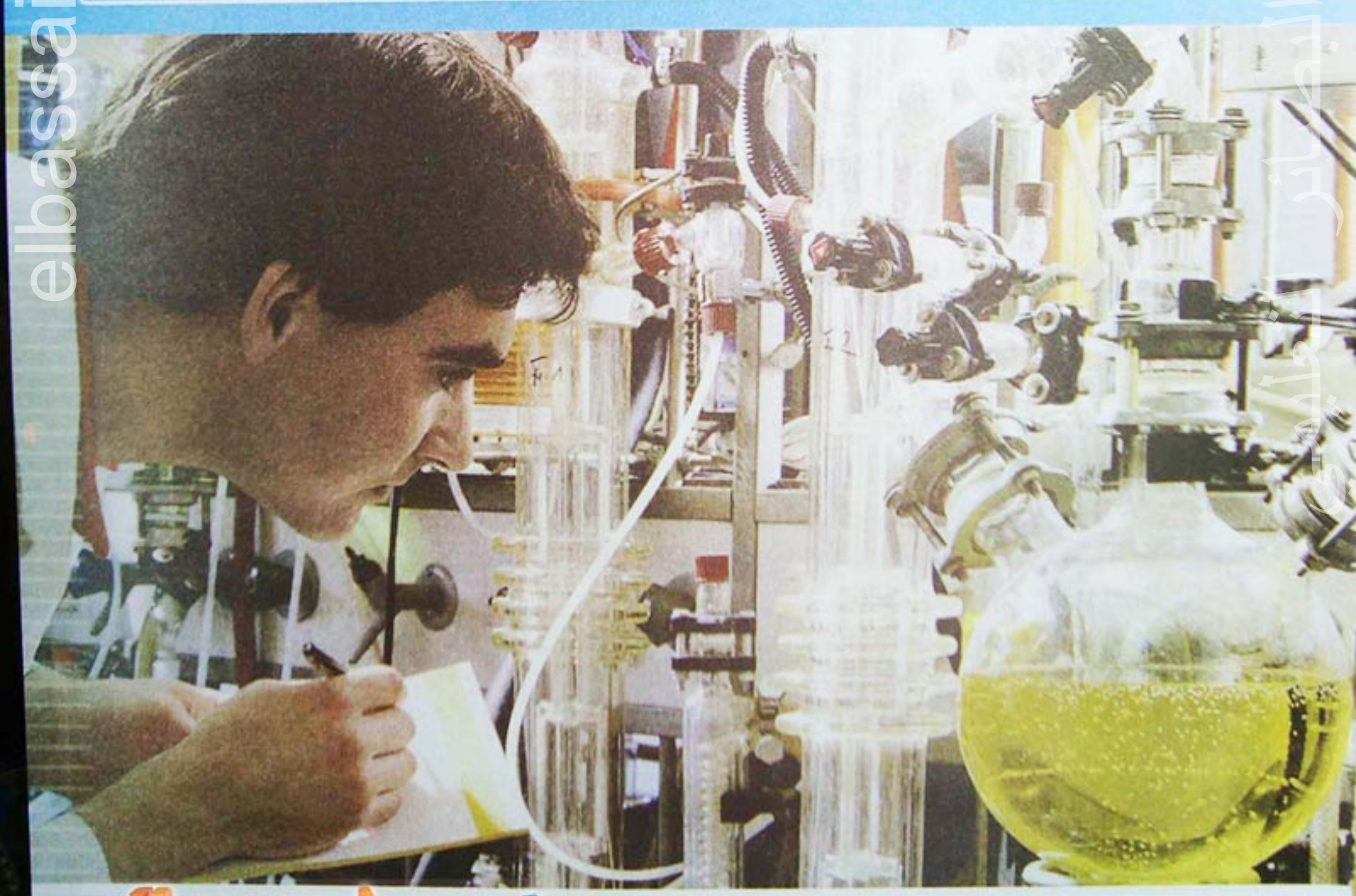
يقوم هذا الكيميائي في مخبره بـ :

- اصطناع بعض الأنواع الكيميائية ؛
- الفصل بين الأنواع الكيميائية المختلفة، بطرق مناسبة ؛
- تحاليل على بعض الأنواع الكيميائية.

كيف تتم مراقبة التحولات الكيميائية وما هي المعايير المعتمدة لهذه المراقبة ؟

تتعلمون في هذه الوحدة

- تعيين الاتجاه التلقائي لتطور جملة كيميائية ؛
- التمييز بين التحول التلقائي (حالة العمود مثلا) والتحول القسري (حالة التحليل الكهربائي) ؛
- مراقبة التحول الكيميائي في حالة الأسترة وإماهة الأستر من حيث :
  - سرعة التحول ؛
  - مردود التحول ؛
  - اختيار الوسيط المناسب.



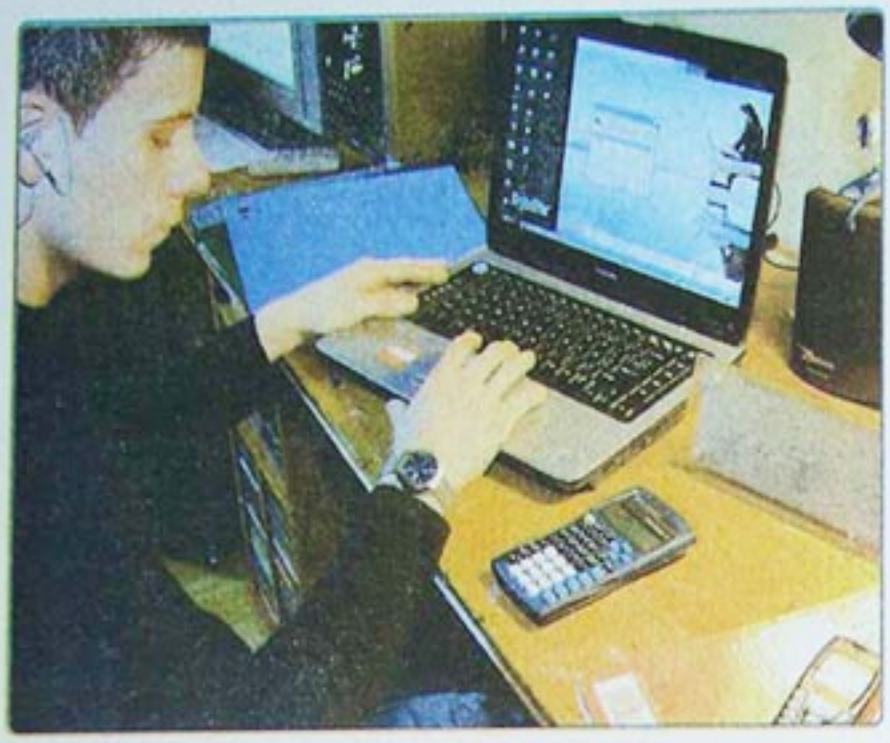
elbassair.net

نشاطات تمهيدية

النشاط 1: التحولات الكيميائية التلقائية والقسرية



وثيقة 1 : يتجه الماء تلقائيا عبر المنحدرات إلى أماكن الإستقرار. الجملة الكيميائية تتطور تلقائيا نحو حالة التوازن.



وثيقة 2 : تشتغل بعض الأجهزة الإلكترونية، المستعملة في الحياة اليومية، بواسطة تحويل كهربائي مقدم من طرف عمود كهربائي. يحدث في العمود تحول كيميائي تلقائي.



وثيقة 3 : يحتوي البوكسيت على خليط من أكسيد الحديد والألمين Al_2O_3. يتم اخضاع الألمين النقي إلى عملية التحليل الكهربائي للحصول على الألمنيوم.



وثيقة 4 : تخضع النباتات لعملية التركيب الضوئي من أجل نموها. إن التحول الكيميائي الحادث بالخلية تحول قسري.

• كيف يمكن تحديد اتجاه تطور جملة كيميائية؟ وكيف نميز بين تحول تلقائي وتحول قسري ؟

elbassair.net

النشاط 2: مراقبة تحول كيميائي



وثيقة 5 : يحتوي حليب الماعز على حمض الهيكسانويك (حمض الكابرويك). فهو حمض دهني يدخل في تركيب بعض الإسترات التي تستعمل في صناعة بعض الأجبان.



وثيقة 6 : يفرز النحل صنفا من أنواع كيميائية تستعمل بعضها للدفاع وللتوجيه، ونجد البعض الآخر في عطور العسل.



وثيقة 7 : يعود عطر أغلب الأزهار إلى احتوائها على استرات. تستغل هذه الاسترات في صناعة العطور وفي الصناعات الغذائية والصيدلانية.



وثيقة 8 : يحتوي زيت الزيتون على استر دهني (ثلاثي الغليسريد) الذي يدخل في اصطناع بعض الأنواع من الصابون.
يتحول الاستر إلى صابون في تحول كيميائي يسمى التصبن.

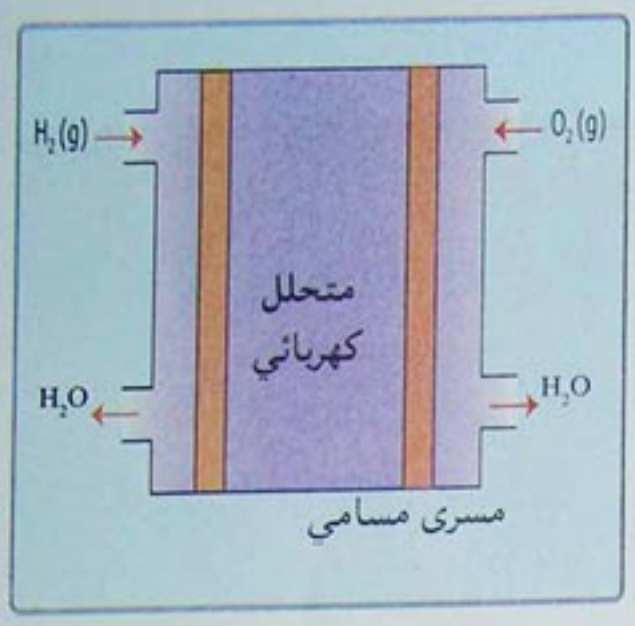
• كيف يمكن اصطناع بعض الاسترات؟ ما هي الأنواع الكيميائية التي تدخل في صناعة الصابون ؟

elbassair.net

نشاطات تمهيدية

النشاط 3 : العمود ذو الوقود (la pile à combustible)

نظرا لخطورة الغازات الناتجة عن احتراق وقود السيارات والتي تتسبب في ظاهرتي التلوث الجوي والاحتباس الحراري، فإن البحث العلمي يتجه حاليا إلى توظيف العمود ذي الوقود كمصدر للطاقة بدلا من البنزين.



وثيقة 9 : العمود ذو الوقود.

1. تركيب العمود ذي الوقود

يتشكل العمود ذو الوقود من قسمين :

- مصعد من ثنائي الهيدروجين وهو مغطى بالبلاتين.
- مهبط من ثنائي الأكسجين وهو مغطى بالبلاتين.

يسمح غشاء بمرور الشوارد H^+ من المصعد إلى المهبط.

يلعب البلاتين دور الوسيط (وثيقة 9)

2. العمود ذو الوقود محل الدراسة والبحث

تطرح عدة تساؤلات حول فعالية المحرك الهيدروجيني:

- حاليا، يصطنع غاز ثنائي الهيدروجين من الفحوم الهيدروجينية بنسبة 99%. تتجه بعض الأنظار إلى اصطناعه من التحليل الكهربائي للماء.
- يتطلب المحرك الهيدروجيني قدرة تخزين عالية، أي حجما كبيرا للسيارة. توجد بعض المحطات التجريبية لهذا الوقود في ألمانيا وإسلاندا (وثيقة 10).



وثيقة 10 : محطة في إسلاندا لتوزيع ثنائي الهيدروجين كوقود.

3. محاسن ومساوئ العمود ذي الوقود

- خلال اشتغاله، ينتج العمود ذو الوقود الماء بدلا من الغازات التي تتسبب في التلوث الجوي والاحتباس الحراري.
- غاز ثنائي الهيدروجين غير سام ولكنه سريع الالتهاب
- المحرك الهيدروجيني مرتفع الأداء مقارنة مع المحرك البنزيني ولكن تكلفته عالية.
- في حالة ارتفاع ثمن البترول والغاز الطبيعي، يصبح حينئذ المحرك الهيدروجيني منافسا للمحرك البنزيني أو الغازي.



وثيقة 11 : شحن الهاتف النقال بواسطة عمود ذي الوقود.

• هل العمود ذو الوقود حل لمشكل التلوث الجوي الناتج عن استعمال البنزين ؟

elbassair.net

النشاط 4 : المدخرات (les accumulateurs)

تشتغل عدة أجهزة (حواسيب، قارئات الأقراص المضغوطة، بعض الألعاب، السيارات ...) بواسطة المدخرات.

1. مبدأ اشتغال المدخرة

تتشكل كل مدخرة (وثيقة 12) من جملة كهروكيميائية :

- يتم شحن المدخرة بواسطة مولد يفرض توترا كهربائيا مستمرا يجعل الجملة الكيميائية تتطور في اتجاه معين وتلعب دور آخذة.

- عند الحاجة، يتم تفريغ المدخرة في دارة كهربائية خارجية حيث تتطور الجملة الكيميائية في الاتجاه المعاكس للسابق، فتلعب دور عمود كهربائي.



وثيقة 12 : بعض أنواع المدخرات المألوفة.

حسب طبيعة الجملة الكيميائية، يمكن شحن وتفريغ المدخرة عددا من المرات، ويشكل هذا العدد ميزة لها.

2. المدخرة الرصاصية

تعتبر حاليا المدخرة الرصاصية المدخرة الأكثر استعمالا، وهي تتكون من:

مسريين من الرصاص، أحدهما مغطى بأكسيد الرصاص الأحادي PbO والثاني مغطى بأكسيد الرصاص الرباعي Pb_3O_4، مغمورين في محلول حمض الكبريت المركز.



وثيقة 13 : بطارية تشغيل محرك السيارات.

تلعب المدخرة خلال التفريغ، دور مولد قوته المحركة الكهربائية E = 2 V.

تتشكل البطارية التجارية (وثيقة 13) من عدة عناصر من هذه المدخرات وتستعمل في السيارات والشاحنات، في تشغيل المحركات الكهربائية، تغذية جهاز إشارات المرور كما تستعمل عند انقطاع التيار الكهربائي للشبكة الكهربائية في المستشفيات والمصانع والمراكز الهاتفية وأنظمة الأمن... (وثيقة 14).


وثيقة 14 : شحن بطارية السيارة.

• هل التحولات الكيميائية التي تحدث في المدخرة تلقائية أم قسرية ؟

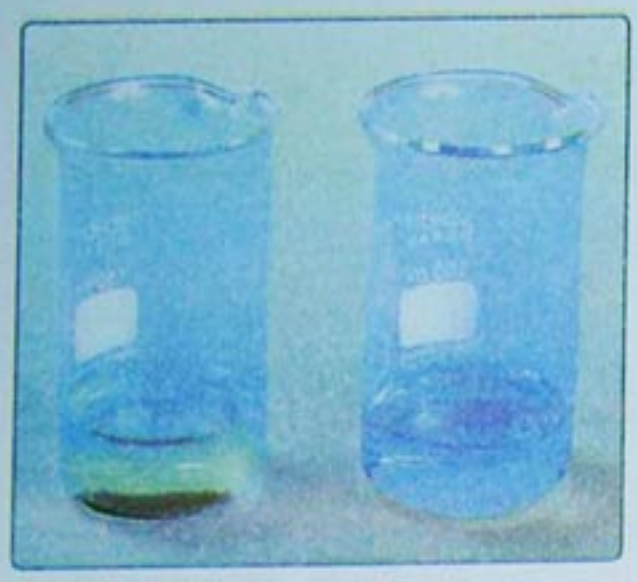
elbassair.net

نشاطات تمهيدية

النشاط 5 : تجارب حول التحولات التلقائية والقسرية

التجربة الأولى : ضع في بيشر 10 mL من محلول كبريتات الحديد II، و10 mL من محلول كبريتات النحاس II حيث للمحلولين التركيز المولي نفسه C. أضف إلى المزيج كمية ملوقتين (spatules) من مسحوق الحديد وكمية ملوقتين من مسحوق النحاس (وثيقة 15). بعد الرج والاستقرار :

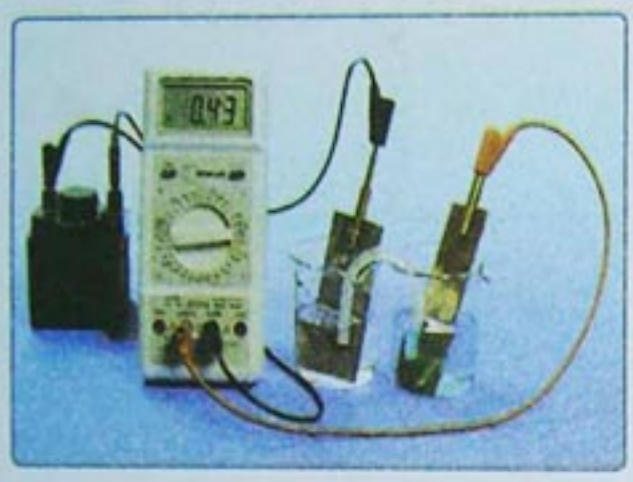
- ماذا تلاحظ فيما يتعلق بتطور الجملة الكيميائية ؟ برّر اتجاه التطور الملاحظ، ثم أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحادث.
- أحسب كسر التفاعل الابتدائي Q_{r_i} ، ثم توقع اتجاه تطور الجملة إذا كان ثابت التوازن الموافق للتفاعل السابق $K = 1{,}1 \times 10^{26}$.



وثيقة 15 : التطور التلقائي للجملة الكيميائية.

التجربة الثانية : ضع في بيشر محلولا من كبريتات النحاس II ثم اغمس فيه صفيحة من النحاس، ثم ضع في بيشر آخر محلولا من كبريتات الزنك واغمس فيه صفيحة من الزنك. وصّل المحلولين بواسطة جسر يتشكل من أنبوب يحتوي على محلول كلور البوتاسيوم المجمد لنحصل في الأخير على عمود دانيال (وثيقة 16).

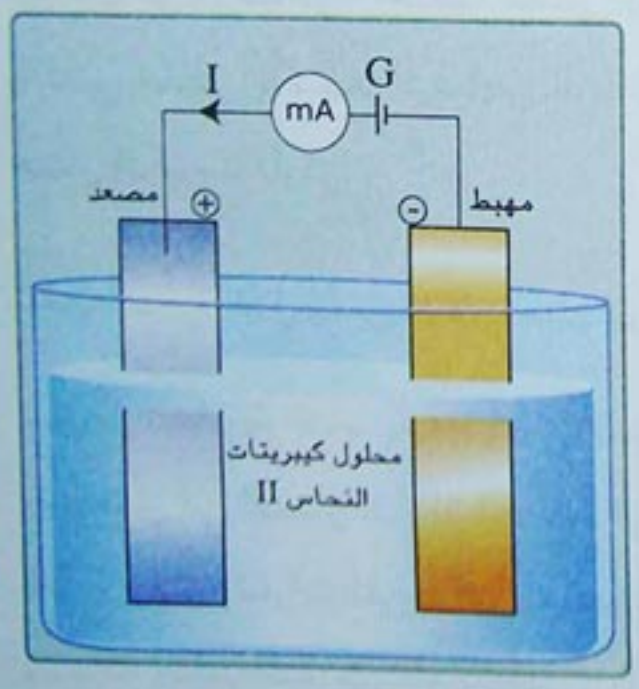
1. وصل صفيحة النحاس إلى القطب (A) لجهاز الأمبير متر ووصل صفيحة الزنك إلى القطب (COM) للجهاز نفسه. ماذا تلاحظ ؟
2. اعتمادا على الظواهر الكيميائية الحادثة عند المسريين، أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحادث في العمود. ما هو دور الجسر؟
3. استبدل جهاز الأمبير متر بجهاز الفولط متر، إلى ماذا يشير؟
4. ما هي كمية الكهرباء التي يولدها العمود خلال مدة اشتغاله؟
5. قدّم الحصيلة الطاقوية للجملة الكيميائية التي تشكل العمود.



وثيقة 16 : عمود دانيال.

التجربة الثالثة : ضع في بيشر محلولا من كبريتات النحاس II ثم اغمس فيه مسريين من الغرافيت (وثيقة 17).

1. وصّل المسريين إلى جهاز الأمبير متر، ماذا تلاحظ؟ ماذا تستنتج؟
2. أضف على التسلسل مع جهاز الأمبير متر مولدا للتيار الكهربائي المستمر، ثم اغلق الدارة. ماذا تلاحظ؟ كيف تبرر مرور التيار الكهربائي في الدارة؟
3. مما سبق، أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحادث في وعاء التحليل الكهربائي.هل هذا التحول الكيميائي تلقائي أم قسري ؟



وثيقة 17 : وعاء التحليل الكهربائي.

• كيف نميّز بين تحول كيميائي تلقائي وتحول كيميائي قسري ؟

elbassair.net

النشاط 6: تجارب حول مراقبة تحول كيميائي

التجربة الأولى : ضع في إرلينة ماير 1 mol من حمض الإيثانويك و1 mol من الإيثانول. أضف قطرات من حمض الكبريت المركز وسدّ الوعاء بواسطة سدادة متصلة بمبرد هوائي ثم ضع الوعاء في حمام مائي حيث درجة الحرارة 80°C (وثيقة 18).

بعد 15 min، اسكب محتوى إرلينة ماير في كأس يحتوي على ماء مالح.

1. ماذا تلاحظ ؟ كيف تفسر ذلك ؟

2. ما هو دور كل من التسخين واستعمال حمض الكبريت؟

3. اقترح طريقة تمكن من متابعة كمية الأستر المتشكل بدلالة الزمن.

4. هل التحول الكيميائي الحادث تام ؟ كيف تتأكد عمليا من ذلك ؟ ما هو مردود التحول؟ وهل يمكن تحسينه؟



وثيقة 18 : تفاعل الإيثانول مع حمض الإيثانويك.

التجربة الثانية : ضع في بالونة 10 mL من إيثانوات الإيثيل و10 mL من الماء. رج ثم قس pH المزيج. بعد تثبيت المبرد المائي (réfrigérant) سخن البالونة لمدة ساعة بواسطة حمام مائي (وثيقة 20).

بعد التبريد، قس قيمة pH المزيج.

1. هل حدث تحول كيميائي؟ برّر إجابتك.

2. قارن بين تجربة الجزء الأول وتجربة الجزء الثاني، ماذا تستنتج؟

3. أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث في الجزء الأول.

4. توقع ما يحدث في تجربة الجزْء الأول لو:
- أستعمل مزيج غير متكافئ في كمية المادة.
- أستعمل كلور الإيثانويل بدل حمض الإيثانويك.
- أضيف إلى المزيج محلول للصود.
- تم تغيير صنف الكحول.

5. مثل كيفيا المنحنيات: f(t) = (استر)n في كل حالة من الحالات السابقة.



وثيقة 19 : تشكل إيثانوات الإيثيل.



وثيقة 20 : إماهة إيثانوات الإيثيل.

• كيف يمكن مراقبة تحولي الأسترة وإماهة الإستر ؟

elbassair.net

1. التطور التلقائي لجملة كيميائية

1.1 جهة التطور التلقائي لجملة كيميائية

1.1.1. التحولات حمض-أساس :

نأخذ ثلاثة بياشر A.B.C ونضع فيها المحاليل المذكورة في الجدول (وثيقة 21) والتي لها التراكيز المولية نفسها $C = 10^{-1}\ mol.L^{-1}$. بعد الرجّ والاستقرار، نقيس قيمة pH كل خليط.

معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث في كل بيشر هي :

$$CH_3COO^-(aq) + HCOOH(aq) = CH_3COOH(aq) + HCOO^-(aq) \quad (1)$$

ثابت التوازن الموافق للتفاعل المدروس : $K = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} = 10$

لندرس تطور النسبة $y = \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$ في كل بيشر.

في البيشر A:

عند الحالة الابتدائية، $y_i = \frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$

لدينا $[HCOO^-]_i = \frac{CV_4}{V}$ ، $[HOOCH]_i = \frac{CV_3}{V}$،

حيث $V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$ وبالتالي : $y_i = \frac{V_4}{V_3} = 1$

عند الحالة النهائية : $y_f = \frac{[HCOO^-]_f}{[HCOOH]_f}$

لدينا : $K_{al} = \frac{[H_3O^+]_f \times [HCOO^-]_f}{[HCOOH]_f}$ ومنه $y_f = \frac{K_{al}}{[H_3O^+]_f}$

أي : $y_f = \frac{K_{al}}{10^{-pH}}$ وبالتالي : $y_f = 2,8$

- الطريقة نفسها تمكننا من دراسة النسبة y في البيشرين B.C لنستنتج قيم كسر التفاعل Q_{ri} و Q_{rf} مع تقديم النتائج في الجدول (وثيقة 22).

نعلم أنه عند الحالة النهائية : $Q_{rf} = K$ وبالنسبة للتفاعل المدروس ثابت التوازن : $K = 10$

- في البيشر A، $Q_{ri} < Q_{rf}$ $(y_i < y_f)$ هذا يعني تشكل الشوارد $HCOO^-$ واختفاء جزيئات HCOOH أي أن الجملة تطورت في الاتجاه المباشر لمعادلة التفاعل (1) .

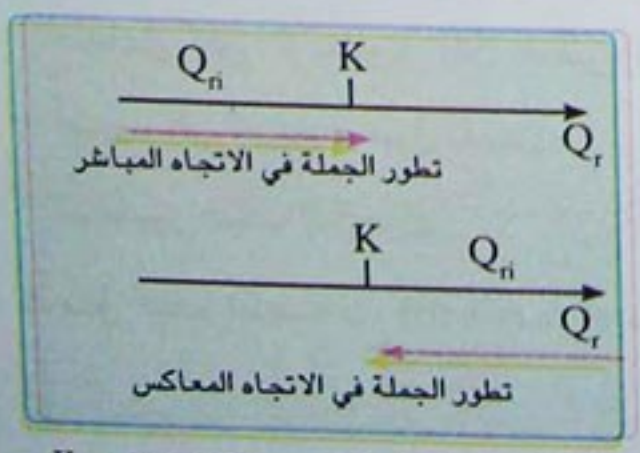
- في البيشر B . $Q_{ri} > Q_{rf}$ $(y_i > y_f)$ هذا يعني اختفاء الشوارد $HCOO^-$

البيشر	A	B	C	K_a
$V_1(mL)$ محلول CH_3COOH	10	20	10	$K_{a2} = 1,8 \times 10^{-5}$
$V_2(mL)$ محلول CH_3COONa	10	1	1	
$V_3(mL)$ محلول HCOOH	10	5	1	$K_{a1} = 1,8.10^{-4}$
$V_4(mL)$ محلول HCOONa	10	10	1	
pH	4,2	3,7	3,8	

وثيقة 21 : نتائج قياس pH المحاليل.

البيشر	A	B	C
في الحالة الابتدائية y_i	1	2	1
في الحالة النهائية y_f	2,8	0,9	1
$Q_{ri} = \frac{V_4 \times V_1}{V_3 \times V_2}$	1	40	10
$Q_{rf} = K$	10	10	10

وثيقة 22 : النتائج المتحصل عليها في البياشر الثلاثة.



وثيقة 23 : تطور الجملة حسب Q_{ri} مقارنة مع K.

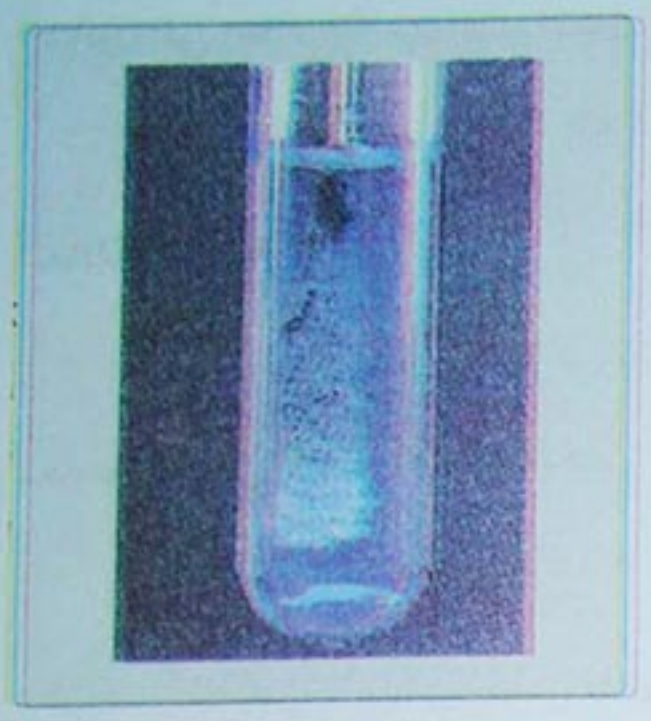
elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

وتشكل الجزيئات HCOOH أي أن الجملة تطورت في الاتجاه المعاكس لمعادلة التفاعل (1).

- في البيشر C، $Q_{ri} = K = 10$ $(y_i = y_f)$ هذا يعني أن الجملة لم تتطور أي أنها في حالة توازن.

2.1.1. التحولات أكسدة-إرجاع

نضع في أنبوب اختبار 10 mL من محلول نترات الفضة تركيزه المولي $C = 1 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ ثم نغمس فيه سلكا من النحاس. نلاحظ تدريجيا تلون المحلول بالأزرق وظهور شعيرات من الفضة على السلك النحاسي (وثيقة 24)



وثيقة 24 : ترسب شعيرات الفضة.

معادلة التفاعل المنمذج للتحول $Cu(s) + 2Ag^+(aq) = 2Ag(s) + Cu^{2+}(aq)$

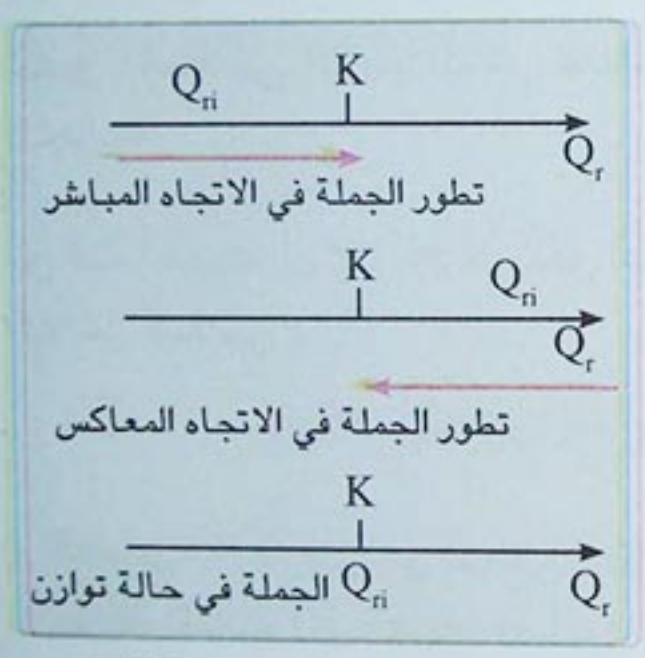
ثابت التوازن الموافق للتفاعل في الاتجاه المباشر $K = 3{,}8 \times 10^{15}$

$$Q_{ri} = \frac{[Cu^{2+}]_i}{[Ag^+]_i} = 0 \quad \text{لأن } [Cu^{2+}]_i = 0$$

بما أن $Q_{ri} < K$ الجملة تتطور في الاتجاه المباشر وهذا يتوافق مع الملاحظات التجريبية.

يمثل كسر التفاعل Q_r معيارا لتحديد وتوقع اتجاه تطور جملة كيميائية، فإذا كان :

$Q_{ri} = K$: الجملة لا تتطور فهي في حالة توازن.
$Q_{ri} < K$: الجملة تتطور في الاتجاه المباشر لمعادلة التفاعل.
$Q_{ri} > K$: الجملة تتطور في الاتجاه المعاكس لمعادلة التفاعل.



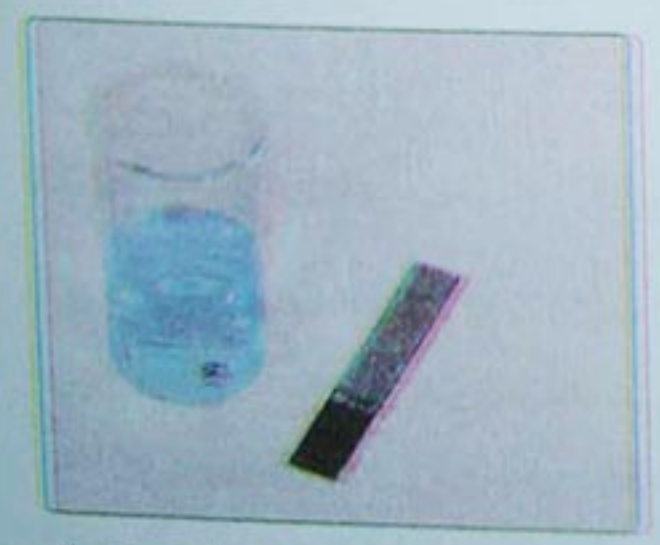
وثيقة 25 : تطور الجملة نحو حالة التوازن.

ملاحظة : إذا تطورت الجملة الكيميائية فإنها تتطور تلقائيا نحو حالة التوازن.

2.1. تطبيق على الأعمدة

1.2.1. التحول الكيميائي التلقائي بتحويل الكتروني مباشر :

نضع في بيشر محلولا لكبريتات النحاس II ثم نغمس فيه صفيحة من الزنك (وثيقة 26).



وثيقة 26 : يترسب النحاس على صفيحة الزنك.

نلاحظ الزوال التدريجي للّون الأزرق للمحلول وتشكل راسب أحمر من النحاس على سطح الصفيحة، دلالة على حدوث تحول كيميائي تلقائي

elbassair.net

الأنواع الكيميائية المتفاعلة Zn(s) و$Cu^{+2}(aq)$ تتلامس في البيشر لتتحول إلى $Zn^{+2}(aq)$ و Cu(s)، المعادلة النصفية للأكسدة :

$$Zn^{2+}/Zn : \quad Zn(s) = Zn^{2+}(aq) + 2e^-$$

المعادلة النصفية للإرجاع :

$$Cu^{2+}/Cu : \quad Cu^{2+} + 2e^- = Cu(s)$$

معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث تلقائيا في البيشر:

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) = Zn^{2+}(aq) + Cu(s) \quad (1)$$

- إن كسر التفاعل الابتدائي الموافق لتطور الجملة في الاتجاه المباشر هو:

$$Q_{ri} = \frac{[Zn^{2+}]_i}{[Cu^{2+}]_i} = 0$$ لأن $[Zn^{2+}]_i = 0$

وبما أن ثابت التوازن الموافق للتفاعل(1) $K = 10^{37}$ فإن $Q_{ri} < K$، إذا تتطور الجملة في الاتجاه المباشر للتفاعل وهذا يتوافق مع الملاحظات التجريبية.

من جهة أخرى بما أن $K >> 10^4$، يمكن اعتبار التحول تاما وكتابة معادلة التفاعل كما يلي :

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

- التحويل الإلكتروني من المرجع Zn(s) إلى المؤكسد $Cu^{2+}(aq)$ يحدث بطريقة تلقائية (أي عفوية) ومباشرة.

- إن التغير في الطاقة الداخلية للجملة الكيميائية خلال هذا التحول الكيميائي لا يمكن الاستفادة منه لاستحالة تحويله إلى نمط آخر من الطاقة.

معادلة التفاعل :

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) = Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

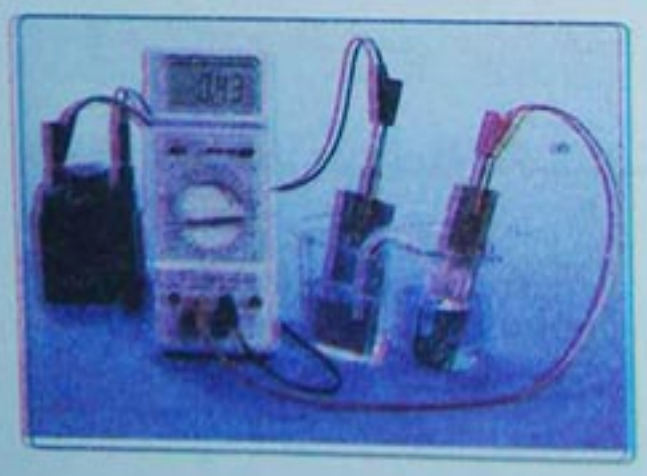
كسر التفاعل :

$$Q_r = \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$$

لأن إصطلاحا :

$$[Zn(s)] = [Cu(s)] = 1$$

وثيقة 27 : كسر التفاعل.



وثيقة 28 : يتشكل العمود من نصفين.

2.2.1. التحول التلقائي بتحويل إلكتروني غير مباشر في عمود :

تبين نتائج النشاط التمهيدي 5 (وثيقة 28) أن التيار الكهربائي الذي يجتاز الدارة ناتج عن تحويل إلكتروني من المرجع Zn(s) إلى المؤكسد $Cu^{2+}(aq)$ بواسطة الدارة الخارجية للعمود أي عن بعد، أما التحول الكيميائي الذي يحدث يشبه تماما التحول الحادث في المثال السابق.

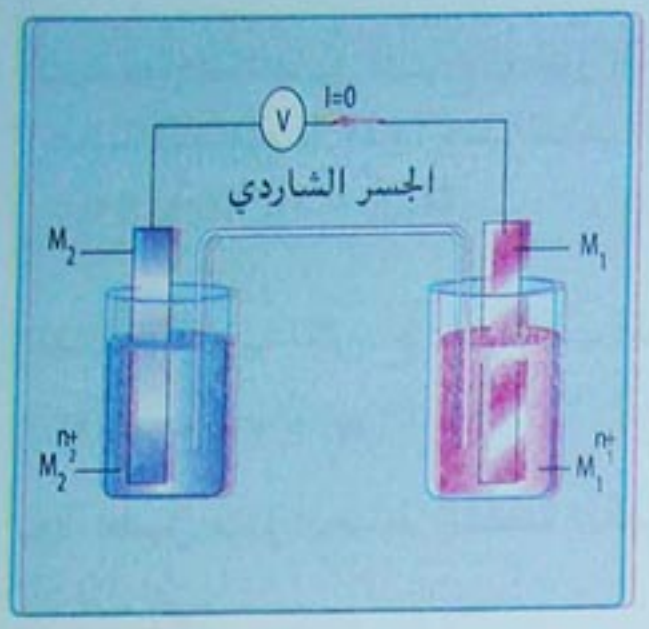
elbassair.net

الخصائص الكهربائية لعمود :

- تركيب عمود

يتشكل العمود من نصفين :

- النصف الأول : صفيحة معدنية لمعدن M_1 مغموسة في محلول يحتوي على الشوارد $M_1^{n_1+}$.
- النصف الثاني: صفيحة معدنية لمعدن M_2 مغموسة في محلول يحتوي على الشوارد $M_2^{n_2+}$.
- جسر التوصيل : هو إما أنبوب يحتوي على محلول شاردي وإما ورق ترشيح مبلل بمحلول شاردي أو غشاء مسامي (وثيقة 29).



وثيقة 29 : تشكيل العمود.

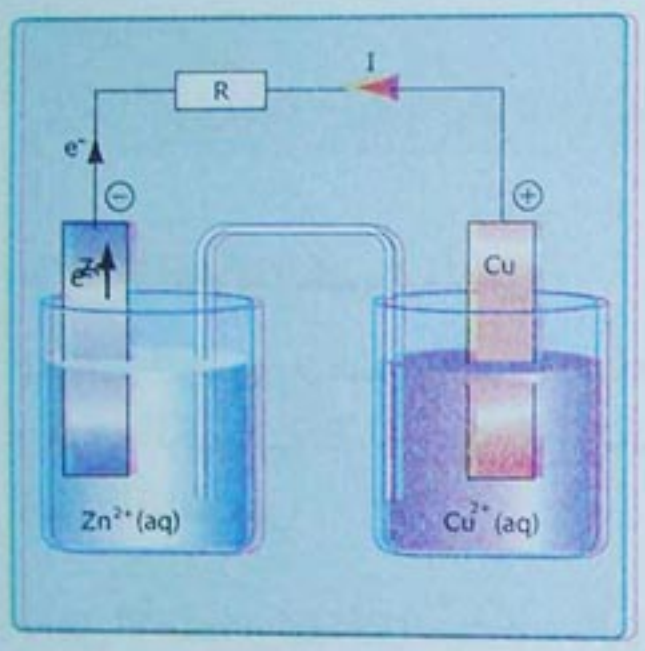
- الرمز الاصطلاحي لعمود :

إذا كان المسرى M_1 هو القطب الموجب و المسرى M_2 هو القطب السالب،

فإنه يرمز اصطلاحيا للعمود بالرمز: $\ominus M_2/M_2^{n2+}//M_1^{n1+}/M_1 \oplus$

يشير الرمز إلى سلسلة النقل الكهربائي التي تشكل العمود حيث الخط المضاعف المائل يدلّ على الوصلة الكهروكيميائية بين النصفين : القطب الموجب (المهبط) يكون دوما على اليمين و القطب السالب (المصعد) يكون دوما على اليسار. فمثلا رمز عمود دانيال هو :

$$\ominus Zn/Zn^{2+}//Cu^{2+}/Cu \oplus$$

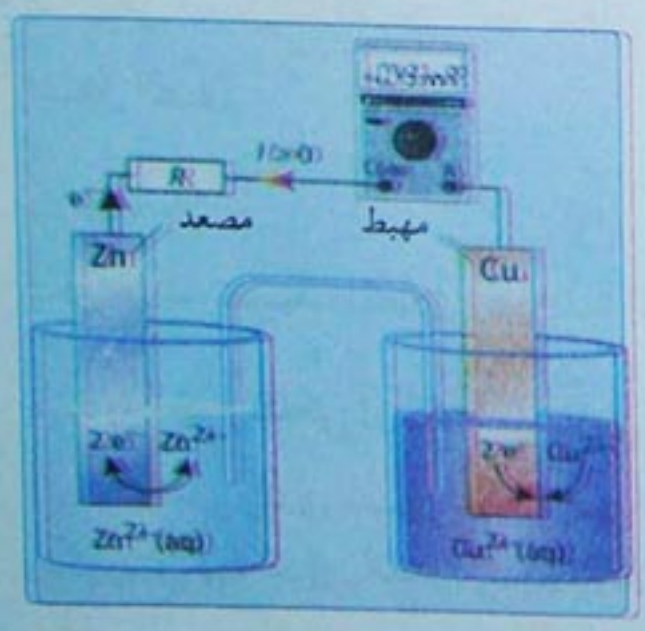


وثيقة 30 : أقطاب عمود دانيال.

حينئذ القراءة البسيطة لرمز العمود تعطي معلومات حول الثنائيتين اللتين تدخلان في التحول الكيميائي الذي يتحكم في تشغيل العمود، واتجاه حركة حاملات الشحنة ثم أقطاب العمود(وثيقة 30).

- تطور الجملة الكيميائية في العمود خلال اشتغاله :

عند اشتغال العمود، التحول الكيميائي الذي يحدث ينمذج بتفاعل يرفق بثابت توازن K فكلما كان كسر التفاعل $Q_r < K$ كلما أنتج العمود تيارا كهربائيا وعندما تصل حالة الجملة الكيميائية إلى التوازن ($Q_r = K$)، تنعدم شدة التيار الكهربائي ليتوقف العمود عن الاشتغال.



وثيقة 31 : مهبط ومصعد عمود دانيال.

elbassair.net
موقع عون التعليمي

كتابة معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الذي يحدث في العمود:
المعادلة النصفية للأكسدة عند القطب السالب للعمود:

$$M_2(s) = M_2^{n2+}(aq) + n_2e^-$$

المعادلة النصفية للإرجاع عند القطب الموجب:

$$M_1^{n1+}(aq) + n_1e^- = M_1(s)$$

بعد تطبيق مبدإ انحفاظ الشحنة الكهربائية، معادلة التفاعل المنمذج للتحول هي:

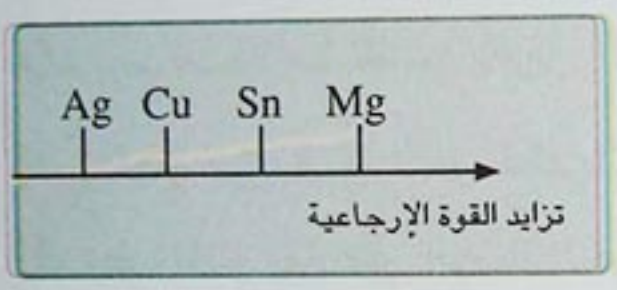
$$n_1M_2(s) + n_2M_1^{n1+}(aq) = n_1M_2^{n2+}(aq) + n_2M_1(s)$$

معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الذي يتحكم في اشتغال العمود هي:

$$n_1M_2(s) + n_2M_1^{n1+}(aq) = n_1M_2^{n2+}(aq) + n_2M_1(s)$$

العمود	القوة المحركة الكهربائية E(V)
⊖ $Mg/Mg^{2+}//Ag^+/Ag$ ⊕	3,17
⊖ $Sn/Sn^{2+}//Cu^{2+}/Cu$ ⊕	0,48
⊖ $Zn/Zn^{2+}//Cu^{2+}/Cu$ ⊕	1,10

وثيقة 32 : بعض القيم للقوة المحركة الكهربائية.



وثيقة 33 : تصنيف بعض المعادن وفق تزايد القوة الإرجاعية.

القوة المحركة الكهربائية لعمود :

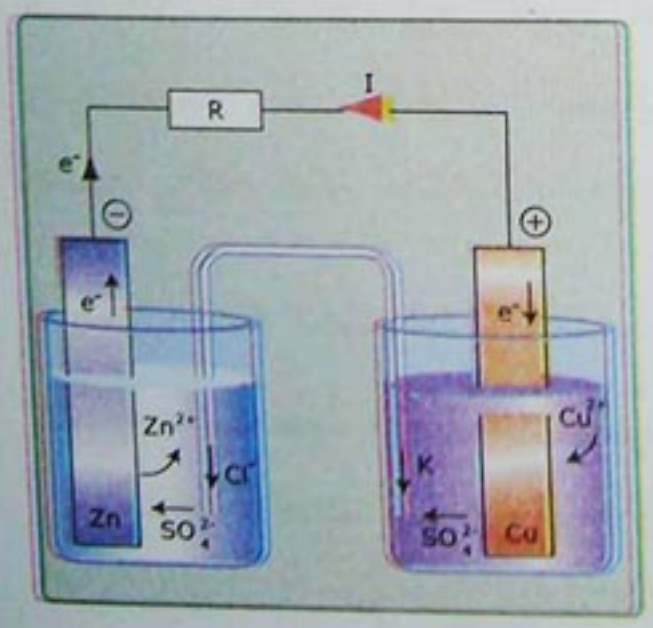
يمثل فرق الكمون بين مسربي العمود (عندما لا يجري أي تيار كهربائي) القوة المحركة الكهربائية E له. يمكن إذا الكشف عن قطبي عمود باستعمال جهاز الفولط متر.

نحقق الأعمدة (وثيقة 32) حيث للمحاليل نفس التركيز المولي $C = 10^{-2} mol.L^{-1}$ ثم نقيس E لكل عمود.

نلاحظ أن E تتعلق بطبيعة الثنائيات التي تدخل في تركيب العمود، كما يمكن أيضا التأكد من أنها تتعلق بالتراكيز المولية للمحاليل التي تشكل العمود.

ملاحظة :

يمكن حينئذ تصنيف المعادن وفق القوة الإرجاعية المتزايدة.



وثيقة 34 : حركة حاملات الشحنة في عمود دانيال.

- دور الجسر الملحي أو الغشاء المسامي :

الجسر الملحي والذي يسمى أيضا الجسر الكهروكيميائي يمكّن من الاتصال الكهربائي بين نصفي العمود (دون اختلاط المحلولين) من جهة، ومن جهة أخرى، يسمح لشوارد المحلول الملحي بالتحرك من أجل ضمان التعادل الكهربائي للمحلولين.

elbassair.net
موقع البساط التعليمي

فمثلا (الوثيقة 34) تبين حركة حاملات الشحنة خلال اشتغال عمود دانيال.

- كمية الكهرباء التي يُنتجها العمود خلال اشتغاله

- تعريف الفراداي (F): الفراداي كمية الكهرباء التي يُنتجها 1 mol من الالكترونات خلال حركتها: $1\,F = N_A \times e$ حيث N_A ثابت أفوغادرو، e الشحنة العنصرية :

$$1F = 96\,500\ C.mol^{-1}$$

- كمية الكهرباء التي يُنتجها العمود خلال مدة Δt من اشتغاله :

ليكن x(mol) تقدم التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الذي يحدث في العمود خلال مدة Δt فتكون كمية المادة للإلكترونات التي انتقلت في الدارة $n(e^-) = z \,.\, x$ حيث z عدد الإلكترونات المحولة من المرجع إلى المؤكسد، عندما يحدث التفاعل مرة واحدة (z يمثل المضاعف المشترك الأصغر لـ n_1 و n_2) وبالتالي كمية الكهرباء المُنتجة هي: $Q = n(e^-) \times F$ (وثيقة 36)، أي :

$$Q = z \,.\, x \,.\, F$$

من جهة أخرى إذا كانت I شدة التيار الكهربائي الذي ينتجه العمود فإن $Q = I\Delta t$.

كمية الكهرباء النهائية التي يمكن أن يُنتجها عمود: $Q_f = z \,.\, x_f \,.\, F$، حيث x_f يمثل التقدم النهائي للتفاعل (عند حالة التوازن) فإذا كان التحول الكيميائي تاما، $x_{max} = x_f$، تكون كمية الكهرباء الأعظمية التي يمكن للعمود إنتاجها :

$$Q_{max} = z \,.\, x_{max} \,.\, F$$

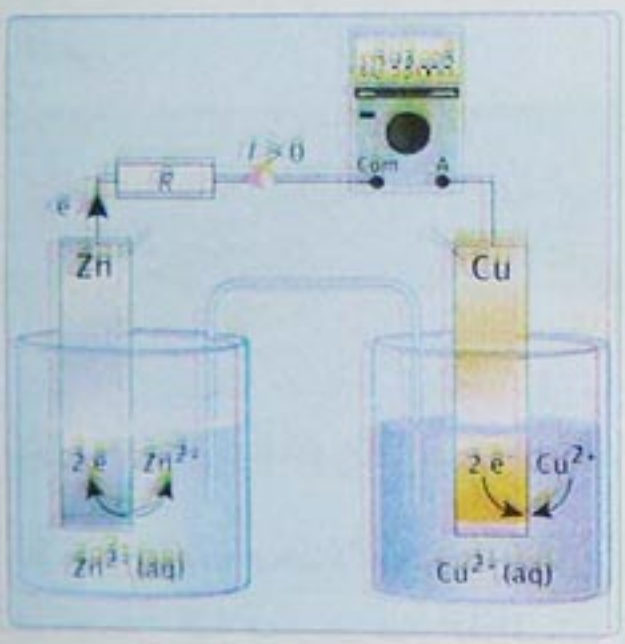
- الحصيلة الطاقوية للجملة "العمود الكهربائي"

عند اشتغال العمود الكهربائي، يحدث تغير في الطاقة الداخلية للجملة "عمود" بسبب التحول الكيميائي الذي يكون مصحوبا بتحويل كهربائي W_e (وثيقة 37).

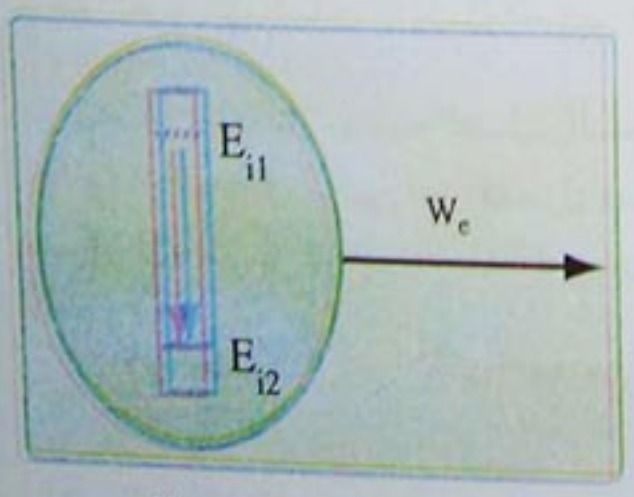
معادلة انحفاظ الطاقة : $E_{i1} - W_e = E_{i2}$



وثيقة 35 : العالم فاراداي (1791-1867). اهتم بدراسة التحليل الكهربائي.



وثيقة 36 : التحويل الالكتروني في عمود دانيال.



وثيقة 37 : الحصيلة الطاقوية للجملة «عمود».

elbassair.net

2. التحولات القسرية

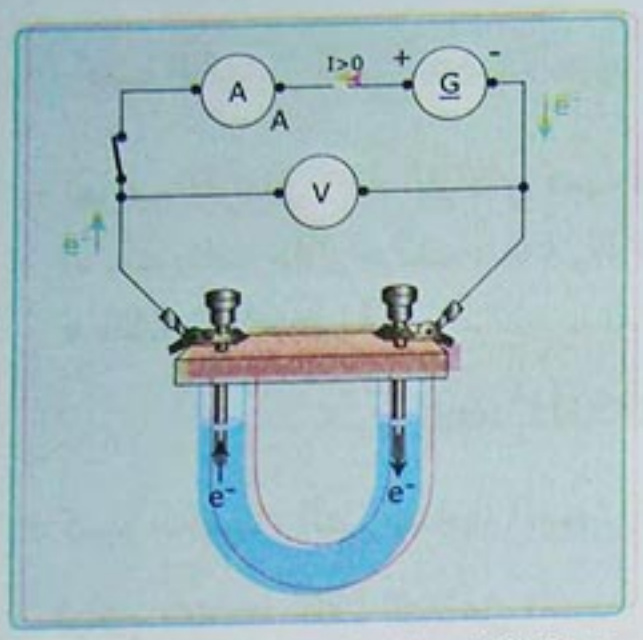
1.2. إمكانية إجبار جملة كيميائية على التطور

- تبيّن نتائج النشاط التمهيدي 5، أن جهاز الأمبير متر الموصول بين المسربين من الغرافيت لا يشير إلى مرور تيار كهربائي دلالة أنه لم يحدث تحول كيميائي تلقائي للجملة ($Cu^{2+}(aq) + SO_4^{-2}(aq)$) في الوعاء.

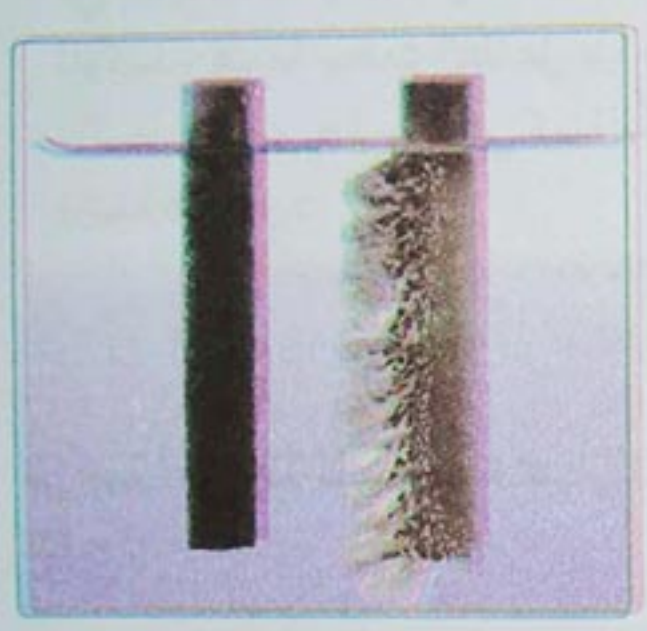
- عندما نضيف على التسلسل مولدا كهربائيا مع جهاز الأمبير متر، فإن هذا الأخير يشير إلى مرور تيار كهربائي دلالة على حدوث تحويل إلكتروني أي حدوث تحول كيميائي تظهر نتائجه في ترسب النحاس عند المهبط و انطلاق غاز O_2 عند المصعد (وثيقة 38).

إن التيار الكهربائي المفروض من طرف المولد أجبر الجملة الكيميائية على التطور.

التحول القسري تحول كيميائي لا يحدث تلقائيا بل يفرض بواسطة طاقة خارجية.



وثيقة 38 : التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات النحاس II.



وثيقة 39 : تشكل القصدير خلال التحليل الكهربائي لمحلول كلور القصدير II.

2.2 التحليل الكهربائي لمتحلل شاردي

نضع في وعاء محلولا محمضا لكلور القصدير II ($Sn^{2+}(aq)+2Cl^-(aq)$) ثم نغمس فيه مسربين من الغرافيت. نصل المسربين بقطبي مولد للتيار الكهربائي المستمر. بعد مدة نلاحظ ظهور شعيرات من القصدير-$Sn(s)$ عند المهبط (وثيقة 39) وانطلاق غاز $Cl_2(g)$ عند المصعد.

حدث تحول قسري لمحلول كلور القصدير فرضه التيار الكهربائي الذي يُنتجه المولد أي حدث تحويل إلكتروني من Cl^- نحو Sn^{2+}.

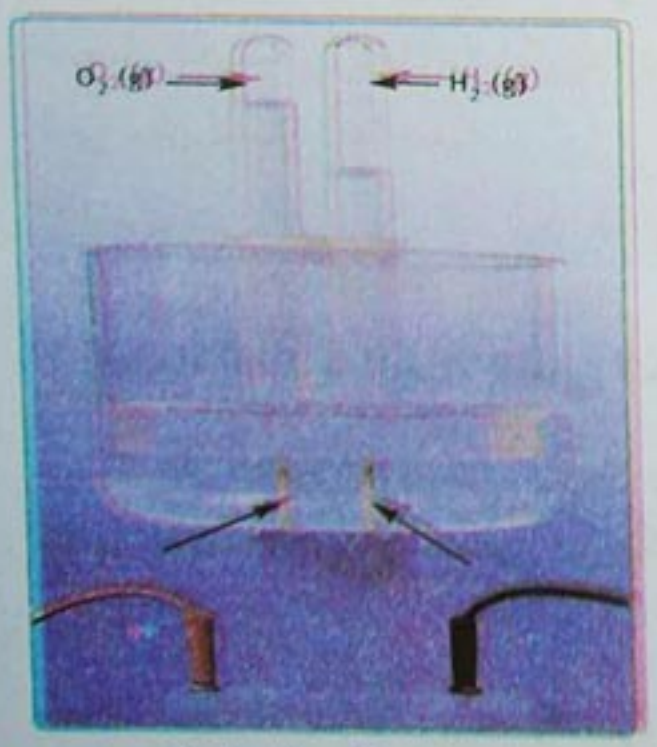
- معادلة التفاعل المنمذج لعملية التحليل الكهربائي

إن نواتج التحليل الكهربائي كتحول قسري تتعلق بطبيعة الشوارد التي تشكل المتحلل و كذلك بطبيعة المسربين:

-إذا كان المسربان لا يتفاعلان (هما من الغرافيت أو من البلاتين) مثلا :

يحدث عند المصعد (+) أكسدة.

يحدث عند المهبط (-) إرجاع.



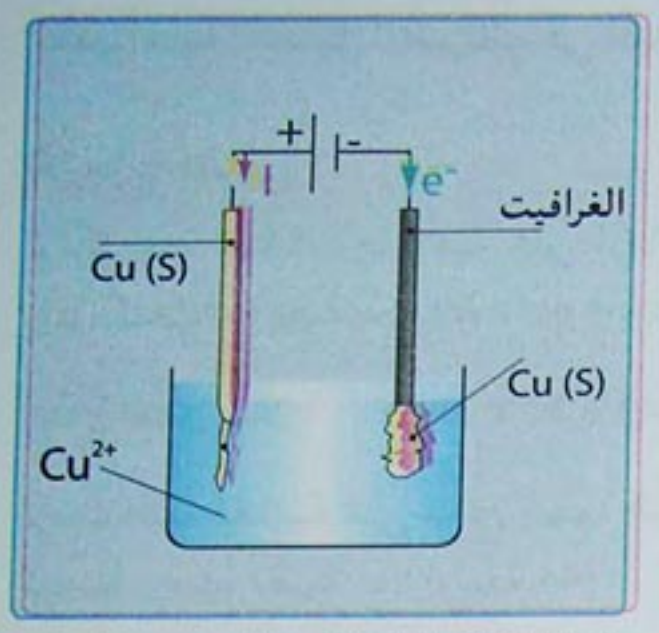
وثيقة 40 : التحليل الكهربائي للماء.

elbassair.net

مثال : التحليل الكهربائي لمحلول كلور القصدير II .

عند المصعد : $2Cl^-(aq) = Cl_2(g) + 2e^-$

عند المهبط : $Sn^{2+}(aq) + 2e^- = Sn(s)$.



وثيقة 41 : التحليل الكهربائي بمصعد منحل.

معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي (التحليل الكهربائي)

$$Sn^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) = Sn(s) + Cl_2(g)$$

ملاحظة : يمكن لإحدى ثنائيتي الماء أن تتدخل في التحول الكيميائي :

عند المصعد : $2H_2O(\ell) = O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$: H^+/H_2O

عند المهبط : $2H_2O(\ell) + 2e^- = 2HO^-(aq) + H_2(g)$: H_2O/HO^-

إذا كان المصعد منحلا (المصعد يتدخل في التحول) :

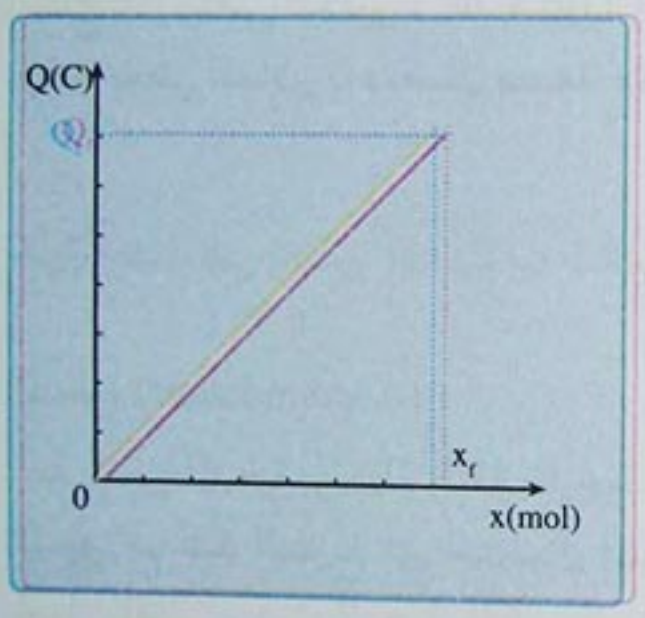
يحدث تحويل للمعدن من المصعد إلى المهبط (وثيقة 41).

مثال : التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات النحاس II باستعمال مصعد من النحاس :

- المعادلة النصفية للأكسدة : $Cu(s) = Cu^{2+}(aq) + 2e^-$

- المعادلة النصفية للإرجاع : $Cu^{2+}(aq) + 2e^- = Cu(s)$

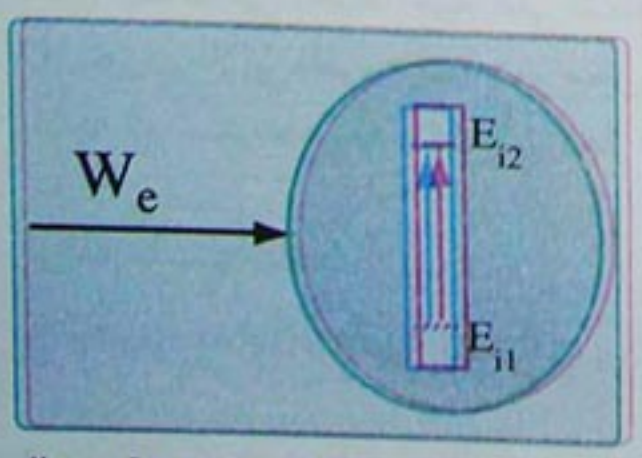
وبالتالي يحدث تحويل لمعدن النحاس Cu من المصعد إلى المهبط.



وثيقة 42 : كمية الكهرباء تتغير مع تقدم التفاعل x .

- كمية الكهرباء المستهلكة خلال مدة زمنية Δt:

إذا كانت I شدة التيار الكهربائي الذي يفرضه المولد فإن كمية الكهرباء المستهلكة خلال مدة زمنية Δt هي : $Q = I \cdot \Delta t$. من جهة أخرى، إذا كان x(mol) تقدم التفاعل المنمذج للتحول وكان z عدد للإلكترونات المحولة عندما يحدث التفاعل مرة واحدة فإن كمية المادة للإلكترونات المحولة $n(e^-) = z \cdot x$، تكون حينئذ كمية الكهرباء $Q = z \cdot x \cdot F$ (حيث F يمثل الفراداي). (وثيقة 42)



وثيقة 43 : الحصيلة الطاقوية للجملة «متحلل كهربائي».

- الحصيلة الطاقوية للجملة الكيميائية في وعاء التحليل الكهربائي:

خلال عملية التحليل تتغير الطاقة الداخلية للجملة الكيميائية عن طريق التحويل الكهربائي W_e الذي يقدمه المولد (وثيقة 43).

معادلة انحفاظ الطاقة : $E_{i_1} + We = E_{i_2}$.

elbassair.net

- تطبيق لأنواع التحليل الكهربائي

تظهر أهمية التحليل الكهربائي في الميدان الصناعي بواسطة :

الإرجاع المهبطي :

ترتكز عدة عمليات صناعية على إرجاع الشوارد المعدنية عند المهبط وفقا للمعادلة النصفية $M^{n+}(aq) + ne^- = M(s)$

إنتاج معدن مثلا : $Zn^{2+}(aq) + 2e^- = Zn(s)$

ترسب طبقة معدنية على سطح جسم: طبقة فضية، طبقة نحاسية، طبقة كرومية، طبقة ذهبية ... (وثيقة 44)



وثيقة 44 : تغطية الأواني بالألمنيوم.

تنقية بعض المعادن من الشوائب.

الأكسدة المصعدية :

إنتاج غاز ثنائي الكلور : $2Cl^-(aq) = Cl_2(g) + 2e^-$

تنقية بعض المعادن باستعمال مصعد منحل : $M(s) = M^{n+}(aq) + ne^-$



وثيقة 45 : شحن مدخرة الهاتف النقال.

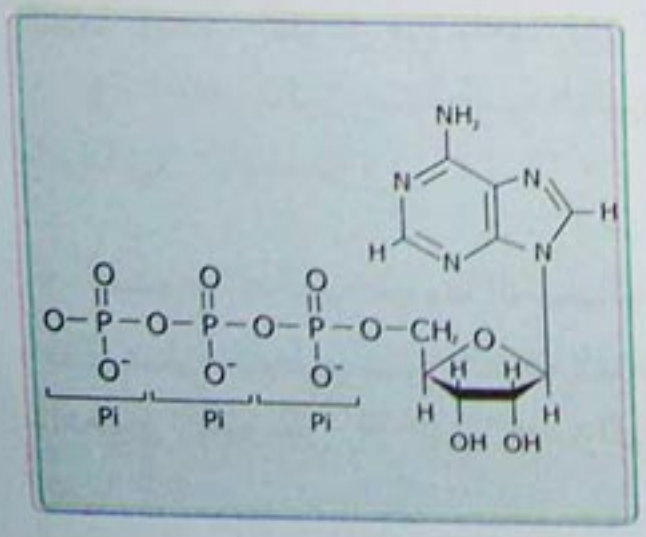
3.2 أمثلة عن بعض التحولات الكيميائية التلقائية والقسرية

المدخرة (Accumulateur) :

عند شحن المدخرة بواسطة طاقة خارجية يحدث للجملة الكيميائية تحول قسري ثم عند التفريغ أي استعمال المدخرة لتغذية دارة يحدث للجملة تحول تلقائي بحيث التحول الكيميائي عند الشحن هو عكس التحول الكيميائي عند التفريغ (وثيقة 45).

الخلية الحية :

تخزن الطاقة في الخلية الحية على شكل طاقة كيميائية : يلعب ATP (أدينوزين ثلاثي الفوسفات) دور مخزن لهذه الطاقة، بحيث تستهلكه الخلية ثم تسترجعه بعد ذلك من أجل استمرارية حياتها (وثيقة 46).



وثيقة 46 : الصيغة المفصلة لـ ATP .

مرحلة الاستهلاك :

$ATP \rightarrow ADP + P_i$ (تحول تلقائي).

مرحلة الاسترجاع خلال التنفس :

$ADP + P_i \rightarrow ATP$ (تحول قسري).

elbassair.net

3. مراقبة تحول كيميائي

انطلاقا من أمثلة في الكيمياء العضوية، ومن خلال تحولات الأسترة وإماهة الإستر دون التعرض بتوسع إلى حركية التحولات، لندرس كيف يراقب الكيميائي التحولات الكيميائية.

1.3 تحولات الأسترة وإماهة الإستر

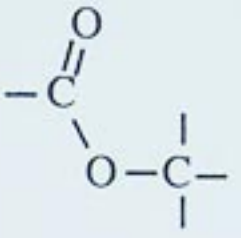
- الأسترات العضوية :

نجد الأسترات العضوية في الفواكه، الخضر، الأزهار، الزيوت...ويمكن اصطناعها من الكحولات والأحماض الكاربوكسيلية (وثيقة 47).

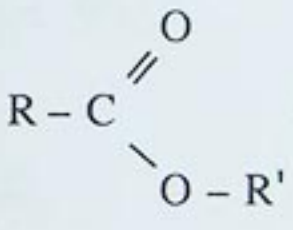


وثيقة 47 : توجد الأسترات في بعض الخضر والفواكه.

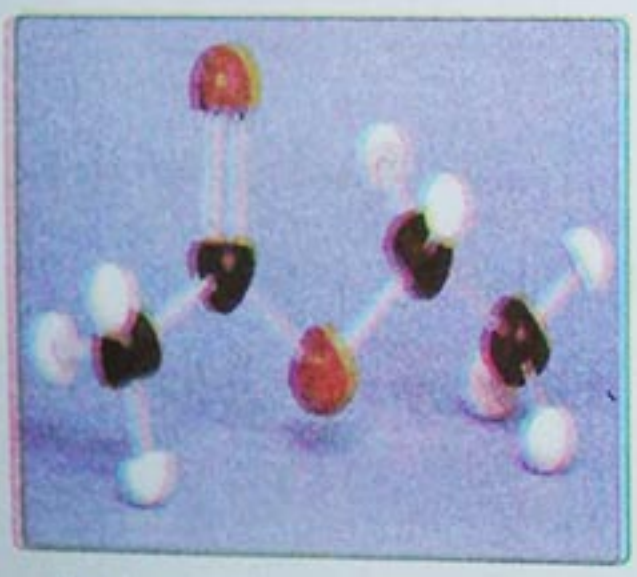
مجموعتها المميزة هي :



صيغتها الجزيئية نصف المفصلة هي :



حيث R' يختلف عن H



وثيقة 48 : نموذج جزيئ إيثانوات الإيثيل.

صيغتها الجزيئية المجملة هي :

$$C_nH_{2n}O_2 \quad \text{حيث } n \geq 2$$

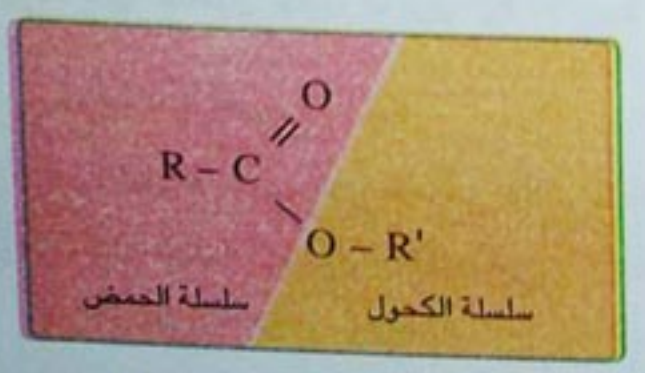
تسميتها :

يشتق اسم الإستر من الحمض العضوي والكحول الموافقين ويحتوي على جزأين

- يعبر الجزء الأول عن السلسلة R – C التي تحتوي على الكربون الوظيفي ويشتق من اسم الحمض بتعويض النهاية " ويك" بـ "وات" .

- يعبر الجزء الثاني عن السلسلة الكربونية R' المرتبطة بذرة الأكسجين فيأخذ اللاحقة " يل" . أما في حالة السلاسل المتفرعة :

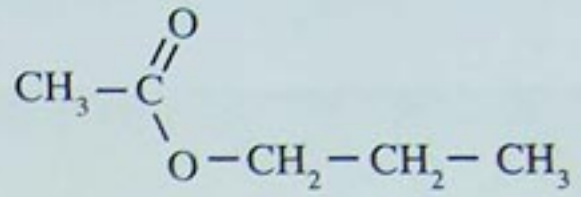
ترقم السلسلة R – C ابتداء من الكربون الوظيفي وترقم السلسلة R' ابتداء من الكربون المرتبط بذرة الأكسجين .



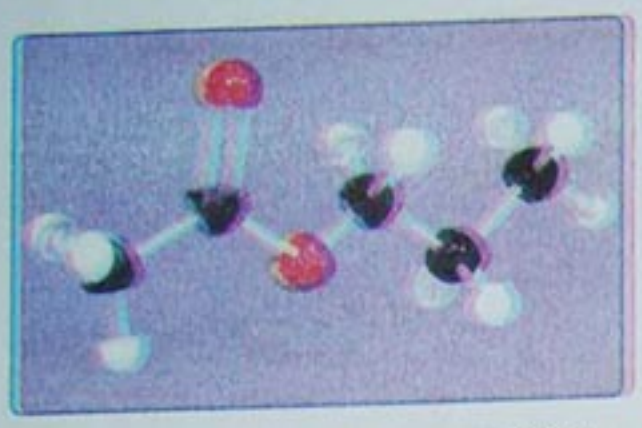
وثيقة 49 : الصيغة نصف المفصلة للإستر.

elbassair.net

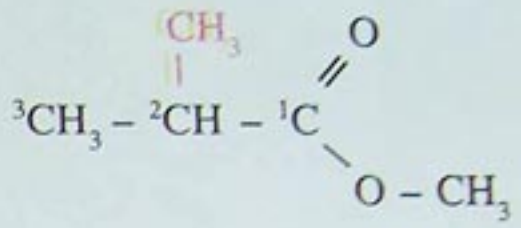
أمثلة :



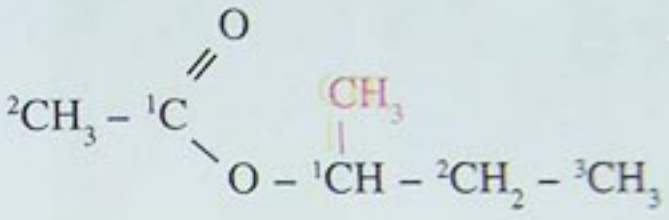
ايثانوات البروبيل



وثيقة 50 : جزيئ إيثانوات البروبيل.



2 - مثيل بروبانوات المثيل



إيثانوات 1 - مثيل بروبيل

- خصائص تحول الأسترة

يبين النشاط التمهيدي 6 أن تفاعل الأسترة هو التفاعل الذي ينمذج التحول الكيميائي الذي يحدث للجملة (حمض كربوكسيلي و كحول) لينتج استرا و ماء حسب ما يلي :

استر + ماء ⟶ كحول + حمض كربوكسيلي

معادلة التفاعل المنذمج للتحول :

$$R\text{-}COOH + R'\text{-}OH \rightarrow H_2O + R\text{-}COO\text{-}R'$$

يمثل الجدول التالي، جدول تقدم التفاعل في حالة مزيج متكافئ في كمية المادة :

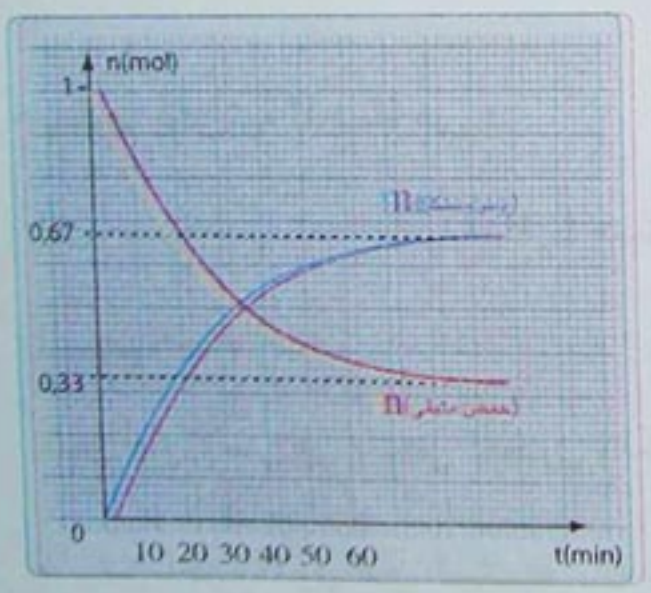
معادلة التفاعل	حمض كربوكسيلي +	كحول →	ماء +	استر
الحالة الابتدائية	n_0	n_0	0	0
الحالة النهائية	n_0-x_f	n_0-x_f	x_f	x_f

إذا كان التحول تاما ، يكون $x_{max} = n_0$

- محدودية تحول الأسترة :

يبين النشاط التمهيدي 6، ومن خلال المنحنى $n(\text{إستر}) = f(t)$ (وثيقة 51)، أنه عند نهاية التحول الكيميائي، $n_f(\text{إستر}) = x_f = 0,67\ mol$ بينما لو كان التحول تاما ، $n_{max}(\text{إستر}) = x_{max} = 1\ mol$

النسبة النهائية لتقدم التفاعل $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{n_f}{n_{max}} = 0,67$ ، وبالتالي : $\tau_f < 1$.



وثيقة 51 : كمية مادة الإستر المتشكل وكمية مادة الحمض المتبقّى خلال تحول الأسترة.

elbassair.net

إذًا تحول الأسترة غير تام (أي محدود).

تحول الأسترة غير تام. فهو ينمذج بتفاعل يحدث في **إتجاهين متعاكسين** بحيث في النهاية تكون حالة الجملة في توازن كيميائي.

معادلة تفاعل الأسترة :

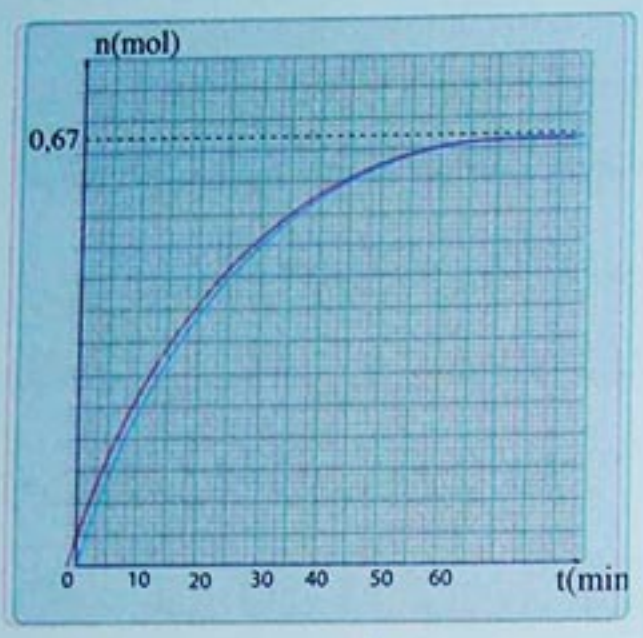
$$R - COOH + R' - OH = H_2O + R - COO - R'$$

يعطى ثابت التوازن الموافق لتفاعل الأسترة كالتالي :

$$K = \frac{[\text{استر}]_f \times [\text{الماء}]_f}{[\text{الحمض}]_f \times [\text{الكحول}]_f}$$

إذا كان V هو حجم الوسط التفاعلي والذي نعتبره ثابتا، فإن :

$$K = \frac{n_f(\text{استر}) \times n_f(\text{ماء})}{n_f(\text{حمض}) \times n_f(\text{كحول})}$$



وثيقة 52 : تحول الأسترة غير تام.

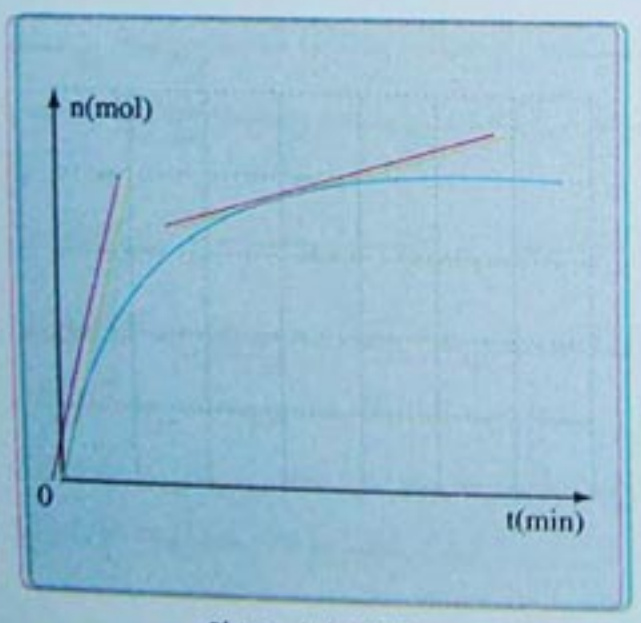
ملاحظة : في هذه الحالة الماء ليس مذيبا بل من النواتج.

- سرعة تفاعل الأسترة :

بما أن $x = n(\text{إستر})$ في كل لحظة، فإن سرعة تشكل الإستر تمثل سرعة التفاعل

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{dn}{dt}$$

يبيّن المنحنى $n(\text{إستر}) = f(t)$ (وثيقة 53) أن سرعة تشكل الاستر (قيمة ميل المماس للمنحنى) كبيرة في البداية ثم تتناقص بعد ذلك لتنعدم بعد مدة طويلة. تحول الأسترة بطيء



وثيقة 53 : سرعة التفاعل تتناقص.

- الجانب الحراري للأسترة :

نرمز بـ D_{M-X} للطاقة المولية للرابطة M-X بين الذرتين M و X

لتكن $E_{reaction}$ طاقة التفاعل حيث :

طاقة المتفاعلات : $E_{1chim} = \sum (D_{M-X})_i$

طاقة النواتج : $E_{2chim} = \sum (D_{M-X})_f$

طاقة التفاعل هي: $E_{réaction} = E_{1chim} - E_{2chim}$

elbassair.net
elbassair.net

مثال: معادلة تفاعل الإيثانويك مع الإيثانول :

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H + C_2H_5-OH = H_2O + CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5$$

المركبة الكيميائية للطاقة الداخلية للجملة الكيميائية في الحالة الابتدائية:

$$E_{1chim} = 8D_{C-H} + 1.D_{C=O} + 2D_{C-O} + 2D_{OH} + 2D_{C-C}$$

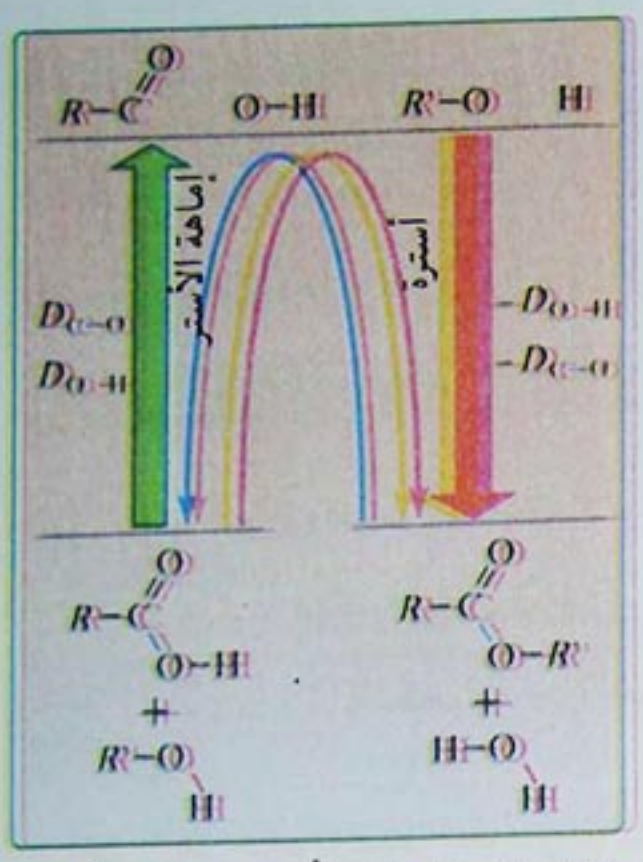
المركبة الكيميائية للطاقة الداخلية للجملة الكيميائية في الحالة النهائية:

$$E_{2chim} = 8D_{CH} + 1.D_{C=O} + 2D_{C-O} + 2D_{OH} + 2D_{C-C}$$

نلاحظ أن $E_{1chim} = E_{2chim}$ ومنه طاقة التفاعل $E_{réaction} = E_{1chim} - E_{2chim} = 0$

إذن التفاعل لا حراري. (وثيقة 54)

تحول الأسترة لا حراري أي لا ينشر ولا يستهلك حرارة



وثيقة 54 : تحولات الأسترة وإماهة الأستر لا حرارية.

- تحول إماهة الاستر :

- لقد بينت دراسة الأسترة بأنها غير تامة، أي أنها تنمذج بتفاعل يحدث في إتجاهين متعاكسين.

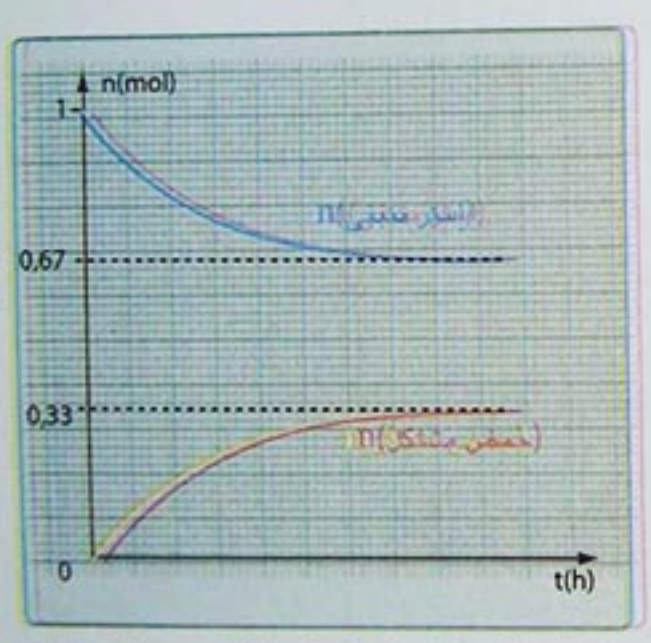
التفاعل المعاكس يسمى تفاعل إماهة الأستر معادلته:

$$R-COO-R' + H_2O = R-COOH + R'-OH$$

نسمي تحول إماهة الإستر التحول الكيميائي الذي يحدث للجملة (إستر وماء) لينتج حمض عضوي وكحول. ثابت التوازن الموافق: $K' = \frac{1}{K}$

- التوازن الكيميائي أسترة - إماهة الإستر :

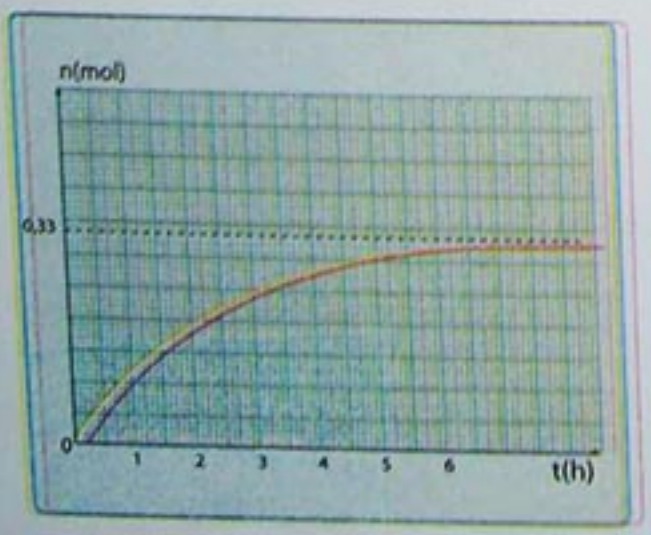
انطلاقا من مزيج متكافئ في كمية المادة 1mol من حمض كاربوكسيلي و1mol من كحول (أو 1mol من أستر و1mol من الماء)، متابعة التحول الحادث عن طريق معايرة الحمض تمكن من رسم المنحنيين : $n(\text{حمض}) = g(t)$ و $n(\text{أستر}) = f(t)$ (وثيقة 55) .



وثيقة 55 : كمية المادة للحمض المتشكل وللاستر المتبقى خلال تحول إماهة الأستر.

نتائج دراسة المنحنيين تبين أن للأسترة وإماهة الأستر الخصائص نفسها. (وثيقة 56)

تركيب المزيج عند الحالة النهائية(أي حالة التوازن) لا يتعلق باتجاه التفاعل (وثيقة 57).



وثيقة 56 : كمية مادة الحمض المتشكل خلال تحول إماهة الإستر.

- مردود تحول الأسترة و مردود تحول إماهة الإستر (مزيج متكافئ في كمية المادة)

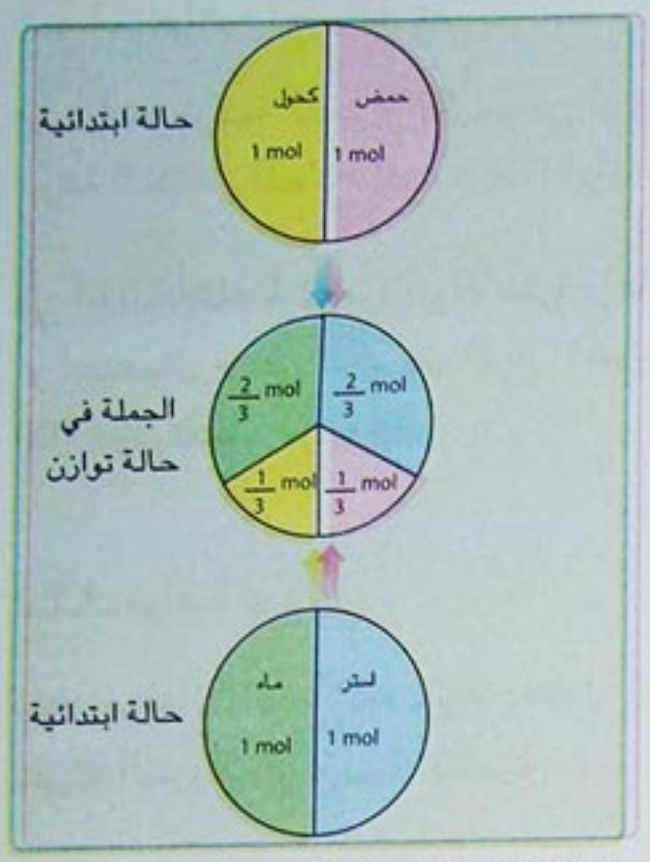
elbassair.net

- يمثل مردود تحول الأسترة النسبة المئوية النهائية لتقدم التفاعل المنمذج له أي : $\tau_f \times 100 = r(\text{أسترة})$ حيث $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{n_f(\text{استر})}{n_0(\text{حمض})}$

- يمثل مردود إماهة الإستر النسبة المئوية النهائية لتقدم التفاعل المنمذج له أي : $\tau_f \times 100 = r(\text{إماهة})$ ، حيث $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{n_f(\text{حمض})}{n_0(\text{استر})}$

بما أن تفاعل الأسترة و تفاعل الإماهة يحدثان في نفس الوقت و في اتجاهين متعاكسين فإن :

$$r(\text{أسترة}) + r(\text{إماهة}) = 100\%$$



وثيقة 57 : عند الحالة النهائية تركيب المزيج لا يتعلق باتجاه التفاعل.

2.3 مراقبة تحول كيميائي:

عند اصطناع الأنواع الكيميائية أو إجراء تحاليل وقياسات، يحضّر الكيميائي الشروط التجريبية المناسبة ثم يراقب التحولات الكيميائية من حيث سرعتها ، نواتجها ومردودها .

1.2.3. مراقبة النواتج :

- نسخن في حوجلة مفتوحة كمية من الإيثانول إلى غاية ظهور بخاره. ندخل في الحوجلة سلكا متوهجا من النحاس، مباشرة نشم رائحة التفاح. نقرب ورقا مبللا بكاشف شيف فيتلون بالوردي (وثيقة 58).

- نسخن في حوجلة أخرى كمية من الإيثانول إلى غاية ظهور بخاره. نمرر البخار على مسحوق الألمين المسخن فلا نشم أي رائحة. نضيف قليلا من ماء البروم البرتقالي فنلاحظ زوال لونه.

في التجربة الأولى بخار الإيثانول تأكسد بواسطة ثنائي أكسجين الهواء فكان الناتج ألدهيدا .

يعتبر التحول نزعا للهيدروجين معادلة التفاعل المنمذج للتحول :

$$2C_2H_5 - OH + O_2 \xrightarrow{Cu} 2H_2O + 2C_2H_4O$$

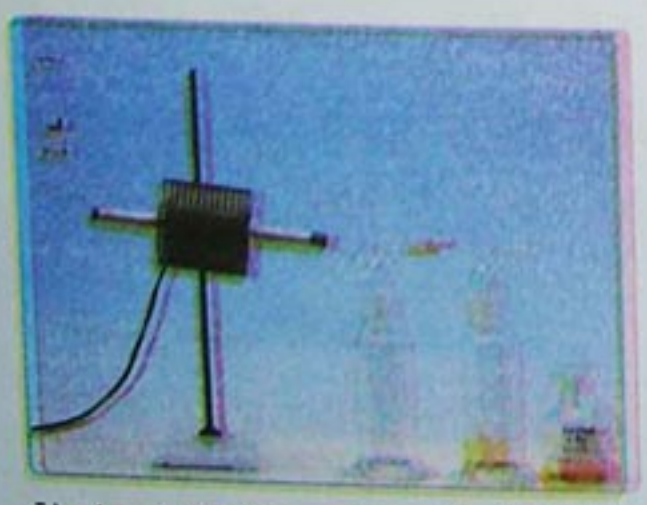
في التجربة الثانية بخارالإيثانول تحول إلى ألكن (ألسان). يعتبر التحول نزعا للماء (وثيقة 59).

التفاعل المنمذج له : $C_2H_5 - OH \xrightarrow{Al_2O_3} H_2O + C_2H_4$

اختيار الوسيط المناسب يوجه التحول الكيميائي إلى نواتج معينة



وثيقة 58 : أكسدة بخار الإيثانول بوجود النحاس المسخن كوسيط.



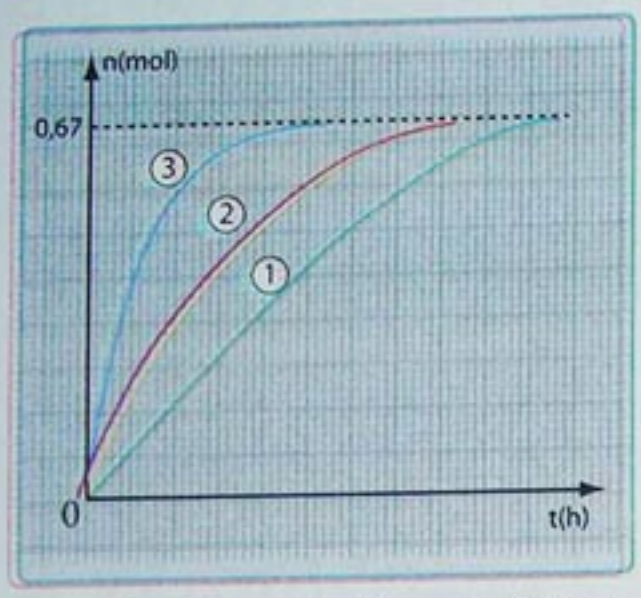
وثيقة 59 : نزع الماء من الإيثانول بواسطة الألمين.

elbassair.net

2.2.3. مراقبة السرعة :

إن دراسة حركية التحول الكيميائي أبرزت عدة عوامل حركية تؤثر على سرعة التفاعل المنمذج له : درجة الحرارة، تراكيز المتفاعلات و الوسيط.

في الحالة الخاصة لتحولات الأسترة وإماهة الإستر، إرتفاع درجة الحرارة أو استعمال حمض الكبريت المركز (شوارد H^+) كوسيط تسرعها (وثيقة 60) دون تغيير مردودها.



وثيقة 60 : تسريع التحول دون تغيير المردود

1 درجة الحرارة θ_1 :

2 درجة الحرارة $\theta_2 > \theta_1$:

3 درجة الحرارة θ_1 +حمض الكبريت.

3.2.3. مراقبة مردود :

عند اصطناع أنواع كيميائية يحاول الكيميائي تحسين المردود وذلك بتهيئة الشروط التجريبية المناسبة.

- استعمال مزيج إبتدائي غير متكافئ في كمية المادة:

- نضع في إرلينة ماير مزيجا يتكون من 1mol من حمض الإيثانويك و1mol من الإيثانول.

- نضع في إرلينة ماير أخرى 1mol من حمض الإيثانويك و 2 mol من الإيثانول.

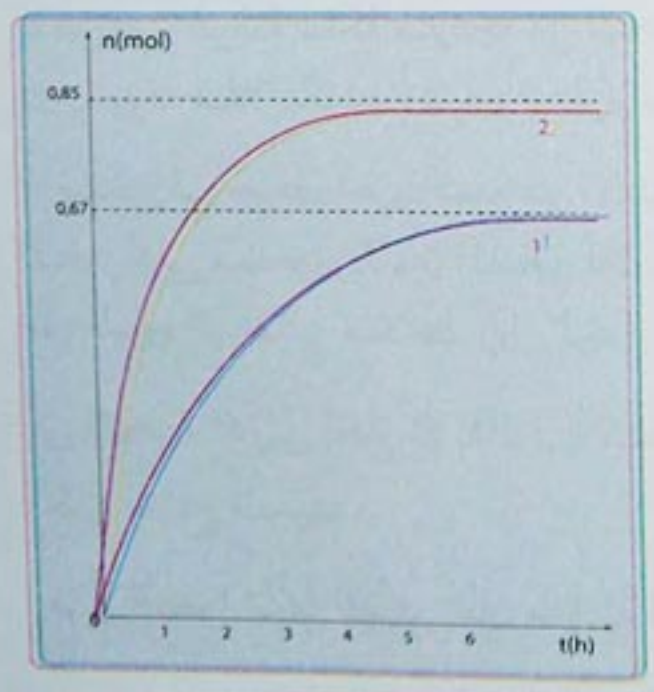
- نضيف بضع قطرات من حمض الكبريت المركز إلى كل مزيج ثم نضع الوعائين في حمام مائي حيث درجة الحرارة 80°C.

نتابع عن طريق المعايرة كمية الحمض المتبقى لنحصل على المنحنيين الممثلين لكمية المادة للإستر المتشكل بدلالة الزمن (وثيقة 61) :

$n_1 = f(t)$ ، $n_2 = g(t)$.

بالنسبة للمزيج الأول : $r_1(\text{أسترة}) = \tau_f \times 100 = 67\ \%$

بالنسبة للمزيج الثاني : $r_2(\text{أسترة}) = \tau_f \times 100 = 85\ \%$



وثيقة 61 : تحسين المردود عند استعمال مزيج غير متكافئ في كمية المادة.

يرتفع مردود تحول الأسترة أو تحول إماهة الإستر، عند استعمال مزيج غير متكافئ في كمية المادة. (أحد المتفاعلات بالزيادة).

- اختيار صنف الكحول:

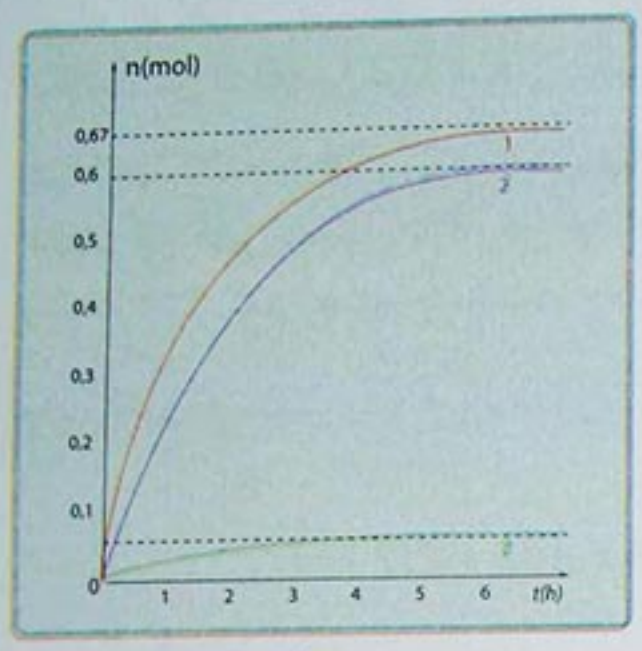
نحضر 3 خلائط :

- يتكون الخليط الأول من 1 mol من حمض الإيثانويك و 1 mol من بيوتان -1- أول.

elbassair.net

- يتكون الخليط الثاني من 1 mol من حمض الإيثانويك و1 mol من بيوتان -2- أول.
- يتكون الخليط الثالث من 1 mol من حمض الإيثانويك و1 mol من 2- مثيل بروبان -2- أول.

نسخن كل خليط ثم نتابع كمية مادة الإستر المتشكل بدلالة الزمن لنحصل على المنحنيات $n_1 = f(t)$ $n_2 = g(t)$, $n_3 = h(t)$ (وثيقة 62).



وثيقة 62 : مردود الأسترة يتعلق بصنف الكحول.

في الخليط الأول الكحول أولي : $r(\text{أسترة}) = \tau_f \times 100 = 67\ \%$

في الخليط الثاني الكحول ثانوي : $r(\text{أسترة}) = \tau_f \times 100 = 60\ \%$

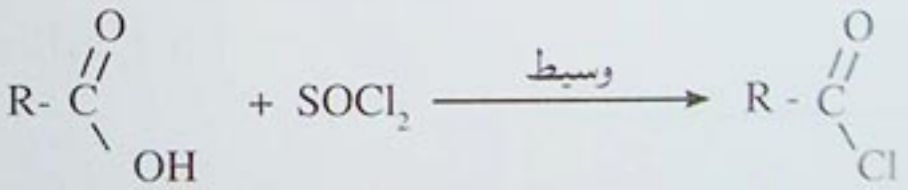
في الخليط الثالث الكحول ثالثي : $r(\text{أسترة}) = \tau_f \times 100 \approx 5\ \%$

مردود تحول الأسترة يتعلق بصنف الكحول

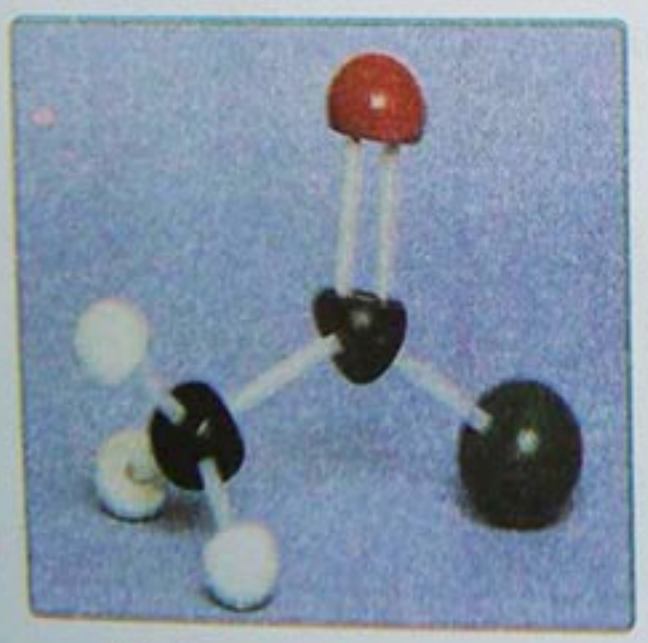
ملاحظة : طبيعة الحمض العضوي لا تؤثر في مردود تحول الأسترة

- استعمال كلور الأسيل بدل الحمض الكربوكسلي:

-كلور الأسيل نوع كيميائي عضوي يشتق من حمض كربوكسلي باستبدال OH- بـ Cl وفقا لمعادلة التفاعل :



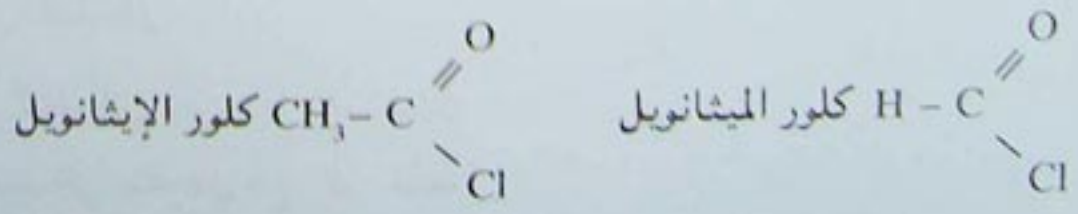
المجموعة المميزة : $-C(=O)-Cl$ ؛ الصيغة المفصلة : $R-C(=O)-Cl$



وثيقة 63 : نموذج جزيئ كلور الإيثانويل.

- التسمية : تستبدل اللاحقة «ويك» في الحمض الموافق باللاحقة «ويل» مع إضافة كلور في البداية.

مثال :



elbassair.net

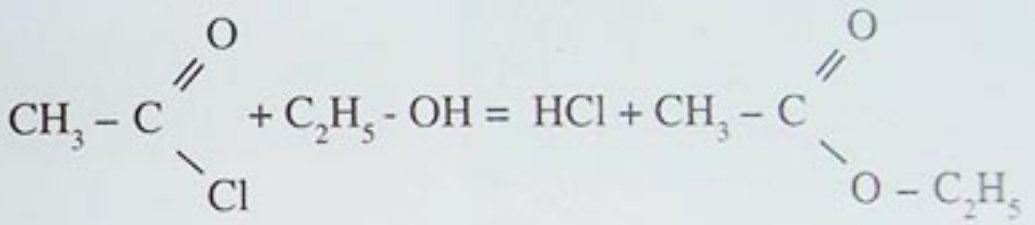
- تجربة:

نضع في بيشر جاف 4,6 g من الإيثانول ثم نضع البيشر داخل وعاء واسع يحتوي على (ماء + جليد)

نضع الجملة في سلة المدخنة (hotte) ثم نسكب تدريجيا بواسطة سحاحة، في البيشر 7,85 g، من كلور الإيثانويل مع الرج المستمر. عندما نقرب الورق الكاشف عن الـ pH من فوهة البيشر، يحمرّ.

عند انتهاء التحول الكيميائي الذي يدوم بعض الثواني، نسكب محتوى البيشر في كأس فيه ماء بارد، فنلاحظ طفو نوع عضوي ذي رائحة فاكهة (وثيقة 64). بعد فصله نجد كتلته 8,8 g تقريبا.

حدث تحول كيميائي ينمذج بالتفاعل ذي المعادلة :



الغاز المنطلق يجعل الورق الكاشف عن الـ pH يحمرّ فهو غاز HCl.

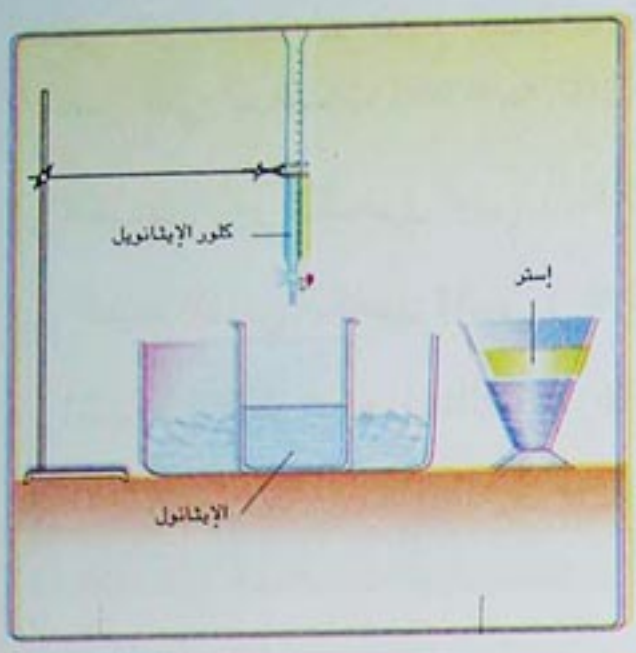
النوع الكيميائي العضوي الناتج استر، أقل كثافة من الماء، وهو إيثانوات الإيثيل.

مردود التحول :

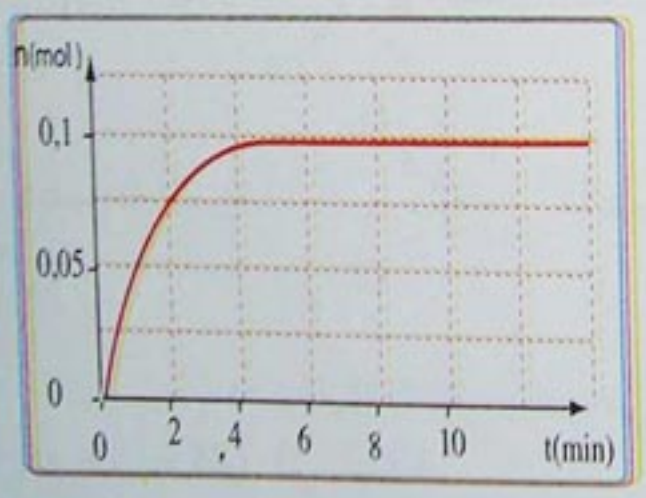
$$n_0(\text{كحول}) = \frac{4,6}{46} = 0,1\text{mol} \qquad n_0(\text{كلور الأسيل}) = \frac{7,85}{78,5} = 0,1\text{mol}$$

$$n_f(\text{استر}) = \frac{8,8}{88} = 0,1\text{mol} \qquad r(\text{استر}) = 100\%$$

إذًا التحول تام وسريع.

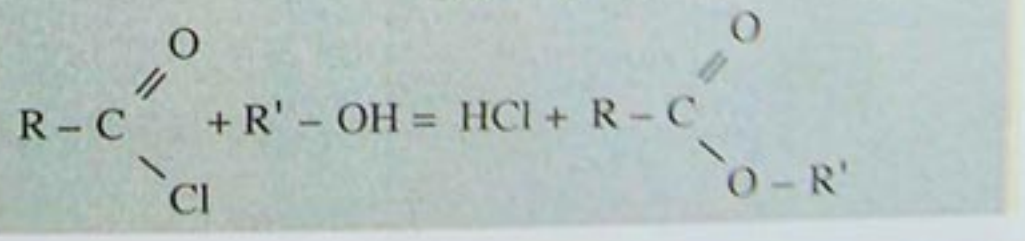


وثيقة 64 : تفاعل الإيثانول مع كلور الإيثانويل.



وثيقة 65 : استعمال كلور الأسيل بدل الحمض الكربوكسيلي يجعل تحول الأسترة تاما.

عند استعمال كلور الأسيل بدل الحمض الكربوكسلي يكون تحول الأسترة تاما، سريعا وناشرا للحرارة



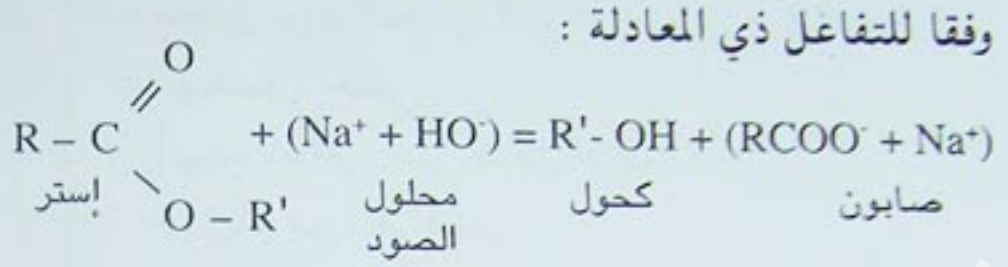
- حذف أحد النواتج : من أجل منع حدوث تفاعل إماهة الإستر في تحول الأسترة يجب حذف الماء المتشكل أو الإستر المتشكل.

- حذف الماء المتشكل : يمكن حذف الماء المتشكل تدريجيا باستعمال وسائل التقطير الخاصة أو باستعمال نوع كيميائي يتفاعل مع الماء فقط مثل حمض الكبريت المركز.

elbassair.net

- حذف الإستر المتشكل : إذا كانت درجة حرارة غليان الإستر أقل من درجة حرارة غليان الأنواع الأخرى في الوسط التفاعلي يمكن تقطيره عن طريق التقطير المجزأ.

كما يمكن إضافة محلول الصود المركز (أو محلول البوتاس) للوسط التفاعلي لتحويل الإستر الناتج إلى صابون(كربوكسيلات الصوديوم) وفقا للتفاعل ذي المعادلة :





وثيقة 66 : حذف الإستر المتشكل بعملية التقطير.

3.3 أهمية الإسترات في الحياة اليومية:

- صناعة الصابون :

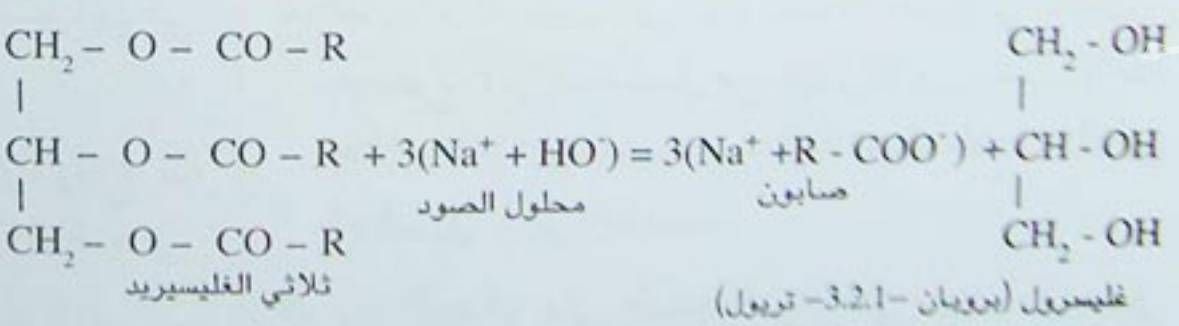
- نضع في بالونة كمية من زيت الزيتون و بضع mL من محلول الصود المركز. نضيف إلى الخليط بضع mL من الإيثانول وقليلا من الحجر الهش (pierre ponce). نوصل إلى البالونة مكثفا هوائيا ثم نسخن البالونة لمدة 15min تقريبا بالتقطير المرتد (reflux).

نسكب الخليط في أرلينة ماير تحتوي على محلول مركز من كلور الصوديوم. نلاحظ ترسب الصابون



وثيقة 67 : يدخل الإستر في صناعة عدة أنواع من الصابون.

- زيت الزيتون يحتوي على إستر دهني يسمى ثلاثي الغليسريد فهو ناتج عن الغليسرول وحمض دهني. معادلة التفاعل :



ملاحظة : إن خصائص الصابون الناتج تتعلق بطبيعة الأحماض الدهنية التي تدخل في تحضير ثلاثي الغليسريد (الإستر الدهني) وكذلك بالملونات والمعطرات المضافة.



وثيقة 68 : نبات الكولزا.

- الوقود : تتجه الصناعة حاليا إلى التفكير في استعمال الإستر المتواجد في زيت الكولزا (Colza) كوقود للسيارات لأن خصائصه تماثل خصائص المازوت ولأنه أقل تلوثا (لا يحتوي على الكبريت). (وثيقة 68) .

elbassair.net

1. التحول التلقائي

- الهدف : دراسة العمود (حديد-نحاس)
- الوسائل :

- محلول كبريتات الحديد II حيث $[Fe^{2+}]=0,1\ mol.L^{-1}$
- محلول كبريتات النحاس II حيث $[Cu^{2+}]=0,1\ mol.L^{-1}$
- جهاز أمبير متر، أسلاك توصيل، جهاز فولط متر
- بيشران.
- مسماري من الحديد والنحاس.
- جسر يتشكل من ورق ترشيح مبلل بمحلول كلور البوتاسيوم.



- التجربة :

نحقق العمود $Fe/Fe^{2+}//Cu^{2+}/Cu$ وذلك بوضع 100 mL من كل محلول في بيشر، نوصّل المسرى النحاسي إلى القطب (A) ونوصل المسرى الحديدي إلى القطب (COM) لجهاز الأمبير متر. لاحظ اتجاه مرور التيار الكهربائي.

1. حدّد قطبي العمود، وهل يحدث تحول كيميائي في العمود ؟ كيف نتأكد عمليا من ذلك ؟
2. أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع ثم استنتج معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحادث.
3. كيف نعين القوة المحركة الكهربائية للعمود ؟
4. توقع اتجاه تطور الجملة، علما أن ثابت التوازن الموافق للتفاعل كبير جدا. هل هذا التوقع يتوافق مع الملاحظات التجريبية؟
5. من التفاعل المحدّ ؟ في أي شرط يتوقف العمود عن الاشتغال؟
6. عيّن كمية الكهرباء الأعظمية التي يمكن أن ينتجها العمود.

2. التحول القسري

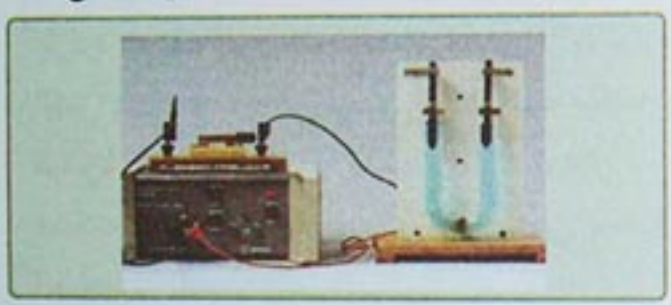
- الهدف : دراسة التحليل الكهربائي لمحلول بروم النحاس II

- الوسائل :

- محلول بروم النحاس II تركيزه المولي $0,1\ mol.L^{-1}$
- الهكسان الحلقي.
- أنبوب زجاجي على شكل حرف U.
- مسريان من الغرافيت.
- مولد للتيار الكهربائي المستمر، جهاز أمبير متر.
- أنبوب اختبار.

- التجربة :

ضع محلول بروم النحاس II في الأنبوب على شكل حرف U ثم اغمس مسرى من الغرافيت في كل فرع منه.



1. صل المسريين إلى قطبي جهاز الفولط متر. إلى ماذا يشير وماذا تستنتج ؟
2. صل الآن المسريين إلى مولد للتيار الكهربائي المستمر، موضوع على التسلسل مع جهاز الأمبير متر. لاحظ ماذا يحدث عند المسريين. هل التحول الحادث تلقائي أم قسري ؟ برّر إجابتك
3. نريد التعرف على طبيعة النواتج في عملية التحليل الكهربائي هذه :

بعد فتح الدارة الكهربائية، أخرج المسريين من الفرعين ولاحظ المساحة المغمورة لكل مسرى.

خذ 5 mL من المحلول الموجود في الأنبوب على شكل حرف U في جهة المصعد ثم اسكبها في أنبوب اختبار.

أضف 2 mL من الهكسان الحلقي، بعد الرج وترك الأنبوب لمدة، لاحظ ما يحدث .

elbassair.net

أ. ما هي طبيعة المعدن الذي يترسب ؟ أكتب حينئذ معادلة التفاعل النصفي الموافق.

ب. يظهر في أنبوب الاختبار طوران، ماذا يمثل الطور العلوي؟ أكتب معادلة التفاعل النصفي عند المسرى الثاني.

ج. أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الذي حدث أثناء عملية التحليل الكهربائي.

د. وضح على رسم، انتقال حاملات الشحنة عندما يشتغل المولد الكهربائي.

هـ. إذا كانت شدة التيار الكهربائي $I = 0,2\ A$ عند اشتغال المولد الكهربائي، ما هي كمية الكهرباء التي يُنتجها المولد خلال $10\ min$ ؟ استنتج كتلة النحاس المترسبة خلال هذه المدة.

يعطى $M_{Cu} = 63,5\ g.mol^{-1}$

3. مراقبة تحول كيميائي

- الهدف : دراسة تحول الأسترة
- الوسائل :

- حمض الإيثانويك، بروبان -1- أول، محلول الصود تركيزه المولي $1\ mol.L^{-1}$، الفينول فتاليين، قطع من الجليد.
- سحاحة عيارها $25\ mL$، ماصة عيارها $1\ mL$، مزودة بإجاصة المص، ايرلينة ماير (Erlenmeyer) سعتها $100\ mL$، مكثف هوائي، وعاء واسع، حمام مائي، كرونومتر.
- وسائل الاحتياطات الأمنية.

- التجارب :

التجربة الأولى :

ضع في السحاحة محلول الصود ($1mol.L^{-1}$) ثم ضع ارلينة ماير فوق الجليد الموجود بالوعاء. أسكب فيها $5\ mL$ من حمض الايثانويك و$10\ mL$ من بروبان -1- أول وأخيرا، ضع الجملة فوق مخلاط مغناطيسي.

خذ بواسطة الماصة $1\ mL$ من المزيج ثم اسكبه في ارلينة ماير أخرى تحتوي على (ماء + جليد) مع إضافة قطرات من الفينول فتاليين. عاير حينئذ الحمض المتواجد في العينة بواسطة محلول الصود.

1. أكتب معادلة تفاعل الاسترة المنمذج لتحول الجملة .

2. أ. بيّن أن المزيج الابتدائي متكافئ في كمية المادة.

ب. أكتب معادلة تفاعل المعايرة. كيف يكون pH الوسط عند التكافؤ؟ برّر إجابتك.

ج. برّر استعمال الفينول فتاليين وهل يمكن استعمال أزرق البروموتيول ؟

د. عين كمية المادة للحمض المعايَر، هل تتوافق هذه النتيجة مع نتيجة السؤال 2-أ) ؟

التجربة الثانية

- حضّر الحمام المائي حيث درجة الحرارة $70°C$
- حضّر التركيبة و ذلك بتثبيت المكثّف الهوائي بأرلينة ماير التي تحتوي على $14\ mL$ من المزيج المتبقّي ثم شغّل الكرونو متر عند اللحظة $t = o$.

بعد كل $5\ min$، خذ $1\ mL$ من الوسط التفاعلي وضعه في(ماء + جليد) ثم عاير الحمض المتواجد بواسطة محلول الصود ($1\ mol.L^{-1}$).

ليكن V_{BE} حجم محلول الصود المضاف عند التكافؤ.

1. أكمل الجدول التالي ثم ارسم البيان $n\ (استر) = f(t)$

t (min)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
V_{BE}													
n(حمض)													
n (استر)													

2. هل تحول الاسترة تام ؟ برّر إجابتك.

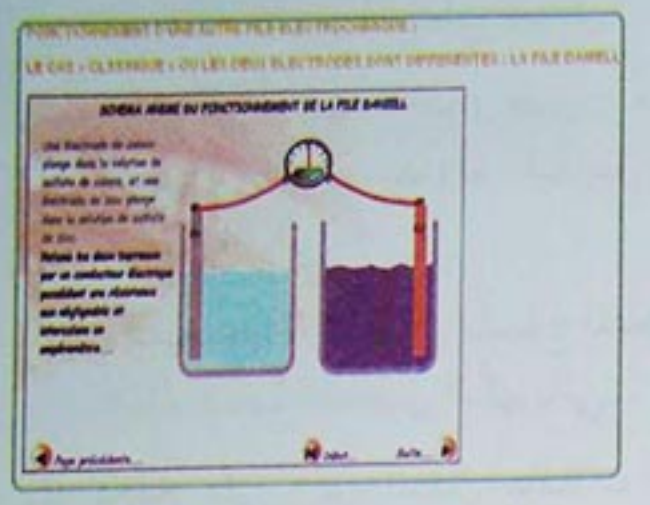
3. عيّن مردود التحول،

4. عين زمن نصف التفاعل $t_{½}$

5. كيف يصبح زمن نصف التفاعل $t_{½}$، إذا كانت درجة الحرارة أكبر من $70°C$ ؟

elbassair.net

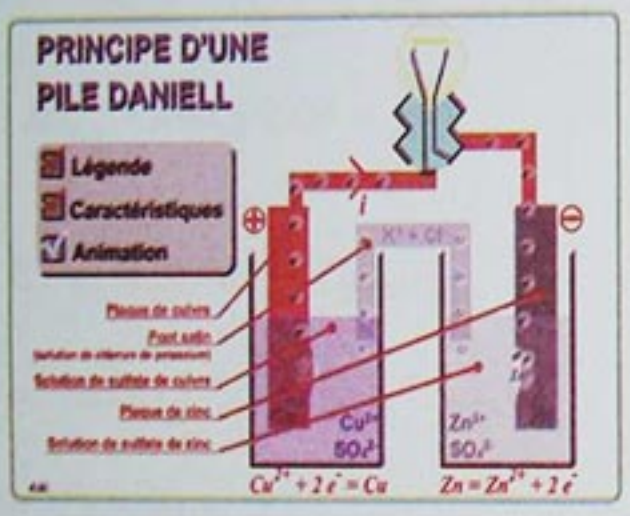
يعتمد علم الكيمياء أساسا على التجربة، لكن كباقي العلوم فإنه يستعمل تكنولوجيا الإعلام للتوسع أكثر بممارسة المحاكاة التي تسمح بدراسة بعض التحولات الكيميائية في غياب الأدوات والمواد ، أو عندما تشكل هذه المواد خطرا على المجرّب. كما تسمح هذه المحاكاة في بعض الأحيان بالنمذجة والتفسير المجهري لبعض التحولات، حيث لا يمكن رُؤية ما يحدث على المستوى المجهري.



وثيقة 69 : عدم وجود الجسر الكهروكيميائي.

http://www.uel-pcsm.education.fr/consultation/ reference/ chimie /solutaque/ apprendre/ chapitre5bis/ partie2/titre9.htm

بالنسبة لفقرة التطور التلقائي لجملة كيميائية، وكتطبيق فيها لعمود دانيال، يمكن زيارة الموقع (وثيقة 69) الذي يسمح بمتابعة كيفية عمل عمود دانيال بواسطة محاكاة تبين عدم مرور التيار الكهربائي في غياب الجسر الكهروكيميائي.



وثيقة 70 : عمود دانيال.

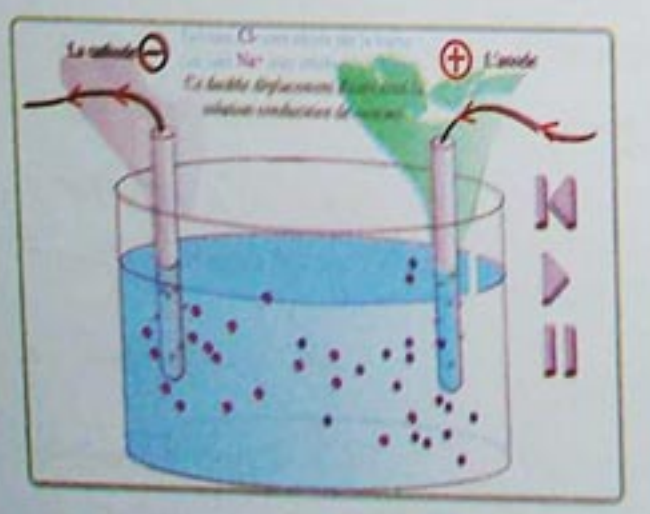
http://www.ostralo.net/3_animations/swf/pile.swf

عند غلق الدارة الكهربائية، نلاحظ مرور تيار كهربائي وانحلال المسرى من الزنك وزيادة كتلة المسرى النحاسي.

ودائما مع عمود دانيال، يمكن متابعة التفسير المجهري لعمل العمود وهذا عن طريق إظهار حركة حاملات الشحن الكهربائية في المحلول وفي الأسلاك الكهربائية، وكذا المعادلات النصفية على مستوى المسريين، ومن أجل هذا، يمكن زيارة هذا الموقع (وثيقة 70).

كما يمكن أيضا استغلال المحاكاة المتواجدة بالموقع الإلكتروني :

http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/essentialchemistry/flash/galvan5.swf



وثيقة 71 : التحليل الكهربائي.

http://webpublic.ac-dijon.fr/pedago/enspro/matsci/_fichiers/animations/chemie/flash/02_Electrolyse_2.swf

رغم أنها باللغة الانجليزية، إلا أنها سهلة الاستعمال والفهم، وتسمح بدراسة ما يحصل على مستوى كل مسرى وفي كل محلول من المحلولين.

وفي التحولات القسرية، نتعرض للتحليل الكهربائي عن طريق مثال وهو التحليل الكهربائي لمحلول كلور الصوديوم، ويمكن تتبع محاكاة في الموقع الإلكتروني (وثيقة 71).

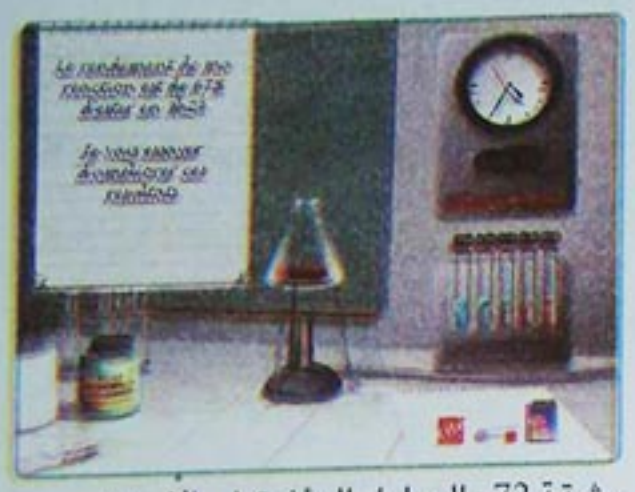
elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

كما نلاحظ في هذه المحاكاة، بأن إشارتي القطبين معاكستان لحالة العمود الكهروكيميائي.

ويمكن استعمال طرائق المحاكاة الثلاث، من باب التحقق فقط، نظرا لإمكانية وسهولة تحقيقها تجريبيا.

أما فيما يخص فقرة مراقبة تحول كيميائي، يمكن استغلال برنامج موجود بالعنوان الالكتروني (وثيقة 72) الذي يجعلنا نعيش انجاز تحول الأسترة بين الإيثانول وحمض الإيثانويك مع دراسة كل العوامل المؤثرة عليها بما فيها :

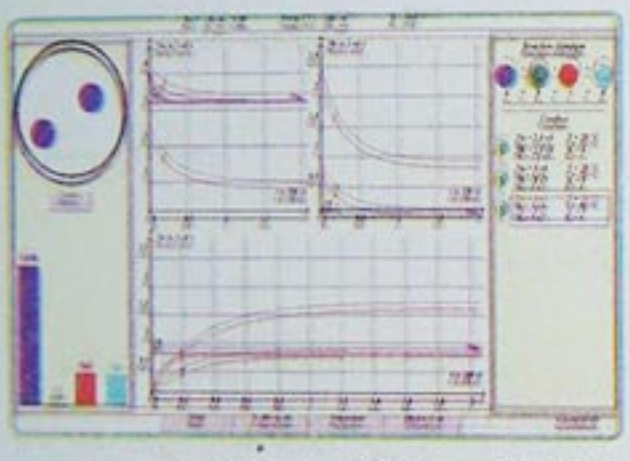
- درجة الحرارة،
- التراكيز الابتدائية،
- الوسيط.



وثيقة 72 : العوامل المؤثرة في الأسترة.

http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/expo/tempo/chimie/fr/cinetique/cinetique.html

كما يمكن تعميم ذلك على أي توازن كان وذلك بتوظيف المحاكاة حول الحركية الكيميائية الموجودة بالموقع الإلكتروني (وثيقة 73)، تسمح هذه المحاكاة بتغيير ثابت التوازن، كمية المادة الابتدائية للمتفاعلين ودرجة الحرارة. كما تسمح بمتابعة التطور الزمني لكمية مادة كل من المتفاعلين وأحد الناتجين.



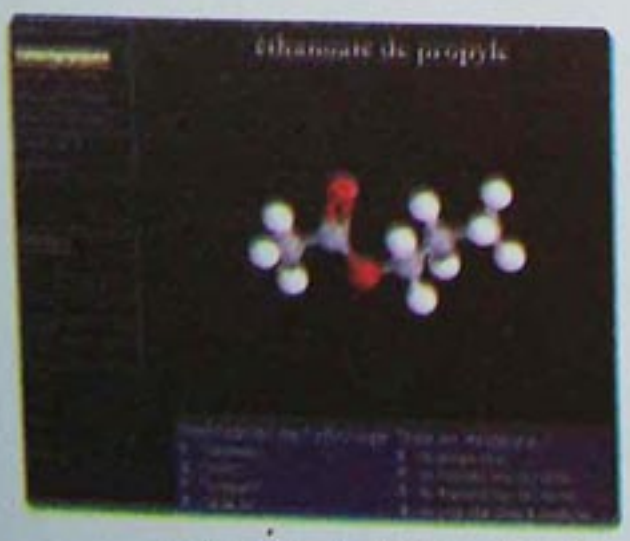
وثيقة 73 : حركية تحول الأسترة.

http://perso.orange.fr/gilbert.gastebois/java/cinetique/cinetique.htm

يمكننا كذلك مشاهدة نماذج لجزيئات بعض الاسترات في الفضاء وإبراز المجموعتين المميزتين للحمض والكحول اللتين تعطيان المجموعة المميزة للأستر، وذلك بالدخول مباشرة إلى الموقع الإلكتروني (وثيقة 74).

ولإبراز خاصية الصابون في حل المواد الدسمة، يمكن مشاهدة المحاكاة الموجودة بالموقع الإلكتروني :

http://chimie.scola.ac-paris.fr/flash/micelle.swf



وثيقة 74 : نماذج لبعض الأسترات.

http://webetab.ac-bordeau.fr/Pedagogique/Physique/chemie/orga/ester/index.htm

elbassair.net

الخلاصة

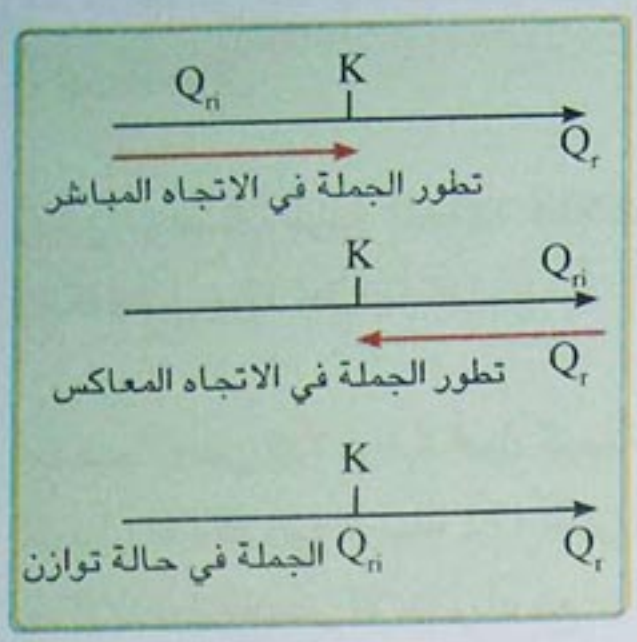
1. التطور التلقائي لجملة كيميائية

إذا كان :

$Q_r < K$ تتطور الجملة في الاتجاه المباشر للتفاعل.

$Q_r > K$ تتطور الجملة في الاتجاه المعاكس للتفاعل.

$Q_r = K$ لا تتطور الجملة، حالتها في توازن كيميائي.

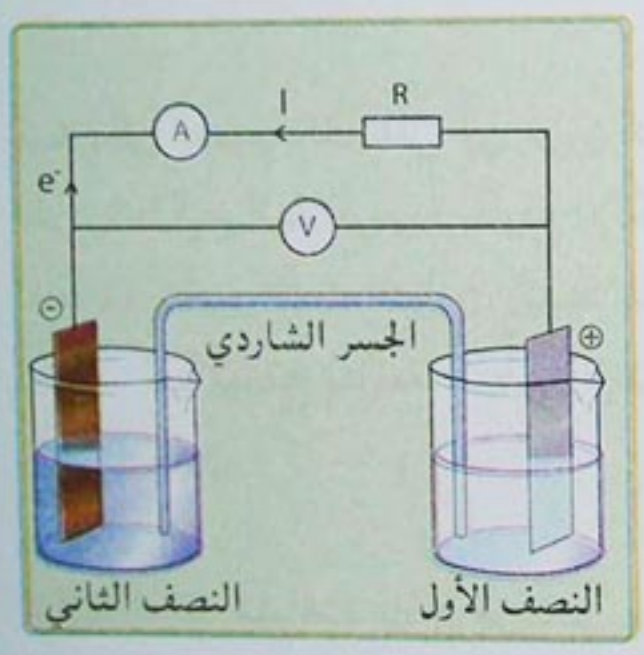


2. التحول التلقائي

- التحول التلقائي تحول يحدث عفويا ويمكن أن يكون بتحويل الكتروني مباشر أو غير مباشر.
- يتشكل العمود من نصفين، ومن وصلة كهروكيميائية ويتميز بقوة محركة كهربائية E .
- عند اشتغال العمود يتولد تيار كهربائي في الدارة الخارجية بسبب تحويل الكتروني غير مباشر بين المرجع والمؤكسِد.
- كمية الكهرباء التي ينتجها العمود خلال مدة Δt ومن أجل تقدم x(mol.) هي

$$Q = I\Delta t = z.x.F$$

- عندما تصل الجملة الكيميائية إلى حالة التوازن $(Q_{ri} = K)$ فإن العمود يتوقف عن الاشتغال $I = 0$.



3. التحول القسري

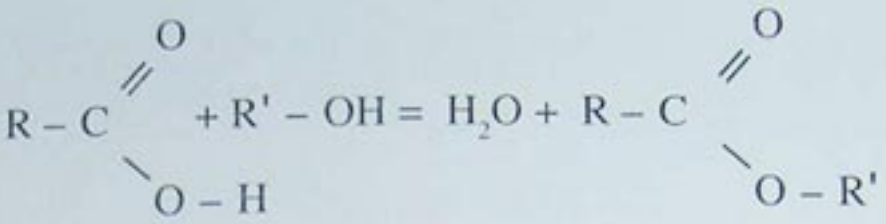
- التحوّل القسري تحول مفروض بواسطة طاقة خارجية .
- التحليل الكهربائي لمتحلل شاردي (محلول أو مصهور) تحول قسري.
- عند المصعد (القطب +) تحدث أكسدة و عند المهبط (القطب -) يحدث إرجاع.
- خلال عملية التحليل الكهربائي يترسب معدن أو ينطلق غاز.
- يمكن استغلال عملية التحليل الكهربائي صناعيا من أجل إنتاج معدن، تنقية معدن، تغطية جسم بواسطة معدن أو إنتاج غاز...



elbassair.net

4. مراقبة تحول كيميائي

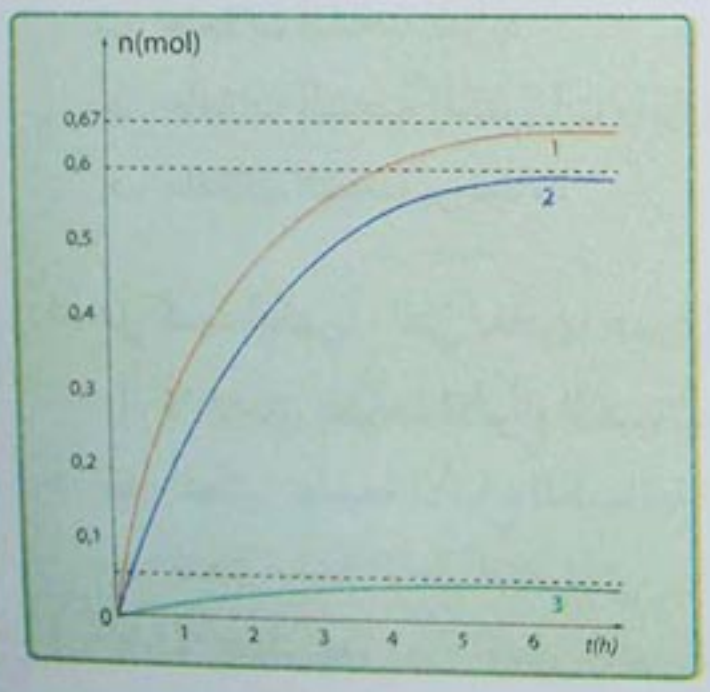
• تفاعل الأسترة وتفاعل إماهة الإستر يحدثان في نفس الوقت في تحول الأسترة أو في تحول إماهة الأستر، يمكن نمذجة تحول الأسترة بالتفاعل ذي المعادلة :



تحول الاسترة (أو تحول إماهة الأستر) بطيء؛ غير تام، لا حراري بحيث عند الحالة النهائية، تكون حالة الجملة في توازن كيميائي.

• من أجل مزيج ابتدائي متكافئ في كمية المادة إن مردود الأسترة لا يتعلق بالحمض المستعمل و لكن يتعلق بصنف الكحول :

- إذا كان الكحول أوليا r (أسترة) = 67 % أي r(إماهة) = 33 %
- إذا كان الكحول ثانويا r (أسترة) = 60% أي r (إماهة) = 40%
- إذا كان الكحول ثالثيا r (أسترة) ≈ 5% أي r (إماهة) ≈ 95 %



• مراقبة سرعة تفاعل الأسترة (أو إماهة الإستر):

- ارتفاع درجة الحرارة يُسرّع التفاعل دون تغيير المردود.
- الشوارد H^+ تُسرّع التفاعل دون تغيير المردود.

• مراقبة مردود التحول :

- استعمال مزيج ابتدائي غير متكافئ في كمية المادة يحسّن مردود التفاعل.
- حذف الاستر (أو الماء) المتشكل خلال تحول الأسترة، يجعل التحول تاما.
- استعمال كلور الأسيل RCOCl، بدل الحمض الكربوكسيلي، يجعل التحول تاما.
- لحذف الأستر المتشكل، نضيف إلى الوسط التفاعلي محلولا لأساس قوي، فيحدث تفاعل يسمى تفاعل التصبّن (إذا كان الاستر نوعا دهنيا، نحصل على صابون)

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

تشتمل الأسئلة الآتية على عدّة مقترحات. بيّن الصحيحة منها بـ(ص) والخاطئة منها بـ (خ). تعطى نقطة واحدة لكل إجابة صحيحة، وتحذف نصف نقطة عن كل إجابة خاطئة ولا شيء في حالة عدم الإجابة

1. هل تتطور الجملة الكيميائية تلقائيا في الاتجاه المباشر إذا كان : تنقيط 4

أ. $Q_r = K$ .....

ب. $Q_r < K$ .....

جـ. $Q_r > K$ .....

د. $Q_r \neq K$ .....

2. هل تعتبر الجملة الكيميائية الموجودة بعمود كهربائي خلال اشتغاله : تنقيط 4

أ. جملة في حالة توازن .....

ب. جملة في حالة تطور .....

جـ. جملة مخزنة لطاقة .....

د. جملة متطورة قسريا .....

3. هل داخل العمود الكهربائي وعلى مستوى المحاليل الشاردية : تنقيط 4

أ. حاملات الشحنة إلكترونات .....

ب. حاملات الشحنة شوارد .....

جـ. حاملات الشحنة إلكترونات وشوارد في نفس الوقت .....

د. حاملات الشحنة بروتونات .....

4. هل كمية الكهرباء التي يعطيها عمود كهربائي لدارة : تنقيط 4

أ. لا تتعلق بطبيعة الأنواع الكيميائية المتواجدة في العمود .....

ب. تتعلق بطبيعة الأنواع الكيميائية المتواجدة في العمود .....

جـ. تتعلق بشدة التيار الكهربائي .....

د. لا تتعلق بمدة مرور التيار الكهربائي .....

5. هل خلال عملية التحليل الكهربائي : تنقيط 4

أ. المصعد هو القطب السالب .....

ب. المهبط هو القطب الموجب .....

جـ. تتجه الكاتيونات نحو المصعد .....

د. تتجه الأنيونات نحو المهبط .....

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

6. هل خلال عملية التحليل الكهربائي : تنقيط 4

أ. تتشكل أنواع كيميائية غازية .....

ب. تتشكل أنواع كيميائية صلبة .....

ج. تتشكل أنواع كيميائية سائلة .....

د. تتشكل أنواع كيميائية حالتها تتعلق بطبيعة المحلول الشاردي .....

7. هل تحول الأسترة : تنقيط 4

أ. تحول كيميائي تام .....

ب. تحول كيميائي غير تام .....

ج. يحدث بين حمض وكحول .....

د. يحدث بين كحول وألدهيد .....

8. هل مردود تحول الأسترة : تنقيط 4

أ. يتعلق بالحمض العضوي .....

ب. يتعلق بصنف الكحول .....

ج. يتعلق بدرجة الحرارة .....

د. يتعلق بالوسيط .....

9. هل تحول إماهة الإستر تنقيط 4

أ. تحول كيميائي تلقائي .....

ب. تحول كيميائي قسري .....

ج. تحول كيميائي بين حمض عضوي وإستر .....

د. تحول كيميائي تام .....

10. هل يصطنع الصابون من : تنقيط 4

أ. حمض وكحول .....

ب. إستر وحمض .....

ج. إستر دهني ومحلول البوتاس .....

د. محلول الصود وحمض عضوي .....

مجموع النقاط 40

ملاحظة : إذا تحصلت على أقل من 30 نقطة يجب عليك مراجعة الدرس.

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

تمرين 1 :

نعتبر العمود ذي الرمز : Cu/Cu^{2+} // Ag^{+}/Ag والذي يتشكل من صفيحة من النحاس مغمورة في محلول كبريتات النحاس II حجمه 100 mL حيث $[Cu^{2+}] = 0,20\ mol.L^{-1}$ وصفيحة من الفضة مغمورة في محلول من نترات الفضة حجمه 100 mL حيث $[Ag^{+}] = 0,20 mol.L^{-1}$ ومن جسر ملحي عبارة عن ورق ترشيح مبلل بمحلول كلور البوتاسيوم.

1. حدد الثنائيتين ox/réd اللتين تدخلان في تشغيل العمود .

2. أكتب المعادلتين النصفيتين عند المسربين ثم معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الذي يحدث في العمود .

3. أحسب الكسر الابتدائي للتفاعل و برّر اتجاه تطور الجملة إذا كان ثابت التوازن الموافق للتفاعل السابق في الاتجاه المباشر $K = 2,1.10^{15}$. ماذا يمكن القول عن التحول السابق؟

4. إذا كان العمود ينتج تيارا كهربائيا مستمرا شدته $I = 0,2A$ خلال مدة زمنية $\Delta t = 2\ h$ ، أحسب كمية الكهرباء التي ينتجها العمود خلال هذه المدة .

5. عين التركيزين المولين النهائيين لشوارد $Cu^{2+}(aq)$ و$Ag^{+}(aq)$ بالاستعانة بجدول تقدم التفاعل.

الحل :

1. الثنائيتان ox/réd اللتان تدخلان في تشغيل العمود هي :

Ag^{+}/Ag ، Cu^{2+}/Cu

مرجع مؤكسد مرجع مؤكسد

المعادلة النصفية للأكسدة $Cu(s) = Cu^{2+}(aq) + 2e^{-}$

المعادلة النصفية للإرجاع $Ag^{+}(aq) + e^{-} = Ag(s)$

معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي في العمود :

$$2Ag^{+}(aq) + Cu(s) = 2Ag(s) + Cu^{2+}(aq)$$

3. كسر التفاعل الابتدائي : $Q_{ri} = \frac{[Cu^{2+}]_i}{[Ag^{+}]_i^2} = 5$

بما أن $Q_{ri} < K$ الجملة تتطور في الاتجاه المباشر للتفاعل.

بما أن $K >> 10^4$ ،يمكن اعتبار التحول تاما : $2Ag^{+}(aq) + Cu(s) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

4. كمية الكهرباء التي ينتجها العمود $Q = I.\Delta t$ أي $Q = 0,2.2.3600 = 1440\ C$

5. جدول تقدم التفاعل، حيث x تقدم التفاعل :

elbassair.net
موقع عون البصائر التعليمي

معادلة التفاعل	$2Ag^+(aq)$	+	$Cu(s)$	=	$Cu^{2+}(aq)$	+	$2Ag(s)$
الحالة الابتدائية	2×10^{-2}		n_{o1}		2×10^{-2}		n_{o2}
الحالة الانتقالية	$2 \times 10^{-2} - 2x$		$n_{o1} - x$		$2 \times 10^{-2} + x$		$n_{o2} + 2x$
الحالة النهائية	$2 \times 10^{-2} - 2x_f$		$n_{o1} - x_f$		$2 \times 10^{-2} + x_f$		$no_2 + 2x_f$

عند نهاية التحول، $Ag^+(aq)$ هو المتفاعل المحدّ، إذن: $2.10^{-2} - 2x_f = 0$

وبالتالي: $x_f = 10^{-2}\ mol$

فيكون $[Ag^+]_f = 0$ بينما $[Cu^{2+}]_f = \dfrac{2 \times 10^{-2} + x_f}{V}$ أي $[Cu^{2+}]_f = 0,3\ mol.L^{-1}$

تمرين 2 :

نضع في وعاء التحليل الكهربائي 100 mL من محلول نترات الفضة حيث $[Ag^+] = 0,1\ mol.L^{-1}$ مع استعمال مسريين من الغرافيت والذين نوصلهما إلى قطبي مولد للتيار الكهربائي المستمر، فتكون شدة التيار الكهربائي $I = 0,20\ A$ نلاحظ حينئذ انطلاق غاز ثنائي الأكسجين O_2 عند المصعد بينما يترسب معدن الفضة عند المهبط .

1. أكتب المعادلتين النصفيتين عند المسريين ثم استنتج معادلة التفاعل المنمذج لعملية التحليل الكهربائي.
2. كم تكون كمية الكهرباء المستهلكة بعد مرور مدة زمنية قدرها 15 min على العملية ؟ وما هو تقدم التفاعل آنذاك ؟
3. باعتبار التحول تام، هل تكون عملية التحليل الكهربائي قد انتهت ؟
4. أحسب كتلة الفضة المترسبة وما هو حجم غاز O_2 المنطلق ؟ الحجم المولي في الشرطين التجريبيين $V_m = 24\ mol.L^{-1}$.

الحل :

1. المعادلة النصفية للإرجاع : $Ag^+(aq) + 1e^- = Ag(s)$

المعادلة النصفية للأكسدة : $2H_2O(l) = 4H^+(aq) + 4e^- + O_2(g)$

معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي : $4Ag^+(aq) + 2H_2O(l) = 4Ag(s) + 4H^+(aq) + O_2(g)$

2. كمية الكهرباء المستهلكة : $Q = I \cdot \Delta t = 0.2 \cdot 900 = 180\ C$

عدد الالكترونات المحوّلة عند حدوث التفاعل مرة واحدة : $z = 4$

بما أن $Q = z \cdot x \cdot F$ فإن $x = \dfrac{Q}{z.F}$ أي : $x = \dfrac{180}{4 \times 96\,500} = 0,5 \times 10^{-3}\ mol$

جدول تقدم التفاعل :

معادلة التفاعل	$4Ag^+$	+	$2H_2O$	=	$4Ag$	+	O_2	+	$4H^+$
الحالة الابتدائية	10^{-2}		بزيادة		0		0		0
الحالة الانتقالية	$10^{-2} - 4x$		/		$4x$		x		$4x$

elbassair.net

ينتهي التحول إذا كانت كل الشوارد Ag^+ قد تحوّلت أي $10^{-2} - 4x = 0$

3. التحوّل تام يعني $x_{max} = x_f = 2{,}5.10^{-3}\,mol$

بما أن $x < x_f$ فإن التحول لم ينته.

4. كمية المادة لـ $Ag(s)$ المتشكلة : $n(Ag) = 4x = 2\,x10^{-3}\,mol$

إذا كتلة $Ag(s)$ المترسبة : $m(Ag) = n.M = 2.10^{-3} x108 = 0{,}216g$

كمية المادة لـ O_2 الناتجة : $n(O_2) = x = 0{,}5 \times 10^{-3} mol$

إذًا حجم O_2 الناتج هو $V = n \cdot V_m$ أي : $V = 0{,}5 \times 10^{-3} x\, 24 = 12 \times 10^{-3}\,L$

تمرين 3 :

نريد تحضير نوع كيميائي عضوي E وهو ميثانوات الإيثيل.

1. ما هي الوظيفة الكيميائية لـ E ؟ وما هي الأنواع الكيميائية التي يجب استعمالها ؟

2. نضع في حوجلة مناسبة 0,3 mol من حمض A و 0,3 mol من كحول B، نضيف قطرات من حمض الكبريت المركز، نسدّ الحوجلة، ثم نضعها في حمام مائي حيث درجة الحرارة 50° C.

- ما الهدف من إضافة قطرات من حمض الكبريت و وضع الحوجلة في حمام مائي ؟
- أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي.
- عين ثابت التوازن الموافق لهذا التفاعل.

3. نضيف إلى المزيج السابق، وهو في حالة التوازن، 0,1 mol من الحمض A. توقع في أي اتجاه تتطور الجملة واستنتج كمية المادة للإستر عند حدوث التوازن الجديد

4. نحقق الآن مزيجا يتكون من 1 mol حمض، 1 mol كحول ، 3 mol استر و2 mol ماء. في أي اتجاه تتطور الجملة الكيميائية ؟ استنتج التركيب المولي للمزيج عند بلوغ حالة التوازن.

الحل :

1. ميثانوات الإثيل استر نحصل عليه من حمض الميثانويك A ومن الإيثانول B

2. حمض الكبريت المركز وارتفاع درجة الحرارة عاملان حركيان يسرعان التحول دون تغيير المردود.

- معادلة التفاعل المنمذج للتحول :

$$HCOOH + C_2H_5OH = H_2O + HCOOC_2H_5$$

- تعيين ثابت التوازن الموافق لتفاعل الاسترة :

الكحول أولي يعني $r = 67\%$ أي $n_f\,(استر) = 0.67 \cdot 0{,}3 = 0.20\,mol$

elbassair.net

إذًا n_f (حمض) $= 0.3 - 0.2 = 0.1$ mol

وبالتالي ثابت التوازن $K = \frac{n_f(\text{أستر}) \times n_f(\text{ماء})}{n_f(\text{حمض}) \times n_f(\text{كحول})} = 4$

3. بعد إضافة 0,1 mol من الحمض يصبح تركيب المزيج :

$n(\text{حمض}) = 0,2$ mol ، $n(\text{كحول}) = 0,1$ mol ، $n(\text{ماء}) = 0,2$ mol ، $n(\text{استر}) = 0,2$ mol

فيكون كسر التفاعل :

$$Qr = \frac{n(\text{أستر}) \times n(\text{ماء})}{n(\text{حمض}) \times n(\text{كحول})} = \frac{0,2.0,2}{0,2.0,1} = 2$$

$Q_r < K = 4$، إذًا الجملة تتطور في الاتجاه المباشر للتفاعل أي في اتجاه الاسترة .

ليكن y كمية المادة للأستر المتشكل، بين حالة التوازن الأول وحالة التوازن الجديد. و بما أن ثابت التوازن لا يتغير

فإن : $K = \frac{n(\text{أستر}) \times n(\text{ماء})}{n(\text{حمض}) \times n(\text{كحول})} = 4$

المعادلة	حمض +	كحول =	استر	ماء
الحالة النهائية	0,2 - y	0,1 - y	0,2 + y	0,2 + y

جدول التقدم للتفاعل في الاتجاه المباشر.

أي $K = \frac{(0,2 + y)(0,2 + y)}{(0,2 - y)(0,1 - y)} = 4$ حيث $0 < y < 0,1$ mol

الحل الذي يحقق الشرط هو $y = 0,027$ mol. إذا عند التوازن الجديد :

$n(\text{استر}) = 0.227$ mol.

4. لنحسب كسر التفاعل الابتدائي :

$$Q_{ri} = \frac{n_i(\text{أستر}) \times n_i(\text{ماء})}{n_i(\text{حمض}) \times n_i(\text{كحول})}$$

$$Q_{ri} = \frac{3 \times 2}{1 \times 1} = 6$$

$Q_{ri} > K = 4$ الجملة تتطور في الاتجاه المعاكس للتفاعل أي في اتجاه إماهة الأستر.

ليكن y كمية المادة للحمض عند حالة التوازن وبما أن ثابت التوازن لا يتغير فإن:

المعادلة	حمض +	كحول =	استر	ماء
الحالة النهائية	1 + y	1 + y	3 - y	2 - y

جدول التقدم للتفاعل في الاتجاه غير المباشر.

$K = \frac{(3 - y)(2 - y)}{(1 + y)(1 + y)} = 4$ حيث $0 < y < 2$

الحل الذي يحقق الشرط هو $y = 0,148$ mol فيكون تركيب المزيج عند حالة التوازن

$n(\text{استر}) = 2,852$ mol ، $n(\text{ماء}) = 1,852$ mol ، $n(\text{حمض}) = 1,148$ mol = $n(\text{كحول})$.

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

التحول التلقائي

★1 أكتب المعادلات النصفية المتعلقة بالثنائيات :

Fe^{3+}/Fe^{2+} , I_2/I^- , H^+/H_2 , MnO_4^-/Mn^{2+}

★2 نضيف كمية من خراطة النحاس إلى محلول نترات الفضة، فنلاحظ تلون المحلول بالأزرق.

أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول، هل هذا التحول الكيميائي تلقائي ؟ برّر إجابتك .

★★3 نضع في وعاء، محلولا لكبريتات النحاس II حجمه 100 mL وتركيزه المولي $C = 0,2\ mol.L^{-1}$. نضيف له 0,5g من الحديد. فنلاحظ ترسب معدن النحاس.

1. أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث.

2. قدّم جدولا لتقدم التفاعل.

3. عيّن كميات المادة للأنواع الكيميائية في الحالة النهائية.

★★4 نضع 0,5 g من الزنك Zn في محلول من حمض كلور الماء تركيزه المولي $C_a = 0,2\ mol.L^{-1}$

نلاحظ أنه يتشكل 50 mL من غاز ثنائي الهيدروجين مقاسا في الشرطين النظاميين.

1. أكتب معادلة تفاعل الأكسدة والإرجاع المنمذج للتحول الكيميائي الحادث.

2. قدّم جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي ثمّ عيّن المتفاعل المحدّ.

★★5 نعتبر العمود الكهروكيميائي :

$Fe/Fe^{2+}//Ag^+/Ag$

بعد 1 h من التشغيل، حيث شدة التيار الكهربائي I ثابتة، نلاحظ أن كتلة المسرى الحديدي تتناقص بمقدار 12 mg.

1. عيّن شدة التيار الكهربائي I وكذلك الزيادة في كتلة المسرى الفضي.

2. يحتوي كل نصف عمود على محلول حجمه 50 mL وتركيزه المولي الابتدائي بالشوارد المعدنية $C = 0,25\ mol.L^{-1}$. عيّن $[Ag^+]$ بعد مدة 3 h من تشغيل العمود، إذا كان I = 75 mA .

★★6 نحقق العمود : $Zn/Zn^{2+}// Pb^{2+}/Pb$

بحيث حجم كل محلول V= 50 mL

و $[Zn^{2+}]_0 = [Pb^{2+}]_0 = 0,1\ mol.L^{-1}$.

1. أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث في العمود عند اشتغاله .

2. قدّم جدولا لتقدم التفاعل. ما هو المتفاعل المحد؟ إن ثابت التوازن الموافق للتفاعل السابق في الاتجاه المباشر $K = 4,6 \times 10^{20}$

3. ماذا يمكن القول عن التحول الحادث في العمود ؟ و ماذا يمكن القول عن التقدم النهائي للتفاعل؟

4. ما هي كمية الكهرباء الأعظمية التي يولدها العمود ؟

5. ما هي المدة الزمنية التي يمكن أن يشتغل فيها العمود إذا كانت شدة التيار الكهربائي $I = 10^{-2}\ A$ ؟

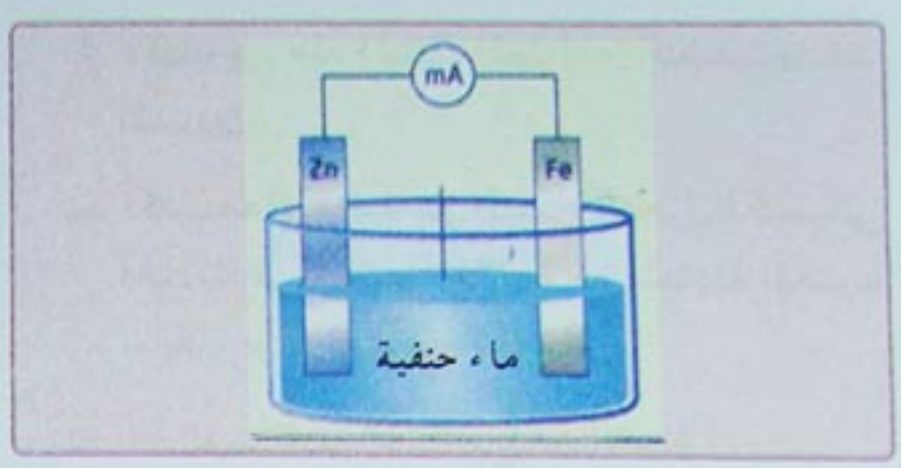
★★★7 نحقق التجارب التالية :

التجربة الأولى :

نأخذ صفيحتين الأولى من الزنك (Zn) والثانية من الحديد (Fe).

نوصّل الصفيحتين إلى جهاز ميلي أمبير متر فنلاحظ أنه يشير إلى الصفر.

elbassair.net



التجربة الثانية :

نغمس الآن الصفيحتين في وعاء يحتوي على ماء حنفية فنلاحظ أن الجهاز يشير إلى مرور تيار كهربائي شدته ضعيفة بحيث اتجاه التيار يكون من صفيحة الحديد نحو صفيحة النحاس في الأسلاك الكهربائية.

التجربة الثالثة :

عندما نعيد التجربة السابقة باستعمال الماء المقطر جهاز الميلي أمبيرمتر لا يشير إلى مرور تيار كهربائي.

1. أعط تفسيرا فيزيائيا للنتائج السلبية في التجربتين الأولى والثالثة.

كيف تفسر النتيجة الايجابية في التجربة الثانية ؟

2. حدّد قطبي العمود.

3. أ. ما هي حاملات الشحنة في الدارة الخارجية ؟

ب. ما هي حاملات الشحنة داخل العمود ؟

4. هل الحالة الابتدائية للجملة في توازن؟

5. في هذه التجربة الثنائيتان ox/réd اللتان تتدخلان هما : Zn^{2+}/Zn ، H^+/H_2 (صفيحة الحديد تسمح فقط بالاستمرارية الكهربائية).

أ. أكتب معادلتي التفاعلين النصفيين عند المسريين ثم استنتج معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث في العمود.

ب. هل يحدث تحويل الكتروني مباشر أم غير مباشر ؟ برّر إجابتك.

8 ★★★ نحقق، عند 25°C، التحليل الكهربائي لمحلول يود الهيدروجين $(H^+(aq) + I^-(aq))$ باستعمال مسريين غير متفاعلين من البلاتين. من أجل ذلك، نستعمل حجما $V = 500\ mL$ من المحلول تركيزه المولي $C = 0,1\ mol.L^{-1}$. نلاحظ ظهور نوع كيمائي لونه برتقالي عند المصعد وانطلاق غاز عند المهبط.

1. كيف يمكن التعرف على النوع الكيميائي الذي ظهر عند المصعد وعن الغاز الذي انطلق عند المهبط ؟

2. أكتب المعادلتين النصفيتين عند المسريين، ثم معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث في الوعاء.

3. عيّن pH المحلول الابتدائي .

4. علما أن العملية دامت $\Delta t = 45\ min$ وشدة التيار الكهربائي الذي فرضه المولد $I = 0,5\ A$. أحسب كمية الكهرباء التي انتجها المولد.

5. قدّم جدولا لتقدم التفاعل ثم استنتج كمية المادة $n(H^+(aq))$ المتفاعلة .

6. عيّن pH المحلول في الحالة النهاية.

9 ★★★ نريد تغطية سطح جسم من الفولاذ بطبقة ذهبية كتلتها $m = 200\ mg$. من أجل ذلك نحقق التحليل الكهربائي لمحلول شاردي. يشكل هذا الجسم أحد المسريين أين يحدث التفاعل النصفي ذو المعادلة :

$$Au(CN)_2^-(aq) + 1e^- = Au(s) + 2CN^-(aq)$$

1. هل هذا التفاعل النصفي يحدث عند المصعد أو المهبط؟

2. إذا كانت شدة التيار الكهربائي $I = 30\ mA$، ما هي المدة الزمنية الضرورية لعملية التحليل ؟

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

- إذا حدث الترسب على المساحة $s = 1,5\ m^2$ ما هو سمك الطبقة الذهبية؟

10 ★★★ خلال اشتغالها تغذى بعض الأعمدة باستمرار بالأنواع المتفاعلة، فهي تسمى أعمدة ذات الوقود (Piles à Combustible).

نعتبر العمود ذي الوقود ثنائي الهيدروجين H_2 وثنائي الأكسجين O_2. يشير فولط متر، مربوط بين مسربين العمود، إلى $E = 1,2\ V$، عندما يكون قطبه (V) موصولا إلى المسرى أين يصل O_2 وقطبه (COM) يكون موصولا إلى المسرى أين يصل H_2. نريد دراسة اشتغال العمود حيث الثنائيتان الداخلتان في التحول الكيميائي : O_2/H_2O ، H^+/H_2



1. بواسطة رسم توضيحي، حدّد قطبي العمود
2. ما هما الثنائيتان ox / réd اللتان تتدخلان عند القطبين؟
3. أكتب المعادلتين النصفيتين عند المسربين، فرضا وجود الشوارد $H^+(aq)$ في المحلول ثم أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي.
4. ما هي نواتج هذا التفاعل، وما هي أهمية هذا النوع من العمود ؟
5. في الواقع المتحلل الكهربائي أساسي وهو محلول الصود $(Na^+(aq)+HO^-(aq))$ أو محلول البوتاس $(K^+(aq)+HO^-(aq))$ وبالتالي لا وجود للشوارد $H^+(aq)$.

أ. أكتب في هذه الحالة، المعادلتين النصفيتين عند المسربين.

ب. أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث في العمود وقارنها مع المعادلة المكتوبة سابقا، ماذا تستنتج ؟

ج. ما هي خطورة هذا النوع من العمود ؟

التحـول القسـري

11 ★ عند إجراء التحليل الكهربائي لمحلول الصود، ينطلق غاز H_2 عند المهبط و غاز O_2 عند المصعد.

1. كيف يمكن التأكد من طبيعة الغازين المنطلقين؟
2. اكتب معادلة التفاعل النصفي عند كل مسرى ثم استنتج معادلة التفاعل المنمذج لعملية التحليل الكهربائي.

12 ★★ نستعمل مسربين من الغرافيت قصد التحليل الكهربائي لمحلول كلور الألمنيوم III فنلاحظ ترسب الألمنيوم عند المهبط بحيث شدة التيار الكهربائي الذي يجتاز الدارة $I = 10A$.

1. أكتب معادلة التفاعل النصفي عند المهبط .
2. ما هي المدة الضرورية لعملية التحليل حتى تكون كتلة الألمنيوم المترسبة 3g؟

13 ★★ نذيب كلور التيتان في الماء المقطر لنحصل على محلول شاردي.

نجري التحليل الكهربائي لهذا المحلول لمدة 41min حيث شدة التيار الكهربائي ثابتة $I = 0,04\ A$.

1. إذا كان المسريان من الغرافيت مثل شكلا للتركيبة التجريبية.
2. عند أي مسرى يترسب التيتان المعدني $Ti(s)$ ؟

elbassair.net

3. علما أنه ترسب 25mg من Ti(s)، عيّن شحنة شاردة التيتان الموافقة و استنتج الصيغة الجزئية لكلور التيتان المستعمل.

14 ★★ نريد معرفة الكتلة المولية الجزيئية لمعدن M. نضع في وعاء التحليل الكهربائي محلولا يحتوي على شوارد المعدن $M^+(aq)$ حيث المسريان لا يتفاعلان. نفرض في الدارة بواسطة مولد تيارا كهربائيا شدته $I = 0,6\ A$ ، فنلاحظ أن كتلة المعدن المترسب $m = 2,24\ g$ وهذا خلال مدة زمنية $\Delta t = 1h$.

1. كيف يمكن قياس m ؟

2. عيّن الكتلة المولية الجزيئية لهذا المعدن.

15 ★★★ نريد تحقيق التحليل الكهربائي ذي المصعد المنحل: نضع في وعاء التحليل الكهربائي محلولا من كبريتات النحاس II ونستعمل مسريين من النحاس.

1. أكتب معادلتي التفاعلين النصفيين عند المسريين. ماذا يحدث في هذه العملية؟

2. ما هي الأهمية الصناعية لهذه العملية ؟

3. نستعمل تيارا كهربائيا شدته $I = 0,5\ A$ ، ثم نتابع تطور الكتلة m للمهبط بدلالة الزمن t

نحصل على الجدول التالي :

t(min)	0	5	10	15
m(g)	10	10,049	10,098	10,148
t(min)	20	25	30	35
m(g)	10,197	10,246	10,296	10,345

أ. أوجد علاقة بين m، I،t والفراداي F

ب. استنتج قيمة تقريبية لـ F.

مراقبة تحول كيميائي من خلال الاسترة-الاماهة

16 ★★ نريد دراسة تحول الأسترة بين حمض عضوي وكحول.

1. أكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج لتحول (حمض الميثانويك والبروبان -1- أول)، ما هو اسم الاستر الناتج ؟

2. ما هي خصائص هذا التحول؟

3. لماذا يكون هذا التحول محدودا ؟

4. كيف يمكن تحسين مردود هذا التحول ؟

17 ★★ استر صيغته المجملة $C_4H_8O_2$.

عيّن مختلف الصيغ نصف المفصلة الممكنة له مع ذكر الحمض والكحول الموافقين في كل حالة.

18 ★★ نريد دراسة العوامل التي تؤثر على تحول إماهة الاستر.

1. أكتب معادلة التفاعل المنمذج لتحول إماهة بيوتانوات 2- مثيل بروبيل.

2. ما هو اسم كل نوع كيميائي ناتج ؟

3. ما هو الوسيط الذي يمكن استعماله لتسريع التفاعل؟ هل هذا الوسيط يرفع من مردود التفاعل ؟

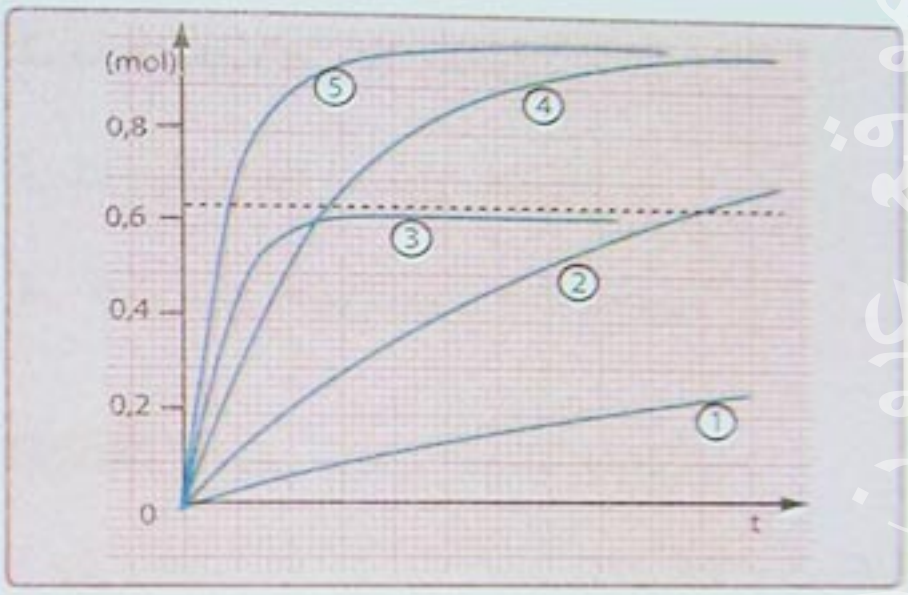
4. ما هو الغرض من استعمال الماء بزيادة ؟

19 ★★ منحنيات الوثيقة التالية تمثل تغيرات كمية المادة للاستر المتشكل عندما نفاعل n_1 mol من حمض الايثانويك مع n_2 mol من الايثانول وذلك بتغيير الشروط التجريبية.

elbassair.net

التجربة	a	b	c	d	e
n_1(mol)	1	1	1	1	1
n_2(mol)	1	1	1	1	0,5
θ(°C)	50	50	80	20	80
مركز H_2SO_4(mL)	0	2	2	0	2

أرفق كل منحنى بالتجربة الموافقة لها مع تبرير الإجابة.



20 ★★ أرفق مع تبرير الإجابة المنحنيات من (1) إلى (6) n (حمض) = f(t) إلى تجربة من بين التجارب A. B. C. D. E. F

A : $n_0(CH_3COOH) = n_0(CH_3CH_2CH_2OH) = 2$ mol ; بوجود H_2SO_4.

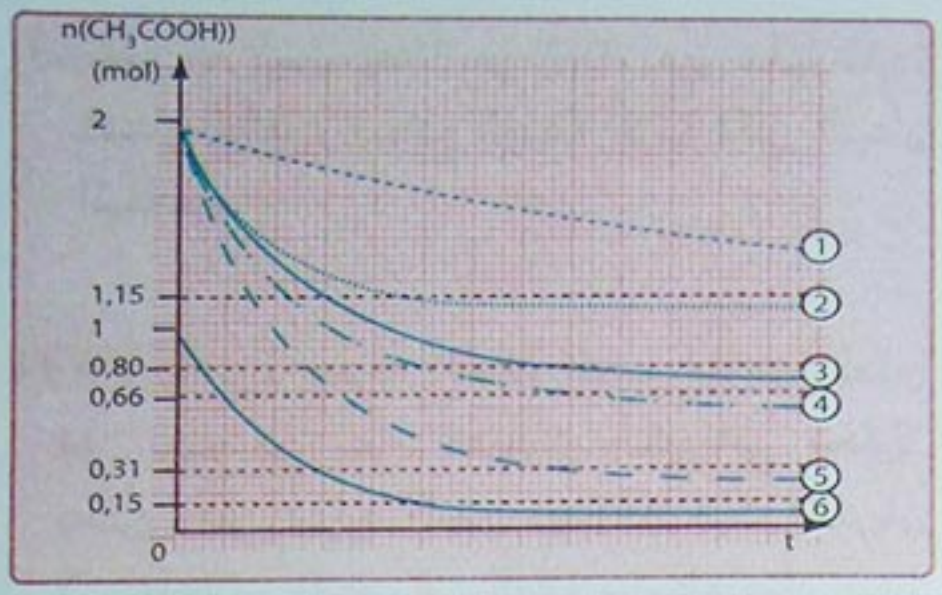
B : $n_0(CH_3COOH) = n_0(CH_3CHOHCH_3) = 2$ mol ; بوجود H_2SO_4.

C : $n_0(CH_3COOH) = 2$ mol ; $n_0(CH_3CH_2CH_2OH) = 1$ mol ; بوجود H_2SO_4.

D : $n_0(CH_3COOH) = 2$ mol ; $n_0(CH_3CH_2CH_2OH) = 4$ mol ; بوجود H_2SO_4.

E : $n_0(CH_3COOH) = 1$ mol ; $n_0(CH_3CH_2CH_2OH) = 2$ mol ; بوجود H_2SO_4.

F : $n_0(CH_3COOH) = n_0(CH_3CHOHCH_3) = 2$ mol ; بدون H_2SO_4.



21 ★★★ نحقق مزيجا متكافئا في كمية المادة من حمض الايثانويك و الايثانول ثم نتابع التحول الحادث عند درجة حرارة ثابتة 200 °C وذلك بمعايرة الحمض المتبقى بعد كل ساعة نحصل على النتائج التالية :

t(h)	0	1	2	3	4
n حمض (mol)	1.40	0.80	0.59	0.52	0.48
t(h)	5	6	7	8	
n حمض (mol)	0.47	0.46	0.46	0.46	

1. أرسم البيان n (حمض) = f(t)
2. عيّن بيانيا زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ عند 200 °C
3. في نفس المعلم أرسم كيفيا شكل البيان n(حمض) = f(t) من أجل درجة حرارة 180 °C علما أن زمن نصف التفاعل في هذه الحالة :

$$t_{1/2} = 2\text{ h }40\text{ min}$$

4. في نفس المعلم ارسم كيفيا البيان n (حمض) = g(t) من أجل درجة حرارة 200°C وذلك بإضافة قطرات من حمض الكبريت المركز. برّر هذا الرسم .

22 ★★★ نحقق أسترة 0,3mol من حمض البروبانويك و0,3mol من كحول صيغته $C_4H_{10}O$ وذلك بوجود قطرات من حمض الكبريت المركز .

elbassair.net

1. عيّن الصيغ نصف المفصلة لمتماكبات الكحول مع ذكر الصنف والاسم في كل حالة.

2. ما هو الاستر الناتج والموافق لكل صنف؟

3. عين كتلة الاستر الناتج في النهاية عند استعمال كل صنف.

4. من أجل بلوغ حالة التوازن الكيميائي، نسخّن المزيج الابتدائي لمدة 5 h وذلك بالتقطير المرتد (reflux). اقترح تركيبة تجريبية لهذا الغرض مبررا الاختيار.

23 ★★★ من أجل التعرف على استر ذي رائحة فاكهة، نفاعل كتلة منه قدرها $m = 5,8\ g$ مع محلول حجمه $V = 9\ ml$ من حمض الكبريت ذي التركيز المولي $C = 1\ mol.L^{-1}$ ونسخن المزيج. بعد 10 h، يبلغ التفاعل نهايته.بعد التبريد، نعاير الوسط التفاعلي بواسطة محلول الصود ذي التركيز المولي $C_0 = 4\ mol.L^{-1}$. فكان الحجم المضاف عند التكافؤ $V_{eq} = 13,9\ mL$.

1. علما أن في محلول حمض الكبريت $[H^+(aq)] = 2C$ عين حجم محلول الصود الضروري لمعايرة 9 mL من محلول حمض الكبريت.

2. عيّن كمية المادة للحمض الكاربوكسيلي الناتج عند حالة التوازن الكيميائي.

3. علما أن 75,4% من الاستر حدثت لها اماهة، استنتج الكتلة المولية الجزئية له .

4. علما أن هذا الاستر له نفس عدد ذرات الكربون في سلسلتيه الفحميتين، ما هي الصيغ نصف المفصلة الممكنة له ؟

24 ★★★ حضّرنا استرا (E) كتلته المولية الجزئية $88\ g.mol^{-1}$.

1. ما هي الصيغة الجزيئية المجملة لـ (E) وما هي الصيغ نصف المفصلة لمتماكباته ؟ مثل الكتابة التوبولوجية لكل منها .

2. من أجل التعرف على (E) نفاعل 4,40 g منه مع محلول الصود، لنحصل على نوعين كيميائيين، (A) و (B). بواسطة عملية التقطير، نحصل على كتلة من (B) $m_{(B)} = 2,98\ g$ ، علما أن (B) يتأكسد بسهولة إلى كيتون .

3. ما هي الوظيفة الكيميائية لـ(B) وما هي صيغته نصف المفصلة ؟

4. استنتج الصيغة نصف المفصلة الحقيقية لـ (B). أكتب حينئذ معادلة تفاعل التصبن.

25 ★★★ نحقق عند 200 °C اماهة بيوتانوات الاثيل انطلاقا من مزيج ابتدائي يتكون من 5 mol ماء و1 mol استر . بعد 24 h، يحدث التوازن الكيميائي فكان حجم الوسط التفاعلي 180 mL. نأخذ عينة منه حجمها 10 mL ثم بعد التبريد، نعاير الحمض المتواجد بها بواسطة محلول الصود ذي التركيز المولي $2\ mol.L^{-1}$ فكان الحجم المضاف عند التكافؤ 17,6 mL .

1. أكتب معادلة التفاعل المنمذج لاماهة الاستر.

2. لماذا نبرد العينة قبل المعايرة ؟

3. عين كمية مادة الحمض المعايَر ثم استنتج كمية مادة الاستر المتواجد عند حالة التوازن و كذلك مردود الاماهة .

4. قارن بين هذا المردود والمردود الذي يمكن أن نحصل عليه باستعمال مزيج ابتدائي متكافئ في كمية المادة، علّل.

26 ★★★ نريد دراسة حركية تحول الاسترة الذي ينتج بروبانوات الإيثيل. من أجل ذلك، نسخن بالتقطير المرتد (reflux) لمدة 4h، 0,2 mol من الحمض و0,2 mol من الكحول، بوجود وسيط مناسب بحيث يكون حجم الوسط التفاعلي 40 mL. البيان التالي يمثل تغيرات تقدم التفاعل بدلالة الزمن $x = f(t)$.

elbassair.net

I. تفاعل الاسترة :

1. أكتب معادلة تفاعل الاسترة المنمذج للتحول الحادث والمدروس من طرف برتولي وتلميذه سان جيل .

2. ماذا يريد أن يقول برتولي عندما يتكلّم عن المنتوج النهائي؟ ما هي أسماء الأنواع الكيميائية التي تشكل هذا المنتوج ؟

3. لنرمز بـ n_0 إلى كمية المادة الابتدائية للحمض، قدّم جدولا لتقدّم التفاعل ثم بيّن انه يتطابق مع القول: « عند معرفة كتلة أحد الأنواع الكيميائية المتواجدة في الخليط، يمكن معرفة كتل الأنواع الأخرى بشرط أن تكون الكتل الابتدائية للأنواع معروفة ».

4. باستعمال جدول التقدم عين تقدم التفاعل x بعد 70 يوما عند درجة الحرارة العادية.

II. النسبة المئوية للحمض المؤستر :

1. قدم رسما توضح فيه التركيبة التي تستعمل لدراسة تفاعل الاسترة .

2. ما هو دور كاشف عباد الشمس في تجربة برتولي ؟

3. عين العلاقة بين كمية المادة لحمض الإيتانويك المعايَر والحجم والتركيز c لمحلول الصود المضاف عند التكافؤ.

4. استنتج كمية المادة للحمض المؤستر عند اللحظة t بدلالة تركيز محلول الصود C و n_0.

III. حركية التحول :

1. ما هو العامل الحركي المدروس من طرف برتولي وسان جيل في جدول المعطيات ؟ ما هو تأثيره؟.

2. كيف يمكن التصرف في نفس الشروط التجريبية للجدول 1 للحصول على نفس النتيجة ولكن في مدة أقصر ؟

3. فسر الجملة الأخيرة في النص : « إذا نزعنا الماء الناتج عن الحمض والكحول، يصل مردوده إلى 100 % ».

4. ارسم البيان الذي يمثل تغيرات % للحمض المؤستر بدلالة الزمن t في التجربة الموافقة للجدول 2. ناقش هذا البيان.

28 ★★★ النص التالي مأخوذ من مجلة إعلامية حول الاستعمالات الصناعية للأنواع الكيميائية الدهنية.

« قديما تستعمل المواد الدهنية لتحضير الصابون. حتى سنة 1945 كانت هذه العملية (صناعة الصابون) ترتكز على استعمال وعاءات كبيرة (chaudrons) وتتطلب مدة طويلة وطريقة تقليدية معقدة.

تتمثل هذه الطريقة في اختيار مزيج من الأنواع الدهنية مع إضافة محلول الصود ثم التسخين إلى غاية الغليان (من أجل التصبن).

بعدها يضاف محلول كلور الصوديوم من أجل فصل الصابون عن الوسط التفاعلي (relargage) ثم ينقى الصابون بواسطة عمليات الانحلال والفصل المتكررة و في الأخير يترك ليبرد ثم يوضع في قوالب خاصة حيث نحصل على صابون على شكل قطع صغيرة (savonnettes) » .

1. إلى أي تفاعل يشير النص؟

2. نعتبر التفاعل بين ايتانوات المثيل وشاردة الهيدروكسيد .

- اكتب معادلة التفاعل الحادث .

3. من أجل التحقيق التجريبي للتفاعل الذي يشير إليه النص، نضع في بالونة 9 g من زيت الزيتون و20 mL من محلول الصود تركيزه المولي $C = 5\ mol.L^{-1}$. و20 mL من الإيتانول بحيث الشوارد HO^- تكون بزيادة.

نزود البالونة بجهاز التبريد مائي (وثيقة 1) ثم نسخن البالونة مع الرج المستمر.

elbassair.net



وثيقة 1

بعد 30 min من التسخين نترك البالونة تبرد ثم نسكب محتواها في وعاء به ماء مالح (وثيقة 2).



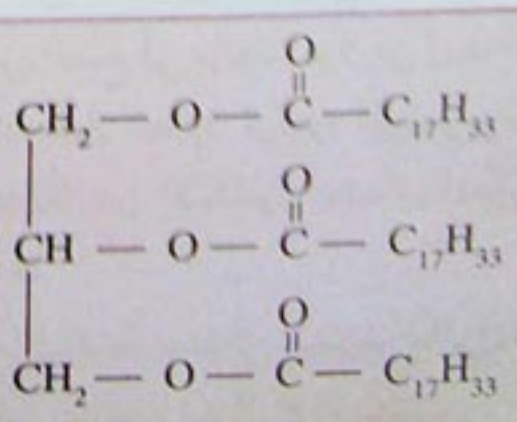
وثيقة 2

1. لماذا نستعمل جهاز التبريد المائي (réfrigérant à eau) ولماذا نسخن إلى غاية الغليان ؟

2. لماذا نستعمل الماء المالح ؟

3. لماذا لا يستعمل الصابون المتحصل عليه مباشرة؟ برر إجابتك من النص.

4. نعتبر أن زيت الزيتون يتشكل فقط من ثلاثي الغليسريد الناتج عن حمض الأليك $C_{17}H_{33}COOH$ حيث الصيغة نصف المفصلة لثلاثي غليسريد.



أ. أكتب معادلة تفاعل محلول الصود مع ثلاثي الغليسريد.

ب. عين مردود تفاعل التصبن علما أننا تحصلنا على صابون كتلته $m = 7,45\ g$.

29 ★★★ أراد تلميذان إعادة التجارب التي حققها بيرتولي وسان جيل و التي تتعلق بتفاعل الاسترة انطلاقا من حمض الإيثانويك والإيثانول .

قام التلميذان بتحضير 10 حبابات زجاجية (ampoules) ثم وضعا في كل منها 0,10 mol من كل متفاعل و في الأخير بعد سد الحبابات وضعاها في حمام مائي حيث درجة الحرارة 100°C عند اللحظة $t = 0$.

عند اللحظة t أخرجا الحبابة من الحمام المائي، وبعد تبريدها بسرعة،قاما بمعايرة حمض الإيثانويك المتبقي بواسطة محلول الصود بوجود الفينول فتاليين. يبين الجدول التالي النتائج التي تحصلا عليها:

اللحظة t (h)	0	4	10	20	40
n (حمض متبقي) (mmol)	100	75	64	52	44
اللحظة t (h)	100	150	200	250	300
n (حمض متبقي) (mmol)	36	35	34	33	33

1. أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحادث في كل حبابة . ما هو اسم الاستر المتشكل ؟

2. لماذا تبرّد الحبابة قبل معايرة الحمض المتبقي ؟ كيف تبرّد الحبابة ؟

3. قدّم جدولا لتقدم التفاعل ثم استنتج التقدم الأعظمي x_{max} .

4. احسب التقدم النهائي x_f للتفاعل في كل حبابة .

elbassair.net

5. بعد تذكير لتعريف نسبة تقدم التفاعل τ ، أحسب τ في كل حبابة.

6. أرسم البيان $\tau = f(t)$ ثم استنتج النسبة النهائية لتقدم التفاعل و كذلك مردود التحول.

7. اعتماد على البيان، حدّد خاصيتين تميزان التحوّل.

8. كيف يمكن تسريع التحول؟ ارسم كيفيا شكل المنحنى $\tau = f(t)$ في هذه الحالة

★★★30 نحقق تصبن 15 mL من إيثانوات البيوتيل بواسطة محلول الصود المستعمل بزيادة. عند نهاية التحول. نحصل على كتلة $m = 8,1\ g$ من الكحول.

1. أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي وما هو اسم الكحول الناتج ؟

2. ما هي الكتلة الأعظمية للكحول التي يمكن الحصول عليها ؟

3. استنتج مردود التحول

تعطى الكتلة الحجمية للكحول : $\rho = 0,87\ g.\ mL^{-1}$

★★★31 نريد تحضير إستر (E) له رائحة الموز، يمكن استعمال إحدى الطريقتين :

- تحقيق تحول كيميائي بين البيوتان -1- أول وحمض الإيثانويك.
- تحقيق تحول كيميائي بين البيوتان -1- أول وكلور الإيثانويل.



1. أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول في كل حالة باستعمال الصيغ نصف المفصلة ثم سمّ الإستر الناتج

2. ما هو الإختلاف بين التحولين؟

3. نستعمل 0,10 mol من كلور الإيثانويل و 0,10 moL من البيوتان -1- أول.

أ. ما هو حجم البيوتان -1- أول المستعمل ؟

ب. نحصل في النهاية على 9,9 mL من الإستر (E) عيّن مردود العملية

المعطيات : $\rho_{(كحول)} = 0,81\ g.\ mL^{-1}$

$\rho_{(E)} = 0,88\ g.\ mL^{-1}$

★★★32 فينيل إيثانوات 2- مثيل بروبيل عبارة عن إستر، معروف باسم الإجلنتيان (églantiane) ويتميز بعطر خاص عند الأزهار والورود.



1. ماهي الصيغ نصف المفصلة وأسماء الحمض الكربوكزيلي (A) والكحول (B) الموافقان لتحضير الإستر (E) ؟

2. أكتب معادلة التفاعل المنمذج لتحضير (E).

3. خلال تحضير (E) في المخبر نستعمل كتلة $m = 13,6\ g$ من (A) وحجم $V = 20\ mL$ من (B). عند نهاية العملية نحصل على كتلة $m' = 11,5\ g$ من (E).

ما هو المتفاعل المحد ؟ وماهو مردود العملية ؟

المعطيات : $\rho_{(كحول)} = 0,805\ g.\ mL^{-1}$.

elbassair.net

1. اصطناع بنزوات المثيل

بكالوريا فرنسا 2004

الجزء I : خواص حمض البنزويك

المحافظات أنواع كيميائية تستعمل لتمديد مدة صلاحية المواد الغذائية بحيث تمنع تأثير البكتيريا عليها. إن وجود المحافظ في مادة غذائية أو مشروب تُعرف برمزها الأروبي (E 200 - E 297).

حمض البنزويك (E210) C_6H_5COOH وبنزوات الصوديوم (E210) C_6H_5COONa تستعمل في الصناعة كمحافظين نظرا لخصائصيهما ضد البكتيريا، فهما يتواجدان في المشروبات اللاسكرية "Light".

المعطيات :

خصائص حمض البنزويك :

- صلب أبيض
- الإنحلال في الماء : $2,4\ g.L^{-1}$ عند 25^0
- الثنائية (أساس/حمض) :

$C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$ (يمكن أن نرمز لها بـ AH/A^-)

- pK_a للثنائية = 4,2

1. تفاعل حمض البنزويك مع الماء

نضع كتلة m_0 من حمض البنزويك في الماء المقطر لنحصل على حجم $V_0 = 100\ mL$ من المحلول (S_0) تركيزه المولي $C_0 = 1,0.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ وله $pH = 3,1$.

1.1. عيّن قيمة m_0 . هل المحلول (S_0) مشبع ؟

2.1. أكتب معادلة التفاعل المنمذج لتحول الجملة (AH + ماء)

3.1. مثّل مخطط الصفة الغالبة الموافق للثنائية AH/A^- ثم استنتج الصفة الغالبة في المحلول (S_0)

4.1. قدّم جدولا لتقدم التفاعل حيث x_f يمثّل التقدم النهائي أي عند حالة التوازن.

5.1. عيّن التقدم الأعظمي x_{max} ثم بيّن أن النسبة النهائية للتقدم $\tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C_0}$ هل هذه النتيجة تتوافق مع السؤال (3.1) ؟

6.1. إعط عبارة كسر التفاعل عند حالة التوازن ثم احسب قيمته.

7.1. أوجد قيمة pK_a المعطاة للثنائية AH/A^- .

2. التفاعل بين حمض البنزويك والصود.

نضيف إلى المحلول (S_0) بضع قطرات من محلول الصود المركز ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$). فيكون pH المزيج 6,2 .

1.2. عيّن دون حساب ما هي الصفة الغالبة AH/A^- في المزيج.

2.2. أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث.

3.2. إعط عبارة ثابت التوازن الموافق لهذا التفاعل ثم احسبه.

الجزء II : إصطناع بنزوات المثيل :

الإسترات توجد في حياتنا اليومية : في المعطرات، في المواد الغذائية... يمكن الحصول عليها من النبات كما يمكن إصطناعها في المخابر.

بنزوات المثيل إستر يستعمل في المعطرات ويعتبر عطرا أساسيا لها. يصطنع بنزوات المثيل إنطلاقا من تحول كيميائي للجملة (حمض البنزويك، الميثانول). من أجل ذلك نمزج كتلة $m_1 = 12,2\ g$ من حمض البنزويك مع حجم $V_2 = 30\ mL$ من الميثانول بوجود قطرات من حمض الكبريت المركز وحبيبات من الحجر الهش. نسخن بالتقطير المرتد لمدة 60 min. بعد التبريد نسكب محتوى البالونة في حبابة تحتوي على (ماء + جليد) لنحصل على طورين مختلفين. نعزل الطور الذي يحتوي على الإستر لنحصل في الأخير على كتلة $9,52\ g$ من بنزوات المثيل.

المعطيات :

elbassair.net

الإنحلال في الماء	الكتلة الحجمية ($g.moL^{-1}$)	الكتلة المولية ($g.moL^{-1}$)	الصيغة	النوع الكيميائي
ضعيف	1,3	122	C_6H_5COOH	حمض البنزويك
كبير	0,80	32	$CH_3 - OH$	الميثانول
معدوم	1,1	136	$C_6H_5COOCH_3$	بنزوات المثيل

1. التجربة :

1.1. عيّن كمية المادة m_1 لحمض البنزويك وكمية المادة m_2 للميثانول المستعملة.

2.1. عيّن العوامل الحركية التي استعملت لتسريع التفاعل.

3.1. لماذا استعمل التسخين مع التقطير المرتد ؟

2. دراسة تفاعل إصطناع بنزوات المثيل.

1.2. أكتب معادلة تفاعل الإصطناع.

2.2. عيّن المتفاعل المحدّ. أستنتج كمية الإستر التي ستتشكل لو كان التحوّل تاما.

3.2. عرّف ثم أحسب مردود التفاعل.

2. التحليل الكهربائي

بكالوريا أمريكا الجنوبية 2004

نريد تحقيق التحليل الكهربائي لحجم 100 mL من محلول يود البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$ باستعمال مسريين من الفحم وحيث المذيب مزيج من الماء والإيثانول.

المشاهدة الأولى :

إذا كان فرق الكمون المفروض من طرف المولد 1,5 V الملاحظ يشاهد إنطلاق فقاعات غازية عند المهبط وظهور لون برتقالي يتسع تدريجيا إلى كل المحلول عند المصعد يمكن معايرة النوع الكيميائي ذي اللون البرتقالي بواسطة محلول تيوكبريتات الصوديوم بوجود مصغ النشاء.

المشاهدة الثانية :

إذا كان فرق الكمون المفروض 6 V ، الملاحظ يشاهد إنطلاق فقاعات غازية عند كل مسرى وكذلك ظهور النوع البرتقالي عند المصعد.

1. ما هو عدد التحولات الحادثة عند كل مسرى في كل حالة (مشاهدة).

2. أكتب معادلة التفاعل الحادث عند كل مسرى في كل حالة. هل يمكن كتابة معادلة واحدة للتفاعل في عملية التحليل الكهربائي ؟

3. ما هي الشروط التجريبية الواجب تحقيقها إذا كان هدف عملية التحليل هو إنتاج النوع الكيميائي الملون عند المصعد ؟

4. عند نهاية عملية التحليل تحت فرق الكمون 1,5 V ، نعاير النوع المتشكل عند المصعد بواسطة محلول تيوكبريتات الصوديوم ذي التركيز المولي $10^{-2}\ mol.L^{-1}$ فيكون الحجم المضاف عند التكافؤ $V_{éq} = 15\ mL$.

1.4. أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

2.4. قدّم جدولا لتقدم تفاعل المعايرة ثم استنتج كمية المادة للنوع المعاير عند المصعد خلال عملية التحليل.

5. قدّم جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي الحادث عند المصعد ثم أوجد العلاقة بين كمية المادة المتشكلة عند المصعد وكمية الكهرباء Q التي اجتازت

elbassair.net

الدارة. ثم أحسب Q وكذلك حجم الغاز المنطلق عند المهبط.

6. بيّن أن ثابت أفوغادرو N_A يتعلق بـ Q و e (الشحنة العنصرية). استنتج قيمة N_A

المعطيات :

$e = 1,6.10^{-19}C$ ،

الثنائية $S_4O^{-2}_6 / S_2O^{-2}_3$

3. تحول حول الأكسدة الارجاعية

بكالوريا بولينيزيا الفرنسية 2004

المعطيات :

- معادلة التفاعل بين النحاس الصلب وشاردة الفضة (I)

(1) $2Ag^+(aq) + Cu(s) = 2Ag(s) + Cu^{2+}(aq)$

- ثابت التوازن الموافق : $K = 2,2 \times 10^{15}$

- لون الشوارد :

$Ag^+(aq)$ عديم اللون

$NO^-_3(aq)$ عديم اللون

$Cu^{2+}(aq)$ أزرق

الوحدات :

$1\ F = 96\ 500\ C$

$1\ Ah = 3\ 600\ C$

الكتلة المولية الذرية للنحاس $M(Cu) = 63.5g.mol^{-1}$

نعرف القدرة Σ لعمود بكمية الكهرباء الأعظمية التي يمكن أن ينتجها قبل توقفه عن الاشتغال

$$\Sigma = Q_{max}$$

I. دراسة تفاعل الأكسدة والإرجاع بين المتفاعلات بالتلامس المباشر

1. يحتوي بيشر على حجم $V_1 = 20ml$ من محلول نترات الفضة تركيزه المولي $C_1 = 0.05\ mol.L^{-1}$.

أحسب $[Cu^{2+}]_o$ ، $[Ag^+]_o$ في البيشر .

2. نغمس بعد ذلك في البيشر سلكا من النحاس وسلكا من الفضة.

1.2. أكتب عبارة كسر التفاعل الموافق للمعادلة السابقة (1)

2.2. أحسب Q_{ri} في الحالة الابتدائية .

3.2. لماذا يمكن أن نتوقع أن الجملة تتطور تلقائيا في الاتجاه المباشر للمعادلة السابقة ؟

4.2. ما هي الملاحظة التجريبية (بعد مدة) التي تمكن من التأكد من هذا التوقع ؟

5.2. استعمل النحاس بزيادة، عند حالة التوازن يكون $[Cu^{2+}]_f = 5.10^{-2}mol.L^{-1}$ بين أن الشوارد Ag^+ متواجدة في البيشر وماذا تستنتج فيما يتعلق بالتحول المدروس ؟

II. دراسة عمود :

يوجد في المخبر الوسائل التالية :

- بيشر يحتوي على حجم $V_1 = 20ml$ من محلول نترات الفضة تركيزه المولي $C_1 = 0.1mol.L^{-1}$
- بيشر يحتوي على حجم $V_2 = 20ml$ من محلول نترات النحاس (II) تركيزه المولي $C_2 = 0.05mol.L^{-1}$
- سلك من النحاس كتلته $m = 1g$ وسلك من الفضة
- أسلاك التوصيل المناسبة
- جسر ملحي يحتوي على محلول شاردي لنترات البوتاسيوم .

elbassair.net

1. مثل بالرسم العمود الذي يمكن تشكيلة بالوسائل السابقة

2. نضع جهاز أمبير متر وناقل أومي مقاومته $R = 100\ \Omega$ على التسلسل بين قطبي العمود نلاحظ أن تيارا كهربائيا ضعيف الشدة يجتاز الدارة من الفضة إلى النحاس.

1.2. عين اتجاه حركة الالكترونات في الناقل الأومي

2.2. فسر اشتغال العمود بكتابة المعادلتين النصفيتين عند المسريين.

3.2. هل التطور التلقائي للجملة يتوافق مع نتائج الجزء I (السؤال 2-3) ؟

4.2. ما هو دور الجسر الملحي؟ بين حينئذ اتجاه حركة الشوارد في الجسر .

3. نترك العمود يشتغل لمدة طويلة بحيث يمكن اعتبار انه بال (usé)(أي ليست له القدرة على إنتاج التيار الكهربائي)

1.3. قدم جدولا لتقدم التفاعل

2.3. من هو المتفاعل المحد ؟

3.3. عين $[Cu^{2+}]_f$ عند نهاية التحول

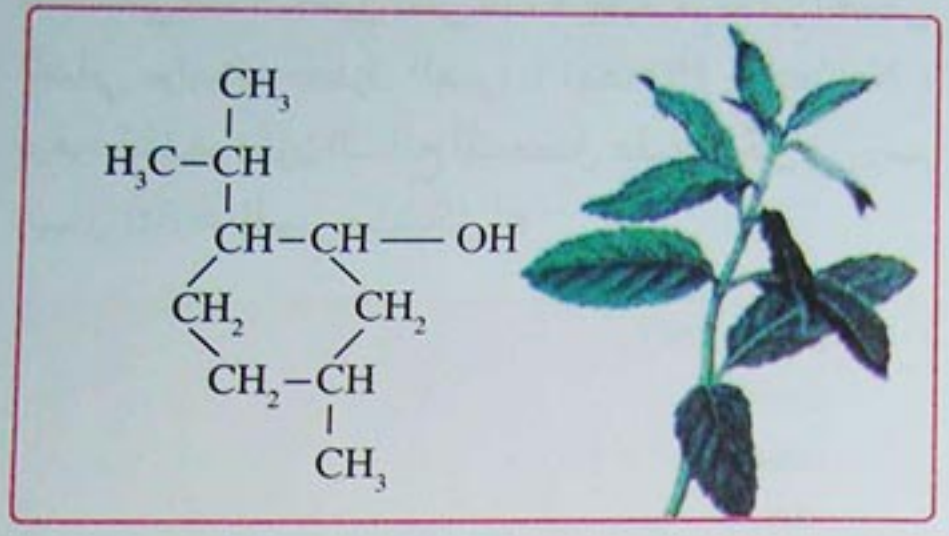
4.3. ما هي كمية الكهرباء الأعظمية التي اجتازت الناقل الأومي خلال مدة اشتغال العمود. استنتج Σ للعمود

4. النعناع la menthe

بكالوريا الأنتيل 2005

النعناع نبات يستعمل كثيرا لإزالة آلام الرأس، لتسهيل عملية الهضم وكذلك لتخفيض درجة الحرارة.

يستعمل زيته في الصناعة العطرية على أساس احتوائه على استر له رائحة خاصة إيثانوات المنتيل يصطنع في المخبر انطلاقا من المنتانول ومن حمض كربوكسيلي.



I. تمهيد :

المنتانول له الصيغة المفصلة السابقة والتي يمكن تبسيطها في الرمز R-OH حيث R الجذر داخل المستطيل

1. ما هي الوظيفة الكيميائية للنوع الكيميائي المنتانول (menthanol) ؟

2. ما هو اسم وما هي صيغة الحمض الكربوكسيلي الذي بتفاعله مع المنتانول ينتج إيثانوات المنتيل ؟

3. أكتب معادلة التفاعل لاصطناع الاستر

4. نمزج عند اللحظة $t = 0$، 0,10 mol من الحمض الكربوكسيلي و 0.10 mol من المنتانول، ما هي عبارة كسر التفاعل Qr ؟ أحسب قيمته Q_{ri}

5. ثابت التوازن المرافق لمعادلة التفاعل $K = 2.3$ عند 70°C.

في أي اتجاه تتطور الجملة تلقائيا ؟

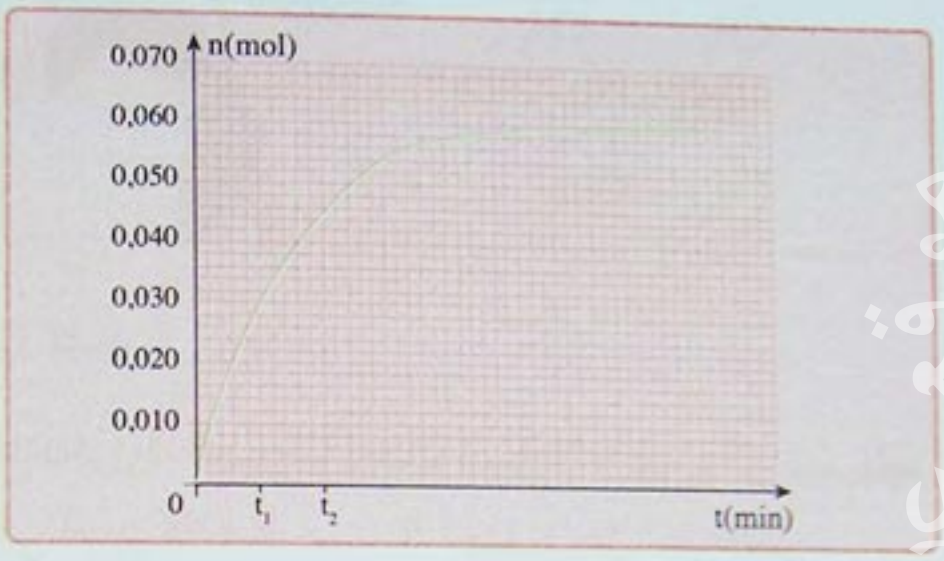
II. اصطناع ايثانوات المنتيل

التجربة الاولى :

نضع في ايرلينة ماير (الموجود في الجليد) 0,10 mol من الحمض الكربوكسيلي السابق و0,10 mol من المنتانول وبضع قطرات من حمض الكبريت المركز نجزّء. المزيج إلى 10 أجزاء متماثلة في 10 أنابيب اختبار ثم نضعها في

elbassair.net

حمام مائي حيث درجة الحرارة 70 °C (وهي ثابتة) مع تشغيل الكرونومتر عند اللحظة t نخرج أحد الأنابيب، نضعه في وعاء يحتوي على ماء + جليد ثم نعاير الحمض المتبقي بواسطة محلول الصود ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$) بوجود كاشف ملون النتائج المتحصل عليها تمكن من رسم البيان n(استر متشكل) = f(t)



1. لماذا يجب وضع الأنابيب في (ماء + جليد) قبل عملية المعايرة ؟

2. أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

III. استغلال النتائج :

1. قدم جدولا لتقدم تفاعل الاسترة ثم استنتج التقدم الأعظمي x_{max}

2. باستعمال المنحنى عين مردود التفاعل. وماذا تستنتج ؟

3. أعط عبارة كسر التفاعل النهائي (عند حالة التوازن) بدلالة x_f وكميات المادة الابتدائية.

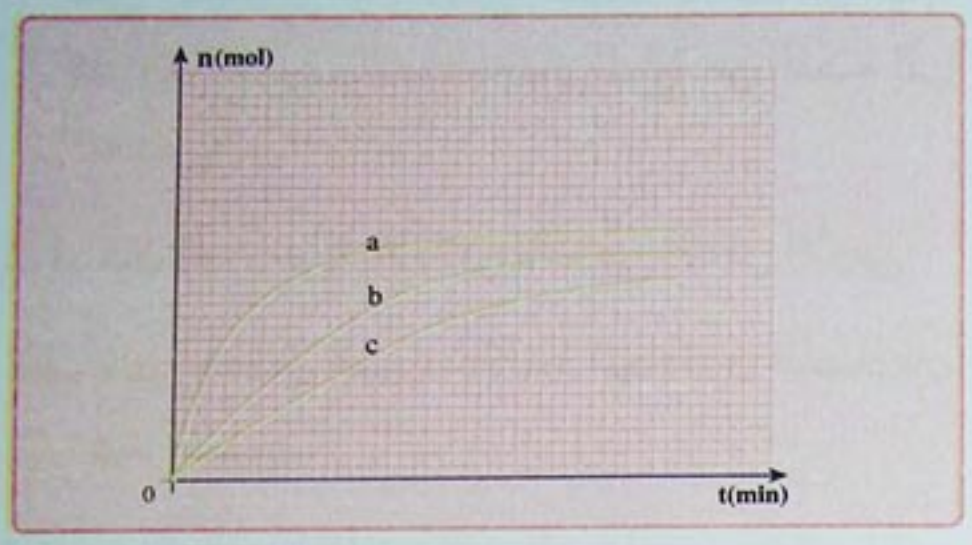
4. عين ثابت التوازن وهل يتوافق مع معطيات الجزء I

5. قارن سرعات التفاعل عند $(t = t_1)$. $(t = t_2)$. كيف تتطور سرعة التفاعل خلال الزمن؟

IV تأثير الشروط التجريبية :

نحقق 3 تجارب مماثلة للتجربة الأولى حيث نغير كمية المادة ودرجة الحرارة حسب الجدول لنرسم البيانات n(استر متشكل) = f(t)

كمية المادة (mol)	الحمض	المتانول	درجة الحرارة
التجربة (1)	0.10	0.10	70
التجربة (2)	0.10	0.10	20
التجربة (3)	0.20	0.10	70



أرفق المنحنيات a . b . c بالتجارب (1)، (2)، (3) مع التعليل

5. من البوكسيت إلى الألمنيوم

بكالوريا فرنسا 2005

في سنة 2004 قدر المنتوج العالمي لمعدن الألمنيوم بـ26 مليون طن، يهدف الموضوع إلى دراسة مبسطة لعملية اصطناع الألمنيوم

I. استخراج الألمين كمادة أساسية لاصطناع الألمنيوم :

الوثيقة : نقرأ في أحدى المجلات العلمية : يحتوي البوكسيت الخام أساسا على أكسيد الألمنيوم (الألمين Al_2O_3) وقليلا من أكسيد الحديد. يطحن أولا ليصبح مسحوقا ثم يوضع في أجهزة تعقيم وتطهير (autoclaves) أين يعالج بواسطة محلول الصود حيث ينحل الألمين وتنزع الشوائب الصلبة عن طريق عمليات الغسل والترشيح، المحلول المتبقي يبرد ويحمض ليتشكل هيدروكسيد الألمنيوم $Al(OH)_3(s)$. يسخن الراسب عند 1000°C فيتشكل الألمين الصلب على شكل مسحوق أبيض .

elbassair.net

المعطيات :

بعد انحلال الالمين الوسط التفاعلي أساسي فيكون عنصر الألمنيوم متواجدا في شوارد الالمينات $Al(OH)_4^-$

عند pH أكبر (الوسط التفاعلي أساسي) يظهر راسب بحيث ينمذج التحول الكيميائي بالتفاعل ذي المعادلة $Al(OH)_4^- = Al(OH)_3(s) + HO^-(aq)$ (1). ثابت التوازن الموافق $K = 0.1$ عند $25°C$.

انحلال هيدروكسيد الألمنيوم $Al(OH)_3(s)$ يتناقص عند انخفاض درجات الحرارة وعند $25°C$. $K_e = 10^{-14}$.

1. تجربة بالثانوية من أجل فهم العملية الصناعية :

نريد تبسيط وتوضيح العملية الصناعية في القسم لهذا نعتبر محلولا شفافا يحتوي على الشوارد $Al(OH)_4^-$ تركيزه المولي $C = 0.10\ mol.L^{-1}$ في وسط أساسي. عندما نضيف تدريجيا محلولا حمضيا مركزا يتشكل راسب عند $25°C$.

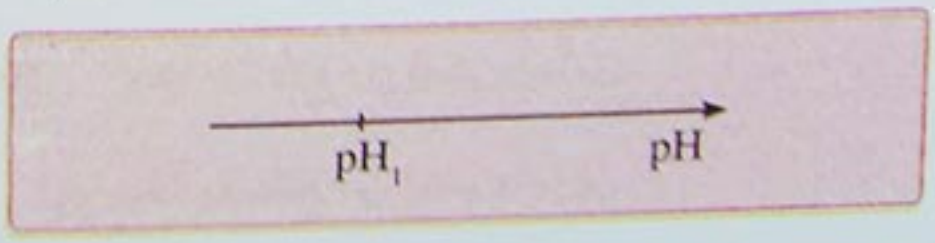
1.1. أكتب عبارة ثابت التوازن K الموافق لمعادلة التفاعل (1).

2.1. عين $[Al(OH)_4^-]_i$ عند تشكل الراسب $Al(OH)_3(s)$

3.1. عند إضافة الحمض نقبل أنه الى غاية ظهور الراسب $[Al(OH)_4^-]_i = C$ ، (نهمل التغيير في الحجم) أحسب $[HO^-]$ عند ظهور الراسب $Al(OH)_3(s)$

4.1. أستنتج قيمة pH_1 للوسط التفاعلي

5.1. عين مجال تواجد $Al(OH)_3(s)$ في المخطط التالي :



2. تطبيق للعملية الصناعية :

1.2. باستعمال نتيجة السؤال 5 ، برر أهمية تناقص pH الوسط التفاعلي في الصناعة

2.2. تتبع عملية التمديد بتخفيض في درجة الحرارة ما أهمية ذلك ؟

II. تحويل الألمين إلى ألمنيوم :

الألمنيوم ينتج عن تحول الالمين $Al_2O_3(s)$ بواسطة إرجاع إلكتروتيكي يحدث في وعاءات يجتازها تيار كهربائي شدته تقارب $10^5\ A$ وتحت فرق كمون $4\ V$ هذه الأوعية تغطى بالفحم الذي يشكل المهبط وتحتوي على الإلكتروليت (متحلل كهربائي) ينحل فيه الالمين $Al_2O_3(s)$ المصعد يتشكل من فحم نقي مغموس في المصهور عملية التحليل الكهربائي تحدث عند $950°C$ فيتحول الألمين الى ثنائي الأكسجين والألمنيوم الذي يترسب في أسفل الوعاء ويمكن استخراجه بعد التبريد .

المعطيات :

انحلال الالمين ينمذج بالتفاعل: $Al_2O_3(s) = 2Al^{3+} + 3O^{2-}$

ترسب الالمنيوم ينمذج بالتفاعل :

$$4Al^{3+} + 6O^{2-} = 4Al(s) + 3O_2(g)$$

ثابت أفوغادرو $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$

الكتل المولية الجزيئية $M(Al) = 27\ g.mol^{-1}$,

$M(O) = 16\ g.mol^{-1}$, $M(H) = 1\ g.mol^{-1}$

1. حسب الوثيقة ما هو تأثير الإلكتروليت على الألمين ؟

2. قدم رسما توضح فيه الدارة الكهربائية لعملية التحليل الكهربائي

3. نريد معرفة المدة الزمنية Δt الضرورية لتحضير كتلة m من الألمنيوم

1.3. قدم جدولا لتقدم التفاعل :

$4Al^{3+} + 6O^{2-} = 4Al(s) + 3O_2(g)$ ثم استنتج كمية المادة للالكترونات الضرورية لتحضير m.

2.3. عين عبارة كمية الكهرباء Q المستهلكة من أجل تحضير m

3.3. إذا كانت $m = 1{,}08\ t$ وشدة التيار $I = 10^5\ A$ عين التقدم النهائي x_f ، ثم عين مدة العملية Δt.

elbassair.net

تصحيح التقويم الذاتي

1. أ. خطأ الجملة في حالة توازن

ب. صحيح

جـ. خطأ الجملة تتطور في الإتجاه المعاكس

د. خطأ الجملة تتطور ولكن لا نعرف الإتجاه

2. أ. خطأ الجملة في حالة تطور

ب. صحيح

جـ. صحيح : توجد طاقة داخلية

د. خطأ : الجملة تتطور تلقائيا.

3. أ. خطأ حاملات الشحنة شوارد

ب. صحيح

جـ. خطأ الإلكترونات حاملات الشحنة خارج العمود

د. خطأ ليست دوما بروتونات

4. أ. خطأ تتعلق بطبيعة الأنواع الكيميائية

ب. صحيح

جـ. صحيح

د. خطأ تتعلق بمدة مرور التيار الكهربائي

5. أ. خطأ المصعد هو القطب الموجب

ب. خطأ المهبط هو القطب السالب

جـ. خطأ الكاتيونات تتجه نحو المهبط

د. خطأ الأنيونات تتجه نحو المصعد

6. أ. خطأ ليس دائما

ب. خطأ ليس دائما

جـ. خطأ تتشكل أنواع كيميائية صلبة أو غازية

د. صحيح

7. أ. خطأ تحول الأسترة غير تام في الحالة العامة

ب. صحيح في الحالة العامة

جـ. صحيح

د. خطأ يحدث بين حمض وكحول

8. أ. خطأ لا يتعلق بطبيعة الحمض

ب. صحيح

جـ. خطأ لا يتعلق بدرجة الحرارة

د. خطأ لا يتعلق بالوسيط

9. أ. صحيح

ب. خطأ لا يحتاج إلى طاقة خارجية

جـ. خطأ تحول كيميائي بين إستر وماء

د. خطأ تحول كيميائي غير تام

10. أ. خطأ يصطنع من إستر وأساس

ب. خطأ يصطنع من إستر وأساس

جـ. صحيح

د. خطأ يصطنع من الإستر والأساس

elbassair.net

تصحيح بعض التمارين

تمرين 1 :

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O$$
$$2H^+ + 2e^- = H_2$$
$$I_2 + 2e^- = 2I^-$$
$$Fe^{3+} + 1e^- = Fe^{2+}$$

تمرين 2 :

تلون المحلول بالأزرق يعني حدوث تحول كيميائي تلقائي (دون تدخل خارجي).

معادلة التفاعل : $Zn(s) + Ag(aq) = Zn^{2+}(aq) + Ag(s)$

تمرين 4 :

1. معادلة التفاعل : $Zn + 2H^+ = Zn^{2+} + H_2$

2. جدول التقدم :

معادلة التفاعل	Zn	+	$2H^+$	=	Zn^{2+}	+	H_2
حالة ابتدائية	$7,7 \times 10^{-3}$		n_0		0		0
حالة نهائية	$5,48 \times 10^{-3}$		$n_0 = 5,48 \times 10^{-3}$		$5,48 \times 10^{-3}$		$2,23 \times 10^{-3}$

لتفاعل المحد هو $H^+(aq)$ يعني أن :

$n_0(Zn_{\text{متبقي}}) = 5,58 \times 10^{-3}$ mol

كتلة Zn المتبقية : $m(Zn) = 0,356$ g

تمرين 6 :

1. معادلة التفاعل : $Zn + Pb^{2+} = Zn^{2+} + Pb$

2. جدول التقدم :

معادلة التفاعل	Zn	+	Pb^{2+}	=	Zn^{2+}	+	Pb
حالة نهائية	$5 \times 10^{-3} - x_f$		$5 \times 10^{-3} - x_f$		x_f		x_f

الجملة في الشروط الستوكيومترية يعني لا وجود للمتفاعل المحد ($x_{max} = x_f$) :

$5 \times 10^{-3} - x_f = 0$ أي $x_{max} = 5 \times 10^{-3}$

3. $K >> 10^4$ يعني التحول التام.

$x_{max} = x_f = 5 \times 10^{-3}$ mol

تمرين 8 :

1. نستعمل صمغ النشاء للكشف عن I_2 . غاز H_2 يشتعل مع حدوث فرقعة.

2. معادلة التفاعل : $2H^+ + 2I^- = H_2 + I_2$

3. $pH = 1$

4. $Q = 1\,350$ C

5. $pH = 1,3$

تمرين 11 :

1. غاز H_2 يشتعل مع فرقعة وغاز O_2 يساعد على الاشتعال .

2. $2H_2O = 2H_2 + O_2$

تمرين 13 :

2. Ti يترسب عند المهبط.

3. Ti^{2+} ؛ $TiCl_2$.

تمرين 16 :

1. $CH_3COOH + C_3H_7\text{-}OH = H_2O + CH_3COO\text{-}C_3H_7$

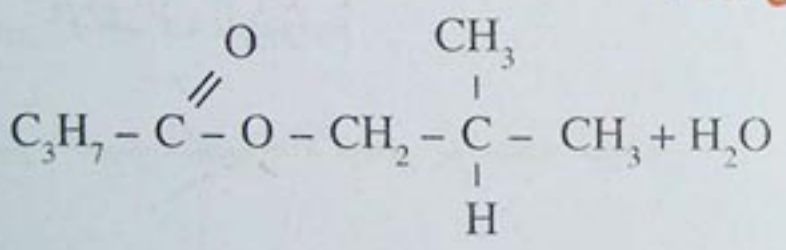
الاستر الناتج هو إيثانوات البروبيل.

2. الخصائص : محدود - بطيء، لا حراري .

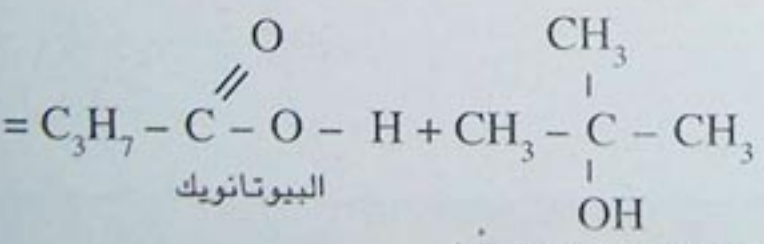
3. التحول غير تام لأنه يكون مصحوبا بتفاعل معاكس إماهة الاستر.

تمرين 18 :

1.



$C_3H_7 - C(=O) - O - CH_2 - CH(CH_3) - CH_3 + H_2O$



$= C_3H_7 - C(=O) - O - H + CH_3 - C(OH)(CH_3) - CH_3$

البيوتانويك — 2- مثيل بروبان-2- أول

2. درجة الحرارة أو حمض الكبريت دون تغيير المردود.

3. الماء بزيادة، يعني رفع المردود.

تمرين 30 :

1. معادلة التفاعل :

$CH_3COO - C_4H_9 + HO^- = C_4H_9 - OH + CH_3CO^-$

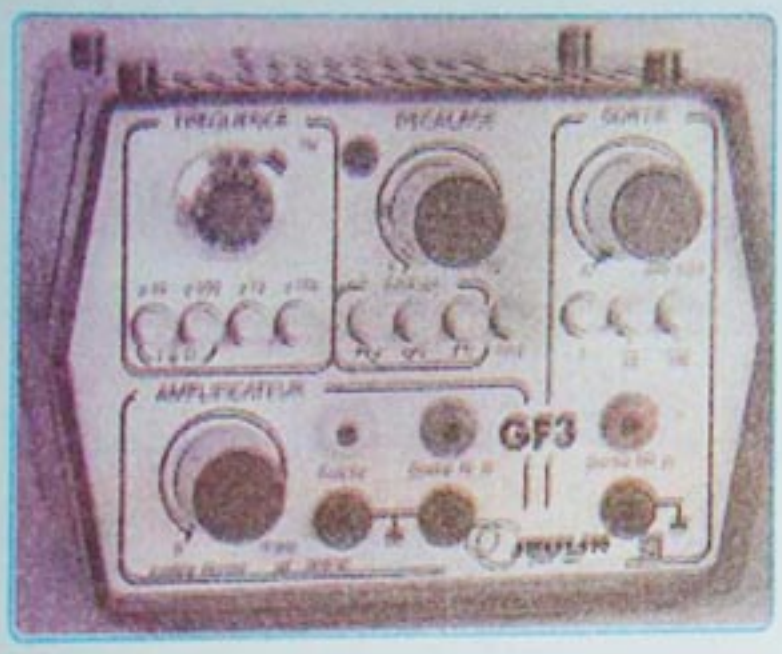
الكحول هو : البيوتان -1- أول.

2. $n_{max} = 0,11$ mol

$m_{max} = 8,325$ g

3. المردود : $r = \frac{m_{réel}}{m_{max}} = \frac{8,1}{\ldots} = 97\ldots$

elbassair.net



- التحكم في استعمال راسم الاهتزاز المهبطي لقياس :
  - الزمن
  - التوتر
  - الدور
  - التواتر
- التحكم في استعمال مولد التواترات المنخفضة (GBF)
- توظيف مفهوم السرعة
- توظيف علاقة طول الموجة بالدور أو التواتر :

$$\lambda = v\,T \quad \text{أو} \quad \lambda = \frac{v}{f}$$



- استعمال الوماض لمتابعة الحركات السريعة
- توظيف نموذج الانتشار المستقيم للضوء
- تفسير الأطياف الضوئية



- تفسير تحليل الضوء الأبيض بواسطة موشور



elbassair.net

الوحدة 8

ظواهر الانتشار

إن سقوط حجر في الماء يحدث اضطرابا، تنشأ عنه تجاعيد دائرية تنتشر على شكل أمواج دائرية على سطح الماء.

ما المقصود بالموجة ؟ وما هي خصائصها؟

تتعلمون في هذه الوحدة

- التمييز بين انتشار اضطراب وانتقال المادة ؛
- تعريف الموجة الدورية وتحديد خواصها ؛
- خصوصيات الأمواج الصوتية ؛
- النموذج التموجي للضوء ؛
- بعض خواص الأمواج الكهرومغناطيسية ؛
- توظيف الأمواج في الحياة اليومية.

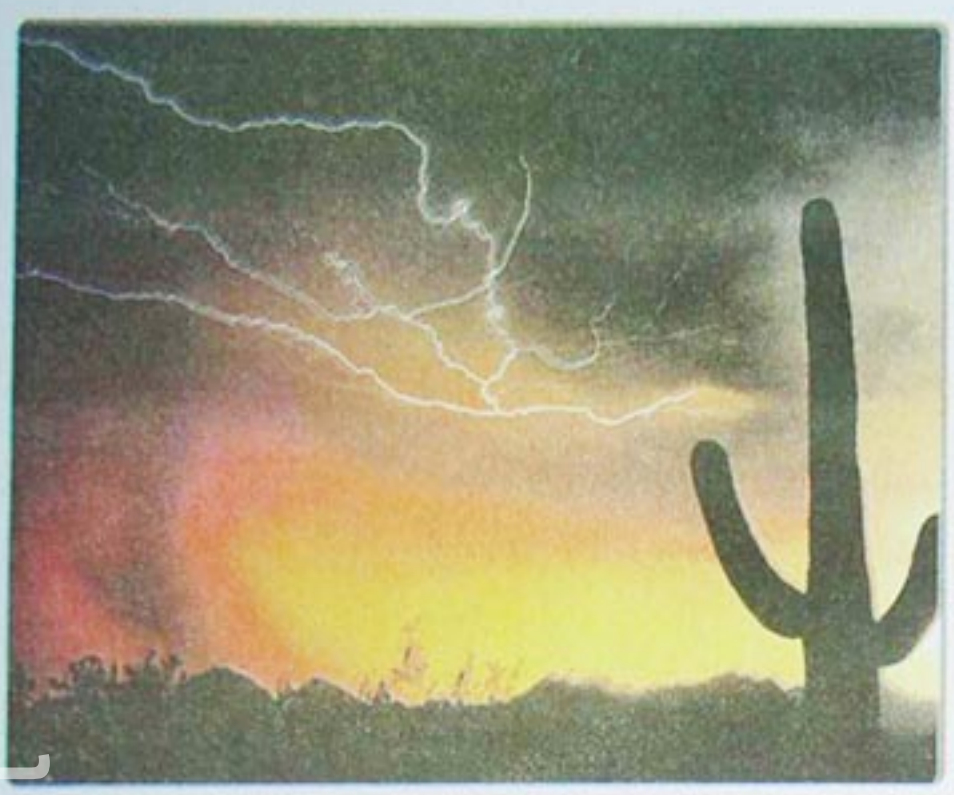


elbassair.net
موقع عيون البصائر التعليمي
elbassair.net

النشاط 1 : الأمواج والطبيعة



وثيقة 1 : في يوم 21 مايو 2003، على الساعة 19h45، ضرب زلزال عنيف شدته 6,8 على سلم ريشتر مدينة بومرداس، فانتشرت الموجة الزلزالية إلى غاية شواطئ فرنسا وإسبانيا.



وثيقة 2 : الصاعقة التي تضرب الأرض عبارة عن تفريغ كهربائي يتبعه إصدار ضوئي (البرق) وإصدار صوتي (الرعد).



وثيقة 3 : تصدر وتستقبل الفيلة أمواجا تحت صوتية، يتراوح تواترها بين 10 Hz و 30 Hz، تسمح للفيلة بالاتصال بينها على مسافات تصل إلى 20 km .



وثيقة 4 : يحدث للضوء الذي ينفذ في الألماس عدة انعكاسات كلية تجعله يتركز بداخله ثم يخرج منتجا لمعانا شديدا ناتجا عن تبديد الضوء من طرف الألماس.

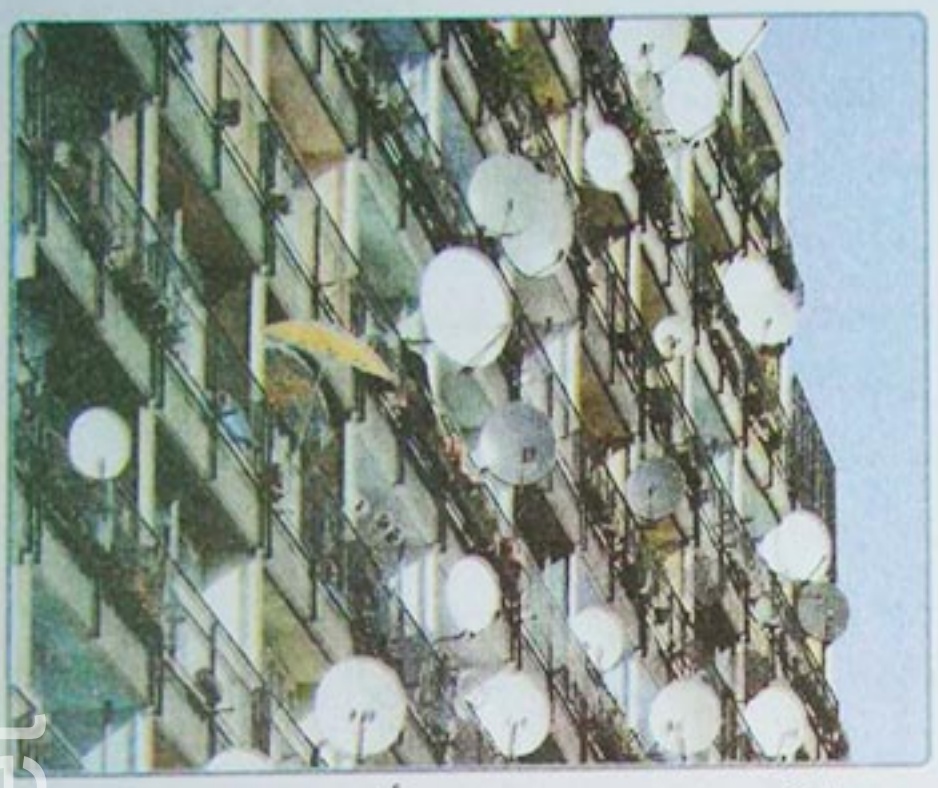
• ماهي أنواع الأمواج المنتشرة في الطبيعة ؟ وكيف نميز بينها ؟

elbassair.net

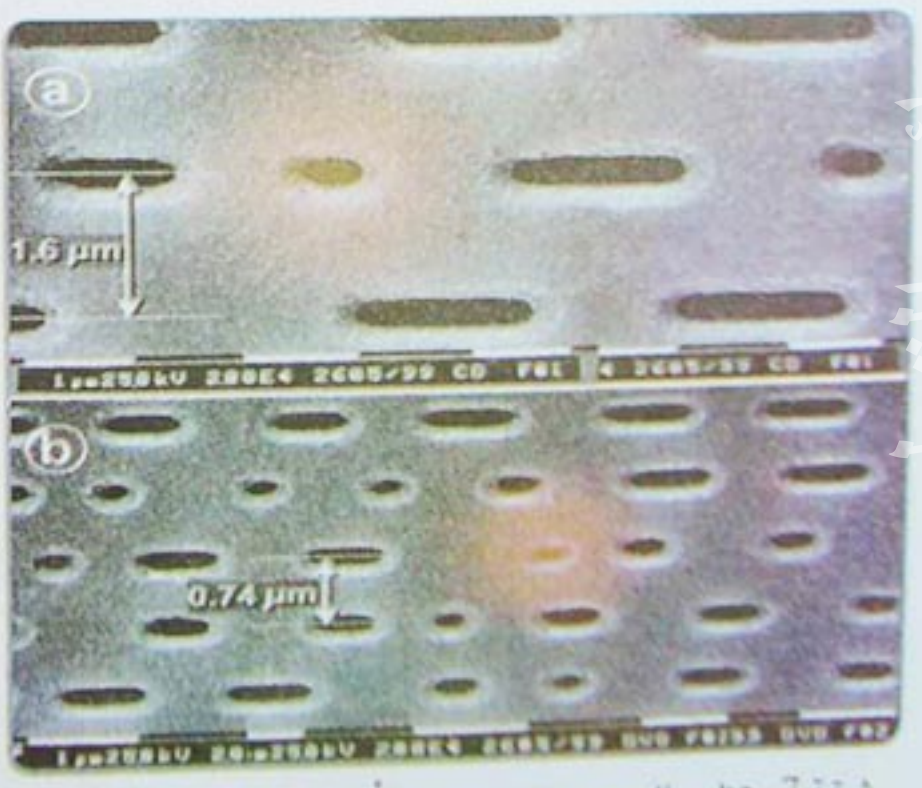
النشاط 2 : الأمواج والتكنولوجيا



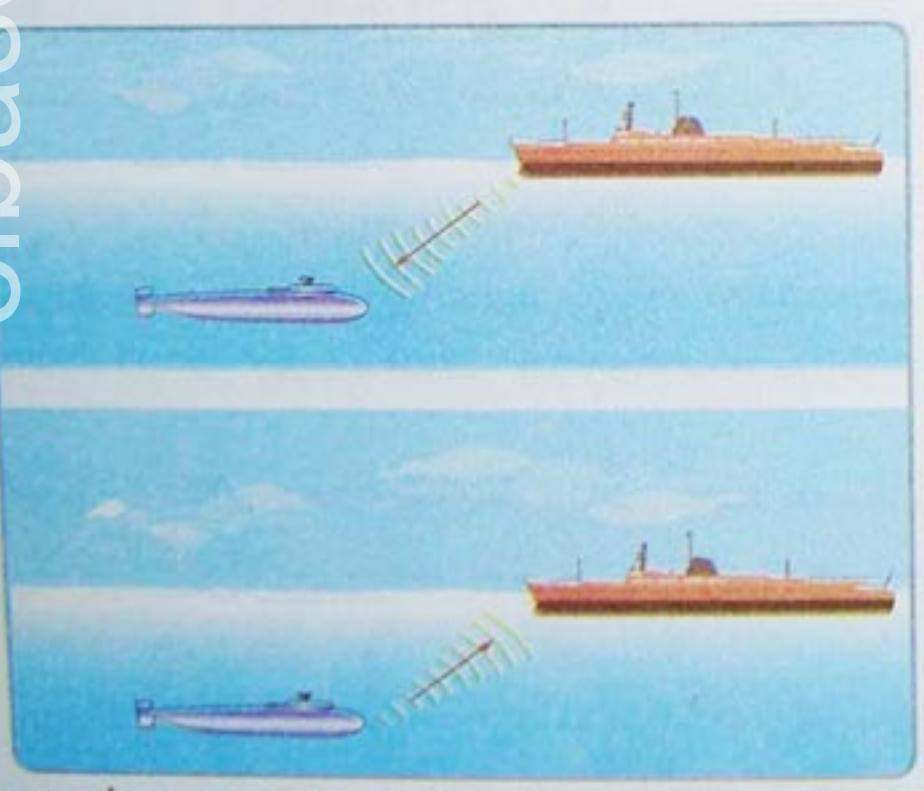
وثيقة 5 : الهاتف الخلوي نتاج تكنولوجيا الضوء والأمواج والإلكترونيك، فهو يهتز لينبه ويسمح بالتواصل دون خط بواسطة أمواج كهرومغناطيسية من نوع التواتر اللاسلكي.



وثيقة 6 : يمكن بث واستقبال الأمواج الكهرومغناطيسية، مثل إشارات الراديو والتلفاز، عبر الهوائيات كما في الصورة.



وثيقة 7 : تظهر الصورة التباعد بين أخدود قرص مضغوط من نوع CD (a) وقرص مضغوط من نوع DVD (b) وآثار حزم الليزر المستعملة للقراءة.



وثيقة 8 : السبر بالصوت (sonar) طريقة لتحديد موقع الأجسام باستعمال انعكاس الأمواج فوق الصوتية، تستعمل لأغراض عديدة، مثل تحديد قاع البحر ومواقع تجمع أسراب السمك.

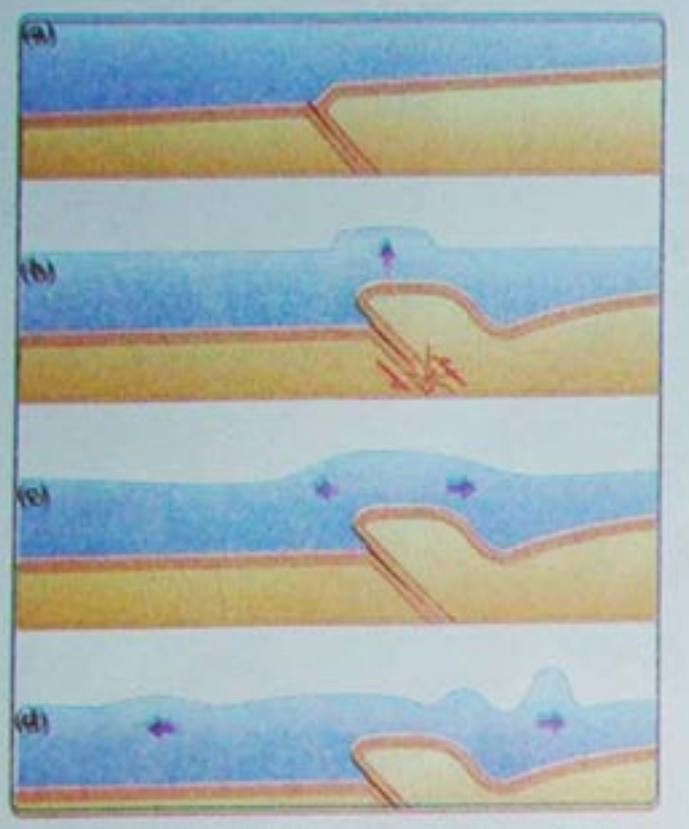
• كيف يوظف الإنسان الأمواج في حياته اليومية ؟

elbassair.net

النشاط 3 : التسونامي

خلّف التسونامي في 26 ديسمبر 2004 في جنوب شرق آسيا خسائر بشرية ومادية جدّ معتبرة.

تسونامي، كلمة يابانية مركبة من تسو (ميناء أومعبر)، ونامي (موجة) وهو ناتج عن حركة سريعة لحجم كبير من الماء (المحيط أو البحر). ويحدث نتيجة لزلزال قوي تحت البحر، شدته 7 أو أكثر على سلم ريشتر سببه انخفاض أو ارتفاع عنيف لمستوى أرضية المحيط على طول الصدع. كما يمكن أن ينتج كذلك عن انزلاق أرضي على الساحل أو تحت البحر. تصل سرعة أمواج التسونامي إلى 800 km/h عندما يكون قعر المحيط عميقا جدا، ولا يمكن الشعور به في عرض البحر لأن سعته نادرا ما تتعدى المتر في الدور الواحد. ويمكنه الانتشار على مسافة عدة آلاف من الكيلومترات ليصل إلى معظم شواطئ المحيط في أقل من يوم.



وثيقة 9 : مراحل من حياة التسونامي :
a) شاطئ في الحالة العادية ؛ b) نشوء الزلزال؛
c) انتشار التسونامي ؛ d) غزو الشاطئ.

الانتشار في أعالي البحر: يظهر التسونامي كالموجة الصاخبة في عرض البحر. إنه موجة ذات انتشار إهليليجي تسبب تذبذب الماء في السطح وفي الأعماق. هذا راجع إلى كبر طول موجته.

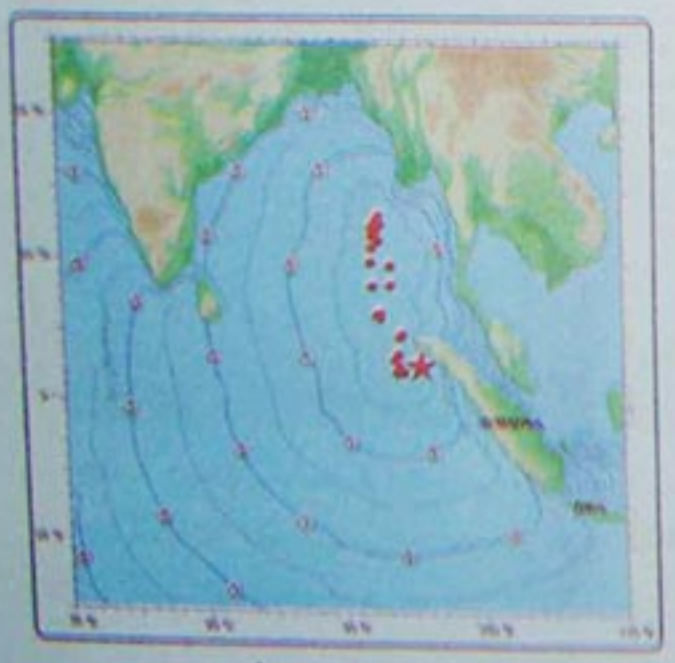


وثيقة 10 : كيفية تغير طول الموجة مع عمق البحر.

طول الموجة : معظم أمواج التسونامي لها أطوال موجات تتجاوز مئات الكيلومترات (وثيقة 10)، أكبر بكثير من أعماق المحيطات التي لا تتعدى 10 km حيث أن طول الموجة λ مرتبط بالدور T وعمق الماء h.

سرعة الانتشار: السرعة v لانتشار التسونامي مرتبطة بعمق الماء فهي تسمح بتنبؤ وقت وصول التسونامي إلى مختلف السواحل، مما يسمح بإخلاء المناطق المعرضة للخطر عند وجود نظام مراقبة وإنذار.

السعة : تتزايد سعة موجة التسونامي عندما يصبح الماء أقل عمقا، بالأخص عند الاقتراب من الشواطئ وتتناقص مع المسافة المقطوعة لأن الطاقة تتوزع على جبهة موجة أكبر.



وثيقة 11 : انتشار وانعراج الأمواج على الشواطئ.

انعراج الأمواج على الشواطئ : عندما يكون منبع التسونامي قريبا من الساحل، يتعرض هذا الأخير للموجة خلال أقل من ساعة، نتحدث عندها عن تسونامي محلي. ونظرا لنوعية التضاريس الموجودة على الشواطئ وخاصة في حالة وجود فتحات، يمكن لأمواج التسونامي أن تنعرج (وثيقة 11) مسببة أضرارا حتى خلف الحواجز الجبلية، مثلما حدث في جزيرتي سوماترا وجافا في أندونيسيا (وثيقة 11) .

• ما هي طبيعة أمواج التسونامي وما هي خصائصها ؟

elbassair.net

النشاط 4 : الأمواج والطب

تشتغل عدة أجهزة في الفحص الطبي لجسم الإنسان بواسطة الأمواج، يتم فيها ارسال موجات فوق الصوتية (ultrasons) ثم استغلال كيفية استقبالها من طرف العضو أو جزء من عضو ثمّ إجراء تفسير لذلك يسمح بتشخيص طبي دقيق.

إنّ الأمواج فوق الصوتية تنعكس بشكل جيّد وخاصة من طرف السوائل والأجسام الصلبة المعدنية وهذا ما أكّد استعمالها في استكشاف جسم الإنسان. الأمثلة كثيرة ،نحاول الوقوف عند بعضها :

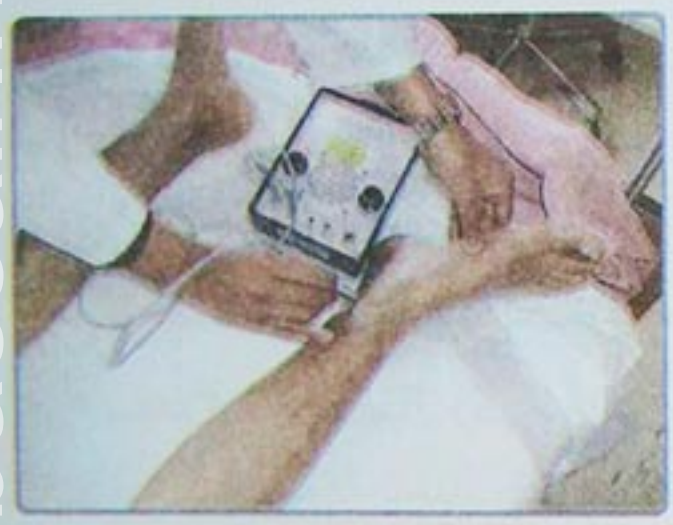


وثيقة 12 : صورة لجنين ملتقطة عن طريق التصوير بالصدى.

التصوير بالصّدى (échographie)

الاستكشاف باستعمال التخطيط بالصّدى مبني على مبدإ ارسال موجات فوق الصوتية بواسطة صنبور. تدخل هذه الأمواج في العضو المراد استكشافه من جسم الإنسان وعن طريق عدد من الظواهر الفيزيائية وخاصة الانعكاس، يرجع جزء منها إلى الصنبور فيحولها إلى إشارات كهربائية. تعالج هذه الإشارات الكهربائية من طرف جهاز الكشف فتظهر على الشاشة وعلى (الكليشيهات) على شكل صور، (وثيقة 12).

ولقد استعملت الطريقة نفسها لتقدير عدد دقات القلب عند الجنين وطورت بحيث أصبحت تسمح بمراقبة الحالة الصحية للجنين.



وثيقة 13 : فحص دوبلر.

فحص « دوبلر » (examen Doppler)

هو فحص يعتمد على استغلال انعكاس الأمواج فوق الصوتية (ultrasons) لدراسة تدفق الدم في الشرايين والعروق (وثيقة 13)، مما يسمح بتشخيص دقيق للحالة الصحية للمريض.



وثيقة 14 : قذف الحصاة الكلوية.

قذف الحصاة الكلوية (bombardement de calculs rénaux)

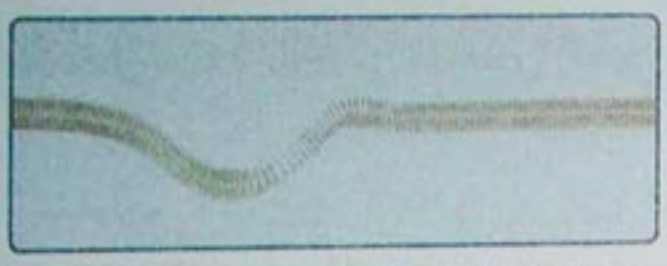
يولّد الجهاز أمواجا صوتية ذات كثافة عالية يتمّ تركيزها على الحصى (وثيقة 14) العالقة بكلية المريض. وفي دقائق معدودة يفتّت القذف الموجي الحصى إلى فتات يطرح من خلال مجاري البول.تعدّ عملية تصفية الكلى من الحصى العالق بها بواسطة القذف الموجي فعّالة و دون مضاعفات ثانوية. كما تعدّ طريقة رائدة في العلاج باستعمال الليزر.

توجد تقنيات أخرى للفحص تستعمل الألياف البصرية لإضاءة أغشية جسم الانسان يتم من خلالها تحليل الصور الملتقطة بشكل دقيق.

• كيف نوظف الأمواج في الطب ؟

elbassair.net

النشاط 5 : تجارب حول الأمواج



وثيقة 15 : انتشار اضطراب على طول نابض.

التجربة 1 : كيف ينتشر اضطراب على طول نابض ؟

• الأدوات : نابض طويل (بعض الأمتار)، ميقاتية، مسطرة.

• العمل : ضع النابض الطويل على الأرض في مكان مستو وواسع وثبته من طرفيه بحيث يكون في حالة استطالة بطول ثابت *l* .

- أحدث اضطرابا في أحد طرفي النابض بتحريك اليد بصفة عمودية على منحنى النابض ولاحظ كيفية انتشار الاضطراب.
- إضغط الآن على بضعة حلقات من النابض وهو ساكن ثم أسحب اليد فجأة ولاحظ كيفية انتشار الاضطراب.

• الاستغلال :

- كيف نميز بين نوعي الاضطراب الأول والثاني ؟
- كيف يمكن قياس سرعة انتشار الاضطراب على طول النابض ؟



وثيقة 16 : انتشار اضطراب على سطح الماء

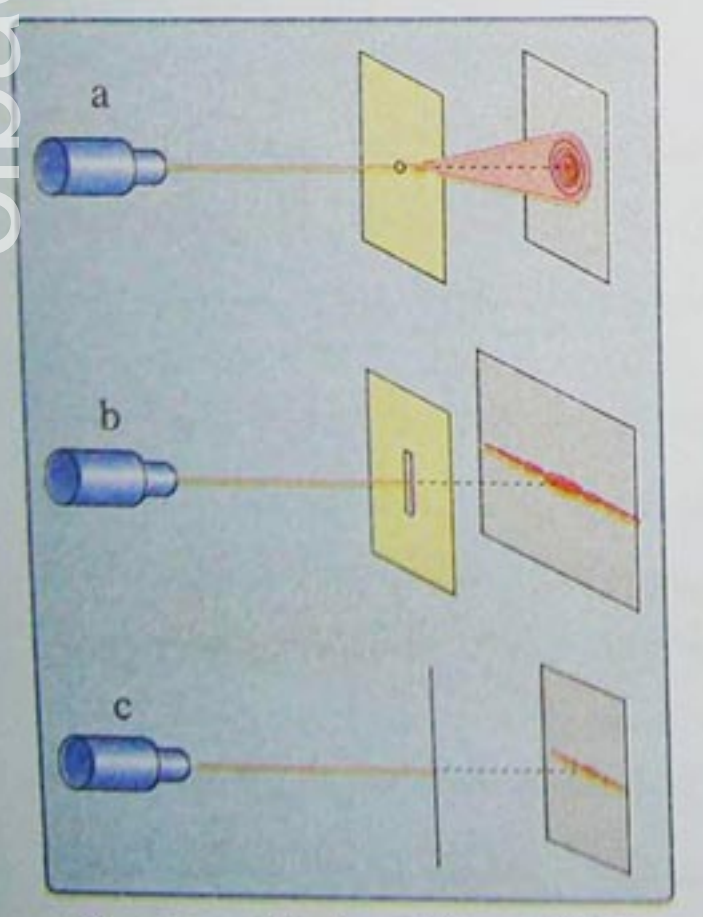
التجربة 2 : كيف ينتشر اضطراب على سطح الماء ؟

• الأدوات : وعاء للأمواج، رنان مزود بإبرة.

• العمل : شغّل الرنان بحيث تضرب الإبرة نقطة من سطح الماء، ولاحظ حركة مختلف النقاط على سطح الماء.

• الاستغلال : باستعمال رنان ذي تواتر متغير.

- كيف تصف حركة مختلف النقاط على سطح الماء ؟
- ما هي المدة المميزة المشتركة لهذه النقاط علما أن للمنبع حركة دورية.
- كيف يمكننا التنبؤ بنتائج السؤال السابق؟
- ماذا تمثل المسافة d بين قمتي تجعدتين متتاليتين على سطح الماء؟



وثيقة 17 : a) انعراج الضوء عبر ثقب، b) عبر شق ، c) عبر سلك رقيق .

التجربة 3 : هل الضوء موجة ؟

• الأدوات : منبع ليزر، شاشة، حامل، صفيحة مزوّدة بشق وأخرى بثقب، سلك رقيق.

• العمل : اعترض حزمة اللّيزر بالصحيفة المزودة بثقب ولاحظ ما يتشكل على الشاشة ثم كرّر التجربة باستعمال الشق ثم السلك.

• الاستغلال :

- صف ملاحظتك واستنتج وجه الشبه بين مختلف التجارب.
- ماذا يمكن استنتاجه فيما يخص طبيعة الضوء ؟

• ماهي أنواع الأمواج وما هي خصائصها ؟

elbassair.net

النشاط 6 : تجارب حول الصوت

التجربة 1 : هل يحتاج الصوت إلى وسط مادي حتى ينتشر ؟

- الأدوات : ناقوس زجاجي، منبع صوتي، مضخة.
- العمل : ضع منبعا صوتيا (مذياع مثلا) (وثيقة 18) مشتغل تحت ناقوس زجاجي ثم شغل مضخة التفريغ لا متصاص الهواء الموجود بالناقوس.
- الاستغلال :
  - ماذا يحدث عند خلق الفراغ داخل الناقوس ؟
  - كيف تفسر ذلك ؟



وثيقة 18 : اشتغال مذياع تحت ناقوس زجاجي.

التجربة 2 : هل الصوت موجة دورية ؟

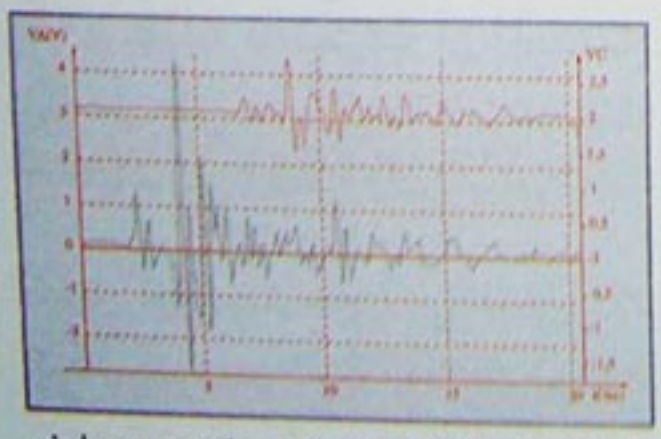
- الأدوات : ميكروفون، جهاز راسم الاهتزاز المهبطي، رنان (diapason)، منبع صوتي (هاتف محمول مثلا).
- العمل : شاهد على شاشة راسم الاهتزاز، الاهتزازات الناتجة عن الصوت المنبعث من الهاتف المحمول ثم الصوت المنبعث من الرنان.
- الاستغلال :
  - هل الأمواج المسجلة دورية؟
  - قارن شكلي المنحنيين المتحصل عليهما .



وثيقة 19 : تسجيل الصوت براسم الاهتزاز المهبطي.

التجربة 3 : كيف يمكن قياس سرعة الصوت في المخبر ؟

- الأدوات : جهاز إعلام آلي ؛ بطاقة مكتسبات ؛ ميكروفونان ؛ أسلاك توصيل ؛ منبع صوتي (مجاوبة).
- العمل :
  - ضع المكروفونين على مسافة d من بعضهما البعض ثم اربطهما بمدخلي بطاقة مكتسبات جهاز الإعلام الآلي .
  - أضبط تواقت التسجيل مع غلق المنبع الصوتي .
  - باستعمال المنبع الصوتي، أنشىء صوتا شديدا وآنيا في نقطة موجودة على استقامة الميكورفونين ومقابلا لهما .
  - سجل الاشارتين على جهاز راسم الاهتزاز المهبطي .
  - كرر التجربة عدة مرات ولاحظ .
- الاستغلال :
  - هل تتعلق مدة الانتظار بشدة الصوت المنبعث ؟
  - حدّد سرعة انتشار الصوت في الهواء .



وثيقة 20 : الاشارتين المسجلتين من طرف جهاز الإعلام الآلي.

• ما هي طبيعة الأمواج الصوتية وما هي خصائصها ؟

elbassair.net

1. انتشار اشارة

1.1. تعاريف، أمواج طولية وأمواج عرضية

الموجة هي اضطراب ينتشر دون انتقال للمادة، مثال ذلك عندما تهب ريح فإنها تنتج تموجا في حقل من القمح حيث لا يتم انتقال السنابل بالموجة، إنها تنحني ثم تعود إلي وضعها الابتدائي. إن الضوء، الصوت، الأمواج على سطح الماء تمثل كلها أمثلة عن انتشار الاشارة أو حركة الأمواج.

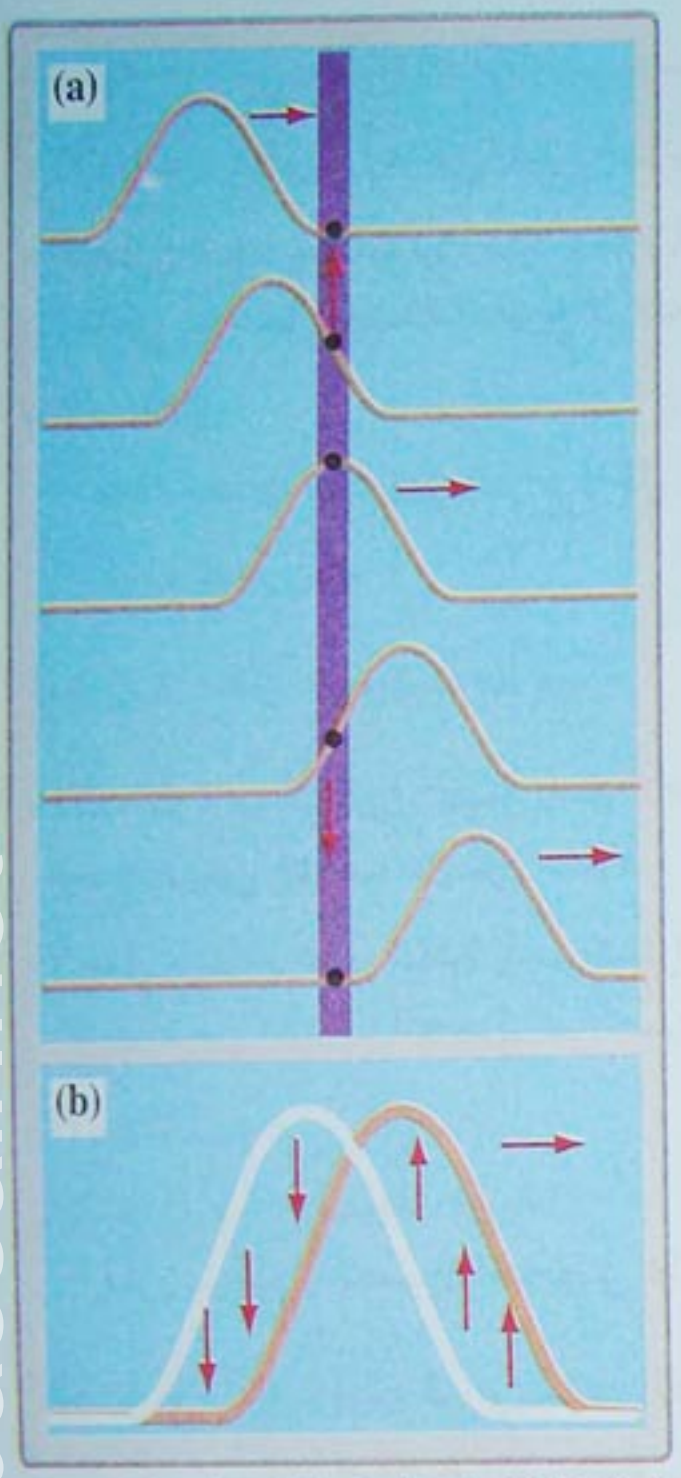
إن الأمواج الميكانيكية مثل الصوت، تنتشر داخل المادة أوِ على سطحها والتي تمتلك خصائص مرنة، أي التي تمتلك خاصية تمكن الوسط من الرجوع إلى حالته العادية عند الاتزان.

على العكس من ذلك إن الأمواج الكهرومغناطيسية مثل الضوء هي أمواج غير ميكانيكية.

كل الأمواج الناتجة عن اهتزازات (اضطرابات) بطريقة أو بأخرى. الموجة المتقدمة عبارة عن تسلسل من الاهتزازات الأحادية. الموجة الاضطرابية هي نتيجة اهتزاز واحد.

يوجد نوعان هامان من الأمواج : الأمواج العرضية والأمواج الطولية.

أمثلة الأمواج العرضية، هي انتشار اضطراب على طول حبل أو على سطح سائل في راحة. في حالة انتشار موجة على طول حبل (وثيقة 21a) نلاحظ أن الموجة تنتقل لناحية اليمين بينما تهتز الجسيمات المشكلة للحبل من الأعلى إلى الأسفل أو العكس حسب شعاع السرعة لها، عمودية على حركة الموجة. إنهاتتعرض لإزاحات صغيرة حول وضع الاتزان، بينما تقطع الموجة ذاتها مسافات كبيرة جدًا. نشاهد أيضا على طرف مقدّمة الاضطراب أن الجسيمات تتحرك للأعلى بينما تتحرك للأسفل على طرف المؤخرة (وثيقة 21b). إن مثال الحبل يمثل حالة انتشار اضطراب في وسط أحادي البعد.



الوثيقة 21 : انتشار اضطراب على طول حبل مبيّنًا الطّبيعة العرضية للموجة (a) وحركة جُسيمات الحبل عندما يصلها الاضطراب (b).

نفرض أننا رمينا حجرا في حوض، نلاحظ عندها أن اضطرابا ينتشر على شكل تجاعيد دائرية انطلاقا من نقطة التأثير. إن وسط انتشار الموجة هو سطح الماء وهو وسط ذو بعدين، وتنتقل جسيمات الماء عموديا على منحى انتقال الموجة أثناء مرورها وتعود بعد ذلك لوضعها الابتدائي.



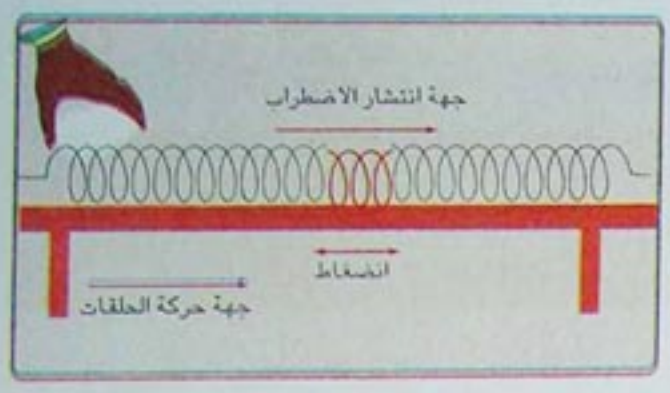
الوثيقة 22 : تموُّج ناتج عن سقوط قطرات صغيرة في الماء.

تنتج الموجة العرضيّة اضطرابا في اتجاه عمودي على منحى انتشار الموجة.

elbassair.net

أمثلة عن الأمواج الطولية :

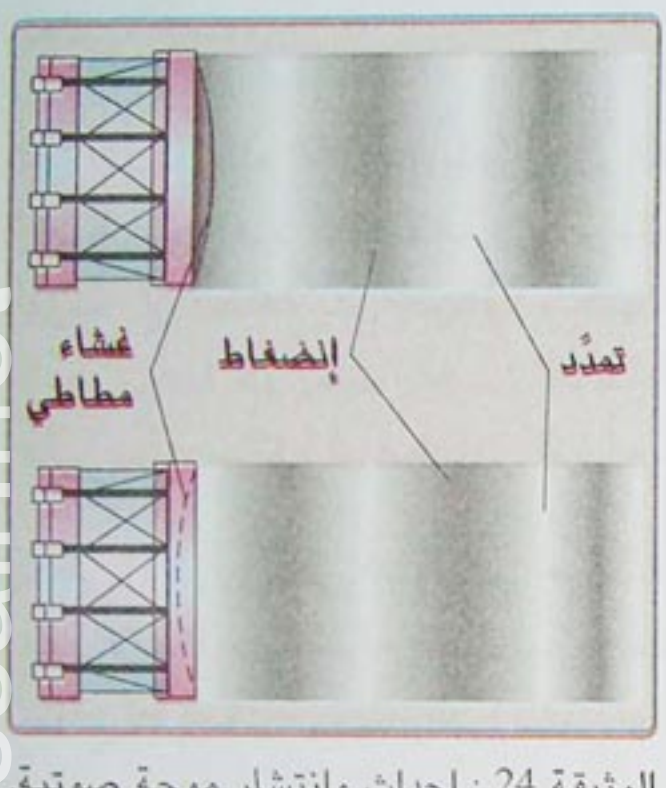
تتمثل الأمواج الطولية في انتشار اضطراب على النابض وانتشار الصوت.



الوثيقة 23 : موجة طولية على طول نابض.

إذا ضغطنا نابضا طويلا في إحدى نهايتيه وتركناه لحاله، فإن الاضطراب الابتدائي ينتشر متنقلا على طول النابض. تتحرك حلقات النابض الواحدة تلو الأخرى بالانتقال مماسيا على محور النابض قبل عودتها إلى مكانها. إن وسط الانتشار ذو بعد واحد وإن منحى الانتشار منطبق على محور النابض، نقول حينئذ أن الموجة طولية.

عند إحداث صوت داخل قاعة يتم انتشاره مدفوعا بانتقال الطاقة، إنه يعتبر اضطرابا صوتيا قصير المدى. إذا أخذ مقطع قائم من القاعة في لحظة معينة فإنه يلاحظ أن جزيئات الهواء تشكل مناطق ضغط مرتفع ومناطق ضغط منخفض. إن حركة جزيئات الهواء تمثل اهتزازاً من اليسار إلى اليمين وبعد ذلك من اليمين إلى اليسار لتعود إلى وضعها الابتدائي، ويتم هذا في نفس منحى انتقال الطاقة.



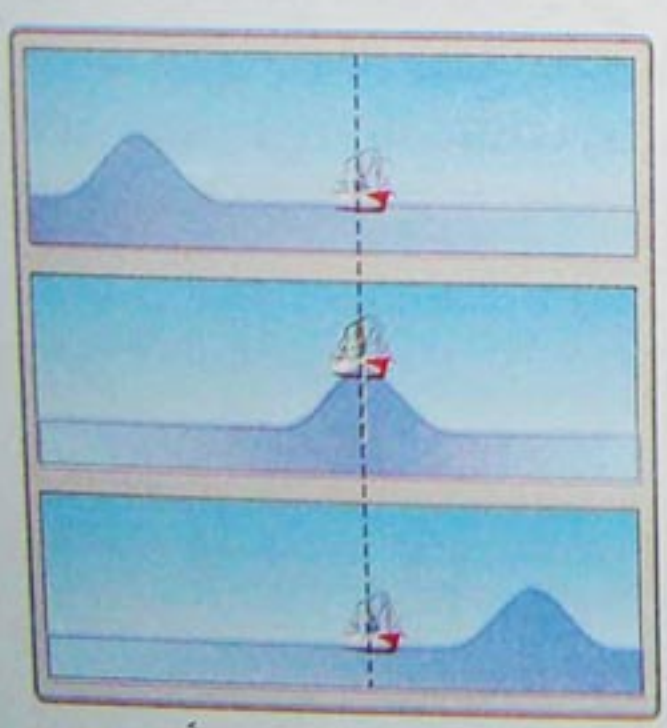
الوثيقة 24 : إحداث وانتشار موجة صوتية. هذه الموجة طولية. تُوضّح الصّورة الموجة في نقطتين مختلفتين من مناطق الانضغاط والتّخلخل التي تتنقّل.

إن مناطق الضغط تمثل المناطق التي تكون فيها جزيئات الهواء مضغوطة ويكون الضغط عاليا. أما مناطق ندرة الهواء تمثل المناطق التي تكون فيها جزيئات الهواء بعيدة بعضها عن بعض ويكون الضغط عندها منخفضا. عادة ما ينتشر الاضطراب من نوع صوتي في وسط ثلاثي الأبعاد.

تنتج الموجة الطولية اضطرابا في اتجاه مماسي لاتجاه انتشار الموجة.

من ناحية فيزياء الظواهر التموجية، فإن الاضطراب الناشئ عن موجة يكون ممثلا بالانتقال في حالة الحبل وتذبذبات الضغط أو الكثافة في حالة الأمواج الصوتية.

نأخذ مثلا قطعة فلين على سطح بركة، عند مرور موجة. في حالة انتقال الورقة من الأعلى إلى الأسفل، فإن طاقتيها الحركية والكامنة تتغير. بمنظور أكبر فإن الموجة تستطيع رفع باخرة كبيرة أو إحداث خسائر على الساحل.



الوثيقة 25 : يتحرّك القارب عموديًا عند مرور الموجة ويعود إلى وضعه الإبتدائي.

في الحالات التي تم ذكرها، فإن نقطة من الوسط المادي تتعرض عند وصول الاضطراب إليها إلى الانتقال والعودة إلى وضعها الأصلي، وعليه فإن الاضطراب ينتشر دون انتقال المادة. هذه الأمواج تدعى الأمواج الميكانيكية المتقدمة لأنه يوجد اضطراب يتطوّر ويتقدم ويعطي لنقاط الوسط المادي حركة مرنة.

إن حركة الموجة الميكانيكية المتقدمة هي ظاهرة انتشار اضطراب في وسط مرن بدون انتقال للمادة.

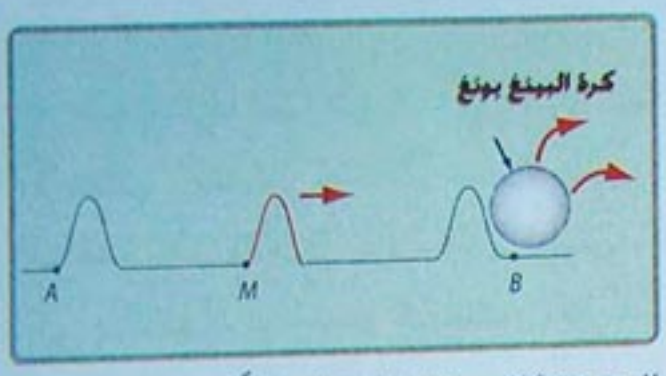
elbassair.net

2.1. الخصائص العامة للأمواج

1.2.1. انتقال الطاقة :

على عكس الجسم الصلب، تنتشر الموجة في جميع الاتجاهات المتاحة لها وذلك بانتقال الطاقة وبدون انتقال للمادة.

في الوسط أحادي البعد يوجد اتجاه واحد فقط للانتشار، أما في وسط ثنائي البعد، مستو مثلا، تنتشر الموجة في جميع الاتجاهات. كذلك تنتشر الموجة في جميع اتجاهات الفضاء انطلاقا من المنبع في وسط ثلاثي الأبعاد.



الوثيقة 26 : هناك انتقال للطّاقة على طول حبل دون انتقال للمادة.

في جميع هذه الحالات يتم إمداد الطاقة انطلاقا من المنبع، ينتشر الاضطراب وتعود كل نقطة من الوسط إلى وضعها الابتدائي بعد مرور الموجة. إن الطاقة يتم تحويلها ولكنها غير محفوظة لوجود احتكاكات عدّة. إن هذا هو سبب نقصان السعة في حالة حبل أو في حالة موجة على سطح سائل، أو انخفاض الاشارة في حالة موجة صوتية.

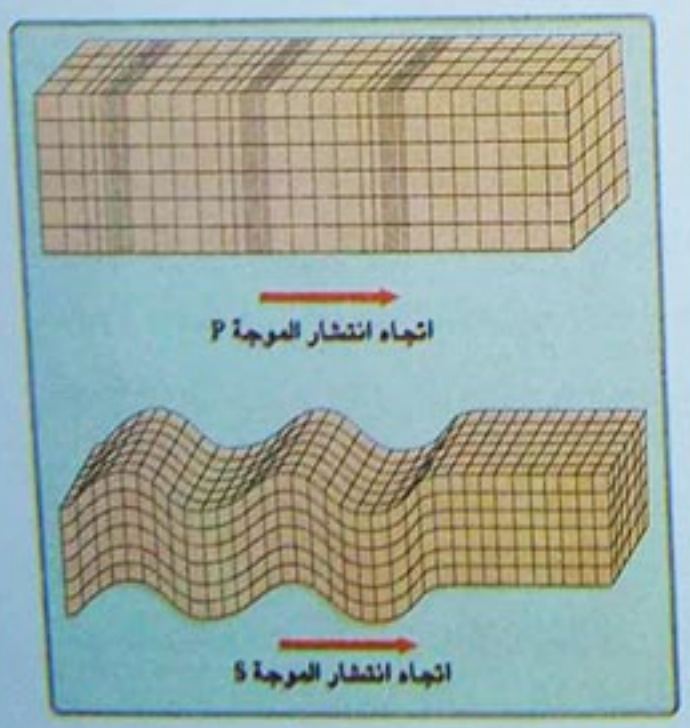


الوثيقة 27 : يُمكن لأمواج البحر نقل كثير من الطّاقة وتتسبّب في خسائر كبيرة على السّاحل.

يعطي الجدول التالي أمثلة عن تحوّل الطاقة لمختلف أنواع الأمواج. جميع هذه الأمواج هي أمواج ميكانيكية ما عدا الأمواج الضوئية التي هي أمواج كهرومغناطيسية والتي سندرسها في هذه الوحدة.

فيما يخص الأمواج الزلزالية، تنتقل الأمواج الثانوية (S) بسرعة أقل من الأمواج الابتدائية (P). تصل هذه الأمواج بفارق زمني يكون أكبر كلما كانت المسافة التي تفصل بين جهاز قياس الزلازل ومركز وقوع الزلزال كبيرة. نظرا لكون سرعتي هاتين الموجتين في العمق الأرضي معروفة، فإن قياس هذا الفارق بين الموجتين يسمح بتعيين هذه المسافة بثلاث تسجيلات على الأقل للجهاز في نقاط مختلفة، وعليه يتم تعيين موضع مركز الزلزال.

مثال انتقال الطاقة	النوع	نمط الموجة
يمتلك جسم يطفو حركة من الأعلى للأسفل ومن الأسفل للأعلى	عرضية	تموّج على الماء
يقوم الصوت الملتقط من طرف الأذن بتحريك الغشاء.	طولية	أمواج صوتية
تتأثر شبكية العين عند تعرّضها للضوء	عرضية	أمواج ضوئية
تنهار البنايات عند حدوث زلزال	عرضية وطولية	أمواج زلزالية
ينتقل الاضطراب في حبل مشدود من طرف إلى طرف آخر	عرضية	أمواج على حبل
ينتقل اضطراب الضغط على طول نابض مشدود من طرفيه	طولية	أمواج الضغط لنابض



الوثيقة 28 : موجة زلزالية أوّليّة (P) وثانوية (S) . الأمواج الأوّليّة تكون هي الأسرع وهي أمواج انضغاط وتمدّد. الأمواج الثّانوية هي أمواج قصيّة.

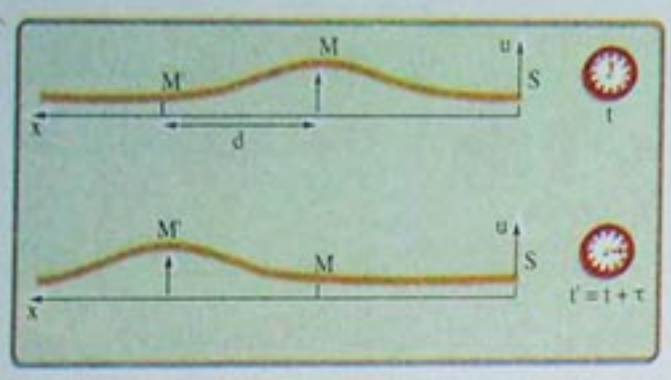
elbassair.net

2.2.1. سرعة انتشار الموجة :

نحدّد سرعة موجة عرضيّة على طول حبل. تظهر (وثيقة 29) انتقال الاضطراب العرضي من اليمين إلى اليسار. إن الاضطراب في النقطة M' في اللحظة t' هو نفسه الذي كان موجودا سابقا في النقطة M عند اللحظة $t = t' - \tau$ حيث τ يمثل تأخر مرور التشوه في النقطة M'. إذا كانت d تمثل المسافة المقطوعة من طرف الموجة خلال هذا الزمن، تعرّف السرعة المتوسطة للانتشار بالعلاقة :

$$v = \frac{d}{\tau}$$

مع d بالمتر، τ بالثانية و v يعبّر عنها بـ $m.s^{-1}$.



الوثيقة 29 : انتقال موجة عرضيّة على طول حبل من اليمين إلى اليسار.

تتعلق سرعة انتشار موجة ميكانيكية بوسط الانتشار وحالته الفيزيائية (توتر الحبل، درجة حرارة الوسط ...)، مثلا، إذا أمررنا موجة عرضية في حبل. بتغيير توتر الحبل نلاحظ تغيّر سرعة انتشار الموجة. كذلك تتغيّر هذه السرعة إذا تمّ تبديل الحبل بحبل آخر. كلّما كان الحبل ثقيلا، بمعنى أن كتلته الخطية تكون كبيرة، زادت مدّة الانتشار وضعفت السرعة. تتعلق سرعة انتشار موجة في حبل بتوتر الحبل وكتلته الخطية.

تزداد سرعة انتشار الصوت في الهواء مع درجة الحرارة. فهي تساوي $340\ m.s^{-1}$ في درجة الحرارة العادية $20\ °C$.

	هواء	ماء	فولاذ
$v(ms^{-1})$	340	1 500	5 500

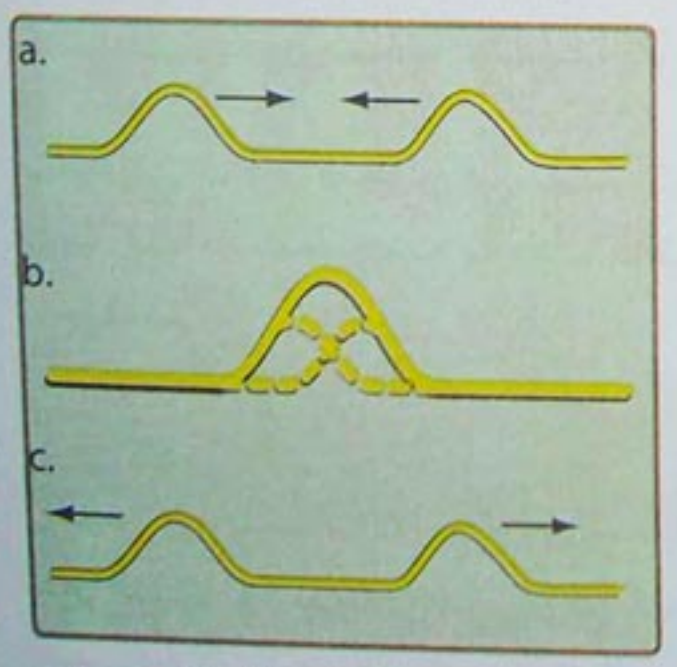
الوثيقة 30 : سرعة انتشار الصوت في الهواء، الماء والفولاذ.

إن سرعة الصوت تكون أضعف في الغازات منها في السوائل وأكبر في الأجسام الصلبة.

3.1. التداخل، الانعكاس وانعراج الأمواج

1.3.1. تقاطع موجتين :

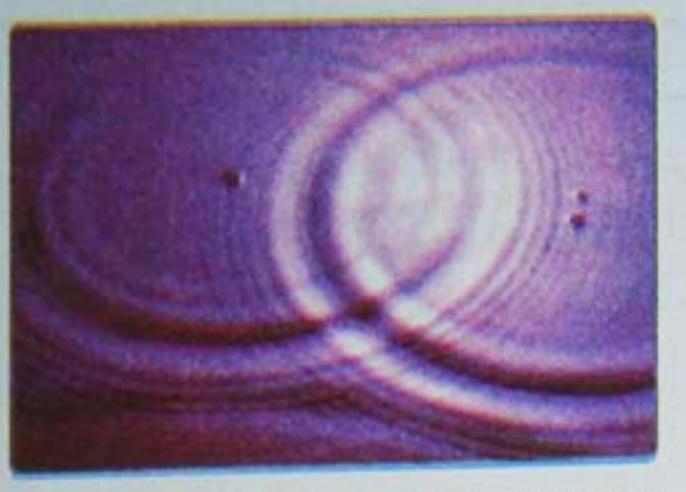
عندما تتداخل موجتان أو أكثر في منطقة معيّنة يقال عنها إنها متراكبة. تُعطى دالة الموجة المحصلة بـ " مبدإ التراكب الخطي " الذي ينص على أن الموجة الكلية تتشكل من المجموع الخطي للأمواج الفردية. إن تراكب موجتين عند تقاطعهما يؤدي إلى ظاهرة التداخل. إذا كانت دوال الأمواج لها نفس الاشارة فإن التداخل يكون بناءً ويكون الانتقال المحصل أكبر منه لأي واحدة منها. إذا كانت اشارة الأمواج متعاكسة فإن التداخل يكون هدّامًا ويكون الانتقال المحصل أصغر منه لأي واحدة منها. يمكن أن نتوقّع على أن تداخل قمة ($0 <$) وقاع ($0 >$) لهما نفس الشكل يؤدي إلى انعدامهما وزوالهما.



الوثيقة 31 : عند تراكب اضطرابين يكون الانتقال الحاصل هو مجموع الانتقالين الفرديين.

elbassair.net

عندما تتراكب الأمواج فإنها تستمر بدون تغيير في الشكل. إنها حالة تلاقي الأمواج على سطح الماء. هذا ما يبيّن أنه من الممكن حدوث مكالمات متقاطعة بين عدّة أشخاص. إن الأمواج الصوتية المنبعثة من أحد المتكلمين لا تتأثر بالأمواج الأخرى عند التقاطع.

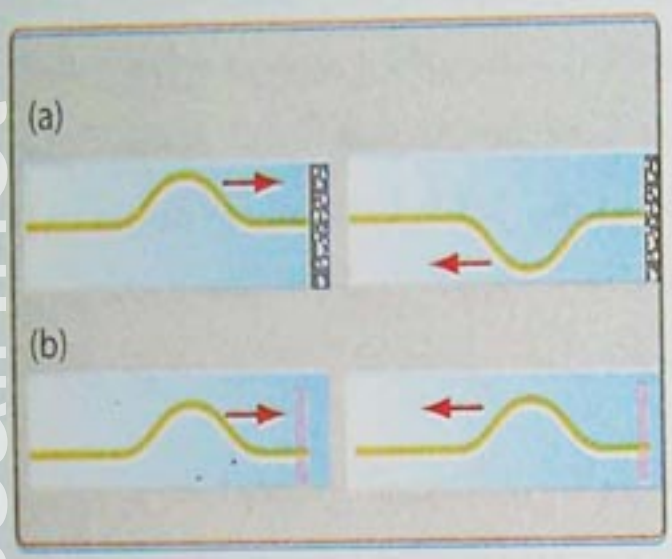


الوثيقة 32 : إلتقاء موجتين على سطح ماء.

بالتعبير التقني يحدث التداخل البنّاء عندما تكون الموجتان لهما نفس الطور (الصفحة). يقال أنه لا يوجد فرق في الصفحة بينها، يحدث التداخل الهدّام عندما تكون الموجتان متعاكستين في الصفحة. يقال أن الفرق في الصفحة بين الموجتين يوافق زمن قدره نصف دور أو زاوية 180°.

2.3.1. انعكاس الأمواج :

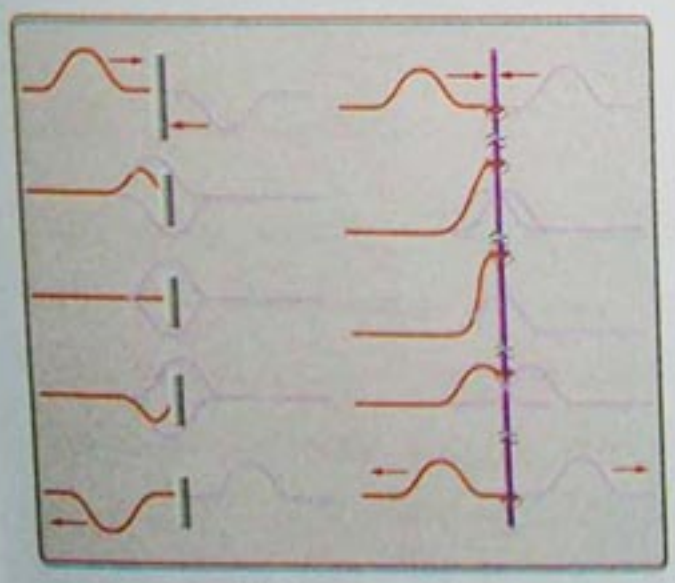
عندما يصل اضطراب ينتشر على طول حبل إلى نهايته فإنه ينعكس. إذا كانت النهاية مثبتة (وثيقة 33a) فإن الاضطراب ينعكس. بالفعل عندما تصل بداية الاضطراب إلى الجدار فإن الحبل يشدّ على النقطة التي هو مربوط فيها. على حسب القانون الثالث لنيوتن فإن الجدار ينفعل بتطبيق قوة لها نفس المقدار وباتجاه معاكس. يتحرك الحبل إذن عموديا ليشكل اضطرابا معاكسا.



الوثيقة 33 : عند انتشار اضطراب على طول حبل ينعكس مقلوبا إذا كانت النهاية مُثبّتة (a) ولا يكون مقلوبا إذا كانت النهاية حرّة (b).

إذا كانت النهاية حرّة يمكن دراسة الحركة بواسطة حلقة مثبّتة في نهاية الحبل ويمكن لها الإنزلاق على قضيب عمودي (وثيقة 33b). في هذه الحالة لا يكون الحبل تحت تأثير أي قوة عمودية وعليه لا يكون مقلوبا.

يمكن إعادة انشاء تفاصيل آلية الانعكاس بتراكيب اضطراب حقيقي واضطراب خيالي قادما من الجهة المعاكسة (وثيقة 34). يعطى الانتقال الكلي في نقطة ما بمبدأ التراكب. نلاحظ أن انتقال النهاية الحرّة في نقطة معيّنة يكون مساويا لضعف ارتفاع الاضطراب.



الوثيقة 34 : يُمكن تمثيل آلية الانعكاس بتراكب اضطراب وهمي آتٍ من الجهة العكسية للاضطراب الحقيقي.

إضافة إلى حالة الانعكاس في نهاية مثبتة وفي نهاية حرّة يمكن كذلك دراسة حالة وسطية حيث يصادف الاضطراب الرّبط بين حبل خفيف وحبل ثقيل.

يلاحظ حدوث انعكاس جزئي ومرور جزئي في حالة الاضطراب عند ربط حبل خفيف بحبل ثقيل.

تعيّن النسبة بين سرعتي الموجتين من كلتي جهتي الرّبط بالكتل الخطيّة فقط نظرا لأن الشد هو نفسه للحبلين. في الشكل (وثيقة 35a) يأتي الاضطراب من الحبل الخفيف. يتصرّف الحبل الثقيل تقريبا وكأنه جدار، ويمكنه الانتقال وذلك لمرور جزء من الاضطراب الأصلي له. في الشكل (وثيقة 35b) يأتي الاضطراب من الحبل الثقيل. يتصرّف الحبل الخفيف

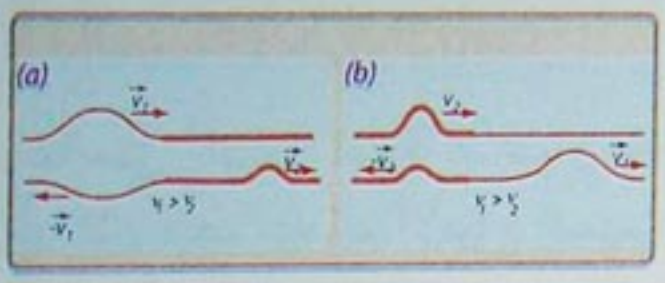
elbassair.net

وكأنه نهاية حرّة. نتيجة لذلك، لا يغيّر الاضطراب المنعكس اتجاهه.

تتعلق سرعة انتشار الموجة على طول حبل مرن بالشدة F مقدرة بـ (N) وبكتلته الخطية μ مقدرة بـ (kg/m) :

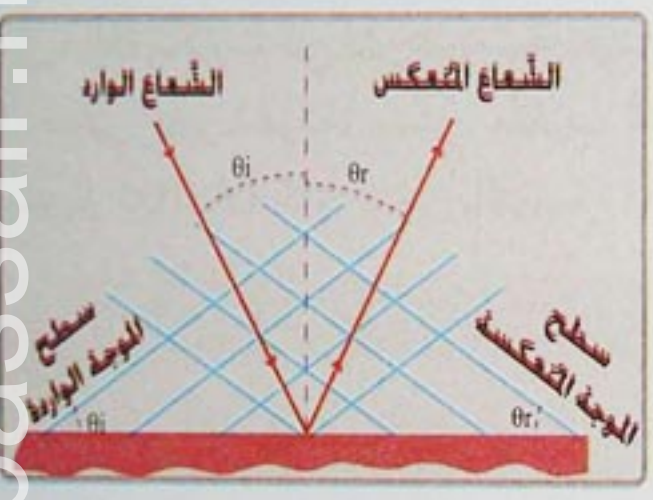
$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

إذا كانت كثافات الحبال الموضحة في الشكل (وثيقة 35) معطاة على التوالي بـ μ_1 و μ_2، تسمح لنا المعادلة بتعيين نسبة السرعات للاضطرابات $\frac{v_1}{v_2}$ بـ : $\sqrt{\frac{\mu_2}{\mu_1}}$ (الحبال لها نفس قوة الشد). وعليه فإن الاضطراب ينتقل بطريقة أسرع في الحبل الأخف.



الوثيقة 35 : إذا صادف اضطراب نقطة ربط بين حبلين مختلفين فإنه ينعكس جزئيا ويمرّ جزئيا.
إذا كان الحبل الثاني ثقيلاً فإن النّبض المنعكس يُعكس (a) أمّا إذا كان الحبل الثاني خفيفا فإن النّبض المنعكس لا يُعكس (b) . في كلتا الحالتين لا يُعكس النّبض المار.

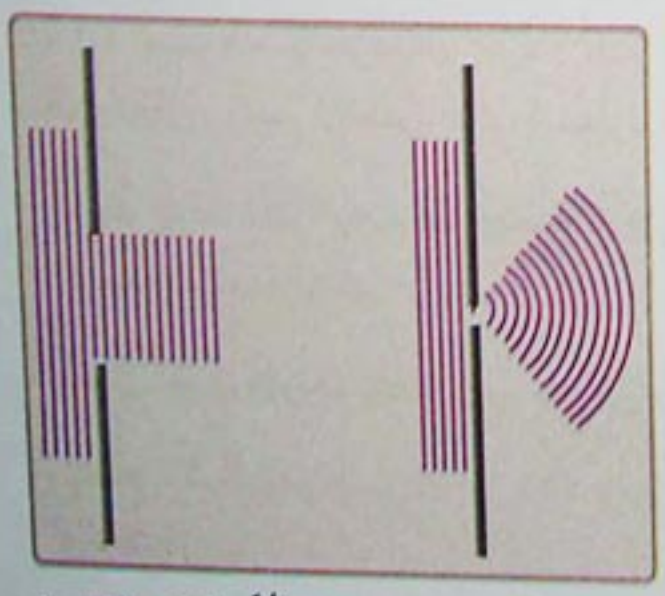
في حالة الأمواج ثنائية أو ثلاثية الأبعاد، كالأمواج على سطح الماء، تكون جبهة الموجة هي الأهم. يدعى بالشعاع الموجي، المستقيم المرسوم في اتجاه الحركة والعمودي على جبهة الموجة. يمكن ملاحظة أن جبهات الأمواج البعيدة عن المنبع تفقد اتجاه انحنائها وتكون مستقيمة كما هو الحال غالبا في تموّجات المحيطات. يطلق عليها إذاً بالموجات المستوية من أجل الأمواج ثنائية وثلاثية البعد، تكون الزاوية التي تصنعها الموجة الواردة مع سطح الانعكاس مساوية لزاوية الورود. تعرف زاوية الورود θ_i على أنها الزاوية التي يصنعها الشعاع الوارد مع الناظم على سطح الانعكاس، أو الزاوية التي تصنعها جبهة الموجة مع المماس للسطح. إن زاوية الانعكاس θ_r تمثل الموجة المنعكسة. إن هذا يشبه ما يحدث في انعكاس الأمواج الضوئية على السطح.



الوثيقة 36 : قانون انعكاس موجة ذات بعدين.

3.3.1. انعراج الأمواج :

عندما تمر موجة من خلال فتحة صغيرة (ثقب) فإنها تتمدد. تتمدّد الأمواج كذلك عندما تمر بجوار حاجز وتجتازه من الخلف. تدعى هذه الخاصية بالانعراج. تكون هذه الظاهرة أكثر أهمية عندما يكون الحاجز أو الفتحة أكثر صغرا من طول الموجة.



الوثيقة 37 : يزداد الانعراج كُلّما كانت الفتحة أضيق.

يشكّل الانعراج السّبب الذي يمكّننا من سماع الأشياء حتى إذا لم نتمكن من رؤيتها لأن الصوت يتجاوز الحواجز.

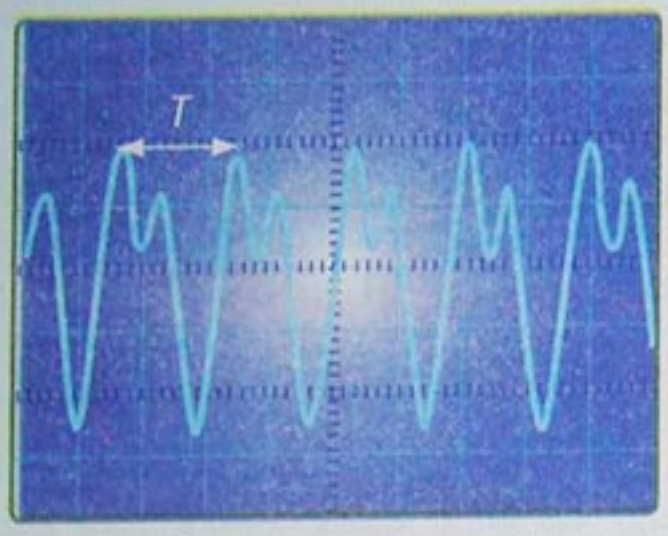
يعتبر الانعراج ميزة لانتشار الأمواج، أي أن بروز ظاهرة الانعراج أثناء قيامنا بتجربة يبيّن وجود أمواج.

elbassair.net

2. انتشار موجة ميكانيكية دورية

1.2.الدورية الزمنية والمكانية

فيما سبق " انتشار اشارة" تمّ تبيان الحالات الموجية بواسطة الاضطراب. نرى الآن كيف تتصرّف الأمواج المستمرّة. يجب على الموجة الميكانيكية المتقدّمة أن تكون صادرة عن منبع خاضع لحركة دورية حتى تتمكّن من إنتاج الموجة المستمرّة. يطلق على هذه الموجة، الموجة المتقدمة الدورية.

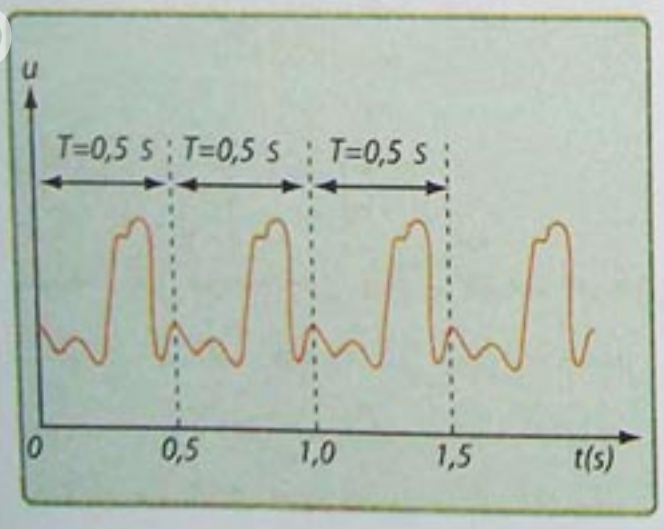


الوثيقة 38 : موجة صادرة عن آلة موسيقية تؤدي نوتة مستمرة.

1.1.2. الدورية الزمنية :

إن الصوت الصادر عن آلة موسيقية تطلق نوتة مستمرة كما تظهرها الصورة وهي موجة صوتية مستمرة. تمّ الحصول على هذه الصورة بربط ميكروفون يلتقط الصوت إلى راسم الاهتزازات. فيزيائيا، تقوم الآلة الموسيقية بارسال موجات دورية، دورها T في الهواء. القمم والمنخفضات في الصورة تبيّن مواقع الانضغاط والتمدّد خلال الانتشار. تكون الحركة دورية إذا تكرّرت في فترات زمنية متساوية ومتعاقبة، هذه الفترة الزمنية T تدعى دور الحركة. يدعى مقلوب الدور $f = \frac{1}{T}$ التواتر. يعبّر عنه بالهرتز (Hz) إذا كان الدور بالثانية (s).

إن الدور T للموجة المتقدمة الدورية هو أقصر مدّة تلزم لنقطة من وسط الانتشار لتتواجد من جديد في نفس الحالة.



الوثيقة 39 : اضطراب u(t) لنقطة من الوسط وصلتها موجة دورية ذات دور $T = 0,5\ s$.

2.1.2. الدورية المكانية :

إن الأمواج المتقدّمة الدورية تمتلك أيضا دورًا مكانيًا. يمكن تبيان هذه الظاهرة ببساطة باستعمال مولد للتواترات المنخفضة، مكبّر صوت، ميكروفونان، راسم للإهتزازات ومسطرة مدرّجة.

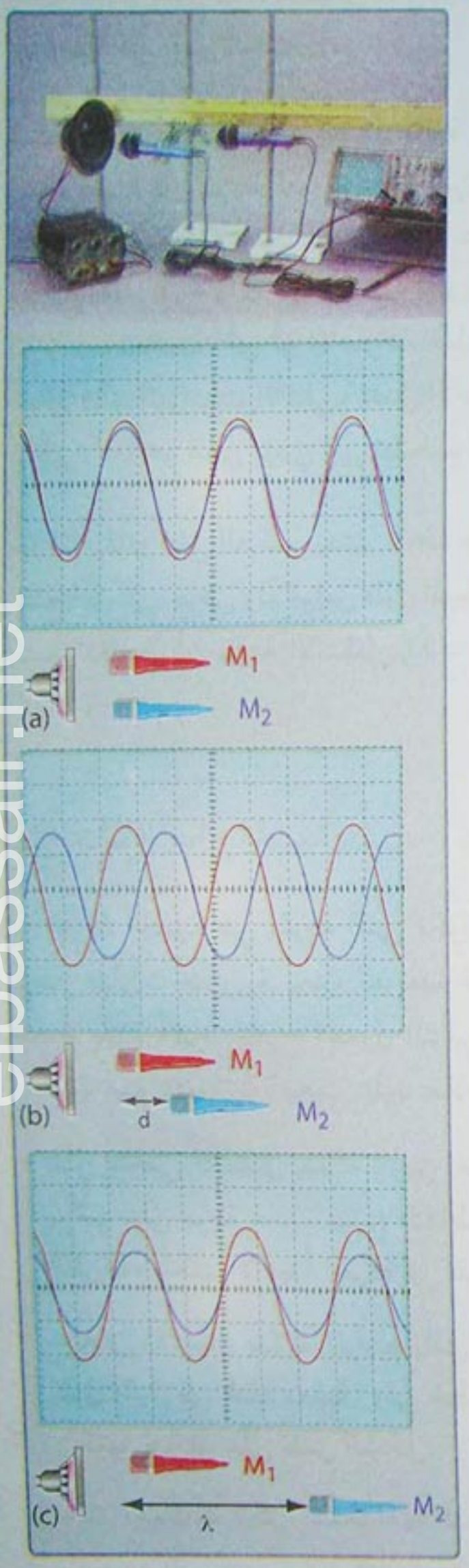
- نربط مولّد التواترات المنخفضة بمكبّر الصوت بعد ضبطه في تواتر قيمته بضع هرتزات.
- نصل الميكروفونين بمدخلي راسم الاهتزازات.
- نضع الميكروفونين (M_1 و M_2) جنبا إلى جنب ونراقب شاشة راسم الاهتزازات.
- نترك الميكروفون M_1 ونبعد الميكروفون M_2 ببطء.

elbassair.net

عندما يكون الميكروفونان موضوعين بجوار بعضهما، نشاهد على شاشة راسم الاهتزازات موجتين لهما نفس الدور بحيث يتم الحصول على القيم الأصغرية لها في نفس الوقت، ولهاتين الموجتين الدور نفسه لأنهما منبعثتان من المنبع نفسه. عند إبعاد الميكروفون M_2 ببطء فإن الاشارتين تفترقان أفقيًا ويكبر الفارق مع المسافة بين الميكروفونين. يكون للاشارتين نفس الطور من جديد على مسافة معيّنة خاصّة. إضافة إلى هذا نلاحظ أن الاشارتين يكون لهما نفس الطور عند مسافات مضاعفة لهذا الموضع الخاص. تدعى هذه المسافة بطول الموجة λ، يشكل هذا الدورية المكانية للموجة الصوتية.

إن الموجة المتقدّمة الدورية تمتلك دورين :

- دور زمني يدعى الدور T،
- دور مكاني يدعى طول الموجة λ.



الوثيقة 40 : تجهيز تجريبي لاثبات الدور المكاني لموجة صوتية.

3.1.2. سرعة وتبدّد الموجة :

عندما يكون الميكروفون M_2 موجودًا على بعد d من الميكروفون M_1، فإن الموجة الملتقطة من طرف الميكروفون M_2 تكون متأخرة بزمن τ بالنسبة للموجة الملتقطة من طرف M_1، إذا كانت سرعة انتشار الموجة v يمكن كتابة :

$$v = \frac{d}{\tau}$$

تكون الموجتان متوافقتين إذا كان التأخر مساويا للدور T.

يكون لدينا إذًا : $\lambda = v\,T$

إن الدور T والتواتر $f = \frac{1}{T}$ هما من مميّزات الموجة المنبعثة، لا تتعلق بوسط الانتشار.

لقد رأينا في السابق أن سرعة انتشار الموجة تتعلق بالوسط، مثلا تكون الموجة أسرع في الماء منها في الهواء. العلاقة $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$ تبين إذًا على أن طول الموجة يرتبط بوسط الانتشار.

إن سرعة انتشار الموجة تتعلق بالوسط (هواء، ماء) وبشدّة الموجة، كما أنها يمكن أن ترتبط بالتواتر. في هذه الحالة نقول إن الوسط مبدّد.

elbassair.net
موقع البصير التعليمي

بالنسبة للأمواج الصوتية الصادرة عن الآلات الموسيقية، لا يعتبر الهواء وسطا مبدّدًا خلال عزف سمفوني، لأن الأصوات الحادة والغليظة تصل إلى مسامعنا في نفس الوقت.



الوثيقة 41 : الأمواج الصوتية الصادرة عن الآلات الموسيقية، إن الهواء يعتبر وسطا غير مبدد. الأصوات الحادة والأصوات الغليظة تصل إلى أذن المستمع في نفس الوقت.

عكس ذلك عندما تكون الشدة عالية جدًا (الصاعقة) يصبح الهواء وسطا مبدّدًا لأن سرعة الصوت تصبح مرتبطة بالتواتر. بالقرب من البرق نسمع صوتا مضرًا جدًا. لكن، بعيدًا عن البرق نسمع صوتا مستمرًا يزداد غلظة. شرح ذلك أن الصاعقة تكون مُشكّلة من أمواج صوتية ذات تواترات منخفضة، أي أن الأصوات الغليظة تنتشر ببطء أكثر من تلك الحادّة ذات التواترات الأعلى. تصل الأصوات الخشنة إلى مسامعنا في الأخير، هذا هو الذي يؤدي إلى تضخيم الصاعقة.

أما الماء فإنه على العكس يعتبر وسطا مبدّدًا. إذا تمّ إحداث موجة على سطح الماء في حوض وتمّ قياس طول الموجة من أجل عدّة تواترات لاهتزاز المنبع، نلاحظ أن سرعة الانتشار $v = \lambda f$ يتغيّر من أجل قيم مختلفة للتواتر.



الوثيقة 42 : عندما تكون شدة الصوت قوية جدا كما هو الحال في الرعد يصبح الهواء وسطا مبددا.

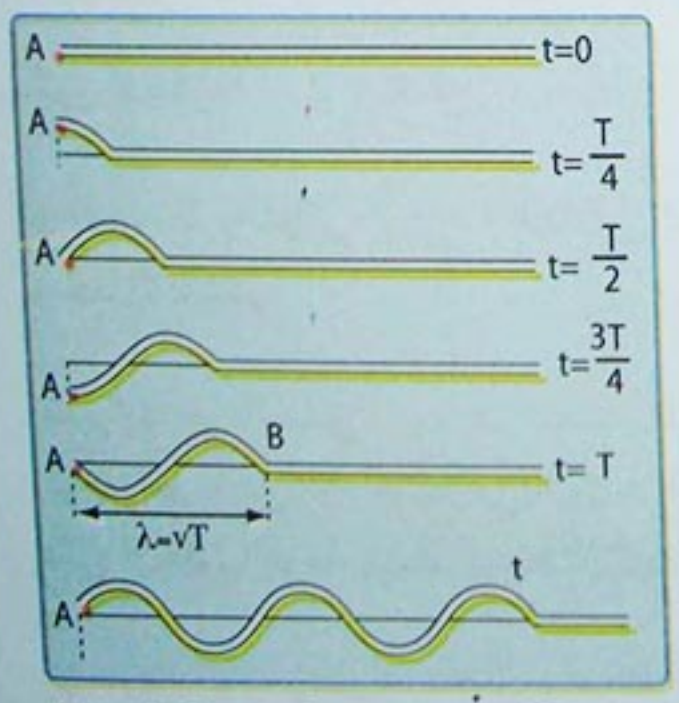
2.2. حالة الأمواج الجيبية

إن الموجة الجيبية هي الموجة التي تكون حركتها مسيّرة بدالة جيبية. توجد عبارات ضرورية يجب تعريفها للتّمكن من تحليل حركة موجة جيبية بدقّة أكبر. يشرح الجدول التالي كل الحدود. بما أن الأشكال الجيبية تبدو متساوية، يجب علينا ملاحظة محاور البيانين بعناية.

- يمثل منحنى الانتقال بدلالة الزمن اهتزازات نقطة على الموجة، مثلا مركب على موجة حادّة، جميع النقاط الأخرى من الوسط تهتز بنفس الطريقة، ولكنها لا تبدأ الحركة في نفس الوقت بالضبط.

- منحنى الانتقال بدلالة الموضع الذي يمثّل صورة جميع النقاط على طول الحبل في لحظة معيّنة، وفي لحظة بعدها تكون الموجة قد تقدّمت ولكنها تحافظ على نفس الشكل.

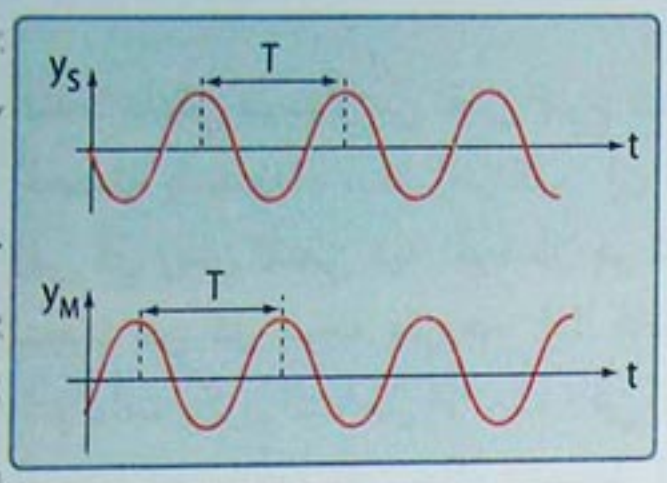
- هذه البيانات يمكن استخدامها لتمثيل الأمواج الطولية والأمواج العرضية لأن المحور لا يمثل فقط قيمة الانتقال. إذا كان الانتقال مماسيا لاتجاه انتشار طاقة الموجة، تكون الموجة طولية. في حالة ما إذا كان الانتقال عموديا على اتجاه انتشار طاقة الموجة تكون الموجة عرضية.



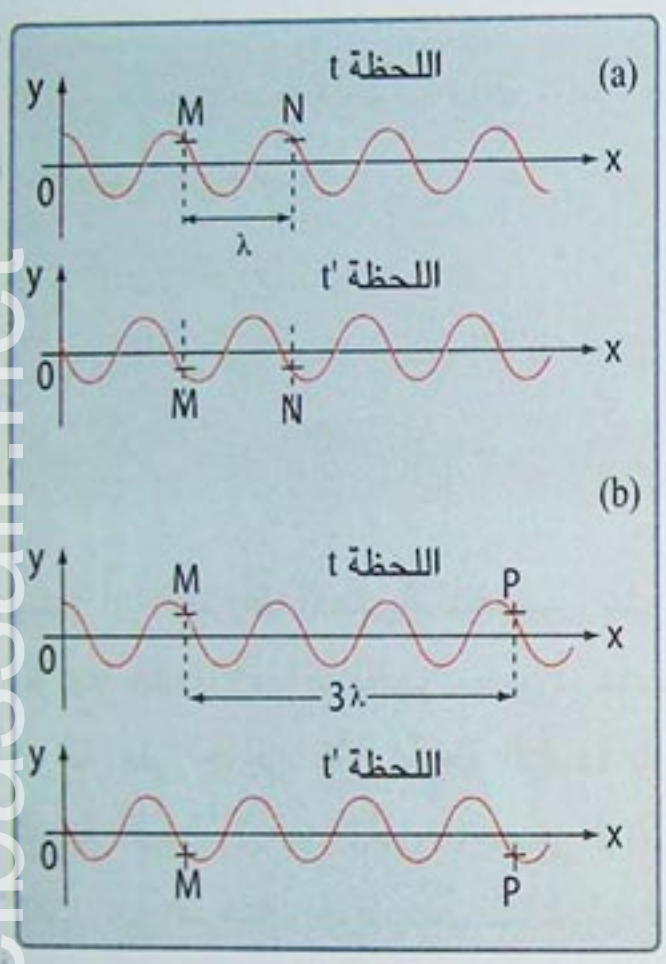
الوثيقة 43 : أمواج جيبية متقدمة على طول حبل.

elbassair.net

العبارة	الرمز	التعريف
الانتقال	y	يقيس التغيّر الذي وقع نتيجة مرور الموجة في نقطة خاصة بالنسبة للأمواج الميكانيكية، يكون الانتقال هو المسافة بالمتر التي يقطعها الجسم انطلاقا من وضعه الابتدائي قبل الاضطراب.
السعة	A	إنه الانتقال الأعظمي انطلاقا من الموضع الوسطي. إذا لم يفقد الجسم طاقته فإن السعة تبقى ثابتة.
الدور	T	إنه الزمن بالثانية لإنجاز اهتزازة كاملة للمرور بنقطة معيّنة.
التواتر	f	إنه عدد الاهتزازات المنجزة في الثانية. الوحدة المستعملة هي الهرتز (Hz). تواتر 50 Hz يعني أن خمسين اهتزازة تحقّقت كل ثانية.
طول الموجة	λ	إنها أقصر مسافة على طول الموجة بين نقطتين متوافقتين. "التوافق" يعني أن النقطتان تتحركان بنفس الطريقة في الفضاء وفي الزمن. مثلا المسافة بين قمّة وأخرى بين موجتين أو المسافة بين انضغاط وآخر في الأمواج الصوتية تمثل أطوال موجات.
سرعة انتشار الموجة	v	إنها السرعة ($m.s^{-1}$) التي تمر بها جبهة الموجة أمام ملاحظ متوقّف.



الوثيقة 44 : التمثيل الزمني للاستطالة y_S للمنبع و y_M لنقطة M من الوسط.



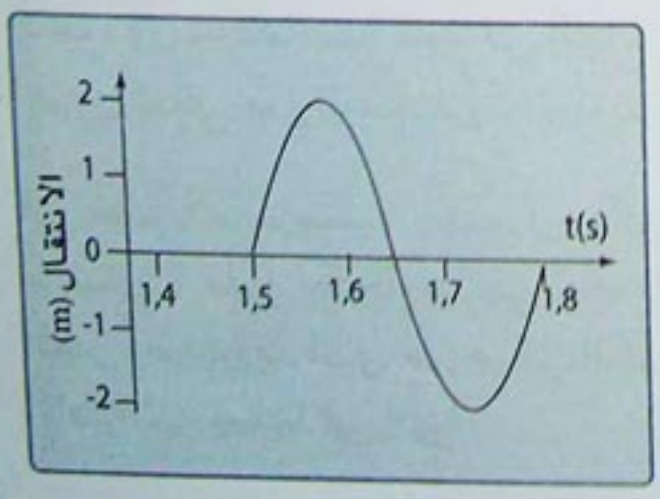
الوثيقة 45 : حالة الاهتزاز أو استطالة نقطتين مبتعدتين بطول موجة (a) ولثلاث أطوال موجة (b) . N ،M وp تهتز متوافقة.

إن الدور والتواتر للموجة يشكّلان مقلوب بعضهما البعض. مثلا إذا كان التواتر يساوي 100 Hz، يكون الدور مساويا لـ $\frac{1}{100}$ ثانية $T = \frac{1}{f}$

بالنسبة للموجة الجيبية تكون معادلة الموجة : $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$

مثلا نرمي حجرًا في بركة لإحداث موجة.

نفرض أن سدّادة على بعد 1 m من نقطة الرّمي، يمثل انتقال السدادة بدلالة الزمن في البيان (وثيقة 46).



الوثيقة 46: منحى انتقال السدّادة بدلالة الزمن على حوض ماء على بعد متر من نقطة التأثير.

بافتراض أن الزمن يقاس انطلاقا من اللحظة التي يغمر فيها نفس الحجر الماء، يمكن كتابة :

- سعة الموجة هي : 2 cm
- سرعة انتشار الموجة هو : $v = \frac{d}{t} = \frac{1}{1,5} = 0,67\ m.s^{-1}$
- تواتر الموجة هو : $f = \frac{1}{0,3} = 3,33\ Hz$
- طول الموجة هو : $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{0,666}{3,33} = 0,2\ m$

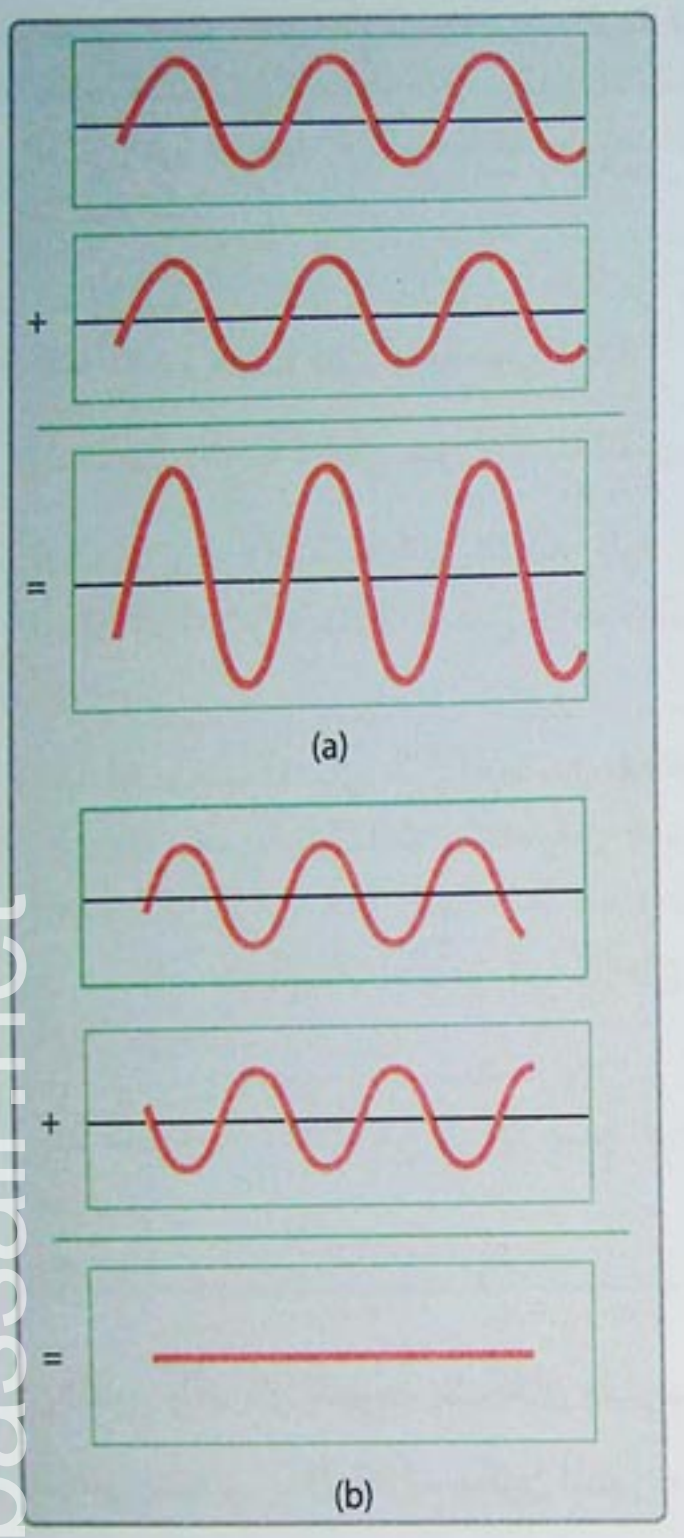
elbassair.net

3.2. تراكب موجتان جيبيتان، التداخل

عندما تلتقي موجتان من نفس النوع تتداخلان ويمكن الحصول على الموجة المحصلة باستخدام مبدإ التراكب. إن الاضطراب الكلي في أي مكان وفي أي زمان تلتقي فيه الموجتان هو شعاع المجموع للاضطرابات التي نتجت عن كل موجة بمفردها. إذا كانت للموجتين نفس السعة ونفس التواترات يكون التداخل إذاً، بنّاء في كل نقطة مثلما يظهره البيان كما تعرّضنا له سابقًا، وفي حالة التداخل البنّاء تكون الموجتان متوافقتين. في حالة التداخل الهدّام، تكون الموجتان على تعاكس في الطور، أي الفارق بينهما هو 180°.

يمكن حدوث حالة خاصة عندما تلتقي موجتان لهما الخاصيات التالية :
- نفس السعة
- نفس التواتر
- الانتقال في جهتين متعاكستين.

في هذه الشروط نحصل على الموجة المستقرة.



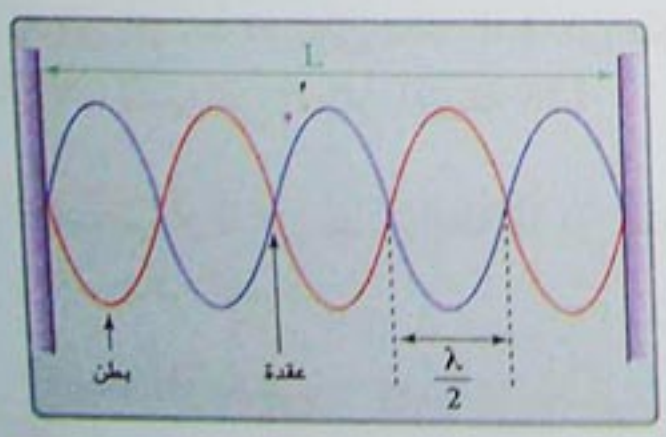
الوثيقة 47 : بيانات تظهر موجتين ومجموعهما بدلالة الزمن في موضعين. في (a) تتداخل الموجتان بطريقة بناءة. في (b) تتداخلان بطريقة هدامة.

يبدو أن الشروط المطلوبة للحصول على الموجة المستقرة خاصة ولكن في الواقع هذه الأمواج تظهر بصورة عادية ويُحصل عليها عند انعكاس موجة على حاجز. لأن الموجة الواردة والموجة المنعكسة تتداخلان لإعطاء الموجة المستقرة. قد تكون أحسن طريقة لتخيّل موجة مستقرة هي التي تعبر عن موجتين عرضيتين تنتشران في جهتين متعاكستين على طول حبل مشدود. سلسلة المخططات للشكل (وثيقة 48) تظهر ما يحدث.

هناك نقاط على الحبل ساكنة دائما، تدعى العقد. النقاط التي تكون سعة حركتها أعظمية، تُدعى البطون. الموجة المستقرة المحصّلة تُدعى بهذا الاسم، لأن شكلها يبدو ثابتا في الفراغ، وسعتها هي التي تتغيّر. يعطي الجدول التالي مقارنة مع الموجة العادية.

في حالة آلة موسيقية يجب أن يكون هناك عنصران لانتاج صوت موسيقي : مهتز ومتجاوب. في حالة الكمنجة مثلا، يمثل وتر الكمنجة المهتز وصندوقها الذي هو هيكل الكمنجة يمثل المتجاوب الذي يضخم الاهتزازات ويبثها في الهواء.

يثبت وتر الكمنجة في نهايتين. تنشأموجة مستقرة حيث تكون النقاط المثبتتة موافقة لعقد الاهتزاز. تكون الموجة المستقرة عبارة عن مجموع موجة واردة توترها f وموجة منعكسة بنفس التواتر f. تتشكل الموجة



الوثيقة 48 : الموجة المستقرة الناتجة عن موجة جيبية بين نهايتين مثبتتين. يجب أن تكون المسافة L الفاصلة بين النقطتين المثبتتين مساوية لمضاعف $\frac{\lambda}{2}$.

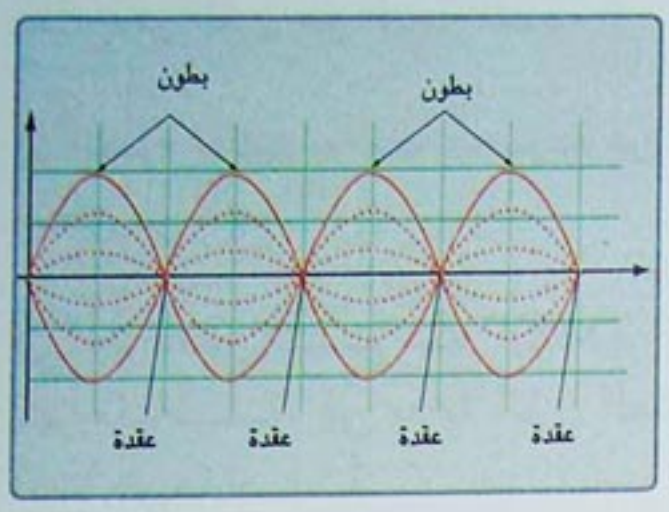
elbassair.net

المستقرة عندما تكون المسافة الكلية المقطوعة 2 L، الذهاب والعودة على طول الحبل مساوية لمضاعف صحيح لطول الموجة ($n \times \lambda$). بصيغة أخرى يجب أن يكون الطول L للحبل مساويا لمضاعف $\frac{\lambda}{2}$ ($L = n\,\lambda/2$).
إن هذا يفرض قيما على التواترات f_n للأمواج المستقرة التي يمكن حدوثها بين نقطتين مثبتتين.

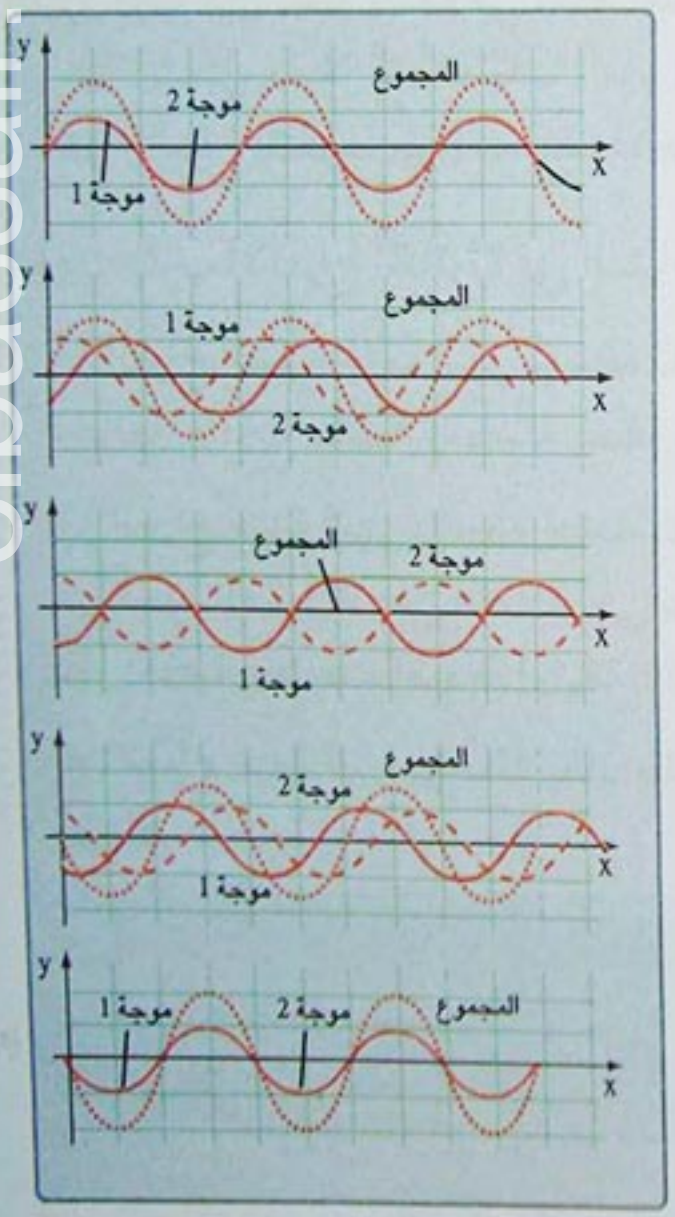
$$L = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow L = \frac{nv}{2f_n} \Rightarrow f_n = \frac{nv}{2L}$$

يكون تواتر الموجة هو إذًا مضاعفا للتواتر $f_1 = \frac{v}{2L}$

الموجة العادية	الموجة المستقرة	
جميع نقاط الموجة لها نفس السعة	جميع نقاط الموجة لها سعات مختلفة. السعة العظمى هي 2A في البطون. تساوي الصفر في العقد.	السعة
تهتز جميع النقاط بنفس التواتر	تهتز جميع النقاط بنفس التواتر.	التواتر
هي المسافة الأقصر على الموجة بين نقطتين متواقتتين	تساوي ضعف المسافة بين عقدتين متتاليتين (أو بين بطنين)	طول الموجة
جميع النقاط الواقعة على طول الموجة لها أطوار مختلفة	جميع النقاط بين عقدتين متتاليتين تتحرك بنفس الطور	الطور
الطاقة منقولة بواسطة الموجة	الطاقة ليست منقولة بواسطة الموجة ولكن توجد طاقة منسوبة لها.	الطاقة



الوثيقة 49 : موجة مستقرة، يبقى الشكل ثابتا في المكان.



الوثيقة 50 : انتاج الأمواج المستقرة.

3. النموذج التموجي للضوء

1.3. انعراج الضوء

1.1.3. هل الضوء موجة ؟

من البديهي أن الضوء ينقل الطاقة. دليل ذلك أنه عندما تتعرض ورقة لأشعة الشمس التي يتم تجميعها بواسطة عدسة فإنها تحترق ويحدث بها ثقب. كيف ينتشر هذا الضوء ؟ وعلى أي شكل تم نقل الطاقة ؟

في مناقشتنا حول الأمواج، سجّلنا أن الطاقة يمكن نقلها من موضع إلى آخر بطريقتين مختلفتين : بواسطة جسيمات أو بواسطة الأمواج.

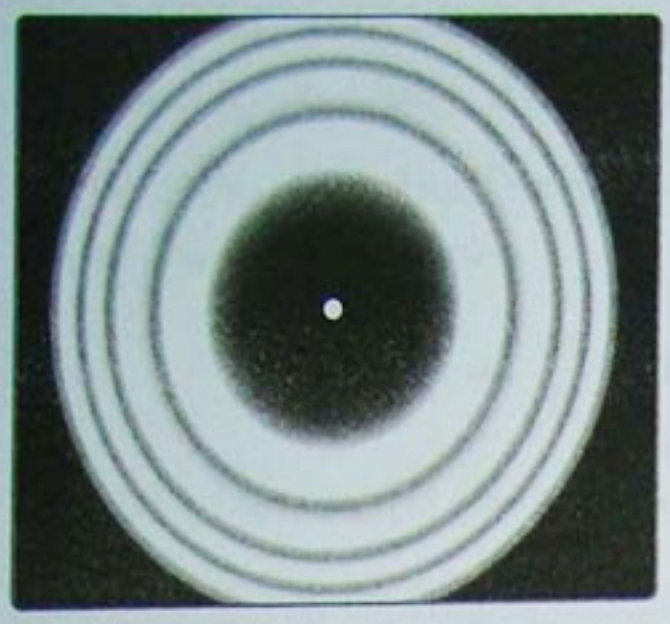
في الحالة الأولى تنقل أجسام مادية أو جسيمات الطاقة كما هو الحال في انهيار الجبال (Avalanche) أو سقوط الماء. في الحالة الثانية يمكن

elbassair.net

لأمواج على سطح الماء أو أمواج صوتية من نقل الطاقة على مسافات بعيدة على الرغم من عدم انتقال المادة على المسافات. انطلاقا من هذا، ماذا يمكن القول عن طبيعة الضوء ؟

إن الضوء ينتشر بواسطة مجموعة من الجسيمات أو على شكل أمواج تنطلق من المنبع.

في آخر القرن التاسع عشر (XIX)، كان الضوء يعتبر على أنه موجة كهرومغناطيسية. في بداية القرن العشرين تمّ اثبات أن الضوء يمتلك أيضا طبيعة جسيمية.

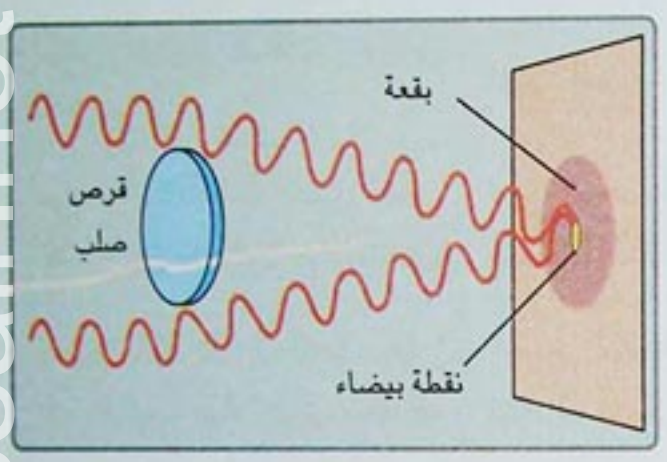


الوثيقة 51 : صورة فوتوغرافية لظلّ قطعة نقديّة تمّ الحصول عليها باستخدام منبع نقطي للضوء (ليزر). تظهر بوضوح نقطة بيضاء في مركز الصورة.

2.1.3. أشكال الانعراج

بما أن الانعراج لا يحدث إلا في الأمواج وليس في الأجسام، يمكن استخدامه كوسيلة لتحديد طبيعة الضوء.

إذا أخذنا صورة لظلّ قطعة نقدية صغيرة باستخدام منبع نقطي من نوع الليزر فإننا نرى نقطة لامعة في وسط الظل ودوائر مظلمة لها نفس المركز. إن هذا يُشكل دليلا قاطعا بأننا أمام موجة. هذه العلامات ناتجة عن تداخل الأمواج المنعرجة حول مختلف الأجزاء للقطعة النقدية (وثيقة 51).

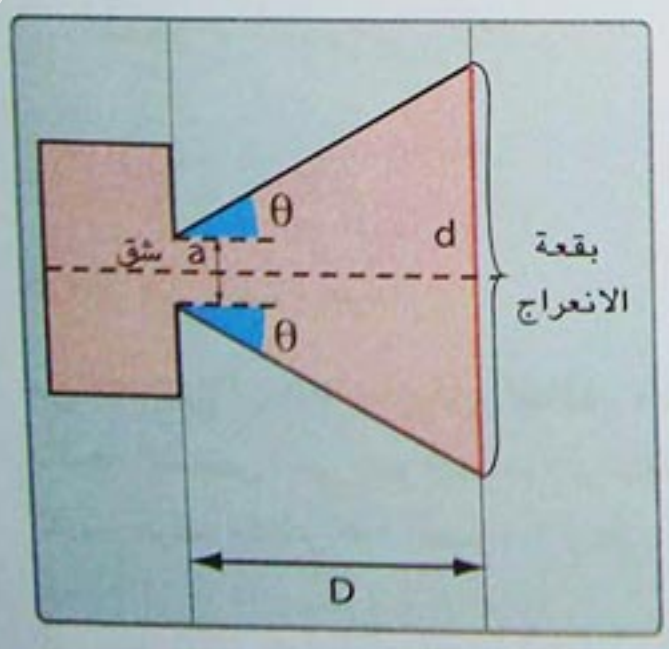


الوثيقة 52 : إذا كان الضوء عبارة عن موجة، فإن نقطة بيضاء يجب ان تظهر في مركز الظل لقرص صلب مُضاء بواسطة منبع نقطي ضوئي وحيد اللون.

تظهر تجارب الانعراج المذكورة في النشاطات التمهيدية :

- إن انعراج الضوء لحزمة ليزر بواسطة ثقب تظهر بقعة دائرية جدّ مضاءة وحولها حلقات مظلمة ومضيئة بصفة متناوبة.
- إن انعراج حزمة ليزر بواسطة فتحة يظهر بقعة مركزية مضاءة متمدّدة في الجهة العمودية على الفتحة وفي نفس الجهة العلوية دومًا توجد بقع أقل حجما وأضعف إضاءة (وثيقة 52).
- إن انعراج حزمة ليزر بواسطة سلك يظهر صورة للانعراج مشابهة لتلك بواسطة الفتحة.

إن الفتحات والحواجز ذات الأبعاد الصغيرة تسمح بانعراج الضوء.
إن ظواهر الانعراج تكون أكثر بروزًا كلما كانت الفتحات والحواجز أكثر صغرًا.



الوثيقة 53 : انعراج بواسطة فتحة عرضها a، تظهر الصورة بقعة الانعراج المركزية التي عرضها (d) على الشاشة الموجودة على بعد D. تكون الزاوية بين مركز البقعة وأول انطفاء هي θ.

إن هذه الأشكال تتشكّل أساسًا من بقع مركزية مضاءة لها عرض d.
إذا شاهدنا البقعة على شاشة مستوية على بعد D من فتحة عرضها a، نجد أن الزاوية θ بين منتصف البقعة وأول منطقة مظلمة يمكن تحديدها بالعلاقة :

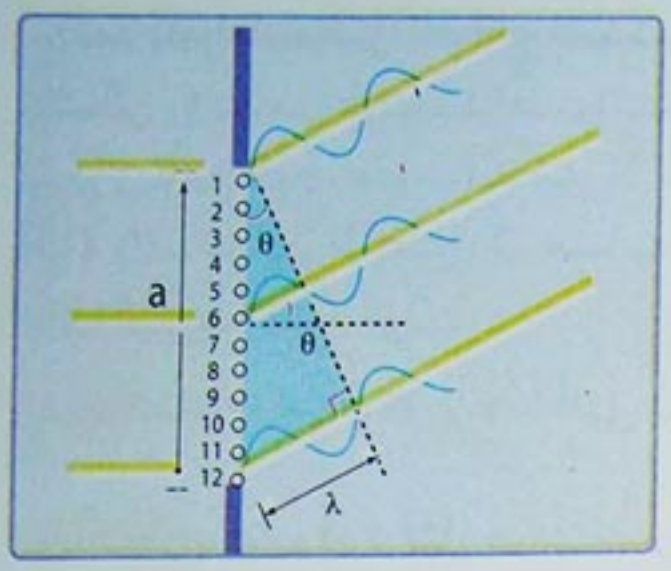
$$\theta(\text{rad}) \approx \tan\theta = \frac{d/2}{D} = \frac{d}{2D}$$

elbassair.net

تثبت الدراسات النظرية أن هذه الزاوية يُعبّر عنها بدلالة طول الموجة للحزمة الواردة بالعلاقة : $\theta(\text{rad}) = \frac{\lambda}{a}$

3.1.3. انعراج ناتج عن شق بسيط

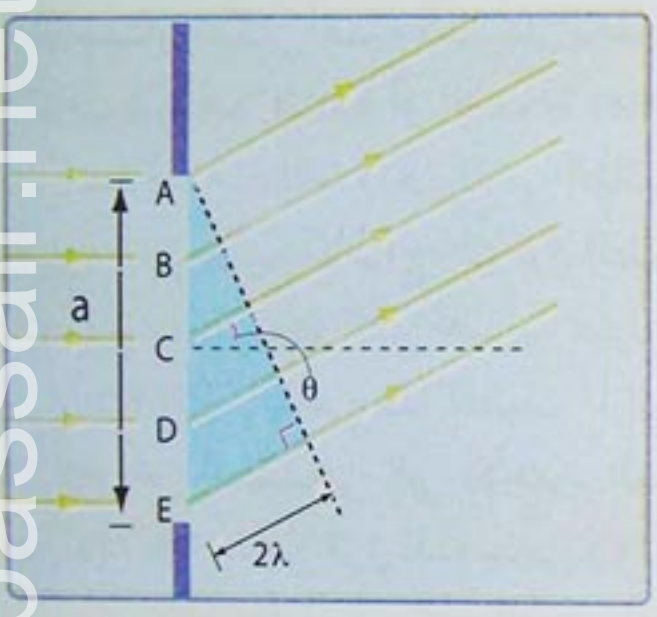
يمكن اعتبار شق بسيط عرضه a كمجموعة من المنابع النقطية. نفرض أن الضوء الذي يضيء الشق وحيد اللون طول موجته λ. لأسباب عملية نقسّم الشق لعدد زوجي من المنابع النقطية (12 كما في الشكل) (وثيقة 54). بصورة عامة إذا كان فرق المسير لشعاعين هو $\frac{\lambda}{2}$ فإنه يوجد تداخل هدام.



الوثيقة 54 : يمكن اعتبار فتحة بسيطة جملة من المنابع النقطية. عندما يكون فرق المسير بين المنبع الأول (1) والمنبع والاخير (12) مساويا لطول موجة يكون هناك تداخل هدام بين الازواج 1و7، 2 و8، وهكذا..

نفرض أن فرق المسير بين المنبع الأول والمنبع الثاني عشر هو λ بمعنى أن : $a \sin\theta = \lambda$، هذا معناه أن فرق المسير للأشعة 1 و7، 2 و8، 3 و 9، وهكذا هو $\frac{\lambda}{2}$. بمعنى، أنه يكون لدينا تداخل هدّام تام.

نستطيع وضع استدلال مماثل عندما يكون فرق المسير بين المنبع الأول والأخير هو 2λ. يمكن مثلا في هذه الحالة تقسيم الشق إلى أربعة قطع وكل قطعة تشمل على عدد كبير من المنابع. تنعدم المنابع في القطعة الأولى AB وفي القطعة الثانية BC مثنى نثنى ويكون كذلك بالنسبة لمنابع القطعتين CD وDE. وعليه يكون لدينا تداخل هدّام تام عندما : $a \sin\theta = 2\lambda$.



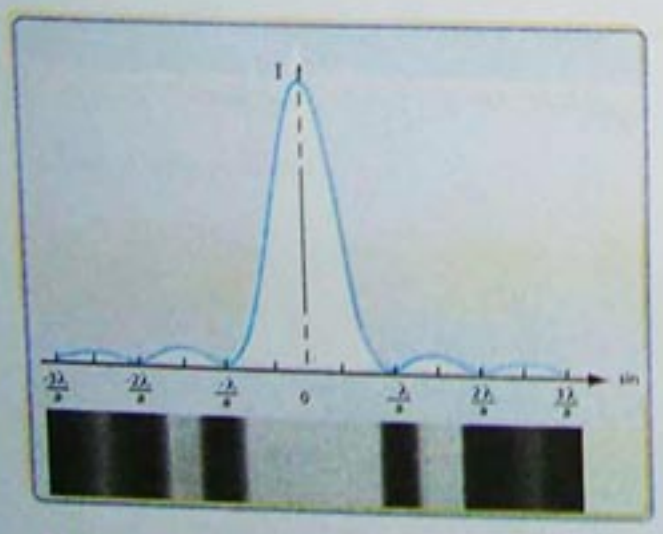
الوثيقة 55 : تقسم الفتحة إلى 4 قطع. إذا كان فرق المسار بين الأمواج الصادرة من الأعلى ومن الأسفل مساويا لـ 2λ يكون التداخل هداما بين المنابع في المناطق AB و BC وبين تلك في المناطق CD و DE.

نستمر في تقسيم الفتحة، فنجد أنه يُوجد تداخل هدّام تام، بمعنى أن المناطق المظلمة تكون بحيث : $a \sin\theta = k\lambda$

حيث : $k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \ldots$

المنطقة المظلمة الأولى تحدث عندما : $\sin\theta = \frac{\lambda}{a}$

إذا كانت θ صغيرة يكون لدينا : $\theta(\text{rad}) \approx \frac{\lambda}{a}$



الوثيقة 56 : انعراج ناتج عن فتحة بسيطة تظهر الوثيقة شدة الحلقات المضيئة ووضع المناطق المظلمة.

2.3. انتشار الضوء في الفراغ

1.2.3. سرعة الضوء

إن تجربة ألبير ميكالسون تُعدّ من أحسن التقنيات لقياس سرعة الضوء حيث تمّ أخذ قياسات لمدة 40 سنة (1880 – 1920) في جنوب كاليفورنيا.

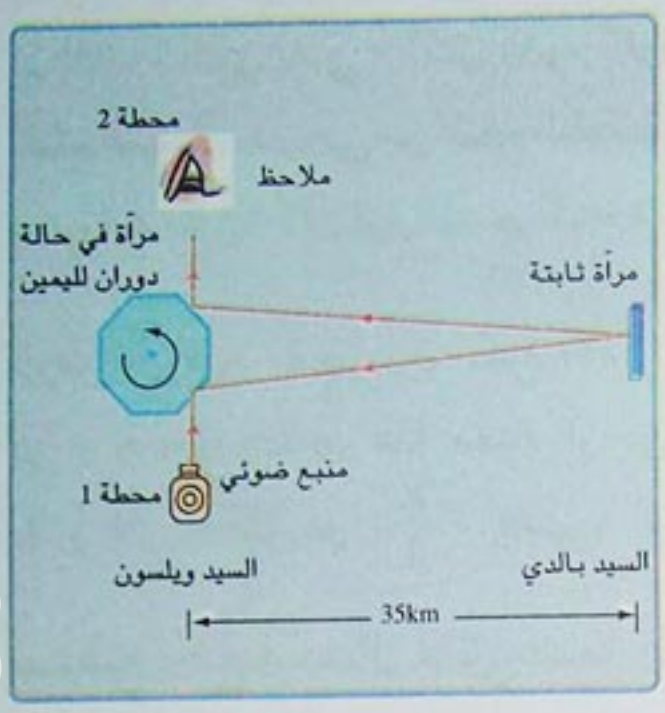
في هذه التجربة تمّ توجيه ضوء منبع على أحد سطوح مرآة ذات ثمانية سطوح لها حركة دورانية. ينتشر الضوء المنعكس نحو مرآة ثابتة موضوعة

elbassair.net

على مسافة بعيدة (35 km) وينعكس ثانية ليعود. بأخذ سرعة دوران ملائمة للمرآة ينعكس الشعاع المنعكس من جديد على أحد أوجه المرآة لتتمكّن رؤيته من طرف مُشاهد بواسطة تليسكوب. إذا تمّ تغيير سرعة الدوران قليلا فإن الضوء المنعكس لا تتم مُشاهدته. بمعرفة سرعة دوران المرآة والمسافة بين المحطتين تمّ حساب سرعة الضوء. إن القيمة المقبولة حاليا لسرعة الضوء هي :

$c = 2,997\,924\,58 \times 10^8\ m.s^{-1}$ التي يتم تقريبها $c = 3 \times 10^8\ m.s^{-1}$

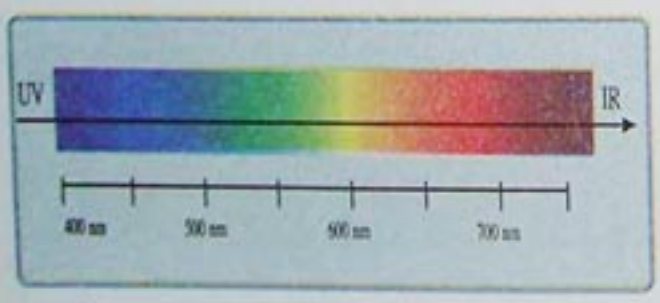
من المتعارف عليه أن c تمثل سرعة الضوء في الفراغ أو في الهواء. إن هذا المقدار أساسي حيث يسمح بتعريف السرعة الحدّية التي يمكن أن يصل إليها جسم. لا يمكن لأي جسم أن تتجاوز سرعته سرعة الضوء.



الوثيقة 57 : تجربة ميكلسان لحساب سرعة انتشار الضوء.

2.2.3. طول وتواتر الموجة

الخاصيتان الأكثر أهميّة مُسيُرتان بحدود النّظرية التّموجيّة للضوء. هاتان الخاصيتان هما الشّدة أو الإضاءة (luminosité) واللون. إن شدة الضوء هي عبارة عن الطاقة المحمولة في الثانية، إنها تتعلق بمربّع السّعة للموجة مثلها مثل جميع الأمواج. إن لون الضوء يتعلق بطول الموجة أو التواتر. إن الضوء المرئي وهو الذي تحسّ به عيوننا، أطوال موجاته تمتدّ من 400 nm إلى 750 nm. يُدعى هذا الطيف المرئي. يوجد داخل هذا الطيف جميع الألوان من البنفسجي إلى الأحمر. الضوء الذي يكون طول موجته أقل من 400 nm يُدعى فوق البنفسجي (UV) والضوء الذي يكون طول موجته أكبر من 750 nm يُدعى تحت الأحمر (IR) . على الرغم من عدم حساسية العين للألوان فوق البنفسجية وتحت الحمراء إلا أن هناك أفلامًا سينمائية تُعوض بهذه الألوان.



الوثيقة 58 : تمتدّ أطوال الموجات لأشعّة الضّوء المرئية من 400 nm (بنفسجي) إلى 750 nm (أحمر).

تعرف الأشعة فوق البنفسجية بتأثيرها على الجلد : مثل لفحة الشمس "Bronzage"، سرطان الجلد، بينما تصدر الأشعة تحت الحمراء من الأجسام المسخّنة، مثلا لوحة الطّهي. يُستعمل جهاز التّحكّم عن بعد الأشعة تحت الحمراء.

تتميّز الموجة الضوئية أو الاشعاع الضوئي بطول موجة : $\lambda = cT = \frac{c}{f}$

حيث : طول الموجة بالمتر (m) : λ

سرعة الضوء $(m.s^{-1})$: c

الدور بالثانية (s) : T

التواتر بالهرتز (Hz) : f

elbassair.net

يُحسب تواتر الموجة الضوئية بالعلاقة : $f = \frac{c}{\lambda}$. نجد بالنسبة للاشعاع الأحمر : $\lambda_r = 8{,}0 \times 10^{-7}\,m$ ، $f_r = 3{,}8 \times 10^{14}\,Hz$ وللاشعاع البنفسجي : $\lambda_v = 4{,}0 \times 10^{-7}\,m$ ، $f_v = 7{,}5 \times 10^{14}\,Hz$

3.2.3. الضوء وحيد اللون والضوء الأبيض

يوافق طول موجة معيّنة في الفراغ لونًا معيّنا بدقة يُدعى الضوء وحيد اللون (monochromatique). مثلا الليزر الأحمر المستعمل في المؤسسات التعليمية يصدر ضوءًا ملوّنا طول موجته 632,8 nm. عكس ذلك يتشكل الضوء متعدد الألوان من عدة إشعاعات مختلفة وحيدة اللون : الحمراء، الصفراء، الخضراء، الزرقاء والبنفسجية. يتشكّل الضوء الأبيض من عدد غير متناه من الأضواء وحيدة اللون.



الوثيقة 59 : ينتج قوس قزح عن ضوء الشمس الذي يتأثر بقطرات الماء المحتواة في الجو. يمتلك كل الاشعاعات الضوئية المرئية.

3.3. ظواهر التبدّد

1.3.3. معامل انكسار وسط :

ينتشر الضوء في أوساط شفافة مثل الهواء، الماء، الزجاج، الماس ...

إذا كانت v سرعة الاشعاع الضوئي وحيد اللون في وسط معيّن، يُعرّف معامل الانكسار لهذا الوسط للاشعاع المعيّن بالعلاقة :

$$n = \frac{c}{v}$$

حيث n عدد لا بعد له. قرينة الانكسار للفراغ أو للهواء يساوي الوحدة. معاملات الانكسار للأوساط الأخرى تكون أكبر من واحد.

وسط	معامل n
هواء	1,000 3
ماء	1,33
زجاج	1,50
بلّور	1,60
زركون	1,923
ألماس	2,409

الوثيقة 60 : معامل الانكسار لعدة أوساط شفافة.

2.3.3. تبدّد الضوء الأبيض

بإمكان الموشور تفريق الضوء الأبيض إلى ألوان قوس قزح. يحدث ذلك لأن قرينة الانكسار لمادّة يرتبط بطول الموجة. إن الضوء الأبيض يتشكّل من مزيج من كل أطوال الموجات المرئية وعندما تسقط على موشور يتمّ تعريف مختلف أطوال الموجات بزوايا مختلفة. ولأن قرينة الانكسار تكون أكبر لأطوال الموجات الأقصر فإن الضوء البنفسجي هو الأكثر انحرافًا والأحمر الأقل انحرافًا. يُدعى تحلّل الضوء الأبيض إلى طيف من الألوان تبدّدًا. نقول إن زجاج الموشور وسط مبدّد.



الوثيقة 61 : تنحرف الاشعاعات البنفسجية بواسطة الموشور أكثر من الاشعاعات الحمراء.

تُعتبر أقواس قزح مثالا نموذجيا للتبدّد بواسطة قطرات الماء. بإمكانكم رؤية قوس قزح عندما تشاهدون سقوط المطر بوجود الشمس خلفكم.

elbassair.net

تُوضّح (وثيقة 62) كيفية انحراف الأشعة الحمراء والبنفسجية بقطيرات من الماء وانعكاسها بواسطة السطح الخلفي. الأحمر هو الأقل انحرافًا ويصل إلى العين انطلاقًا من قطيرة تكون الأكثر علوًا في السماء وعليه يكون أعلى قوس قزح هو اللون الأحمر.



الوثيقة 62 : مخطط الاشعاعات يظهر كيفية تشكل قوس قزح.

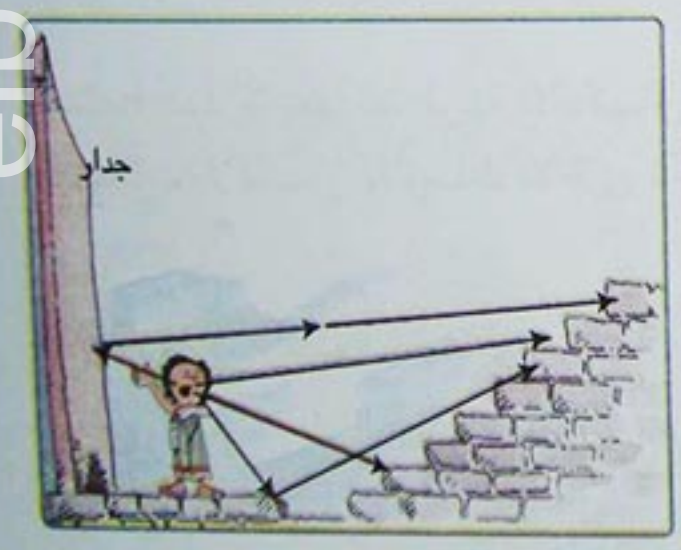
إن لمعان الألماس يحدث بفضل تركيب لظواهر التبدّد والانعكاس الداخلي الكلي. لكون معامل الانكسار للألماس عاليا جدًا يقارب 2,4، فإن الزاوية الحدّية لانعكاس كلّي داخلي تساوي فقط 25^0. ينعكس الضوء الساقط بواسطة عدّة سطوح داخلية قبل أن يسقط على سطح بزاوية أقل من 25^0 ليتمكّن من البروز. بعد عدّة انعكاسات يكون الضوء قد تحوّل بما فيه الكفاية، بما يسمح للألوان أن تتفرّق جيّدا حتى تتمكّن العين من رؤيتها، كل لون على حدة، وبصفة لامعة عند مغادرتها للبلّورة.

4. انتشار الصوت

1.4. ظواهر الانعكاس والانعراج

1.1.4. الانعكاس :

تمتلك المسارح الرومانية خاصية صوتية جيدة. بفضل الانعكاس يتمكن الحاضرون من الاستماع الجيّد إلى الممثّل من كل مكان من المدرّجات. تكون الخشبة في هذه المسارح مرفوعة قليلا بالنسبة إلى المدرجات الأولى بواسطة طبقة خشنة وتحمى من الخلف بواسطة جدار عال. تنعكس أصوات الممثلين على الجدار وعلى المدرّجات فيصل الصوت إلى كل مكان في المسرح.



الوثيقة 63 : المسرح الروماني يبين النوعية الصوتية الجيدة بفضل ظاهرة الانعكاس.

إن الانعكاس يستخدم كثيرًا للحماية من أضرار الضوضاء. عادة ما توضع حواجز عاكسة ضد الضوضاء بمحاذاة الطرق السريعة والسّكك الحديدية عند اختراقها للمدن.

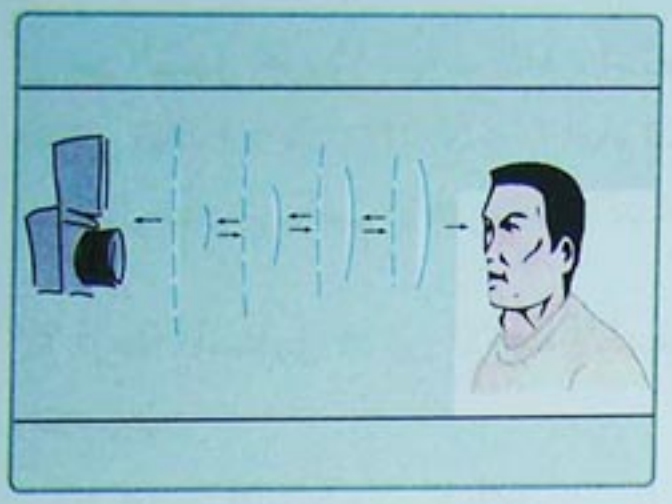
بالفعل إن تطبيقات الانعكاس الضوئي متعدّدة جدًا وخاصة في مجال فوق الصّوتيات، أي تواترات فوق 20 kHz.

يوجد تطبيق بسيط حاليا في أجهزة التصوير يتمثّل في التجميع الذاتي الذي يسمح بضبط آلي للجهاز للحصول على صورة واضحة. يتمّ في هذا التطبيق إصدار اشارة فوق صوتية من الكاميرا. تنتشر هذه الاشارة حتى تصل إلى الشيء المراد تصويره، والذي يعكسها. يمتلك الجهاز خليّة تلتقط الصوت المنعكس. يتمّ ضبط الصّورة حسب المسافة المحسوبة

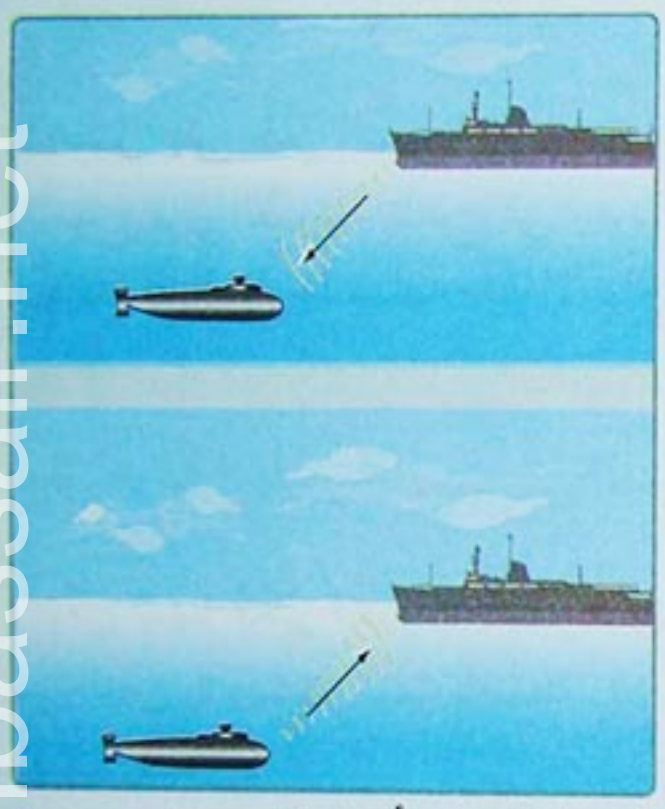
elbassair.net

بين الجهاز والشيء. يُقدّر زمن الذهاب والعودة للموجة فوق الصوتية بعشر الثانية (0,1 s).

هناك استخدام عملي آخر لانعكاس الأمواج فوق الصوتية هو مسبار الصوت Sonar. تنعكس الأمواج فوق الصوتية ذات التواتر العالي والتي تنتشر على مسافات بعيدة على الحواجز. هذه الخاصية هي التي يستعملها جهاز Sonar. إنه يمتلك "جهاز ارسال واستقبال" والذي يصدر اضطرابات فوق صوتية قصيرة نوعًا ما (1 - 2 ms) في مخروط ضيّق جدًا. تعكس الحواجز مثل قاع البحار، أسراب الأسماك والغوّاصات إلى السونار الذي يستعمل للالتقاط بين مجموعتين من الارسال. بمعرفة سرعة انتشار فوق الصوتيات في الماء، يحدّد قياس المدّة بين الارسال وصداه المسافة بين الباخرة والحاجز. كما يمكّن معرفة أو تحديد اتجاه الحزمة فوق الصوتية وكذلك معرفة اتجاه الحاجز. هكذا يكون من الممكن تحديد قاع البحار، برسم خريطة للقاع وحتى معرفة مكان تواجد أسراب الأسماك بالنسبة للصيادين.



الوثيقة 64 : يحصل التركيز الذاتي بفضل انعكاس اضطراب فوق الصوت الذي يسمح بالضبط الأوتوماتيكي لجهاز التصوير.



الوثيقة 65 : مبدأ Sonar حيث تصدر موجة من الباخرة. تنعكس هذه الموجة من طرف الغواصة المكتشفة من الباخرة. يظهر السهم الأسود انتقال الموجة.

تستخدم فوق الصوتيات في الطب في الفحوص والعلاج. يعتمد في العلاج على إتلاف الأنسجة أو الشيء غير المرغوب فيه في الجسم مثل الأورام أو الحصى في الكلى، حيث يتمّ توجيه أمواج فوق الصوتية لها شدة عالية (10^7 W/m^2) للعناصر المُراد اتلافها.

إن استخدام الأمواج فوق الصوتية للفحص الطّبي أكثر تعقيدًا ويُعتبر تطبيقًا جدّ مهمّ للمفاهيم الفيزيائية. إن تقنية (اضطراب-صدى) تُطبّق مثل السونار، يتمّ توجيه اشارة لها تواتر عال على الجسم حيث ينعكس بواسطة الحدود والسطوح الداخلية بين الأعضاء وبقيّة المكوّنات والجروح على الجسم ويتمّ التقاطها باستخدام هذه التّقنيّة يُمكن التّمييز بين الأورام، الخلايا الأخرى غير الطبيعيّة وأكياس السّوائل، يُمكن فحص حركة الصّمامات القلبية وتطوّر جنين كما يُمكن الحصول على معلومات حول مختلف الأعضاء للجسم مثل الدّماغ، القلب، الكبد والكلى.

إن فوق الصوتيات لا تُعوّض أشعّة X لبعض الفحوص، إلاّ أن استخدامها لا يُؤدّي إلى أعراض ثانوية.



الوثيقة 66 : استخدام فوق الصوتيات في إطار التصوير بالصدى لفحص تطور الجنين.

2.1.4. الانعراج :

بما أن الصّوت يُعتبر كأمواج فإنّه يتعرّض للانعراج، بالنّظر إلى طول موجته والتي تكون في حدود المتر، فإن كل الحواجز والفتحات العادية تُؤدّي إلى انعراج الصوت. وعليه يكون من الصّعب الاحتماء من الضوضاء.

elbassair.net

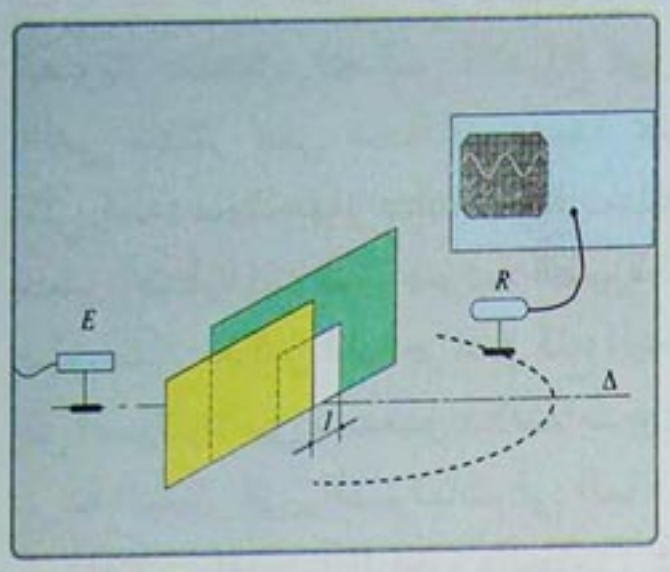
إن الانعراج يسمح لنا بسماع الشيء حتى ولم نتمكّن من رُؤيته.

إن من السّهل تجريبيًا إثبات ظاهرة الانعراج. نضع مثلاً جهاز ارسال فوق صوتي ($f = 50\ kHz\ ,\ \lambda = 1\ cm$) أمام شاشة بها فتحة ونضع خلفها جهاز استقبال متّصل براسم الاهتزازات لالتقاط الاشارة (وثيقة 67).

إذا أزحنا المستقبل R من الإتّجاه الرئيسي لفوق الصوتيات نحصل على وضعيتين :

- إذا كانت الفتحة واسعة أكثر من السنتمتر، فإن جهاز الاستقبال لا يلتقط شيئا.
- إذا كانت الفتحة ضيّقة أقل من السنتمتر، فإن جهاز الاستقبال يلتقط فوق الصّوتية.

نتحصّل على نفس النّتيجة إذا استخدمنا حاجزًا بدل الشّق. نرى إذًا أن الأمواج فوق الصّوتية تنعرج في وجود حاجز أو قطع فتحات لها أبعاد مُكافئة لطول الموجة مثلها مثل الأمواج الأخرى.



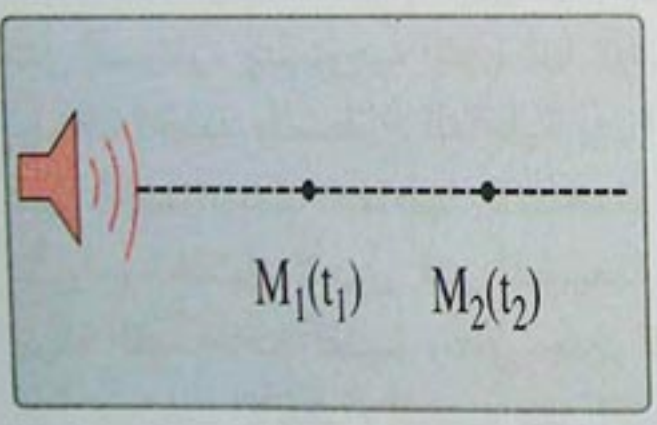
الوثيقة 67 : تجهيز لدراسة فوق الصوتيات بواسطة فتحة، يزاح المستقبل R من الاتجاه الأساسي للانتشار Δ. يكون عرض الفتحة قابلا للضبط بفضل شاشة متزحلقة أمام شاشة أخرى.

2.4. سرعة انتشار الصوت في الهواء وفي الأوساط المادية

ليكن لدينا مُكبّر الصوت يصدر صوتا، إن الاضطراب يمرّ بالنّقطة M_1 في الزمن t_1 وينتشر ليمرّ بالنقطة M_2 في الزمن t_2. السرعة v للصّوت تُعرّف بالعلاقة :

$$v = \frac{d(M_1 M_2)}{t_2 - t_1}$$

حيث $d(M_1 . M_2)$ هي المسافة بين M_1 و M_2 بالمتر (m) ، t_1 و t_2 يُعبّر عنهما بالثانية (s) و v بـ ($m.s^{-1}$).



الوثيقة 68 : تكون سرعة الصوت .

$$v = \frac{d(M_1 M_2)}{t_2 - t_1}$$

لا تتعلق سرعة الصوت بخصائص الصّوت الصّادر ولكن بدرجة الحرارة. إنها تقارب $340\ m.s^{-1}$ في درجة الحرارة العادية ($\approx 20\ °C$).

في السوائل، مثل الماء، تكون سرعة الصّوت أكبر، إنها تصل إلى $1\ 500\ m.s^{-1}$. إنها تزداد كثيرًا في الأجسام الصّلبة حيث تصل في الحديد إلى $6\ 000\ m.s^{-1}$. إن الأجسام الصّلبة تنقل إذًا جيّدًا الصوت. إنّ سمّاعة الطبيب تعتمد على هذا المبدإ. تختلف سرعة الصّوت من جسم صلب لآخر، إنها تُستعمل للدراسة الجيولوجية للقشرة الأرضية من خلال تحاليل صدى الصوت الذي تحدثه الانفجارات تحت الأرض.

elbassair.net

من السّهل استعمال الأمواج الصوتية الجيبية لاثبات أن سرعة الانتشار لا ترتبط بخصائص الموجة، ولكن ترتبط بالوسط. إذا غيّرنا تواتر الموجة باستعمال مولّد للتّواترات المنخفضة وبحثنا في كل حالة عن طول الموجة الموافقة، نجد أن النسبة $\frac{\lambda}{T}$ ثابتة من أجل نفس الوسط. هذه النسبة تُمثّل سرعة الانتشار v بـ $m.s^{-1}$.

f(Hz)	1 000	1 500	2 000	2 500
t(s)	$1,00.10^{-3}$	$0,67.10^{-3}$	$0,50.10^{-3}$	$0,40.10^{-3}$
λ(m)	0,34	0,23	0,17	0,14
$\frac{\lambda}{T}$ $(m.s^{-1})$	340	345	340	350

الوثيقة 69 : جدول يبين أن $v = \frac{\lambda}{T}$ ثابت لا يرتبط بخواص الموجة λ و T . بينما ترتبط السرعة v بالوسط

3.4. ظاهرة دوبلر

1.3.4. مفهوم ظاهرة دوبلر :

ظاهرة دوبلر، تُطلق على تغيير التواتر لموجة ناتج عن حركة المنبع أو حركة المشاهد.

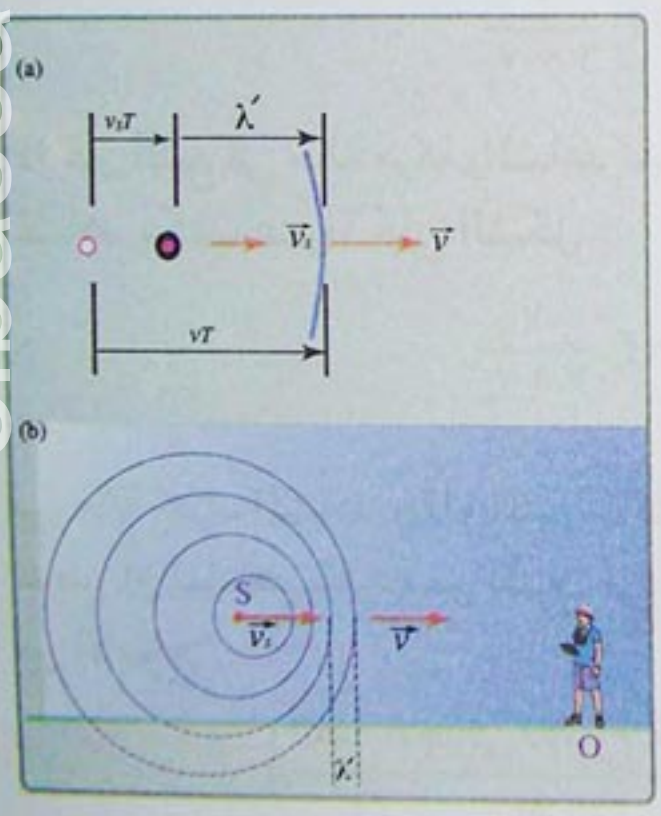
نفرض تحرّك منبع للأمواج الصّوتية من اليسار إلى اليمين، كما نفرض أن المنبع يتحرّك بسرعة أقلّ من سرعة الصّوت في الهواء. نعلم أن هذه السّرعة لا تتغيّر، إنها تُقارب $340\ ms^{-1}$ في درجة الحرارة العادية.

إن الأمواج الصّوتية الصّادرة عن المنبع لها تواترات خاصّة وعليه يكون طول الموجة مُحدّدا بدقّة مع وجود جبهات أمواج دائرية. إن تحرّك المنبع معناه أن جبهة الموجة تكون منضغطة بين المنبع والمشاهد عندما يتحرّك المنبع نحو المُشاهد. هذا معناه أن المُشاهد السّاكن يلتقط أمواجًا صوتية لها طول موجة مُختزل يُوافق تواتر أعلى من الأمواج الصّوتية. الظّاهرة النّاتجة هي أن المُشاهد يسمع صوتا تواتره أعلى من تواتر الصوت المنبعث من المنبع.

يظهر تحليل مُماثل بسرعة أنه إذا كان المنبع يبتعد عن المُشاهد، فإن الصّوت المُلتقط يكون له تواتر منخفض. يُمكن كذلك التقاط فارق في التواتر إذا كان المنبع ساكنًا والمُشاهد متحركا.

عندما تمرّ سيّارة شرطة أو سيّارة إسعاف بجانبك بإمكانك أن تسمع فارقا في الصوت عندما يمرّ من التواتر العالي إلى التواتر المنخفض، إن هذا يرتفع عندما تقترب السيارة منك، ينقص عندما تبتعد عنك.

مثال آخر هو الرّادارات الكاشفة المُستعملة لقياس سرعة السيارات المتحرّكة. يتمّ ذلك بقياس التّغيّر في تواتر الأمواج المنعكسة. إن هذه التّقنيّة تُستعمل كثيرًا في الطّب لحساب سُرعة الدّم في العروق، ومراقبة حركة الصدر للأجنة الحديثة من أجل مراقبة نمط نبضات القلب.

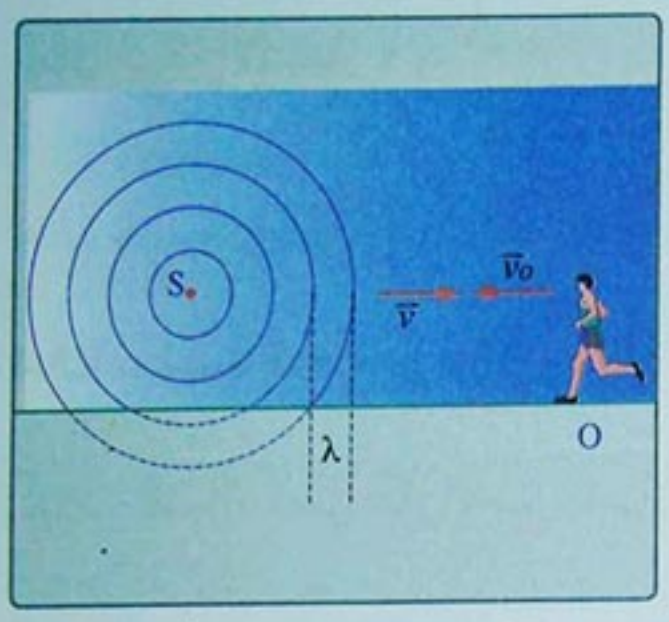


الوثيقة 70 : a) في دور يقطع المنبع $v_s \times T$ بينما يقطع سطح الموجة $v \times T$ حيث T هو الدور الطبيعي للمنبع. تكون المسافة بين سطحي الموجة أي طول موجة مغيرة.
b) طول الموجة أمام المنبع المتحرك تكون أقل من العادية بينما في الخلف تكون أعلى من العادية.

elbassair.net

2.3.4. دراسة نظرية لظاهرة دوبلر :

نستعمل الرمز (s) للمنبع والرمز (o) للمشاهد في الإثبات. تكتب السرعات مثلا v_s و v_o حيث v_s سرعة المنبع و v_o سرعة المشاهد و v سرعة الصوت الصادر من المنبع.



الوثيقة 71 : ينتج منبع ساكن أمواج كروية. مطال سرعة الأمواج بالنسبة لمشاهد O الذي يقترب من المنبع هو $(v + v_0)$.

نفرض أن المنبع في حالة حركة باتجاه المشاهد. يتم خلال الزمن Δt انضغاط عدد من الأمواج $f_s \times \Delta t$ في مسافة قدرها $\Delta t(v - v_s)$. يكون طول الموجة التي يستقبلها المشاهد λ_0 هو :

$$\lambda_0 = \frac{\text{مسافة}}{\text{عدد الموجات}} = \frac{(v - v_s)\,\Delta t}{f_s \Delta t} = \frac{v - v_s}{f_s}$$

التواتر الذي يستقبله المشاهد هو :

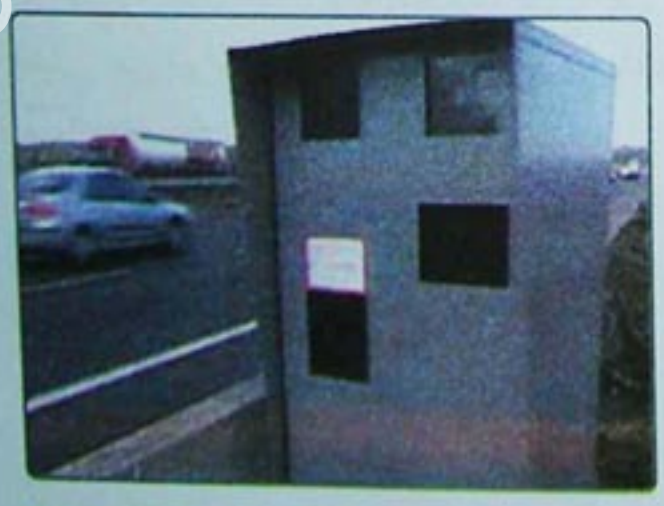
$$f_o = \frac{v}{\lambda_o} = f_s \frac{v}{v - v_s}$$

أما إذا كان المنبع يتحرك مبتعدا عن المشاهد نتحصل بنفس طريقة الإثبات على طول موجة يكون أكبر وعليه يكون التواتر أصغر :

$$f_o = f_s \frac{v}{v + v_s}$$

إذا كان المنبع في حالة حركة والمشاهد ثابتا ، فإن التواتر الملاحظ من طرف المشاهد يكتب عموما على الشكل :

$$f_o = f_s \frac{v}{v \pm v_s}$$



الوثيقة 72 : الرادار الكاشف عن سرعة السيارات وتصوير لوحة الترقيم ووجه السائق.

في حالة تحرك المشاهد وبقاء المنبع ساكنا تختلف حينئذ طريقة الإثبات. نفرض أن المشاهد يقترب من المنبع، في هذه الحالة يستقبل عددا إضافيا من الأمواج.

$$f_o = f_s + \left(\frac{\text{العدد الاضافي للأمواج خلال } \Delta t}{\Delta t}\right)$$

$$f_o = f_s + \frac{v_o \Delta t}{\lambda \Delta t} = f_s + \frac{v_o}{\lambda} = f_s + f_s \frac{v_o}{v} = f_s\left(1 + \frac{v_o}{v}\right)$$

وعليه إذا : $f_o = f_s \frac{v + v_o}{v}$

في حالة ابتعاد المشاهد عن المنبع، نفس طريقة الإثبات تعطي تواترا أصغر.

$$f_o = f_s \frac{v - v_o}{v}$$

elbassair.net

في حالة حركة المشاهد وبقاء المنبع ساكنا يكتب التواتر بصفة عامة :

$$f_o = f_s \frac{v \pm v_o}{v}$$

يمكن توحيد المعادلتين المتحصل عليهما في معادلة واحدة تكون جامعة لكل الحالات :

$$f_o = f_s \frac{v \pm v_o}{v \pm v_s}$$

كمثال على ذلك نأخذ سيارة شرطة تسير بسرعة 50 m/s في نفس الاتجاه لشاحنة تسير بسرعة 25 m/s. تواتر صفارة سيارة الشرطة هو 1 200 Hz. إذا كانت قيمة سرعة الصوت في الهواء هي 340 m/s، ما هو التواتر المسموع من طرف سائق الشاحنة إذا كانت سيارة الشرطة خلف الشاحنة في الحالة الأولى (وثيقة 74a) وقبلها في الحالة الثانية (وثيقة 74b) ؟

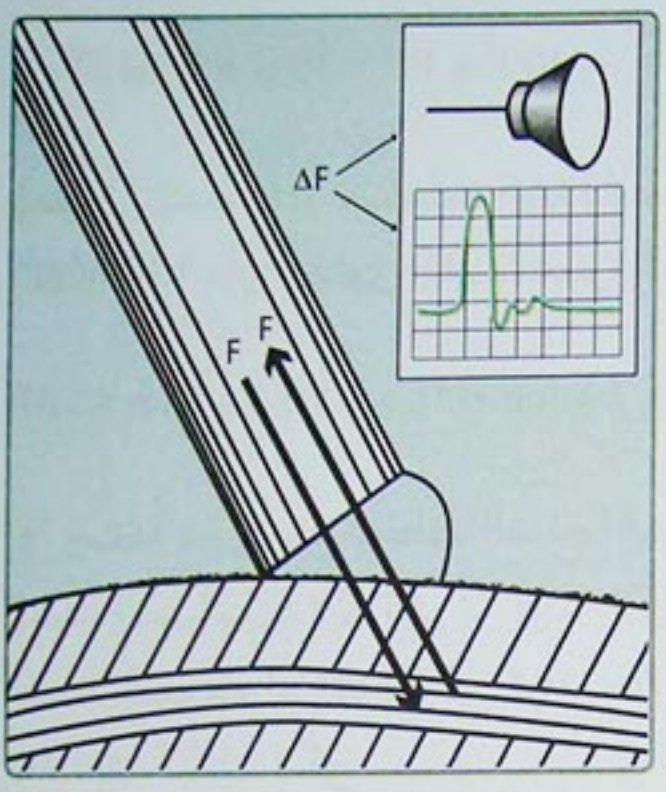
إن الإجابات في هذا المثال تكون فورية.

- إذا كانت سيارة الشرطة خلف الشاحنة فإن المنبع يقترب من المشاهد وعليه فإن التواتر يزداد والمشاهد يبتعد، وعليه فإن التواتر ينقص. تكتب المعادلة إذا :

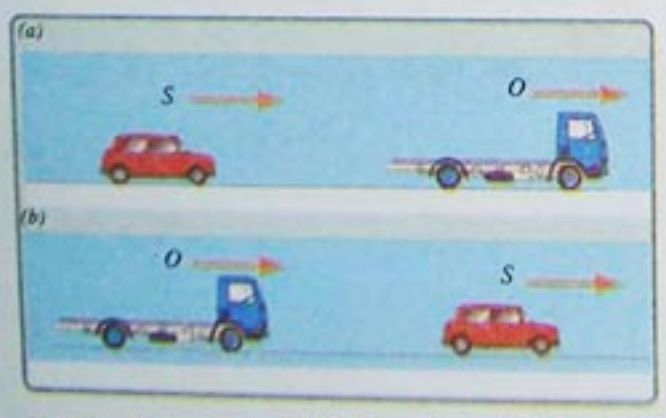
$$f_o = f_s \frac{v - v_o}{v - v_s} = \left(\frac{315}{290}\right) 1\,200\ \text{Hz} = 1\,303\ \text{Hz}$$

- إذا كانت سيارة الشرطة قبل الشاحنة، يبتعد المنبع مما ينقص من التواتر واقتراب المشاهد يزيد من التواتر وتكتب المعادلة إذا :

$$f_o = f_s \frac{v + v_o}{v + v_s} = \left(\frac{365}{390}\right) 1\,200\ \text{Hz} = 1\,123\ \text{Hz}$$



الوثيقة 73 : فحص دوبلر يستعمل لتحليل سرعة تدفق الدم.



الوثيقة 74 : a) حركة المنبع تؤدي إلى زيادة التواتر الملاحظ . حركة المشاهد تؤدي إلى تناقصه.
b) حركة المنبع تؤدي إلى تناقص التواتر الملاحظ . حركة المشاهد تؤدي إلى زيادته.

4.4. التواترات المسموعة وغير المسموعة

لا نستطيع التحدث عن تواترات مسموعة دون التطرق إلى الشدة الصوتية لأن الأذن تستقبل الأصوات ذات نفس التواتر والتي لها شدات صوتية مختلفة بطرق مختلفة.

في العادة تستقبل الأذن العادية أصواتا لها تواترات من 15 Hz إلى 20 000 Hz، ينقص هذا المجال مع التقدم في السن. الأصوات المسموعة لها شدة صوتية محصورة بين $10^{-12}\ \text{W.m}^{-2}$ التي تمثل الحد الأدنى للسمع و $100\ \text{W.m}^{-2}$ التي تمثل حد الإحساس المؤلم.

يعرف مستوى الشدة الصوتية بـ : $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$

elbassair.net

حيث I_0 تمثل الشدة الصوتية المرجعية التي تساوي $I_0 = 10^{-12}\,W.m^{-2}$ والتي تمثل الحد السمعي. مستوى الشدة الصوتية يعبر عنه بالديسبال (dB). مثلا، إذا أنتج مكبر الصوت في قاعة شدة صوتية $10^{-4}W.m^{-2}$ يكون لدينا شدة سمعية :

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{10^{-4}}{10^{-12}} = 10 \log 10^8 = 10 \times 8 = 80\ dB$$

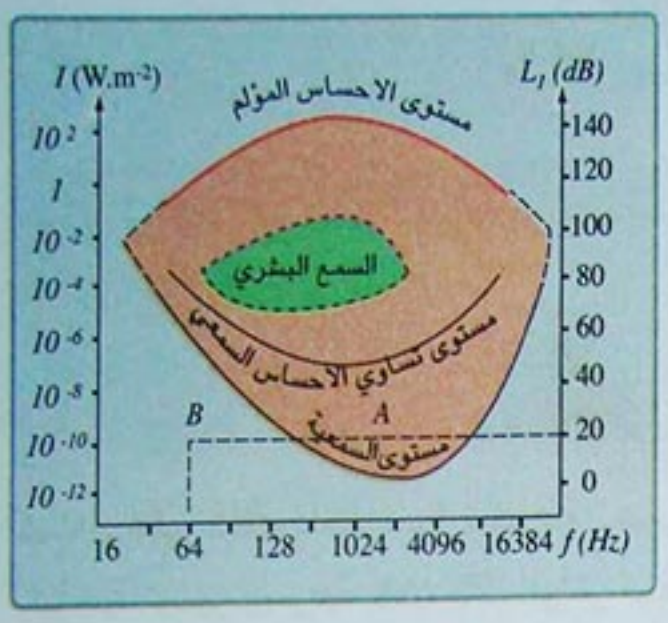
يجب أن ننتبه، إذا تضاعفت الشدة الصوتية بإضافة مكبر صوت آخر بـ $10^{-4}\,W.m^{-2}$ فإن مستوى الشدة الصوتية يزداد بـ 3 dB، لدينا في مثالنا :

$$L = 10 \log \frac{2 \times 10^{-4}}{10^{-12}} = 10\,[\log 2 + \log 10^8] = 10(0{,}3 + 8) = 83\ dB$$

إذا رسمنا ما يسمى بمخطط السمع الذي يظهر الشدة الصوتية ومستوى الشدة الصوتية بدلالة التواتر فإننا نرى أنه يمكن سماع صوت مستوى الشدة الصوتية له 20 dB في تواتر 1 024 Hz بينما لا يسمع في تواتر 64 Hz. كذلك يمكن سماع صوت تواتره 64 Hz لمستوى شدة صوتية 80 dB بينما لا يمكن سماعه بمستوى شدة صوتية 40 dB .

يسمح مخطط السمع بالحصول على منحنى يعطي حد السمع الموافق لمستوى الشدة الصوتية الصغرى التي تعطي إحساسا للأذن.

يسمح مخطط السمع الذي يعطي حد الطرش الموافق لمستوى الشدة الصوتية التي تحدث احساسا مؤلما وخطيرا على الأذن. كما يعطي مخطط السمع كذلك منحنيات لها نفس الإحساس السمعي الذي يظهر لنا أنه يمكن اعتبار أن الصوت هو نفسه إذا غيرنا التواتر والشدة الصوتية. يمكن بسهولة ملاحظة أن الإحساس الأعظمي لآذاننا يتواجد في حدود 3 000 Hz .



الوثيقة 75 : مخطط السمع البشري.



الوثيقة 76 : سلم المستويات الصوتية وتأثيرها على الجسم. الفترات المبينة توافق تلك التي تتحملها الأذن بدون خطر.

5. الأمواج الكهرومغناطيسية

1.5. ترتيب الأمواج الكهرومغناطيسية

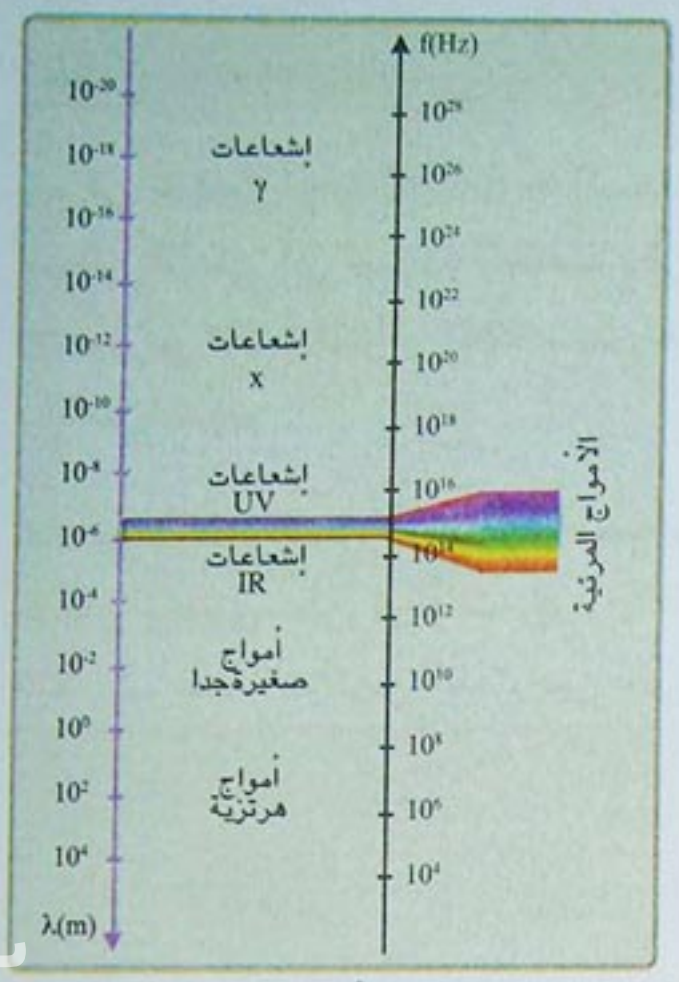
إن الضوء المرئي هو عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية. لدينا مثلا الأمواج الهرتزية المستعملة في الراديو والتلفزيون. تم إنتاج أو كشف الأمواج أو الأشعة الكهرومغناطيسية في مجال واسع للتواترات. عامة ما يتم تمثيلها على ما يسمى طيف الأمواج الكهرومغناطيسية.

يمكن انتاج الأمواج الهرتزية والأمواج القصيرة جدا في المخابر. يصعب

elbassair.net

الكترونيا انتاج الأمواج التي لها تواترات عالية. هذه الأمواج وأنواع أخرى من الأمواج الكهرومغناطيسية يتم انتاجها بطريقة طبيعية مثل اصدارات الذرات، الجزيئات والأنوية.

عادة ما يتم انتاج الأمواج الكهرومغناطيسية بتسريع الإلكترونات أو جسيمات أخرى مشحونة. مثال آخر هو أشعة X التي تنتج عندما يتم ابطاء إلكترونات سريعة عند التقائها بهدف معدني. وكذلك فإن الضوء المرئي الصادر عن ضوء وهاج عادي ناتج عن إلكترونات متسارعة داخل الأسلاك الساخنة. المهم هو معرفة أن الاشعاعات تحت الحمراء (IR) هي عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية لها تواترات أقل بقليل من تواترات الضوء المرئي، وهي خاصة المسؤولة عن عامل التسخين للشمس. هذا الأخير لا يصدر فقط الضوء المرئي ولكن كذلك كميات هامة من أشعة IR و UV. إن جزيئات جسمنا تدخل في تجاوب مع التواترات تحت الحمراء، وعليه يتم امتصاصها من طرف جلدنا بصفة مفضلة وتؤدي إلى تسخيننا.



الوثيقة 77: مجالات الأمواج الكهرومغناطيسية حسب تواترها f وطول موجتها λ في الفراغ.

إن الانسان يحس بالأمواج الكهرومغناطيسية بطرق مختلفة حسب أطوال موجاتها. إنّ أعيننا تكشف عن أطوال موجات بين 4 و 8×10^{-7} m (ضوء مرئي)، بينما يكشف جلدنا عن موجات لها طول موجة أكبر. بطبيعة الحال هناك أمواج كهرومغناطيسية لا نحس بها إطلاقا.

2.5. إصدار واستقبال الأمواج الكهرومغناطيسية

تسمح الأمواج الكهرومغناطيسية بامكانية ارسال معلومات على مسافات طويلة.



الوثيقة 78 : هوائي ارسال لمحطة راديو.

الآلية التي تستخدمها محطات الراديو لارسال معلومات (صوت وموسيقى) تبدأ بتحويل الصوت إلى اشارة كهربائية بنفس التواتر باستعمال ميكروفون. تدعى هاته الاشارة باشارة أوديو تواتر (اشارة AF) لأن التواترات موجودة في المجال المسموع (20 - 20 000 Hz).
يتم تضخيم هاته الاشارة كهربائيا وتمزج بعد ذلك باشارة راديو تواتر (اشارة RF). يتم اختيار اشارة RF لتنتج تواترا خاصا بكل محطة (مثال ذلك محطة القناة الأولى الجزائرية). يدعى هذا التواتر كذلك بتواتر الموجة الحاملة. محطات الراديو ذات الأمواج AM لها تواترات للموجة الحاملة من 530 kHz حتى 1 600 kHz مثلا 891 AM مخصصة للمحطة الجزائرية تعني المحطة التي لها تواتر للموجة الحاملة 891 kHz.
الإذاعات التي تبث على FM لها تواترات للموجة الحاملة مرتفعة أكثر، بين 88 MHz و 108 MHz.

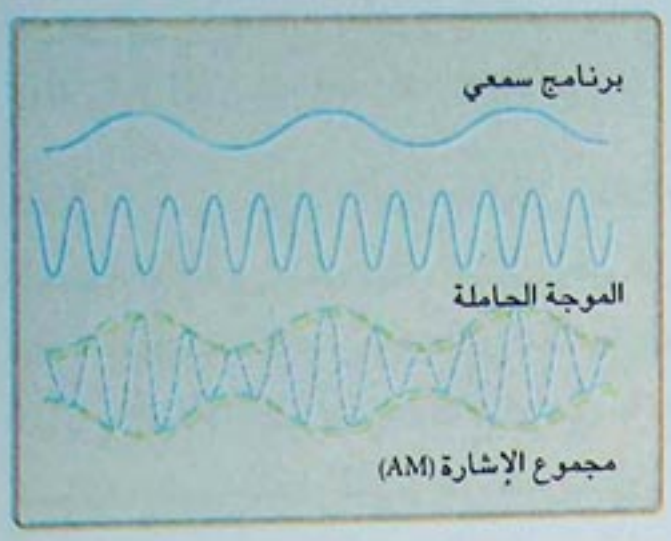


الوثيقة 79 : في أستوديو التسجيل تنتج الاشارات التي يتم بثها عبر هوائي في المحطة.

elbassair.net

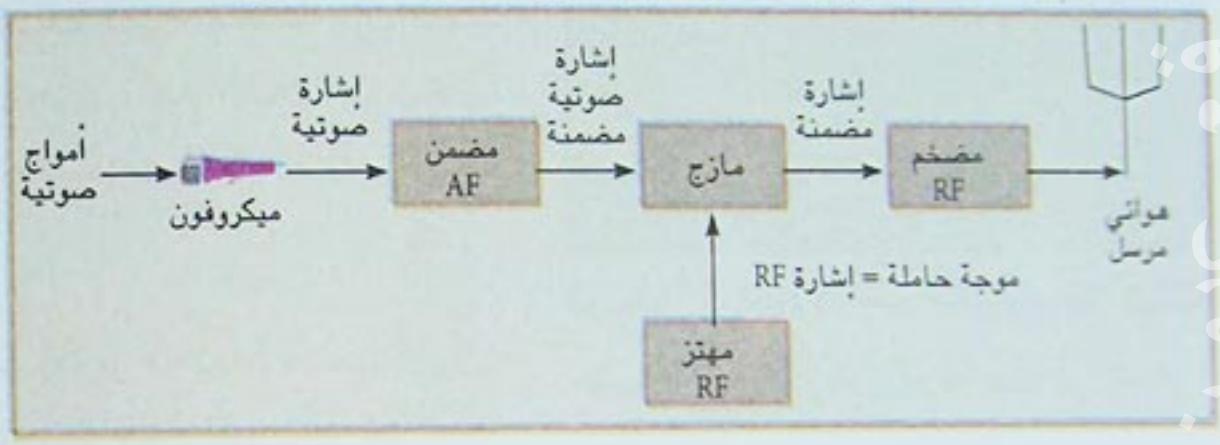
هناك طريقتان لمزج تواترات الراديو وتواترات الموجة الحاملة : بتضمين السعة وبتضمين التواتر.

يتم في تضمين (la modulation) السعات AM (وثيقة 80) تغيير السعة للتواتر الأعلى أي للموجة الحاملة بطريقة تمكنها من الانتقال باشارة أوديو. في تغيير التواتر (FM)، يتم تغيير تواتر الموجة الحاملة بنسبة مع اشارة أوديو.



الوثيقة 80 : تضمين السعة AM.

تضخم الاشارة الممزوجة بواسطة مضخم RF (Radio fréquence) ، لأن الاشارة تحتوي على تواترات راديو (RF) وتبعث بعد ذلك إلى هوائي حيث يتم بعث التواترين الممزوجين على شكل موجة كهرومغناطسية.

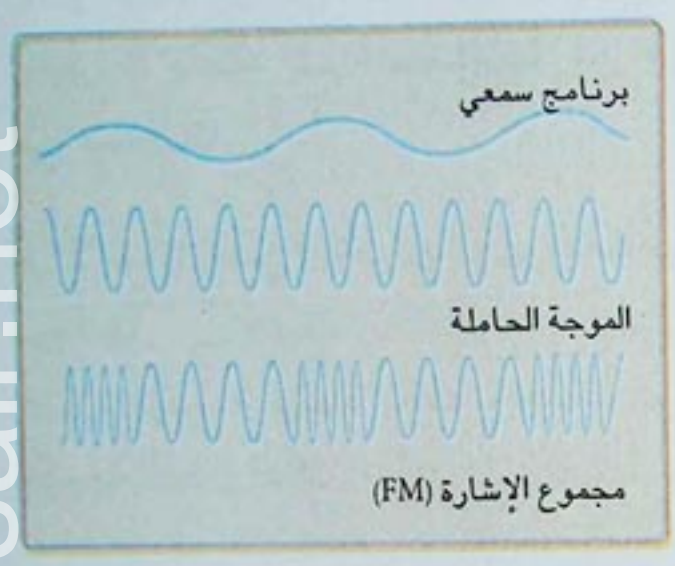


نحاول الآن رؤية ما يحدث في الجهة الأخرى للنظام، بمعنى استقبال اشارة راديو أو تلفاز في المنزل. تستقبل الأمواج الكهرومغناطيسية المرسلة من جميع المحطات بواسطة هوائي. إن الاشارة التي يكشفها الهوائي ويبثها لجهاز الراديو أو التلفزيون تكون جد ضعيفة وتحتوي على جميع تواترات المحطات المختلفة التي تقوم بالبث. ينتقي جهاز الراديو تواتر RF خاص يوافق محطة خاصة باستخدام دارة رنانة ذات ترشيح LC وبتغيير الذاتية أو سعة المكثفة بحيث يتساوى تواتر التجاوب للدارة LC مع تواتر المحطة المختارة. عادة ما يتم تضخيم الاشارة RF قبل وبعد استعمال الترشيح.

تنتقل الاشارة التي تحتوي على الاشارتين أوديو وتلك الموجة الحاملة إلى جهاز نزع التضمين (démodulateur) حيث تتم عملية نزع التضمين أي بفصل اشارة RF للموجة الحاملة عن الاشارة أوديو. تضخم عندئذ اشارة أوديو وترسل إلى مكبر الصوت أو إلى السماعات.

تمتلك أجهزة الاستقبال العصرية مراحل أكثر من التي تعرضنا لها. هناك وسائل عدّة تستخدم لزيادة الحساسية والانتقائية للاشارات والتقليل من تشوه الاشارة الأصلية.

تعمل أجهزة التلفزيون بنفس الطريقة للاشارتين أوديو وفيديو (مسموعة ومرئية). تذهب اشارة أوديو إلى مكبر الصوت واشارة فيديو إلى الشاشة،



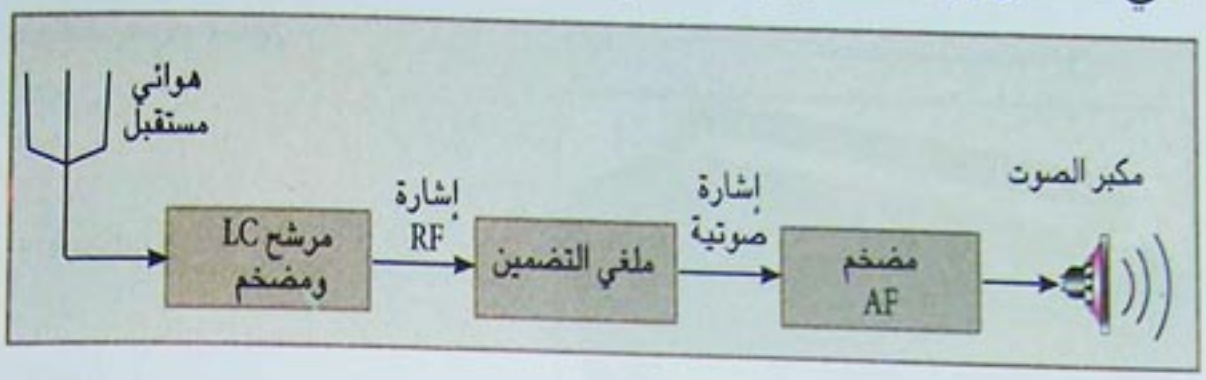
الوثيقة 81 : التضمين بالتواتر FM.



الوثيقة 82 : الأمواج القصيرة ذات التواترات العالية 10^7 Hz تنعكس في الجو وتلتقط بعد ذلك.

elbassair.net

التي تشتغل بواسطة أنبوب مهبطي أو بتقنية أخرى لرؤية الصور.



3.5. تضمين السعة : الموجة الكهرومغناطيسية الحاملة

لتضمين (تغيير - تعديل) سعة موجة هرتزية نتبع الخطوات التالية :

- نضيف إلى اشارة نقل المعلومة (توتر مُضمَّن) مركبة مستمرة E تدعى توتر الفرق للحصول على:

$$u'_s(t) = U_{s\,max} \times \cos(2\pi . f_s . t) + E$$

حيث $U_{s\,max}$ و f_s تمثل سعة وتواتر الاشارة المضمنة.

- نعرف توتر الموجة الحاملة بما يلي :

$$u_p(t) = U_{p\,max} \times \cos(2\pi . f_p . t)$$

حيث $U_{p\,max}$ و f_p تمثل سعة وتواتر الاشارة الحاملة.

- نطبق هاذين التوترين في مداخل المضاعف. في المخرج يعطى المضاعف التوتر المضمّن سِعويا :

$$u_m(t) = ku'_s(t).u_p(t) = k[U_{s\,max}.\cos(2\pi f_s . t) + E] .U_{p\,max}.\cos(2\pi f_p .t)$$

التي يمكن كتابتها على الشكل :

$$u_m(t) = A\,[1 + m.\cos(2\pi f_s . t)]\cos(2\pi f_p . t)$$

حيث: $A = kE . U_{p\,max}$ يمثل سعة التوتر المضمّن و $m = \frac{U_{s\,max}}{E}$ يمثل نسبة التضمين.

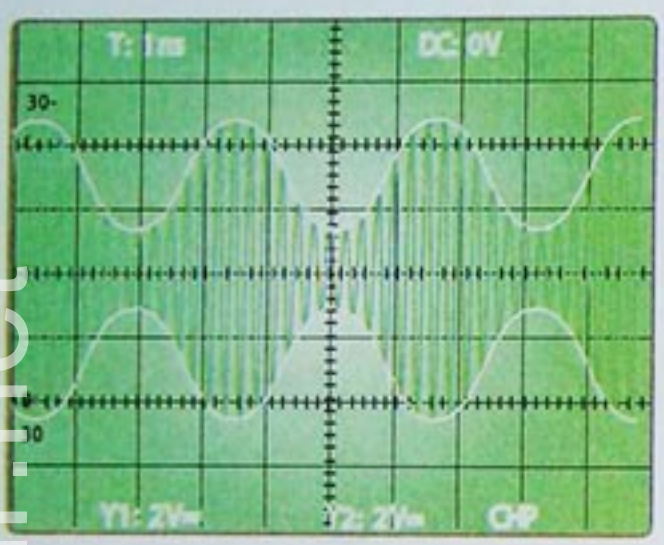
يمكن كتابة معادلة التوتر المضمّن على الشكل المعتاد في المراجع :

$$u_m(t) = (a\,u_s(t) + b)\cos(2\pi f_p . t)$$

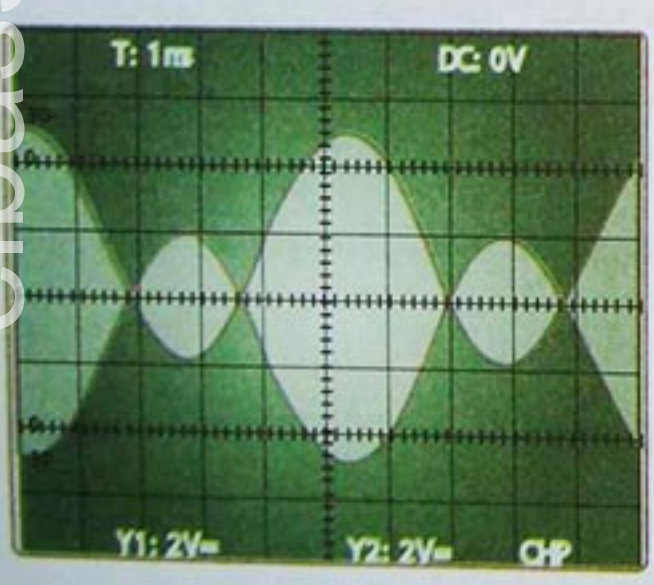
للحصول على تضمين جيّد لابد أن يكون m أقل من واحد. خلاف ذلك نشاهد ما يدعى التضمين الزائد (وثيقة 85).

إشارة إعلامية (توتر مضمّن)
$u_s(t)$
الحاملة (التوتر المراد تضمينه)
$u_p(t) = U_{p\,max}\cos(2\pi f_p t)$
توتر مضمّن
$u_m(t) = (a\,u_s(t) + b)\cos(2\pi f_p t)$

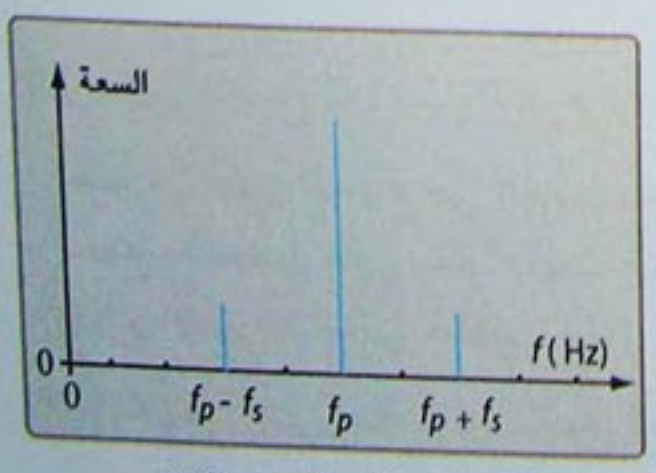
الوثيقة 83 : مبدأ تضمين السعة.



الوثيقة 84 : تضمين بنوعية جيدة.



الوثيقة 85 : تضمين زائد $m > 1$.



الوثيقة 86 : التحليل الطيفي $u_m(t)$.

elbassair.net

إذا قمنا بنشر المعادلة $u_m(t)$ نحصل على:

$$u_m(t) = A.\cos(2\pi f_p.t) + A.m.\cos(2\pi f_p.t).\cos(2f_s.t)$$

باستعمال العلاقة المعروفة :

$$\cos p.\cos q = \frac{1}{2}[\cos(p+q) + \cos(p-q)]$$

نحصل على:

$$u_m(t) = A\cos(2\pi f_p.t) + \frac{mA}{2}\cos[2\pi(f_p + f_s).t] + \frac{mA}{2}\cos[2\pi(f_p - f_s).t]$$

نلاحظ أن التوتر المضمّن سعويا $u_m(t)$ يكون مساوية لثلاث توترات جيبية لها تواترات f_p, $f_p + f_s$ و $f_p - f_s$ على التوالي. نقول إن التوتر المضمّن يحتل مجالا من التواترات $[f_p - f_s ; f_p + f_s]$ ، وأن طيف التواتر للموجة المضمّنة سعويا يحتل مجالا للتواترات عرضه $2 f_s$ مركزه هو التواتر f_p للموجة الهرتزية الحاملة.

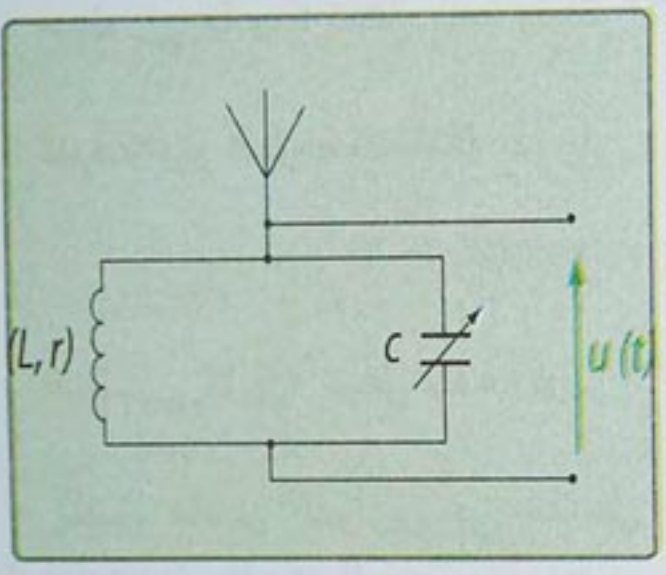


الوثيقة 87 : مذياع.

4.5. دارة الترشيح LC على التفرع ونزع التضمين

1.4.5. دارة الترشيح LC :

مجموع الإشارات التي هي حاملة مغيّرة تنتج عن أجهزة ارسال مختلفة يتم التقاطها بهوائي. من أجل إنتقاء محطة معيّنة يكون من الضروري ترشيح الإشارات الملتقطة. يستعمل لذلك دارة LC على التفرع حيث يمكن التحكم في سعة المكثفة C والذاتية L للوشيعة. تدعى هاته الدارة بدارة التجاوب (وثيقة 88). يوافق ذلك زرّ البحث عن المحطات في المذياع.

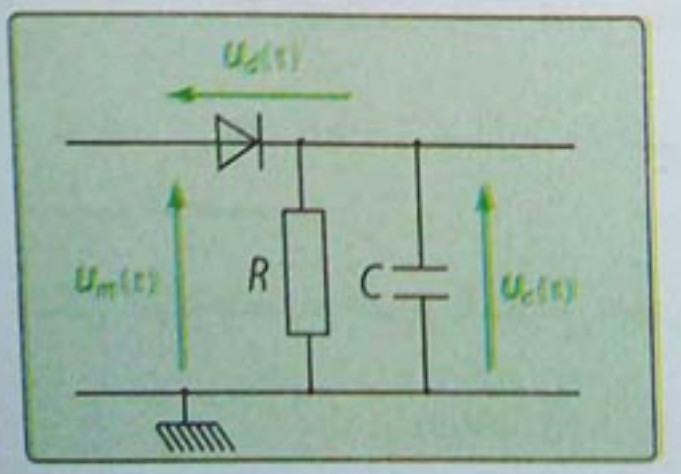


الوثيقة 88 : تركيب لانتقاء موجة إذاعية.

حتى يكون الاستماع ممكنا يجب أن تكون الدارة LC قادرة على الكشف عن التواترات في المجال $[f_p - f_s ; f_p + f_s]$ بمعنى قادرة على احتواء طيف الارسال لقناتنا دون حدوث تداخل مع طيف الارسال للقناة المجاورة، يدعى المجال $[f_p - f_s ; f_p + f_s]$ بالشريط النافذ.

تظهر دارة الترشيح LC على التفرع ما يلي :

- يجب أن يكون المرشح في تجاوب بمعنى أن تواتر توتر الدخول $u_e(t)$ تسمح بالحصول على سعة أعظمية لتوتر الخروج $u_s(t)$ وتكون مساوية لتواتر اهتزازات ثنائي القطب LC.
- الإشارات التي لها تواتر موجود خارج المجال الضيق الذي يدعى الشريط النافذ للتواترات تتناقص بسرعة خارج المرشح. بينما الإشارات



الوثيقة 89 : تجهيز تجريبي لدراسة المرشح LC.

elbassair.net

التي لها تواتر محصور في هذا المجال تحتفظ بسعة هامة. يدعى المرشح ممرّر الشريط.

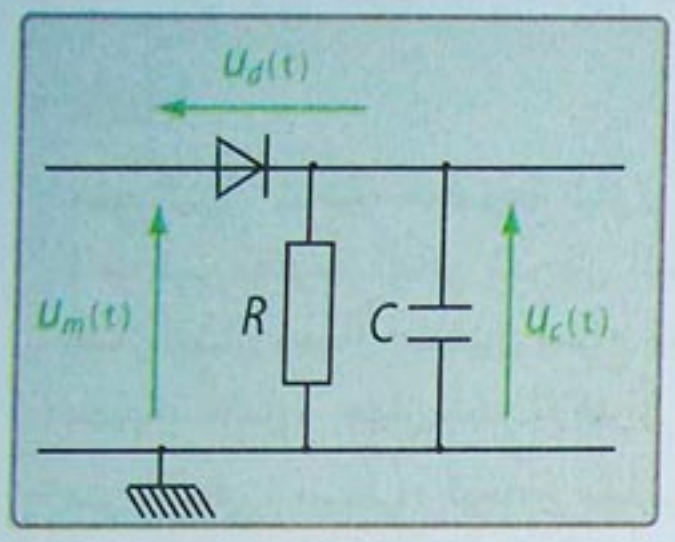
- عندما يكون المرشح في تجاوب، تكون السعة $U_{s\,max}$ لتوتر الخروج $u_s(t)$ أعظمي، ولكن السعة I_{max} للتيار الكهربائي أصغرية. نقول أن دارة LC عندما تكون في حالة تجاوب تشكل دارة صمام للتيار الكهربائي.

يكون لثنائي القطب LC تواتر تجاوب (تجاوب) : $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

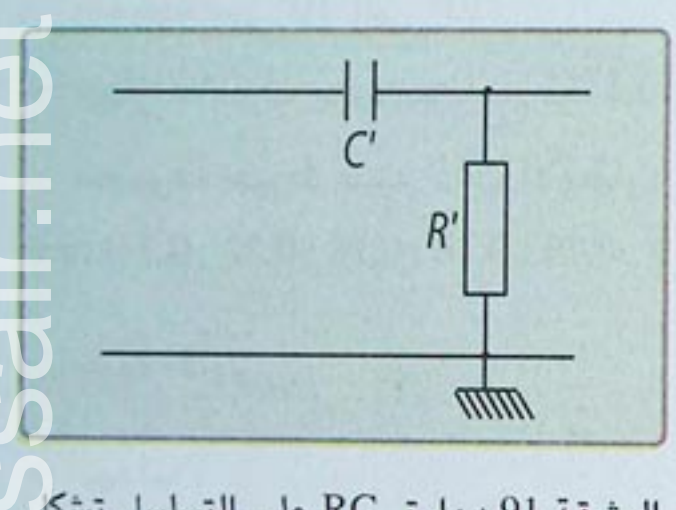
2.4.5. نزع التضمين

لنزع التضمين لتوتر مضمّن سعويا، تمر الاشارة المضمّنة بمرحلتين :

- المرحلة الأولى هي مرور الموجة بدارة تحتوي على صمام ودارة RC على التفرع. هذا المجموع يستعمل في إعادة شكل الاشارة المضمّنة. في هذه المرحلة يستعمل الصمام لحذف التوترات السالبة، وتستعمل الدارة RC على التفرع لحذف التوترات العالية. إنه من المهم لإعادة شكل تواتر الاشارة المضمّنة أن تكون قيم R وC ملائمة لحذف التواترات العالية. يجب على ثابت الزمن $\tau = RC$ أن يحقق العلاقة : $T_p << \tau << T_s$ حيث T_p هو دور الموجة الحاملة وT_s دور الاشارة المضمّنة.

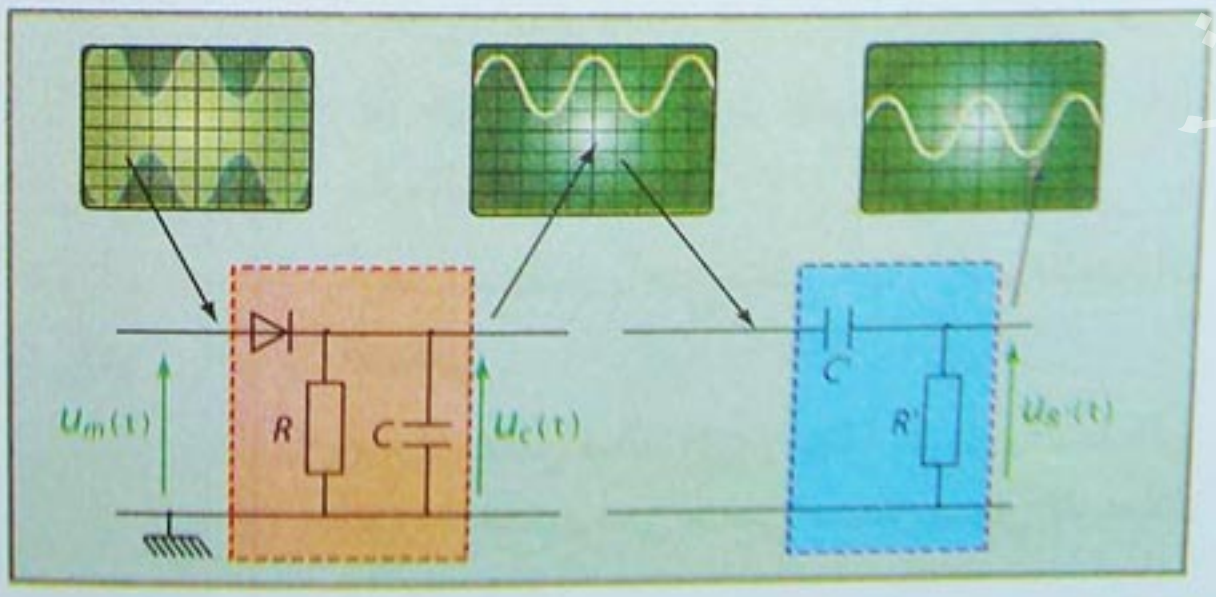


الوثيقة 90 : تركيبة تحتوي على صمام ودارة RC على التفرع.



الوثيقة 91 : دارة RC على التسلسل تشكل مرشح ممرر للتواترات المرتفعة.

- المرحلة الثانية تستعمل لحذف المركبّة المستمرة التي تأتي من الشدة الفارق E التي تضاف لتضمين الموجة. من أجل هذا نستخدم مجموعة ثانية RC على التسلسل تعمل كمرشح ممرّر عال وتحذف المركبّة المستمرة للتوتر (وثيقة 91).



لنزع تضمين التوتر المضمّن سعويا يجب :
- إعادة شكل وتواتر الاشارة المضمنة بحذف التوترات السالبة والتواترات العالية.
- حذف المركبة المستمرة للتوتر.



الوثيقة 92 : بعض البرامج الإذاعية يمكن استقبالها في كل مكان حتى في الأماكن الأكثر عزلة بفضل جهاز راديو حساس.

elbassair.net

1. الانعراج بواسطة شقّ

إن الانعراج ظاهرة خاصة بالأمواج. لنقارن نتائج الانعراج بواسطة شقّ لموجة ضوئية ولموجة فوق صوتية.

• الأدوات

- منبع ليزر، شاشة، مجموعة شقوق مختلفة العرض ذات قيم معلومة (يمكن تعويض الشقوق بأسلاك)؛ جهاز ارسال وجهاز استقبال أمواج فوق صوتية، دارة مغذية، حامل، جهاز راسم الاهتزاز المهبطي ؛
- متر شريطي، مسطرة؛ لوحتان معدنيتان على حامل تسمحان بتحقيق شقّ،
- نصف دائرة، نصف قطرها 20 cm مرسومة على ورقة ومدرّجة من °10 إلى °10.
- جهاز حاسوب مزود ببرنامج لمعالجة المعطيات.
- مجموعة خيوط صيد ذات الأقطار:

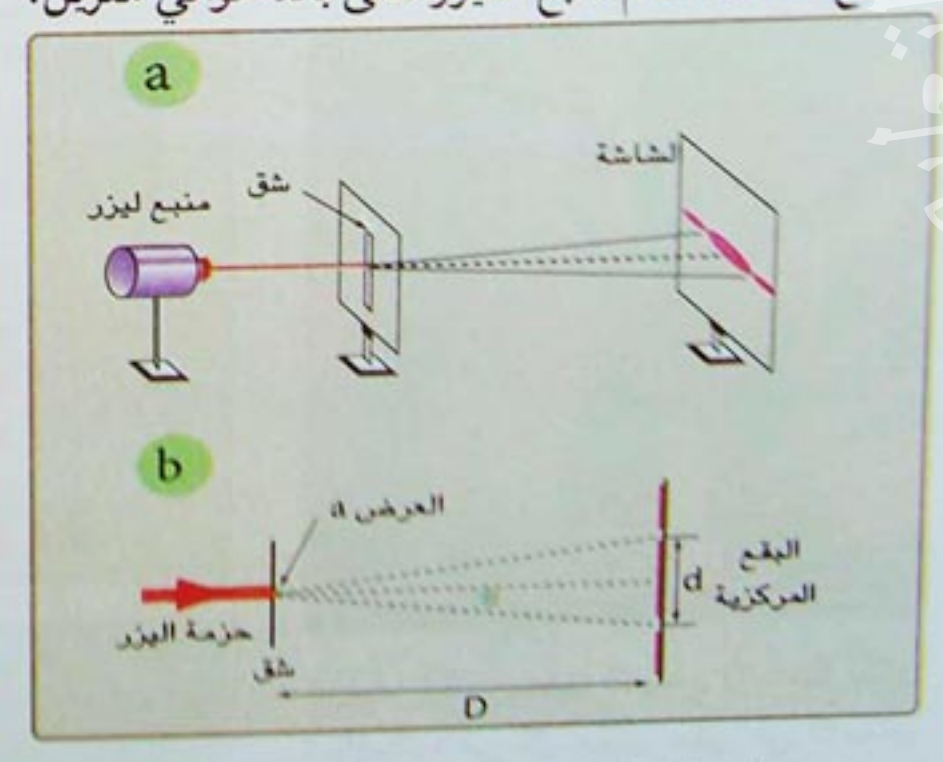
(0.08 ; 0.10 ; 0.12 ; 0.14 ; 0.16 ; 0.18 ; 0.22 ; 0.24) mm

التجربة الأولى

• الهدف :

التحقق من صلاحية العلاقة التي تربط بين فارق الزاوية وعرض الشقّ $\theta = \frac{\lambda}{a}$.

- ضع الشاشة أمام منبع الليزر على بعد حوالي مترين.



- ضع على التوالي مختلف الشقوق بحيث تعترض مسار الضوء. أحسب بدقّة البعد D بين الشقّ والشاشة. من أجل كل شقّ عرضه a، قس العرض d للصورة المركزية للانعراج، بين منصفي الهدبين المظلمين الأولين (الشكلان a و b).

• استغلال النتائج

1. نفرض في هذا السؤال أنّ العلاقة $\theta = \frac{\lambda}{a}$ محققة، كما نفرض أنّ الزاوية صغيرة جدًا بحيث يمكن استعمال علاقة التقريب $\theta = \text{tg}\theta$ حيث θ بالراديان :

أ. بيّن أنّ $d = \frac{2\lambda D}{a}$.

ب. ما هو المقدار X المتغيّر أثناء القياسات المنجزة، الذي يجب وضعه على محور الفواصل حتى يكون البيان $d = f(X)$ خطا مستقيما ؟

2. أ. أنجز الحسابات اللازمة و ارسم البيان $d = f(X)$

ب. هل العلاقة $\theta = \frac{\lambda}{a}$ محققة ؟

3. أ. استنتج من النتائج طول موجة الليزر.

ب. قارن هذا الطول مع طول الموجة المعلن من طرف صانع التجهيز.

التجربة الثانية

• الهدف :

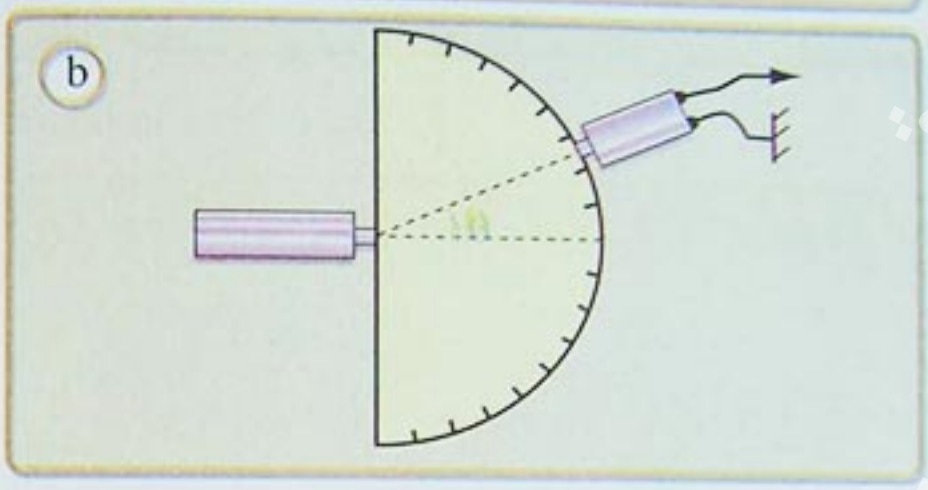
ملاحظة انعراج موجة فوق صوتية بواسطة شقّ.

- غذّ جهاز ارسال الموجات الفوق صوتية واختر الحالة «ارسال مستمر».
- أربط المستقبل بأحد مدخلي جهاز راسم الاهتزازات المهبطي.
- ضع المستقبل قبالة (في واجهة) المرسل واضبط الزر اللازم للحصول على منحنى مستقر وسهل الاستغلال على الشاشة .
- قس دور الموجة الفوق صوتية.
- ضع الدائرة (القرص) المدرجة وجهاز الاستقبال كما هو موضح في الوثيقة (a).

elbassair.net

- غيّر قيمة الزاوية θ الممثلة في الرسم (b) من 10° إلى 10° انطلاقا من 0°. قس، من أجل كل موضع، السعة U للتوتر المقدّم من طرف جهاز الاستقبال.





- حقّق بواسطة اللوحتين شقا عرضه 0,5 cm تقريبا وضعه أمام جهاز الاستقبال، وعلى بعد سنتمترات منه، كما هو موضح في الصورة (c).

- غيّر من جديد قيمة الزاوية θ وأعد القياسات كما سبق.



• استغلال النتائج

4. أ. احسب طول الموجة الفوق صوتية (تعطى سرعة الصوت في الهواء $v = 340\ m.s^{-1}$)

ب. هل العرض المختار للشقّ ملائم لملاحظة الانعراج ؟

5. نرمز بـ U_0 للتوتر المكتشف من أجل $\theta = 0°$.
أحسب في كلٍّ من التجربتين، القيم $x = \frac{U}{U_0}$ من أجل مختلف قيم θ. دوّن النتائج في جدول.

6. أرسم المنحنيات $x(\theta)$ بالإحداثيات القطبية.

7. قارن وفسّر المنحنيات المتحصّل عليها.

التجربة الثالثة :

• الهدف :

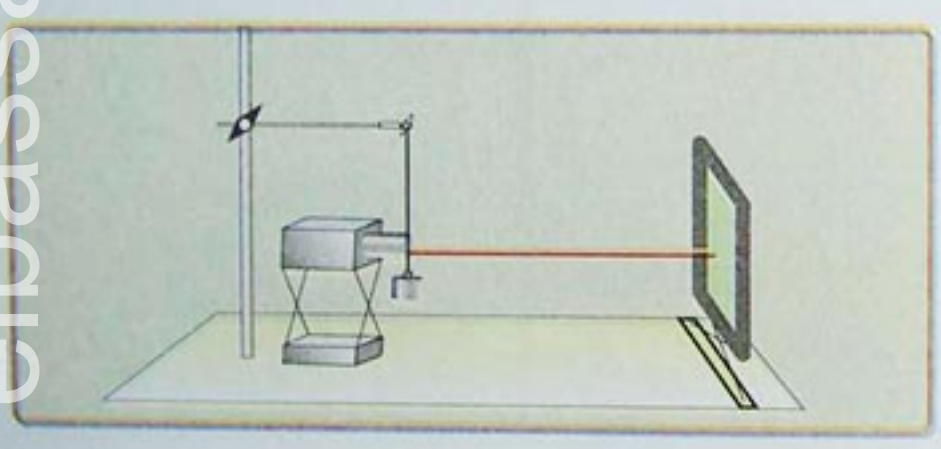
إيجاد سمك شعرة بتوظيف انعراج الضوء.

• المبدأ

- قياس عرض البقعة المركزية الناتجة عن انعراج الأشعة الضوئية لكل خيط من مجموعة خيوط الصيد المختلفة الأقطار والمعلومة القيمة العددية.
- إنشاء بيان معايرة يمكن بواسطته إيجاد القيمة العددية لسمك الشعرة.

ملاحظة : يعلق الخيط ملامسا للمنبع الضوئي لتفادي الحركة الاهتزازية للخيط.

• التركيب



- علّق في كل مرة، خيطا من المجموعة، وسجل القيمة المتوسطة a لعرض البقعة المركزية المتشكلة من انعراج الحزمة الضوئية ثمّ دوّن النتائج في جدول.

d(mm)	0,08	0,10	0,12	0,14
a(cm)				
d(mm)	0,16	0,18	0,22	0,24
a(cm)				

- مثل البيان الذي يعطي تغيرات العرض a للبقعة بدلالة القطر d للخيط $a = f(d)$

- استنتج قيمة سمك الشعرة.

elbassair.net

2. الأمواج الكهرومغناطيسية

التجربة الأولى

- الهدف :

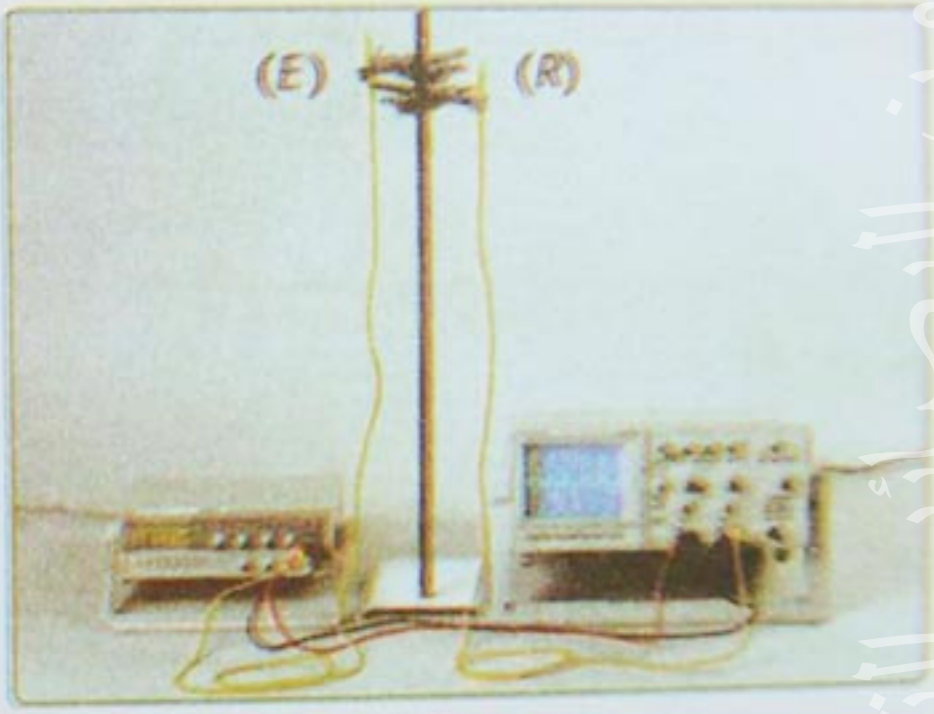
دراسة طريقة تسمح ببث واستقبال موجة كهرومغناطيسية

- الأدوات

- GBF ، راسم الإهتزاز المهبطي.
- أسلاك التوصيل وحامل.

- طريقة العمل

- حقق التجربة الموضحة في الصورة.



- إختر اشارة جيبية تواترها من رتبة 100 kHz ثم أضبط سعة التواتر وتباعد الأسلاك من أجل ملاحظة مقبولة على المدخلين .

- لاحظ الاشارتين ثم قم بتغيير التواتر.

- لاحظ الاشارتين ثم قم بإبعاد السلكين عن بعضهما البعض.

- الاستغلال

- هل للاشاراتين نفس التواتر في المدخلين ؟

- ما هو دور الجملة (GBF + سلك E) ؟

- ما هو دور السلك R ؟

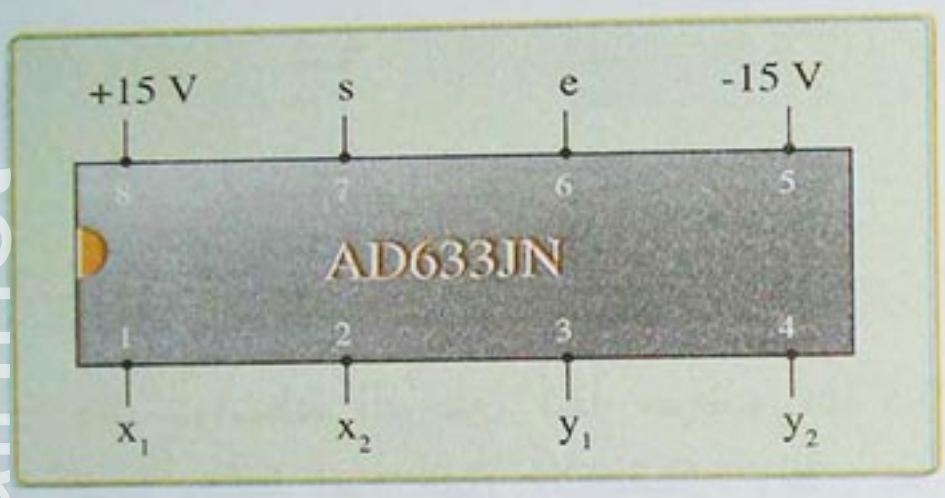
التجربة الثانية

- الهدف :

تضمين توتر كهربائي في السعة

- التجربة:

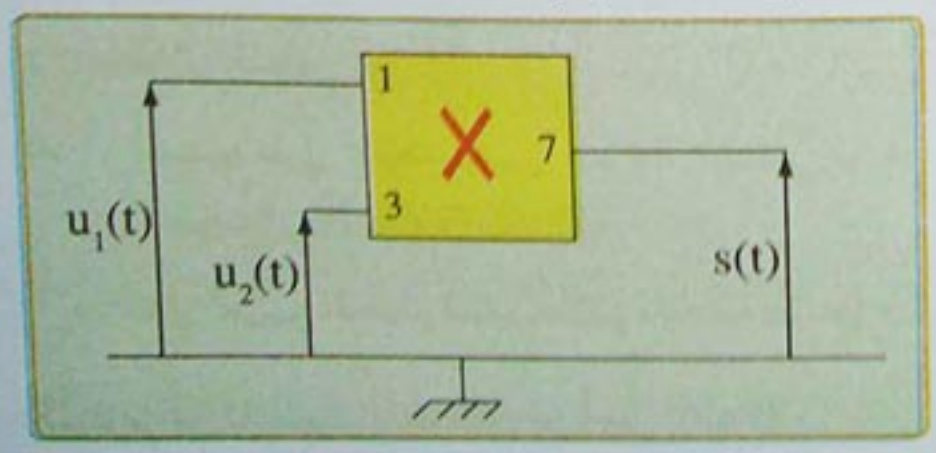
يحقق التضمين بواسطة عنصر إلكتروني يسمى المضاعف (Multiplieur) (وثيقة 1).



قم بتغذية المضاعف وذلك بربط الأرضي (Masse) والقطبين (+15V, -15V) بالأقطاب المناسبة للتغذية الكهربائية.

- في الصفيحة المستعملة، y_2, x_2 و e موصولة بالأرضية. إذا كانت e غير موصولة، عليك بتوصيلها. يكون حينئذ $e = 0\ V$.

- طبق $u_1(t)$ بين x_1 والأرضي و$u_2(t)$ بين y_1 والأرضي (أنظر مخطط مبدإ المضاعف).



لاحظ توتر الخروج s(t)، بين s والأرضي، على المدخل 2 والتوتر $u_1(t)$ على المدخل 1 لراسم الاهتزاز المهبطي.

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

- قارن غلاف (enveloppe) s(t) مع الاشارة المضمَّنة. يمثل s(t) التوتر المضمَّن.

- لاحظ على راسم الاهتزاز التمثيل التواتري للاشارة المضمَّنة لاستنتاج التواترين الموجودين في هذه الاشارة ثم قارنهما مع F و f لإشارتي الدخول.

• الأسئلة :

- في أي منطقة من الاشارة المضمَّنة نجد المعلومة المحمولة من طرف الاشارة المضمَّنة ؟

- أعط العبارة الحرفية لتوتر الخروج s(t) للمضاغف.

- اقترح علاقات تربط بين التواترات الموجودة في الاشارة المضمَّنة و التواترين F و f .

التجربة الثالثة

• الهدف :

انتقاء إشارات عن طريق الترشيح

تلتقط هوائية مستقبل مجموعة من الإشارات الصادرة من محطات مختلفة. من أجل إنتقاء اشارة معينة من الإشارات الأخرى يجب القيام بعملية الترشيح لنفس الدارة الكهربائية للترشيح.

• الأدوات والوسائل

- جهاز GBF ، جهاز راسم الإهتزاز المهبطي.

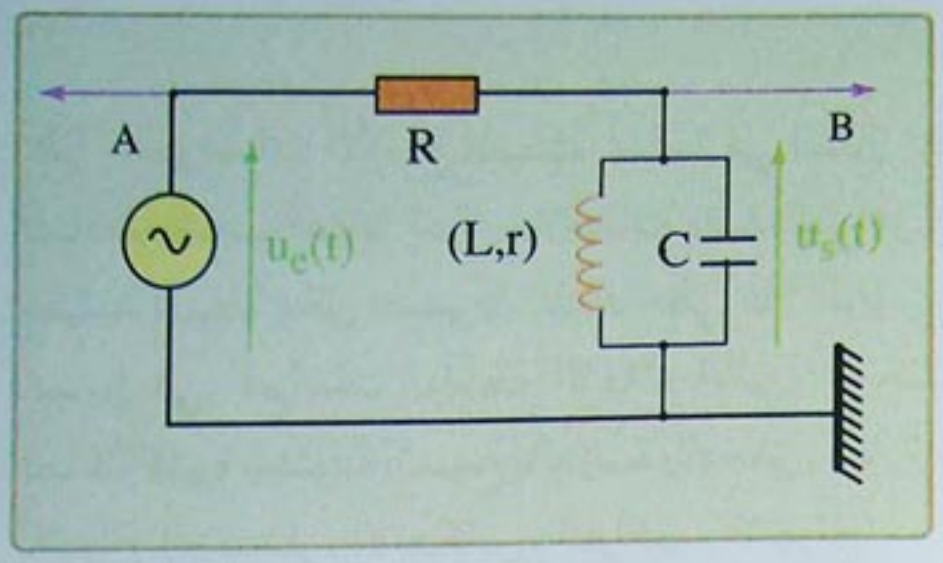
- مكثفة سعتها $C = 1{,}0\ \mu F$

- وشيعة ذاتيتها $L = 5\ mH$

- ناقل أومي مقاومته $R = 100\ \Omega$

• طريقة العمل

- أنجز التركيبة التالية :



- لاحظ بواسطة الحساسية الشاقولية 1V/div :

- توتر الدخول $u_e(t)$ (منحنى جيبي يعطيه GBF بحيث نضبط سعته $u_{em} = 4\ V$ وتواتره f على 2,5 kHz)

- توتر الخروج $u_s(t)$.

- غيّر التواتر f من 0 إلى 20 kHz وثبيت $u_{em} = 4\ V$ ثم لاحظ تغيرات السعة u_{sm} لتوتر الخروج.

- أضبط قيمة f من أجل الحصول على قيمة أعظمية لسعة $u_s(t)$. نقول حينئذ أن دارة الترشيح على تجاوب مع المرشح (filtrage accordé).

- سجّل قيمة هذا التواتر f_r والذي يسمى تواتر التجاوب أو التوافق مع المرشح.

• الاستغلال

- هل تواترات توتر الدخول وتوتر الخروج متماثلة ؟ وهل سعات هذه الإشارات متماثلة ؟

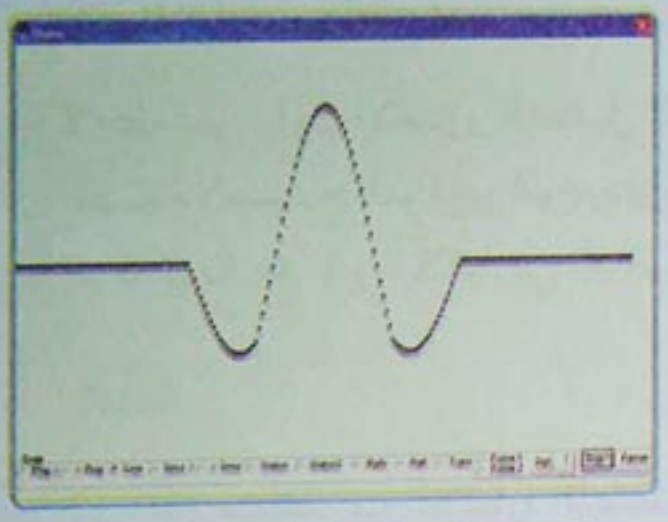
- هل سعة توتر الخروج تتعلق بتواتر توتر الدخول ؟

- نسمي الدارة المحققة بمرشح شريطي. برّر هذه التسمية.

- قارن بين تواتر التوافق f_r للمرشح والتواتر الذاتي f_0 لثنائي القطب LC.

elbassair.net

نظرا لخصوصيات الأمواج المتمثلة أساسا في انتقال للطاقة دون انتقال للمادة، يصعب أحيانا إجراء ملاحظات دقيقة لظواهر الانتشار بتجارب حقيقية بسيطة يمكن تفسيرها. لذلك حظي هذا الموضوع باهتمام وفضول كبيرين في الدراسات بواسطة الإعلام الآلي، انعكست عنه انجازات لمحاكاة كثيرة ومتنوعة، تسمح بالدراسة والتحقق، مبرزة الخواص الفيزيائية للأمواج (الانتشار، الانعكاس، التراكب، الانعراج).



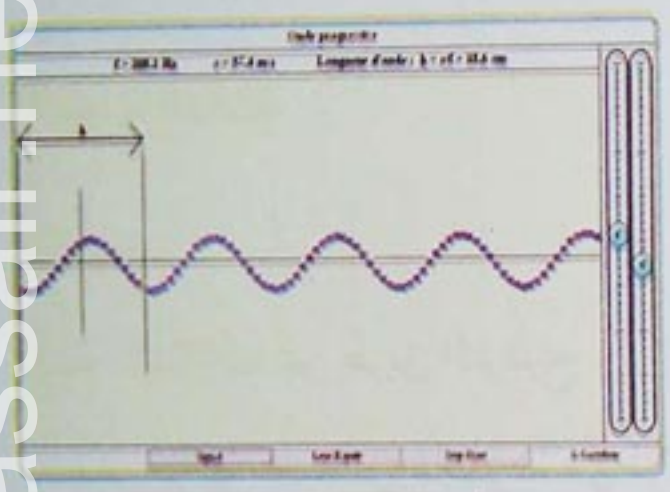
وثيقة 93 : تراكب موجتين.

http://www.spc.ac-aix-marseille.fr/phy_chi/Menu/Logiciels

كما تسمح بإجراء المحاكاة على ظاهرة الأمواج مهما كانت طبيعة هذه الأخيرة، ميكانيكية، ضوئية، كهرومغناطيسية .

لتناول مفهوم الموجة و مفهوم الانتشار الطولي والعرضي يمكن استعمال المحاكاة «Ondes» التي تحمل من الموقع المذكور (وثيقة 93)، يسمح هذا البرنامج باختيار شكل الموجة المنتشرة وتوضيح بعض خصائص الأمواج.

فيما يخص الأمواج المتقدمة والأمواج المتقدمة الجيبية، يمكن اللجوء إلى المحاكاة «Ondes progressives» والتي تحمل من الموقع المذكور (وثيقة 94).



وثيقة 94 : الأمواج المتقدمة.

http://perso.orange.fr/gilbert.gastebois/java/interference/eau/

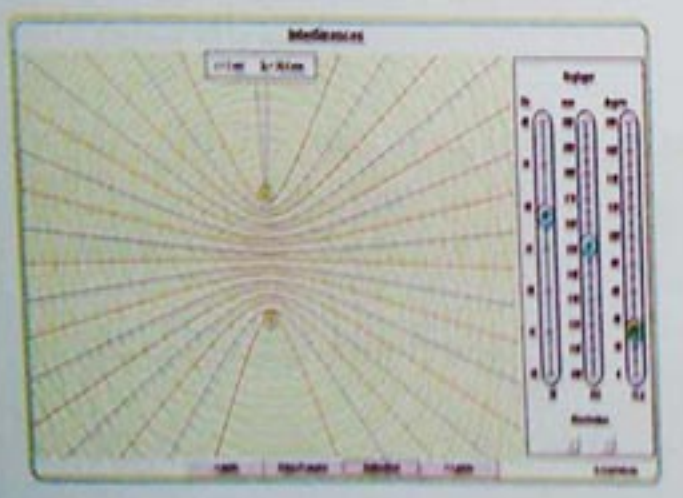
تسمح هذه المحاكاة من ملاحظة الأمواج المتقدمة والأمواج المتقدمة الجيبية مع كيفية تغير جيبية المسافات عند تغيير تواتر الموجة f وسرعة انتشارها c.

وهناك مواقع إلكترونية أخرى مثل :

http://ww2.ac-poitiers.fr/sc_phys/spip.php?article62

أين يمكن تحميل الملف «ondeprog7.xls» الذي يسمح بمحاكاة انتشار موجة جيبية في وسط أحادي البعد.

يمكن الوقوف عند ظاهرة التراكب بالعودة إلى المحاكاة «Ondes» وتوظيف الزر «crois» لملاحظة تراكب موجتين (وثيقة 93).



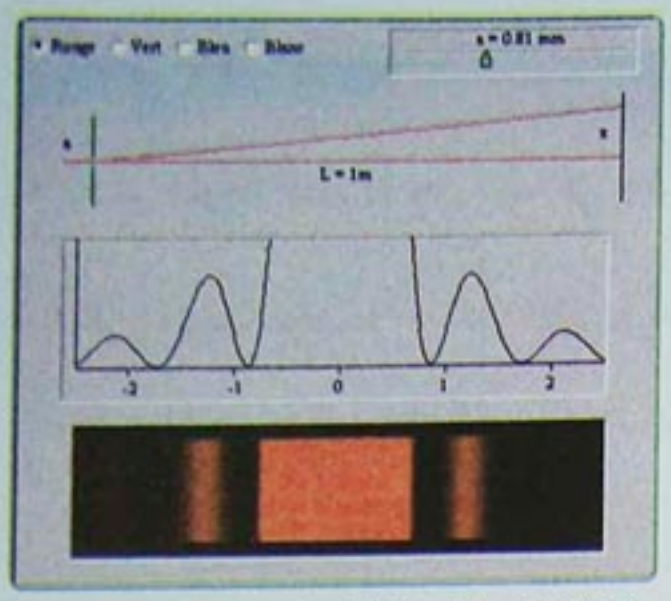
وثيقة 95 : تداخل على سطح سائل.

http://perso.orange.fr/gilbert.gastebois/java/interference/eau/

كما يمكن دراسة تراكب الأمواج على سطح سائل باستعمال المحاكاة «Interférences» (وثيقة 95) التي تمكن من تغيير العوامل المؤثرة في التداخل والحصول على الأشكال المختلفة التي نفسر من خلالها تراكب موجتين على سطح سائل.

elbassair.net

وفيما يخص ظاهرة انعراج الضوء. هناك عدة محاكاة، اخترنا البرنامج «Diffraction» (وثيقة 96) الذي نفرض فيه أن الفتحة المسببة للانعراج مستطيلة ذات طول أكبر بكثير أمام العرض.يمكننا إذًا تغيير عرض الفتحة المستطيلة بالإضافة إلى تغيير طول موجة الضوء، مما يسمح لنا بدراسة البقعة المركزية والبقع الجانبية للضوء المنعرج.



وثيقة 96 : ظاهرة الانعراج.
http://www.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/optiphy/diffrac.html

يمكننا التوسع أكثر في دراسة ظاهرة الانعراج بالعمل على نفس الموقع الإلكتروني :

http://www.univ-lemans.fr

فنتمكن من ملاحظة أهداب التداخل بثلاثة أبعاد (3D) بحيث نستطيع تغيير لون الضوء وشكل الفتحة المسببة للانعراج.

ونتعرض لمثال عن الأمواج الصوتية باستعمال محاكاة باللغة الانجليزية التي تحمل من الموقع المذكور(وثيقة 97). وهي تسمح بدراسة انتشار الأمواج الصوتية وانعكاسها وتراكبها مع امكانية تغيير السعة والتواتر لتناول الأصوات المسموعة وغير المسموعة.



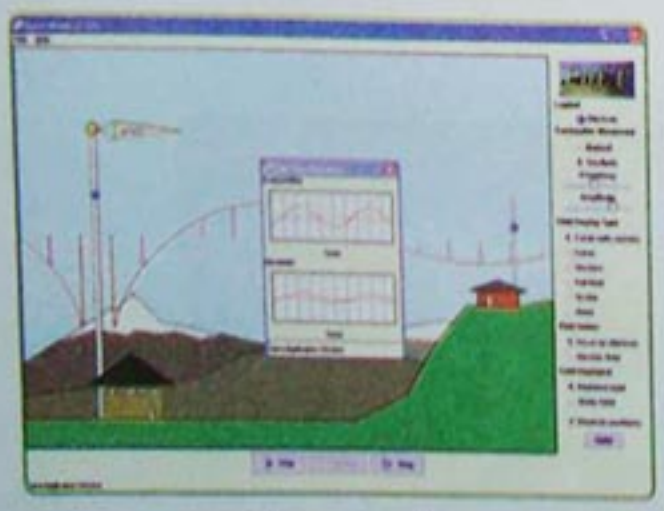
وثيقة 97 : انتشار الأمواج الصوتية.
http://phetdb.colorado.edu/

وفي الأخير،يمكننا دراسة موضوع الأمواج الكهرومغناطيسية عبر برنامج المحاكاة « Radio Waves » (وثيقة 98) الذي يسمح بدراسة معمقة لبث الأمواج اللاسلكية حيث يمكن تغيير عدة عوامل منها تواتر وسعة المهتز(مصدر البث) وكذا نوع الاهتزاز والحقل الكهرومغناطيسي الذي يميز هذه الأمواج.

وهناك مواقع إلكترونية أخرى مثل :

http://www.walter-fendt.de/ph11f/emwave_f.htm

التي تبين تنشيطا لموجة كهرومغناطيسية تنتشر على شكل موجة مستوية، ناتجة عن فعلي حقل كهربائي وحقل مغناطيسي أفقي.

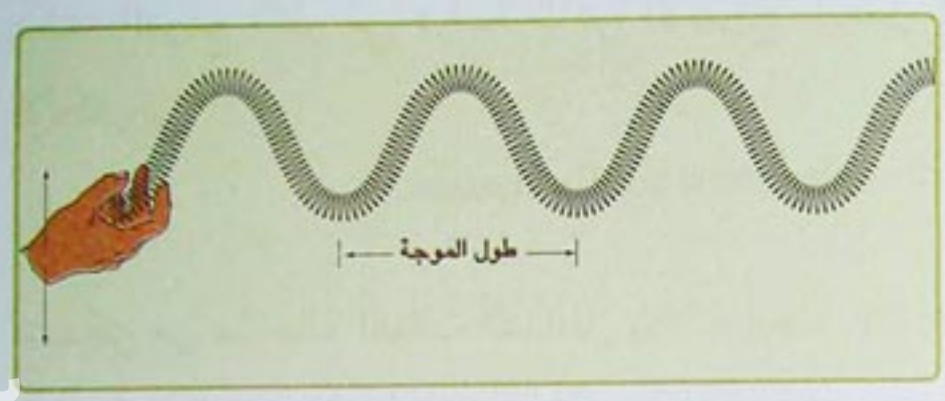


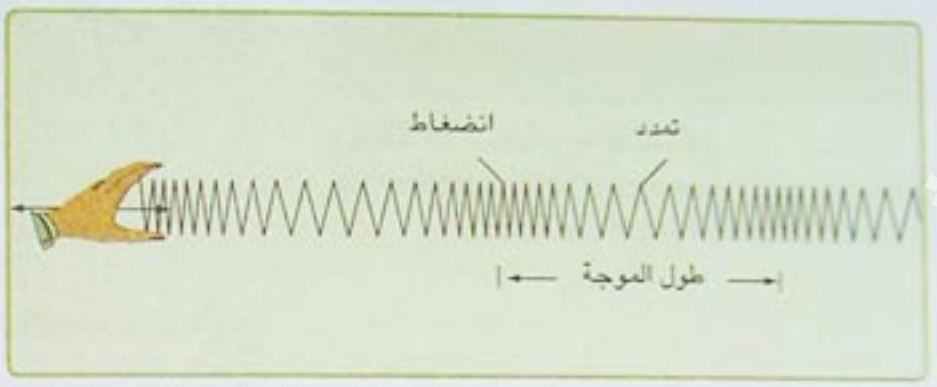
وثيقة 98 : بث الأمواج اللاسلكية.
http:// phetdb.colorado.edu/

elbassair.net

1. انتشار اشارة

- نسمي موجة ميكانيكية ظاهرة انتشار اضطراب ميكانيكي في وسط دون انتقال المادة ولكن بانتقال الطاقة.
- تنتشر الموجة انطلاقا من منبع في جميع الاتجاهات المسموحة لها.
- تكون الموجة عرضية إذا كان الاضطراب الحادث عموديا على منحى الانتشار.
  تكون الموجة طولية إذا كان الاضطراب الحادث مماسيا في منحى الانتشار.





- سرعة انتشار الاضطراب (v) هي النسبة بين المسافة d المقطوعة من طرف الاضطراب على المدة Δt التي يستغرقها لقطع هذه المسافة :

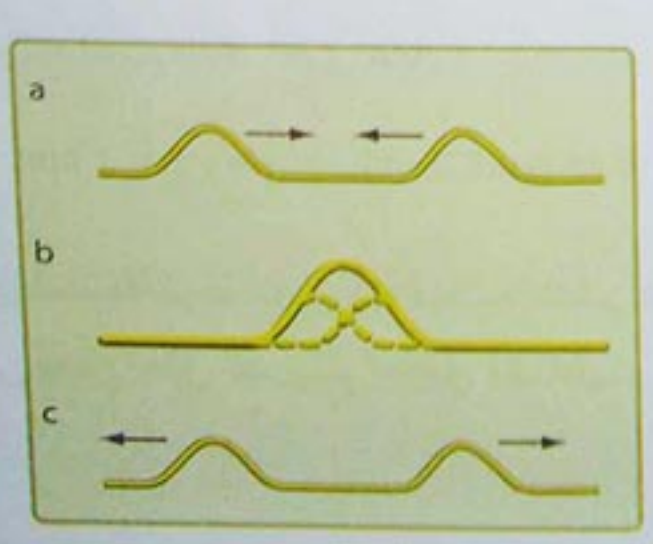
$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

عندما تنتشر موجة من نقطة M إلى M' ، يكون الاضطراب في النقطة M' في اللحظة t' هو ذلك الذي كان موجوداً في النقطة M في اللحظة $t = t' - \tau$. التأخر الزمني τ لمرور الاضطراب في النقطة M' هو :

$$\tau = \frac{MM'}{v}$$

- عندما تلتقي موجتان أو أكثر في منطقة معيّنة يُقال عنها إنها متراكبة. تُعطى دالة الموجة المحصلة بواسطة مبدأ التراكب الخطي الذي ينص على أن الموجة الكلية هي المجموع الخطي للموجتين المنفردتين.





elbassair.net

• عندما تصل موجة منتشرة في وسط إلى نهايته يتم انعكاسها. يمكن أن تكون النهاية مثبّتة، حرّة أو بتغيّر الوسط.
في الحالة الأخيرة يحدث الانعكاس جزئيا والانتقال جزئيا.

في حالة الموجة ثنائية أو ثلاثية البعد يتم كل شيء مطابقا لانعكاس الموجة الضوئية على السطح.

• عندما تمرّ موجة من خلال فتحة أبعادها أقل أو مساوية لطول الموجة فإنها تنعرج.

تتمدّد الأمواج كذلك عند اختراق حاجز والمرور خلفه. تدعى هذه الظاهرة بالانعراج.

إن ظهور الانعراج خلال تجربة يسمح بالتأكد من وجود موجة.

2. انتشار موجة ميكانيكية دورية.

• للموجة المتقدّمة الدورية دوران :

- دور زمني يُدعى الدور T.

- دور مكاني يُدعى طول الموجة λ .

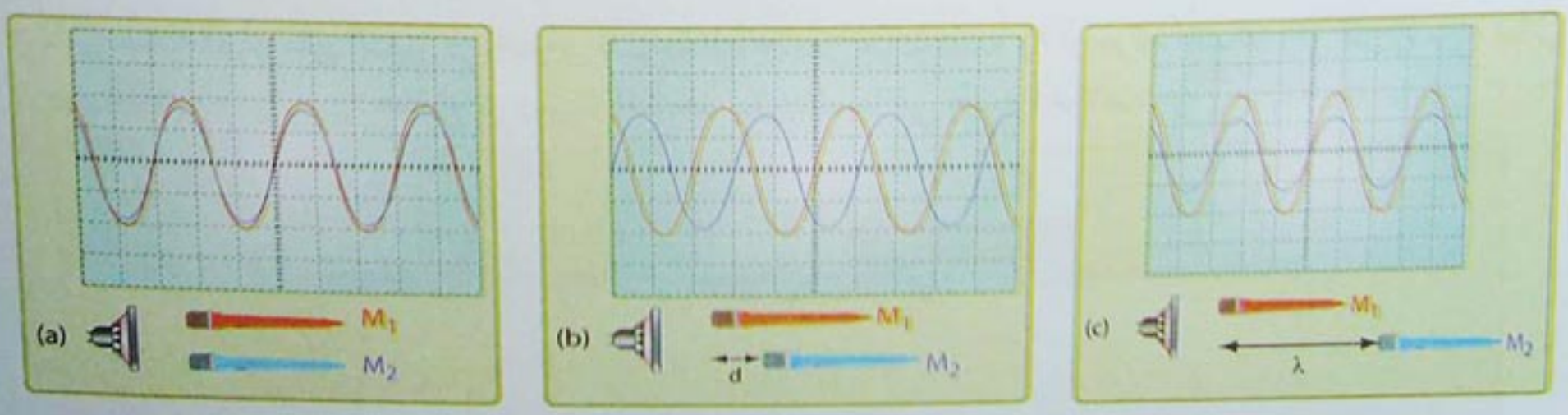
يرتبط هذان الدوران الزمني والمكاني بالعلاقة $\lambda = vT$ حيث v سرعة انتشار الموجة. مقلوب الدور $\frac{1}{T}$ يُدعى تواتر الموجة $f = \frac{1}{T}$.

• عندما تكون سرعة انتشار الموجة مرتبطة بتواترها يكون الوسط مبدّدًا.

• تكون الموجة جيبية إذا كانت حركتها معطاة بدالة جيبية على شكل sin أو cos .

يجب التمييز بين المنحنيات المبيّنة للدورية المكانية وتلك المبينة للدورية الزمنية.

• هناك حالة خاصة للتداخل عندما تلتقي موجتان لهما نفس السّعة ونفس التواتر وتنتشران في اتجاهين متعاكسين.
نحصل في هاته الحالة على الأمواج المستقرة.



elbassair.net

3. النموذج التّموّجي للضوء

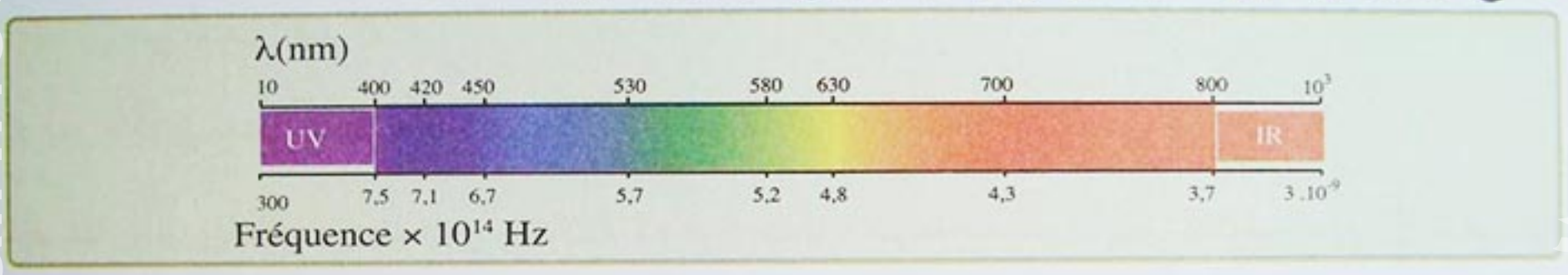
- عندما تخترق حزمة ضوئية طول موجتها λ فتحة عرضها a، تُعطى الزاوية θ المحصورة بين منتصف البقعة المضاءة وأوّل نقطة مظلمة بالعلاقة : $\theta\,(\text{rad}) = \frac{\lambda}{a}$

- تتميّز الموجة الضوئية وحيدة اللّون بطول موجتها λ وتواترها f حيث : $\lambda = cT = \frac{c}{f}$
  تقدر λ بالمتر (m)؛ c بالمتر/ثا (m/s)؛ T بالثانية (s) و f بالهرتز (Hz).

- إذا كانت v سرعة انتشار شعاع ضوئي وحيد اللّون في وسط، تعطى قرينة انكسار هذا الوسط بالعلاقة : $n = \frac{c}{v}$.

- يتشكّل الضوء متعدّد الألوان من مجموعة من الأمواج وحيدة اللّون لها أطوال موجات في الفراغ محصورة بين 400 nm (بنفسجي) و 800 nm (أحمر) .

- يسمح الموشور من تحليل الضوء الأبيض. يُقال أن زجاج الموشور يُشكّل وسطًا مبدّدًا.



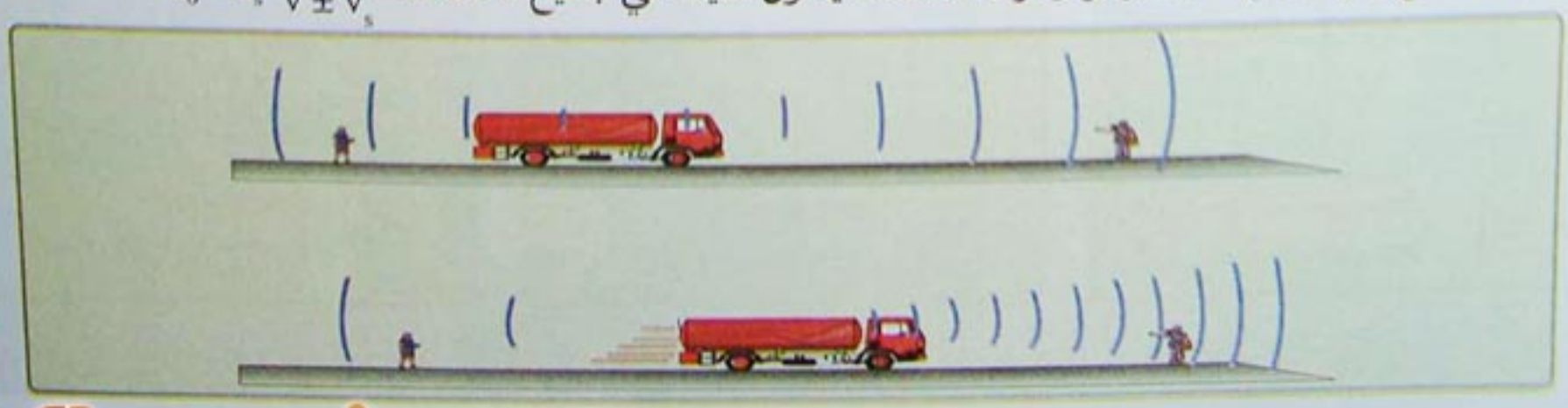
4. انتشار الصوت

- إن انعكاس الصوت وفوق الصوت يُشكّل ظاهرة لها تطبيقات عدّة في الحياة اليومية.

- بما أن الصوت يعتبر كموجة وعليه يوجد الانعراج للصوت. أطوال الموجات من مرتبة المتر ممّا يجعل كل الحواجز والفتحات العادية تسبّب انعراجا للصوت.

- لا ترتبط سرعة انتشار الصوت في الهواء بمميّزات الصوت الصادر ولكن بدرجة حرارة الهواء.
  إنها في حدود $340\ \text{m.s}^{-1}$ في درجة الحرارة العادية 20 °C.

- تُطلق ظاهرة دوبلر على التغيّر في التواتر للموجة الناتجة عن حركة المنبع و/أو حركة المُشاهد إذا كان f_s و v_s تواتر وسرعة المنبع و f_0 و v_0 هما تواتر وسرعة المُشاهد يكون لدينا في جميع الحالات. $f_0 = f_s \frac{v \pm v_0}{v \pm v_s}$



elbassair.net

• لا يمكن التّكلّم عن التواترات المسموعة دون التّكلّم عن الشدة الصوتية، لأن الأذن تحس بطرق مختلفة أصواتًا لها نفس التواتر ولكن شداتها مختلفة.

• تحس الأذن العادية بأصوات لها تواترات محصورة بين 15 Hz و 20 000 Hz. يُعرّف مستوى الشدة الصوتية بالعبارة : $L = 10 \ln \frac{I}{I_0}$ حيث I_0 يُمثّل الشدة الصوتية المرجعية والمساوية لـ : $I_0 = 10^{-12}\ W.m^{-2}$

5. الأمواج الكهرومغناطيسية

• تتواجد الأمواج الكهرومغناطيسية في مجال واسع للتواترات يتم تمثيلها على ما يُدعى طيف الأمواج الكهرومغناطيسية.

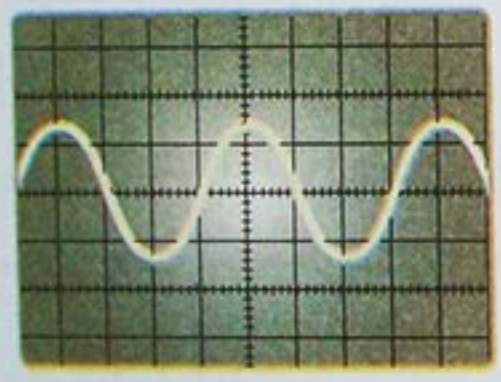
• تمنح الأمواج الكهرومغناطيسية امكانية ارسال المعلومات على مسافات بعيدة. إن موجة الراديو يجب أن تكون مضمّنة حتى يمكن ارسالها. عند الاستقبال يتم أوّلا انتقاء الاشارة بواسطة مرشح ليتم بعد ذلك نزع التضمين.

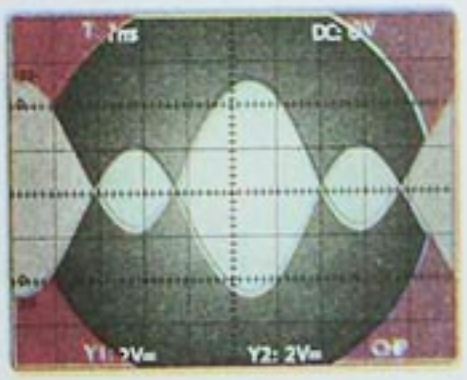
• لتضمين سعة موجة هرتزية :

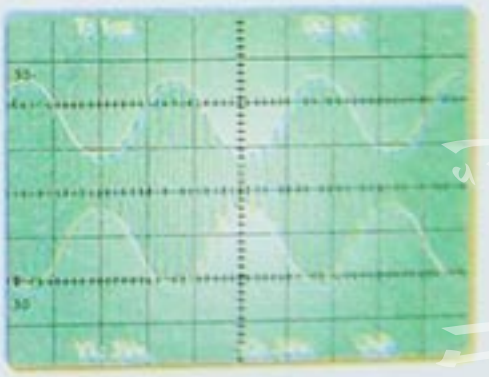
- نضيف للاشارة المعلومة مركّبة مستمرة.

- نمزج النتيجة بتوتر الموجة الحاملة للحصول على : $u_m(t) = A\,[1 + m.\cos(2\pi f_s . t)]\cos(2\pi f_p . t)$

للحصول على تضمين جيّد، يجب أن يكون نسبة التضمين m أصغر من الواحد.





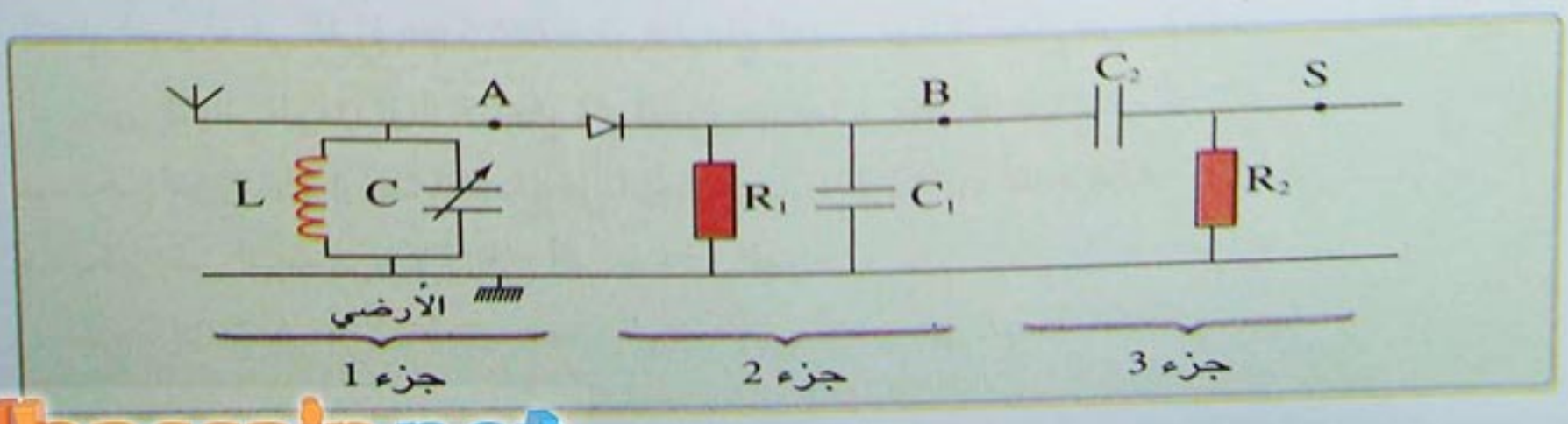


• عند استقبال الاشارة المضمّنة، يكون تواتر التجاوب لدارة الترشيح LC هو : $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

• لنزع تضمين التوتر المضمن سعويا يجب بعد ذلك :

- إعادة شكل وتواتر الاشارة المضمّنة بحذف الشدات السالبة والتواترات العالية بواسطة صمام ودارة RC على التفرع.

- حذف المركبة المستمرة للشدة.



elbassair.net

تشتمل الأسئلة التالية على عدّة مقترحات. بيّن الصحيحة منها بـ(ص) والخاطئة منها بـ (خ). تعطى نقطة واحدة لكل إجابة صحيحة، وتحذف نصف نقطة عن كل إجابة خاطئة ولا شيء في حالة عدم الإجابة

1. في حالة موجة ميكانيكية متقدمة ذات بعد واحد — تنقيط 4/

أ. ينتشر الاضطراب دون انتقال المادة و انتقال الطاقة ☐

ب. لا تتعلق سرعة الانتشار بخصائص الوسط ☐

جـ. قد تكون الموجة زلزالية باطنية ☐

د. قد تكون الموجة ناتجة عن اهتزاز وتر قيثارة ☐

2. يكون لموجتين لهما دوران مختلفان سرعات انتشار مختلفة في نفس الوسط. — تنقيط 4/

أ. يكون الدور الزمني هو نفسه الدور المكاني ☐

ب. الظاهرة الملاحظة هي تبدّد ☐

جـ. الدور المكاني هو المسافة المقطوعة من طرف جبهة موجة في دور زمني ☐

د. الدور المكاني هو المدة التي تفصل بين قمتين متتاليين ☐

3. نضع أمام منبع صوتي طول موجته $\lambda = 10\ cm$ فتحة ذات بعد $a = 1{,}0\ cm$ — تنقيط 4/

أ. نلاحظ ظاهرة انعراج الموجة ☐

ب. إذا تم استبدال الفتحة بحاجز له أبعاد صغيرة وله نفس الشكل، نلاحظ نفس الظاهرة ☐

جـ. يلاحظ أيضا ظاهرة التبدد الموجة الضوئية ☐

د. يوجد خلف الفتحة نقطة M حيث تكون سعة الموجة عظمى ☐

4. الأمواج الضوئية : — تنقيط 4/

أ. يتم انتشار الضوء المرئي في الماء بسرعة تكون أقلّ منها في الفراغ ☐

ب. يوافق الضوء الأحمر أطوال موجات تكون أكبر من تلك للضوء الأزرق ☐

جـ. يكون التفاوت الزاوي للحزمة المنعرجة بواسطة فتحة أصغر لأشعة حمراء منها لأشعة زرقاء ☐

د. يكون تواتر ودور الموجة مستقلّين عن الوسط الذي تنتشر فيه ☐

5. اشعاع أحمر له في الفراغ $\lambda = 656{,}3\ nm$، n لزجاج الفلنت لهذا الاشعاع هو : 1,612. — تنقيط 4/

أ. يكون التواتر الموافق لهذا الاشعاع في الفراغ مساويا : $4{,}57 \times 10^{14}\ Hz$ ☐

ب. تكون سرعة انتشار هذا الاشعاع في الزجاج مساويا لـ : $4{,}84 \times 10^{8}\ m.s^{-1}$ ☐

جـ. يكون طول الموجة في هذا الزجاج أكبر منه في الهواء ☐

د. قرينة الانكسار n لا تتعلق بتواتر الموجة التي تنتشر في الوسط الشفاف ☐

elbassair.net

6. نضيء فتحة عرضها $a = 0,1\ mm$ بحزمة ضوئية لها طول موجة $\lambda = 6,33 \times 10^{-7}\ m$ تشاهد الصورة على شاشة على بعد 3.40m من الفتحة. يكون عرض البقعة المركزية هو : $d = \frac{2\lambda D}{a} = 3,40\ cm$ تنقيط 4

أ. الظاهرة المشاهدة هي تبدد .....

ب. الضوء المنتج هو الضوء الأحمر .....

جـ. باستعمال فتحة عرضها أكبر من 1 mm وبعد أكبر عن الشاشة، تكون البقعة المركزية أكبر .....

د. قيمة أكثر دقة لعرض الفتحة تساوي 0,127 mm .....

7. في ظاهرة دوبلر يكبر التواتر المسموع من طرف المشاهد : تنقيط 4

أ. عند ابتعاد المشاهد وابتعاد المنبع .....

ب. عند اقتراب المشاهد وابتعاد المنبع .....

جـ. عند ابتعاد المشاهد واقتراب المنبع .....

د. عند اقتراب المشاهد واقتراب المنبع .....

8. التواترات المسموعة و الشدة الصوتية تنقيط 4

أ. عند مضاعفة استطاعة منبع صوتي يزداد المستوى بالديسبال (dB) بـ: 3dB .....

ب. إذا كان الحد المؤلم هو 120 dB تزداد الاستطاعة بـ $1\ W/m^2$ عند تواتر 1kHz .....

جـ. تحس أذن عادية بالأصوات ذات التواترات المحصورة بين 15 Hz و20 000 Hz مهما كانت الشدة الصوتية ..

د. عند مضاعفة المسافة بين نقطة و المنبع تقسم الاستطاعة على اثنين .....

9. تضمين السعة تنقيط 4

أ. تتميّز الموجة المضمّنة بسعة متغيّرة حيث يكون تغيّرها مرتبطا بالاشارة التي يتم ارسالها والتواتر ثابت ..

ب. يكون تواتر الموجة الحاملة أكبر بقليل من تواتر الصوت الذي يتم ارساله .....

جـ. تُبثّ موجة مضمّنة بدارة تكبيرية .....

د. ترتبط نسبة التضمين بسعتي الموجة الحاملة والاشارة المرسلة .....

10. استقبال بث إذاعي تنقيط 4

أ. لنزع تضمين الموجة المضمّنة يجب أولا دارة ممرّرة للشريط .....

ب. تتشكل الموجة الحاملة من عدة تواترات متمركزة في التواتر f_p للموجة الحاملة .....

جـ. لإزالة المركبة المستمرة، نستعمل دارة RC على التسلسل .....

د. كاشف الغلاف مكوّن من وشيعة .....

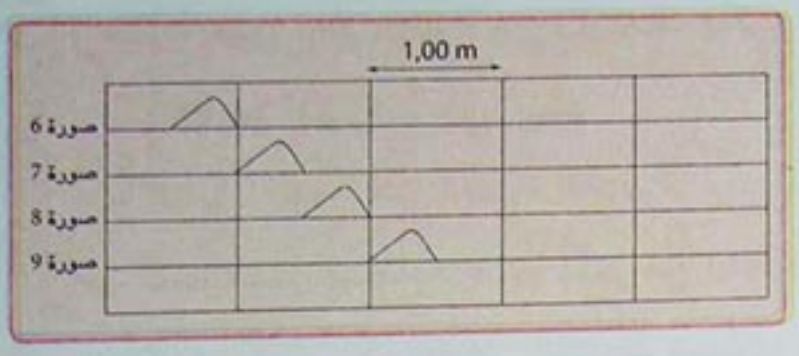
مجموع النقاط 40

ملاحظة : - الأسئلة 7، 8 و 9 خاصة بالشعب الرياضية.

- إذا تحصلت على أقل من 18 على 24 أو 30 على 40 نقطة يجب عليك مراجعة الدرس.

elbassair.net

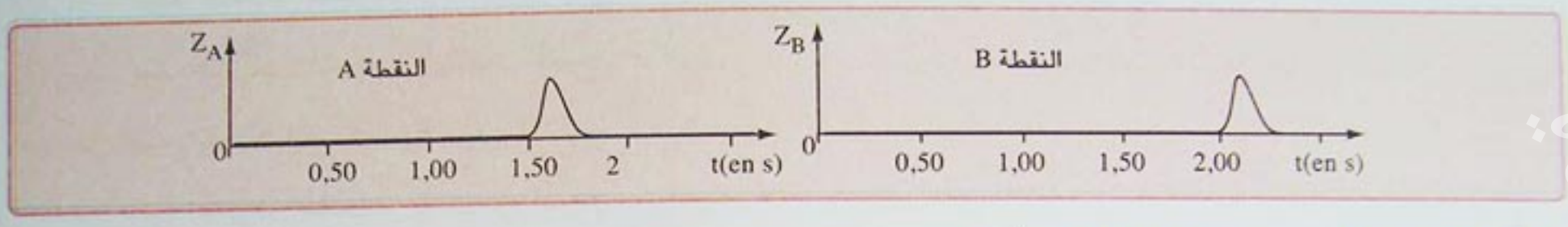
تمرين 1 :



ندرس انتشار موجة على طول حبل بواسطة التصوير المتعاقب. المدة التي تفصل بين صورتين متتاليتين هي : $\Delta t = 0{,}25\ s$.

1. عرّف ثم احسب سرعة انتشار الموجة.
2. ماهي المدة التي تكون فيهانقطة من الحبل في حالة حركة ؟

إن تطوّر الإرتفاعين z_A و z_B للنقطتين A وB من الحبل خلال الزمن ممثلا أدناه. توافق اللحظة $t_0 = 0\ s$ بداية حركة نهاية الحبل التي تمثل نقطة المنبع S.

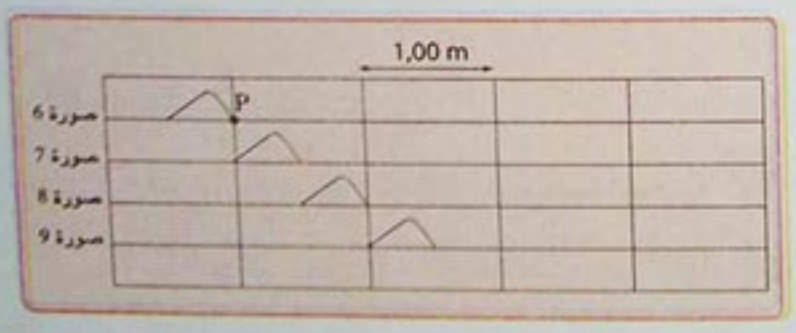


3. أي النقطتين التي يصلها الاضطراب أولا ؟
4. أي النقطتين الأقرب للمنبع S ؟
5. ما هو التفاوت الزمني بين نقطتين ؟
6. ما هي المسافة التي تفصل بين النقطتين A وB
7. تبدأ نقطة ثالثة C في الحركة في اللحظة $t_c = 0{,}50\ s$ حدد موضعها بالنسبة لـ : A.

مثّل على بيان أوضاع النقاط A ، B و C بالنسبة لنقطة المنبع S (سلم 2 cm لكل 1 m)

الحل :

1. سرعة انتشار الموجة v هي النسبة بين المسافة المقطوعة d من طرف الاضطراب خلال المدة Δt الموافقة له : $v = \frac{d}{\Delta t}$.
تبين الصورتان رقم 6 و رقم 8 أن $d = 1{,}00\ m$ و $\Delta t = 2 \times 0{,}25\ s$ ومنها : $v = \frac{1{,}00}{0{,}5} = 2{,}0\ ms^{-1}$



2. تم تحريك النقطة P (انظر الشكل) ويوجد في السكون مرّة ثانية بين اللحظتين الموافقتين للصور رقم 6 و 7.

وعليه فإن النقطة P كانت في حالة حركة خلال فترة $\Delta t = 0{,}25\ s$

3. يختلف ارتفاع A عن الصفر (0) في اللحظة $\Delta t = 1{,}50\ s$ بينما يجب انتظار $t = 2{,}00\ s$ حتى يصل الاضطراب إلى B. النقطة الأولى التي يصلها الاضطراب هي A .
4. عندما تصل جبهة الموجة النقطة A تكون النقطة قد قطعت المسافة التالية اعتبارا من المنبع S :

$$d_A = v\Delta t_A = 2 \times 1{,}50 = 3\ m$$

بالنسبة للنقطة B هذه المسافة هي : $d_B = v\Delta t_B = 2 \times 2{,}00 = 4\ m$
وعليه تكون النقطة الأقرب إلى المنبع هي : $(d_A < d_B)$A

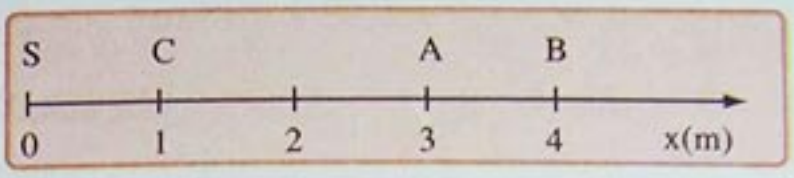
elbassair.net

5. التفاوت الزمني بين النقطة B والنقطة A هو : $dt_B - dt_A = 2{,}00 - 1{,}50 = 0{,}5\ s$

6. المسافة بين A و B هي : $d_B - d_A = 4 - 3 = 1\ m$

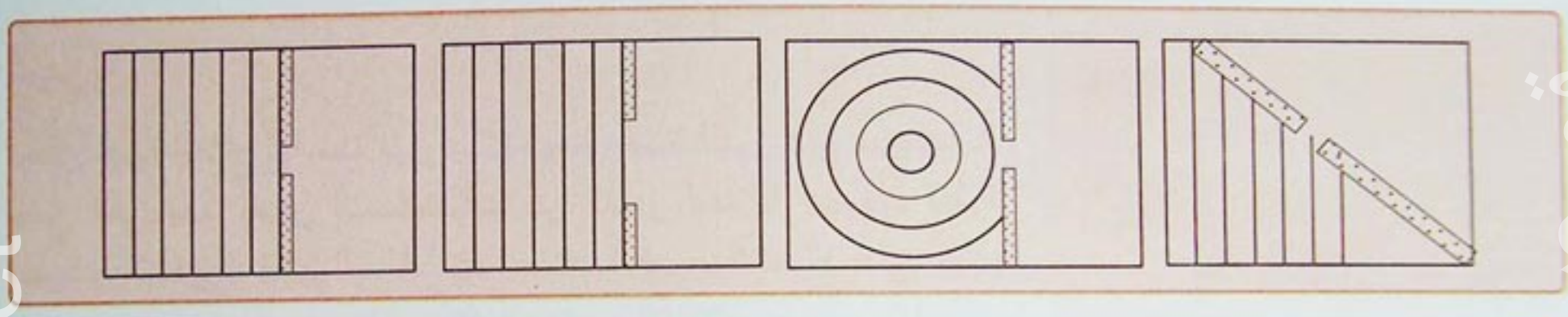
7. توجد النقطة C على مسافة من المنبع : $d_c = v\Delta t_c = 2 \times 0{,}50 = 1\ m$

بيان الموضع :



تمرين 2 :

نحقق بواسطة حوض للأمواج عدّة تجارب.



1. أتمم المخططات السابقة :

2. نضيء سطح الماء بواسطة ستروبوسكوب (stroboscope). نحصل على السكون الظاهري من أجل تواتر 60 Hz.
ماهي التواترات الأخرى التي نحصل فيها على السكون الظاهري ؟

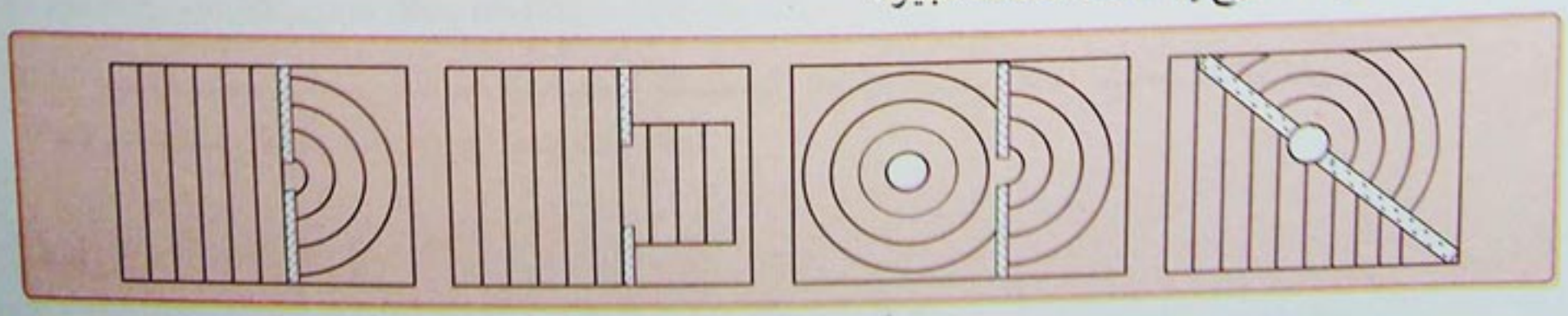
3. إذا كان طول الموجة 0,7 m، استنتج سرعة انتشار الموجة.

4. نضبط التواتر على 61 Hz :

- ماهي المسافة d التي تبدو أن الموجة قطعتها ؟
- ماهي حينئذ سرعة الانتشار؟

الحل :

1. لا تحدث ظاهرة الانعراج إذا كانت الفتحة كبيرة.



2. تظهر التجاعيد ساكنة على سطح الماء إذا انتقلت الموجة بـ λ خلال الفترة Ts (دور الستروبوسكوب) أي بين إضائتين متتاليتين، يكون إذا (دور الموجة) $Ts = T$. من أجل انتقال 2λ، $2T = Ts$ ، من أجل 3λ، $3T = Ts$ ومن أجل $n\lambda$ ، $nT = Ts$.

elbassair.net

بما أن $f = \frac{1}{T}$ يكون لدينا السكون الظاهري من أجل تواترات معطاة بـ : $f = \frac{fs}{n}$ أي : 15 Hz , 20 Hz , 30 Hz, 60 Hz ...

3. طول الموجة :

$$\lambda = v \times T = \frac{v}{f} \Rightarrow v = \lambda \times f \; ; \; v = 7 \times 10^{-3} \times 60 \Rightarrow v = 0{,}42 \; m.s^{-1}$$

4. تقطع الموجة المسافة d_1 بين إضائتين : $d_1 = \frac{v}{f} \; ; d_1 = \frac{0{,}42}{61} = 6{,}88 \times 10^{-3} \; m$

يبدو أن الموجة قطعت المسافة d (للخلف لأن $f > fs$) : $d = d_1 - d_{réelle}$

$$d = 6{,}88 \times 10^{-3} - 7{,}10^{-3} = 0{,}12 \times 10^{-3} \; m$$

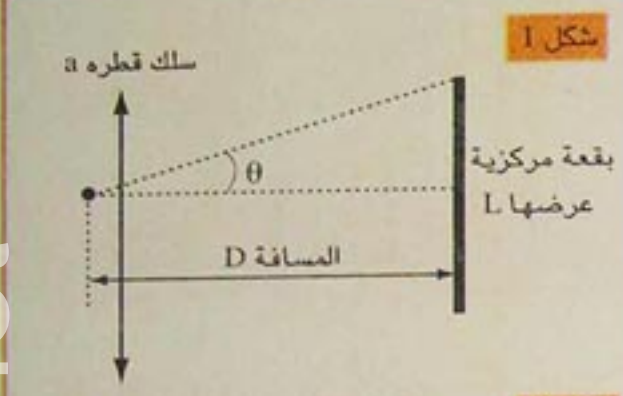
تكون سرعة الانتشار الظاهرية هي :

$$v = \frac{d}{T} = d \times f \; ; \; v = 0{,}12 \times 10^{-3} \times 61 = 7{,}23 \times 10^{-3} \; m.s^{-1}$$

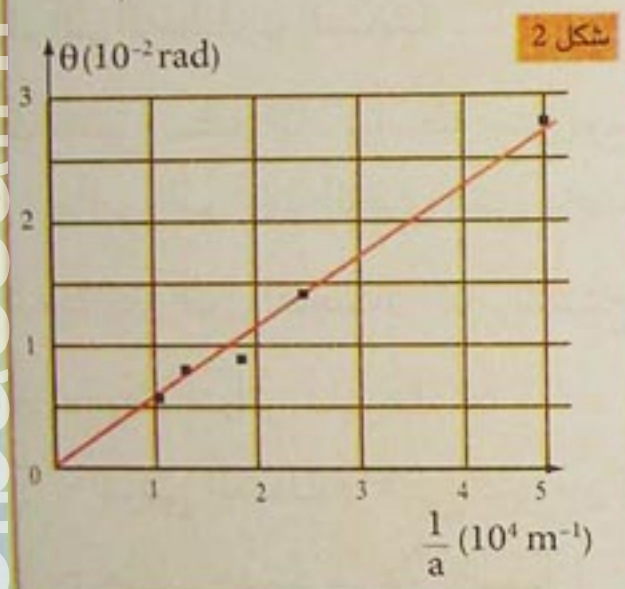
تمرين 3 :

نحقق تجربة انعراج بواسطة ليزر يبث موجة وحيدة اللّون طول موجتها λ.
نضع على بعد بعض السنتمترات من الليزر أسلاكا عمودية قطرها معروف. ليكن a قطر السلك تتم مشاهدة صورة الانعراج على شاشة بيضاء موضوعة على مسافة $D = 1{,}60 \; m$ من الأسلاك. من أجل كل سلك نقيس العرض L للبقعة المركزية.

شكل 1



شكل 2



اعتمادا على هذه القياسات والمعطيات يكون من الممكن حساب الفارق الزاوي θ للحزمة المنعرجة (أنظر شكل 1 الموالي)

1. الزاوية θ صغيرة و يُعبَر عنها بالراديان وتحقق العلاقة : $\tan\theta = \theta$ اعط العلاقة بين L و D التي سمحت بحساب θ لكل سلك.
2. اعط العلاقة التي تربط θ ، λ و a . عيّن وحدات θ، λ و a
3. نرسم المنحنى $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$ يعطى هذا المنحنى في الشكل 2.
أثبت أن المنحنى المحصّل عليه يوافق عبارة θ المعطاة في السؤال 2.
4. كيف يمكن تعيين طول الموجة λ للضوء أحادي اللّون المستعمل اعتمادا على المنحنى السابق؟
5. باستعمال الشكل 2 حدّد من بين قيم أطوال الموجات المقترحة أدناه، ما هي القيمة الموافقة للضوء المستخدم ؟
560 cm ; 560 mm ; 560μm ; 560 nm
6. إذا هممنا بتحقيق نفس الدراسة التجريبية باستعمال الضوء الأبيض فإننا نشاهد أهدابا تقزحيّة.
علّل باختصار المظهر «القزحي» للصورة المشاهَدة.

الحل :

1. بالإستعانة بالشكل 1، يمكن لنا كتابة العلاقة المثلثية : $\tan\theta = \frac{L/2}{D}$ أي : $\theta = \frac{L}{2D}$ لأن θ صغيرة.
2. يُعبَر عن العلاقة بـ: $\theta = \frac{\lambda}{a}$ ، مع θ بالراديان و λ و a بالمتر.
3. يمثل المنحنى (شكل 2) بيان الدالة الخطية التي معادلتها $y = kx$ وهي مطابقة للعلاقة السابقة، $\theta = \lambda \times \left(\frac{1}{a}\right)$

elbassair.net

4. معامل توجيه المستقيم يوافق طول الموجة λ .

5. حساب معامل التوجيه :

$$\lambda = \frac{\Delta\theta}{\Delta(1/a)} \Rightarrow \lambda = \frac{2{,}8 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{4}}$$

$$\lambda = 0{,}56 \times 10^{-6}\ \text{m} = 560\ \text{nm} = 0{,}56\ \mu\text{m}$$

6. يصاحب كل إشعاع طول موجة و عليه تكون البقعة المركزية ذات لون أبيض وعلى جانبيها يكون لدينا مظهرا قزحيًا لونه أحمر برتقالي لأن هذه الأشعة لها أطوال موجات هي الأكبر و منه فإن عرض بقعته المركزية L أكبر.

تمرين 4 :

يبث مكبّر صوت متصل بمولد للتواترات المنخفضة (GBF) صوتا تواتره f قابل للضبط. نقبل أن التواتر المضبوط على GBF يكون مساويا لتواتر الموجة الصوتية.

تنتشر الموجة الصوتية بسرعة انتشار $v = 340\ \text{m.s}^{-1}$ يستقبل ميكروفون الصوت الصادر.

تتم مشاهدة الاشارتين (مكبر الصوت - ميكروفون) على راسم الاهتزازات.

1. نضبط تواتر GBF على $f = 2\,000\ \text{Hz}$ نضع الميكروفون على مسافة $D = 0{,}85\ \text{m}$ من مكبّر الصوت.

أ. عيّن طول الموجة λ للموجة الصوتية الصادرة عن مكبر الصوت.

ب. عين دورها T .

جـ. اشرح لماذا تكون الاشارتان في توافق.

2. نبعد ببطء الميكروفون في اتجاه انتشارالموجة. تكون الاشارتان مجددا في توافق عندما يتم إبعاد الميكروفون بمسافة $d = 1{,}68\ \text{m}$. هل التجربة في توافق مع نتيجة السؤال (1.أ) ؟

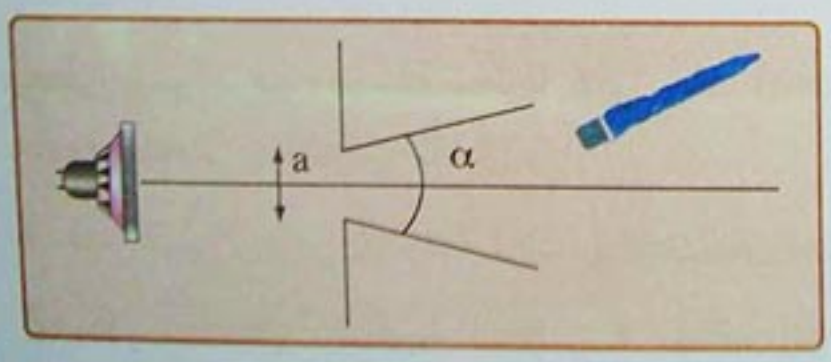
3. نحرك فتحة عرضها (a) قابل للضبط أمام الميكروفون. التواتر هو دوما $f = 2\,000\ \text{Hz}$.

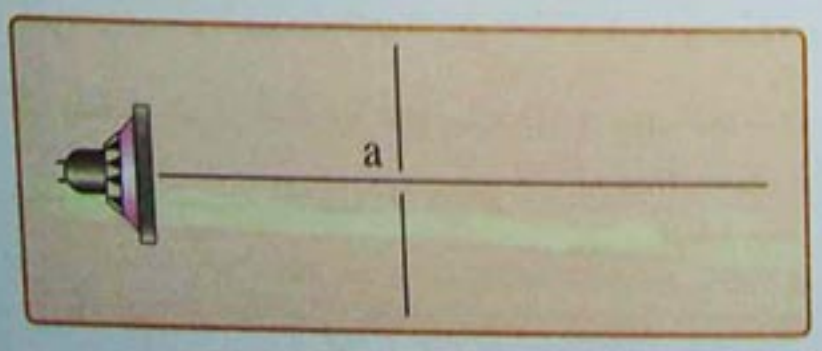
نحرك الميكروفون خلف الفتحة لنتمكن من تحديد الزاوية α لانعراج الموجة بدلالة عرض الفتحة.

زاوية الانعراج α توافق المنطقة التي يستقبل فيها الميكروفون اشارة سعتها قابلة للقياس.

القيم موجودة في الجدول التالي :

a(cm)	10,0	7,5	5,0	2,5
α(°)	20°	30°	40°	50°





أ. ما هي الظاهرة المشاهدة ؟

ب. ماهو تأثير مقاس الفتحة على الزاوية α ؟

جـ. ماهي خصائص الموجة بعد مرورها من الفتحة ؟

د. مثل شكل سطوح الموجة (الخطوط المبينة لموضع سطح الموجة في اللحظة t) قبل وبعد المرور من الفتحة في الشكل المقابل.

نأخذ $a = 10\ \text{cm}$. ويكون السلم المستعمل هو : في الواقع $17\ \text{cm} \rightarrow 1\ \text{cm}$ على المخطط.

elbassair.net

الحـل :

1. أ. يعرّف طول الموجة لصوتية λ الصادرة عن المكبر بالعلاقة : $\lambda = \frac{v}{f}$ إذًا $\lambda = \frac{340}{2\,000} = 0{,}17$ m

ب. دور الموجة الصوتية يعرّف بالعلاقة $T = \frac{1}{f}$ ومنها $T = \frac{1}{2\,000} = 5{,}0 \cdot 10^{-4}$ s

جـ. المكبر والميكروفون متباعدان بـ $D = 0{,}85$ m. أي أن $n = \frac{0{,}85}{0{,}17} = 5$ مرات من طول الموجة بالضبط.

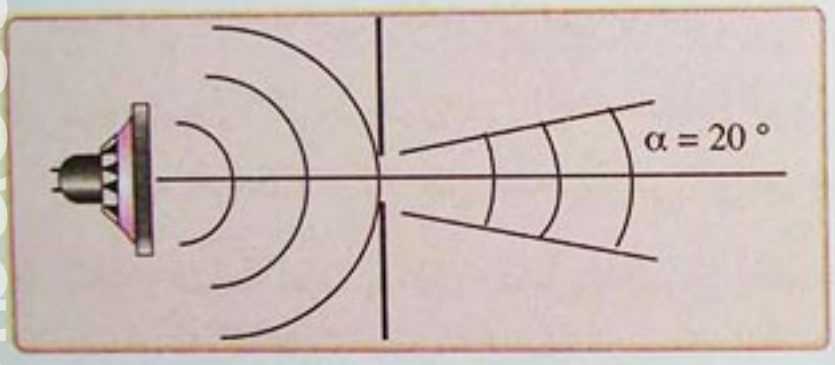
إذا كانت نقطتان موجودتان على مسافة تساوي مضاعفا صحيحا من طول الموجة فإنهما تتحركان بتوافق وعليه فإن الاشارتين متواقتتان.

2. بإبعاد الميكروفون بمسافة $d = 1{,}68$ m فإن : $n' = \frac{1{,}68}{0{,}17} = 9{,}89$ مرات طول الموجة، يمكن اعتبار أنه تم إبعاد الميكروفون بـ 10 طول موجة بحساب الأخطاء. وعليه تكون الاشارتان مجدّدا في توافق، يعني أن التجربة في توافق مع نتيجة السؤال (1.أ).

3. أ. تبين هذه التجربة ظاهرة انعراج موجة بواسطة فتحة.

ب. حسب نتائج القياس نلاحظ أنه كلما كانت الفتحة ضيقة (a أكثر صغرا) كلما كانت α كبيرة، إذا كانت $a = 10$ cm فإن $\alpha = 20°$ ، وإذا كانت $a = 2{,}5$ cm فإن $\alpha = 50°$.

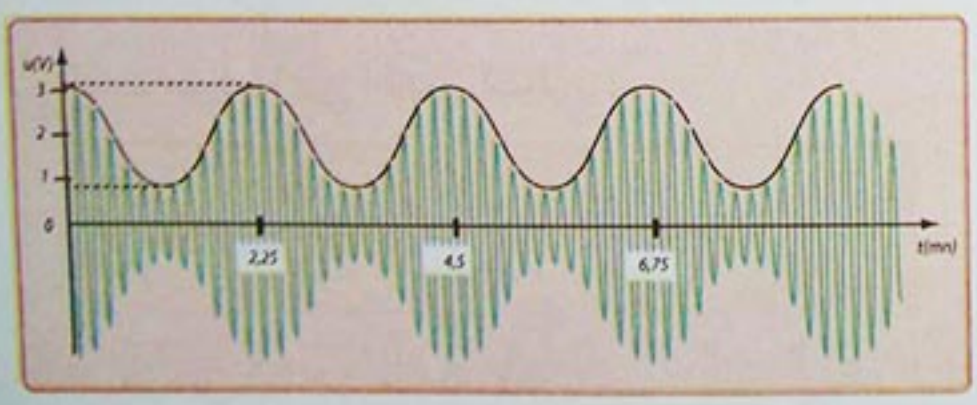
جـ. بعد مرورها من الفتحة تكون الموجة كروية. يصبح الحاجز و كأنه منبع جديد (منبع نقطي).
تنتشر الموجة في كل الاتجاهات المتاحة لها : تنتشر في الهواء في ثلاثة أبعاد. على العكس من ذلك يبقى تواتر الموجة ثابتا ومساويا 2 000 Hz.



يعطي في الشكل المقابل أوجه الموجة (ليس بالسلم).

بعد مرورها من الفتحة تتمدّد الأشعة في الهواء بثلاث أبعاد في منطقة زاويتها 20°. كل وجه موجة يكون مبتعدا بـ 0.17 cm (طول موجة) أي 1 cm على المخطط.

تمرين 5 :



يعطى رسم موجة مضمّنة سعويا على راسم الاهتزازات مزدوج المنحنى بالشكل المقابل .

1. قدّر قيم الدورين Ts وTp للاشارة المضمّنة والحاملة.

2. ذكّر بالعبارة النظرية للتواتر f بدلالة الدور T بالوحدات ثم احسب التواترين f للاشارة المضمّنة و F للاشارة الحاملة.

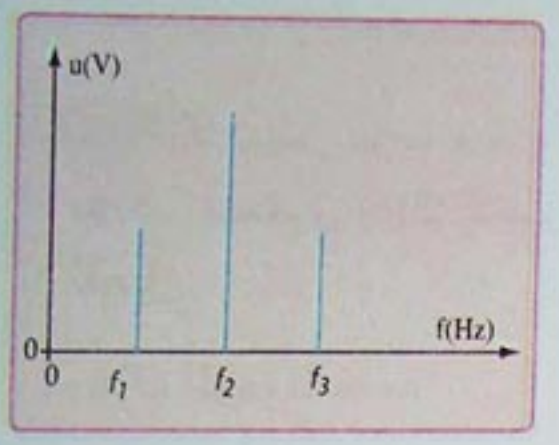
3. يتغيّر توتر الاشارة المضمّنة $u_m(t)$ بين قيمتين حدّيتين يرمز لهما على الترتيب $u_{m(max)}$ و $u_{m(min)}$.
يعبر عن نسبة التضمين m بـ : $m = \frac{u_{m(max)} - u_{m(min)}}{u_{m(max)} + u_{m(min)}}$

أ. احسب قيمتي التوترين $u_{m(max)}$ و $u_{m(min)}$ للاشارة المضمّنة.

ب. استنتج قيمة m .

elbassair.net

جـ. ماذا يوافق نسبة التضمين m أكبر من 1 ؟



4. يعبّر عن نسبة التضمين بدلالة التوتر الأعظمي للاشارة المضمّنة $u_{s(max)}$ والتوتر u_0 على حسب العبارة التالية : $m = \frac{u_{s(max)}}{u_0}$

أ. ماهي الشروط التي يجب توفيرها للحصول على نسبة التضمين $m < 1$ ؟

ب. ماهو الشرط الآخر اللازم للحصول على تضمين جيد ؟

جـ. تحليل الاشارة تبين أنهامكونة من ثلاثة تواترات f_1; f_2; f_3 . عبّر عن التواترات التي تظهر في طيف بالجانب بدلالة تواتر الاشارة المضمنة f والاشارة الحاملة F.

الحـل :

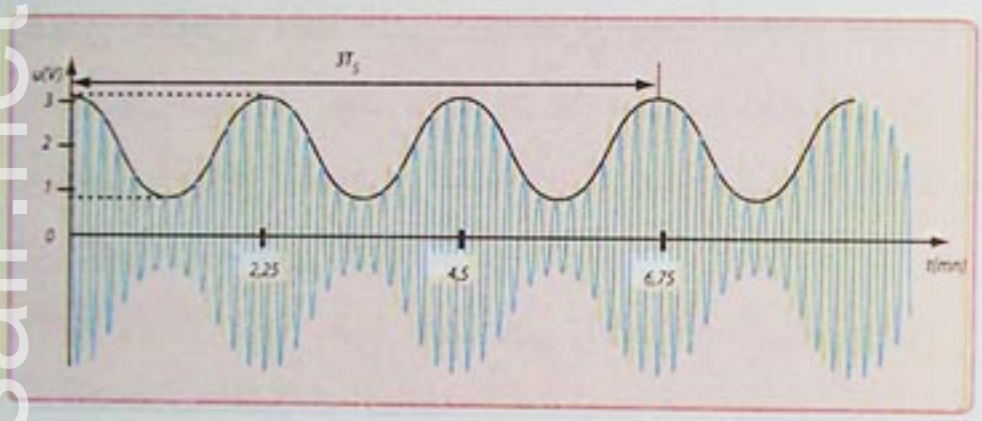
1. قياس Ts و Tp

قياس Ts على ثلاثة أدوار يعطي :

$3\,T_s = 6,75\ m\Delta$ أي : $T_s = 2,25$ ms

خلال هذه الفترة الزمنية تكون الاشارة الحاملة قد ظهرت 40 مرة أي : $40\,T_p = 6,75$ ms

ومنها $T_p = 0,17$ ms

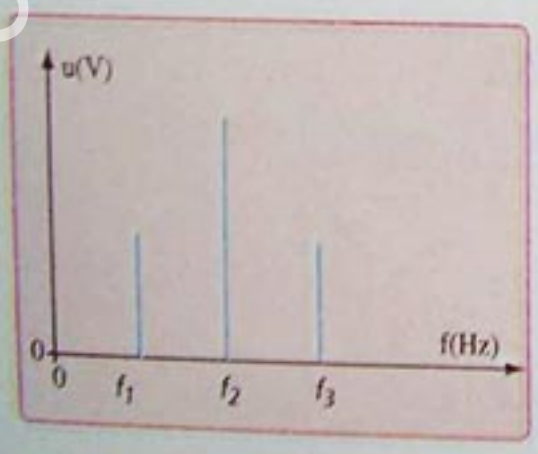


2. يعبّر عن التواتر بالعلاقة : $f = \frac{1}{T}$

تواتر الاشارة المضمنة $f = \frac{1}{2,25 \times 10^{-3}} \Rightarrow f = 444$ Hz

تواتر الاشارة الحاملة : $F = \frac{1}{0,17 \times 10^{-3}} \Rightarrow F = 5,88$ kHz

3. أ. نعيّن بيانيا $u_{m(max)}$ و $u_{m(min)}$



$u_{m(max)} = 0,8$ V ; $u_{m(min)} = 3,2$ V

ب. نسبة التضمين $m = \frac{3,2 - 0,8}{3,2 + 0,8} = 0,6$

جـ. إذا كان $m > 1$ يوجد تضمين زائد.

4. أ. $m = \frac{u_{s(max)}}{u_0} < 1 \Rightarrow u_{s(min)} < u_0$

يجب ضبط التوتر u_0 بطريقة تكون أعلى من التوتر الأعظمي للاشارة المضمنة.

ب. الشرط الآخر حول التواترات: يجب : $F >> f$

جـ. f_2 توافق الاشارة الحاملة : يجب : $f_2 = f$

التواترين الآخرين هما $f_1 = F - f$ و $f_3 = f + F$

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

1. انتشار اشارة

★1 تنتقل موجة متقدمة على طول حبل طوله 3 m. تستغرق 20 s لتصل إلى النهاية الأخرى للحبل.

1. عرّف الموجة المتقدمة

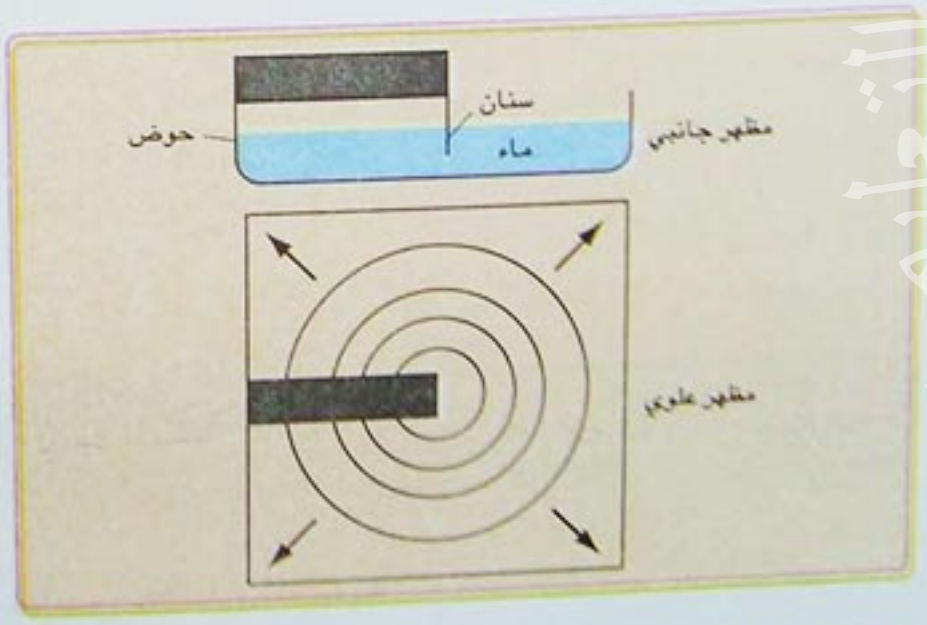
2. احسب سرعة انتشار الموجة

3. ما هي النقطة من الحبل الذي وصلت لها الموجة في اللحظة $t = 10\ ms$.

★2 يعتبر الصدى انعكاسا للأصوات المسموعة في الجبال بالقرب من حاجز صخري.
يقيس متجول المدّة التي تستغرق بين إصدار صوت واستقبال صداه. يجد $\Delta t = 3{,}5s$ احسب المسافة بين المتجول والحاجز الصخري علما بأن سرعة انتشار الصوت في الهواء تساوي $v = 330\ m.s^{-1}$.

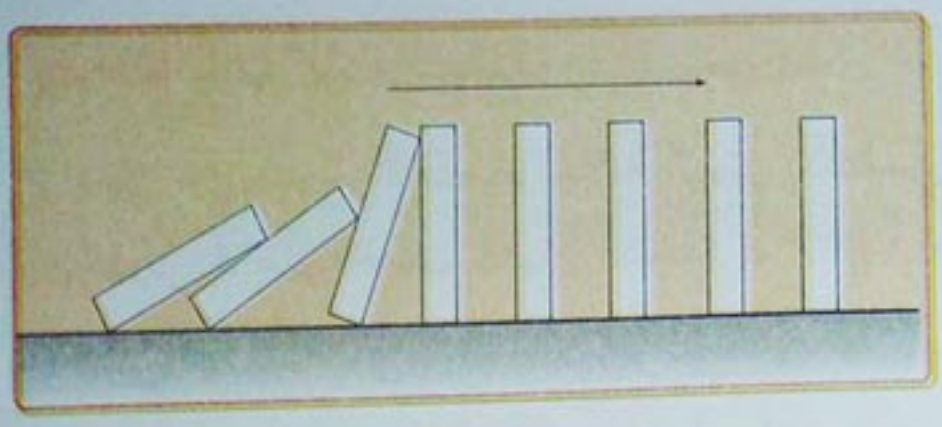
★3 ما هي خصائص الأمواج الناتجة عن التجارب الثلاث التالية ؟

1. نستعمل حوضا للأمواج لمشاهدة إنتشار موجة تحدثها عربة موصولة بهزّاز. نشاهد ظهور أمواج دائرية ناتجة عن المنبع.



2. إذا تكلمت لجاري في نفس الوقت الذي يكلمني فيه، يبقى حديثنا مفهوما.

3. نضع نردات على طاولة. نعطي نبضة للأوّل لإمداده بالطاقة الحركية.



★4 أثناء حدوث الصاعقة نحسب وقت التأخر بين البرق وصوت الرّعد. بالقسمة على ثلاث نحصل على المسافة التي سقطت بها الصاعقة.

1. نعتبر إعصارا موجودا على 2,1 km من المشاهد.

أ. تكون سرعة انتشار الضوء في الهواء مطابقة لسرعة انتشار الضوء في الفراغ.
ذكر بقيمة سرعة انتشار الضوء في الفراغ.

ب. أثبت أن زمن انتشار الموجة الضوئية بين نقطة الحدث والمشاهد يكون مهملا.

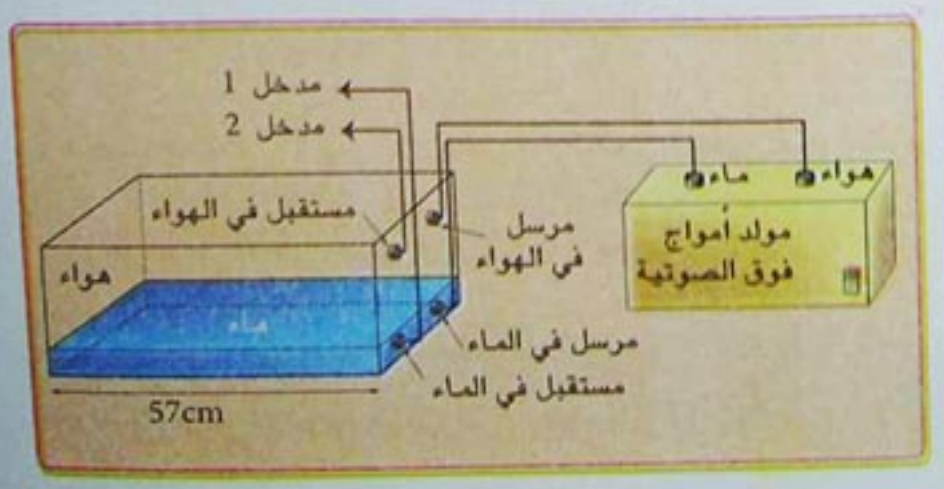
2. في الشروط المناخية نهارا يستغرق الصوت 6,2 s للوصول إلى المشاهد.

أ. أوجد سرعة انتشار الصوت.

ب. هل تؤكد هذه الحسابات صحة الطريقة التجريبية ؟

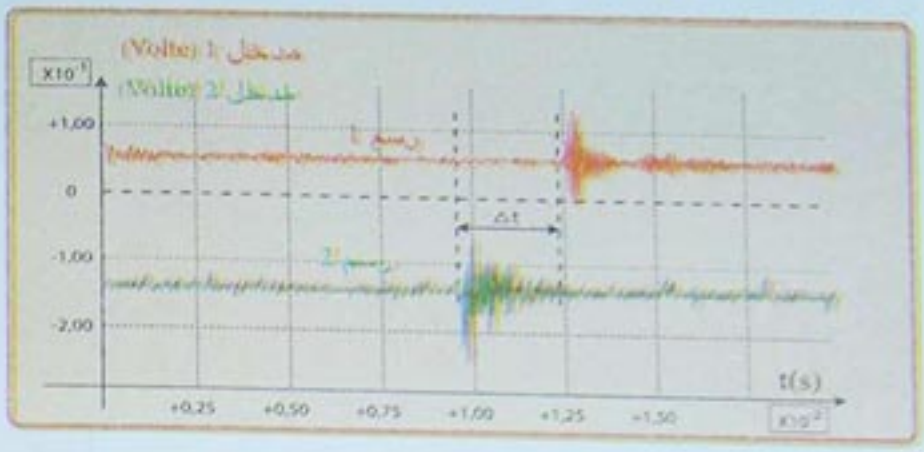
★★5 يُقترح تعيين سرعة انتشار الأمواج فوق الصوتية في الماء. من أجل ذلك نستعمل حوض أسماك ومولد يسمح بإصدار دفعات فوق صوتية في نفس الوقت في الماء وفي الهواء.

يتم وضع أجهزة الارسال والاستقبال جنبا إلى جنب. المسافة التي تفصل بين المرسل والحاجز الذي تنعكس فيه الأمواج مساويا لـ 57cm.



elbassair.net

بعد تحقيق التجربة نتحصل على المعطيات التالية:



1. $\Delta t = 0,002\ 7\ s$ ماذا تمثل Δt ؟

2. انطلاقا من سرعة انتشار الأمواج فوق الصوتية في الهواء ($v_{air} = 340\ ms^{-1}$) نقترح إيجاد السرعة في الماء (v_{eau}). أعط العلاقتين للهواء وللماء اللتان تربطان المسافة المقطوعة d من طرف الموجة بين أجهزة الارسال والاستقبال، سرعات الانتشار والفترات t_{air} و t_{eau} التي تفصل إصدار الموجة واستقبالها.

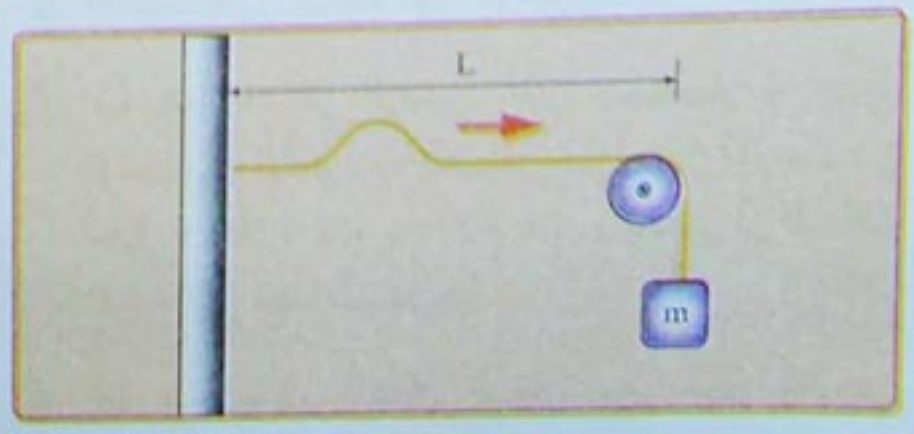
3. أكتب المعادلة بين t، t_{eau} و t_{air}. نحصل هكذا على نظام من 3 معادلات و3 مجاهيل.

4. حلّ هذه المعادلات لتعيين v_{eau}.

★★★5 سرعة الانتشار على حبل مشدود.

1. نفرض أن سرعة انتشار اضطراب على طول حبل يعطى بدلالة قوة الشد F والكتلة الخطية للكتلة μ. يعطى $v = F^{\alpha}\mu^{\beta}$. استعمل التحليل البعدي لتعيين α و β.

2. ليكن حبل نهايته مثبتة. يمرّ على بكرة وتربط نهايته بحجر كتلته 2,00 kg. طول الجزء الأفقي للحبل 1,60 m وكتلته 20,0 g. ما هي سرعة انتشار الاضطراب على الحبل ؟



3. حبلان مصنوعان من نفس المادة. قطر الحبل 1 أكبر بمرتين من قطر الحبل 2، ولكنه يقع تحت تأثير نصف شدته. أوجد $\frac{v_2}{v_1}$.

★★★7 إن الأمواج الزلزالية هي عبارة عن أمواج ميكانيكية متقدمة يمكن أن تخترق وسطا دون أن تغيّره.

تنتشر الاهتزازات الناتجة عن الزلزال انطلاقا من المركز في جميع الاتجاهات.

نميز نمطين من الأمواج : الأمواج الحجمية التي تخترق الأرض والأمواج السطحية التي تنتشر على السطح. ترتبط سرعة الانتشار والسعة لهذه الأمواج بالوسط الجغرافي الذي تخترقه.

من بين الأمواج الحجمية توجد :

- الأمواج p (الأولية) المسماة كذلك الأمواج الإنضغاطية.
انتقال الأرضية (sol) الذي يوافق مرورها يتم بتمدّدات وانضغاطات متتالية تكون سرعة انتشارها هي $v_p = 6,0\ km.s^{-1}$ بالقرب من السطح. إنها أولى الأمواج التي يتم تسجيلها بجهاز رصد الزلازل.

- الأمواج s (الثانوية) تسمى كذلك أمواج القص. انتقال الأرضية يتم بقياس مواز لسطح الأرض. تكون سرعة انتشارها هي $v_s = 4,1\ km.s^{-1}$، تظهر الثانية في جهاز رصد الزلازل.

يحدث زلزال في مركز يقع تحت الأرض بـ 200 km. نفرض أن موجتين s و p تنطلقان في نفس الوقت وأن الاضطراب يستغرق $\Delta t = 30\ s$.



elbassair.net

الشكل 2



1. ما هي الموجة التي يمكن مقارنتها بانتشار موجة S؟ وانتشار موجة p؟

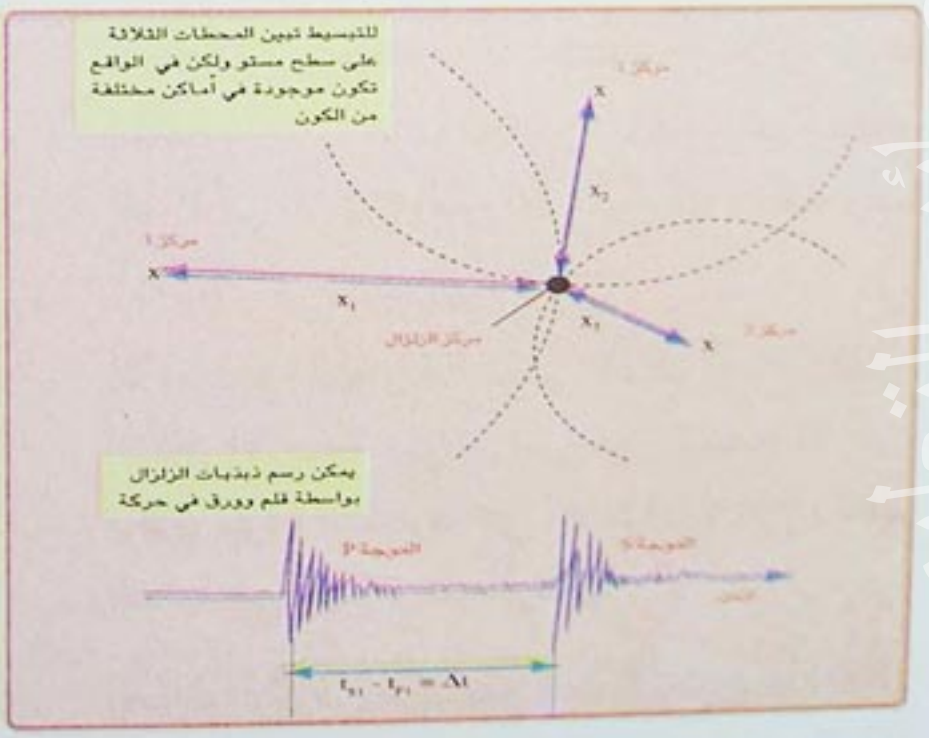
2. ما هي الحركة التي تتعرّض لها نقطة موجودة في مركز الزلزال في اللحظة الأولى؟

3. ما هي حركته في اللحظات الموالية؟

4. ما هي الفترة الزمنية Δt التي تفصل موجتين؟

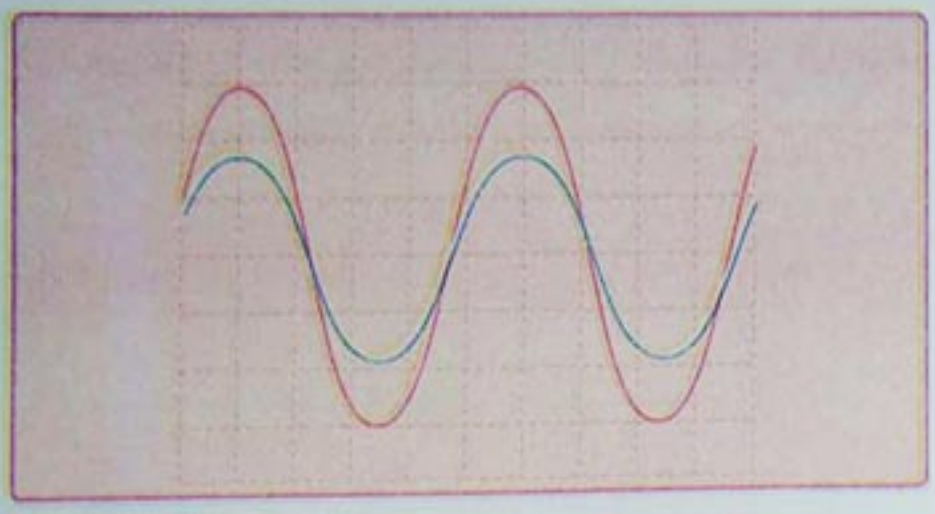
5. إن قياس t بالقيم المعروفة لـ v_s وv_p تسمح بايجاد المسافة x_1 من المركز إلى محطة كشف زلزالية.

بيّن أنه من الضروري الحصول على معطيات لثلاث محطات كشف لإيجاد موضع مركز الزلزال.



2. انتشار موجة ميكانيكية دورية

★8 خلال تجربة لقياس سرعة انتشار الصوت في الهواء، يستقبل ميكروفان موضوعان على نفس المحور على بعد 3 m الواحد عن الآخر، نفس الصوت بتأخر 8,82 ms تتم مشاهدة الاشارة المستقبلة على راسم الاهتزازات الموالي.



1. أعط وصفا للموجة الصوتية.

2. أحسب سرعة انتشار الموجة الصوتية.

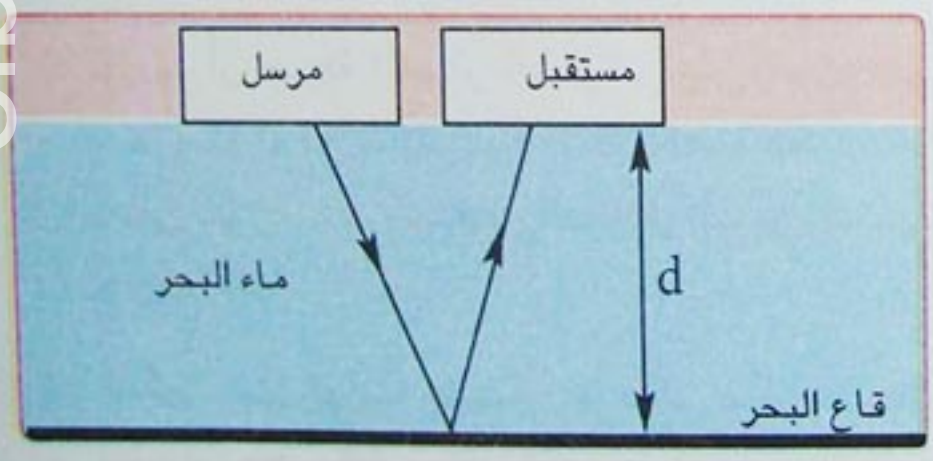
3. هل الاشارتان المستقبلتان بواسطة الميكروفونين على توافق في الطور ؟

4. ما هي المسافة الدنيا بين الميكروفونين حتى تكون الاشارتان على تعاكس في الطور ؟

★9 يسمح جهاز السونار بتحديد عمق قاع البحار، يكون مركبا من جهاز ارسال وجهاز استقبال.

يغذى السونار المدروس بتوتّر جيبي تواتره 20 kHz.

سرعة انتشار هذه الأمواج في الماء هي $1\,500\ m.s^{-1}$.



1. احسب دور الصوت.

2. احسب طول الموجة لهذا الاهتزاز.

3. ما هو التأخر الزمني الذي يستقبل به جهاز الاستقبال الاهتزازت الصادرة من جهاز الارسال من أجل $d = 50\ m$ و $d = 800\ m$. (نعتبر أن المسافة تقطع في خط مستقيم)

4. ما هو مقدار انتقال الباخرة بين لحظة الاصدار

elbassair.net

ولحظة الاستقبال إذا انتقلت بسرعة 15 عقدة (1 عقدة = 1,8 $km.h^{-1}$) ؟ ماذا تعني هذه النتائج.

10 ★ يضرب هزاز سطح ماء في حوض أمواج بتواتر 5 Hz. المسافة بين قمتي موجتين متتاليتين هي : 1.5 cm.

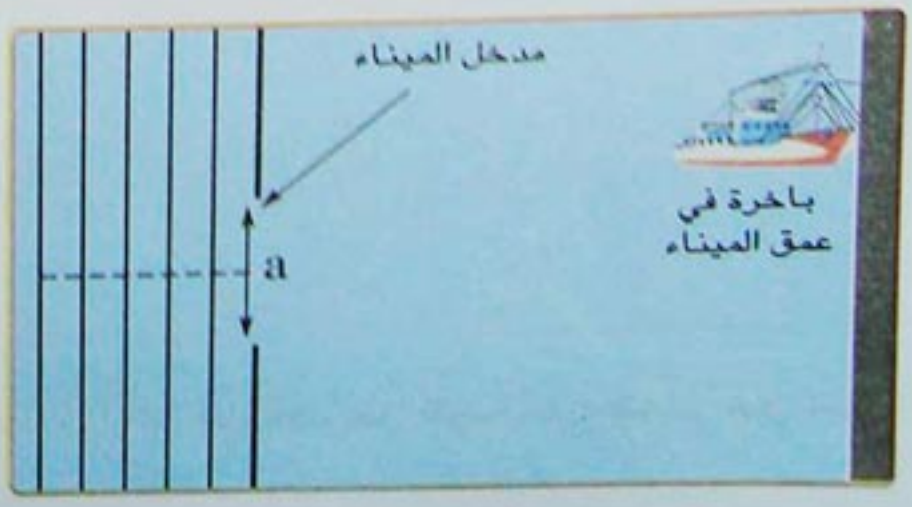
1. هل الموجة الصادرة عرضية أم طولية ؟
2. حدد مواضع قمم التجاعيد الخمسة الأولى عندما يكون الهزاز في أدنى مساره.
3. عبّر عن مواضع القمم بدلالة λ .

11 ★ نرسل موجة فوق صوتية على فتحة بتواتر 22,0 kHz.

1. ما هي سرعة انتشار هذه الموجة في الهواء، وسط غير مبدّد للأمواج الصوتية ؟
2. ما هو الطول التقريبي لعرض الفتحة الذي يسمح بحدوث ظاهرة الانعراج ؟
3. نبعث موجة فوق صوتية تواترها 1,00 kHz على نفس الفتحة. هل يمكن مشاهدة ظاهرة الانعراج ؟ علّل الإجابة.

12 ★★ ينشأ الإعصار تحت تأثير الرياح بعيدًا عن السواحل. يحدث ريح سرعته 6 $km.h^{-1}$. إعصاراً ارتفاع أمواجه 1 m .

هذه الأمواج مفصولة بمسافة 230 m. تحلّ موجة محل الأخرى بعد فترة 12 ثانية.



1. أحسب سرعة انتقال الأمواج على سطح المحيط.
2. يصل هذا الإعصار لميناء له فتحة عرضها a = 200 m بين كل موجتين. ما هي الظاهرة التي يمكن حدوثها ؟
3. ترسو باخرة في عمق الميناء كما هو مبيّن في الشكل.

هل تتعرض هذه الباخرة لخطر آثار الإعصار ؟ علّل الاجابة بواسطة مخطط.

13 ★★ يربط هزاز بحبل يولّد فيه موجة متقدمة دورية.

1. ما هو تواتر الموجة ؟ علّل الإجابة.
2. عبّر عن طول الموجة λ :

أ. بدلالة سرعة الانتشار والتواتر للموجة ؟

ب. بدلالة التواتر، الطول، الكتلة وشد الحبل ؟

جـ. حدّد الوحدات المستعملة في العلاقة السابقة (SI).

3. عيّن قيمة λ.

المعطيات : الكتلة الخطية

- شد الحبل : F = 3,0 N
- طول الحبل : ℓ = 6,0 m
- كتلة الحبل : m = 80 g

14 ★★ ندرس الإعصار في مخبر الثانوية بواسطة Webcam "لحوض أمواج". نسجل بـ Webcam صور فيديو لمظهر سطح الماء (بالإسقاط على الزجاج العمودي للحوض). تتم معالجة هذه الصور بواسطة برنامج ملائم. في مستوى عمودي يقوم هزاز بإحداث حركة دورية (دورها T)، مسطرة صغيرة تنشأ أمواجا خطية متوازية تنتشر على سطح ماء الحوض بسرعة v. (بدون انعكاس).

عمق الماء h صغير وثابت. تؤخذ الصور بواسطة Webcam في لحظات t متتالية بفاصل زمني بـ :

$$\tau = \frac{1}{30} = 0{,}033 \text{ s}$$

elbassair.net

في اتجاه انتشار الأمواج (المحور x'x) نحدّد على مشاهد متتالية نفس القمة للتَموّج (خط مضاء على الزجاج الأملس).

نحصل بعد المعايرة للمسافات على جدول القياسات التالية :

t(s)	0,200	0,233	0,267	0,300	0,333	0,367	0,700
x(m)	0,098	0,105	0,114	0,122	0,130	0,138	0,147

1. ارسم على ورق مليمتري بيان x بدلالة t . استنتج سرعة انتشار هذه الموجة، هل هي ثابتة ؟

على إحدى مشاهد الفيلم نحدّد (على المحور x'x) قمم التموج رقم 1 والتموج رقم 4. المسافة بين هاتين القمتين هي $d = 0{,}088\ m$.

من جهة أخرى تم تحديد تواتر الهزاز بواسطة الستروبوسكوب $8\ Hz < f < 9\ Hz$.

2. حدد طول الموجة λ لهذه الأمواج.

3. هل القيم المحسوبة V و λ على توافق مع التواتر f المعطى بواسطة الستروبوسكوب ؟

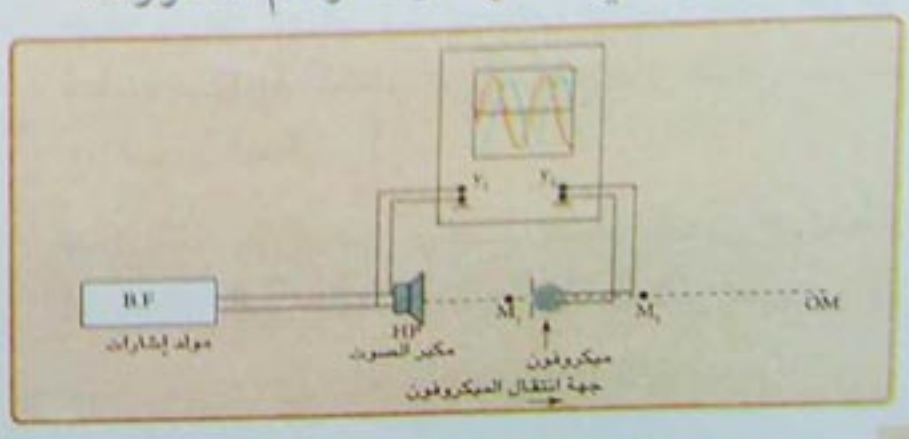
4. بدون تغيير أي شيء آخر، نضبط تواتر الهزاز على $f = 19\ Hz$. يعطى قياس سرعة انتشار الموجة بـ :

$$v' = 0{,}263\ m.s^{-1}$$

أ. قارن بين سرعة الانتشار هذه وتلك الموجودة في 1.

ب. ما هي الظاهرة التي أهملت لحدّ الآن، والتي قد يكون الفرق بين v و v' متسبّبًا فيها ؟

15 ★★ يبث مكبر صوت في الهواء المتواجد حوله موجة صوتية تواترها f. نصل مكبّر الصوت والميكروفون في المدخل 1 و 2 لراسم الاهتزازات.



1. عندما يكون الميكروفون في M_1، يكون المنحنيان المحصل عليهما في الشاشة متطابقين.

ماذا نقول في هذه الحالة عن الاهتزازات الصادرة عن مكبر الصوت والمستقبلة من الميكروفون ؟

2. ينقل الميكروفون إلى M_2 ونحصل على مخطط الاهتزازات الممثل في المخطط (يمثل المنحنى الأزرق الموجة المستقبلة من طرف الميكروفون).

أ. هل يمكن تحديد تأخر المنحنى الأزرق بالنسبة للمنحنى المرسوم بمعاينة المخطط على شاشة راسم الاهتزازات ؟ علّل.

ب. إذا تمّ انتقال الميكروفون ببطء للتمكن من رؤية بداية المنحنيين في الانفصال، هل يمكن تعيين التأخر الزمني لاهتزاز المستقبل بالنسبة للاهتزاز الصادر من طرف المكبّر ؟

3. نزيح الميكروفون حتى النقطة M_3 (حيث $M_1M_3 = 17\ cm$). للحصول مجدّدًا على تطابق المنحنيين.

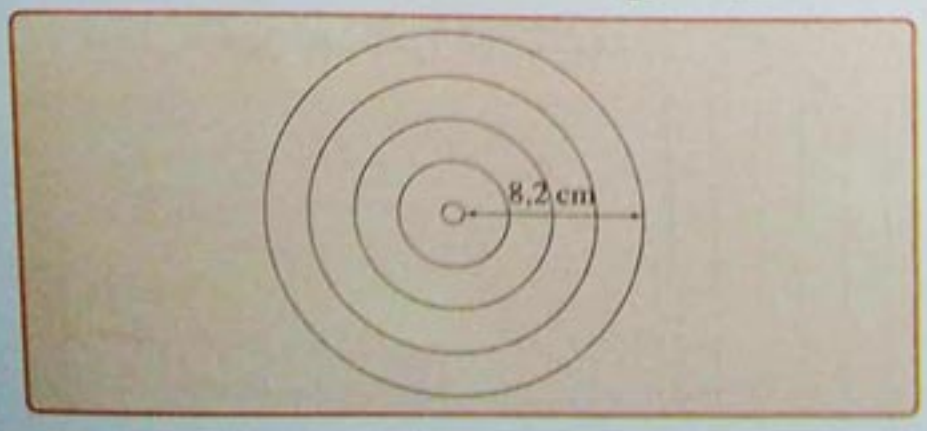
أ. عيّن طول موجة الصوت الصادر.

ب. كيف يمكن بواسطة هذا التجهيز قياس λ بدقّة ؟

جـ. ما هو تواتر الصوت الصادر عن مكبر الصوت ؟

16 ★★ ندرس في هذا التمرين انتشار موجة على سطح الماء.

1. منبع نقطي موضوع فوق سطح حوض للأمواج مملوء بالماء، يحدث اضطرابًا دوريًا، دوره $T = 1{,}0\ s$. يتم تصوير سطح الماء الممثل أدناه.



أ. ما هي خصائص الموجة التي تنتشر على سطح الماء ؟

elbassair.net
موقع عيون البصائر التعليمي

ب. ماذا تمثل الخطوط الممتلئة ؟

جـ. أرسم مقطعا عموديا لسطح الماء.

د. ما هو طول الموجة λ ؟

هـ. استنتج سرعة الانتشار للموجة.

و. ما هو الزمن الذي يستغرقه سطح الموجة لقطع مسافة D = 30 cm ؟

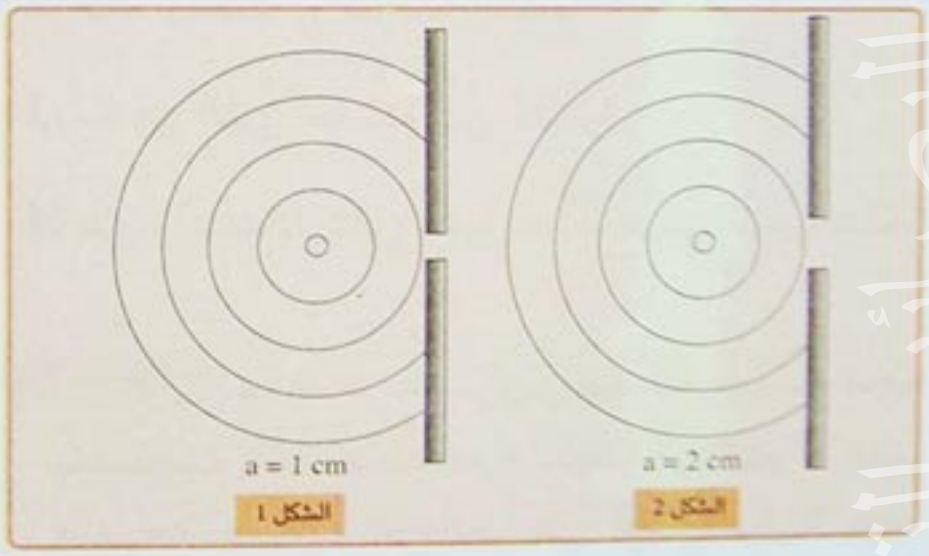
ز. نعتبر أن سطح الماء قليل التبدد :

- ماذا يحدث إذا ضاعفنا دور اهتزاز المنبع ؟
- ما هي المقادير التي تبقى ثابتة ؟
- ما هي المقادير التي تتزايد، والتي تتناقص ؟

2. نضع على مسار الموجة، لوحة بها ثقب عمودي عرضه a .

أ. ما هي الظاهرة التي نشاهدها ؟ بأي شرط.

ب. أعد رسم الأشكال الموالية وأكملها.



الشكل 1 — الشكل 2

ما هي الخاصية التي تبرزها هذه التجربة ؟

3. النموذج التموجي للضوء.

17 ★ نعتبر موجة ضوئية وحيدة اللّون تنتشر في أوساط ذات قرائن انكسار n مختلفة.

أتمم الجدول التالي :

الوسط	الهواء	الزجاج	الماء
λ(nm)	650		
القرينة n		1,5	
السرعة v(m.s^{-1})	3×10^8		$2,26 \times 10^8$
التواتر f(Hz)			

18 ★ القرينة n لزجاج مضاء بإشعاع وحيد اللون طول موجته λ. تعطى بالعلاقة (علاقة كوشي).

$$n = 1,619 + \frac{10\,200}{\lambda^2}$$

حيث يعبّر عن λ بالنانومتر.

أحسب قرينة الانكسار لهذا الزجاج للإشعاع الأحمر الصادر عن الليزر He - Ne الذي طول موجته $\lambda = 0,633\ \mu m$.

المعطيات : $1\ \mu m = 10^{-6}\ m$

$1\ nm = 10^{-9}\ m$

19 ★ العلاقة التي تعطى قرينة انكسار الزجاج المضاء بإشعاع وحيد اللون طول موجته λ هي من النوع :

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

في هذه العلاقة A وB ثابتان.

1. احسب A وB في النظام الدولي، علما أن من أجل الزجاج.

أ. القرينة تساوي $n_r = 1,618$ للإشعاع الأحمر الذي طول موجته $\lambda_r = 768\ nm$ ؟

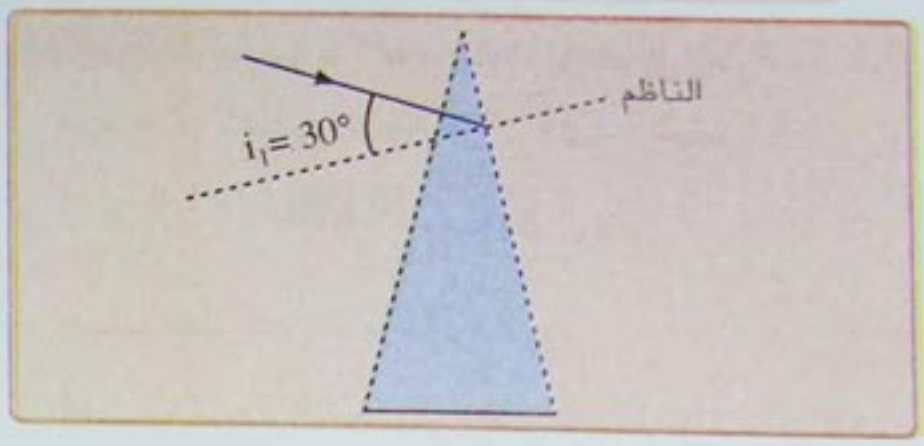
ب. القرينة تساوي $n_v = 1,652$ للإشعاع البنفسجي الذي طول موجته $\lambda_v = 434\ nm$.

2. احسب قيمة القرينة للإشعاع الأصفر الذي طول موجته $\lambda_j = 589\ nm$.

20 ★ نسقط ناظميا على موشور من الزجاج حزمة رقيقة من الضوء المتوازي الذي يحتوي على اشعاعات حمراء، طول موجتها $\lambda_1 = 656,3\ nm$ واشعاعات زرقاء، طول موجتها $\lambda_2 = 487,6\ nm$. من أجل هذه الاشعاعات، تكون قرينة الانكسار للزجاج مساوية على التوالي $n_R = 1,612$ و $n_B = 1,671$

1. نسقط الاشعاعات الحمراء، على الوجه الثاني بزاوية ورود $i_1 = 30,0°$ (انظر المخطط التالي).

elbassair.net



أ. ماهي الزاوية i_1 للانكسار في الهواء ؟

ب. ما هي زاوية الإنحراف d_1 (الزاوية المحصورة بين الحزمة الواردة على الموشور والحزمة البارزة ؟

2. من أجل الاشعاعات الزرقاء، عيّن :

أ. زاوية الورود i_2 التي تصل بها هذه الاشعاعات على الوجه الثاني ؛

ب. الزاوية i'_2 للانكسار في الهواء ؛

جـ. زاوية الانحراف d_2 .

3. أ. ماهي الاشعاعات التي تنحرف أكثر؟ أكمل المخطط.

ب. ماهي الخاصية الضوئية التي يمتلكها الموشور ؟

21 ★★ نحقق تجربة انعراج بتمرير حزمة من الضوء وحيد اللون من خلال ثقب ضيق جدا.

1. اعط مخططا لشكل الانعراج المحصل عليه.

2. ماهي العلاقة بين نصف زاوية الانفتاح θ للحزمة، طول الموجة λ وعرض الثقب a ؟

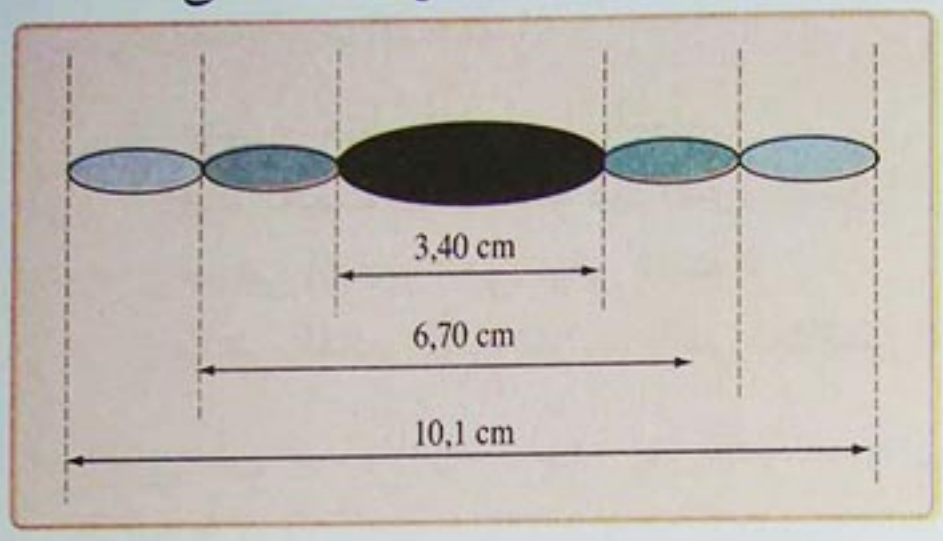
3. ماهي، في حالة θ صغيرة جدا العلاقة بين العرض L للبقعة المركزية على الشاشة، المسافة D للشاشة، a و λ ؟

4. أثناء التجربة تم قياس $L = 2,3$ cm. بثقب عرضه $a = 12,0$ mm و $D = 2,2$ m . احسب قيمة λ.

5. نبدّل الثقب المعاير بثقب عرضه a مجهول على مسار الحزمة. عرض البقعة المركزية $L = 1,4$ cm عيّن a.

22 ★★ نحقق شكل الانعراج أدناه لثقب بليزر He-Ne الذي ينتج حزمة أفقية من الضوء طول موجته 633 nm. شاشة المشاهدة شاقولية و عمودية على الحزمة، موضوعة على بعد $L = 3,40$ m من الثقب.

عرض الثقب يساوي تقريبا 0,1 mm. المخطط أدناه يعيد تركيب مظهر الشكل المشاهد على الشاشة.



1. من أجل الحصول على شكل أفقي، كيف تم وضع الثقب؟

2. ماذا يحدث لو عرّضنا الثقب؟

3. ما هو اللون الصادر عن الليزر؟

4. عين، اعتمادا على القياسات، عرض الثقب بدقة.

23 ★★ تسقط حزمة متوازية، مشكلة من إشعاعات بنفسجية واشعاعات حمراء تنتشر في الهواء، على صفيحة متوازية الوجهين من الزجاج بزاوية ورود 45,0°.

1. توجد حزمتان ملونتان في الزجاج ؟

2. من أجل الاشعاع البنفسجي :

أ. عبّر عن قانون ديكارت المتعلق بالانكسار

ب. عين زاوية الانكسار في الزجاج.

جـ. ارسم مخططا.

3. من أجل الاشعاع الأحمر:

أ. عيّن زاوية الانكسار في الزجاج.

ب. أكمل المخطط

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

4. ماهي الزاوية بين الحزمتين الملونتين ؟

المعطيات :

قرينة هذا الزجاج بالنسبة للإشعاع البنفسجي هو $n_v = 1,67$ والأحمر $n_R = 1,61$

★★24 بهدف قياس عرض ثقب نحقق تجربة في حصة أعمال تطبيقية.

نستعمل من أجل ذلك ليزر هليوم - نيون تواتره $f = 4,74 \times 10^{14}$ Hz وثقوب عدة ذات عرض a مختلف وشاشة.

البعد بين الثقب والشاشة يساوي $D = 4$ m، نحصل على شكل إنعراج أفقي على الشاشة يكون عرض البقعة المركزية هو d.

1. ما هو لون وطول الاشعاع الضوئي الصادر عن الليزر ؟

تعطى سرعة انتشار الضوء $c = 3,0 \times 10^8$ m.s^{-1}

2. سمحت القياسات باستعمال ثقوب مختلفة بالحصول على الجدول التالي.

a(mm)	5	4	3	2,5	2	1,5	1	0,5
d(mm)	1	1,26	1,7	2	2,5	3,5	5,1	10

أ. ارسم المنحنى $d = f\left(\frac{1}{a}\right)$ واستغله.

ب. نضع ثقبا عرضه مجهولا ونقيس $d = 3,1$ mm استنتج قيمة a.

جـ. اعتمادا على القياسات أوجد قيمة D البعد بين الشاشة والثقب.

د. بتحليل النتائج المعطاة في الجدول، أعط حوصلة لتطورات عرض البقعة المركزية للانتاج.

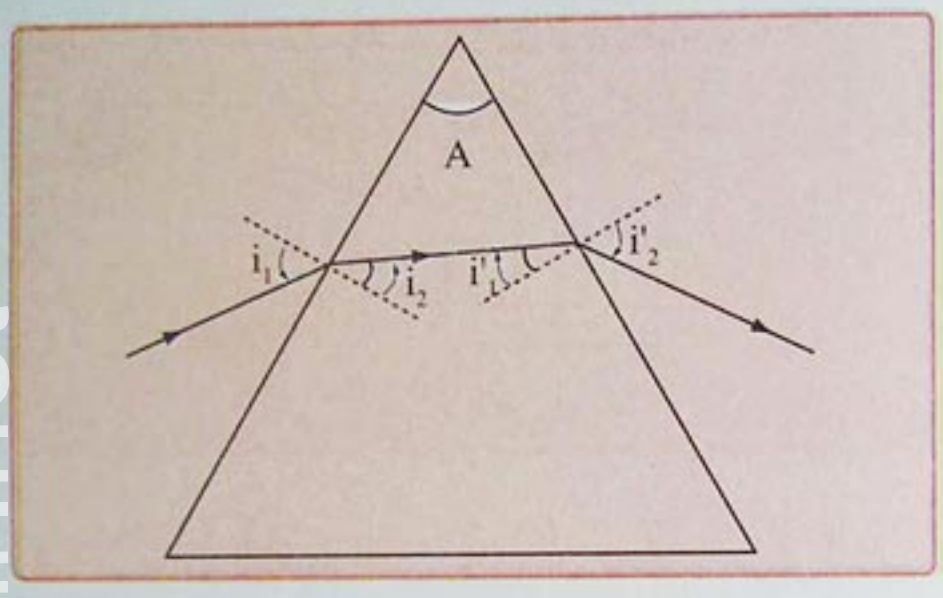
★★25 ندرس تبدّد الضوء الأبيض بواسطة موشور قرينة انكساره هي 1,590 لإشعاع أزرق (يرمز له لاحقا بـ B) و 1,512 لإشعاع أحمر (يرمز له لاحقا R).

نرسل على أحد أوجه الموشور الذي زاوية رأسه $A = 60°$ حزمة رقيقة من الضوء الأبيض بزاوية ورود $i_1 = 40°$ نعتبر أن قرينة الهواء تساوي 1 لكل الاشعاعات الضوئية.

نذكر بقانون ديكارت عندما يمر الضوء من وسط 1 إلى وسط 2 :

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

حيث i تمثل زاوية الورود و r تمثل زاوية الإنكسار.



1. أحسب زاوية الإنكسار i_{2B} للإشعاع الأزرق و i_{2R} للإشعاع الأحمر.

2. أثبت هندسيا بواسطة مخطط صحة العلاقة $\hat{A} = i_2 + i'_1$ (نحسب مجموع زوايا المثلث الذي رأسه A وأحد أضلاعه يشكل الشعاع المنكسر في الموشور).

3. بالاستعانة بالعلاقة المحققة في 2 وبحساب i_{2R} وكذلك i_{2B} سابقا، استنتج القيمة العددية لـ i'_1 لكل شعاع مدروس (i'_{1R} و i'_{1B}).

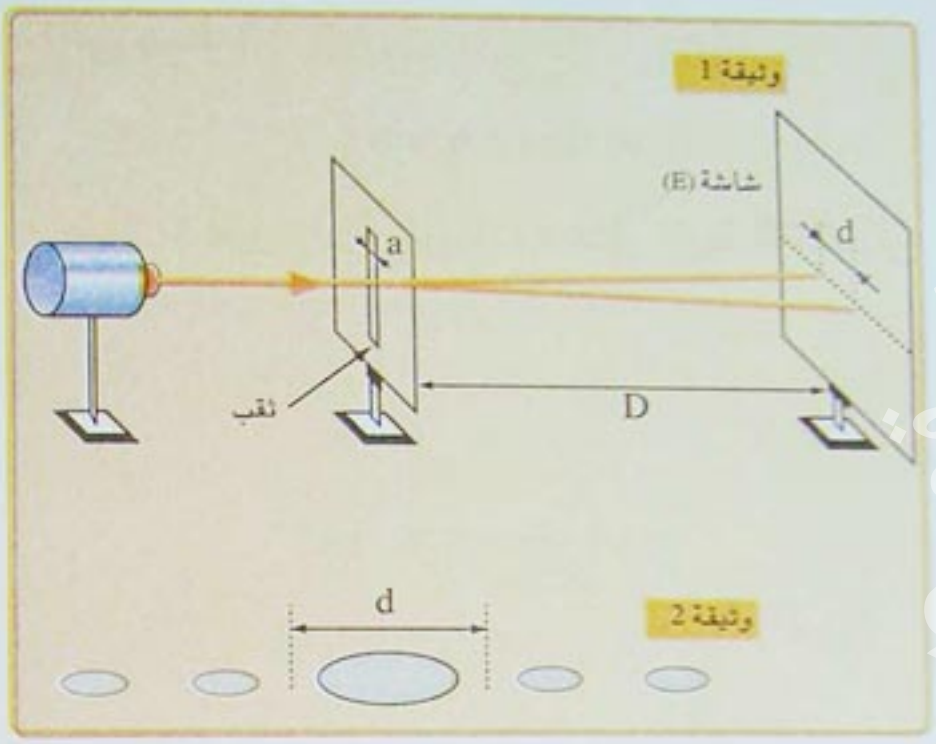
4. أكتب علاقة ديكارت عندما يبرز الشعاع من الموشور إلى الهواء (زاوية الورود i'_1 و زاوية الانكسار i'_2)

5. استنتج زاويتي البروز للموشور i'_{2B} و i'_{2R} لكل إشعاع.

6. اشرح لماذا إذًا يمكن رؤية تحليل الضوء الأبيض عند الخروج من الموشور ؟

elbassair.net

26 ★★★ نستعمل ليزرا ينتج ضوءًا طول موجته λ موضوع أمام ثقب عرضه a انظر المخطط أدناه (وثيقة 1) نشاهد على الصورة التالية (وثيقة 2) المشكلة من بقع ضوئية على الشاشة E الموضوعة على بعد D من الثقب.



1. أ. ماهو الشرط الذي يجب أن يحقّقه عرض الثقب لنحصل على هذه الصورة ؟

ب. يتغيّر العرض d للبقعة المركزية على الشاشة عندما نغيّر البعد D بين الثقب والشاشة، طول الموجة λ للضوء أو عرض الثقب. تبين سلسلة من التجارب المنجزة بأن العرض d يتناسب طرديا مع طول الموجة للضوء.

إذا كان k ثابت لا وحدة له، نقترح العلاقات (1)، (2)، (3)، (4)، (5) التالية :

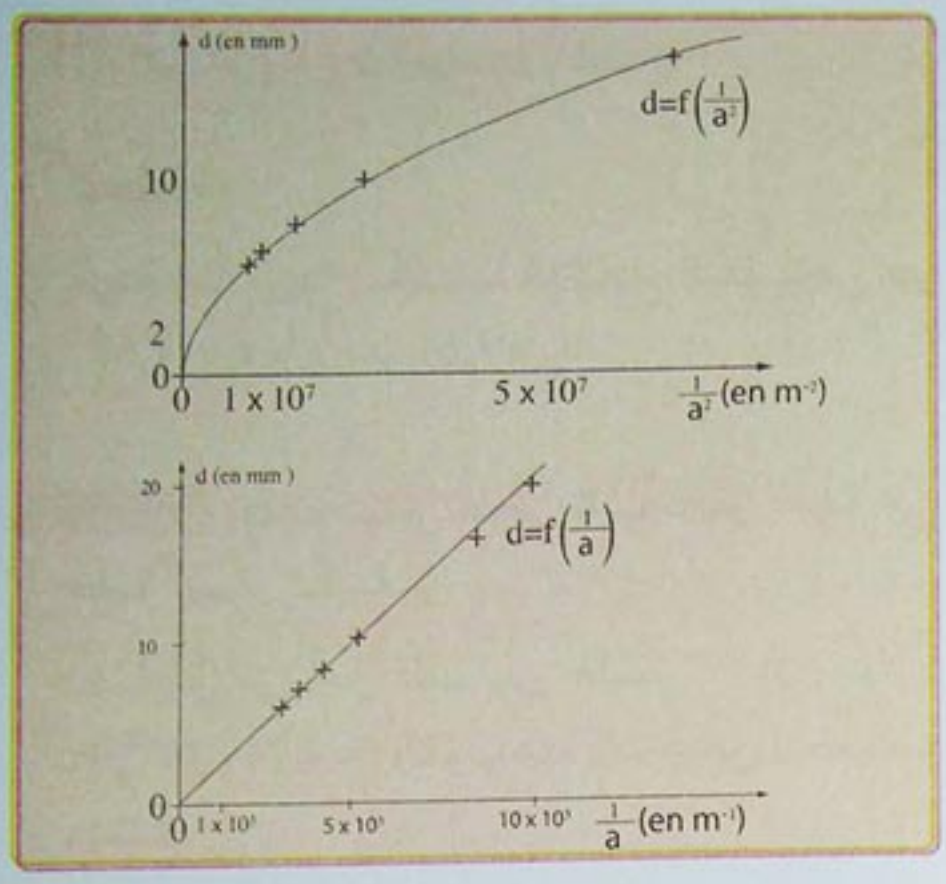
(1) $d = \frac{k\lambda D}{a}$; (2) $d = \frac{k\lambda D}{a^2}$; (3) $d = \frac{kaD}{\lambda}$;

(4) $d = \frac{k\lambda D^2}{a}$; (5) $d = k\,a\,\lambda\,D$.

انطلاقا من التحليل البعدي، حدد ما هي العلاقات التي يمكن حذفها.

2. تبقى كل الوسائط غير متغيّرة أثناء القياسات، نغيّر العرض a للثقب ونقيس قيم d الموافقة.

بفضل هذه النتائج، نحصل على المنحنيات التالية :



وضّح ماهي العلاقة أو العلاقات المقترحة في السؤال 1.ب تبقى أيضا ممكنة. لماذا ؟

3. نثبت λ و a ؛ نزيح الشاشة ونحصل على النتائج التالية :

D (m)	1,70	1,50	1,20	1,00
d(mm)	21	19	15	13

أ. ما هو المنحنى أو المنحنيات التي يكون رسمها موافقا لتحقيق الجواب في السؤال 2؟ علّل.

ب. أرسم التمثيل البياني d = f(D) باحترام السلم أدناه :

- سلم الفواصل : 1 cm تمثل 0,1 m ؛
- سلم التراتيب : 1 cm تمثل 1 mm.

جـ. عيّن معامل التوجيه للمستقيم المحصل عليه (يمكن استعمال طريقة بيانية أو دوال حسابية للآلة الحاسبة)

د. استنتج قيمة k بمعرفة أنه عدد صحيح وأننا قمنا بالقياسات من أجل $\lambda = 633$ nm و $a = 100$ µm.

4. يوضع سلك في نفس موضع الشق السابق يعطى نفس الصورة بالضبط على الشاشة. يلعب قطر السلك نفس الدور لعرض الشق.

elbassair.net

يمتلك تلاميذ صمام ليزر ($\lambda = 670$ nm) قرّروا استعمال هذه التجربة لقياس قطر شعرة وضعت على حامل. يحصل التلاميذ على بقعة مركزية عرضها $d = 20$ mm عندما تكون الشاشة على بعد $D = 1{,}50$ m من الشعرة.

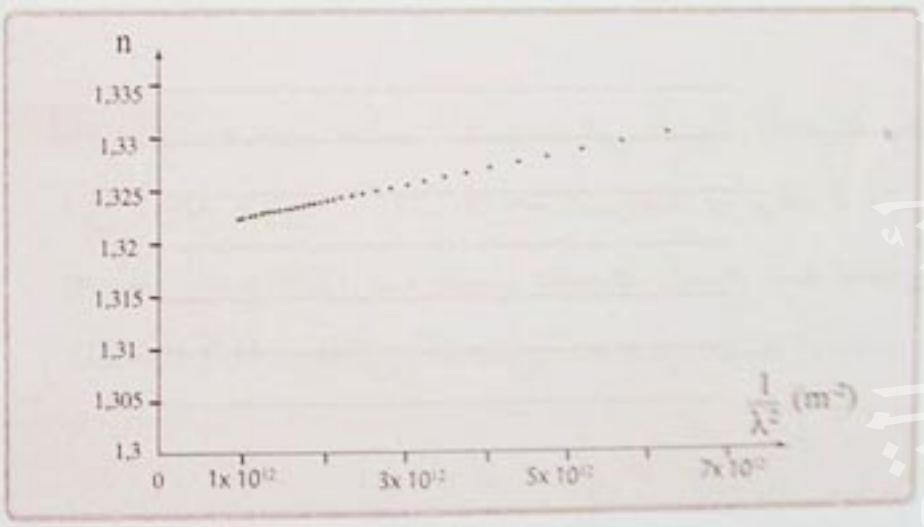
أحسب بالتقريب قطر الشعرة.

27 ★★★ ندرس في هذه التجربة انكسار الضوء بواسطة قطرة ماء. إن الماء وسط مبدّد : ترتبط قرينته n بطول الموجة λ للإشعاع الذي يخترقه. نرمز بـ n لقرينة الماء من أجل إشعاع طول موجته λ.

1. ذكّر بتعريف القرينة n لوسط شفاف.

2. طول موجة λ، قرينة الانكسار n للماء لهذه الموجة. للحصول على عبارة القرينة n للماء بدلالة طول الموجة λ للإشعاع، نرسم المنحنى : $n = f\left(\frac{1}{\lambda^2}\right)$

المنحنى ممثّل أدناه.



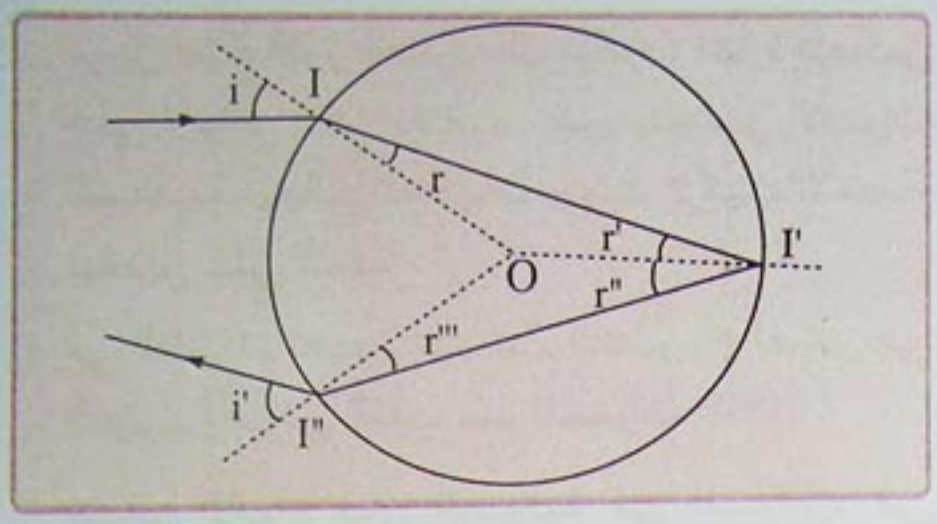
أ. كيف تتطوّر القرينة n بدلالة طول الموجة ؟

ب. عيّن معادلة المستقيم $n = f\left(\frac{1}{\lambda^2}\right)$.

جـ. تحقق من أن القرينة $n = 1{,}325$ لاشعاع طول موجته $\lambda = 600$ nm.

3. تنتشر حزمة من الضوء الأبيض في الهواء الذي قرينته $n_0 = 1$ ، وتسقط على سطح قطرة من الماء تعتبر كروية. نفرض أنه يتعرّض لانعكاس واحد فقط قبل الخروج من القطرة.

يمس الشعاع الوارد قطرة الماء في نقطة الورود I، زاوية ورود حزمة الضوء الأبيض هي : $i = 50°$.



يتعرض الشعاع إلى انعكاس في النقطة I′ وانكسار ثاني في النقطة I″ التي يخرج منها من قطرة الماء.

يمثل المخطط، مقطعا لقطرة الماء بدون اعتبار السلّم. يجب الاحتفاظ بالترميز المعطى في النص.

أ. ما هي خصوصية الضوء الأبيض ؟

ب. أعط قوانين ديكارت للانكسار والانعكاس.

جـ. باستخدام قوانين ديكارت أسّس العلاقة التي تربط i بـ r ثم بين r′ و i′ .

د. باستخدام قوانين ديكارت أسّس العلاقة بين r′ و r″.

هـ. باستخدام القوانين الهندسية في دائرة، أسّس العلاقات بين r و r′ من جهة وبين r″ و r‴ من جهة أخرى.

و. عين قيمة r من أجل طول موجة $\lambda = 600$ nm. استنتج قيم r′ ، r″ و r‴ ثم قيمة i′.

ز. استنتج الانحراف D الذي يتعرّض له الشعاع الوارد بزاوية i بعد خروجه من قطرة الماء.

حـ. عيّن قيمة r من أجل إشعاع طول موجته $\lambda = 400$ nm . ماذا يمكن أن نستنتج ؟

4. انتشار الصوت

28 ★ يطبّق التصوير بالصدى (échographie) الذي تم اكتشافه سنة 1952 على جسم الإنسان مبدأ السونار (Sonar).

elbassair.net

يرسل منبع لفوق الصوتيات تواتره f اشارة تنعكس على الحواجز التي تلتقيه. يقوم بتحليل الأصوات المستقبلة، يعالج المعطيات ويعيد تركيب الأعضاء ببعدين على شاشة.

في الطب تم تعميم استخدام التصوير بالصدى في التوليد وأمراض القلب منذ السنوات 1970.

تنتشر الأمواج فوق الصوتية في السوائل، في الأنسجة الرخوية، في العظام وقليلا في الهواء.

في الأنسجة الرخوية المكونة أساسا من الماء تكون سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية حوالي $v = 1\,540\ m.s^{-1}$.

المعطيات :

تواتر فوق الصوتيات المستعملة هو : $f = 2{,}0\ MHz$.

1. ماهي خصائص الموجة فوق الصوتية ؟ نستعمل واحدا أو أكثر من العبارات التالية، طولية، عرضية، ميكانيكية، شريحة من الهواء، مولات، تمدّد، انضغاط، قص.

2. ماهو الدور T للموجة فوق الصوتية ؟

3. ما هو طول الموجة λ للموجة فوق الصوتية ؟

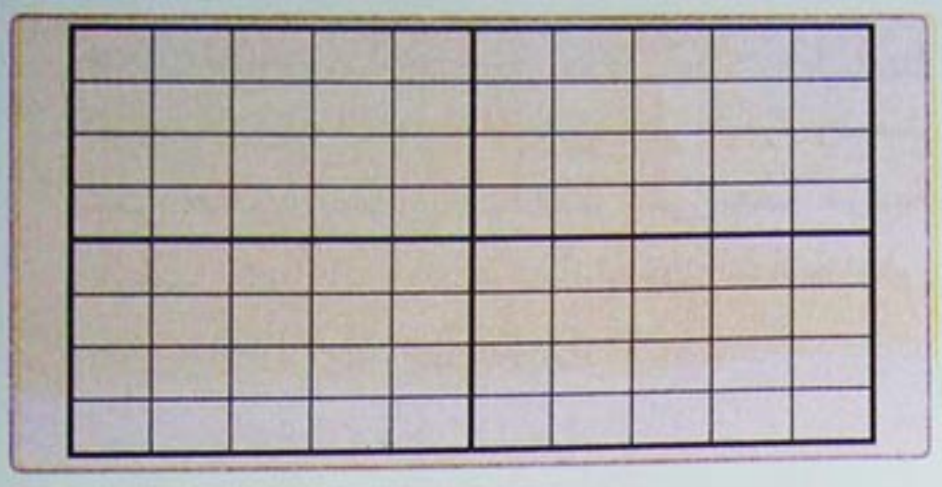
4. يوضع المنبع على الجلد. من أجل انتقال جيّد للموجة يتم وضع دهن بين المنبع والجلد. ترسل حزمة من الأمواج (paquet) تدوم $\Delta t = 100\ \mu s$ بفترات زمنية اعتيادية (حوالي كلّ 2 ms) في الأنسجة الرخوية. تنعكس الإشارات على حاجز موضوع على 6 cm من سطح الجلد.

ماهو الزمن الذي يستغرقه ليعود إلى المنبع ؟

5. لماذا تكون الاشارة المستقبلة مشوّهة وضعيفة ؟

6. نقوم بوصل جهاز راسم الاهتزازات بمذكّرة إلى أقطاب جهاز الارسال وجهاز الا ستقبال. مثّل ما تشاهد على شاشة راسم الاهتزازات، بيّن المعايير المختارة.

الاختيارات الممكنة : 10 µs/div، 50 µs/div، 200 µs/div، 2 ms/div، 5 ms/div، 10 ms/div، 0,2 s/div، 1 s/div .



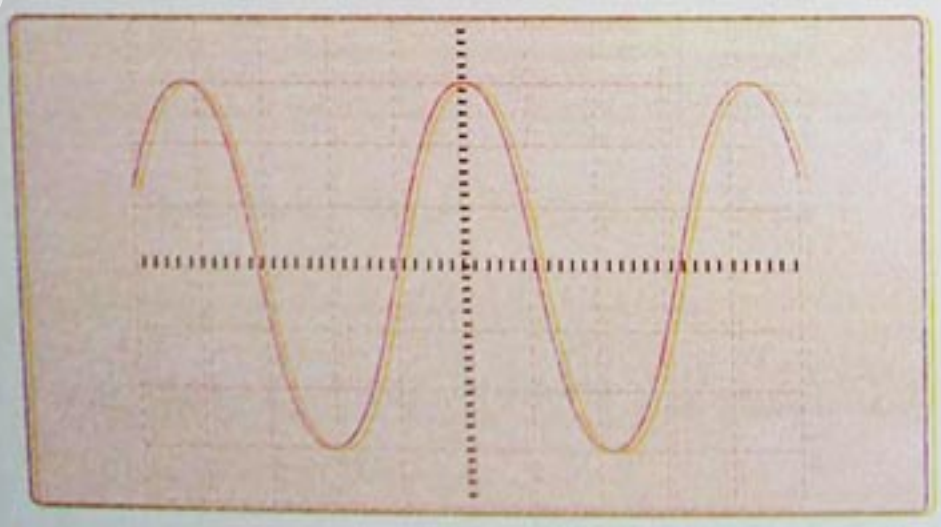
★29 نرسل على ثقب موجة فوق صوتية تواترها 22,0 kHz.

1. ماهي سرعة انتشار هذه الموجة في الهواء، الذي يعتبر وسطا غير مبدّد للأمواج الصوتية ؟

2. ماهو المقدار التقريبي لعرض الفتحة الذي يسمح بحدوث ظاهرة الانعراج.

3. على نفس هذا الثقب نرسل موجة فوق الصوتية تواترها 1,00 MHz. هل يمكن مشاهدة ظاهرة الانعراج ؟ علّل الاجابة.

★30 يرسل مكبر الصوت في الهواء المحيط به في درجة حرارة 20 °C موجة صوتية تواترها f يتم وصله براسم اهتزازات حيث يضبط المسح فيه بمقدار 0,5 ms/div. يعطى المنحنى المحصل عليه أدناه.



سرعة إنتشار الصوت في درجة حرارة 20 °C تساوي $340\ m.s^{-1}$ وترتفع بدرجة الحرارة.

1. عيّن :

أ. الدور والتواتر للصوت المرسل من المكبّر.

ب. طول موجته.

elbassair.net

2. إذا كانت درجة حرارة الغرفة أعلى ماذا يصبح :

أ. تواتر الصوت.

ب. طول موجته.

31 ★★ تنظم أوركسترا بآلتين. يتم قياس مستوى الصوت L_s بالديسبل الصوتي الناتج على بعد 2 m من الموسيقيين على التوالي من طرف إحدى الآلتين السابقتين :

نسجل $L_{s_1} = 72$ dB و $L_{s_2} = 75$ dB ،

نذكر بأن المستوى الصوتي L_s معطى بالعلاقة : $L_s = 10 \log \frac{I}{I_0}$ حيث I_0 الشدة الصوتية المرجعية التي تساوي 10^{-12} W.m^{-2}.

1. عيّن الشدات الصوتية I_1 و I_2 المرسلة من كل آلة على مسافة $d = 2$ m.

2. نقبل بأنه إذا تم ارسال صوتين بصفة آنية تكون الشدة المحصلة I تساوي مجموع الشدتين الصوتيتين. استنتج المستوى الصوتي L_s الملتقط على بعد 2 m في هذه الحالة.

32 ★★ وقع انفجار على باخرة.

1. إذا كانت شدة الصوت المنبعث هو 100 dB على بعد 3,5 m . على أي مسافة تكون الشدة 94 dB ؟

2. كاشف السونار لمركبة يلتقط الاشارة 3,2 s قبل سماع الصوت من طرف البحّارة المتواجدين على هيكل المركبة على أي مسافة من المركبة توجد الباخرة ؟

مطال السرعة للصوت في الهواء هي 340 m/s لكنها تساوي 1 500 m/s في الماء.

33 ★★ تسير عربة الشرطة بـ 40 m/s ابتدائيا خلف شاحنة تسير في نفس الاتجاه بسرعة 25 m/s تواتر الصفارة هو 800 Hz .

1. ماهو التغير في التواتر الملتقط من طرف سائق الشاحنة عندما تجتازه سيارة الشرطة ؟

2. إذا اقتربت سيارة الشرطة من الشاحنة في اتجاه معاكس، ما هو التغيّر في التواتر الملتقط من طرف سائق الشاحنة عندما تلتقي السيارة بالشاحنة ؟

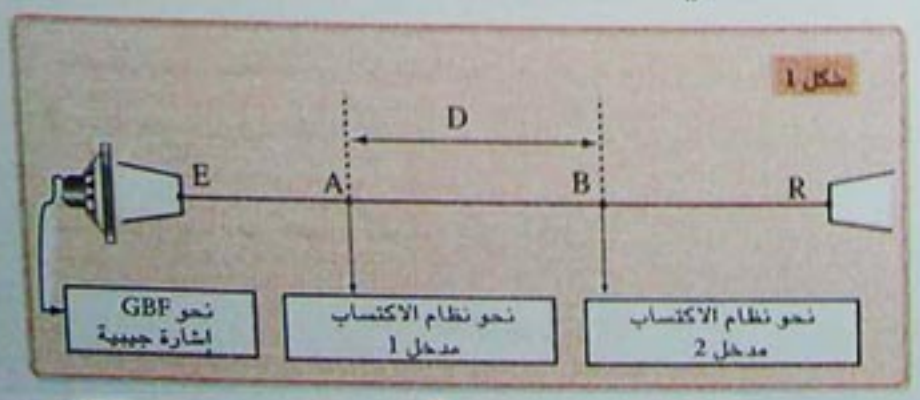
3. تقترب سيارة الشرطة من الشاحنة في الاتجاه المعاكس. تواتر الصفارة هو دائما 800 Hz . يلتقط هذا التواتر من طرف سائق الشاحنة كأنه تواتر 960 Hz عندما تلتقيان بسرعة نسبية 61 m/s. عين سرعة كل سيارة.

34 ★★★ يرسل خفاش سلسلة من الأصوات ذات تواترات عالية باقترابه من البعوض. يتم ارسال الاضطرابات كل 70,0 ms يستغرق كل صوت 3,0 ms.

1. ماهي المسافة التي يتمكن منها الخفاش من الكشف عن البعوض. بطريقة تسمح برجوع الصوت قبل انطلاق الصوت الموالي.

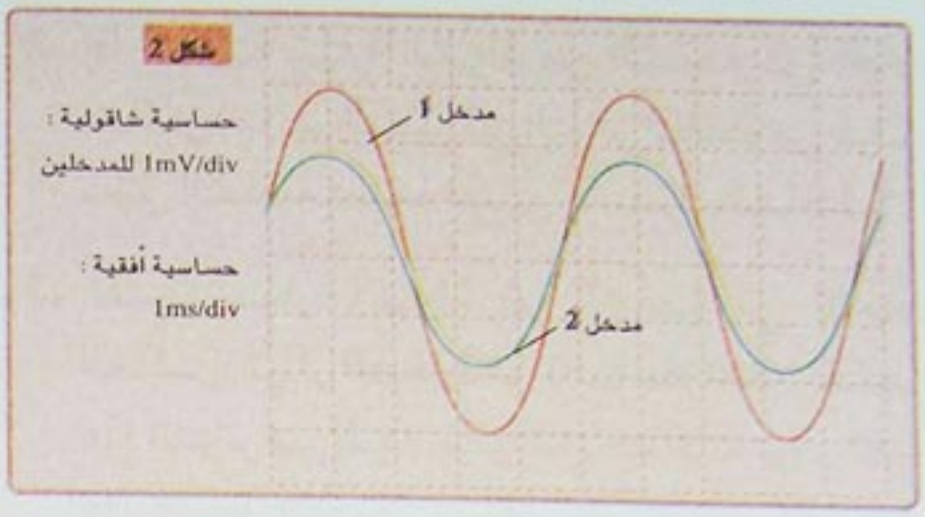
2. يقترب الخفاش من البعوض بسرعة 8,0 m/s بينما تكون سرعة البعوض الذي ينتقل نحو الخفاش هي 5 m/s، يصدر الخفاش صوتا تواتره 51,35 kHz ماهو تواتر الموجة الملتقطة من طرف الخفاش بعد انعكاسها بواسطة البعوض.

35 ★★★ توجد طريقة تسمح بتعيين السرعة v التي تنتشر بها الموجة في سلك تعتمد على وضع علبة ياوورت yaourt التي تلعب دور جهاز ارسال مقابل مكبّر الصوت (شكل أدناه) الذي يصدر أمواجا صوتية جيبية تواترها f_E. الأمواج الصوتية التي تنتشر في السلك لها نفس التواتر.



elbassair.net

عندما تكون المسافة D تساوي 20,0 m نحصل على التسجيل المبين في الشكل أدناه.



1. كيف يمكن تفسير أن سعة الاشارة في النقطة B (مدخل 2) تكون أضعف من سعة الاشارة في النقطة A (مدخل 1) ؟

2. اعتمادا على التسجيل في الشكل 2 عين تواتر الموجة التي تنتشر في السلك.

3. عندما نبعد النقطة B عن النقطة A، نلاحظ أن الاشارتين لهما نفس المظهر عند المسافات :

$$D_1 = 25{,}0\ m\ ,\ D_2 = 30{,}0\ m\ ,\ D_3 = 35{,}0\ m$$

أ. استنتج قيمة طول الموجة λ التي تنتشر في السلك، ثم سرعة انتشارها.

ب. على الشكل 2، مثّل مظهر المنحنى الممكن مشاهدته في المدخل 2 إذا كانت المسافة D تساوي 27,5 m.

5. الأمواج الكهرومغناطيسية

★36 العبارة العددية لتوتر جيبي هي :

$$u(t) = 4\cos(6{,}28 \times 10^5\, t + 0{,}6)$$

حيث تمّ استعمال الوحدات الدولية والزوايا بالراديان.

1. ما هي سعة هذا التوتر، وتواتره وطوره عند المبدإ ؟

2. مثّل بيانيا هذا التوتر من أجل :

$$0 \le t \le 2 \times 10^{-5}\ s$$

3. ما هو الفرق بين $u(t)$ و $u_1(t) = 4\cos(6{,}28 \times 10^5 \times t)$ ؟

4. ما هو الفرق بين $u_1(t)$ و $u_2(t)$ الذي له عبارة :

$$u_2(t) = 4\cos(6{,}28 \times 10^6 \times t) + 0{,}6$$

★37 تبث محطة إذاعية في المجال AM (تضمين السعة). طول الموجة الحاملة يساوي 469 m (أمواج متوسطة).

لالتقاط هذه المحطة، يمتلك جهاز الاستقبال راديو هوائيا متصلا بدارة LC على التفرع ذاتيتها L = 203 mH وسعة مكثفتها قابلتين للضبط.

1. أحسب التواتر f والدور T المشتركين لتواتر المحطة.

2. ما هو دور الدارة LC المشتركة للهوائي.

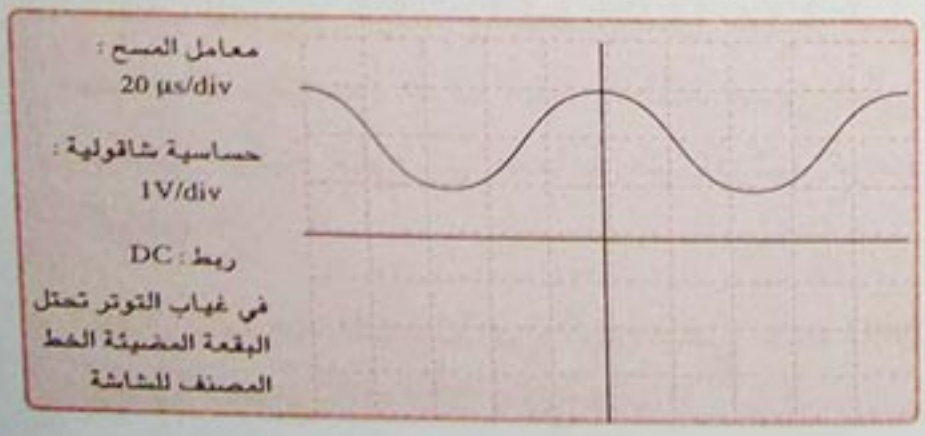
3. ما هي سعة المكثفة للدارة LC التي تسمح بسماع هذه المحطة ؟

★38 لمحاكاة اشارة مضمّنة نستخدم مولدا للتواترات المنخفضة GBF يعطى توترا جيبيا $u_s(t)$ سعته u_{sm} وتواتره f_s.

عبارة هذا التوتر هي :

$$u_s(t) = U_m \times \cos(2\pi \times f_s \times t)$$

بالإستعانة بضبط التأخر في اشارة الخروج للمولّد، نركب للتوتر $u_s(t)$ توتر ثابتة جيبية قيمته U_s. نعاين التوتر $u_s(t) + U_0$ بواسطة راسم الاهتزاز.



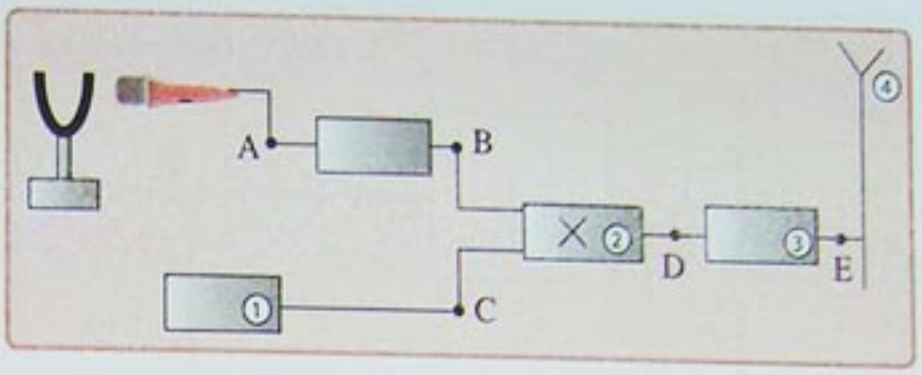
1. عيّن سعة التوتر المضمّن U_{sm}.

2. عيّن تواتر التوتر المضمّن.

3. عيّن شدة التأخر U_0.

elbassair.net

39 ★★ يمثل المخطط التالي سلسلة مبسطة لارسال أصوات بواسطة تضمين السعة. إنها مكوّنة من عدّة تجهيزات إلكترونية.



1. من الخمس اقتراحات أدناه أوجد اسم أربع تجهيزات إلكترونية مرقّمة.

تجهيزات إلكترونية : هوائي، مضخّم HF (تواترات عالية). مولد HF (تواترات عالية)، مضاعف، فولتمتر.

2. ما هي الإشارات المحصّل عليها في B، C و D من بين تلك المذكورة أدناه ؟

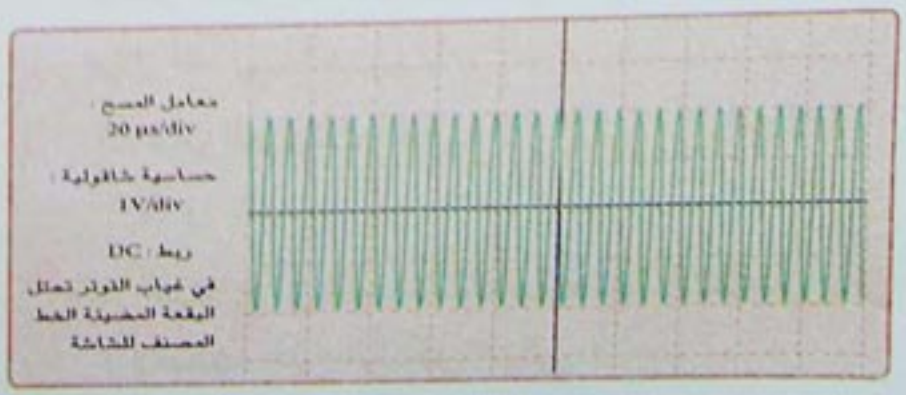
- موجة حاملة رمزها : $U_p(t) = U_{p,max}\cos(2\pi ft)$
- اشارة مضمّنة BF رمزها : $u_s(t) + U_0$
- اشارة مضمّنة رمزها $u_m(t)$.

3. توافق الاشارة الكهربائية الملتقطة في A عند الخروج من الميكروفون لشدة $u_s(t)$. توضع علبة سوداء بين النقطتين A و B. ما هو دورها ؟

40 ★ لمحاكاة موجة حاملة، نستخدم GBF يعطي توتر جيبي $u_p(t)$ سعتها U_{pm} وتواترها f_p عبارة هذا التوتر هي :

$$u_p(t) = U_{pm} \times \cos(2\pi \times f_p \times t)$$

نعاين هذا التوتر على شاشة راسم الاهتزاز فنحصل على البيان أدناه :



1. عيّن سعة U_{pm} التوتر الجيبي $u_p(t)$ الممثل.
2. من المخطط، عيّن الدور T_p للتوتر $u_p(t)$، كيف يمكن الحصول على أحسن دقة في تعيين الدور بالإحتفاظ بمعامل المسح ثابتا ؟
3. استنتج تواتر التوتر $u_p(t)$.
4. عيّن طول الموجة λ لموجة حاملة لها نفس تواتر التوتر الجيبي $u_p(t)$.

المعطيات :

سرعة انتشار الأمواج الكهرومغناطيسية في الهواء :

$$c = 3{,}0 \times 10^8\ m.s^{-1}$$

41 ★★ نرغب في تضمين سعوي لتوتر u_s بموجة حاملة u_p. نحصل على توتر مضمن u_m.

المعطيات :

$u_s(t) = 3\cos(2\pi ft)$ ، مع $f = 100$ Hz

$u_p(t) = 5\cos(2\pi ft)$ ، مع $f = 20\,000$ Hz

$$u_m(t) = u_p \times 0{,}1 \times (u_m + 2)$$

1. ما هي سعة وتواتر التوتر المضمّن ؟
2. ما هي سعة وتواتر الموجة الحاملة ؟
3. ما هي الضرورة من اضافة توتر 2 V ؟
4. عبّر عن $u_m(t)$.
5. عيّن نسبة التضمين m. هل أن نوعية التضمين جيّدة ؟

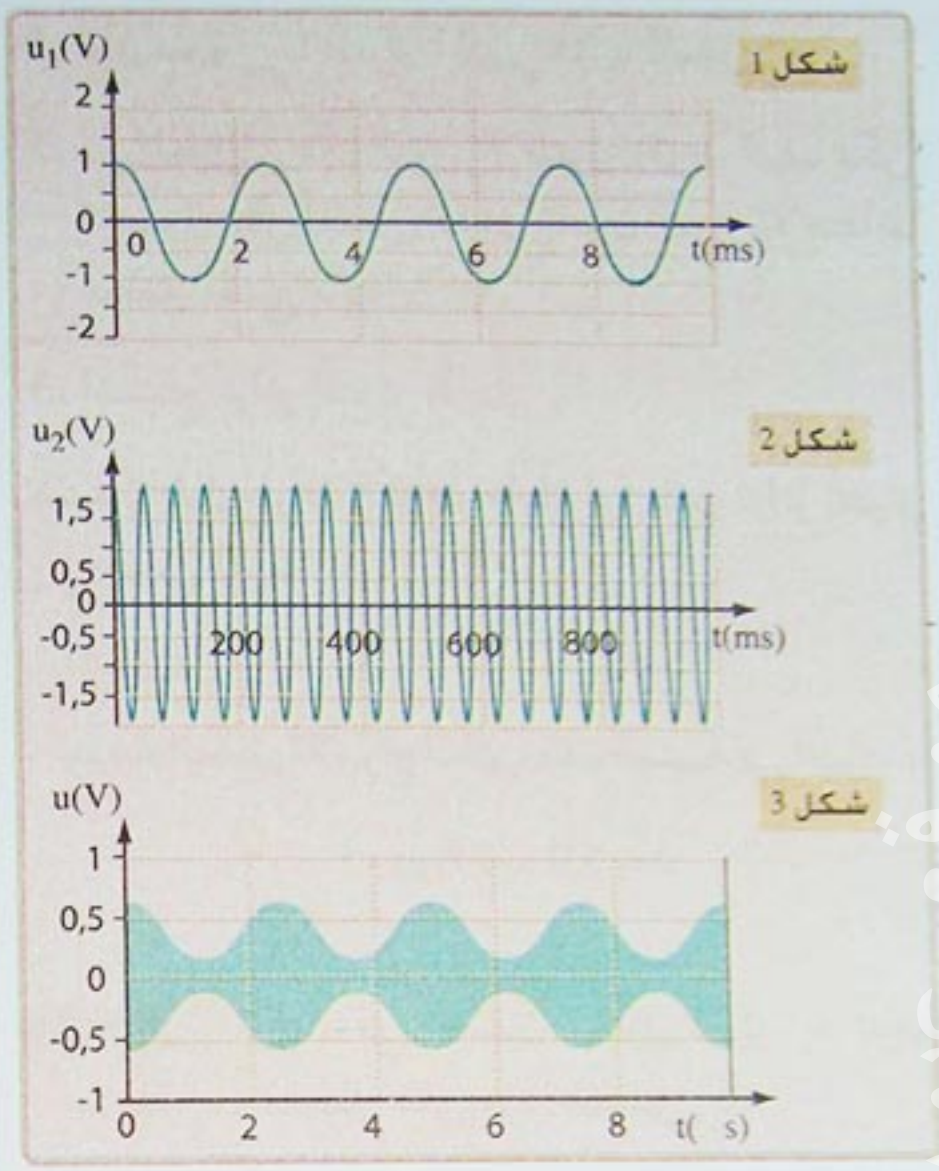
تذكير :

$$\cos a \times \cos b = \frac{1}{2}[\cos(a+b) + \cos(a-b)]$$

42 ★★ نضمّن السعة لتوتر u_1 بموجة حاملة u_2 نحصل على توتر مضمّن u.

تمثل الأشكال التالية التوترات المختلفة :

elbassair.net



1. عين سعة وتواتر التوتر المضمّن u_1.

2. عين سعة وتواتر الموجة الحاملة.

3. عين نسبة التضمين m. هل أن نوعية التضمين جيّدة ؟

4. أعط طيف التواتر للموجة المضمنة.

★★ 43 نحقق تضمين سعوي بواسطة مضاعف، يُعرّف دوره هكذا.

نطبّق بين الأرضية وكل من المدخلين E_1 و E_2 للمضاعف توتر كهربائي :

- الشدة الجيبية p(t) على E_1 الذي يوافق الموجة الحاملة.
- الشدة الجيبية $s(t) + U_0$ على E_2 التي توافق الاشارة المضمّنة التي ترسل.

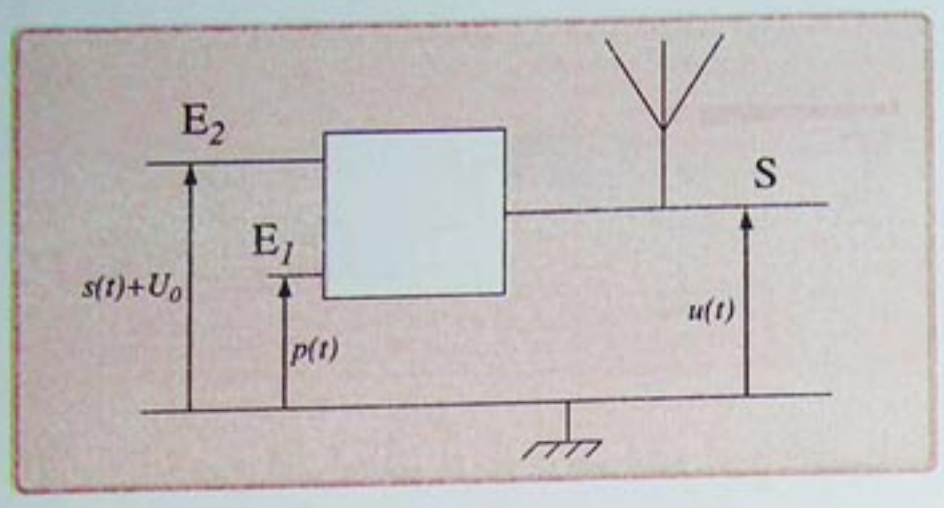
يعطى المضاعف في المخرج الموجة u(t) التي توافق الاشارة المضمّنة.

عبارة هذا التوتر هي :

$$u(t) = k \times p(t) \times (s(t) + U_0)$$

مع : $p(t) = p_m \times \cos(2\pi \times f_p \times t)$

و $s(t) = s_m \times \cos(2\pi \times f_s \times t)$ و k ثابت مميّز للمضاعف.



نضع في S هوائيا يصدر موجة مضمّنة سعويًا.

نعاين التوتر u(t) بواسطة راسم اهتزازات. نحصل على المخطط التالي :

1. بإدخال نسبة التضمين $m = \frac{S_m}{U_m}$ ، وبوضع $A = k \times P_m \times U_0$ ، أثبت أن التوتر المضمّن سعويا يمكن وضعها على الشكل :

$$u(t) = A \times [m \times \cos(2\pi \times f_s \times t) + 1] \times \cos (2\pi \times f_s \times t)$$

2. يمكن لشدة مضمّنة سعويا وضعها على الشكل :

$$u(t) = U_m(t) \times \cos(2\pi \times f_p \times t)$$

مع : $U_m(t) = A \times [m \times \cos(2\pi \times f_s \times t) + 1]$

تتغيّر سعة شدة مضمّنة $U_m(t)$ بين قيمتين قصويين يرمز لها U_{min} و U_{max}.

أ. عيّن العبارات الخطية لـ U_{min} و U_{max} بدلالة A و m .

ب. استنتج أن العبارة الخطية لنسبة التضمين يمكن وصفها على الشكل التالي :

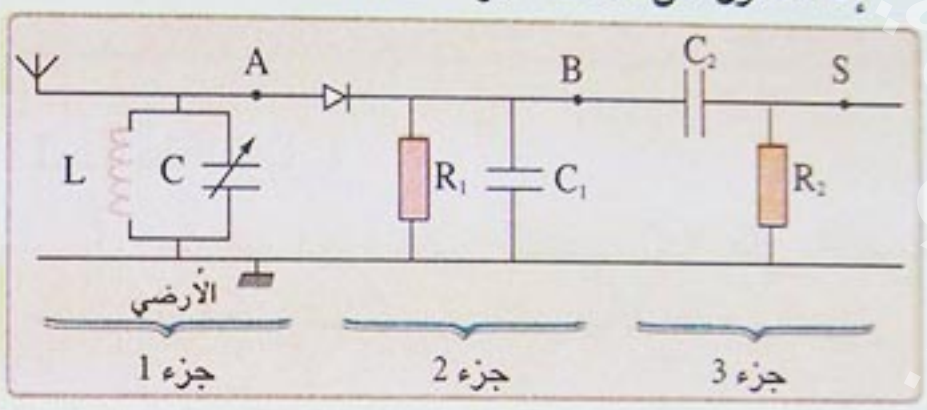
elbassair.net

$$m = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{min} + U_{max}}$$

3. عيّن على راسم الاهتزازات القيم U_{min} و U_{max} واحسب قيمة نسبة التضمين m .

4. أذكر الشرط اللاّزم لتجنّب زيادة التضمين.
هل يمكن تأكيد أن هذا الشرط محقّق من النتيجة السابقة ؟

44 ★★ يمكن تمثيل جهاز الراديو بالنموذج التالي إنه مكوّن من ثلاث أجزاء مختلفة :



1. أ. ما هو دور الجزء (1) من الدارة ؟

ب. ما هو المقدار الذي يتغيّر عندما تتغيّر السعة C للمكثفة ؟ أعط عبارتها بدلالة L و C .

ج. ذاتية الوشيعة هي $L = 1{,}0\ mH$. ما هي القيم القصوى للسعة C للمكثفة لتلتقط إشارات تواترها محصور بين 1,0 kHz و 10 kHz ؟

2. أ. ما هو دور الجزء (2) من الدارة ؟ ما هو دور الصمام ؟

ب. كيف يجب اختيار R_1 و C_1 ؟

ج. ماذا يحدث إذا كان $R_1 C_1 > T_s$، دور الاشارة المضمنة. أعط مخططا.

د. ماذا يحدث إذا كان $R_1 C_1 < T_p$، دور الاشارة الحاملة. أعط مخططا.

3. أ. ما هو دور الجزء (3) من الدارة ؟

ب. ما هو الاسم المعطى لهذه الدارة ؟

45 ★★ من أجل نقل معلومات متضمّنة في الصوت نستخدم سلسلة (ارسال – نقل – استقبال) ندرس في هذا التمرين اشارة متضمنة سعويا .

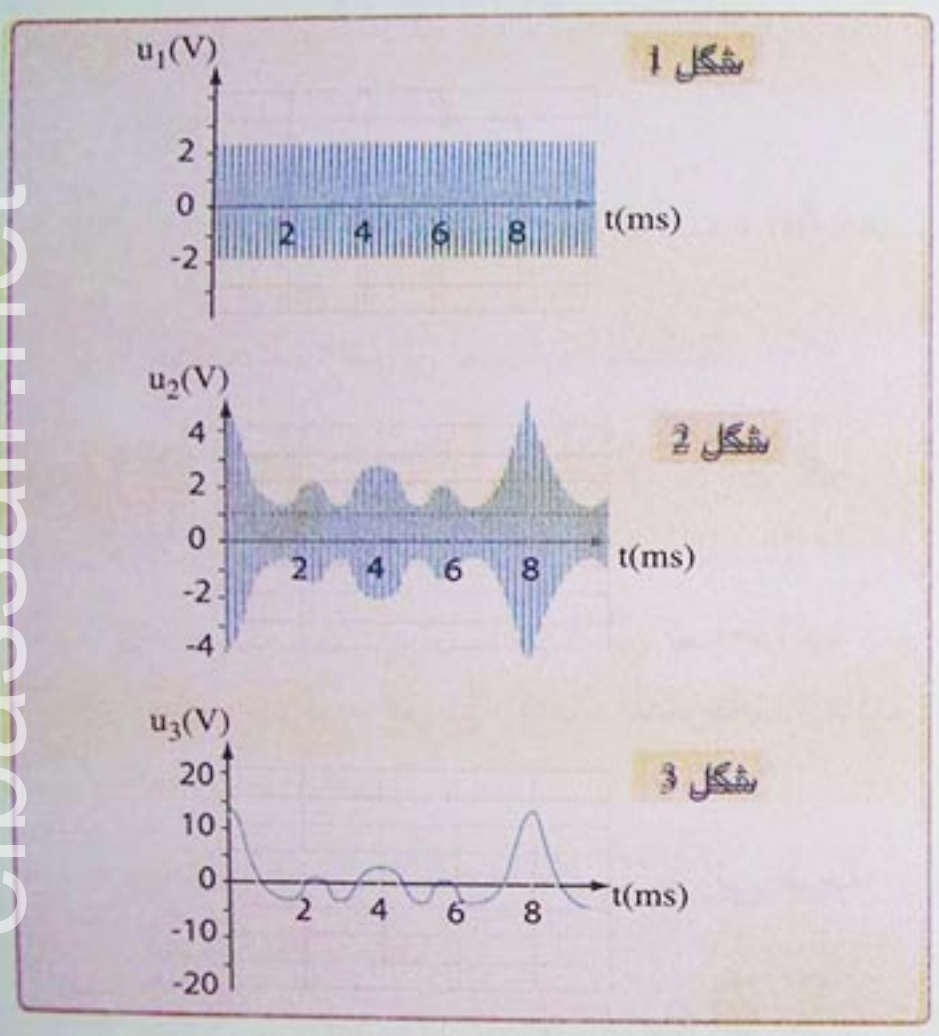
1. التضمين السعوي : ندمج اشارة مضمّنة، مفروضة دورية ، دورها f باشارة حاملة دورها F. نحصل على اشارة مضمنة سعويا. يتم تحويل كل اشارة أوّلا إلى توتر U تواترها يكون مساويا لتواتر الموجة الصوتية الموافقة.

نذكّر أنه يمكن كتابة اشارة جيبية على الشكل :

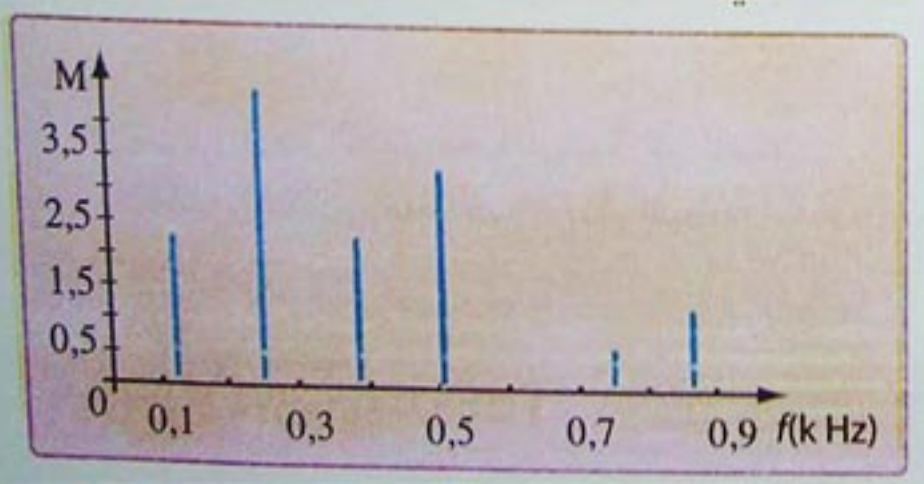
$$s = s_m \cos(2\pi.f.t + \varphi_0)$$

مع s_m : سعة الاشارة، f دور الاشارة و φ_0 طور بالنسبة لمبدأ الأزمنة.

أ. عرّف كلا من الإشارات من بين المخطط أدناه :



ب. يعطى طيف التواتر للاشارة المضمّنة في عدّة تواترات في الاشارة ؟ ما هو دور الاشارة الأساسية ؟ ما هي مختلف التوافقيات الحاضرة في الاشارة المضمّنة ؟ بيّن السعات المتتالية :



elbassair.net

ج. أعط عبارة التوتر المضمّن U بدلالة الزمن. لا نقوم بالعملية الحسابية.

د. تكون عبارة الموجة الحاملة هي :

$$u_p(t) = 2\cos(12\,500\,\pi t)$$

ما هو الدور F للموجة الحاملة ؟ سعتها. فيما يلي، نعتبر اشارة مضمّنة مكوّنة فقط من الأساسي. نرمز $U(t) = U_m \cos(2\,\pi ft)$.

هـ. نحصل على الاشارة المضمّنة باستخدام المضاعف يكون في المخرج في الاشارة :

$$u(t) = 0{,}1 \times u_p \times (U + 8)$$

عيّن عبارة u(t) تذكّر بـ :

$$\cos(a) \times \cos(b) = \frac{1}{2}[\cos(a+b) + \cos(a-b)]$$

و. أعط طيف التواتر للاشارة المضمّنة.

ز. عيّن نسبة التضمين ، هل أن الاشارة في نوعية جيّدة ؟

2. الارسال : الاشارة الكهربائية التي تم إحداثها يتم توصيلها بهوائي. قل إذا كانت المقترحات التالية صحيحة أم خاطئة.

أ. يحوّل الهوائي الاشارة الكهربائية إلى موجة كهرومغناطيسية.

ب. يجب أن يكون دور الموجة الحاملة أقل من تواترالصوت الذي يتم ارساله حتى يمكن نقل الاشارة.

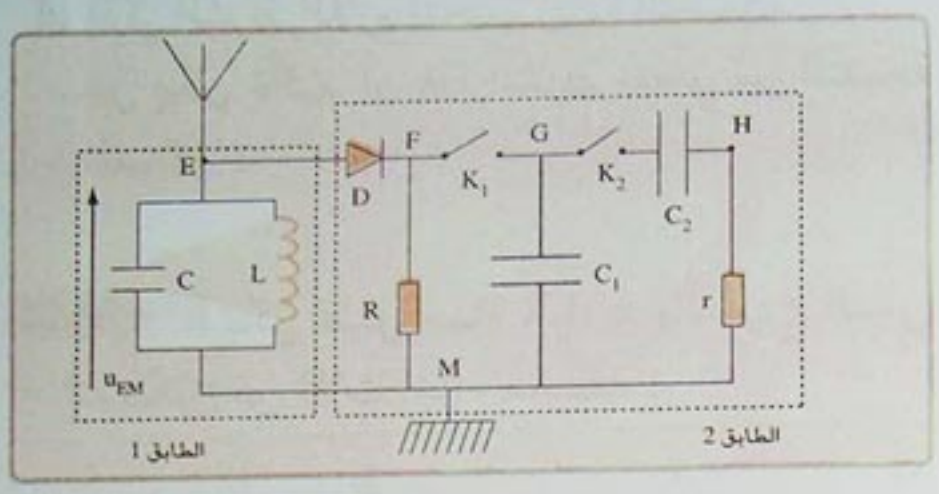
جـ. سعة التوتر المضمّن تكون ثابتة.

د. الصوت المسموع يكون دوره محصورًا بين 20 Hz و 200 kHz.

هـ. تواتر الموجة الكهرومغناطيسية هو نفسه للاشارة الكهربائية التي ترسل إليه.

و. الموجة المضمنة هي تركيب لاشارة يتم ارسالها واشارة حاملة.

46 ★★ لالتقاط موجة كهرومغناطيسية مرسلة من محطة راديو. نستخدم التجهيز الممثل أدناه حيث نعتبر أن الصمام D مثالي. يعني ذلك جهاز استقبال للأمواج الهرتزية التي تشكل سلسلة إلكترونية نقوم بدراسة بعض طوابقها.



1. دراسة الطابق 1

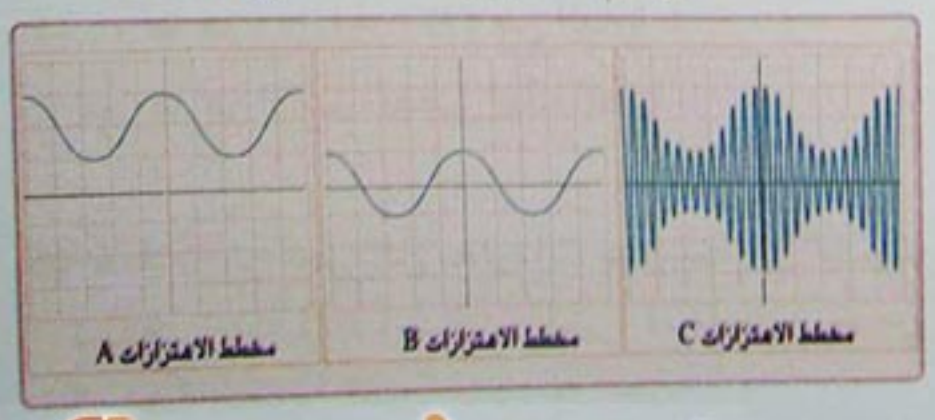
أ. ما هو دور ثنائي القطب LC على التفرع المستخدم هنا كممرّر للشريط النافذ في التواتر ؟

ب. تبيّن الدراسة النظريّة بأن سعة التوتر u_{EM} تكون أعظمية من أجل تواتر للموجة الملتقطة f_0 حيث :

$$4\,\pi^2 \times f_0^2 \times L \times C = 1$$

بمعرفة أن قيمة السعة للمكثفة C هي 0,47 nF، عيّن قيمة الذاتية L المعطاة للوشيعة لالتقاط محطة أمواج طويلة تواترها 160 kHz.

2. دراسة الطابق 2. إلغاء التضمين لفهم دور كل جزء من هذا الطابق. ندرسه في راسم الاهتزازات. يوصل على التوالي مدخل راسم الاهتزازات في التقاط E، G و H للتركيب السابق.
تعاين على التوالي التوترات الثلاثة u_{GM} و u_{HM} على راسم الاهتزازات. M هي الأرضية للدارة.
مخطط التوترات الثلاثة نتحصل عليها باستخدام نمط DC لراسم الاهتزازات (الشكل أدناه).



elbassair.net
موقع عون البصائر التعليمي

في غياب الاشارة المطبقة في المداخل، تتطابق الآثار المحصل عليها بال مستقيم الأفقي المنصّف.

أ. القاطعتان K_1 و K_2 مفتوحتان، عرّف u_{GM} بتبيان المخطط A، B أو C الموافق. علّل.

ب. K_1 يكون مغلقا و K_2 مفتوحًا تعرّف على المخطط A، B أو C الموافق. بيّن ما هو دور الصمام D والدارة RC_1 على التفرع.

ج. القاطعتان K_1 و K_2 مغلوقتان تعرّف على بيان المخطط A، B أو C الموافق. ما هو دور ثنائي القطب RC_2 على التسلسل المستعمل هنا كمرشح ممرّر أعلى ؟

نريد الحصول على نزع التضمين بنوعية جيدة باختيار قيمة السعة C_1 للمكثفة الملائمة بحيث يكون ثابت الزمن RC_1 محققا للشروط التالية :

$RC_1 < T_s$ مع T_s دور الاشارة المضمنة و T_p مع $RC_1 > T_p$ دور الاشارة الحاملة.

د. دور Ts للاشارة الصوتية التي تحمل مساويا لـ 100 µs والدور T_p للموجة الحاملة مساويا 6,25 µs.

مقاومة الموصل الأومي هي $R = 10\ k\Omega$. عين مايلي قيمة سعة المكثفة التي تسمح بالحصول على تضمين جيد.

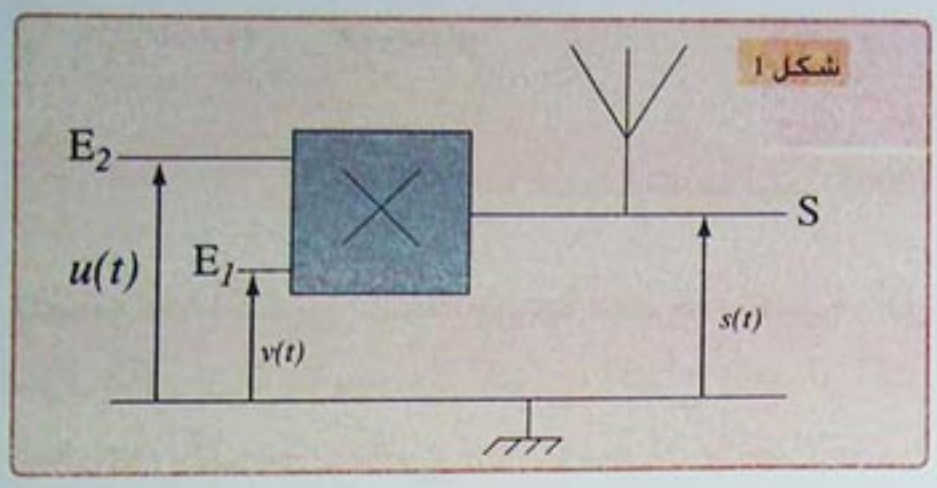
المعطيات:

قائمة قيم السعات المتوفرة :

220pf , 2,2nf , 22nf , 220nf

★★★47 يمثل الشكل أدناه (شكل 1) تركيبا للتضمين السعوي المستخدم في الارسال بواسطة مضاعف. لمواكبة الموجة الحاملة التي دورها T نرسل التوتر $u(t) = U_m \cos(2\pi ft)$ على المدخل E_1 للمضاعف. نضيف إليه توتر مستمرة u_0 يسمى توتر التفاوت أو توتر Offset.

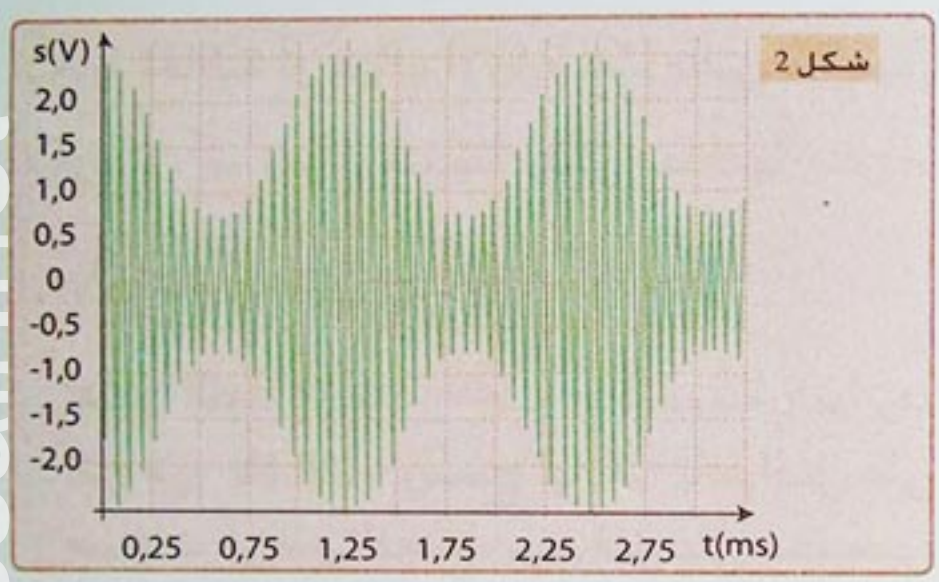
شكل 1



نحصل إذا على : $u(t) = u_0 + u_m \cos(2\pi ft)$ التي نبعثها على المدخل E_2.

بالاستعانة بتجهيز للمعطيات، موصول في المخرج للمضاعف الشاهد على شاشة حاسوب المنحنى الممثل أدناه (شكل 2).

شكل 2



1. لماذا يجب إضافة توتر تفاوت للاشارة التي ترسل ؟

2. ما هو الشرط الذي تحققه النسبة $m = \frac{U_m}{U_0}$

لتحقيق تضمين حيث m(تدعى نسبة التضمين) ؟

يعطى المضاعف في المخرج توتر s(t) متناسب مع جزء التوترين المطبقين على المدخلين :

$$s(t) = k\, u(t)\, v(t)$$

المعامل k ثابت لا يرتبط بالمضاعف.

3. أثبت أن s(t) يمكن أن تعطى على الشكل :

$$s(t) = A[1 + m\cos(2\pi ft)]\cos(2\pi Ft)$$

حيث A ثابت. استنتج عبارة A بدلالة k ، V_m و U_0.

4. باستخدام المنحني المعطى في الشكل 2 عيّن f و F. علّل الطريقة المستعملة.

elbassair.net

1. انتشار الأمواج

(بكالوريا كليدونيا الجديدة نوفمبر 2005)

يتضمن هذا التمرين أسئلة أجوبتها مفتوحة وقصيرة. كل سؤال يمكن أن لا يناسبه ولا اقتراح، اقتراح واحد أو أكثر صحيحة. لكل سؤال تُقترح عدّة أجوبة أو تأكيدات.

أكتب "صحيح" أو "خطأ" في الخانة المناسبة في الجدول الموجود في الملحق والذي يعاد مع ورقة الاجابة.

أكتب تبريرا أو شرحا في الخانة المخصصة لهذا الغرض.

الإجابة الخاطئة أو غياب الإجابة تقيّم بنفس الكيفية.

الأجزاء 1، 2، 3 و 4 مستقلة ويمكن معالجتها منفردة.

1. الأمواج تحت-الصوتية :

تصدر الفيلة أصواتا تحت - الصوتية (تواترها أقل من 20 Hz)، ويسمح لها هذا بالتواصل على مسافات طويلة وبالتجمّع. يوجد فيل على ضفّة بحيرة من ماء ويريد أن يشير إلى موقعه لفيلة أخرى. لهذا يصدر صوتا تحت صوتي. يستقبل فيل آخر، موجود على بعد $L = 24{,}0\ km$، موجة بعد مدة $\Delta t = 70{,}6\ s$.

قيمة سرعة تحت - الصوت في الهواء هي:

1.1. $v = 34{,}0\ km.s^{-1}$

2.1. $v = 340\ km.s^{-1}$

3.1. $v = 340\ m.s^{-1}$

2. الأمواج على سطح سائل :

لدينا في المخبر حوض للأمواج فيه ماء ساكن، تطفو على سطحه قطعة من البوليستيرين.

نترك قطرة من الماء تسقط فوق الحوض بعيدا عن قطعة البوليستيرين. تنتشر موجة على سطح الماء.

1.2. هذا يوافق :

1.1.2. موجة ميكانيكية،

1.2.2. موجة طولية،

1.3.2. موجة عرضية.

2.2. الموجة تصل إلى قطعة البوليستيرين.

1.2.2. هذه الأخيرة تنتقل في اتجاه يوازي اتجاه انتشار الموجة،

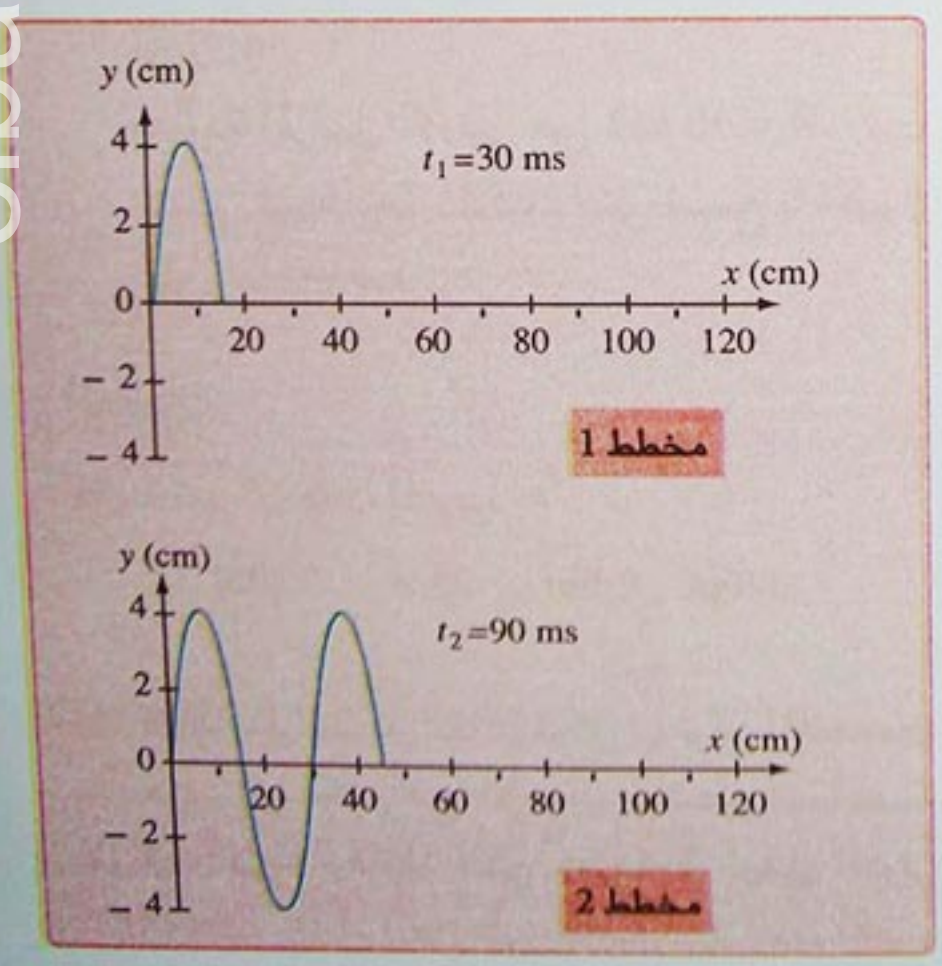
2.2.2. هذه الأخيرة تنتقل في اتجاه عمودي لاتجاه انتشار الموجة،

3.2.2. هذه الأخيرة تصعد وتنزل شاقوليا،

4.2.2. هذه الأخيرة تبقى ساكنة.

3. الأمواج على طول حبل :

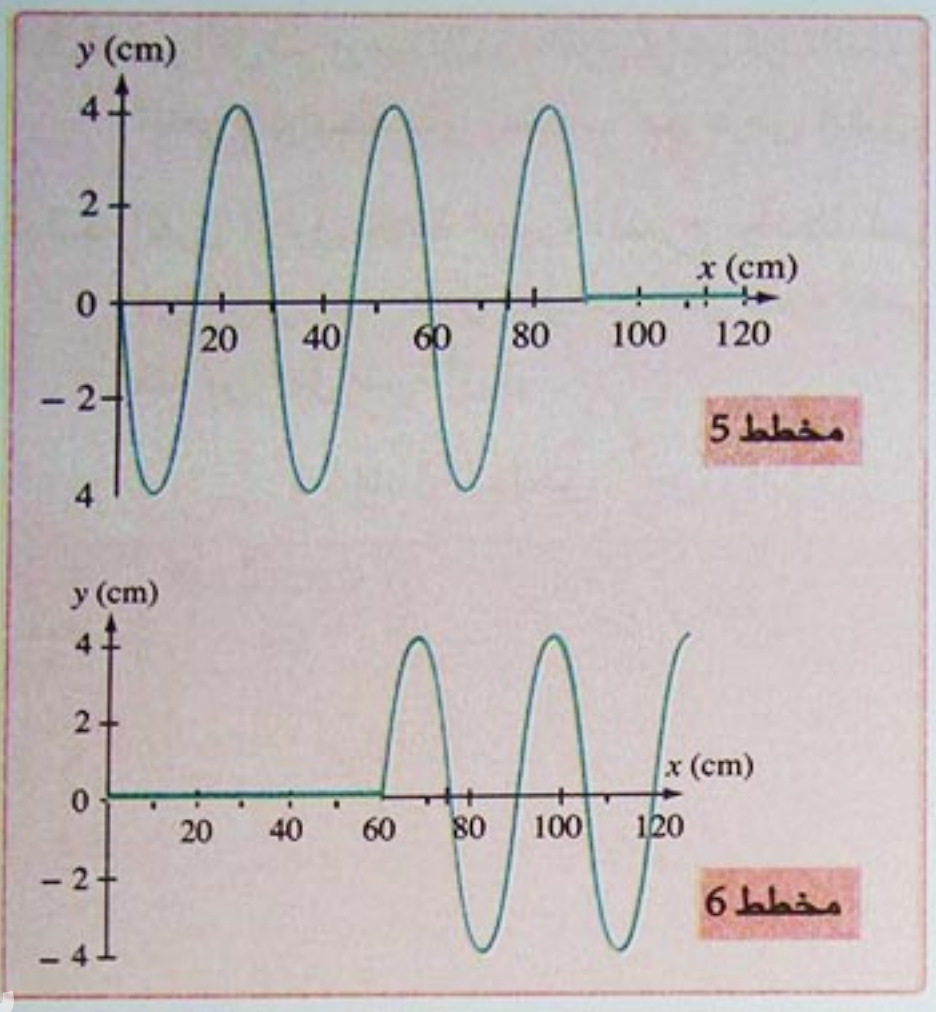
تُوصل النهاية اليسرى لحبل بهزّاز يقوم باهتزازات جيبية مغذاة ابتداءا من لحظة $t_0 = 0\ s$. يمثل المخططان التاليان 1 و 2 حالة الحبل في لحظة ما. المطالات y والفواصل x مقدرة بـ cm . نهمل كل تخامد في جميع أسئلة الجزء 3.



1.3. المخطط 2 يسمح بتحديد قيمة طول الموجة λ.

نجد:

elbassair.net



4. أمواج ضوئية :

1.4. انتشار الضوء المرئي:

1.1.4. يبيّن أنّ الضوء المرئي موجة ميكانيكية،

2.1.4. يتمّ بسرعة أقل في الماء منه في الفراغ (قرينة انكسار الماء $n = 1,3$)،

3.1.4. يتمّ بنفس السرعة، في وسط مبدد ما، مهما كان تواتر الاشعاع.

2.4. الضوء الأحمر :

1.2.4. يناسب طول موجات أكبر من طول موجات الضوء الأزرق،

2.2.4. يقع في مجال تواترات أصغر من مجال تواترات تحت الحمراء،

3.2.4. أقل طاقة من الضوء الأزرق.

3.4. الضوء المرئي يمكن أن يحدث له الانعراج:

1.3.4. ظاهرة انعراج الضوء المرئي بواسطة شق عرضه $0.5\ \mu m$ أقوى وقعا منها بواسطة شق عرضه $5\ \mu m$.

1.1.3. $\lambda = 20\ cm$

2.1.3. $\lambda = 30\ cm$

3.1.3. $\lambda = 46\ cm$

2.3. انطلاقا من المخططين 1 و 2 حدّد قيمة الدور T :

1.2.3. $T = 30\ ms$

2.2.3. $T = 60\ ms$

3.2.3. $T = 18\ ms$

3.3. سرعة انتشار الموجة في الحبل هي:

1.3.3. $v = 5,0\ m.s^{-1}$

2.3.3. $v = 10,0\ m.s^{-1}$

3.3.3. $v = 15,0\ m.s^{-1}$

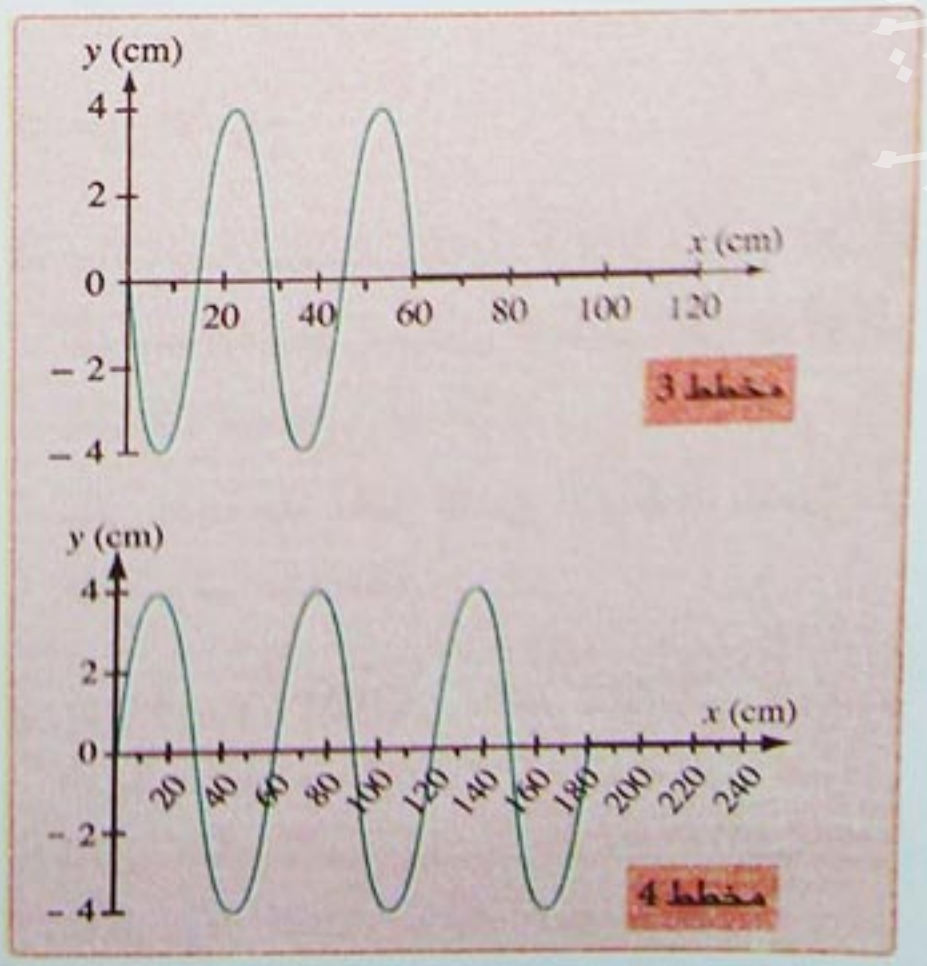
4.3. في نفس التجربة، من بين المخططات 3، 4، 5 و6 التالية، الذي يمثّل شكل الحبل في اللحظة $t = 180\ ms$ هو :

1.4.3. المخطط 3

2.4.3. المخطط 4

3.4.3. المخطط 5

4.4.3. المخطط 6



elbassair.net

2.3.4. من أجل ضوء وحيد اللّون، الفرق الزاوي لحزمة الضوء المنعرج بواسطة شق يتناسب مع عرض الشق.

3.3.4. الفرق الزاوي لحزمة الضوء المنعرج بواسطة شق ذي عرض ما، يكون أقل من أجل ضوء أحمر منه من أجل ضوء أزرق.

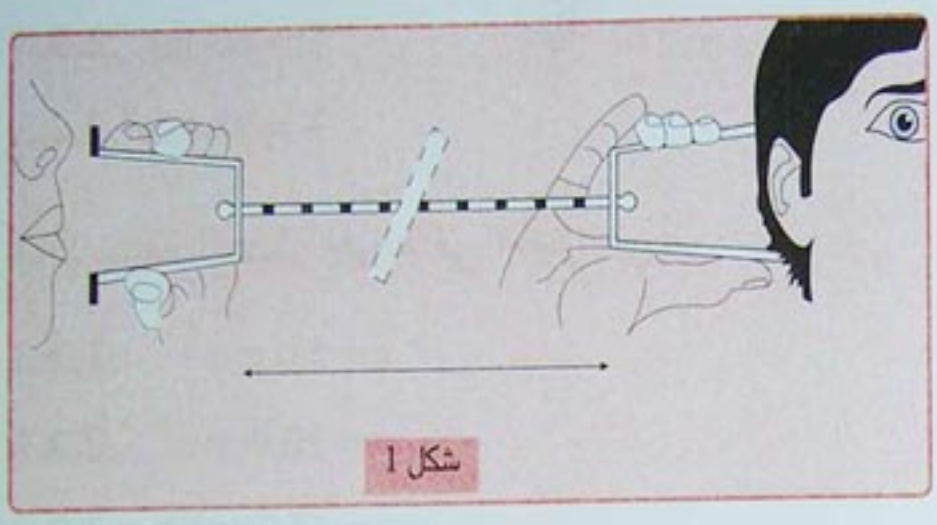
الجدول الملحق

المقترح	أجب صحيح أو خطأ	التبرير أو الشرح
1.1		
2.1		
3.1		
1.1.2		
2.1.2		
3.1.2		
1.2.2		التبرير غير مطلوب
2.2.2		
3.2.2		
4.2.2		
1.1.3		
2.1.3		
3.1.3		
1.2.3		
2.2.3		
3.2.3		
1.3.3		
2.3.3		
3.3.3		
1.4.3		التبرير غير مطلوب
2.4.3		
3.4.3		
4.4.3		
1.1.4		
2.1.4		
3.1.4		
1.2.4		
2.2.4		
3.2.4		
1.3.4		
2.3.4		
3.3.4		

2. الهاتف "علبة يغورت "

(بكالوريا أمريكا الشمالية جوان 2005)

لا زال ممكنا في عصر الهاتف النقّال التواصل بواسطة جملة بدائية جدا...



شكل 1

إن الموجة الصوتية الصادرة عن المتحاور الأول تجعل قاع علبة اليغورت يهتز، فحركة الذهاب والإياب له، الغير محسوسة للعين تولد اضطرابا ينتشر على طول الحبل. يتسبب هذا الاضطراب في اهتزاز قاع علبة اليغورت الثانية حيث تسترجع الطاقة المنتشرة عبر الحبل على شكل موجة صوتية مسموعة من طرف المتعامل الثاني.

تعطى سرعة الصوت في الهواء عند 25° C : $v_{air} = 340\,m.s^{-1}$

I. حول الأمواج

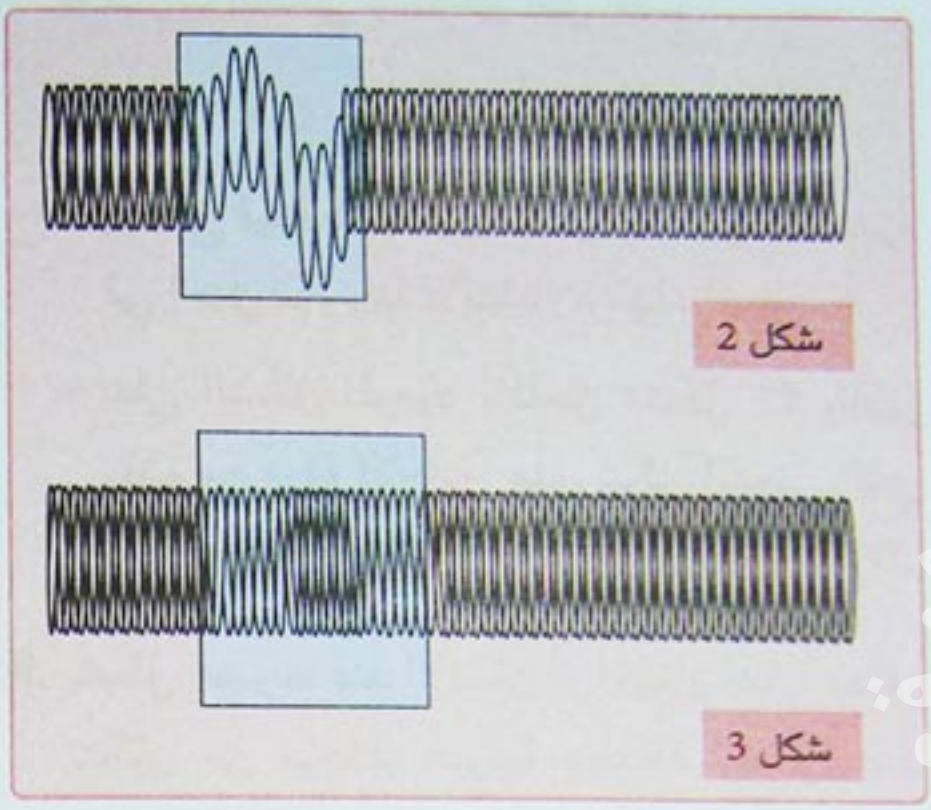
1. تعرّف على سلسلة مختلف أوساط انتشار الأمواج الميكانيكية على مستوى التجهيز: من فم المتكلم إلى أذن المستمع (الشكل 1).

يمكن نمذجة هذا الحبل القليل الامتطاط بنابض ذي حلقات غير متلاصقة .

2. يمثل الرسمان التاليان نتائج نمطين من تشوهات النابض : إزاحة طرف النابض وفق اتجاه عمودي لمحور هذا الأخير يولد موجة قطع (الشكل2) بينما يولد التشوّه باتجاه محور النابض موجة

elbassair.net

انضغاط (الشكل 3).

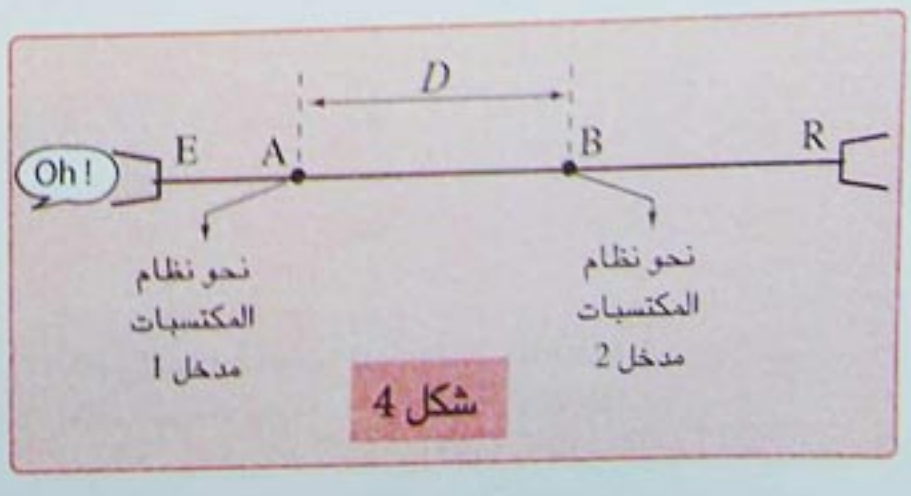


أرفق الوضعيتين الممثلتين في الشكلين 2 و3 بعبارتي موجة طولية وموجة عرضية. برّر إجابتك.

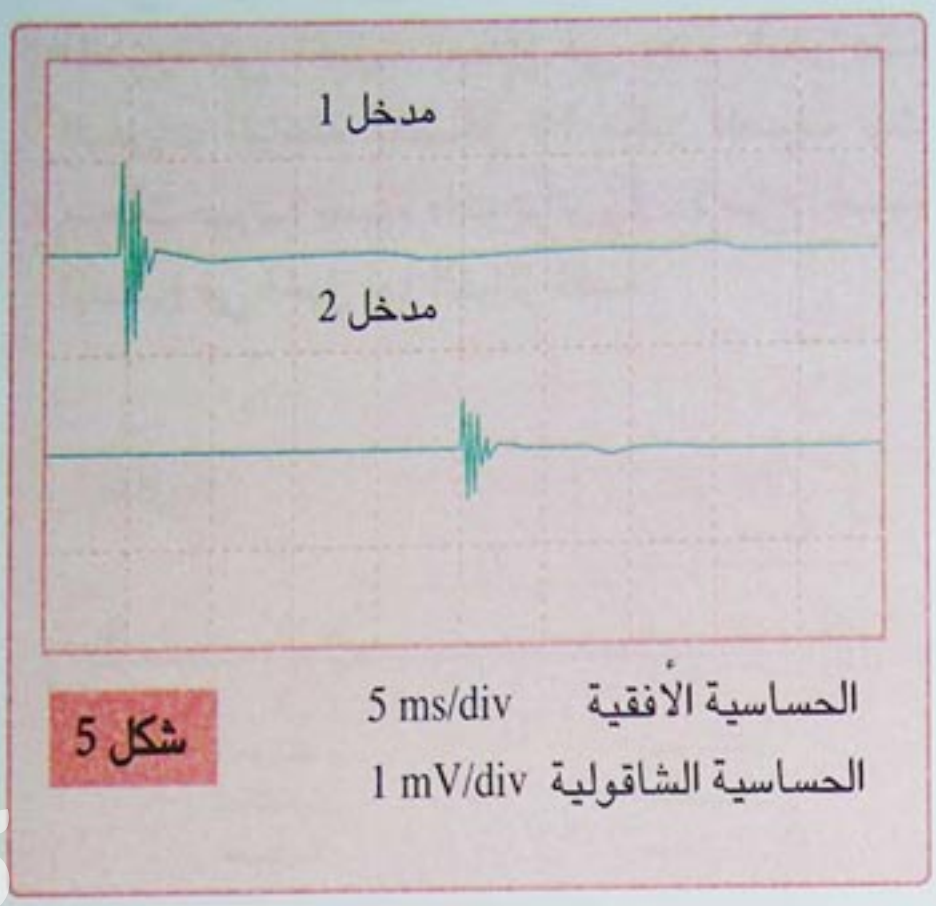
النوع الثاني من التشوّه (الشكل 3) هو الذي وحده يوافق الظاهرة الملاحظة على حبل التجهيز المدروس في كل ما يلي .

II. سرعة انتشار الموجة المنتشرة على طول الحبل :

نحقق عند 25° C التركيب التالي (الشكل 4) لقياس سرعة الأمواج على طول حبل التجهيز.بواسطة خليتين كهروضوئيتين موضوعتين في نقطتين A و B من الحبل البعد بينهما D = 20 m ، يتمّ الكشف المتتالي لمرور اضطراب متولد عن صوت خفيف عند مدخل علبة اليغورت الباعث E. فتسجل سعة الاضطراب خلال الزمن.



1. انطلاقا من التسجيل (الشكل 5)، حدّد بأي تأخر τ بالنسبة للنقطة A تبلغ الاشارة (الموجة) النقطة B.



2. أعط عبارة سرعة انتشار الموجة على الحبل بدلالة D و τ.

- أحسب قيمتها.
- قارن هذه القيمة بقيمة سرعة انتشار الصوت في الهواء عند 25° C .
- ما هي الخاصية التي تبرر هذه النتيجة ؟

ملاحظة : نماثل الحبل ER ذا الطول L = 50 m بنابض ذي ثابت مرونة $k = 20\ kg\ s^{-2}$ وكتلة خطية $\mu = 1{,}0.10^{-3}\ kgm^{-1}$. في حالة الحبل، الجداء kL ثابت مميّز لوسط الانتشار.

3. نموذج بسيط للسرعة v لموجة من هذا النوع في حبل تناسب إحدى العبارات التالية :

$$v = \sqrt{\frac{\mu}{kL}}\ (1) \quad v = \sqrt{\frac{kL}{\mu}}\ (2) \quad v = \frac{kL}{\mu}\ (3)$$

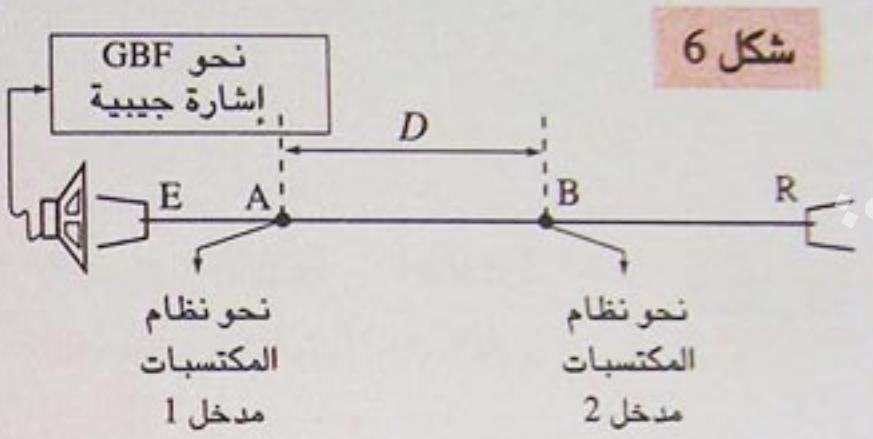
باستعمال التحليلي البعدي، أوجد العبارة الصحيحة من بين العبارات المقترحة .

elbassair.net

4. أحسب سرعة انتشار الموجة في الحبل ER .

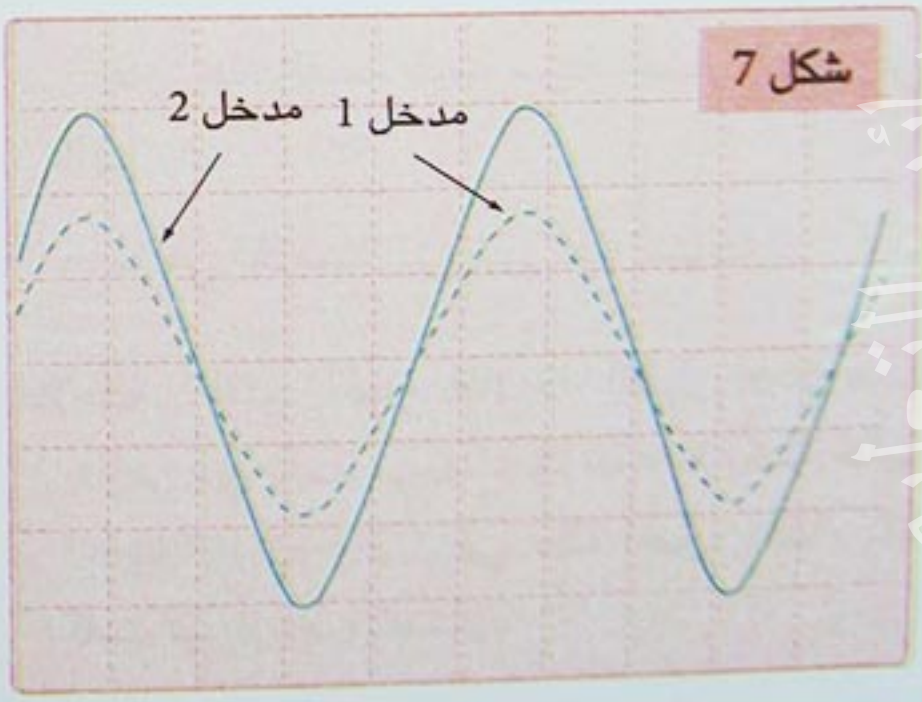
تسمح طريقة أخرى بتحديد السرعة v للموجة المنتشرة في الحبل، تتمثل في وضع أمام علبة اليغورت الباعثة (الشكل 6) مكبر للصوت يبث موجات صوتية جيبية ذات تواتر f_E. الأمواج الجيبية المنتشرة في الحبل لها التواتر نفسه.

شكل 6



من أجل D = 20 m، نحصل على التسجيل المبين في الشكل 7.

شكل 7



5. كيف يمكن أن نفسّر أنّ مطال الاشارة في النقطة B (المدخل 2) أقل من مطال الاشارة في النقطة A (المدخل 1)؟

6. من التسجيل المبيّن (شكل 7)، حدّد تواتر الموجة المنتشرة في الحبل.

7. عندما نبعد النقطة B عن النقطة A، نلاحظ أنّ للاشارات الشكل نفسه من أجل القيم :

D = 25,0 m ; D = 30,0 m ; D = 35,0 m

- استنتج قيمة طول الموجة λ الموافقة للموجة المنتشرة في الحبل ثمّ سرعة الانتشار v لهذه الموجة.
- على الشكل الموجود بالملحق (شكل 7) والذي يقدم مع ورقة الإجابة، مثّل شكل المنحنى الذي نشاهده على المدخل 2 لو كان البعد D = 27,5 m.

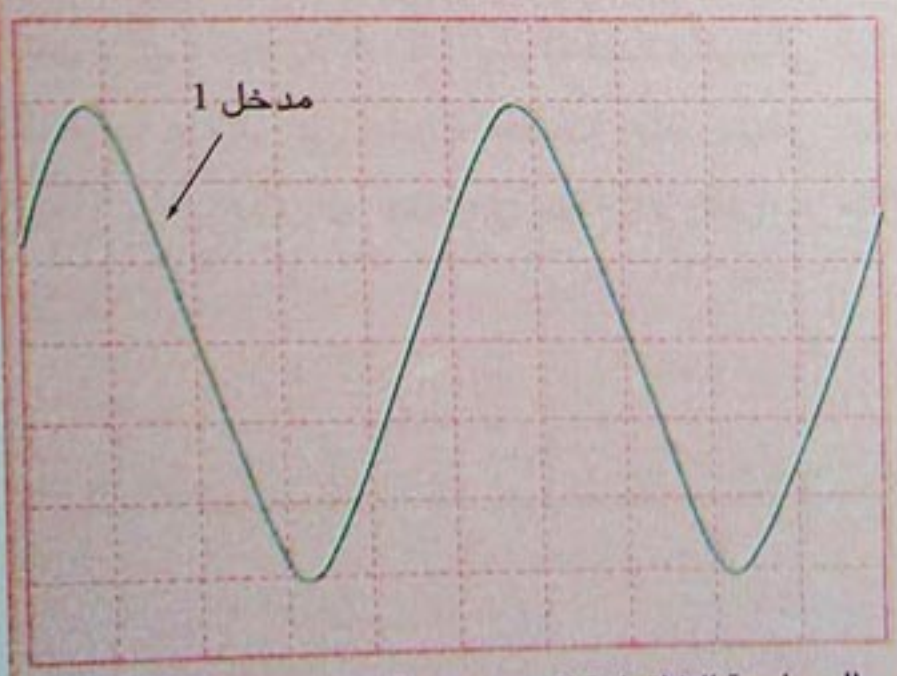
8. يشكل الصوت عند الإنسان أو الحيوان اشارة معقدة تتكوّن من موجات صوتية مختلفة التواتر. عند استماع الإشارات المرسلة، يبدو أنّ الحبل لا يشكل وسط انتشار بالغ التبدد.

ما هو الوسط المبدد ؟ ماذا يحدث للاشارات المستقبلة لو كان الحبل المكوّن للتجهيز وسط انتشار كثير التبدد ؟

ملاحظة : هوائي هاتف نقال يصدر أو يستقبل أمواجا كهرومغناطيسية لها نفس خصائص الضوء.

9. ما هو الفرق الأساسي الموجود بين انتشار أمواج هاتف علبة اليغورت وأمواج هاتف نقال ؟

ملحق شكل 7 يعاد على ورقة الإجابة



elbassair.net

3. الموجة الصاخبة (la houle)

(بكالوريا إفريقيا جوان 2006)

سنهتم في هذا التمرين بدراسة الأمواج الصاخبة في عرض البحر، أي في المياه العميقة، وبخصائص هذه الأمواج، وبدلالة سلم للشدة (سلم بوفور échelle de Beaufort).

عالجت مجلة تهتم بمسائل البحر هذا موضوع، من خلال النص التالي :

عندما يهبّ الريح على بحر ساكن، يولد احتكاك الهواء تجاعيد صغيرة، ثمّ أمواج صغيرة، وفي الأخير أمواجا تباعا مع تزايد سرعة الريح. يشكل مجموع هذه الأمواج المتولدة في مدة طويلة نسبيا الموجة الصاخبة.

يمكن أن نصفها بواسطة ثلاث عوامل وهي :

- الارتفاع h المعرف بالبعد الشاقولي بين ذروة وأسفل تجوّف الموجة.

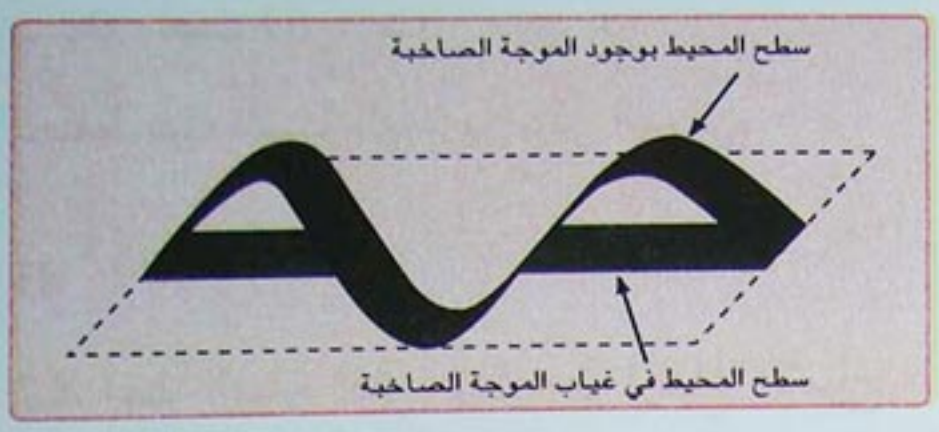
- الطول L المعرف بالمسافة بين ذروتين متتاليتين أو بين تجوّفين متتاليين.

- التحدب المعرّف على أنّه النسبة بين الارتفاع h والطول L.

وهكذا فظاهرة الموجة الصاخبة يمكن اعتبارها كموجة ميكانيكية .كما نماثل أيضا في كل التمرين بين الموجة الصاخبة و موجة متقدمة دورية جيبية خطية يمكن أن تتغيّر خصائصها المميزة بحسب حالة البحر.

I.

1.1. يمثل الرسم التالي سطح الماء متأثرا بموجة في لحظة ما. ضع على الرسم المماثل المعطى في الملحق (يعاد مع ورقة الإجابة) كلا من «الارتفاع» و«الطول».



2.1. إلى أي مقدار فضائي مميّز لظاهرة موجية تنسب كلمة «الطول» في النص الافتتاحي؟ ما تعريفه ؟

3.1. أي مقدار زماني يمكن أن يميّز موجة ميكانيكية؟ ما تعريفه ؟

سلّم بوفور (echelle de Beaufort)، صُمّم سنة 1805 من طرف أميرال البحرية البريطانية فرانسيس بوفور، وهو مدرّج من 0 إلى 12 ويسمح بتحديد سرعة الريح. بماأن حالة البحر مرتبطة مباشرة بسرعة الريح فسلم بوفور يسمح أيضا بتحديد حالة البحر وبالتالي ظروف الملاحة.

يقدم الجدول التالي الدرجات الأخيرة لسلّم بوفور مبسط يستعمله المترشح في باقي التمرين.

سلّم بوفور مبسط	
الدرجة على السلم	الارتفاع h للموجة(بالمتر)
5	2,0
6	3,0
7	4,0
8	5,5
9	7,0
10	9,0
11	11,5
12	14,0

elbassair.net

نعتبر الحالة التي يكون فيها تحدب الموجة والذي نرمز له بـ Ca حيث Ca = 1/7

نحتفظ بهذه القيمة للتحدب لباقي التمرين.

II.

1.2. أعط العبارة التي تربط بين ارتفاع الأمواج h وطولها L و تحدبها Ca.

2.2. حدّد حينئذ طول الأمواج الموافقة للدرجات 6، 8 ، 10 و 12 من سلّم بوفور.

ملاحظة : توضع القيم في الجدول المعطى في الملحق والذي يعاد مع ورقة الاجابة.

III.

1.3. أعط العبارة التي تربط بين الطول L للسؤال 2.1 ، بالسرعة v للموجة ودورها T .

2.3. استنتج العبارة التي تربط الطول L، بالسرعة v والتواتر f للموجة الموافقة.

3.3. الجدول المعطى في الملحق يعطي أيضا قيم الدور T الموافقة لمختلف درجات السلّم.من أجل الدرجتين 7 و 10 من سلّم بوفور حدّد السرعة v للموجة الموافقة.

توضع القيم في الجدول المعطى في الملحق والذي يعاد مع ورقة الاجابة.

IV.

1.4. نعطي في الملحق المنحنى المعبر عن التطور $v^2 = f(L)$. ما نوع المنحنى الناتج ؟

ما هي العبارة الرياضية البسيطة التي تربط إذًا مربع السرعة بالطول ؟

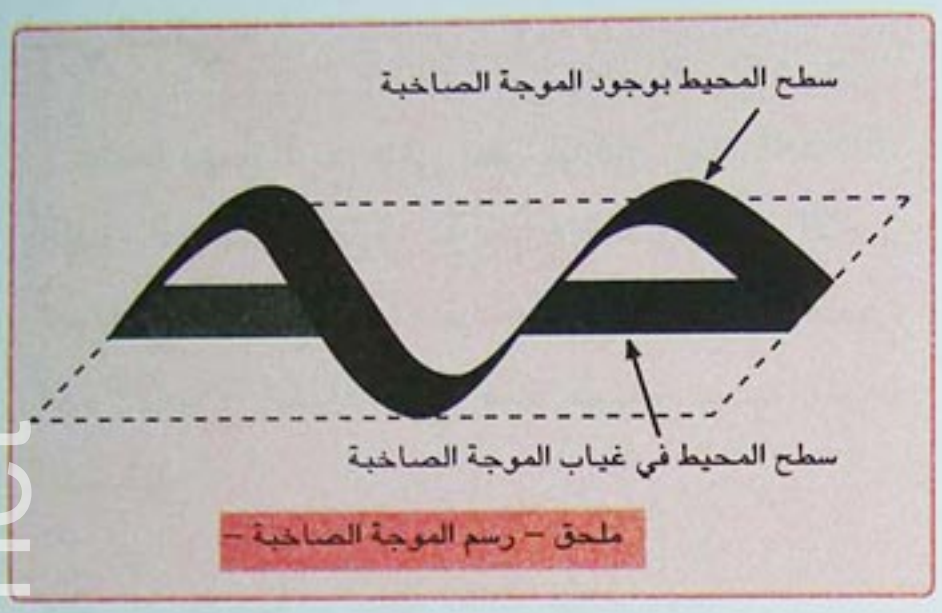
2.4. أحسب إذن المعامل k المميز للعلاقة . حدّد وحدة هذا المقدار.

V.

1.5. اذكر تعريف وسط مبدّد

2.5. باستعمال العلاقة المتحصل عليها في السؤال 3-2 والعلاقة المتحصل عليها في السؤال 4-2 حدّد العبارة الحرفية التي تربط السرعة v للموجة بتواترها f .

3.5. استنتج فيما يخص الطبيعة المبدّدة لهذا الوسط.

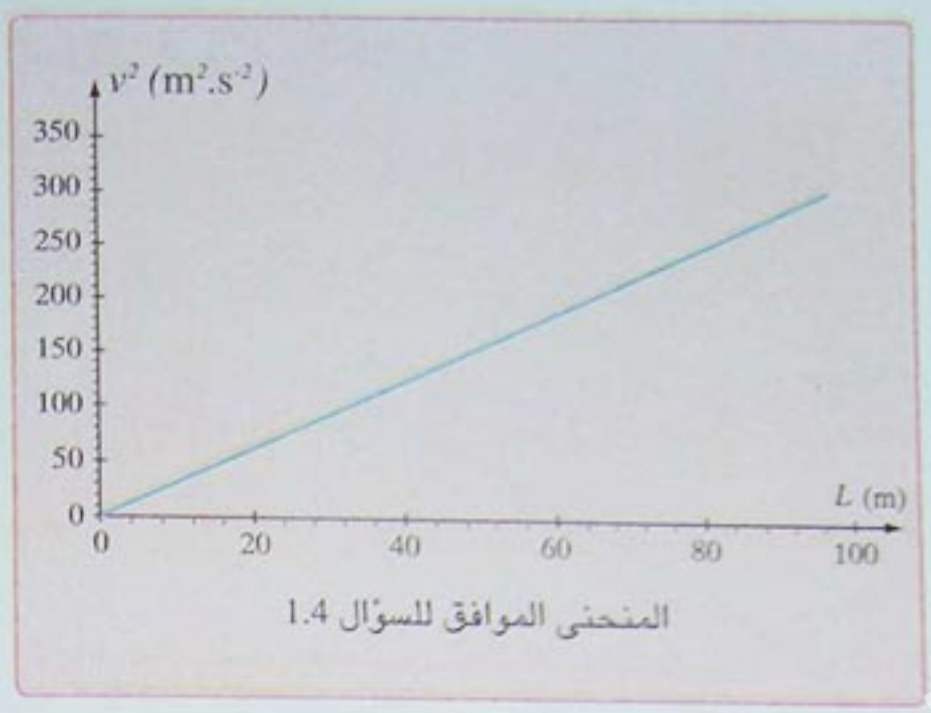


ملحق – رسم الموجة الصاخبة –

سلّم بوفور	5	6	7	8
ارتفاع الموجة h (بالمتر) (m)	2,00	3,00	4,00	5,50
الطول L(m)	14.0		28.0	
الدور T(s)	2.10	2.60	3.00	3.50
السرعة $v(m.s^{-1})$	6.67	8.08		11.0
سلّم بوفور	9	10	11	12
ارتفاع الموجة h (بالمتر) (m)	7.00	9.00	11.5	14.0
الطول L(m)	49.0		80.5	
الدور T(s)	4.00	4.50	5.10	5.60
السرعة $v(m.s^{-1})$	12.3		15.8	17.5

جدول للقيم الموافق للسؤالين 2.2 و 3.2

elbassair.net

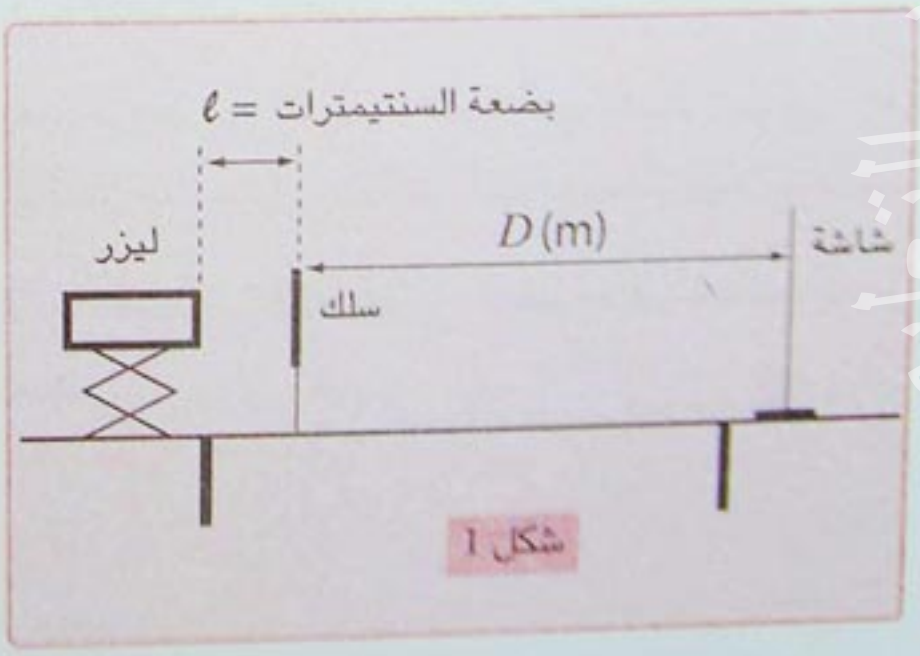


المنحنى الموافق للسؤال 1.4

4. حول انعراج الضوء

(بكالوريا بولينيزيا الفرنسية جوان 2006)

حزمة ضوئية متوازية وأحادية اللّون، طول موجتها λ صادرة من منبع الليزر ترد (تسقط) على خيط شاقولي ذي قطر a (من رتبة عشر المليمتر). نضع على بُعد D من هذا الخيط شاشة، البعد D كبير أمام a (شكل 1)



شكل 1

1. الرسم 2 في الملحق والذي يعاد مع ورقة الإجابة يمثل مشهد علويا للتجربة والشكل المشاهد على الشاشة. أي معلومة تخص طبيعة الضوء تقدمها هذه الظاهرة؟ سمّ هذه الظاهرة.

2. أظهر على الرسم 2 في الملحق الفرق في الزاوية أو نصف زاوية الانعراج θ و البعد D بين الجسم المسبب للانعراج (أي الخيط) والشاشة.

3. باستعمال (شكل 2) في الملحق عبّر عن الفرق في الزاوية θ بدلالة البعدين L ، D علما أنّ $\tan\theta \approx \theta$ حيث θ صغير ومعبّر عنه بالراديان.

4. ما هي العبارة الرياضية التي تربط θ، λ، a (نفترض أنّ القانون هو نفسه في حالة شق عرضه a. حدّد الوحدات الخاصة لهذه المقادير الفيزيائية.

5. باستعمال النتائج السابقة بيّن أنّ العرض L للبقعة (اللطخة) المركزية للانعراج يعبّر عنه بـ : $L = \frac{2\lambda D}{a}$.

6. لدينا خيطان معايران قطراهما على الترتيب $a_1 = 60\ \mu m$ و $a_2 = 80\ \mu m$.
نضع على التوالي هذين الخيطين الشاقوليين في التجهيز الممثّل في (شكل 1). فنحصل على الشاشة، على شكلين للانعراج، متمايزين نرمز لهما بـ A و B (شكل 3 في الملحق).

أنسب مع التبرير لكل خيط شكل الانعراج المناسب له. نريد الآن أن نحدّد تجريبيا طول الموجة في الفراغ للضوء وحيد اللّون الصادر من منبع الليزر المستعمل. لهذا نضع أمام حزمة الليزر خيوطا معايرة شاقولية. نرمز بـ a لقطر الخيط.شكل الانعراج المتحصل عليه يشاهد بواسطة شاشة تقع على بعد $D = 2.50\ m$ من الخيطين. نقيس من أجل كل خيط عرض البقعة المركزية للانعراج. نرسم المنحنى $L = f\left(\frac{1}{a}\right)$ (شكل 4 في الملحق).

7. الضوء الصادر عن منبع الليزر يدعى وحيد اللّون. ماذا تعني هذه العبارة ؟

8. بيّن أن شكل المنحنى الممثل لـ $L = f\left(\frac{1}{a}\right)$ المتحصّل عليه يتوافق والعبارة المعطاة في السؤال(5).

elbassair.net

9. أعط معادلة المنحنى الممثل لـ $L = f\left(\frac{1}{a}\right)$ واستنتج طول الموجة λ في الفراغ للضوء وحيد اللّون المكوّن لليزر المستعمل.

10. أحسب تواتر الضوء وحيد اللّون لليزر.

11. نضيء بواسطة منبع الليزر زجاج الفلينت ذي قرينة انكسار $n(\lambda) = 1{,}64$. عند اجتياز هذا الوسط الشفاف المبدد، هل تتغيّر قيمة تواتر، وقيمة طول الموجة، واللون الموافق لهذا الاشعاع ؟

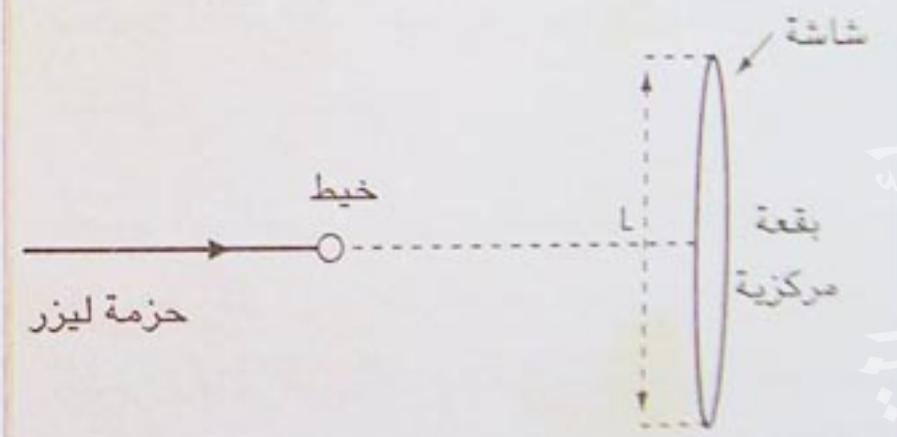
يعطى :

سرعة الضوء في الفراغ أو في الهواء $c = 3{,}00 \times 10^8\ m.s^{-1}$.

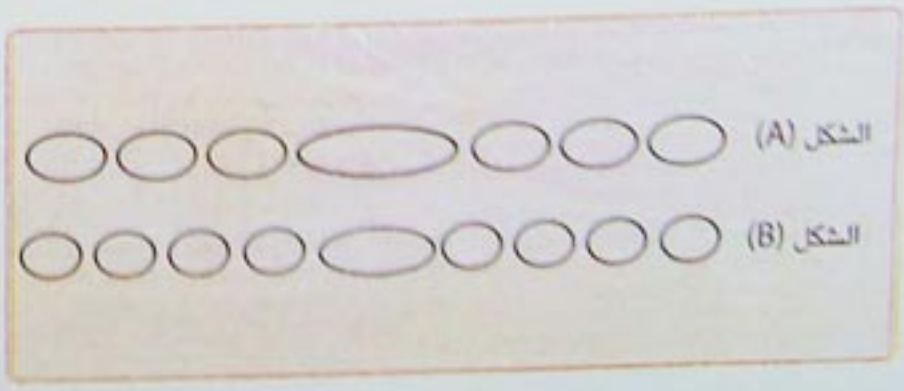
ملحق يعاد مع ورقة الإجابة،

الأسئلة 1، 2 و 4.

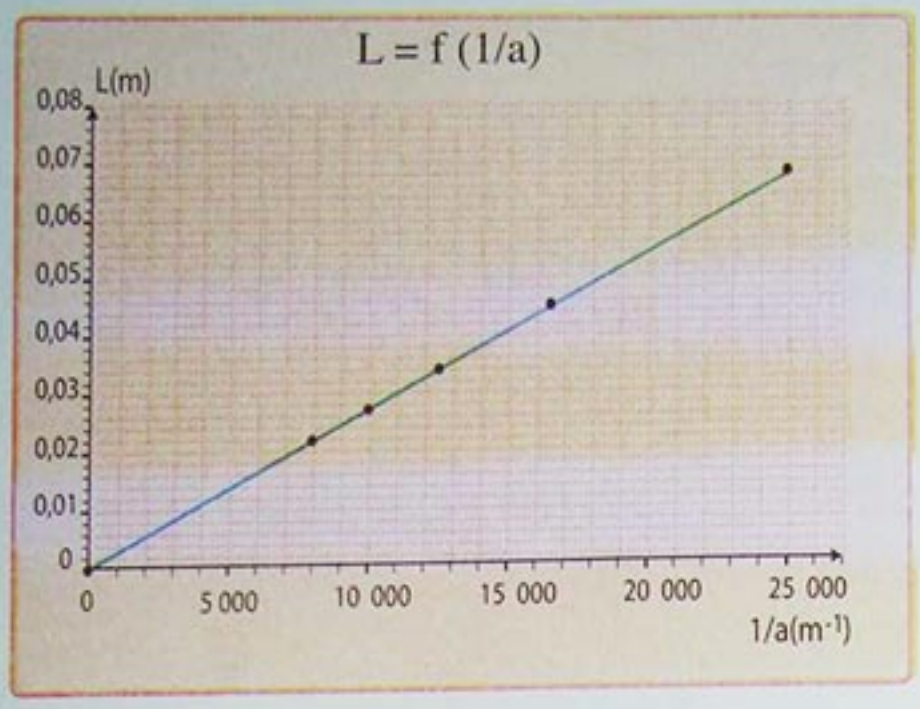
الشكل 2 مشهد علوي : الخيط عمودي على مستوى الرسم.



السؤال 6 ، شكل 3.



السؤالان 8 و 9 ، شكل 4 .



5. الفيزياء وآلة الكمان (الكمنجة)

(بكالوريا أمريكا الشمالية جوان 2005)

السؤالان 4 و 5 من التمرين مستقلان عن الأسئلة الأخرى.

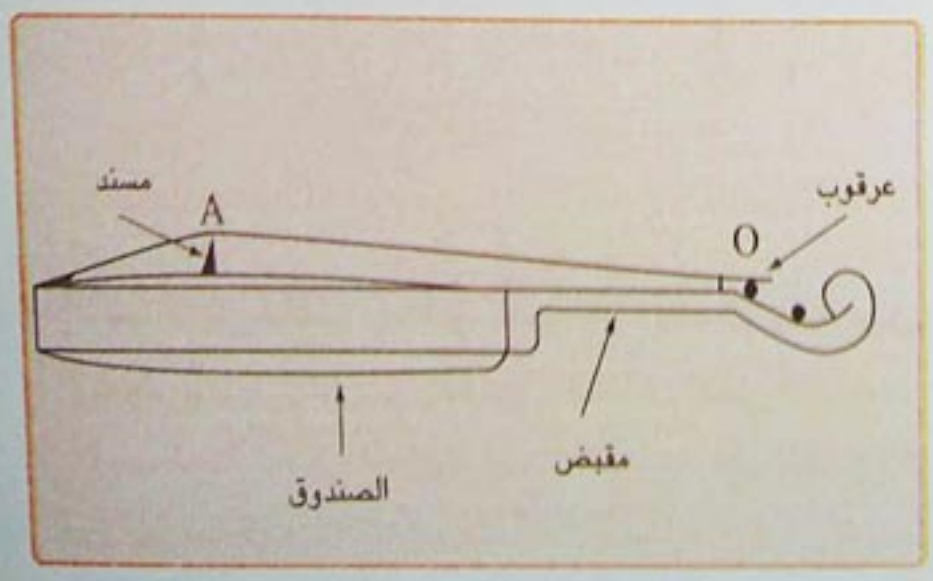
يجب أن يحرّر كل جواب بوضوح.

كل المعلومات الضرورية لحل التمرين معطاة فيه.

لا يتطلّب حل التمرين أيّ معرفة في الموسيقى.

بعد خروجه من الدرس، تلميذ في القسم النهائي، هاوٍ للكمان منذ سنوات تفحّص آلته ليفهم كيفية اشتغالها.

لآلة الكمان (الكمنجة) أربعة حبال نحكّها بقوس صغير.



elbassair.net

إنّ طبيعة و توتر الحبال هي بحيث عند اهتزازها على كامل طولها $AO = l = 55.0\ cm$ فإنّها تصدر نوتات (نبرات موسيقية) ذات الخصائص المدوّنة في الجدول التالي :

رقم الحبل	1	2	3	4
النوتة (النبرة الموسيقية)	sol_2	$ré_3$	la_3	mi_4
تواتر الصوت الأساسي (Hz)	$f_1 = 196$	$f_2 = 294$	$f_3 = 440$	f_4

المعطيات

تنتشر الموجة المتقدمة على طول حبل مشدود بين نقطتين ثابتتين (مقيدتين) بسرعة $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ حيث F توتر الحبل و μ كتلته الخطية.

يتميّز كل حبل من حبال آلة الكمان بتوتر وكتلة خطية ذاتية.

نعتبر أنّ كل رنّان (diapason) يصدر صوتا ذا تواتر فريد 440 Hz.

1. يجعل التلميذ حبلا مشدودا من حبال آلته يهتز بإثارته، فيشاهد مغزلا.

1.1. هل هذا يعود لوجود أمواج طولية أو أمواج عرضية ؟ برّر بتعريف العبارة المختارة.

2.1. بيّن انطلاقا من معلومات الدرس أنّ الطول ℓ للحبل المهتز يرتبط بطول الموجة λ عن طريق العلاقة $\ell = \frac{\lambda}{2}$.

3.1. تتحوّل اهتزازات الحبل إلى الصندوق الخشبي لآلة الكمان. ما هو دور هذا الصندوق؟

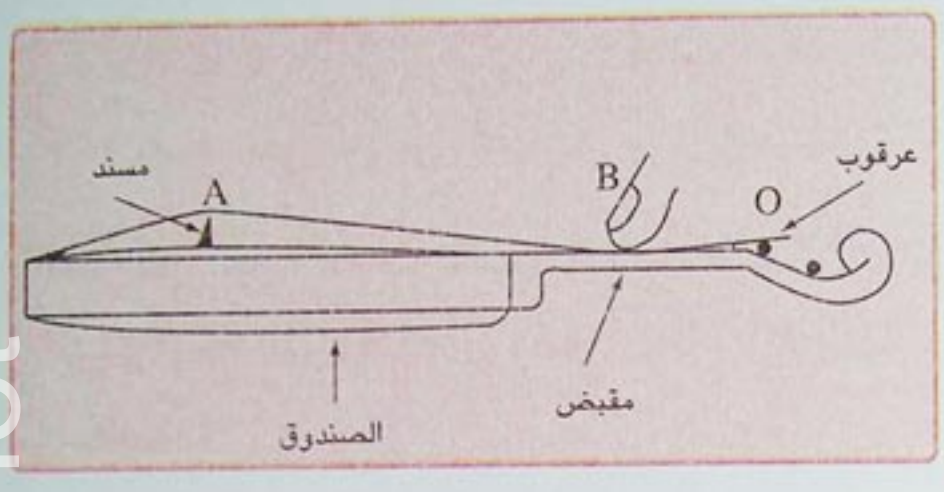
2. ينسق التلميذ آلته (كمنجة) فيضبط على الترتيب توتر كل حبل بحيث يصدر صوتا يناسب تواترا معطى في الجدول السابق.

من أجل ذلك يدير عرقوبا. يهتمّ أولا بالحبل (la_3) ويضبط ارتفاع الصوت باستعمال رنّان (diapason) 440 Hz.

الكتلة الخطية للحبل (la_3) هي $\mu = 0{,}95\ g.m^{-1}$.

أحسب توتر الحبل بعد هذه العملية.

3. لعزف النوتة (la_3) على الحبل ($ré_3$) يضغط التلميذ في النقطة B من هذا الأخير:

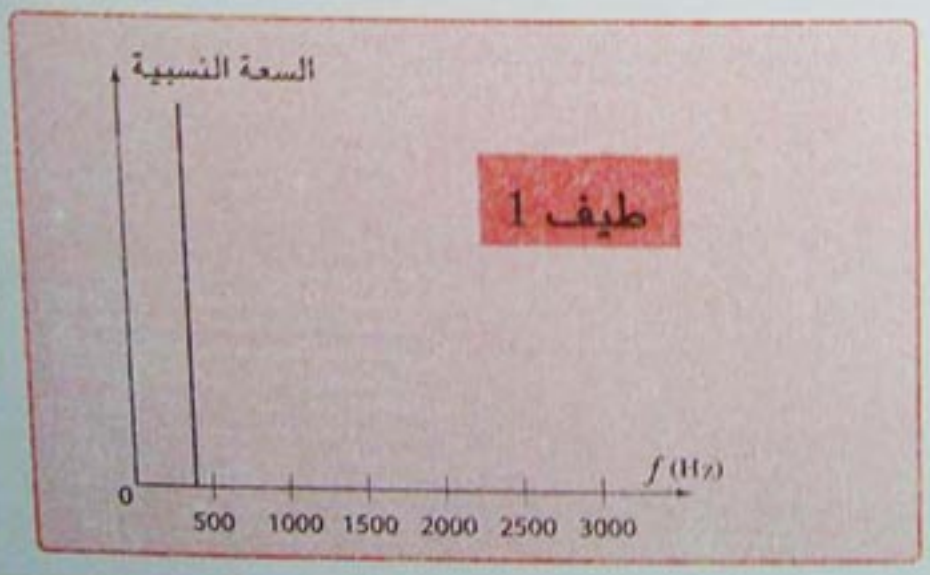


1.3. إذا اعتبرنا أنّ هذه العملية لا تغيّر توتر الحبل ($ré_3$)، ما هو المقدار الذي يغيّره عازف آلة الكمان؟

2.3. على أيّ بعد من العرقوب، يضغط التلميذ على الحبل ليصدر الصوت ذا التواتر الأساسي 440 Hz ؟

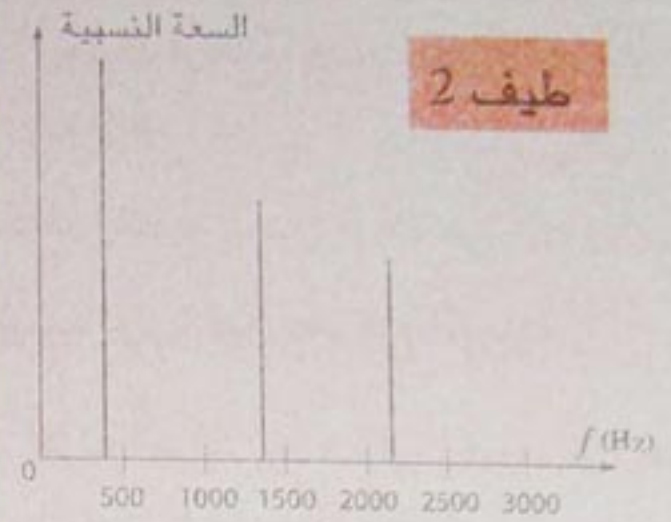
4. في القسم، الصوت الصادر عن الحبل (la_3) من جهة والصوت الصادر عن الرنّان (diapason) 440 Hz، يلتقطان بواسطة ميكروفون موصول بجهاز الحاسوب.

يسمح برنامج بإعداد طيف التواترات المنسوخة في مايلي :



elbassair.net

طيف 2



1.4. تعرّف على كل من الطيفين، مبررا إجابتك.

2.4. من أجل الطيف المنسوب لآلة الكمان، حيث التواترات بين 0 و 3 000 Hz، أوجد تواترات المتوافقات الناقصة ؟

3. بواسطة جهاز لقياس الصوت (sonomètre)، يقيس التلميذ مستوى للصوت قدره (70 dBA) عندما يعزف نوتة بحك القوس بعض الثواني. يعزف عازف آخر في نفس الوقت مع التلميذ نفس النوتة وبمستوى الصوت نفسه. نفرض أنّ جهاز قياس الصوت موضوع على نفس البعد من آلتي الكمان.

يعرّف مستوى الصوت بوحدة الديسيبال السمعي بالعلاقة: $L = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}$، حيث I شدّة الصوت و I_0 شدّة الصوت المرجعي (عتبة المسموعة) . نذكّر أنّ الشدّات الصوتية قابلة للجمع. ما هو مستوى الصوت الذي يشير إليه الجهاز عندما يعزف التلميذ والعازف معا ؟

6. التواترات الأساسية للحبال الأربعة لآلة الكمان ليست مختارة بالصدفة.

جد العلاقة الرياضية البسيطة بين قيم التواترات المعطاة في الجدول واستنتج قيمة التواتر f_1.

6. ارسال و استقبال موجة لاسلكية

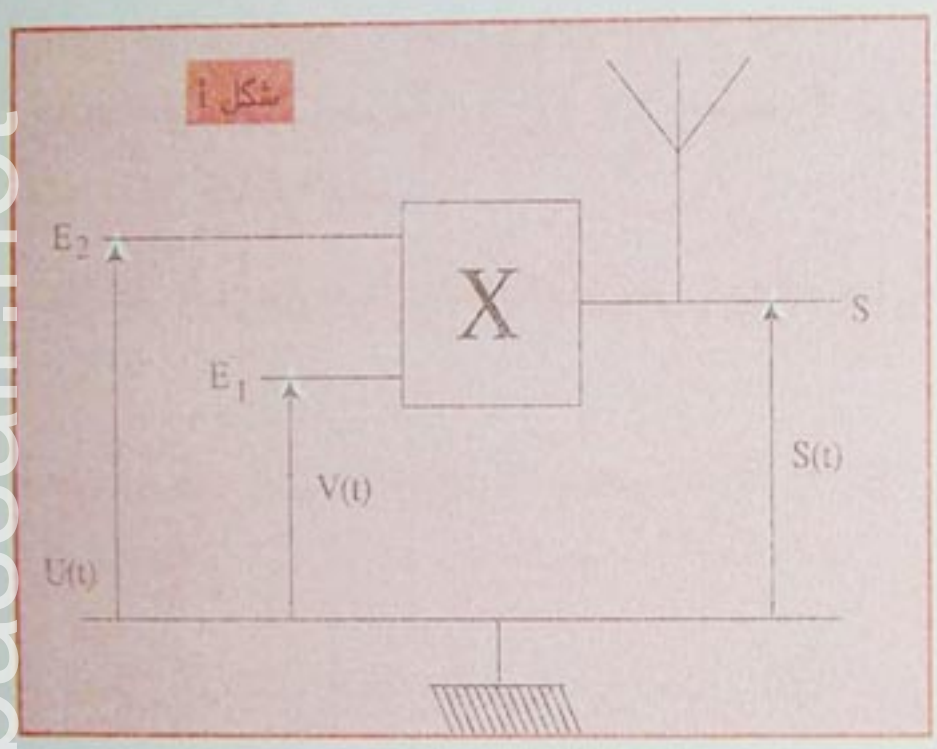
بكالوريا أمريكا الجنوبية نوفمبر 2005

خلال حصة للأعمال التطبيقية، أنجز التلاميذ تركيبا يسمح بارسال ثمّ استقبال اشارة لاسلكية.

1. ارسال الاشارة

تركيب تضمين السعة (modulation) المستعمل للارسال والمصمم بواسطة المضاعف (multiplieur) ممثل في الشكل 1 :

شكل 1

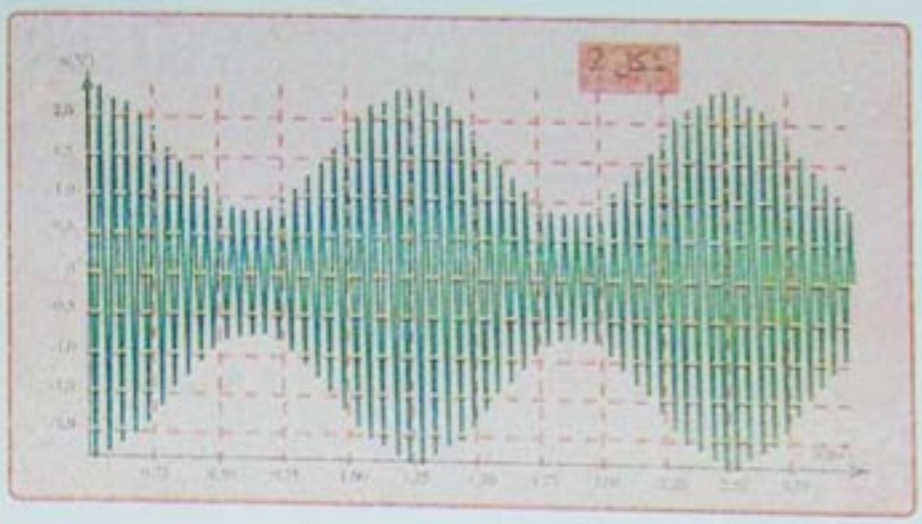


لتوليد الموجة الحاملة ذات التواتر F، نبعث إلى المدخل E_1 للمضاعف، التوتر $v(t) = V_m \cos(2\pi Ft)$.

الاشارة المعدة للنقل، ذات التواتر f والسعة U_m، هي $u_1(t) = U_m \cos(2\pi ft)$. نضيف لها توترا مستمرا U_0 يسمّى توتر التفاوت أو توتر (offset). نحصل إذًا على $u(t) = U_0 + U_m \cos(2\pi ft)$ الذي نبعثه إلى المدخل E_2.

بواسطة بطاقة مكتسبات للمعطيات، موصولة عند المخرج s للمضاعف، نشاهد على شاشة الحاسوب، المنحنى s(t) الممثل في الشكل 2 التالي.

elbassair.net



1.1.1. لماذا يجب إضافة توتر التفاوت للاشارة المعدة للنقل ؟

2.1.1. ما هو الشرط الذي يجب أن تحققه النسبة $m = \frac{U_m}{U_0}$ لتحقيق تضمين جيد (يسمّى m معامل التضمين) ؟

2.1. يعطى المضاعف عند المخرج توترا s(t) يتناسب مع جداء التوترين المطبقين عند المدخلين :

$$s(t) = k.u(t).v(t)$$

المعامل k ثابت لا يتعلّق إلا بالمضاعف.

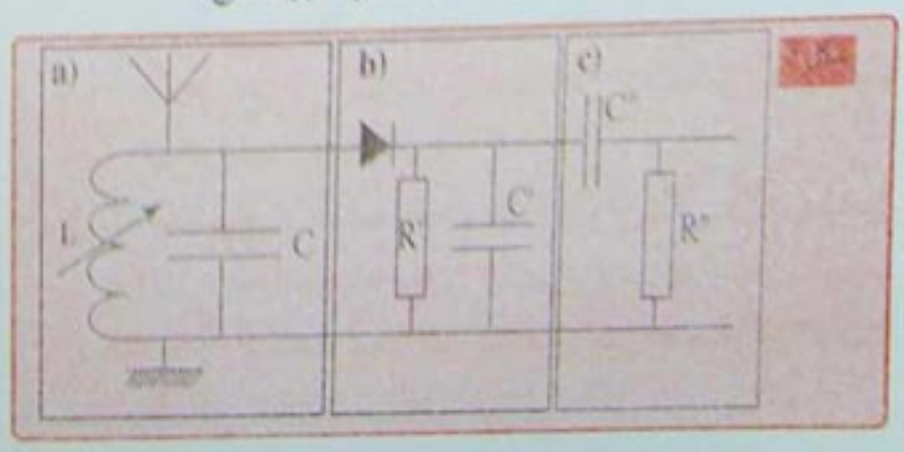
1.2.1. بيّن أنّ s(t) يمكن أن توضع على الشكل $s(t) = A[1 + m\cos(2\pi ft)]\cos(2\pi Ft)$ حيث A ثابت.

2.2.1. أعط عبارة A بدلالة k ، V_m و U_0 .

3.1. باستعمال منحنى الشكل 2، أوجد f و F . برّر الطريقة المستعملة.

2. استقبال الاشارة.

يتمّ استقبال الاشارة بواسطة التركيب الممثل في الشكل 3. يتكوّن هذا التركيب من عدد من الأجزاء (الوحدات) مرتبطة بعضها ببعض.



شكل 3

1.2. الجزء (الوحدة) الأول المرموز له بـ (a) في الشكل 3 يمثل دارة الضبط.

1.1.2. ما هو دوره ؟

2.1.2. كيف يتم التقاط محطة إذاعية (راديو) ؟

3.1.2. تحقّق أنّه من أجل L = 62 mH، الدارة مضبوطة مع المرسل المصمم في 1.

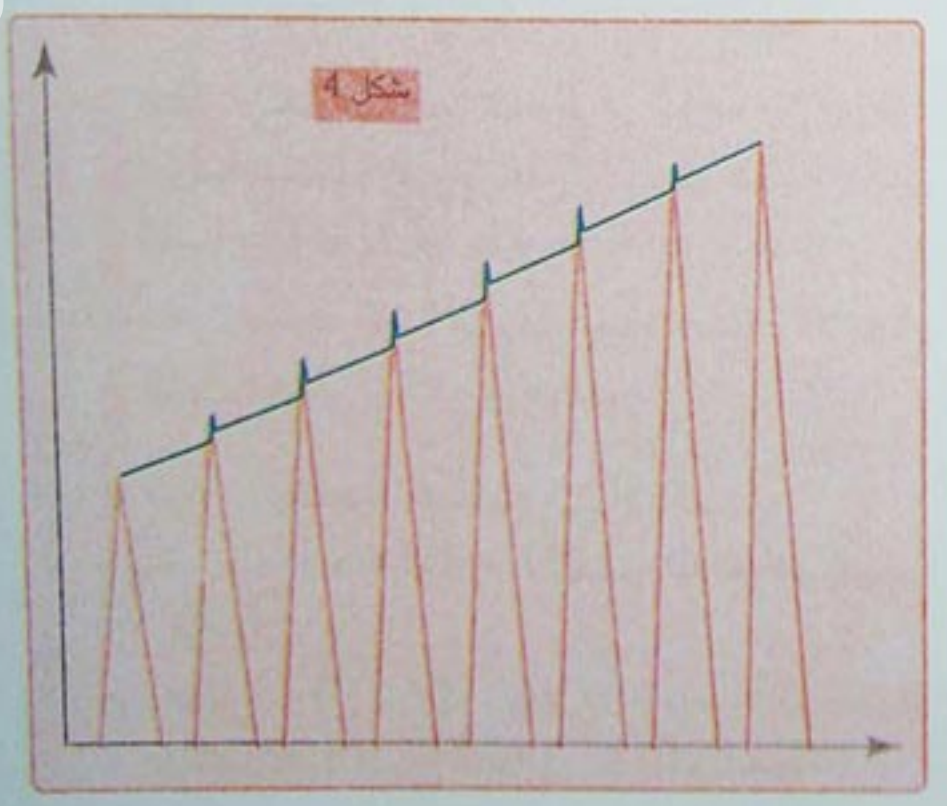
تعطى : C = 1.0 nF ، $\pi\sqrt{62} \approx 25$.

2.2. الجزء (الوحدة) الثاني المرموز له بـ (b) في الشكل 3 هو كاشف الذروة. يسمح بنزع تضمين الاشارة الملتقطة.

1.2.2. ماذا يعني تغيير الاشارة الملتقطة ؟

2.2.2. مثّل تلميذ في الشكل 4 بالخط الغليظ، الاشارة التي شاهدها على الشاشة عندما توصل بطاقة المكتسبات بمخرج كاشف الذروة. هل يبدو لك الشكل صحيحا ؟ برّر إجابتك.

3.2. ما هو دور (الوحدة) الجزء الثالث (c) ؟



elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

تصحيح فحص التقويم ذاتي

1. أ. صحيح
ب. خطأ
جـ. صحيح
د. خطأ

2. أ. خطأ
ب. صحيح
جـ. صحيح
د. خطأ

3. أ. صحيح
ب. صحيح
جـ. خطأ
د. صحيح

4. أ. صحيح : لأن : $n = \frac{c}{v} > 1 \Rightarrow v = \frac{c}{n} < 1$
ب. صحيح : $\lambda_{\text{حمراء}} > \lambda_{\text{زرقاء}}$.
جـ. خطأ : الزاوية θ تتناسب مع λ وعليه يكون $\lambda_{\text{حمراء}} > \lambda_{\text{زرقاء}}$ إذا $\theta_{\text{حمراء}} > \theta_{\text{زرقاء}}$.
د. صحيح : لا يتغير التواتر والدور لموجة ضوئية عندما تغيّر الموجة الوسط.

5. أ. صحيح : $f = \frac{c}{\lambda} = 4{,}57 \times 10^{14}\,\text{Hz}$
ب. خطأ : $n_{\text{fl int}} = \frac{c}{v_{\text{fl int}}} = 4{,}57 \times 10^{8}\,\text{ms}^{-1}$
جـ. خطأ : إنها أضعف، عندما تمرّ الموجة من وسط 1 قرينته ضعيفة إلى وسط 2 قرينته عالية يكون لدينا : $n_1 < n_2 \Rightarrow v_2 < v_1 \Rightarrow \lambda_2 < \lambda_1$
د. خطأ : يرتبط قرينة الوسط عموما بتواتر الاشعاع نقول عندئذ إن الوسط مبدّد.

6. أ. خطأ : الظاهرة المشاهدة هي الانكسار.
ب. صحيح : $\lambda = 633\,\text{nm}$ الضوء المنتج هو الضوء الأحمر.
جـ. خطأ : $d = \frac{2\lambda D}{a}$ ، a و D تتزايد. دون معرفة نسب تزايد هذين المقدارين لا يمكن معرفة طريقة تغيّر d.
د. $d = \frac{2\lambda D}{a} \Rightarrow a = 0{,}127\,\text{mm}$.

7. أ. خطأ : $f_0 = f_s \frac{v}{v + v_s}$ ومنها $f_0 < f_s$.
ب. خطأ : $f_0 = f_s \frac{v + v_0}{v + v_s}$ لا نستنتج شيئا.
جـ. خطأ : $f_0 = f_s \frac{v - v_0}{v - v_s}$ لا نستنتج شيئا.
د. صحيح : $f_0 = f_s \frac{v + v_0}{v - v_s}$ ومنها $f_0 > f_s$.

8. أ. صحيح : $L = 10 \log \frac{2I}{I_0} = 10\left[\log\left(\frac{I}{I_0}\right) + \log 2\right]$
$= 10 \log \frac{I}{I_0} + 10 \times 0{,}3 = 10 \ln \frac{I}{I_0} + 3\,\text{dB}$
ب. صحيح : $120 = 10 \log \frac{W}{W_0} \Rightarrow \log \frac{W}{W_0} = 12$
نجد إذا $W_0 = 10^{-12}$ و $\frac{W}{W_0} = 10^{12}$
$W = W_0 \times 10^{-12} = 10^{-12} \times 10^{12} = 1\,\text{W/m}^2$
جـ. خطأ : تحس الأذن بطرق مختلفة الأصوات وفق التواترات والشدّات الصّوتية للأصوات.
د. خطأ: عندما تتضاعف المسافة لنقطة بالنسبة للمنبع، تُقسم الاستطاعة على أربعة.
ينتشر الصوت حسب سطوح أمواج كروية مساحتها $4\pi r^2$.

9. أ. صحيح : سعة الموجة المضمّنة تكون متغيّرة وترتبط بالاشارة المراد ارسالها.
ب. خطأ : يجب أن يكون تواتر الموجة الحاملة أكبر بكثير من ذلك للصوت المراد ارساله.
جـ. خطأ : يسمح الهوائي من ارسال واستقبال الأمواج الهرتزية.
د. صحيح: نسبة التضمين m هو النسبة بين السعة الأعظية للاشارة وسعة الموجة الحاملة. إنه مستقل عن التواترات و يجب أن يكون أقلّ من واحد.

10. أ. صحيح : الدّارة الممرّرة للمجال LC على التفرع تنتقي مجال تواترات محطة الراديو.
ب. صحيح : الموجة المضمّنة تتشكل من عدة تواترات. f_p ، $f_p - f_s$ ، $f_p + f_s$
جـ. صحيح : نستعمل دارة RC على التسلسل التي لا تسمح سوى للتواترات العالية بالمرور.
د. خطأ : كاشف الغلاف يتكوّن من صمام (diode) وثنائي القطب RC.

elbassair.net
موقع عيون البصائر التعليمي

تصحيح بعض التمارين

تمرين 5 : **1.** $\Delta t = t_{air} - t_{eau}$ ؛ **2.** $d = v_{air} t_{air}$ ، $d = v_{eau} t_{eau}$
3. $\Delta t = t_{air} - t_{eau}$ ؛ **4.** $v_{eau} = 1\,746$ m/s.

تمرين 6 : **1.** $x = \frac{1}{2}$ ، $y = -\frac{1}{2}$ ؛
2. $v = 39{,}6$ m/s ، $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{8}$.

تمرين 7 : **1.** نابض (أمواج s) ؛ حبل (أمواج p).
2. تصل الموجة p الأولى إلى مركز الزلزال. تكون الحركة عمودية على السطح. **3.** عندما تصل الموجة s تصبح الحركة مماسية. **4.** فارق Δt هو : $\Delta t = 15{,}4$ s.

5. عندما يتم حساب x_1، x_2 و x_3 نرسم ثلاث دوائر تتقاطع في نقطة هي مركز الزلزال.

تمرين 13 : **1.** $f = 100$ Hz ؛
2. أ. $\lambda = \frac{v}{f}$ ؛ ب. $\mu = \frac{m}{\ell}$ ؛ $\lambda = \frac{1}{f}\cdot\sqrt{\frac{F\ell}{m}}$
جـ. λ(m) ؛ F(N) ؛ m(kg) ؛ ℓ(m) ؛ f(Hz).
3. $\lambda = 1{,}5 \times 10^{-1}$ m.

تمرين 14 : **1.** نحصل على مستقيم، نأخذ نقطتين A و B فنحصل $v = 0{,}245$ m.s^{-1}.
2. $\lambda = 2{,}9 \times 10^{-2}$ m **3.** ؛ $f = \frac{v}{\lambda} = 8{,}4$ Hz.
4. ترتبط سرعة انتشار الأمواج على سطح الماء بالتواتر (تبدد).

تمرين 15 : **1.** تكون الأمواج المستقبلة من طرف الميكروفون وتلك الصادرة عن المكبر في تواقت.
2. أ. تأخر بـ $\frac{T}{4}$ أو تقدم بـ $\frac{3T}{4}$ ؛
ب. الموجة المستقبلة في تأخر بـ $\frac{T}{4}$ ؛ **3.** أ. $\lambda = 17$ cm ؛
جـ. قيم 5 أطوال موجة. جـ. $f = \frac{v}{\lambda} = 2{,}0 \times 10^3$ Hz.

تمرين 16 : **1.** أ. موجة عرضية ذات بعدين ؛ ب. تتواجد النقاط في أعلى سطح الماء ؛ جـ. $\lambda = 2{,}05$ cm ؛
د. $v = \frac{\lambda}{T} = 2{,}05$ cms^{-1} ؛ هـ. $\Delta t = 14{,}6$ s ؛

تمرين 25 : **1.** $i_{2B} = 23{,}8°$ و $i_{2R} = 25{,}2°$
2. $\hat{B} = 90° - i_2$ ؛ $\hat{C} = 90° - i'$ ؛
$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180° \Rightarrow \hat{A} = i_2 + i'_1$
3. $i'_{1B} = 36{,}2°$ و $i'_{1R} = 34{,}8°$
4. $n_{prisme} \sin i_1 = n_{air} \sin i_2$
5. $i'_{2B} = 69{,}9°$ و $i'_{2R} = 59{,}6°$
6. تكون زوايا الانكسار مختلفة.

تمرين 26 : **1.** أ. يجب أن يكون مقاس الشق في حدود λ.
ب. يمكن حذف (2) ، (5) و (3).
2. $d = \frac{k\lambda D}{a}$ يمكن $y \sim \frac{1}{a}$.
3. أ. إنه من الملائم رسم d = f(D) ؛ ب. إنه مستقيم يمر بالمبدأ ؛ جـ. P هي ثابت، $p = 12{,}5 \times 10^{-3}$ ؛
د. $k = 2$ ؛ **4.** $a = 0{,}1$ mm.
و. يتضاعف طول الموجة وتبقى سرعة الانتشار على حالها.

تمرين 27 : **1.** $n = \frac{c}{v}$ ؛ **2.** أ. تزداد n عندما تصغر λ.
ب. $n = A + \frac{b}{\lambda^2}$ ؛ $n = 1{,}321 + \frac{1{,}5 \times 10^{-15}}{\lambda^2}$ ؛
جـ. $n = 1{,}325$ ؛ **3.** أ. يتكون الضوء الأبيض من عدد لا متناه من الاشعاعات المحصورة بين 400 mm و 800 mm.
ب. $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ ؛ $r = i_1$
جـ. $\sin i = n \sin r$ ؛ $\sin i' = n.\sin r'''$ ؛ د. $r_1 = r_2$ ؛
هـ. $r = r_1$ و $r'' = r'''$ ؛ و. $r = 35{,}3°$ ؛ $r' = 35{,}3°$ ؛
ز. $D = 318{,}8°$ ؛ $i' = i = 50°$ ؛ $r'' = 35{,}3°$
حـ. $r = 35{,}2°$ و $D = 319{,}2°$ ، تنحرف الاشعاعات التي لها أطوال موجات قصيرة أكثر من الاشعاعات التي لها أطوال موجات كبيرة.

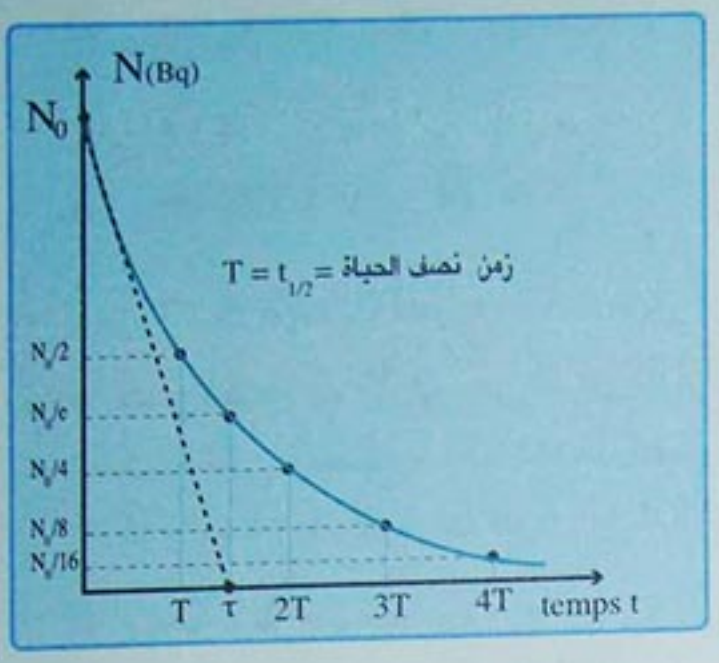
تمرين 33 : **1.** 71,6 Hz ؛ **2.** 310 Hz ؛
3. $v_s = 35{,}0$ m/s ؛ $v_0 = 26{,}0$ m/s.

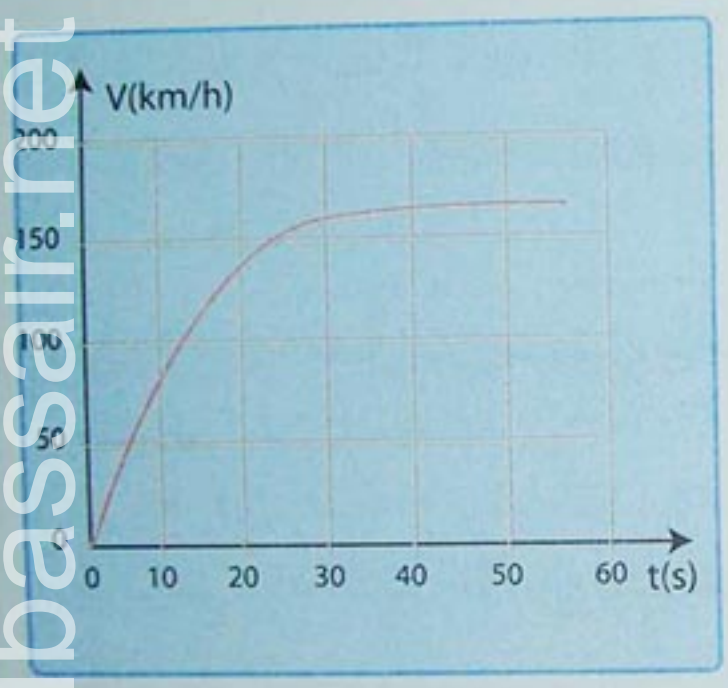
تمرين 34 : **1.** 12,4 m ؛ **2.** 55,43 kHz($v = 340$ m.s^{-1}) ؛

تمرين 35 : **1.** تتناقص السعة عندما تبتعد الموجة عن المنبع ؛ **2.** $f = 2 \times 10^{-2}$ Hz ؛ **3.** أ. $\lambda = 5{,}0$ m ؛
$v = 1{,}0 \times 10^3$ m.s^{-1} ؛ ب. الاشارتين في تعاكس في الطور. B موجودة بعد A وعليه تكون سعتها أضعف من تلك التي في A.

تمرين 46 : **1.** أ. تنتقي الدارة LC شريطا مركزه f_0 التي تمثل تواتر الموجة الحاملة المضمنة؛ ب. $L = 2{,}1$ mH ؛
2. أ. الشدة u_{EM} توافق مخطط C؛ ب. نعاين في u_{GM} المخطط A ؛ جـ. نعاين في u_{HM} المخطط B.
د. $0{,}625$ nF $< C_1 <$ 10 nf إذا $C_1 = 2{,}2$ nf.

elbassair.net







- نميز التطور الزمني لتحول كيميائي كميا بسرعة التفاعل $v = \frac{dx}{dt}$ حيث x تقدم التفاعل.

- يتناقص عدد الأنوية لعينة مشعة بطريقة أسية حسب العلاقة :

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

حيث N_0 هو عدد الأنوية في اللحظة صفر.

- خلال شحن أو تفريغ مكثفة، يتطور التوتر الكهربائي بين طرفيها زمنيا بشكل أسي حيث ثابت الزمن τ معطى بالعلاقة :

$$\tau = RC$$

- يتطور التوتر بين طرفي وشيعة بشكل أسي حيث ثابت الزمن τ معطى بالعلاقة :

$$\tau = \frac{L}{R}$$

- لا يمكن دراسة تطور حركة جملة مادية دون تحديد معلم للزمن يختار فيه مبدأ للأزمنة. يسمح هذا المعلم بمتابعة التطور الزمني لشعاع السرعة $\vec{v}_G = \frac{d\vec{OM}}{dt}$ والتطور الزمني لشعاع التسارع $\vec{a}_G = \frac{d\vec{v}_G}{dt}$.

- نميز التطور الزمني للاهتزازات الميكانيكية والتطور الزمني للهتزازات الكهربائية بالدور الذاتي T_0 أو شبه الدور T.

- تنتشر الأمواج في وسط معين بسرعة ثابتة .

- للأمواج المتقدمة الدورية دور زمني T يرتبط بطول الموجة وفق العلاقة :

$$\lambda = v\,T$$

elbassair.net

الوحدة 9

تطبيقات التطورات الزمنية

توظفون في هذه الوحدة

- التطورات الزمنية في الفيزياء ؛
  - قياس مدة زمنية باستخدام التناقص الإشعاعي والظواهر الدورية ؛
  - قياس مدة زمنية باستخدام الظواهر الكهربائية ؛
  - قياس مدة زمنية لتحديد المسافة، السرعة، التسارع الجاذبية وكتلة الأجرام.
- التطورات الزمنية في الكيمياء ؛
  - قياس مدة زمنية لتحول كيميائي ؛
  - قياس مدة زمنية لتحديد سرعة تفاعل كيميائي.

اهتم الانسان منذ القدم بتحديد مفهوم للزمن، فقام بتطوير طريقة قياساته للزمن، ابتداءا من الساعة الرملية إلى الميقاتية الميكانيكية، وصولا إلى الساعة الذرية الحالية.

كيف نقيس الزمن ؟

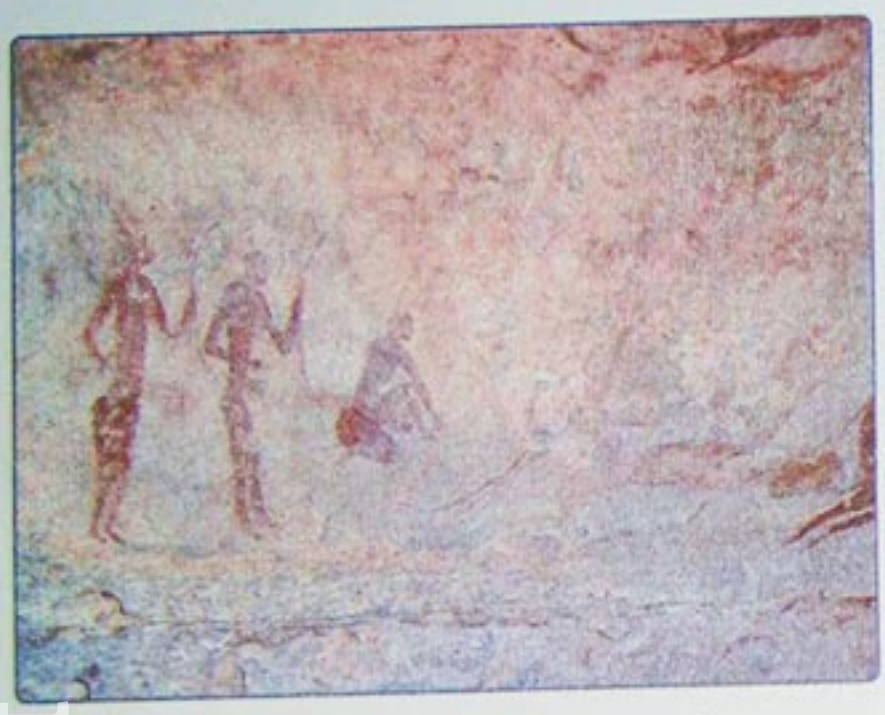


elbassair.net

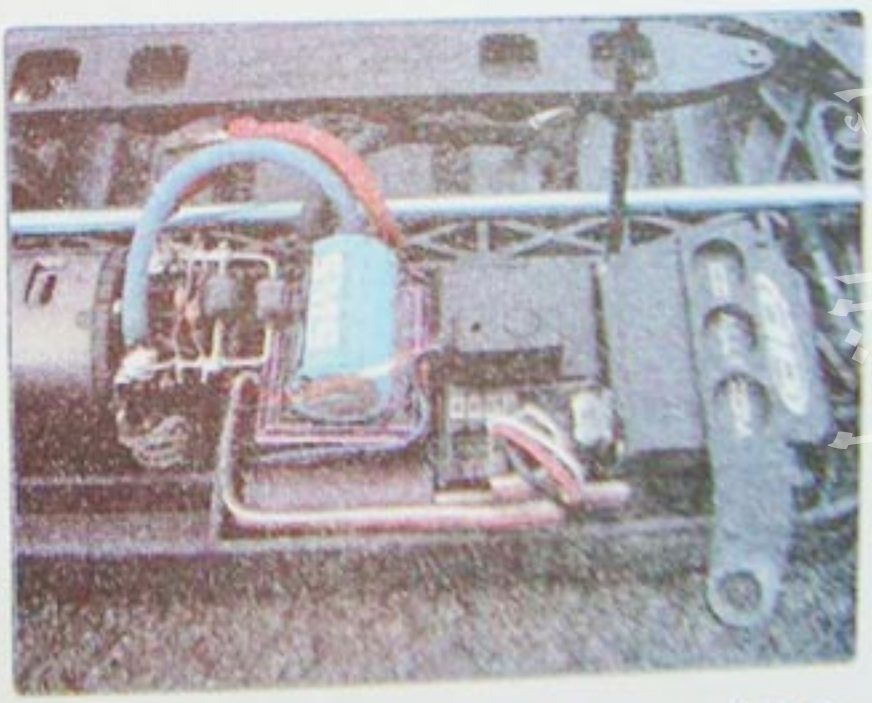
نشاط 1 : الزمن وتطبيقاته 1



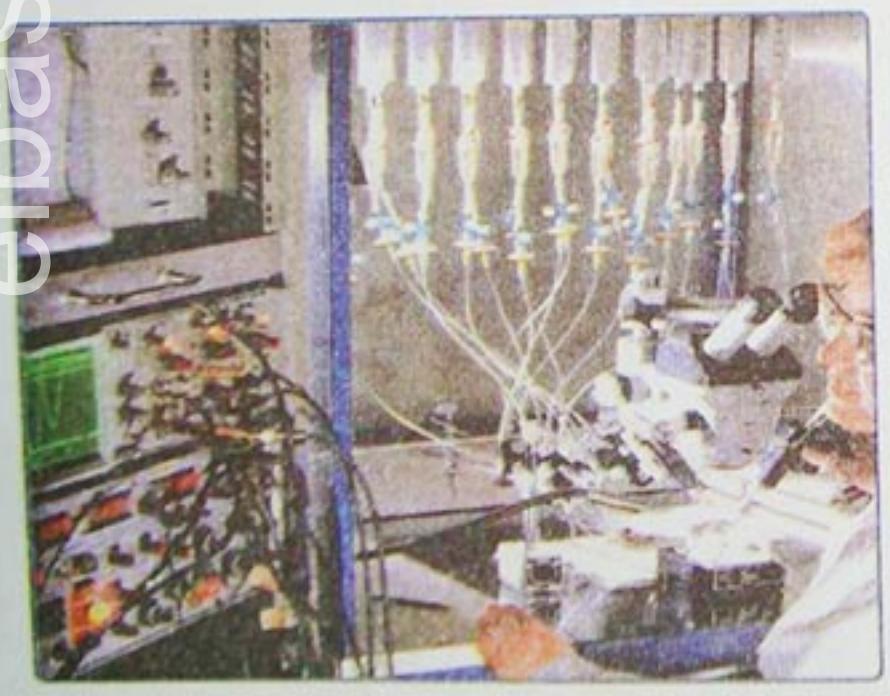
وثيقة 1 : تحول لون الورق من الأخضر في الربيع إلى الأصفر في الخريف. لقد حدثت للأوراق تحولات كيميائية بطيئة.



وثيقة 2 : قُدّر عمر الرسومات والنقش على الحجر الكائنة بواد جرات (جنوب ولاية إليزي) بأكثر من 8000 سنة، وذلك باستعمال التأريخ بالإشعاع.



وثيقة 3 : يسمح تحديد ثابت الزمن τ خلال شحن أو تفريغ مكثفة باستنتاج معلومات عن كيفية اشتغال الدارة الكهربائية.



وثيقة 4 : يراقب الكيميائي في كل لحظة تطور الجمل الكيميائية قصد تحسين مردود التحول الكيميائي.

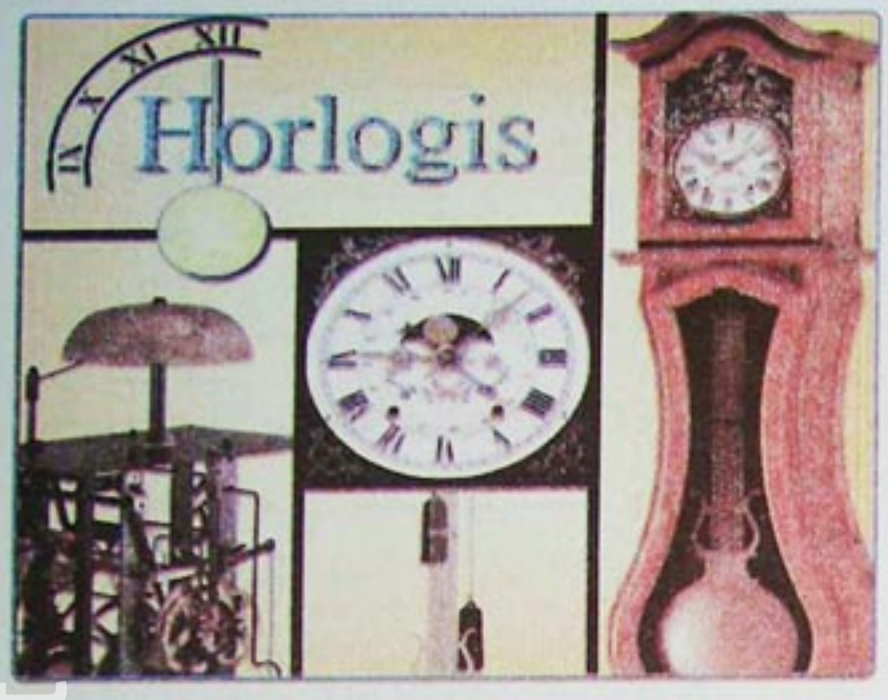
• كيف نقيس الزمن ؟

elbassair.net
elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

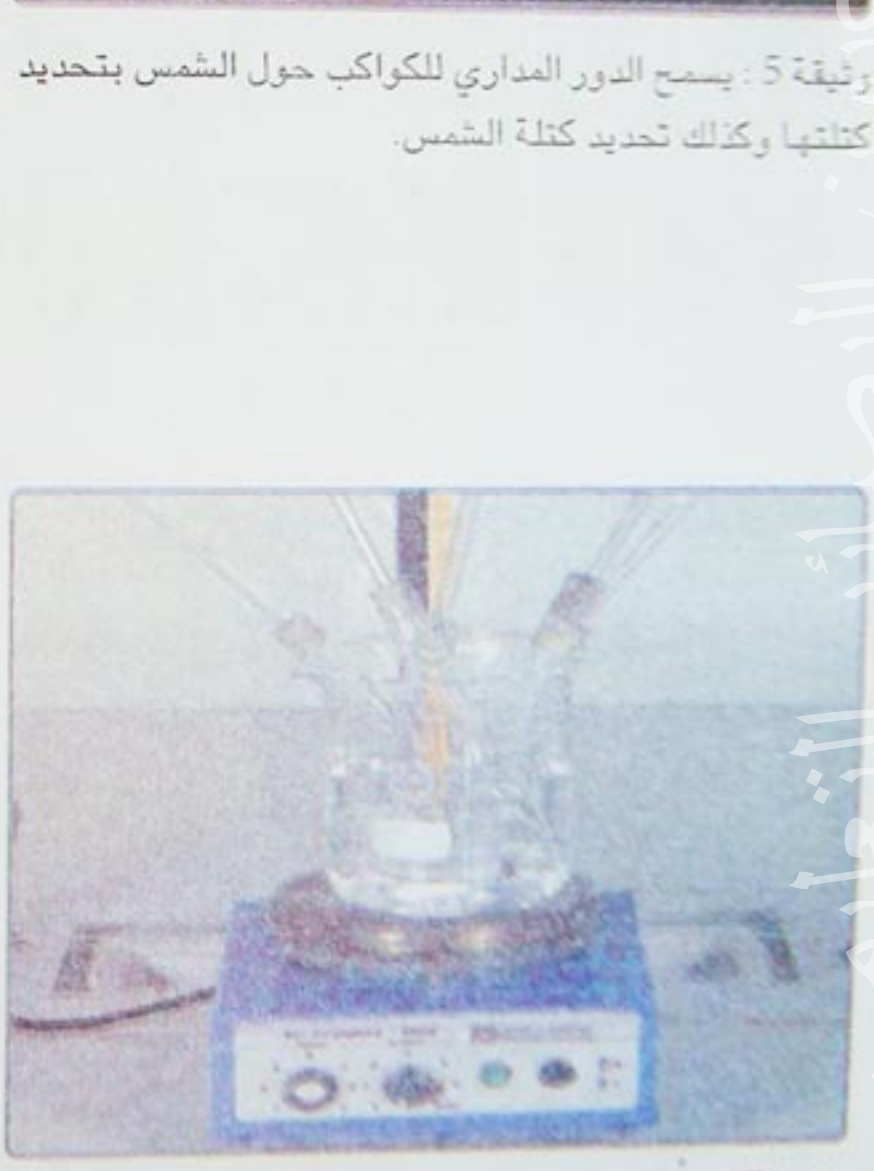
نشاط 2 : الزمن وتطبيقاته 2



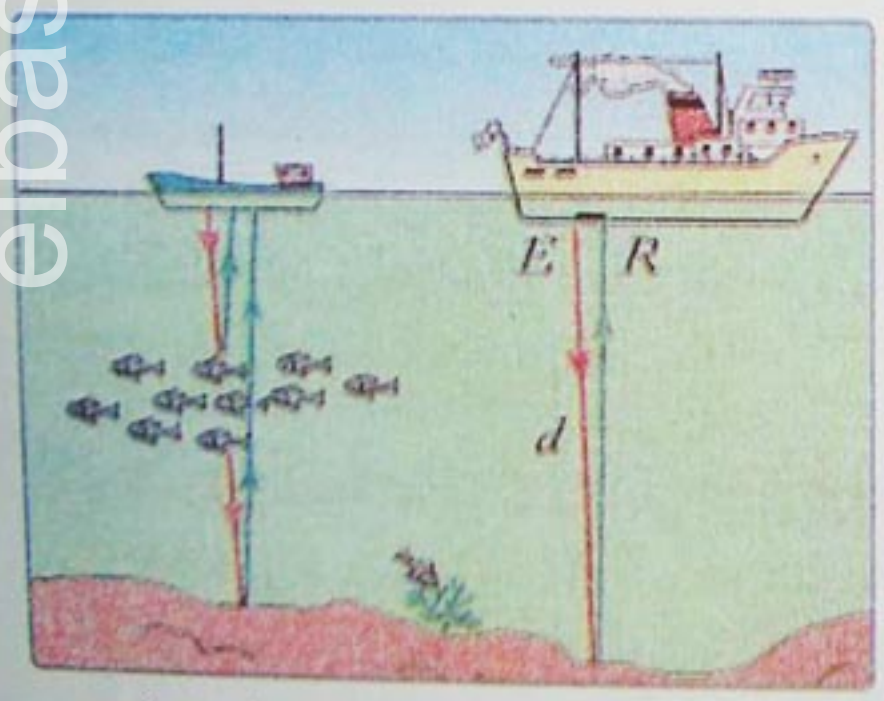
وثيقة 5 : يسمح الدور المداري للكواكب حول الشمس بتحديد كتلتها وكذلك تحديد كتلة الشمس.



وثيقة 6 : تدق الساعة الميكانيكية الثانية بفضل تغذية اهتزازات رقاصها.



وثيقة 7 : من أجل المتابعة الزمنية لكمية الإستر المتشكل، تستعمل عدة أنابيب اختبار تحتوي بداية على نفس الجملة الكيميائية.



وثيقة 8 : عند استعمال السبر بالصوت (sonar)، يسمح تعيين الزمن وسرعة انتشار الأمواج بتحديد المسافات.

• ما هي مختلف التطبيقات التي يوظف فيها الانسان قياس الزمن ؟

elbassair.net

اصطناع النشادر

• يلعب غاز النشادر في الصناعة دورا مهما :

- يدخل في صناعة حمض الأزوت HNO_3 والذي يؤدي إلى صناعة المركبات الآزوتية النتراتية (الأسمدة والمتفجرات) وبعض العطور.

- يستعمل كمادة أساسية في صناعة النيلون(nylon).

- يدخل في صناعة البولة $NH_2\text{-}CO\text{-}NH_2$ التي تسمح بدورها بإنتاج بعض الأسمدة وكذلك بعض المواد البلاستيكية.

• يمكن اصطناع غاز النشادر من غاز النيتروجين وغاز الهيدروجين وذلك وفق التفاعل ذي المعادلة :

$$N_2(g) + 3H_2(g) = 2NH_3(g)$$

من أجل تحسين مردود اصطناعه في مدة زمنية قصيرة، يجب التحكم في سرعة التفاعل وجعل التحول شبه تام.

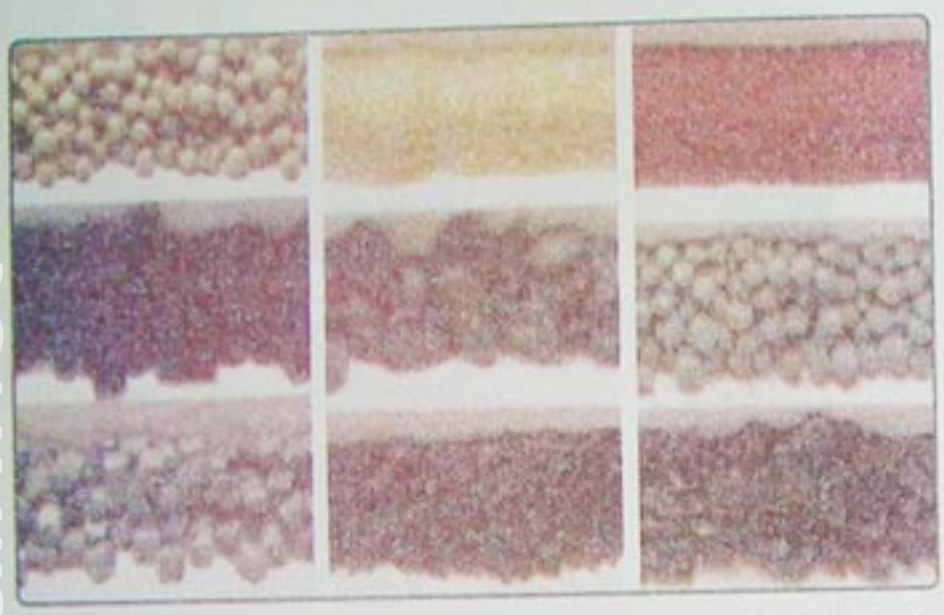
تبين التجربة أن التحول غير تام ويؤدي إلى توازن كيميائي بحيث تتواجد الغازات الثلاثة H_2، N_2 و NH_3 في الحالة النهائية، من جهة أخرى بينت دراسة التحول أن النقصان في درجة الحرارة يحسن من المردود كما يؤدي ارتفاع الضغط أيضا إلى تحسينه.

• إن انخفاض درجة الحرارة الذي يؤدي إلى مردود كبير من NH_3 يقلل من سرعة التفاعل التي تنخفض بشكل معتبرفي نفس الزمن.

في هذا التفاعل العامل «درجة الحرارة» غير كاف لوحده أن يغير تركيبة المزيج في الحالة النهائية وللحصول على مردود كبير.

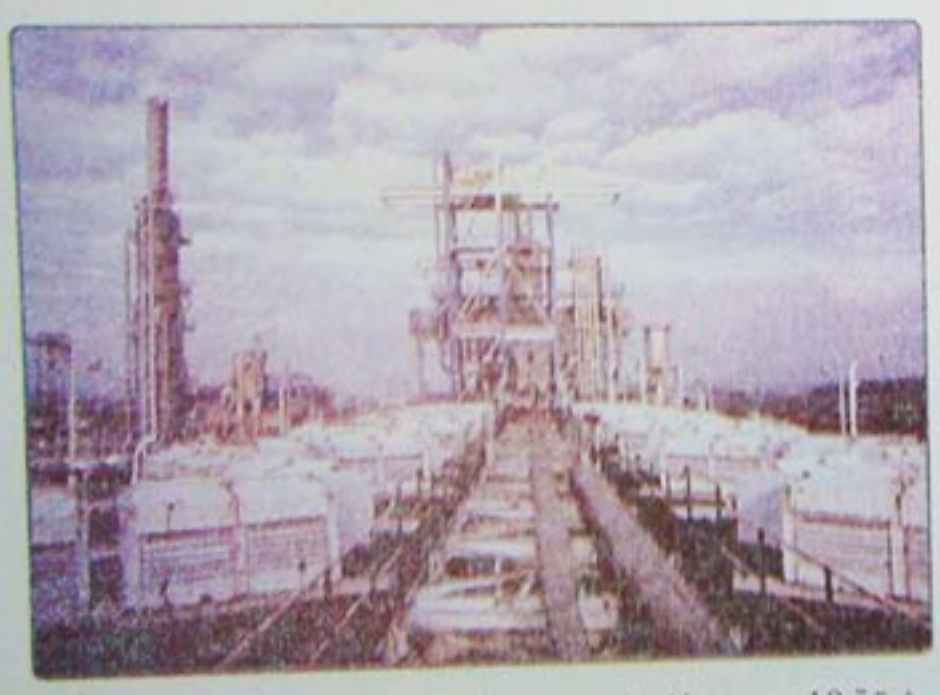
• يلجأ الكيميائي إلى عامل آخر يؤثر عل سرعة التفاعل وهو «الوسيط». هذا الأخير لا يغير تركيبة المزيج في الحالة النهائية (درجة الحرارة ثابتة).

يستعمل الكيميائي من أجل التحكم في سرعة التحول الكيميائي وسيطا يتكون من مشتق حديدي على شكل مسحوق بحيث يكون سطح التلامس مع الغازات كبيرا، ويسمى هذا النوع من الوساطة : الوساطة غير المتجانسة، وفي نفس الوقت يسمح انخفاض درجة الحرارة برفع مردود إنتاج غاز النشادر NH_3 .



وثيقة 9 : الوسائط المستغلة في المصانع توجد على شكل مسحوق، كريات وحبيبات.

• في الصناعة، يصل حاليا إنتاج غاز النشادر (NH_3) في وحدة عصرية إلى 1 000 t يوميًا خلال مدة متوسطة تتراوح بين 3 min إلى 5 min حيث أن حجم الوسيط يصل إلى $150\ m^3$.



وثيقة 10 : وحدة لانتاج النشادر

elbassair.net

تمرين :

تحصل على غاز النشادر NH_3 من تحول كيميائي يحدث بين غاز ثنائي النيتروجين N_2 وغاز ثنائي الهيدروجين H_2 ينمذج هذا التحول بالتفاعل ذي المعادلة :

$$N_2(g) + 3\,H_2(g) = 2\,NH_3(g)$$

عند 400 °C نمزج تحت ضغط قدره 100 bar ، 8,4 mol من غاز N_2 مع 21 mol من غاز H_2 . يمكن اعتبار الغازين مثاليين وأن درجة الحرارة والضغط ثابتان خلال التجربة.

1. ماهو الحجم الإبتدائي للجملة الكيميائية ؟

2. عين التركيب المولي للمزيج في حالة ما خلال التفاعل، بدلالة التقدم x للتفاعل.

3. عند التوازن يختفي ربع كمية المادة الابتدائية للنيتروجين. عين التركيب المولي للجملة، التقدم والحجم المتحصل عليه في نهاية التفاعل .

4. ارسم كيفيا مخطط : $n(NH_3) = f(t)$ و $n(H_2) = g(t)$.
هل يمكن التأكد بيانيا من أن التفاعل غير تام ؟

5. عين مردود العملية حيث مردود لناتج عن التفاعل، (هنا النشادر)هو النسبة بين كمية المادة المتحصل عليها وكمية المادة التي يمكن أن نتحصل عليها إذا كان التفاعل تاما).

المعطيات : $R = 8,31\ J.mol^{-1}.K^{-1}$; $1\ bar = 10^5\ pa$

الحل :

1. الحجم الابتدائي للجملة الكيميائية :
حسب قانون الغاز المثالي :

$$PV = n\,RT \quad \text{ومنه} \quad V = n_{tot}\frac{RT}{P}$$

$$n_{tot} = 8,4 + 21 = 29,4\ mol$$

$$V = 16,5\ L$$

2. جدول التقدم

	$N_2(g)$	$+\ 3\,H_2(g)$	$= 2\,NH_3(g)$
الحالة الابتدائية	8,4 mol	21 mol	0 mol
الحالة الانتقالية	8,4 – x	21 – 3x	2x

3. $n(N_2) = \frac{1}{4}8,4 = 2,1\ mol$ المختفي و $n(N_2) = 6,3\ mol$ المتبقى وعند التوازن :

	$N_2(g)$	$+\ 3\,H_2(g)$	$= 2\,NH_3(g)$
الحالة الابتدائية	8,4 mol	21 mol	0 mol
الحالة النهائية	$8,4 - x_{éq}$	$21 - 3\,x_{éq}$	$2\,x_{éq}$
التركيب المولي	6,3 mol	14,7 mol	4,2 mol

$8,4 - x_{éq} = 6,3$ أي $x_{éq} = 2,1\ mol$

الحجم في نهاية التفاعل :

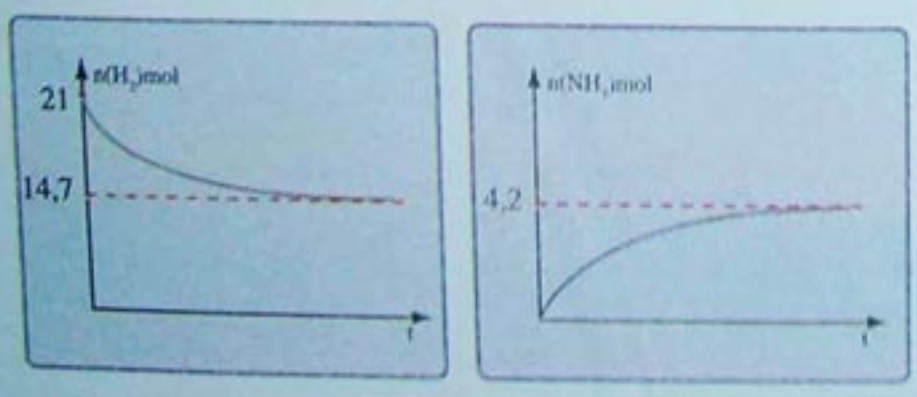
نحسب حجم النشادر المتشكل : $V = n_{NH3}\frac{RT}{P}$
منه $V = 2,35\ L$

والحجم المتحصل عليه في نهاية التفاعل هو :

$$V = 16,5 - 2,35 = 14,15\ L$$

4. المخطاطات : المتفاعل المحِد هو H_2 وبالتالي :

$$x_{max} = 7\ mol$$



5. المتفاعل المحدُّ هو H_2 وبالتالي : $x_{max} = 7\ mol$
المردود : $r = x_{éq} / x_{max}$ ، $r = 0,3 = 30\ \%$

elbassair.net

تأريخ الآثار

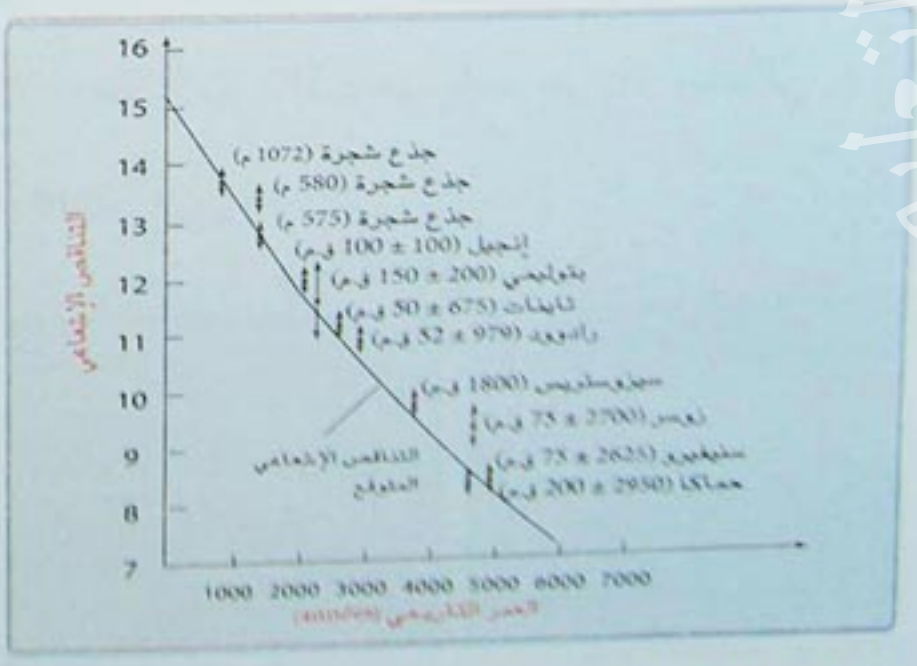
1. التأريخ بالكربون 14

إن الكربون 14 الذي نصف عمره هو 5 730 سنة ينتج باستمرار في الكون تحت تأثير جسيمات كونية آتية من الفضاء.

يمتزج الكربون المشع بصفة كلية مع الكربون العادي المتواجد في الكون. وعليه فإنه يندمج في جميع الأعضاء الحية. يتوقف امتصاص الكربون عند ممات العضو، وتتناقص النسبة بين الكربون المشع والكربون العادي بصفة تدريجية نظرًا لتفكك الكربون 14. لهذا تكون الكمية المتبقية من ^{14}C تشكل مقياسًا لتاريخ الوفاة. على الرغم من بساطة المفهوم إلاّ أن التطبيق الحقيقي للتأريخ بالكربون المشع جدّ معقدا، ومن جملة الأسباب هو أن ^{14}C لا يمثل إلاّ كسرًا صغيرًا جدًا من رتبة 10^{-12} من مجموع الكربون الحاضر.

2. الكشف المباشر بواسطة المسرّعات

تسمح التقنية التي تستعمل المسرّعات من الكشف المباشر على النظائر المشعّة.



وثيقة 11 : النشاطات الإشعاعية المتوقعة والمشاهدة لعيّنات ذات أعمار معروفة، «الإنجيل» يعتبر كمرجع لاجتياز البحر الميت. «تاينات» كمرجع لخشب ارضي لقصر سوري. الاسماء الاخرى تتعلق بأشياء خشبية لأضرحة مصرية.

إن العيّنة التي تحتوي على ^{14}C يوجد بها 4×10^9 ذرة حاضرة من ^{14}C، يحدث بها تفكك في كل دقيقة. إذا كان ممكنا اكتشاف هذه الذرات مباشرة دون انتظار تفكّكها، تكون الحساسيّة بديهيًا أكبر بكثير. نستخدم مسرّعات فان دوكراف بالتضاعف لتحقيق غالبية التجارب الحالية.

3. التوقيت الجيولوجي

ترتبط التقنيات المستخدمة في التوقيت الجيولوجي بنوعية الصخور أو المعادن المطلوب دراستها. مثلا الرصاص العادي من أصل غير مشع هو عبارة عن مزيج من ^{204}Pb، ^{206}Pb، ^{207}Pb، ^{208}Pb. يُبيّن الجدول أن التفككات الإشعاعية لنظائر اليورانيوم والتوريوم تنتج كل نظائر الرصاص ما عدا ^{204}Pb. إذا كان رصاص عيّنة لا يحتوي على ^{204}Pb فإن هذا يُبيّن أن الرصاص الحاضر نتج عن تفكك نشاط إشعاعي : يمكن استخدام العيّنة في التأريخ.

حسب الجدول فإن ^{238}U يتفكّك إلى رصاص ^{206}Pb بنصف عمر 4,49 مليار سنة. مثلا إذا احتوت عيّنة لا تحتوي على ^{206}Pb عددًا متساويًا من الذرات ^{238}U و ^{206}Pb يمكن أن نستنتج بالضبط أن نصف عمر (4,49 مليار سنة) مضى منذ تكوين العيّنة. يمكن استخدام النسبة بنفس الطريقة. يمكن أيضا استخدام النسبة $^{232}Th/^{238}Pb$ لأن ^{235}U و ^{238}U تتفكك بسرعات مختلفة. أحيانا نستعمل النسب $^{87}Rb/^{87}Sr$ و $^{40}Kr/^{40}Ar$.

النظائر المشعّة المستعملة في الجيوكرونلوجيا

نظير مشعّ عادي	نواة منتجة مستقرة	نصف-العمر (مليار سنة)
^{238}U	^{206}Pb	4,49
^{235}U	^{207}Pb	0,71
^{232}Th	^{208}Pb	14,1
^{87}Rb	^{87}Sr	50
^{40}K	^{40}A	1,3

elbassair.net

تمرين :

تمّت ملاحظة أن معادن نفس الطّبقة الجيولوجية، أي التي لها نفس العمر تحتوي على اليورانيوم 238 والرصاص 206 بنسب ثابتة. هذا من جهة ومن جهة أخرى أن كمية الرصاص في المعدن تتزايد تناسبيًا مع عمره النّسبي.

إذا قيست كمية الرصاص 206 في عيّنة من الصخر القديم، باعتبار عدم وجوده ابتدائيا، يمكن تعيين عمر المعدن اعتمادًا على منحني تناقص النشاط الإشعاعي لعدد أنوية اليورانيوم 238.

ندرس عيّنة من الصخر القديم الذي يرمز لعمره t_{Terre} الذي يوافق عمر الأرض.

1. نعتبر منحنى تناقص النشاط الإشعاعي للعدد $N_U(t)$ لأنوية اليورانيوم 238 في عيّنة الصخر القديم.

أ. بيّن مقدار الكمية الابتدائية $N_U(0)$ لأنوية اليورانيوم.

ب. بيّن قيمة ثابت الزمن τ لليورانيوم 238 مستنتجا قيمة ثابت النشاط الإشعاعي λ.

جـ. اعط العبارة $N_U(t)$، لعدد الأنوية المشعة الحاضرة في العيّنة في اللحظة t بدلالة $N_U(0)$.

أحسب عدد أنوية اليورانيوم 238 المتبقيّة في الصخر في اللحظة $t_1 = 1,5 \times 10^9$ ans. تحقّق بيانيًا من نتيجتك.

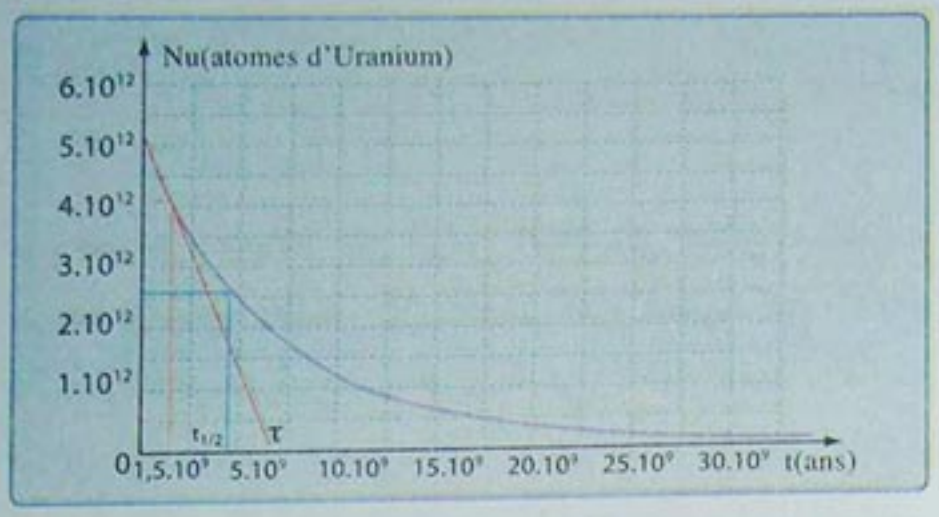
د. عرّف وبيّن زمن نصف العمر $t_{½}$ لليورانيوم 238.

2. إن كمية الرصاص المقاسة في الصخر عند اللحظة t_{Terre}، والتي يرمز $N_{Pb}(t_{Terre})$ مساوية لـ $2,5 \times 10^{12}$ atomes.

أ. أوجد العلاقة بين $N_U(t_{Terre})$، $NU(0)$ و $N_{Pb}(t_{Terre})$.

أحسب الكمية $N_U(t_{Terre})$ لأنوية اليورانيوم.

ب. عيّن عمر t_{Terre} للأرض.



الحل :

1. أ. حسب البيان، $N_U(0) = 5,0 \times 10^{12}$ atomes .

ب. $N_U(t) = N_U(0) \times e^{-t/\tau}$ ؛ $N_U(t) = N_U(0) \times e^{-\lambda t}$

يقطع المماس من المبدأ محور الفواصل في زمن τ.

نحصل على $\tau \approx 6.5 \times 10^9$ ans

يمكن كذلك استخدام نصف العمر للنشاط الاشعاعي $t_{½}$.

نقرأ $t_{½} = 1,5 \times 10^9$ ans.

بينما $t_{½} = \tau \times \ln 2$

و $\tau = \dfrac{t_{½}}{\ln 2} = 6,5 \times 10^9$ ans

$$\lambda = \frac{1}{\tau} = 1,5 \times 10^{-10} \text{ ans}^{-1}$$

جـ. $N_U(t) = N_U(0) \times e^{-\lambda t} = N_U(0) \times e^{-t/\tau}$

$$N_U(t_1) = 5,0 \times 10^{12} . \exp\left(\frac{-1,5 \times 10^9}{6,5 \times 10^9}\right) \approx 4,0 \times 10^{12} \text{ atomes}$$

د. إن نصف العمر لليورانيوم 238 هو الزمن اللازم لتتناقص كمية الأنوية المشعة إلى النصف.

$$N_U(t + t_{½}) = \frac{N_U(t)}{2}$$

من البيان : $t_{½} \approx 4.5 \times 10^9$ ans

2. أ. يوافق تفكك نواة اليورانيوم تفكك نواة الرصاص

نجد إذا : $N_U(t_{terre}) = N_U(0) - N_{Pb}(t_{terre})$

$N_U(t_{Terre}) = 5 \times 10^{12} - 2,5 \times 10^{12} = 2,5 \times 10^{12}$ atomes

ب. $\ln(N_U(t_{Terre}) / N_U(0)) = - t_{Terre} / \tau$

$$\Rightarrow t_{Terre} = - \tau \times \ln(N_U(t_{Terre}) / N_U(0))$$

$$= -6,5 \times 10^9 \times \ln\left(\frac{2,5 \times 10^{12}}{5 \times 10^{12}}\right) = 4,5 \times 10^9 \text{ ans}$$

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

الزمن والجملة الكهربائية

في معرض حديثنا عن الزمن التقليدي هناك عمليات سريعة وأخرى بطيئة. إن أقصر فترة زمنية هي 10^{-24} ثانية وأقصر فترة زمنية تجريبية هي 10^{-23} ثانية . كانت قبائل المايا تؤله الزمن. ربما كانت تلك القبائل محقة في نظرتها, لقد اهتموا بالزمن أيما اهتمام وكان تقويمهم أدق من التقويم الحالي بمرة ونصف. يقدر الزمن بوحدة الثانية، مصدرها لاتيني، وتعني الذي يأتي بعد الأول، وهي جزء من 400 68 جزء من اليوم الشمسي.

1. البرق والرعد

البرق والرعد ظاهرتان كهربائيتان طبيعيتان، يحدث البرق نتيجة التفريغ الكهربائي للمكثفة الطبيعية المتشكلة ما بين الأرضٍ والغيوم، وتستغرق هذه الظاهرة فترة زمنية صغيرة جدا تقدر بـ (ms)، يدعى هذا الزمن بزمن تفريغ المكثفة. إن الفاصل الزمني ما بين حدوث البرق وسماع صوت الرعد يقدر بـ 3 s عندما يحدث على بعد 1 km.



وثيقة 12 : البرق ظاهرة كهربائية طبيعية.

2. المؤقتة (minuterie)

تعمل المؤقتة على تشغيل جهاز (كهربائي أو ميكانيكي) لفترة زمنية محددة، أي أنها تعتبر مفتاحا يسمح بفتح دارة كهربائية أو غلقها في شروط خاصة ،مثل المؤقتة الموجودة في الأفران الكهربائية أو آلات الغسيل والتلفاز وإشارات المرور... .

3. الوماض الكهربائي (flash)

يعتمد مبدأ عمل الوماض الكهربائي الموجود في آلة تصوير على شحن مكثفة تحت توتر أعلى من توتر التغذية، وذلك بواسطة دارة إلكترونية ،ثم تفرغ في مصباح خاص للحصول على إضاءة شديدة، إن زمن شحن المكثفة أكبر بكثير من زمن تفريغها، مما يجعل استطاعة التحويل الكهربائية خلال التفريغ مرتفعة .



وثيقة 13 : الوماض الكهربائي.

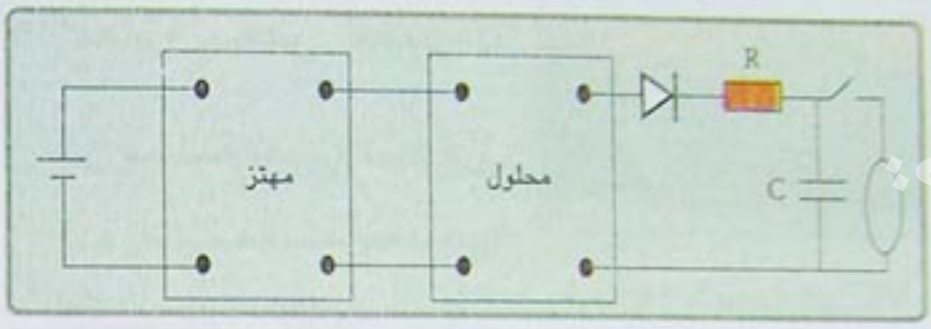
4. الساعات الكهربائية

يوجد في العديد من الساعات العاملة بالبطارية، عجلة توازن أو نواس ينظم سرعاتها. كما يوجد في بعضها شوكات اهتزازية صغيرة جداً تقوم بعملية المزامنة، أو قضيب صغير جداً من بلورة الكوارتز للغرض نفسه. تقوم البطارية بتنشيط الشوكة الاهتزازية التي تهتز بدورها بترددات عالية ومنتظمة، وتعمل آلية التقسيم في الساعات ذات الشوكة الاهتزازية على تغيير عدد الاهتزازات إلى سرعات منتظمة لعجلات التروس. وفي ساعات الكوارتز، أي الساعات المبنية على بلورة الكوارتز، تقوم دارة كهربائية معقدة بتحويل عدد الاهتزازات إلى معلومات دقيقة للوقت. وتنظم هذه الدارة أيضاً عملية إظهار الوقت. إن معظم ساعات الكوارتز دقيقة أو مضبوطة في حدود 60 ثانية في العام.

elbassair.net

تمرين :

يغذى فلاش إلكتروني موجود في آلة تصوير بواسطة بطاريتين لكل منهما قوة محركة كهربائية 1,5 V، ومهتز ذي توتر منخفض يحول التيار الكهربائي المستمر إلى تيار متناوب،ومحول صغير داخل الوشيعة الأولية يشكل ذاتية الدارة المهتزة، يرفع التوتر الذي يقوم بواسطة صمام. هذا التوتر المقوم يسمح بشحن مكثفة ذات سعة $C = 150\ \mu F$ ،تحت توتر $U = 33\ V$.



1. دراسة الفلاش

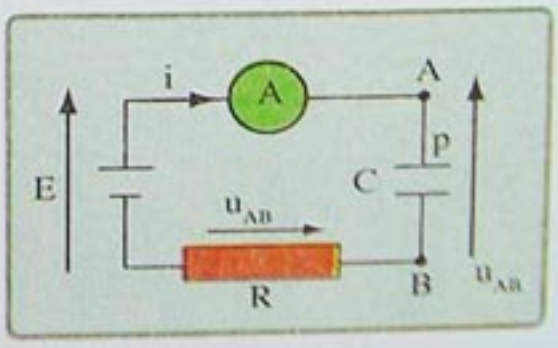
أ. أكتب عبارة الطاقة المخزنة في مكثفة الفلاش خلال عملية الشحن واحسب قيمتها العددية.

ب. التفريغ السريع في أنبوب المصباح يجعله يتوهج لفترة زمنية تقدر بـ (1 ms)، ما هي القيمة العددية لاستطاعة التحويل الكهربائية المستهلكة بواسطة هذه الإضاءة ؟

جـ. لأي سبب نرفع التوتر قبل تطبيقه بين طرفي المكثفة.

2. دراسة تجريبية للدارة RC

من أجل التحقق من قيمة سعة المكثفة المكتوبة عليها من طرف المصنع،نحقق الدارة التالية :



المقاومة R ذات قيمة كبيرة ،والمولد ذو توتر مستمر (E =12V). عند الحظة t = 0 نغلق الدارة ونسجل قيم شدة التيار الكهربائي المار في الدارة كل 10 s فنحصل على النتائج المدونة في الجدول التالي:

t(s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
i(μA)	54	40,6	30,6	23	17,4	13,1	9,8	7,3	5,6	4,2

أ. المكثفة فارغة عند اللحظة t = 0، عين قيمة المقاومة R.

ب. أرسم المنحنى i = f(t) حسب القيم المدونة في الجدول.

جـ. تتناقص شدة التيار الكهربائي وفق العبارة التالية $i(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ حيث :

τ : ثابت الزمن للدارة،

I_0 : شدة التيار الكهربائي عند اللحظة t = 0.

ما هي القيمة العددية لشدة التيار الكهربائي i(t) المار في الدارة عند اللحظة $t = \tau$ ؟

عين على البيان قيمة τ واستنتج قيمة سعة المكثفة C .

د. قارن بين القيمة المتحصل عليها والقيمة المكتوبة على المكثفة من طرف المصنع.

الحل :

1. أ. $E(C) = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} 150 \times 10^{-6} \times (33)^2 = 0,08\ J$

ب. $P = E(C)/t = \frac{0,08}{10^{-3}} = 80\ W$

جـ. إذا لم نرفع التوتر بين طرفي المكثفة لحد كاف فلا تخزن المكثفة الطاقة اللازمة لتوهج المصباح.

$E(C) = ½ \times 150\ 10^{-6} \times 3^2 = 6,75\ 10^{-4}\ J\ ;\ P = 0,675\ W$

2. أ. $t = 0\ ,\ u_C = 0$ et $u_R = E = RI_0$ أي $R = \frac{12}{54} 10^{+6}$

$R = 2,22 \times 10^5\ \Omega$.

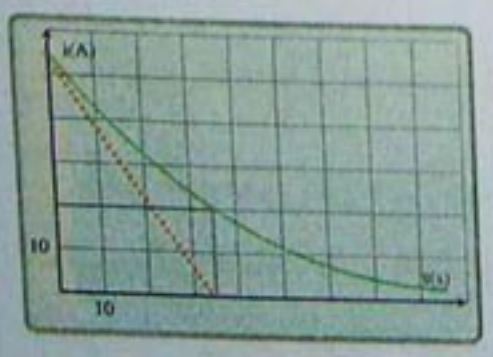
عند $t = \tau\ ,\ i = 54\ 10^{-6} \times e^{-1} = 54\ 10^{-6} \times 0,37$

$i(\tau) = 1,98 \times 10^{-5}\ A = 19,8\ \mu A$.

ومنه $\tau = RC$ $\tau \approx 35\ s$

جـ. من البيان لدينا :

$C = 35 / 2,22\ 10^5 = 1,57\ 10^{-4}\ F = 157\ \mu F$



د. الفارق 7 على 150 أو بنسبة مئوية $7 \times \frac{100}{150} = 4,5\%$ النتيجة مطابقة لمعطيات المصنّع.

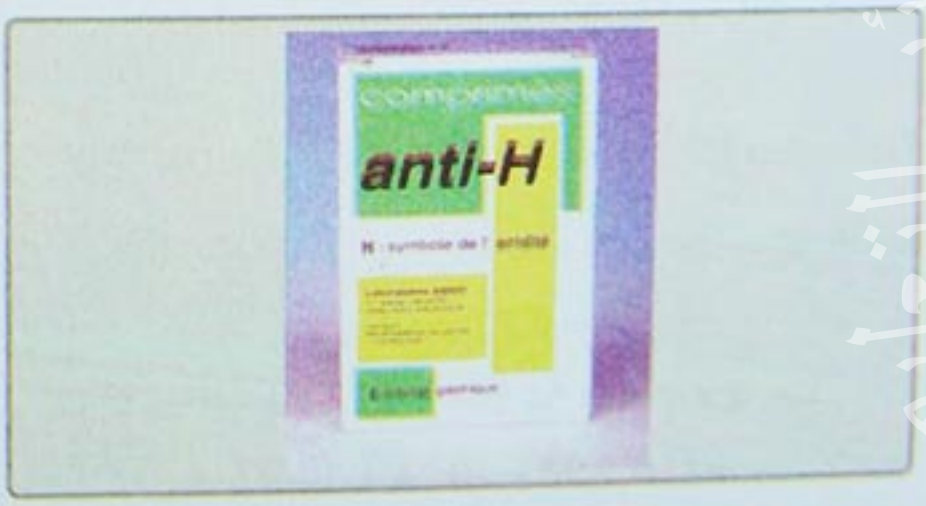
elbassair.net

الزمن وتطور الجمل الكيميائية نحو حالة التوازن

تبرز الوحدة الرابعة من خلال عناصرها المتمثلة في pH محلول، التحولات حمض - أساس، أنواع المعايرة، كسر التفاعل، نسبة التقدم، العلاقة بين الزمن و بعض المفاهيم الكيميائية التي تسمح بتناول كيفي و كمي لتحول كيميائي.

1. التحولات البيولوجية

عدة ظواهر كيميائية تحدث في جسم الإنسان بحيث أن الوظائف العضوية لا تحدث بصفة عادية إلا إذا كان pH الوسط مناسبا. فمثلا عند تناول الأطعمة أو بعض الأدوية يمكن أن يحدث خلل في التوازن الهرموني يؤدي إلى زيادة في الحموضة. في هذه الحالة يتناول الانسان دواء ضد الحموضة ويحتوي على الشوارد HCO_3^- التي تتفاعل مع كمية الحمض الزائدة لتعديل pH الأمعاء إلى 8. إن التحول الحادث يستغرق مدة زمنية تتعلق بـ pH الأمعاء.



وثيقة 13 : دواء مضاد للحموضة.

2. معايرة بعض المواد المستهلكة في الحياة اليومية

من أجل التحقق من صلاحية المواد المستهلكة يجري الكيميائي قياسات و تحاليل من خلال عملية المعايرة (اللونية، أو عن طريق قياس الناقلية) فمثلا :

- معايرة الحليب
- معايرة منظف
- معايرة الماء الصالح للشرب
- معايرة التربة
- معايرة بعض المشروبات

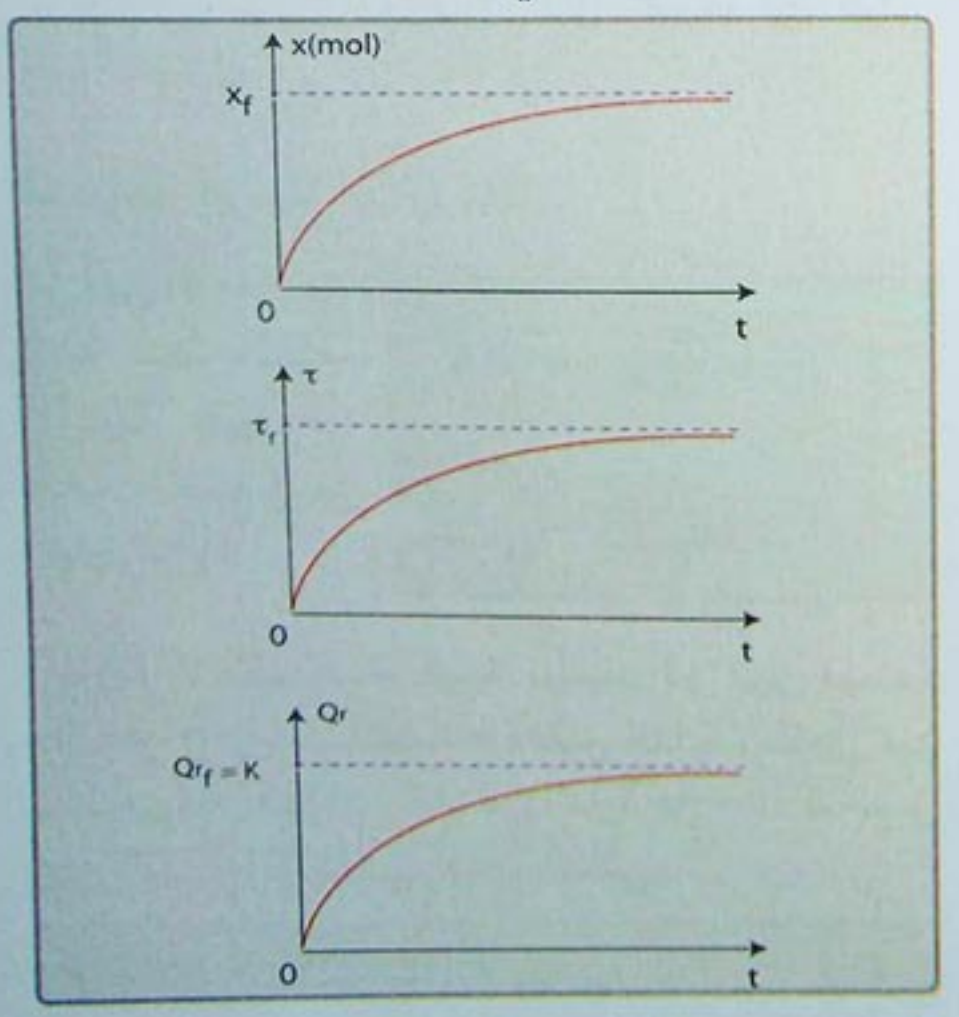


وثيقة 14 : عصير البرتقال.

كل عملية معايرة تستغرق مدة زمنية معينة يحتاجها الكيميائي لإصدار حكم.

3. المقادير المستعملة في التوازن الكيميائي

خلال تحول كيميائي غير تام أي يتميز عند نهايته بتوازن كيميائي يمكن للكيميائي أن يتابع تطور تقدم التفاعل $x = f(t)$ أو نسبة التقدم $\tau = g(t)$ أو كسر التفاعل $Q_r = h(t)$ ليتحصل على خصائص الجملة الكيميائية المدروسة في حالتها النهائية.



وثيقة 15 : المقادير التي تعبر عن تطور جملة كيميائية.

elbassair.net

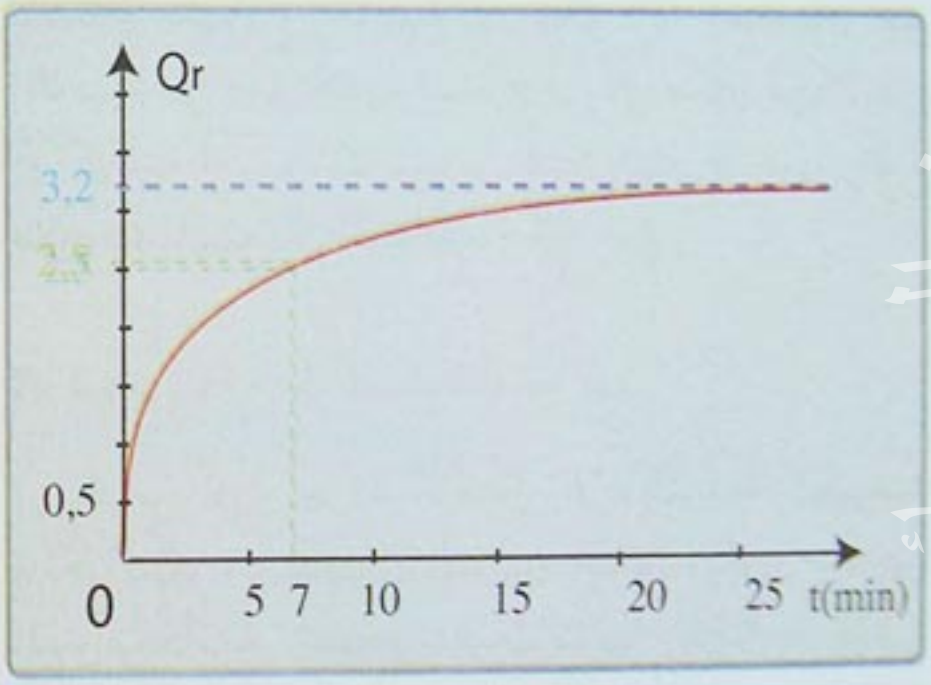
تمرين :

نضع في بيشر محلولا لكبريتات الحديد II ثم نضيف له محلولا لنترات الفضة.

نعتبر التحول الكيميائي الذي يحدث في الوسط التفاعلي ذي الحجم V = 1L والذي ينمذج بالتفاعل ذي المعادلة :

$$Fe^{2+}(aq) + Ag^{+}(aq) = Fe^{3+}(aq) + Ag(s)$$

يبين المنحنى التالي تطور كسر التفاعل Q_r بدلالة الزمن t.



1. عين عبارة كسر التفاعل Q_r في اللحظة t.

2. عين تركيب المزيج عند اللحظة t = 7 min ، علما أن

$$[Fe^{2+}]_i = [Ag^{+}]_i = 1\ mol.L^{-1}$$

3. استنتج نسبة التقدم عند اللحظة t = 7 min.

4. هل التحول الكيميائي تام ؟ برر إجابتك.

5. أحسب ثابت التوازن الموافق للتفاعل السابق ثم استنتج النسبة النهائية للتقدم.

الحل :

1. عبارة كسر التفاعل :

$$Q_r = \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}] \times [Ag^{+}]} = \frac{n[Fe^{3+}]}{n[Fe^{2+}] \times n[Ag^{+}]}$$

لأن V = 1 L

2. تركيب المزيج عند اللحظة : t = 7 min

لما t = 7 min ، $Q_r = 2,5$

ليكن x تقدم التفاعل عند هذه اللحظة فإن :

$$Q_r = \frac{x}{(1 - x)(1 - x)}$$

أي $Q_r = \frac{x}{(1 - x)^2} = 2,5$ حيث $0 < x < 1$.

حل المعادلة والذي يحقق الشرط x = 0,61 mol.

إذا تركيب المزيج :

$$n(Fe^{3+}) = n(Ag) = 0,61\ mol$$

$$n(Fe^{2+}) = n(Ag^{+}) = 0,39\ mol$$

3. يوضح البيان أن $Q_{rf} = 3.2$

وهذا يعني $Q_{rf} = \frac{x_f}{(1 - x_f)^2} = 3.2$

حيث $0 < x_f < 1$

حل المعادلة الذي يحقق الشرط $x_f = 0.64\ mol$.

بما أن $x_{max} = 1\ mol$ هذا يعني أن $x_f < x_{max}$

وبالتالي التحول غير تام.

4. ثابت التوازن : $Q_{rf} = k = 3.2$

النسبة النهائية للتقدم $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = 0.64 = 64\%$.

elbassair.net

توظيف الزمن لقياس بعض المقادير الفيزيائية

اهتم الانسان منذ بداية الحضارة الانسانية بالزمن وقياسه. لقد استعمل عدة طرق من القياس الرملي إلى الميناء الشمسي حيث استغل حركة الكواكب كميقاتية طبيعية. لكن الحاجة إلى قياس مدات زمنية بالنسبة لوحدة أساسية ثم تأريخ الظواهر خلال تطور الزمن بدقة عالية جعلته يفكر ليطور سلم الزمن من الفلكي إلى النووي (الميقاتية الميكانيكية إلى الميقاتية الذرية). من جهة أخرى طبيعة حياته المرتبطة بالأيام والفصول جعلته يحتفظ بالسلالم القديمة(القرن، السنة، الشهر، اليوم، الساعة، الدقيقة والثانية)؛ ومن أجل قياس مدات زمنية تسمح له بتحديد بعض المقادير الفيزيائية مثل المسافة، السرعة، التسارع، الكتلة ....



وثيقة 16 : ساعة رملية.

1. قياس الزمن من أجل تعيين خط الطول (longitude)

إن المعرفة الدقيقة للزمن تشكل أهمية كبرى لتحديد خط الطول في مكان معين من الكرة الأرضية بالنسبة للبحارة، فخطأ قدره 1 min في قياس الزمن يترتب عنه خطأ قدره 15 min على قوس خط الطول أي خطأ قدره 23,7 km على الموازي لخط العرض 45° أو 27,8 km عند خط الاستواء.



وثيقة 17 : زورق شراعي.

2. قياس مدة زمنية يسمح بتعيين قيمة السرعة

يسمح قياس الزمن في كل الحركات بتحديد على الأقل قيمة السرعة المتوسطة بين لحظتين :

$$v_{moy} = \frac{d}{t}$$

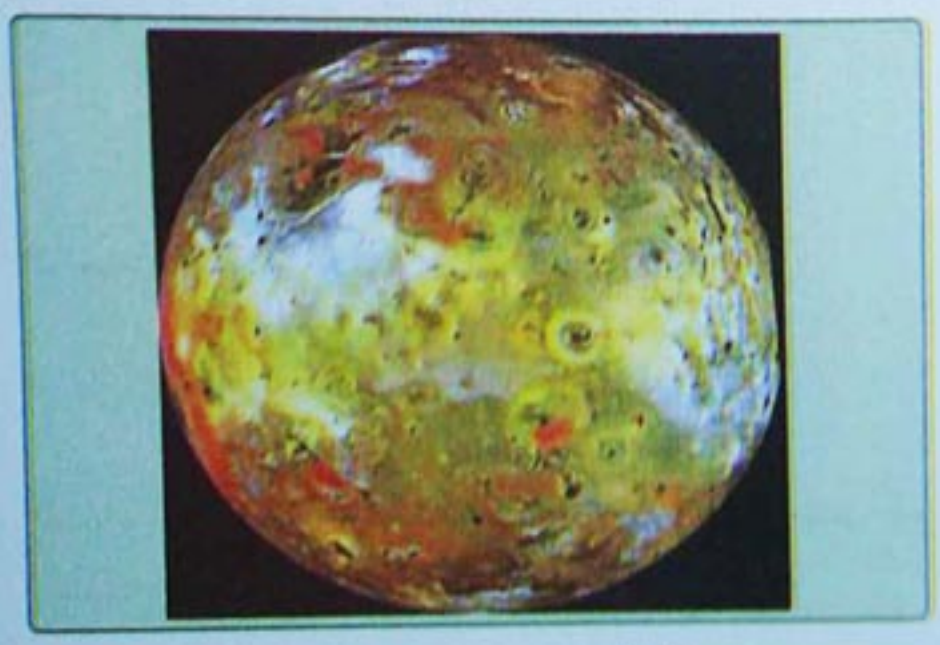
3. قياس مدة زمنية من أجل تحديد تسارع الجاذبية

عندما يسقط جسم سقوطا شاقوليا حرا فهو يتأثر بثقله فقط . تكون حينئذ حركته مستقيمة شاقولية متغيرة بانتظام بتسارع الجاذبية g. يمكن إذا استعمال هذه الخاصية من أجل تحديد قيمة g في أي مكان من الأرض أو كوكب آخر وذلك بقياس مدة السقوط من ارتفاع معين h باستعمال العلاقة : $g = \frac{2h}{t^2}$.

4. قياس دور حركة كوكب أو قمر

إن قياس دور حركة الأقمار الاصطناعية الطبيعية والكواكب، وباستعمال القانون الثالث لكبلر وبفرض المدارات دائرية، يسمح بتعيين كتلها. هكذا تم قياس دور حركة «يو» أحد أقمار زحل الذي أعطى 152 424 s وبمعرفة نصف قطر مداره ،تم تعيين كتلته :

$$M = 1,9 \times 10^{27}\ kg .$$



وثيقة 18 : يو ، أحد أقمار زحل.

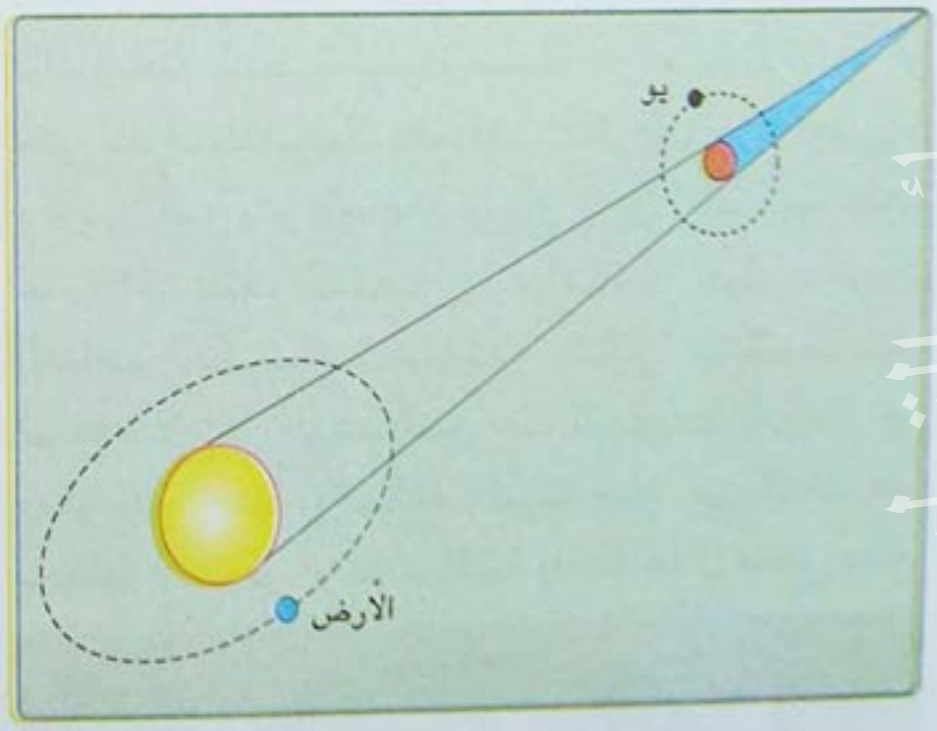
elbassair.net

تمرين :

1. قياس سرعة الضوء

لاحظ الفلكي الدانمركي رومر (Romer) في سنة 1675 بأن هناك خطأ في تواريخ كسوف «يو»، أحد أقمار زحل: يوجد فاصل زمني قدره 16 min تقريبا بين االتواريخ المتوقعة لكسوف «يو» والتواريخ الحقيقية، بين اللحظة التي يكون فيها زحل أقرب من الأرض واللحظة التي يكون فيها أبعد ما يكون.

من أجل تفسير الظاهرة اعتقد رومر أن للضوء سرعة معينة وإن الفاصل الملاحظ سببه التغير في مدة انتشار الضوء بين زحل والأرض حسب البعد النسبي للكوكبين. توصل رومر إلى حساب سرعة الضوء فوجد $212\,000\ km.s^{-1}$. إن الخطأ الكبير في تلك الفترة ناتج عن الارتياب الكبيرعلى نصف قطر مدار الأرض.



- أحسب سرعة الضوء في الفراغ باستعمال المعطيات الحالية، بناء على ملاحظات رومر.

المعطيات :

نصف القطر المتوسط لمدار زحل $R_J = 7,8 \times 10^8\ km$

نصف القطر المتوسط لمدار الأرض $R_T = 1,5 \times 10^8\ km$

2. في النظام الحالي للوحدات الدولية، سرعة الضوء محددة بالقيمة :

$$C = 299\,792\,458\ m.s^{-1} .$$

تواتر الإشعاع الصادر عن ليزر (مستقر) للميثان هو:

$$\upsilon = 8,837\,761\,816\,27 \times 10^{13}\ Hz$$

- لماذا يمكن القول بأن الدقة في سرعة الضوء لامتناهية في النظام الحالي للوحدات.

- أحسب طول الموجة للإشعاع الصادر بأرقام معنوية متطابقة مع المعطيات .

الحل :

1. المسافة الدنيا بين زحل والأرض هي : $R_J - R_T$ والمسافة الأعظمية هي $R_J + R_T$.

الفرق بين المسافة الدنيا والمسافة الأعظمية هو :

$$(R_J + R_T) - (R_J - R_T) = 2R_T$$

الفاصل الزمني $\Delta t = 16\ min$ يمثل مدة انتشار الضوء على مسافة تساوي $2\,R_T$:

$v = \frac{d}{t} = 3,1 \times 10^8\ m.s^{-1}$ (يجب كذلك الأخذ بعين الاعتبار الشكل غير الدائري للمدارات).

2. يمكن القول بأن الدقة في سرعة الضوء لامتناهية في النظام الحالي للوحدات لأن قيمتها محددة.

- يعطى طول الموجة للإشعاع الصادر بالعلاقة :

$$\lambda = \frac{c}{\upsilon}$$

ومنه $\lambda = 3,392\,231\,40 \times 10^{-6}\ m$

نتيجة طول الموجة معبر عنها بالأرقام الدالة لسرعة انتشار الضوء لأن قيمتها هي الأقل دقة.

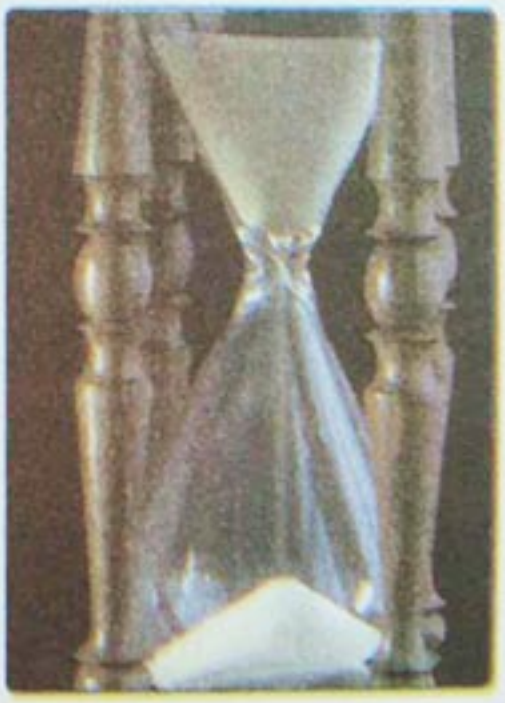
elbassair.net

الزمن والجملة الميكانيكية

1. الساعات المائية

عرف المصريون القدماء منذ ما يقرب من 3 400 سنة كيف يبتكرون دورات يمكن استعمالها لمعرفة الوقت، فقد أدركوا أن تدفق الماء من ثقب في وعاء مملوء بالماء يحدث بمعدل ثابت، وقد أدت هذه الفكرة إلى اختراع الساعة المائية، وكان الماء في تلك الساعات المائية القديمة ينساب من ثقب قرب قاع إناء حجري، وكانت العلامات المحفورة على جدران الوعاء تبين الساعات بحيث يعرف الناس الوقت بالنظر إلى كمية الماء المتبقية في الوعاء.

2. الساعات الرملية

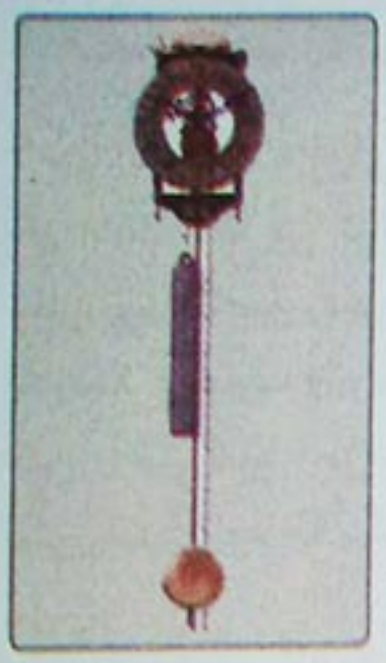


وثيقة 19 : ساعة رملية.

أخذ الناس يستعملون الساعات الرملية مع بداية القرن الرابع عشر وكانت تلك الساعات تعمل بنفس الأسلوب تقريبا التي تعمل به الساعات المائية وأبسط الساعات الرملية تتكون من انتفاخين زجاجيين يتصلان معا من خلال عنق صغير فتنساب الرمال من الانتفاخ العلوي إلى السفلي وعندما تنتقل كل الرمال من الجزء العلوي يدرك احد مراقبي الوقت إن فترة زمنية محددة قد مضت.

3. الساعات الميكانيكية

ظهرت الساعات الميكانيكية لأول مرة في أوروبا منذ نحو 700 سنة، وكانت تلك الساعات تستخدم أوزانًا هابطة وصاعدة لتحديد الوقت المنقضي وذلك بإدارة أحد التروس الذي يستمر في الحركة حتى يطلق رنين الجرس، وعندما كان رجال الدين أو الرهبان يسمعون رنين الجرس كانوا يدركون أنه حان وقت التجمع لأداء الصلاة. الساعات الميكانيكية أو الآلية شأنها في ذلك شأن الساعات المائية أو الرملية، تقيس الساعات التي تمضي، إلا أن أقدم الساعات الميكانيكية لم تكن تذكر الوقت كما هو الآن.



وثيقة 20 : ساعة حائط.

فلم يكن بها عقارب أو قرص وإنما كانت تطلق إشارة ما عندما تمر ساعة كاملة وحتى هذا لم تكن تلك الساعات تفعله بدقة إذ كان إصدار تلك الإشارات كثيراً ما يتخلف نحو خمسة عشر دقيقة كل يوم.

استمر تطور الساعات عبر الزمن حتى صارت أكثر دقة، واخترع البعض منها ما يدار بالكهرباء وما يعمل بالذبذبات المنتظمة لبلورة ضئيلة من مادة الكوارتز أو حتى للذرات لتعيين الوقت، فقد ابتكر العالمان الانجليزيان «لويس أسن» و«اجيه- في آل باري» الساعة الذرية عام 1955 حيث اكتشف أن الذرات وهي أصغر مكونات العناصر الكيميائية تتذبذب بشكل منتظم للغاية، ثم توصلا إلى طريقة تحول هذه الذبذبات الدقيقة إلى معلومات زمنية والساعة الذرية تبلغ من الدقة حدا يجعلها لا تؤخر أو تقدم ثانية واحدة خلال مائتي سنة.

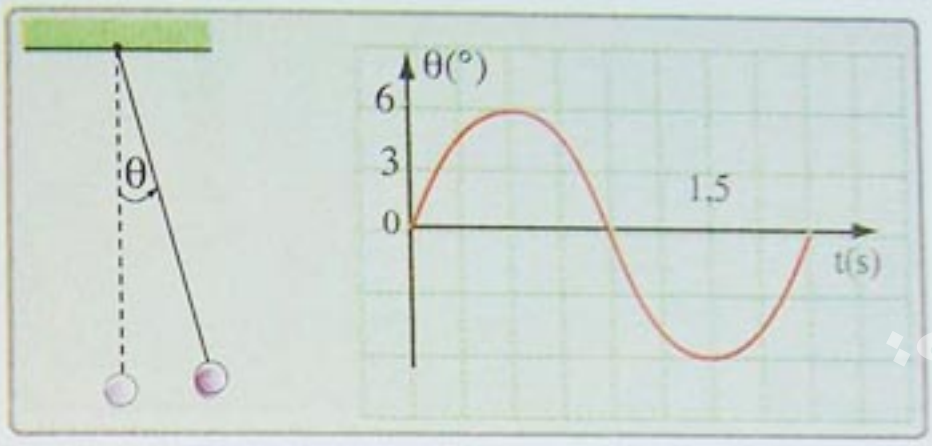


وثيقة 21 : ساعة حديثة.

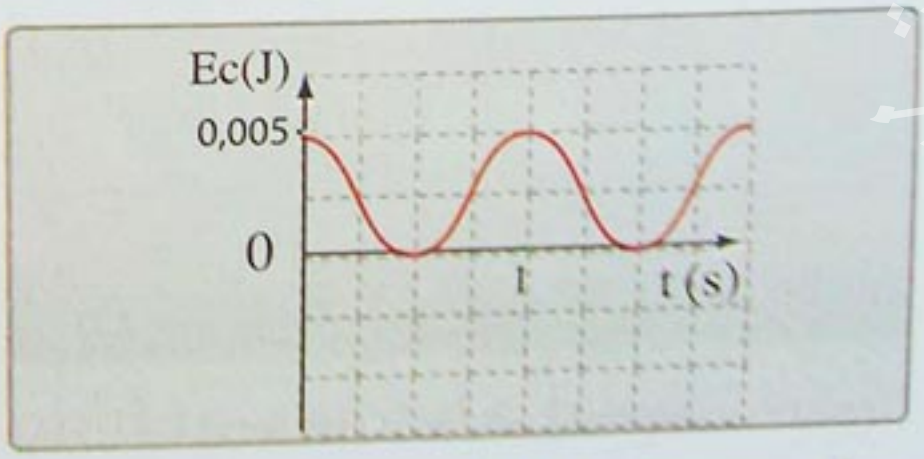
elbassair.net

تمرين :

يتألف نواس بسيط من خيط طوله (ℓ) وكتلة (m) نقطية. يهتز بسعة صغيرة في مستو شاقولي .نزيح النواس عن وضع توازنه المستقر بزاوية (θ_0) ثم نتركه لحاله، يمثل البيان التالي تغيرات الفاصلة الزاوية بدلالة الزمن :



1. حسب البيان هل يتعرض النواس لقوى احتكاك خلال حركته ؟
2. هل مبدأ الأزمنة يوافق اللحظة التي تركنا عندها النواس ؟
3. أكتب المعادلة الزمنية للحركة $\theta = f(t)$.
4. أحسب طول الخيط حيث $g = 10\ m/s^2$.
5. بكم يتغير دور هذا النواس لو نقل إلى مكان حيث $g = 9{,}8\ m/s^2$ ؟
6. يمثل البيان التالي تغيرات الطاقة الحركية للنواس بدلالة الزمن من أجل سعات صغيرة.



أ. عبر عن الطاقة الحركية للنواس بدلالة الزمن.
ب. أوجد قيمة الكتلة m.

7. ما هو الارتياب النسبي المرتكب في حساب الدور لو أزحنا النواس عن وضع توازنه بسعة زاوية 0,4 rad علما أن عبارة الدور من أجل سعات معتبرة هي :

$$T = T_0\left(1 + \frac{\theta_0^2}{16}\right)$$

الحل :

1. لا ، لأن البيان دالة جيبية أي الاهتزازات الحاصلة حرة غير متخامدة.

2. لا ،لأن اللحظة التي تركنا عندها النواس توافق لحظة وجوده في النقطة التي فاصلتها الزاوية عظمى (θ_0).

3. المعادلة الزمنية من الشكل التالي :

$$\theta = \theta_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$$

$\theta_0 = \frac{\pi}{20}$ rad (توافق 6°) .

$T_0 = 2\ s$

عندما $t = 0$ كانت $\theta = 0$ إذا $\cos\varphi = 0$ أي $\varphi = \pm\frac{\pi}{2}$

لكن عند $t = 0 + \Delta t$ كانت $\frac{d\theta}{dt} > 0$ إذا $\sin\varphi < 0$

ومنه $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

$\theta = \frac{\pi}{20}\cos(\pi t - \frac{\pi}{2})$ حيث θ (rad) ، t(s)

4. عبارة دور النواس البسيط هي : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

بالتعويض نجد : $\ell = 1\ m$.

5. $T^2 = 4\pi^2\frac{\ell}{g}$

$$\frac{\Delta g}{g_0} = -2\frac{\Delta T}{T_0}$$

$$\Delta T = -\frac{(9{,}8 - 10)}{10} = 2\%$$

يزداد الدور بمقدار 0,02 s

6. لدينا $\theta = \theta_0\cos(w_0 t + \varphi)$ بالاشتقاق نجد :

$$\frac{d\theta}{dt} = -\theta_0 w_0 \sin(w_0 t + \varphi)$$

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\ell^2\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2$$

$$E_C = \frac{1}{2}m\ell^2\theta_0^2 w_0^2 \sin^2(w_0 t + \varphi)$$

$$\tfrac{1}{2}\, m\ell^2\theta_0^2 = 6{,}25 \times 10^{-4}$$

$m = 0{,}05\ kg$

7. لدينا $T = T_0 + T_0\frac{\theta_0^2}{16}$ إذًا $T = T_0\left(1 + \frac{\theta_0^2}{16}\right)$

$$\frac{T - T_0}{T_0} = \frac{\theta_0^2}{16} = 1\%$$

elbassair.net

المردود الزمني لتحول كيميائي

يقوم الكيميائي في المخبر أو المصنع بقياسات من أجل :

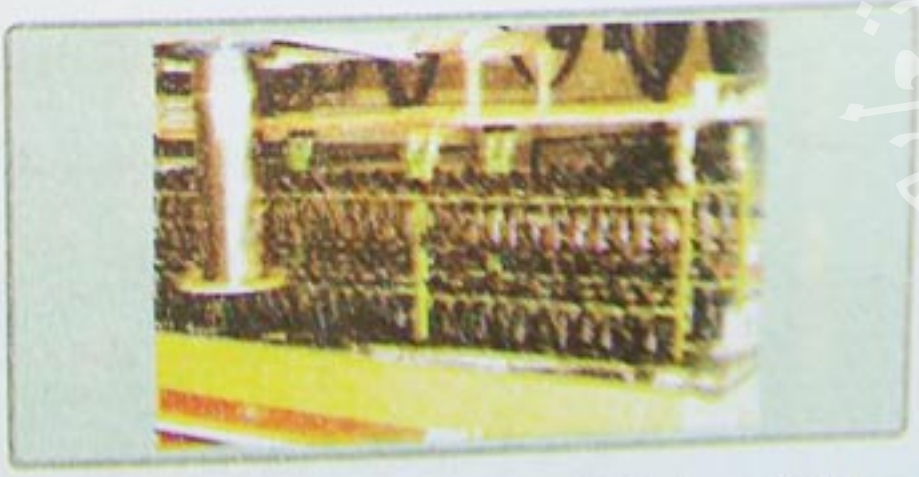
- البحث عن معلومات تسمح له بإصدار أحكام ؛
- المراقبة المستمرة للأنواع الكيميائية في حدود صلاحيتها ؛
- اصطناع وتحضير بعض الأنواع الكيميائية التي يحتاجها.

تستغرق هذه العمليات مدة زمنية معينة والتي تبرز أهمية الزمن في الطرق الفيزيائية أو الكيميائية التي يتبعها في قياساته.

الوحدة السابعة المتعلقة بمراقبة تطور جملة كيميائية خلال تحول كيميائي تبرز من خلال عناصرها علاقة تطور الجملة (من حالة ابتدائية إلى حالة نهائية) مع الزمن.

1. التزيين والحماية من التآكل والحث

في عملية التحليل الكهربائي (تحول كيميائي قسري) يستعمل الجسم المراد حمايته أو تزيينه كمهبط حيث يغطى بطبقة معدنية مترسبة. تتعلق كمية الكهرباء المستهلكة بالمدة المستغرقة في عملية التحليل $Q = I\Delta t$ (وثيقة 22).



وثيقة 22 : عملية الطلاء بالتحليل الكهربائي.

2. تحضير النسخ لبعض الأجسام

من أجل تحضير نسخة لجسم يوضع القالب (moule) كمهبط لوعاء التحليل الكهربائي الذي يحتوي على شوارد المعدن فيترسب المعدن ليملأ القالب بعد مدة نحصل في النهاية على نسخة من الجسم المختار (وثيقة 23) كتلة المعدن المترسب تتعلق بمدة العملية أي $m = f(t)$.



وثيقة 23 : مخطط التحليل التحظير نسخة مطابقة.

3. علم الآثار

عند غرق البواخر إثر العواصف في مياه البحار والمحيطات تغطى الأواني المعدنية تدريجيا خلال السنوات بغشاء ناتج عن احتكاك الإناء بشوارد الكلور الموجودة في الماء المالح. بعد إكتشاف الباخرة الغريقة وإخراج الإناء من الماء يستعمل في عملية التحليل الكهربائي كمهبط فبعد مدة Δt يزول الغشاء ليظهر الاناء على شكله الحقيقي (وثيقة 24)



وثيقة 24 : ترسب طبقة ملحية على الجسم بعد زمن طويل.

4. استعمال الاسترات في الصناعة العطرية والصناعة الغذائية

إن رائحة الاسترات فاكهية، لهذا تستعمل في الصناعات الغذائية والعطرية. العطور الخاصة والتي يستعملها الانسان بكثرة تتعلق برائحة الاستر الذي يدخل في اصطناعها وبالمدة المستغرقة في زوال عطرها.

elbassair.net

تمرين :

نريد طلاء واقي السيارة (pare-chocs) معدني بواسطة طبقة من الكروم سمكها $e = 50\ \mu m$.

نعتبر واقي السيارة كمتوازي المستطيلات طوله $L = 2,0\ m$، عرضه $l = 0,10\ m$ وارتفاعه $h = 0,10\ m$.

نغمر الواقي في وعاء يحتوي محلول شوارد الكروم $Cr^{3+}(aq)$ ليشكل أحد المسربين بينما المسرى الآخر لا يتأثر. تدوم عملية التحليل الكهربائي مدة $\Delta t = 10\ h$ ويكون مردودها 95 %.

1. أين يجب وضع الواقي لكي يطلى بالكروم ؟

2. أكتب معادلة التفاعل الذي ينمذج ترسب الكروم على الواقي.

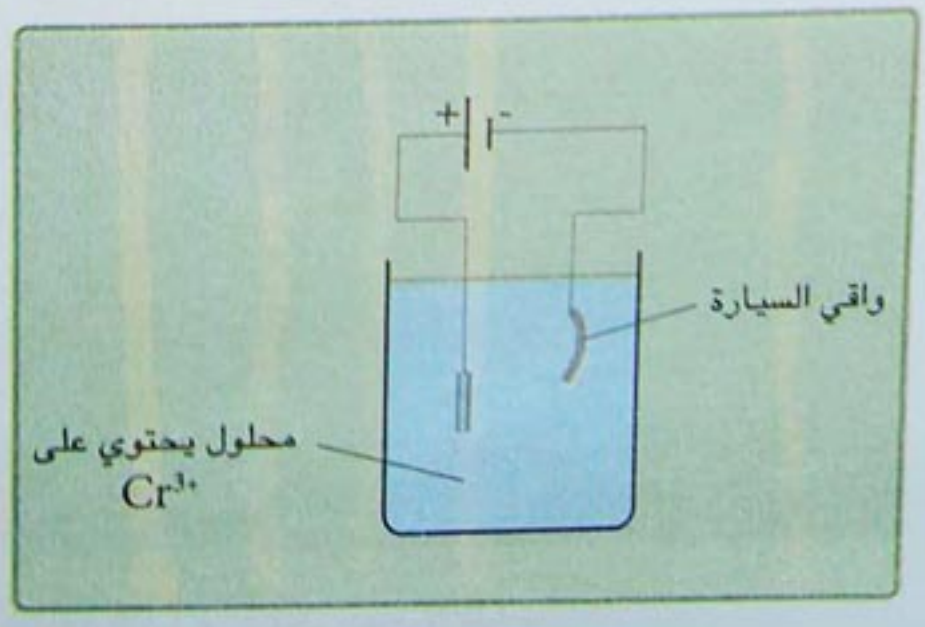
3. بيّن أن كمية المادة للكروم المترسب تتعلق بالمدة الزمنية Δt لعملية التحليل.

4. عيّن كمية الكهرباء المستهلكة في عملية التحليل ثم استنتج شدة التيار I.

5. كيف تفسر مردود العملية ؟

يعطى : $M(Cr) = 52\ g.mol^{-1}$.

الكتلة الحجمية للكروم $\rho = 7,2\ g.cm^{-3}$.



الحل :

1. يجب وضع الواقي عند المهبط أي القطب السالب

2. المعادلة النصفية للتفاعل عند المهبط حيث يترسب الكروم :

$$Cr^{3+}(aq) + 3e^- = Cr(s)$$

3. العلاقة بين n(Cr) وكمية الكهرباء Q_1 المستهلكة في ترسب الكروم : $Q_1 = z\ .\ x\ .\ F$ حيث $z = 3$

وتقدم التفاعل $x = n(Cr)$.

أي : $Q_1 = 3\ .\ n\ .\ F$.

الحجم $V = (2\ L\ell + 2\ell\ h + 2\ L\ h)\ e = 2,1 \times 10^{-5}\ m^3$

كتلة الكروم المترسبة $m = \rho V$

ومنه $m = 1,5 \times 10^2\ g$

وكمية المادة المترسبة $n = \dfrac{m}{M} = 2,9\ mol$

4. شدة التيار الذي ينتجه المولد :

$$Q_1 = 3\ .\ n\ .\ F = 8,39 \times 10^5\ C$$

كمية الكهرباء التي أنتجها المولد وقدّمها للوعاء Q

حيث $Q_1 = \dfrac{95}{100} Q$. ومنه $Q = 8,8 \times 10^5\ C$

لدينا : $Q = I\ .\ \Delta t$ ومنه $I = \dfrac{Q}{\Delta t} = 25\ A$.

5. مردود العملية 95% يعني أن الطاقة الكهربائية المقدمة من طرف المولد لم تستهلك كليا لطلي الواقي، لقد ضاع جزء منها 5% في تحول كيميائي ثانوي كالتحليل الكهربائي مثلا للماء

elbassair.net

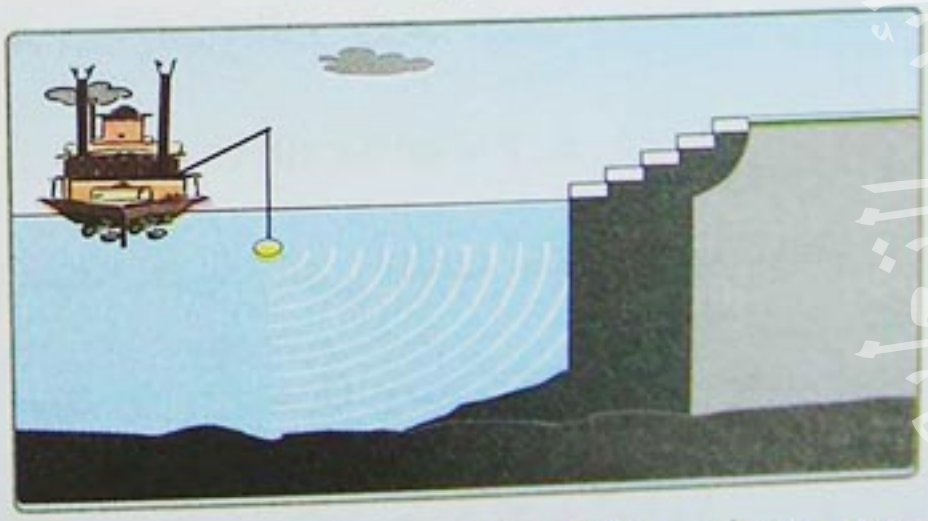
بمعرفة السرعة v لانتشار موجة فإن قياس المدّة t لانتشارها من نقطة لأخرى يسمح بحساب المسافة d بين هاتين النقطتين.

هناك عدّة تطبيقات هامة في الحياة اليومية تعتمد على هذا المبدأ منها التصوير الطبي بالصدى، السونار، جهاز قياس المسافات الفوق صوتي، جهاز قياس المسافات بالليزر وتحديد الموقع في الفضاء بفضل نظام التموقع عن طريق الساتل، GPS (globale positioning system).

1. السونار

ترسل موجة فوق صوتية في اتجاه الحاجز. يتم انعكاس الأمواج واستقبالها بواسطة الجهاز المستقبل الذي يتم إشراكه بنظام للتسجيلات يسمح بقياس موضع وشكل الحاجز.

تستعمل السونار في البحر لفحص أعماق البحر. تحديد موضع البواخر والغوّاصات وأسراب الأسماك. تستعمل بعض الحيوانات مثل الدلافين والخفافيش نفس المبدأ لتحديد موضع الحواجز وفرائسها. يدعى هذا المبدأ l'echolocation تحديد الموضع بالصّدى.



وثيقة 25 : استعمال السونار.

2. جهاز قياس المسافة télémètre

يوجد نوعان من هذه الأجهزة :

- جهاز قياس المسافة فوق الصوتي الذي يعتمد على نفس مبدأ السونار، يُستخدم لقياس الأطوال في الورشات أو في المساكن. تكون المسافة ℓ المُراد قياسها مساوية لـ : $\ell = \frac{vt}{2}$.

- جهاز قياس المسافة بالليزر الذي يعتمد على نفس مبدأ جهاز فوق الصوتي ولكنه يُستخدم في قياس المسافات الطويلة لأنه يسمح ببلوغ مدا بعيد. تسمح الطريقة بقياس موضع القمر أو ساتل ما بالنسبة للأرض بدقة كبيرة.

3. التصوير بالصدى

يُستخدم للكشف عن الأعضاء البشرية أو الأجنّة داخل جسم الأم. يعتمد على نفس المبدأ للسونار، حيث يتم توجيه أمواج فوق الصوتية تواترتها محصورا بين 2 MHz و 10 MHz. إلى الأعضاء المراد فحصها. تنعكس هذه الأمواج جزئيا بواسطة سطوح الأعضاء المخترقة. تتم بعد ذلك معالجة المعطيات المتحصّل عليها بواسطة حاسوب.

3. جهاز GPS

يستخدم تحديد الموقع للساتل الذي يرسل إشارات راديو حيث يكون موضعه معروفا في كل لحظة بدقّة. من أجل تحديد موقعه تقوم باخرة بإرسال إشارة وتحسب من أجل كل ساتل الوقت الذي يفصل بين إرسال واستقبال الإشارة. تستنتج المسافة d بالنسبة لهذا الساتل. تكون الباخرة في تقاطع الكرات ذات نصف قطر d مركزها مختلف الساتلات. تتم معالجة مجموع المعطيات على مستوى محطة مراقبة.



وثيقة 26 : مبدأ عمل جهاز GPS .

elbassair.net

تمرين :

السفر باستخدام GPS (من موضوع بكالوريا بولينيزيا 2004)

ترسل الساتلات إشارات مشفرة على شكل أمواج راديو على تواترين مختلفين (1,6 GHz , 1,2 GHz) كل واحد من الألف من الثانية حيث يسمح الاستقبال على الأرض من حساب الموضع.

مازالت هناك عوامل تقلّل من الدقة لهذه الأجهزة GPS. مثلا إن إشارة GPS لا تبث إلا كل واحد من الألف من الثانية تنخفض دقة القياسات لمستقبل متحرك كلما زادت سرعته. هناك صعوبة أخرى تضرّ بالدقة : لا تنتشر الأمواج بسرعة ثابتة في الأجزاء الأكثر عُلوًا من الجو، لأن هذه غير متجانسة. نذكر أخيرًا الموضع الجغرافي لأربع ساتلات المستعملة من طرف المستقبل، يكون القياس أكثر خطأ كلما اقترب الساتل من الأفق. كل هذه العناصر تجعل من أن أجهزة الإستقبال المباعة حاليا في السوق لها خطأ موحد برتبة 20 مترًا.

نص :

1. في هذا السؤال نهمل الإضطرابات الناتجة عن الجو على مدة مسار الأمواج.

1.1. أحسب أطوال الموجات في الفراغ للموجات الصادرة عن الساتلات.

2.1. ما هو الزمن t الذي تستغرقه الإشارة للذهاب من الساتل S إلى المستقبل R، إذا كان الساتل موجودًا عموديا على R وعلى ارتفاع 20 180 km.

3.1. يكون الخطأ لقياس عمودي وحيد هو 20 m في العادة. أحسب (بالنانو ثانية) الخطأ Δt على مدّة الإنتشار للإشارة. قارن t و Δt وناقش.

4.1. من أجل N قياس. تبيّن قوانين الإحصاء أن الخطأ يقسم على عامل $\sqrt{N}$. أحسب N من أجل خطأ ينتقل من 20 m إلى 20 cm.

ترسل إشارات GPS كل ملي ثانية، احسب المدة اللازمة لحساب N قياسات.

ناقش الفائدة لهذه الدّقة لمستقبل متحرّك.

2. في الواقع تخترق الإشارة بين الساتل والمستقبل طبقات متتالية من الجوّ وتنتشر إذًا بسرعة مختلفة عن c.

هل يتغيّر تواتر وطول موجة الإشارة خلال اجتيازها الجو ؟ علل.

الحل :

1.1. $\lambda = V/f$ من أجل $f = 1,6\ GHz$

$$\lambda = \frac{3,00 \times 10^8}{1,6 \times 10^9} = 0,187\,5\ m \quad \text{أو} \quad \lambda = 0.19\ m$$

من أجل $f = 1,6\ GHz$ ،

$$\lambda = \frac{3,00 \times 10^8}{1,2 \times 10^9} = 0,25\ m$$

2.1. $c = d/t$ أو $t = d/c$

المدة الزمنية اللازمة $t = \frac{20\,180 \times 10^3}{3,00 \times 10^8} = 6,73 \times 10^{-2}\ s$

لكي تنتقل الإشارة من الساتل إلى جهاز الاستقبال.

3.1. $\Delta t = \Delta d/c = \frac{20}{3,00 \times 10^8}$ ؛ $\Delta t = 6,7 \times 10^{-8}\ s$

أو $\Delta t = 67\ ns$ ،

يكون الخطأ Δt، 10^6 مرات أصغر من المدة t لانتشار الإشارة. يجب تعيين المدة t بدقّة عالية جدًا، وإلاّ فإن الخطأ على المسافة العمودية يكون حسّاسا.

4.1. نريد الحصول على خطأ في المسافة العمودية بـ 20 cm بدل 20 m.

وعليه يُقسّم الخطأ على : $\sqrt{N} = \frac{20}{0,20} = 1,0 \times 10^2$

إذا $N = 1,0 \times 10^4$

القياسات :

يجب أن يُرسل الساتل إشارة $1,0 \times 10^4$ مرة أكثر من إشارة GPS، ولكن الإشارة تصدر كل 1 ملي ثانية. تكون المدة الضرورية إذًا $1,0 \times 10^4 \times 1,0 \times 10^{-3} = 10\ s$

يمكن لدقّة 20 cm لتعيين موضع المستقبل المتحرّك أن تكون كافية للتطبيقات العسكرية (قصف هدف بدقّة) أو للتطبيقات العلمية (دراسة الأمواج البحرية، الزلالزل، البراكين ...) ولكن بالنسبة لسائق سيارة تبدو الدقة 2 m كافية لتدلّه أثناء تحرّكه في المدينة.

2. لا يتغيّر التواتر f للإشارة أثناء اختراق الجو ولكن طول الموجة λ يتغيّر. نعلم أن $\lambda = V/f$ ولكن f ثابت وعليه إذا تغيّرت السرعة v بالتناقص فإن طول الموجة λ تتناقص أيضا.

elbassair.net

القياس ودقة القياس في العلوم الفيزيائية

كل قياس لمقدار فيزيائي يترتب عنه ارتياب. هذا الإرتياب يتعلق بجهاز القياس، بطريقة القياس وكذلك بالمجرّب. لهذا يحاول المجرب أثناء القياس أن يستعمل مهارته لكي يكون الارتياب أصغر ما يمكن.

1. لمعرفة دقة القياس

• الارتياب المطلق : كل قياس x يكون مرفوقا بارتياب مطلق Δx (x تعتبر قيمة مقربة) بحيث نعتبر القيمة الحقيقية x_0 (مجهولة) تكون داخل مجال الشك $[(x - \Delta x) ، (x+ \Delta x)]$ أي أن : $(x- \Delta x) \leq x_0 \leq (x + \Delta x)$

مثال : نزن مسمارا بواسطة ميزان بتقريب 1dg فنجد :
$m = 4,3\ g$

القيمة الحقيقية (الصحيحة) لكتلة المسمار هي :

$$4,2\ g \leq m_0 \leq 4,4\ g$$

فنكتب : $m_0 = (4,3 \pm 0,1)\ g$

وهذا يعني أن مجال الشك : $[4,2\ g\ ,\ 4,4\ g]$.

• الارتياب النسبي : من أجل معرفة دقة القياس نعرف الارتياب النسبي $\frac{\Delta x}{x}$ الذي يعبر عن النسبة بين الارتياب المطلق ونتيجة القياس. كلما كان $\frac{\Delta x}{x}$ صغيرا كان القياس أدق.

مثال : إذا كان لدينا $m_1 = 4,3\ g$ مع $\Delta m_1 = 0,1\ g$، فإن :

$$\frac{\Delta m_1}{m_1} = \frac{0,1}{4,3} = 0,023$$ أي أن $\frac{\Delta m_1}{m_1} = 2,3\%$

إذا كان لدينا $m_2 = 7,6g$ مع $\Delta m_2 = 0,1\ g$ ، فإن :

$$\frac{\Delta m_2}{m_2} = \frac{0,1}{7,6}\ 0,013$$ أي أن $\frac{\Delta m_2}{m_2} = 1,3\%$

ومن هذا نستنتج أن الدقة على m_2 أحسن منها على m_1.

• الأرقام الدالة : تعبر أرقام الدالة عن الارتياب في نتيجة قياس مقدار. فهي الأرقام التي تختلف عن الرقم «0» وتكون موجودة على يسار العدد دون الأخذ بعين الاعتبار أس 10.

مثال : $0,042\ 0\ mm$ يحمل ثلاثة أرقام دالة، الصفران اللذان يقعان على اليسار ليس دالين.

وبواسطة الكتابة العلمية، نجد هذه النتيجة :
$0,042\ 0\ mm = 4,20 \times 10^{-2}\ mm$ التي تحتوي على ثلاثة أرقام كلها دالة.

1. دقة القياس انطلاقا من مجموعة قياسات

عندما نقيس نفس المقدار n مرات فإن هناك كيفية لتقدير دقة القياس منها:

• التقدير الأكثر مصداقية للقيمة x : إن القيمة الوسطية x لقيم تجريبية x_i تعتبر مبدئيا التقدير الأحسن الكلي للمقدار x. تعرف القيمة الوسطية للمقدار x من أجل عدد n من القياسات بالعبارة :

$$x = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

• تقدير معدل الثقة المعطى لـ x : يشكل حساب الفارق النمطي σ (الذي يرمز له σ_{n-1} أو σ على الآلة الحاسبة) تقديرا لتوزّع القيم التجريبية.

يعطى الفارق النمطي بالعبارة : $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - x_{moy})}{n-1}}$

إن القيمة الحقيقية لمقدار x تمتلك 95% من الحظوظ للانتماء للمجال : $[x - \frac{2\sigma}{\sqrt{n}} ; x + \frac{2\sigma}{\sqrt{n}}]$

مثال : خلال عملية المعايرة اللونية في القسم، حيث يوجد 18 فوجا (كل فوج يتكون من تلميذين) كل فوج يعين الحجم المسكوب عند التكافؤ، ثم بواسطة الآلة الحاسبة نجد :

$$V_{Emoy} = 12,17058\ mL$$
$$\sigma = 0,241970\ mL$$

إذًا : $\Delta V_E = 0,1\ mL$

بالتالي يكون الحجم المسكوب عند التكافؤ هو :

$$V_E = (12,2 \pm 0,1)\ mL$$

elbassair.net

استعمال جهاز قياس الناقلية

1. وصف الجهاز

تتشكل مجموعة قياس الناقلية من جزأين :

- خلية القياس
- جهاز قياس الناقلية



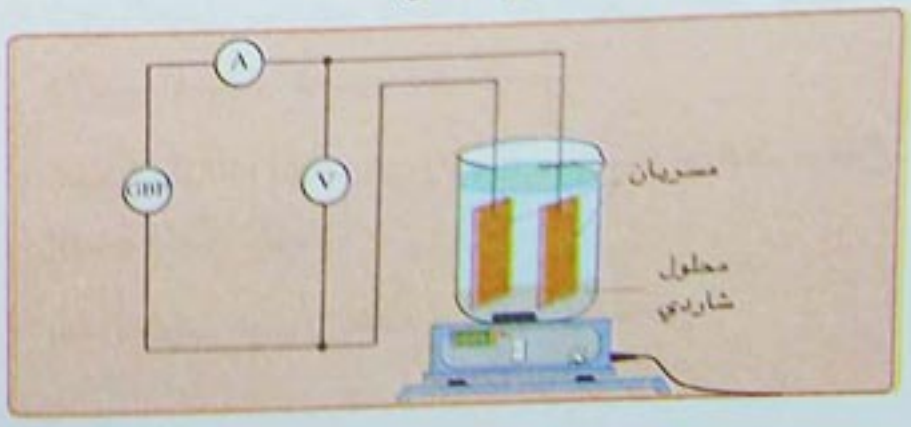
يعطي جهاز قياس الناقلية قيمة المقاومة R أو قيمة الناقلية G للجزء من المحلول المحصور بين صفيحتي الخلية.

2. خلية قياس الناقلية

- تتشكل من جسم زجاجي (أو من مادة بلاستيكية) يحتوي على صفيحتين متوازيتين ، لها نفس مساحة السطح s، البعد بينهما L.
- الخلايا التجارية تصنع من الحديد الصلب غير المتأثر أو من البلاتين وتكون مغطاة بأسود البلاتين (بلاتين مجزأ).
- يجب تنظيف الخلايا بعد الاستعمال بواسطة الماء المقطر كما يجب التعامل معها بحذر لأنها سهلة الانكسار.

3. تعليمات عامة

من اجل قياسات دقيقة يجب التقيد بعدة تعليمات :
قبل وبعد كل قياس تغسل الخلية بواسطة الماء المقطر ثم تجفف بواسطة ورق خاص ماص للماء.

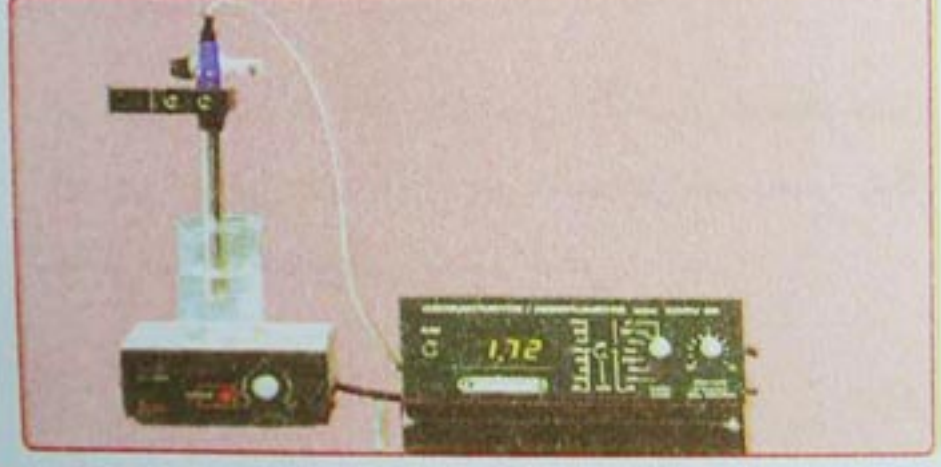


- عند القياس تغمس الخلية كليا في المحلول المدروس
- يرج المحلول المدروس بواسطة المخلاط المغناطيسي ويجب أن يكون حجم المحلول المستعمل كافيا حتى لا يصطدم القضيب المغناطيسي مع الخلية لهذا يستعمل بيشر ذات شكل عال. يتعلق قياس الناقلية والناقلية النوعية بدرجة الحرارة ولهذا يجب مقارنة قيم القياس عند نفس درجة الحرارة.

4. قياس الناقلية

بعض أجهزة قياس الناقلية تعطي مباشرة قيمة الناقلية كما يمكن أيضا استعمال خلية القياس المدروسة في منهاج السنة الثانية ثانوي.

- تحقق الدارة الموضحة في الشكل حيث تستعمل الخيارات في التيار المتناوب ، تغمس خلية القياس في المحلول المدروس ثم يطبق فرق كمون متناوب تواتره 500 Hz مع تثبيت فرق الكمون المنتج بين الصفيحتين في $U_{eff} = 1{,}00\ V$ يقاس I_{eff} .
- تعين قيمة الناقلية G بالعلاقة : $G = \frac{I_{eff}}{U_{eff}}$



5. قياس الناقلية النوعية

يستنتج قياس الناقلية النوعية σ من قياس الناقلية G بواسطة العلاقة $\sigma = K.G$ و K يسمى ثابت الخلية يطلب تعيينه.

- تغمس خلية القياس في محلول معاير E ناقليته النوعية σ_0 عند درجة الحرارة θ وتقاس الناقلية G_0.
- بعض أجهزة القياس المسماة ذاتية (autonome) تعطي مباشرة قيمة σ ثم يضبط الجهاز بحيث يعطي σ_0 عند درجة الحرارة θ فيكون الجهاز جاهزا للاستعمال

elbassair.net

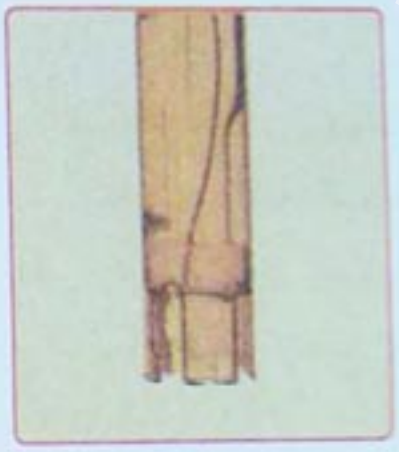
استعمال جهاز الـ pH - متر

1. مبدأ القياس

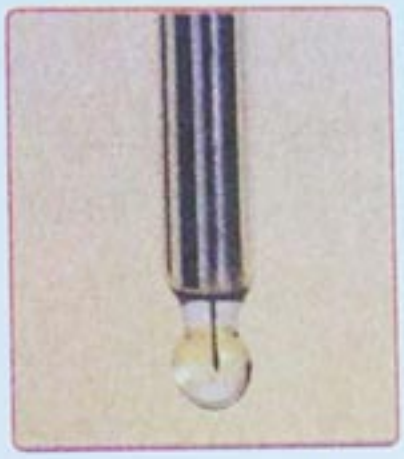
- جهاز الـ pH متر يقيس فرق الكمون بين مسريين مغموسين في محلول بحيث يكون للمسرى المرجعي كمونا ثابتا وللمسرى الزجاجي كمونا يتغير خطيا مع pH المحلول.

- يضخم فرق الكمون المقاس ثم تعطى مباشرة قيمة pH.

بعض الأجهزة تتشكل من مسبار يحتوي على مسريين (مسريان ملتحمان).



وثيقة 1. مسريان ملتحمان.



وثيقة 2. مسرى من الزجاج.

2. الاحتياطات والصيانة

- إن مسرى جهاز الـ pH متر سهل الانكسار (سمك غشاء المسرى الزجاجي 0,1 mm) يجب التعامل معه بحذر. يمكن حفظ مسرى القياس في محلول خاص.

- من أجل صيانة مسرى القياس :

نضع جهاز الـ pH متر في الوضعية «انتظار».

نضع بيشرا تحت المسبار، يغسل المسبار بواسطة الماء المقطر، ثم يجفف بواسطة ورق الترشيح.

3. معايرة جهاز الـ pH متر

نستعمل محلولين مناسبين (محاليل معايرة) :

الأول له pH = 4 و pH = 7 بالنسبة للمحاليل الحمضية والثاني له pH = 7 و pH =10 بالنسبة للمحاليل الأساسية.

نحقق عملية المعايرة (في وسط حمضي) كالتالي :

- نخرج المسبار من المحلول الخاص (الحافظ) ثم نجففه.
- نغمس مسبار القياس في المحلول الذي له pH = 4.
- نختار الوضعية « قياس » في جهاز الـ pH متر ثم نقرأ قيمة pH على الشاشة. نعيد بواسطة زر « المعايرة » القيمة إلى 4.
- ننظف المسبار.
- نغمس مسبار القياس في المحلول ذي pH =7 .
- نختار الوضعية « قياس » ثم نقرأ قيمة pH على الشاشة ثم بواسطة الزر « درجة الحرارة » نعيد قيمة pH إلى 7.
- ننظف المسبار
- نغمس المسبار في المحلول ذي pH = 4. تختار جهاز الـ pH متر في الوضعية « قياس » ثم نتحقق من أن القيمة المقاسة 4. إذا كان الجهاز لا يشير على الشاشة إلى 4 نعيد عملية المعايرة.
- في الأخير ننظف المسبار ثم نغمسه في المحلول الخاص (الحافظ).

ملاحظة :

إن تسمية الأزرار تختلف من جهاز إلى آخر ولكن مبدأ المعايرة لا تتغير لهذا يجب متابعة التوصيات التي يقدمها الأستاذ.

4. قياس pH محلول

القياس يكون دوما بعد معايرة الجهاز.

- نخرج المسبار من المحلول الخاص ثم نقوم بتنظيفه.
- نغمس المسبار في المحلول الذي نريد قياس pH له.
- نرج المحلول بواسطة مخلاط مغناطيسي بحذر بحيث لا يلامس المسبار القضيب المغناطيسي.
- نضع جهاز الـ pH متر في وضعية « قياس » ثم ننتظر استقرار القيمة المشار إليها.
- بعد تنظيف المسبار نضعه في المحلول الخاص.

ملاحظة

عند إجراء عدة قياسات متتالية يمكن وضع المسبار في الماء المقطر بين قياسين متتاليين.

elbassair.net

التحليل البعدي

1. التحليل البعدي

إن التحليل البعدي هو مجال الفيزياء (المحدد) الذي يهتم بوحدات المقادير.
هذه الوحدات تجعل كل معادلة فيزيائية مقبولة ومتجانسة.

- يكون المقدران A و B متجانسة إذا وجد عدد حقيقي α بحيث : $A = \alpha B$. إذا نقول إن A وB يمتلكان نفس الوحدات.
يرمز لوحدة المقدار بين معلاقين (crochet).
- إجراء التحليل البعدي لعلاقة يتمثل في التعويض، العلاقة بالحروف التي ترمز للمقدار ببعد المقدار.
- تخضع أبعاد المقادير لقواعد الحساب التالية :
  - نتحصل على بعد مقدار إنطلاقا من العلاقات بين قيم هذه المقادير (سلمية) ؛
  - يجب أن يكون لحدّي المساواة البعد نفسه ؛
  - جمع حدين أو طرح حدّين له بعد الحدين نفسه ؛
  - بعد جداء (كسر) هو جداء (كسر) الأبعاد ؛
  - المقدار المساو لقسمة مقدارين لهما نفس البعد لا تمتلك بعدا (مثال، الكثافة لا وحدة لها).

مثال :

بعد المقدار «قوة» هو :

نبحث عن علاقة معروفة تحتوي على المقدار «قوة».

$$Ec_2 - Ec_1 = W_{AB}(\vec{F}) = F \times AB$$

وبما أن $[F \times AB] = [F] \times [AB]$

فإن $[F] = \frac{[Ec]}{[AB]}$

نجد أبعاد مكونات العلاقة : $Ec = \frac{1}{2} mv^2$

حيث : $[v] = \frac{[L]}{[T]} = [L] \times [T]^{-1}$

وبما أن : $[mv^2] = [M] \times [L]^2 \times [T]^{-2}$

و : $[AB] = [L]$

نجد بعد مقدار قوة F : $[F] = [M] \times [L] \times [T]^{-2}$

2. التحليل البعدي ووحدة مقدار

تمتلك جميع المقادير بعدًا ووحدة.

تمتلك وحدات المقادير الهامة في النظام الدولي اسمًا يعبّر عن المقادير الأخرى بدلالة أسماء هذه الوحدات.

يسمح التحليل البعدي من تعيين وحدة المقادير كما يمكن أن تُعطى الوحدة لمقدار لا وحدة له، مثال ذلك وحدة الزاوية في النظام SI هي الراديان.

مثال : وحدة ثابت المرونة للنابض.

نبحث عن العلاقة (الأسهل) التي تحتوي على المقدار ثابت المرونة : $F = k \cdot x$

نكتب معادلة الأبعاد : $[F] = [k] \times [x]$ إذا $[k] = \frac{[F]}{[x]}$

الوحدة الاعتيادية لـ k هي إذًا النيوتن على متر التي رمزها $N.m^{-1}$.

إذا استخدمنا $[F] = [m] \times [L] \times [T]^{-2}$ و $[x] = [L]$

يمكن أن نجد عبارة أخرى لوحدة k : $[k] = [m] \times [T]^{-2}$

عبارة أخرى لوحدة k هي الكيلوغرام على مربع الثانية الذي رمزه $kg.s^{-2}$.

3. استعمال التحليل البعدي

التحقق من تجانس علاقة :

يكون لحدّين متساوتين نفس البعد. وعليه نحقق تجانس العلاقة بالبحث عن بعد كل حدّ من المساواة.

مثال : أثبت أن العلاقة $\tau = RC$ متجانسة.

لدينا : $[\tau] = [T]$

وعليه يجب أن نثبت أن الحدّ [RC] متجانس مع الزمن، أي : $[RC] = [T]$.

لدينا : $R = \frac{U}{I}$ وعليه $[R] = \frac{[U]}{[I]}$.

وكذلك : $q = CU$ ومنه $[C] = \frac{[q]}{[U]}$.

نحصل على : $[RC] = [R] \times [C] = \frac{[U]}{[I]} \times \frac{[q]}{[U]} = \frac{[q]}{[I]}$

وبما أن : $I = \frac{dq}{dt}$ إذا $[I] = \frac{[q]}{[T]}$ ومنه : $\frac{[q]}{[I]} = [T]$

فإن : $[RC] = [T]$

elbassair.net

عمليات على الأشعة

1. الانشاء البياني

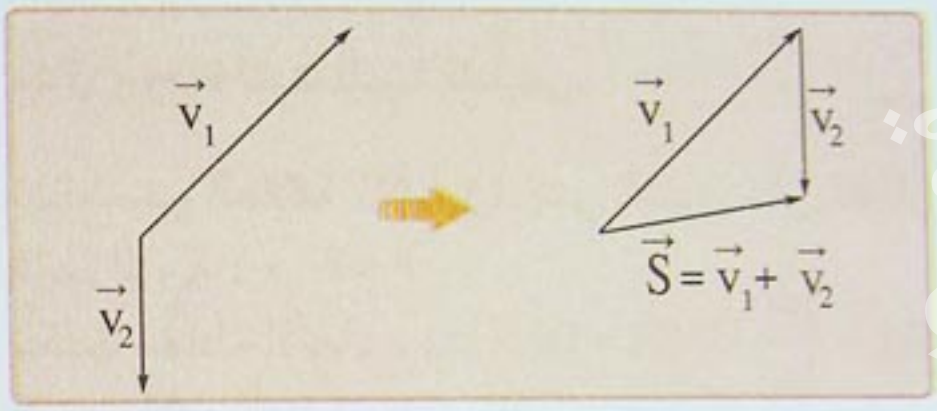
• انشاء مجموع شعاعين :

لانشاء الشعاع $\vec{S} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$.

نختار سلَما ونمثل $\vec{v}_1$، ونمثل $\vec{v}_2$ في نهاية $\vec{v}_1$.

نحصل على الشعاع المجموع $\vec{S}$ بوصل مبدأ $\vec{v}_1$ بنهاية $\vec{v}_2$.

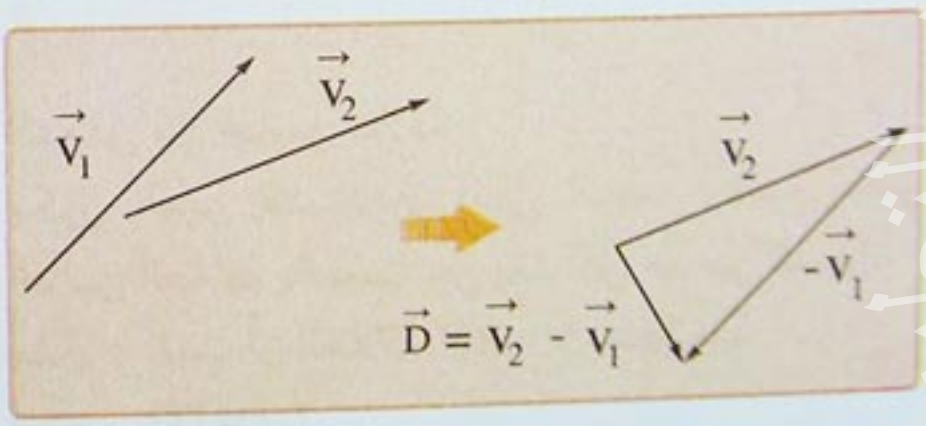
مثال : مجموع شعاعين



• انشاء فارق شعاعين :

لانشاء الشعاع $\vec{D} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$. نختار سلَما ونمثل $\vec{v}_2$. نمثل $-\vec{v}_1$ في نهاية الشعاع $\vec{v}_2$. نحصل على الشعاع الفرق $\vec{D}$ بوصل مبدأ $\vec{v}_2$ بنهاية $-\vec{v}_1$.

مثال : فارق بين شعاعي السرعة.



2. إحداثيات الشعاع

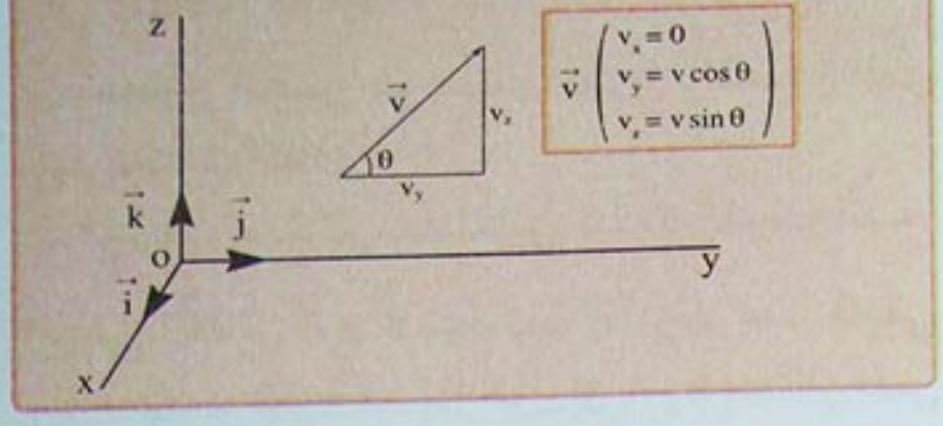
تعرّف إحداثيات شعاع $\vec{v}$ في معلم متعامد $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ بـ : $\vec{v} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}$

• نحصل على إحداثيات الشعاع :

- إمّا باستنتاج الفرق بين نهاية وبداية إحداثيات الشعاع.

- أو باستخدام الزاوية θ وطويلة الشعاع.

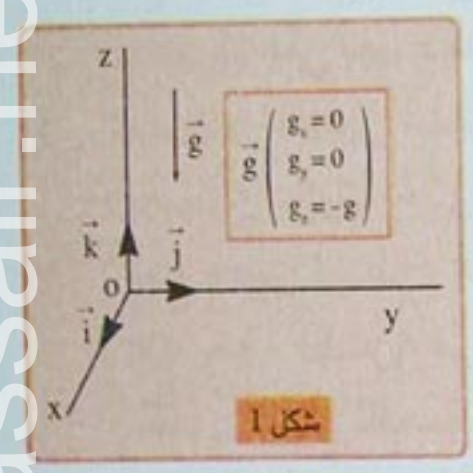
يوجد الشعاع $\vec{v}$ في مستوي (Oyz)

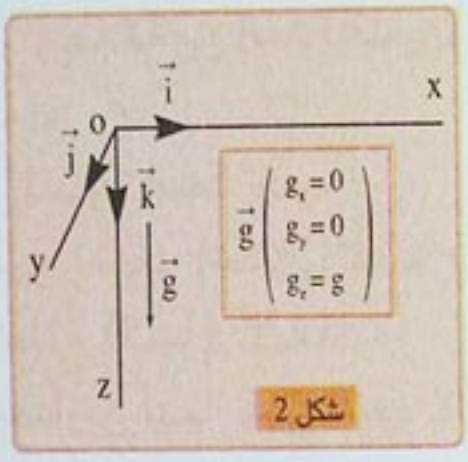


مثال : الشعاع $\vec{g}$.

المحور الناظمي موجّه نحو الأعلى. الشعاعان $\vec{g}$ و $\vec{k}$ في جهة واحدة واتجاهين متعاكسين (شكل 1).

المحور الناظمي موجّه نحو الأسفل. الشعاعان $\vec{g}$ و $\vec{k}$ في جهة واحدة وباتجاه واحد (شكل 2).





3. الشعاع المشتق

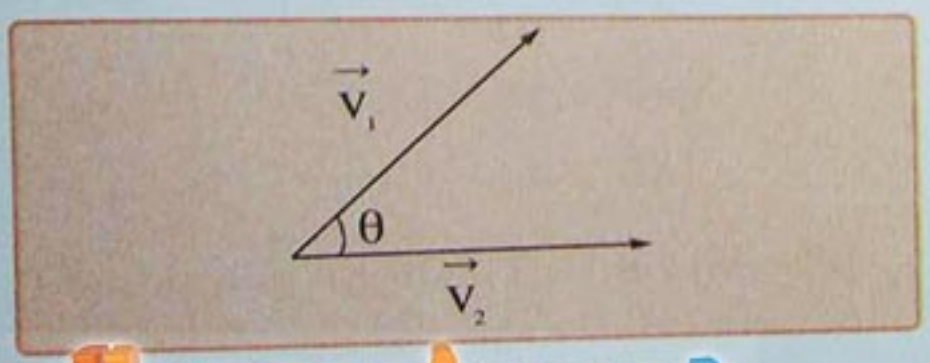
الشعاع المشتق للشعاع $\overrightarrow{AB}$ هو الشعاع الذي تكون فيه إحداثياته هي مشتقات إحداثيات الشعاع $\overrightarrow{AB}$.

إذا كان : $\overrightarrow{AB} = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}$

يكون إذًا : $\frac{d\overrightarrow{AB}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k}$

4. الجداء السلمي لشعاعين

$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = \|\vec{v}_1\| \cdot \|\vec{v}_2\| \cos\theta$



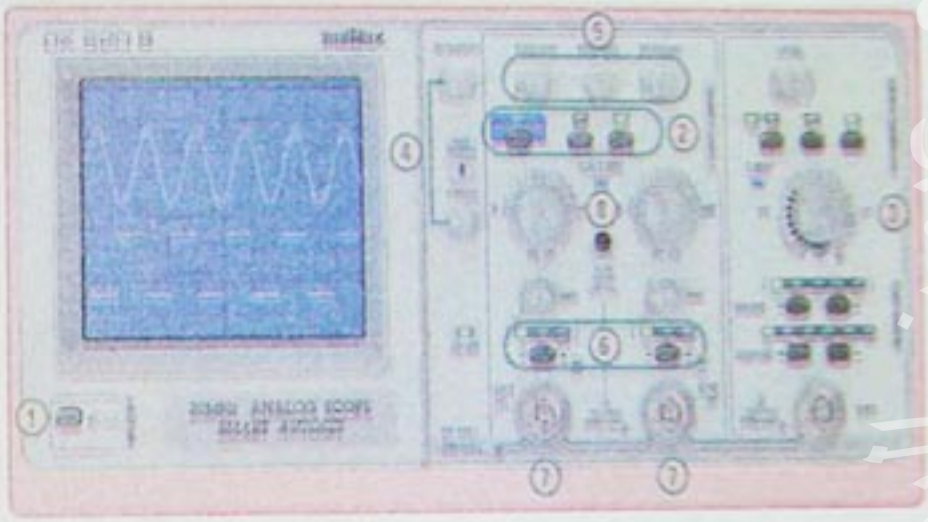
elbassair.net

راسم الاهتزاز المهبطي

1. تشغيل راسم الاهتزاز المهبطي

جهاز قياس يستخدم لمشاهدة إشارة كهربائية غالبا ما تكون صغيرة خلال الزمن، وهو عبارة عن فولطمتر مطوّر لأنه يقيس فرق الكمون (التوتر) بين نقطتين من الدارة ويسمح بمشاهدة هذا التوتر، وقياس مقادير مثل السعة أو دور هذا التوتر.

2. تشغيل راسم الاهتزاز المهبطي



① ضع الجهاز تحت التوتر بمساعدة قاطعة (كهربائية) سير/توقف.

② اختر عدد الطرق (الخطوط) : واحدة بالضغط على الزر Ch1 أو طريقين (خطين) بالضغط على الزر Dual.

③ أضبط الحساسية أفقيا (مبدأ الزمن أو أيضا مدة المسح) في قيمة متوسطة بعد التحقق من أن مقود الضبط المستمر (VAR) هو في مصدمة على اليسار.

④ أضبط الإضاءة (الزر INTENS) ودقة التخطيط (الزر FOCUS).

⑤ أضبط المخطط في وسط الشاشة على محور OV بمساعدة زر الموضع.

⑥ أضبط المنتق على DC (توتر كامل) أو AC (توتر متناوب وحيد) أو على العموم، نضع المنتق 6 في الوضعية DC من أجل دراسة التوتر المتغير.

3. القياس بواسطة راسم الاهتزاز المهبطي

- عرض و قياس توتر:

⑦ طبق التوتر المدروس على أحد المداخل، المسمى طرق (خطوط).

⑧ اختار الحساسية العمودية و اضبط الحساسية الأفقية ③ حتى يأخذ المنحنى أبعادا جيدة على الشاشة.

- قياس مدة أو دور:

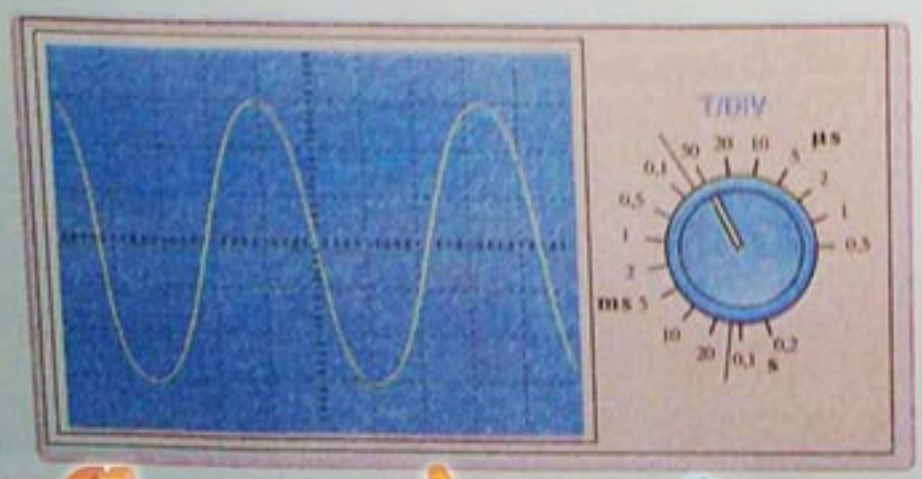
- اضبط الحساسية الأفقية حيث لا يتم مشاهدة سوى دور واحد أو دورين على الشاشة.

- أحسب من الشاشة عدد الانقسامات N المطابقة للدور T للمنحنى. حدد من أجل ذلك سبيلين متتالين للبقعة spot من أجل نفس القيمة و في نفس الاتجاه.

- أحسب الدور بأخذ بعين الاعتبار قيمة k للحساسية الأفقية بـ (s/div).

مثال: الحساسية الأفقية هي 50 ms/div. نحسب 4,2 انقسام من أجل 2 دور، حيث :

$$T = 50 \times 10^{-6} \times 4,2 = 2,1\ 10^{-4}\ s$$



elbassair.net

المعادلات التفاضلية - الحل التحليلي

الجانب الرياضي : $y = f(x)$	
الحل	المعادلة التفاضلية
$y(x) = ax + C$	$y' = a$
$y(x) = \frac{1}{2}ax^2 + bx + C$	$y' = ax + b$
$y(x) = C \cdot e^{ax}$	$y' = a + y(x)$
$y(x) = C \cdot e^{ax} - \frac{b}{a}$	$y' = ay(x) + b$
$y(x) = C_1 \cos(\sqrt{a}x + C_2)$	$y'' + ay(x) = 0$ $a > 0$

الجانب الفيزيائي : المتغير هو الزمن	
الحل	المعادلة التفاضلية
$v_z(t) = gt + c$ $v_z(t) = gt + v_0$	سقوط حر بسرعة ابتدائية شاقولية والمحور موجه نحو الأسفل : $\frac{dv_z}{dt} = g$
$z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_z(0)t + C$ $z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_z(0)t + z_0$	سقوط حر بسرعة ابتدائية شاقولية والمحور موجه نحو الأعلى : $\frac{dv_z}{dt} = -g + v_z(0)$
$N(t) = C\, e^{-\lambda t}$ $N(t) = N_0\, e^{-\lambda t}$	التناقص الاشعاعي $\frac{dN}{dt} = -\lambda N(t)$
$u(t) = C\, e^{-t/RC} + E$ $u(t) = E(1 - e^{-t/RC})$	ظاهرة شحن مكثفة $\frac{du}{dt} = -\frac{1}{RC}u(t) + \frac{E}{RC}$
$x(t) = C_1 \cos(\sqrt{\frac{k}{m}}t + C_2)$ $x(t) = x_{max} \cos(\sqrt{\frac{k}{m}}t + \varphi)$ مع $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	اهتزاز الجملة (جسم + نابض) $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x(t) = 0$

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

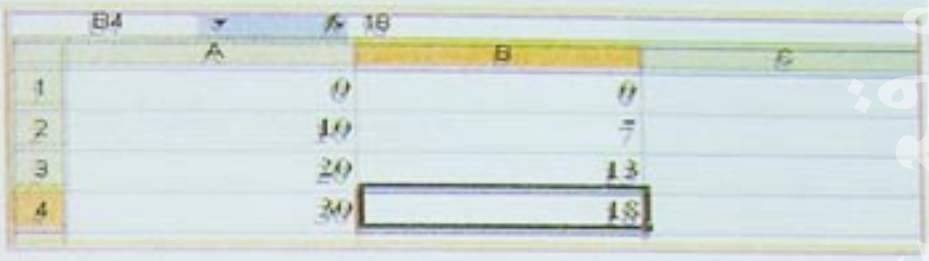
استعمال البرمجية EXCEL

1. تقديم

البرمجية Microsoft Excel هو مجدول يسمح باحداث جداول، معالجة معطيات، وانشاء تخطيطات تتناسب مع مادة العلوم الفيزيائية.

عند فتح البرنامج تظهر على الشاشة ورقة حساب مكوّنة من خطوط وأعمدة تشكل الخلايا.

تُعلَم كل خليّة بوضعها بالنسبة للخطوط والأعمدة.



مثال : الرقم 18 موجود في الخلية B4.

2. الحساب داخل المجدول

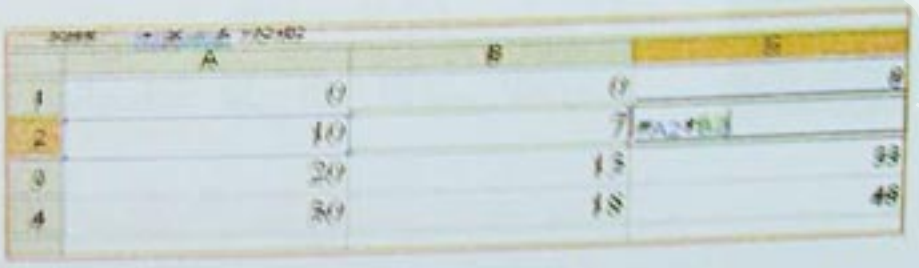
يحتوي هذا المجدول على عدّة دوال رياضية مبرمجة مسبقًا.

مثال حساب بسيط.

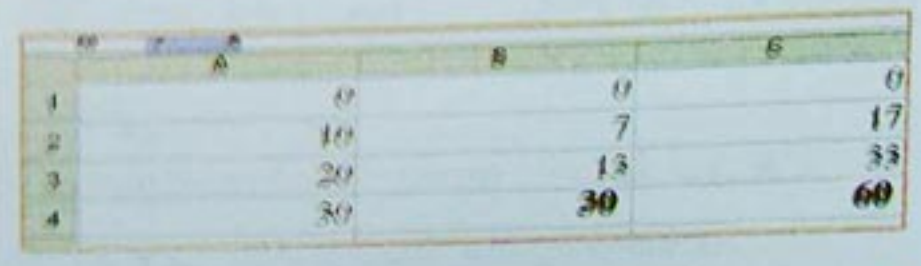
أ. في الخلية المختارة نكتب علاقة تبدأ دائما بالاشارة « = » مثل «A1+B1=».

ب. تظهر نتيجة العملية داخل الخلية B4 «A1+B1=» بالضغط على الزر Entrée ، وتعوض بـ : 0 .

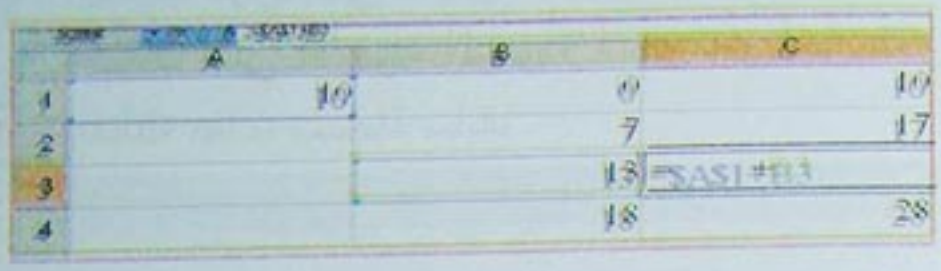
ج. عندما ننسخ علاقة في خط أو عمود، تتغيّر العناوين في هذه العلاقة أوتوماتيكيا.



د. تتغير النتيجة أوتوماتيكيا إذا تمّ تغيير محتوى الخلايا.



هـ. استعمال الرّمز $ يسمح بتثبيت عنوان في علاقة عند النسخ. إنّ هذا الاستخدام يكون نافعا عندما نحقق خلايا بثابت.



وهكذا في الخلية C3 ،«A1» هي عنوان مطلق وB3 عنوان نسبي.

3. التخطيطات

يسمح المجدول بتمثيل المعطيات العددية على شكل بياني.

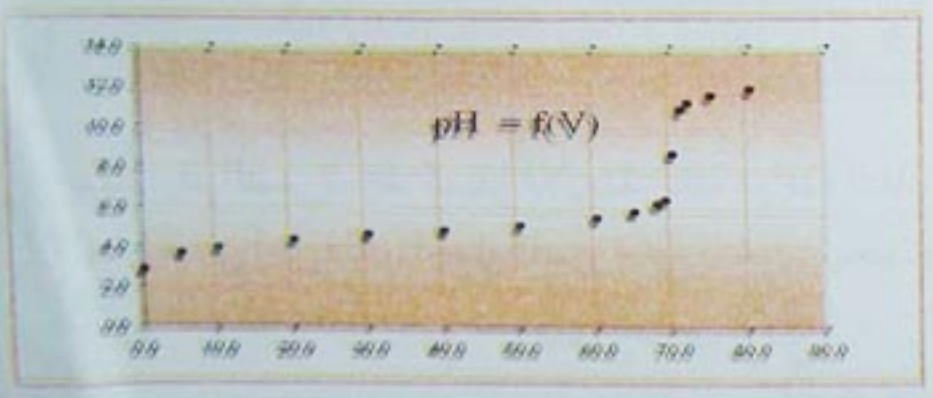
ننقر على أداة التخطيط من شريط الأدوات القياسي ثم نختار في كل مرة الاقتراحات.

مثال : نريد تمثيل pH بدلالة V بيانيًا.

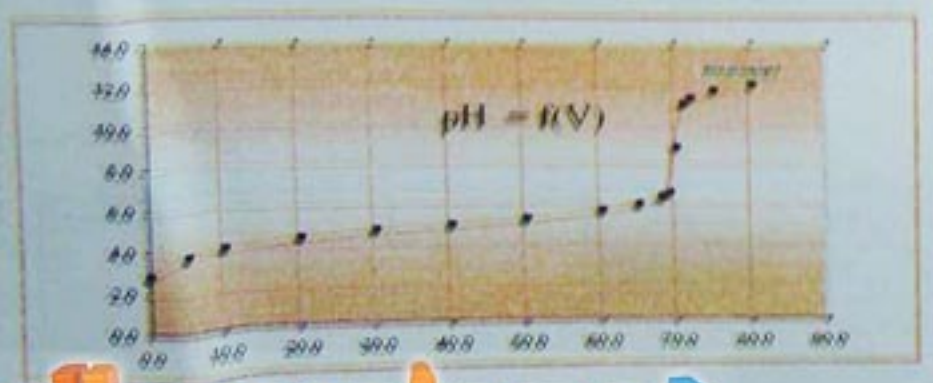
أ. نختار المنطقة التي يُراد تمثيلها.



ب. نختار نمطا للتمثيل (هنا مجموعة من النقاط)



جـ. نحصل على البيان.

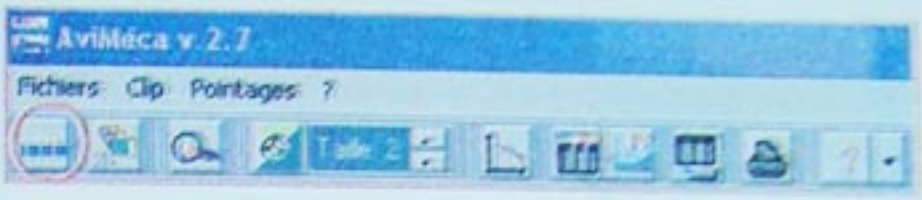


elbassair.net

1. فتح البرمجية Aviméca



- الضغط مرتين على الأيقونة Aviméca
- اضغط على الأيقونة الموجودة أسفل من أجل فتح (clip vidéo) مسجلة سابقا.



- تظهر نافذة تدعى : «ouverture d'un clip vidéo». حدد الملف ونفذ.
- من أجل عمل «clip»، إضغط على الأيقونة المشار إليها في الأسفل (موجود تحت نافذة أساسية).



2. حدد مبدأ الأزمنة

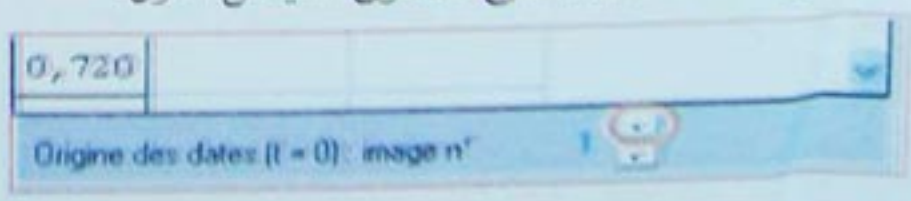
- عد إلى الصورة الأولى في مجموعة (clip).



- حدد الجزء من المجموعة (clip) ابتداءا من مبدإ حركة الجسم وهذا بإظهار صور متعاقبة واحدة تلو الأخرى.



- التقط رقم الصورة، خذ كمبدإ للأزمنة لحظة موافقة لتلك الصورة. من أجل ذلك، اجعل الصور تأتي متعاقبة بحيث تكون اللحظة 0,0 s على مستوى القياس الأول.

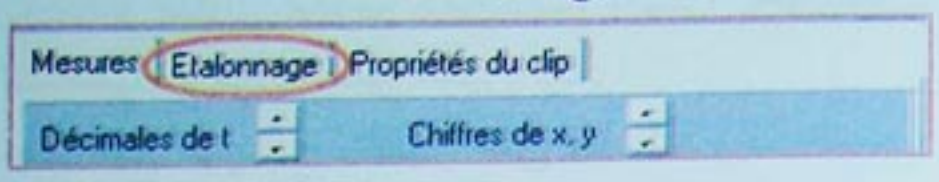


نتحصل على :

t (s)	x (m)	y (m)
0,000		
0,040		

3. معايرة الصورة

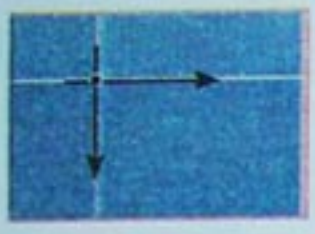
- اضغط على مفتاح (زر) Etalonnage



- حدد زر المبدإ «Origine» والجهة «sens» من أجل تحديد المعلم.



- ضع المعلم على الصورة.

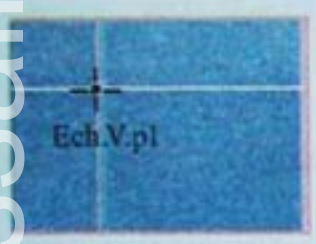


- عليك بتحديد السلالم.

حدد الزر Echelle verticale



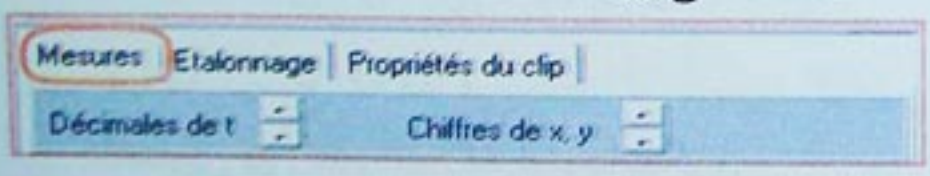
- ضع على الصورة النقطة الأولى.
- حدد الخانة 2ème point وضع النقطة الثانية على الصورة.



- أدخل البعد بين نقطتين (بالمتر) داخل مجال مناسب.

4. القياسات

- اضغط على زر Mesures :

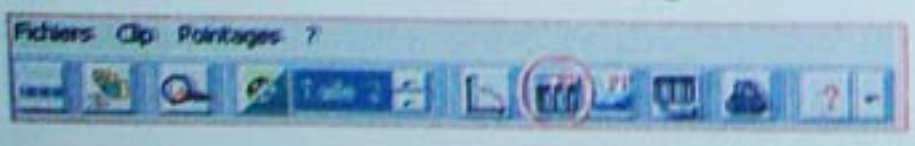




- ضع مؤشر الفأرة والتقط موضع الجسم بالضغط على الزر الأيسر للفأرة.

5. إصدار النتائج نحو synchronie

- اضغط على الزر presse-papier



- تظهر نافذة اسمها mesures>>>Presse papier . اضغط فوق OK.
- اخرج من نظام برمجية إعلامية Aviméca.

elbassair.net

استعمال الحبكة الإعلامية Régressi

1. تحويل المعلومات

من أجل نقل معلومات المتحصل عليها من حبكة إعلامية ذات بطاقة مكتسبات، اختر من قائمة الاختيارات EDITION، الأمر «coller page » .

2. المقادير

من أجل مشاهدة نافذة «grandeurs»، اضغط على الأيقونة أو من قائمة الاختيارات «Fenêtre» ، أختر «Grandeurs» .

3. البيان

- من أجل مشاهدة البيان، اضغط على الأيقونة Graphe أو من قائمة الاختيارات «Fenêtre» ، اختر «graphe» ، تظهر نافذة «graphe» مع محاور ونقاط البيان .

- من أجل تغيير المقادير المحمولة على المحاور، اضغط على الأيقونة («coordonnées» « x,y»).

أخترالمقادير للمحاور وأحذف عند الضرورة السلم معطل «échelle bloquée» .

نفذ علبة الحوار (مفتاح «OK»)

4. إنشاء دالة

- داخل النافذة «grandeurs»، اضغط على الأيقونة Ajouter («créer grandeur») علبة الحوار «création d'une grandeur» تظهر.

- حدد «type de grandeur» المختار (مقدار حسابي، أو مشتق، أو ...)

- سجل ، ضروريا ، الرمز ، الوحدة ثم عبارة الدالة.

- نفذ علبة الحوار (الزر «OK»)

5. لنمذجة (أو تعديل منحنى رياضي)

- اضغط على الأيقونة («modéliser») عندما تكون في نافذة «graphe»)

تفتح نافذة على يسار البيان مع إطار « expression du modèle» والآخر «résultats de la modélisation»

- بامكاننا أيضا :

إما تسجيل عبارة النمذجة داخل الخانة « expression du modèle» أو الضغط على الأيقونة «modèle prédéfini» ثم حدد شكل البيان الموافق ونفذ النمذجة بزر «OK».

يرسم البيان وتظهر قيم في «résultats de la modélisation».

ملاحظة هامة :

من أجل نمذجة سحابة النقاط لدالة جيبية، إذا كان المتغير محمولا على محور الفواصل يدعى x، يجب علينا إجباريا كتابة الدالة على شكل :

«a + b* sin (2*π*x / T + φ)». بامكاننا كذلك اختيار «sinusoide pure» في داخل النماذج prédéfinis التي تؤدي إلى نفس العبارة.

6. الحصول على إحداثيات نقطة

ننقل المؤشر بواسطة الفأرة داخل النافذة «graphe»، نقرأ في الأسفل وعلى اليسار إحداثيات النقطة المختارة.

elbassair.net

الحد المشترك بين جهازين Lab Pro

Lab Pro، حد مشترك متعدد في استقبال المعلومات وسهل الاستعمال.



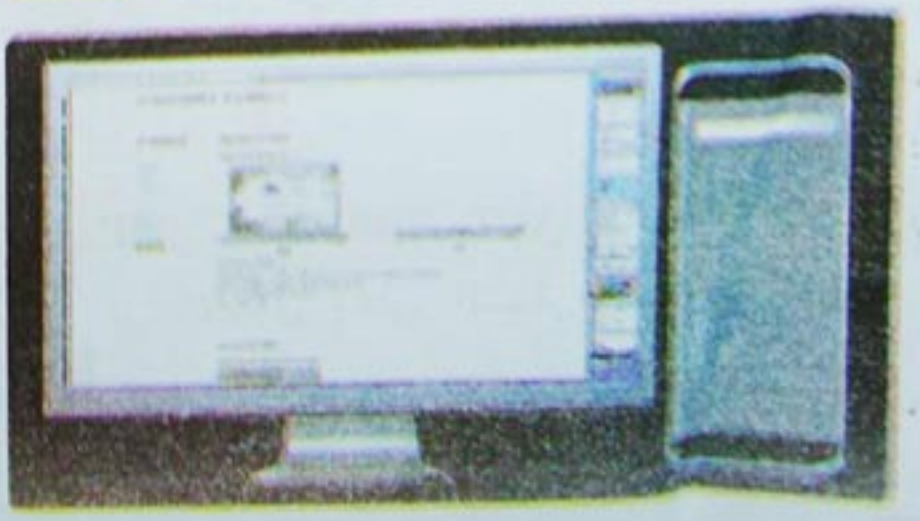
- متعدّد وقوي : يتأقلم مع شروط مختلفة وذلك بربطه مع مختلف اللواقط (capteurs) وعدة وسائل في الإعلام الآلي.
- محمول : يمكن استعماله في أي مكان، في المخبر، في حجرة الدارسة أو خارج المؤسسة.
- سهل وسريع الاستعمال من أجل قياسات حيث يربط إلى لاقط (محساس) ثم إلى الحاسوب مع تشغيل برنامج القياس.

1. تشغيل الحد المشترك إلى



أ. بآلة حاسبة بيانية : نظام القياس ، سهل الاستعمال ومن أجل تجارب في القسم، جهاز الإسقاط للآلة يمكن من الرؤية الجيدة ومتابعة التجربة.

ب. بالحاسوب :



يكفي ربط اللاقط ، الحد المشترك والحاسوب مع بعضها البعض ثم تشغيل البرنامج Lab Pro الذي يقوم بتسجيل القياسات وتحليلها. في بعض الأحيان نستعمل ملفا محضرا مسبقا لهذا الغرض : عند تحضير الملف نشغل البرنامج فهو يتعرف مباشرة عن اللاقط، نختار وسائط القياس. نضغط على الزر «قياس» من أجل عملية القياس.



ج. بالمنظم PalmOs : يثبت المنظم على الحد المشترك بواسطة علبة صغيرة يمكن أخذهم باليد. يتم التحكم في المجموعة بالبرمجية Data Pro.

تتم معالجة القياسات بالبرمجية Data Pro و/أو تحول إلى Logger Pro على الحاسوب.

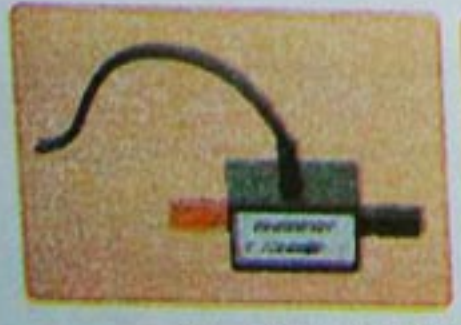
2. اللواقط (capteurs)

Lab Pro يقيس التواترات الكهربائية في مدخله التماثلي (entrée analogique) ويمكن لأي لاقط أن يعطي توترا كهربائيا وأن يُستعمل مع Lab Pro.

توجد 40 لاقط مقترحة وتتماشى مع Lab Pro كما يمكن أيضا استعمالها مع أي نظام قادر على قياس التواترات الكهربائية.



لاقط pH



لاقط التيار الكهربائي

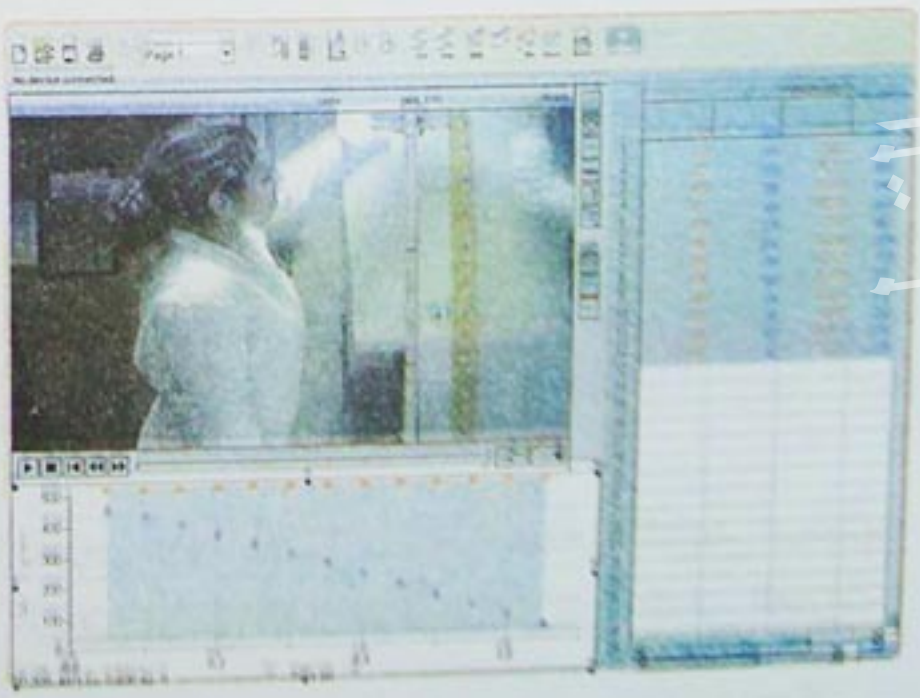
elbassair.net

البرنامج Logger Pro يسمح بالعمل على الفيديو، بقياسات لحظية حقيقية بالتزاوج مع الحد المشترك Lab Pro، بتحليل قياسات بواسطة مجدول-مخطط قوي «tableur-grapheur»، بمزامنة القياسات مع الفيديو وفي الأخير بإنشاء وثائق حيث تضاف معلومات وصور...

1. استغلال فيديو تجربة

من أجل دراسة حركة حقيقية تسمح وسيلة تحليل الفيديو بتمثيل بيان من خلال جدول لمعطيات حركة مسجلة على فيلم.

في قائمة الاختيارات Insérer نختار Film ثم ننتقي الفيلم الذي نريد إضافته. إن مميزات الفيلم تتعلق بـ Clips vidéo(Avi) ومدتها بـ Quick Time (mov). إضافة إلى الفيديو الخاص يمكن إستعمال أي صورة متواجدة في الملف Expérience .



2. تحويل أو إنشاء معطيات

Logger Pro يسمح بأخذ معطيات من نص ، من مجدول (excel)، من آلة حاسبة ، من منظم PalmOs أو من البرنامج Lab Pro.

من أجل هذا نختار في القائمة Fichier ثم نأخذ المنبع يكون العكس صحيحا، أيضا استعمال copier-coller فقط.

يمكن انشاء عمود محضّر مسبقا بانتقاء Données ثم اختيار Nouvelle colonne manuelle أو Nouvelle colonne calculée.

إذا كان الحد المشترك Lab Pro موصول بواسطة سلك أو USB إلى Logger Pro، بعد ضبط زر Lab Pro واختيار وسائط اللاقط، يمكن بدء عملية القياس باستعمال الزر Mesure.

3. تحليل نتائج تجربة

خلال القياس او تحويل معطيات ، يرسم البيان تلقائيا. يمكن إضافة بيانات أخرى انطلاقا من Insérer ثم من Graphes supplémentaires. يمكن أن تعدل البيانات باختيار وسائط مناسبة : مثل الضغط على الجهة اليمنى للفأرة على البيان المرغوب فيه او استعمال Options graphe et colonne.

طريقة العمل : عند الضغط على الزر تظهر وسائل التحليل فيديو على الجهة اليمنى للفليم كما يظهر أيضا بيان حيث تمثل الإحداثيات x و y بدلالة الزمن. يمكن تغيير وضع البيان حيث نريد.

اختيار السلم.

تحديد نقطة كمبدإ.

اختيار النقطة المتحركة بواسطة الفأرة حيث الزالقة تأخذ شكل صليب. عند الضغط على زر الفأرة تظهر إشارةعلى الشاشة حيث الفيلم يتقدم بصورة واحدة.

من أجل نقاط نشيطة وأعمدة x و y في الجدول لا يمكن أن نتعدى جملة ثلاث نقاط.

elbassair.net

الفيزياء

أ اتزان	Equilibre	حالة خاصة يكون عليها الجسم أثناء حركته.
اتزان حرج	Equilibre critique	اتزان غير دائم (مركز العطالة فوق محور الدوران).
اثارة (تحريض)	Excitation	تنتج الاثارة عن مصدر، مثلا مولد كهربائي، أو مصدر صوتي، أو إشارة كهروميغناطيسية.
ازاحة خطية	Déplacement	المسافة التي تبعد عن وضع اتزان الجسم.
ازاحة زاويـــة	Déplacement angulaire	الزاوية التي يزاح فيها الجسم عن وضع الاتزان.
استجابة	Réponse	استجابة الدارة للإثارة مثلا.
استطالة	Allongement	الفرق بين طول النابض في لحظة معينة وطوله الأصلي.
استقرار	Stabilité	حالة خاصة في الاتزان (مركز العطالة تحت محور الدوران.
اضطراب	Perturbation	تشوه يحدث في وسط مرن.
أمواج (انظر موجة)	Ondes	ظاهرة تحدث في الأوساط المرنة عند تعرّضها للاضطراب.
أمواج كهرو مغناطيسية	Ondes électromagnétiques	أمواج ناتجة عن تركيب حقل كهربائي مع حقل مغناطيسي.
انتشار	Propagation	خاصية للأمواج.
انتشار الصوت	Propagation du son	انتقال الصوت من منطقة لأخرى.
انضغاط	Compression	يحدث مثلا عندما تتقارب حلقات النابض ببعضها البعض أو في الغازات أو تراص جزيئات في الغازات.
انعكاس	Reflexion	عندما تصطدم موجة واردة في وسط مرن فإنها تنعكس.
اهتزازات خطية	Vibrations linéaires	في هذه الحالة تبقى سعة الحركة ثابتة.
اهتزازات غير متخامدة	Vibrations non amorties	تكون السعة في هذه الحالة ثابتة.

elbassair.net
موقع عبون البصائر التعليمي

اهتزازات قسرية (مفروضة)	Vibrations forcées	الاهتزازات التي يتعرض لها الجسم المهتز من مصدر خارجي وتؤثر على سعة اهتزازاته.
اهتزازات متخامدة	Vibrations amorties	عند وجود مخمّد تتعرض سعة الجسم المهتز للتناقص.
ب بطن	Ventre	النقاط التي تهتز بسعة عظمى عند انتشار إشارة.
ت ظاهرة دوبلر	Effet Doppler	ظاهرة تحدث عند وجود تواترين مختلفين.
تبدد الطاقة	Dissipation de l'énergie	يحدث أثناء التبادلات الطاقوية.
تداخل	Interférence	ظاهرة تحدث عند التقاء موجتين.
تضمين	Modulation	عملية تسمح بنقل الأمواج الكهرومغناطيسية حتى يمكن التقاطها.
ح حركة موجية	Mouvement ondulatoire	ظاهرة تحدث عند وجود موجة.
ر رنين	Résonance	يحدث عندما يكون تواتر الجملة المنتجة للإشارة مساويا لتواتر الجملة المجاوبة.
ط طول الموجة	Longueur d'onde	هو الدور المكاني التي تقطعها الموجة خلال دور لانتشار موجة.
ع عابر (انتقالي)	Transitoire	تمر الظاهرة بمرحلة عابرة حتى تبلغ نهاية محددة.
عقدة	Nœud	نقاط على طول الحبل تكون دوما ساكنة.
ق قانون التراكب	Principe de superposition	عندما تتم إضافة موجتين لبعضها البعض نطبق قانون التراكب لايجاد المحصلة.
م ميكروفون	Microphone	جهاز لاستقبال الصوت.
مرسل	Emetteur	جهاز ارسال الاشارات.
مستقبل	Récepteur	جهاز لاستقبال الاشارات.
معامل الجودة	Coefficient de qualité	معامل يعبر عن درجة جودة ظاهرة معينة عند تغير حالتها.

elbassair.net

			يستقبلها.
	منبع	Source	المصدر الذي تنطلق منه الأمواج.
	موجة طولية	Onde longitudinale	كل موجة تكون سرعة انتشار مماسية لاتجاه انتقال الطاقة.
	موجة عرضية	Onde transversale	التي يكون فيها سرعة الانتشار عمودية على منحى انتقال الطاقة.
	موجة مستوية	Onde plane	الموجة التي تنتشر في مستو.
ن	نزع التضمين	Démodulation	عند استقبال الأمواج الكهرومغناطيسية يتم نزع التضمين لها.
هـ	هزاز	Oscillateur	جهاز يقوم باهتزازات (ذبذبات).

الكيمياء

أ	اتجاه التطور	Sens d'évolution	إتجاه تطور جملة كيميائية خلال تحوّل كيميائي
	أسترة	Estérification	تحوّل كيميائي يحدث بين حمض عضوي وكحول
	إماهة الإستر	hydrolyse d'un ester	تحوّل كيميائي يحدث بين إستر وماء
ت	تقطير	distillation	عملية تسمح بفعل سائلين بالتسخين إلى غاية التبخير
	تصبن	saponification	تحوّل كيميائي بين إستر ومحلول لأساس قوي
	تطور تلقائي	Evolution spontanée	تحوّل كيميائي يحدث عفويا.
	تطور قسري	Evolution forcée	تحوّل كيميائي يجبر على الحدوث بطاقة خارجية.
	تسخين بالاسترجاع	Chauffage à reflux	تسخين باستعمال مكثف بغية استرجاع الأبخرة.
ج	جسر كهروكيميائي	pont électrochimique	أنبوب يصل بين محلولين.
ح	حصيلة طاقوية	Bilan énergitique	تطبيق مبدأ انخفاض الطاقة لجملة.

elbassair.net

حمض كربوكسيلي	Acide Carboxylique	حمض عضوي له مجموعة مميزة
حاملات الشحنة	Porteurs de charge	شوارد أو إلكترونات
ك كمية الكهرباء	Quantité d'électricité	كمية الكهرباء التي تجتاز دارة
كحول	Alcool	نوع كيميائي عضوي يتميز بمجموعة مميّزة.
كسر التفاعل	Quotient de Réaction	مقدار يميز حالة جملة كيميائية خلال تطورها
كلور الإيثانويل	Chlorure d'éthanoyle	نوع كيميائي يشتق من حمض عضوي
م مدّخرة	Accumulateur	بطارية تشحن وتفريغ
مردود	Rendement	النسبة المئوية للمنتوج
معدن	Métal	نوع كيميائي يستعمل في الأعمدة
متحوّل كهربائي	Electrolyte	محلول شاردي
مصعد	Anode	القطب الموجب لوعاء التحليل الكهربائي
مهبط	Cathode	القطب السالب لوعاء التحليل الكهربائي
مولد	Générateur	جهاز ينتج التيار الكهربائي
مسرى	Electrode	أحد أقطاب العمود أو وعاء التحليل
ش شدة التيار الكهربائي	Intensité du courant électrique	قيمة التيار الذي يجتاز دارة كهربائية.
شحن وتفريغ	Charge et décharge	المدخرة تشحن ثم تفرغ في دارة
ق قطب	Pôle	مسرى
قوة محركة كهربائية	Force électromotrice	فرق الكمون عند الفراغ بين طرفي عمود
ع عمود	Pile	جملة كهروكيميائية تنتج التيار الكهربائي.
و وعاء التحليل	Cuve à électrolyse	وعاء يحتوي على محلول شاردي والذي تحدث له عملية التحليل الكهربائي.

elbassair.net
موقع عيون البصائر التعليمي

أهم العبارات الواردة في الكتاب

- سرعة التفاعل :

$$v = \frac{dx}{dt}$$

- السرعة الحجمية للتفاعل في وسط مائي حجمه V :

$$v = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt}$$

- العلاقة التي تربط نصف العمر بالثابت λ :

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

- يتناقص عدد الأنوية لعينة مشعة بطريقة أسية حسب العلاقة :

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

- يعرف النشاط الإشعاعي (من أجل t صغير) بـــ :

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N$$

- كل جسيم كتلته m_0 يكتسب طاقة E_0 معطاة بعلاقة إنشتاين :

$$E_0 = m_0 c^2$$

- لكل نواة طاقة ربط E_l تمثل بـــ :

$$E_l = \left[Z.m_p + (A-Z)m_m\right]c^2 - mc^2$$

- التوتر الكهربائي بين طرفي مكثفة خلال شحن :

$$u(t) = E\,(1 - e^{-t/\tau})$$

- التوتر الكهربائي بين طرفي مكثفة خلال التفريغ :

$$u(t) = E\,e^{-t/\tau}$$

- شدة التيار الكهربائي بين طرفي مكثفة خلال شحن :

$$i(t) = I_0(1 - e^{-t/\tau})$$

- شدة التيار الكهربائي بين طرفي مكثفة خلال التفريغ :

$$i(t) = I_0\, e^{-t/\tau})$$

- النسبة النهائية لتقدم التفاعل عند عدم تطور الجملة الكيميائية :

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{mol}}$$

- يعرف كسر التفاعل بالعلاقة :

$$Q_r = \frac{[C]^c\,[D]^d}{[A]^a\,[B]^b}$$

- ثابت التوازن K يمثل القيمة النهائية لكسر التفاعل :

$$K = \frac{[C]_f^c\,[D]_f^d}{[A]_f^a\,[B]_f^b}$$

- يعرف ثابت الحموضة K_a للثنائية (أساس/حمض) :

$$K_a = \frac{[H_3O^+]_f.[\text{الأساس}]_f}{[\text{الحمض}]_f}$$

elbassair.net
موقع عون البصائر التعليمي

- العلاقة بين pH و pK_a : $pH = pK_a + \log \frac{[\text{الأساس}]_f}{[\text{الحمض}]_f}$
- القانون الثاني لنيوتن : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_g$
- القانون الثالث لكبلر : $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_s}$
- المعادلات الزمنية للسقوط الحر من الشكل : $v = -gt + v_0 \; ; \; z = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t + z_0$
- معادلة مسار مركز عطالة قذيفة من الشكل : $z = -\frac{g}{2v_0^2\cos^2\alpha}x^2 + (\tan\alpha)x$
- معامل الجودة : $Q = \frac{N_0}{\Delta N}$
- الدور الذاتي للاهتزازات الكهربائية في الدارة L,C (مثالية) : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$
- الدور الذاتي لنواس مرن : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
- الدور الذاتي لنواس بسيط : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
- كمية الكهرباء التي ينتجها عمود : $Q = I\,\Delta t = z \cdot x \cdot F$
- مردود الأسترة : $\tau = \frac{n_f(\text{الإستر})}{n_0(\text{الحمض})} \times 100$
- التأخر τ لانتقال الاضطراب عند M' : $\tau = \frac{MM'}{v}$
- الدوران الزمني والمكاني مربوطان بالعلاقة : $\lambda = v\,T$
- الزاوية θ بين وسط البقعة والانطفاء الأول معطاة ب : $\theta = \frac{\lambda}{a}$
- ظاهرة دوبلر، هي العلاقة التي تربط تواتر الملاحظ f_0 بتواتر المنبع : $f_0 = f_s \frac{v \pm v_0}{v \pm v_s}$
- عبارة تواتر التجاوب في دارة الترشيح L,C : $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

elbassair.net
موقع البصائر التعليمي

elbassair.net

استجابة 356

أسترة 414, 415, 416, 417

استطالة 467

استقرار 84

اضطراب 458, 459, 460, 462 463, 464, 475

النشاط الاشعاعي 74, 75, 76, 78

إماهة الإستر 414, 415, 416, 418

أمواج 458, 460, 463, 466, 470, 475, 477, 478
480, 481

انتشار 458, 459, 461, 462 463, 464, 465, 466
467, 471, 472, 474, 475, 476

انتشار الصوت 461, 474, 476

اندماج 88, 89

انشطار 85, 86, 87, 88, 89

انضغاط 460, 467, 478

انعكاس 462, 463, 468, 475

اهتزازات قسرية 355, 357, 358

اهتزازات متخامدة 342, 343

بكريل 78

تحول كيميائي 20, 30, 403 408, 411, 415, 418

تداخل 461, 470, 471, 484

ترشيح 405

تضمين 482, 483, 485

تفاعل كيميائي 18, 27, 32

تقدم التفاعل 21, 23, 26, 407, 409, 412

تواتر 266, 357, 358, 359, 464, 467, 469, 473
475, 477, 479, 480, 481, 482, 484, 485

تواتر الاصطدامات 30

توازن كيميائي 413

توتر 135, 141, 262, 263, 339, 342, 343, 358
461, 483, 484

ثابت التوازن 402, 403, 404, 413, 414

ثابت الزمن 79, 138, 139, 142 145, 146, 485

ثنائي القطب RC 125, 152 154, 156, 307

جملة ميكانيكية 247

حاملات الشحنة 405, 406 407

حركة دائرية منتظمة 249

حركية التحول 416

حمض 28, 32, 402, 412, 413 414, 415, 416
417, 418

حمض كربوكسيلي 412

دور 132, 243, 250, 251, 338 345, 346, 348, 349
353, 355, 357, 358, 462, 464, 465, 477, 485

ذاتية 144, 354

رنين 358

سرعة 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 413, 416

سرعة التفاعل 24, 26, 28, 29 32, 413, 416

سرعةانتشار 266,461,463 465,467,472, 475, 476

سعة 132, 133, 134, 136, 138, 141, 339, 341
343, 344, 347, 348, 355, 356, 357, 467, 468, 482
483, 484

سقوط حر 251, 256, 257, 258, 259, 260, 261

elbassair.net

شدة التيار الكهربائي 135, 136, 138, 139, 140
144, 145, 350, 351, 353, 354, 405, 407, 409

شعاع التسارع 246

شعاع السرعة 245, 246, 247, 248, 249, 258,
259 260, 261

طاقة 75, 77, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 141, 142
149, 264, 266, 267

طاقة الربط 83, 84, 85, 88

طاقة حركية 88, 89, 264

طاقة كامنة 264

طاقة كتلة 82

طول الموجة 463, 465, 466 467, 469, 471, 472
477, 478

ظاهرة دوبلر 477

عمود 404, 405, 406, 407

عوامل حركية 416

غاليلي 242, 243, 244, 246, 247, 248, 256, 257
258, 262, 265, 344, 345

كحول 412, 413, 414, 418

كسر التفاعل 402, 403, 404, 405

كلور الإيثانويل 417, 418

كمية الكهرباء 407, 409

كهرومغناطيسية 460, 470, 480, 481, 480

مبدأ العطالة 244, 246, 265

محلول شاردي 405

محلول ماني 31

مدّخرة 575

مردود 414, 415, 416, 417, 418

مركز العطالة 245, 248, 258

مسار قطع مكافئ 251

مصعد 405, 409, 410

معادلة التفاعل 18, 19, 20, 22, 31, 402, 403
404, 406, 408, 409, 412, 415, 419

معادلة تفاضلية 139, 140 147 148, 339, 340
343, 347, 349, 350, 352, 353, 354

معايرة 21, 414

معدن 410

معلم 244, 246, 247, 248, 346

منبع 72, 78, 464, 470, 471 477, 478

مهبط 405

موجة طولية 459

موجة عرضية 461

مولد 408

ميكروفون 465

نزع التضمين 482, 485

نظائر 73

نموذج 86, 242, 266, 336, 345

نواة 72, 73, 74, 75, 77, 78 81, 83, 85, 86, 87
88, 143, 144

وساطة 31

وساطة متجانسة 31

وسيط 32, 417

وعاء التحليل 409

elbassair.net

لتحميل الكتب المدرسية
الابتدائي-المتوسط-الثانوي
إضغط هنا

موقع عيون البصائر التعليمي



