المجـال (I) : الطـاقة .
الوحـدة ① : مقاربــة كيفية لطـاقة جملة و انحفاظها.
●الكفـاءات المستهدفة :ـ يكشف عن مختلف أشكال الطاقة و أنماط تحويلها من أجل وضعيات مختلفة بحسب الجملة المختارة .
ـ ينجز كيفيًا حصيلة طاقوية و يعبر عنها بالكتابة الرمزية .
ـ يكتب في أمثلة مختلفة المعادلة المعبرة عن انحفاظ الطاقة .
ـ يفسر مجهريًا ظاهرة طاقوية .

1 دراسة الظاهرة : (2 سا أ . م)

مقدمة : إن مفهوم " **الطاقة** " في الفيزياء يعبر عن مقدار تقاس به شدة تفاعلات الظواهر الفيزيائية ، و الطاقة تنتقل من جملة إلى جملة أخرى مع تغيّر شكلها عمومًا و تخضع لمبدأ الانحفاظ .

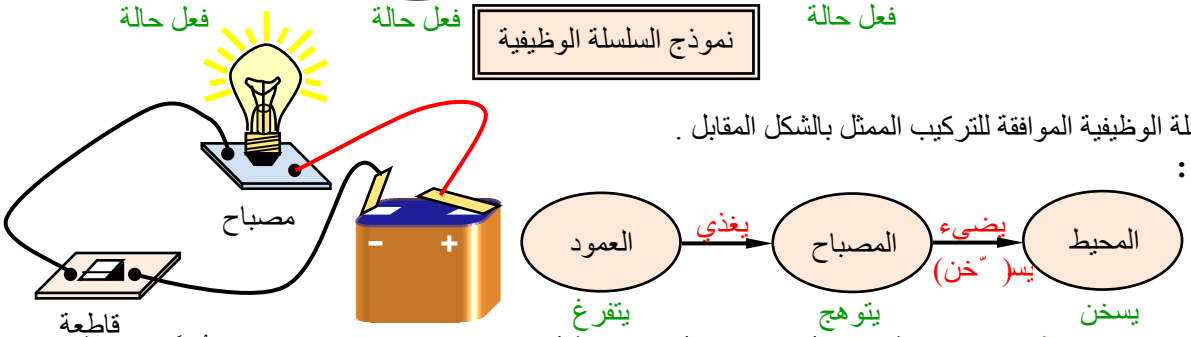
•1 ـ 1°) مفهوم السلسلة الوظيفية : لتحليل فعل ما (التحليل الطاقوي لبعض التجهيزات البسيطة من الحياة اليومية) في تركيب معين نستعمل "**السلسلة الوظيفية**" التي تبيّن مختلف الأجسام المكونة لهذا التركيب ، حيث نربط بين هذه الأجسام بـ "**أفعال الأداء**" كما نميز كل جسم في السلسلة الوظيفية الموافقة بـ "**فعل الحالة**" التي يكون عليها .

•1 ـ 2°) نمذجة تركيب أو ظاهرة : الوثيقة المرفقة تبيّن **النموذج** الذي يعبر عن مراحل الحصول على **الفعل النهائي** في تركيب ما ، إذ نربط في هذا النموذج بين الأجسام بسلسلة تدعى **السلسلة الوظيفية** تكتب فيها أسماء الأجسام و أفعال الحالة و الأداء الموافقة ، و يعتمد هذا التمثيل على ما يلي :

ـ نمثل الأجسام بـ "**حلقات**" أو "**فقاعات**" نكتب بداخلها أسم الجسم .
ـ نمثل الأجسام المكونة للتركيب المدروس **على التسلسل** ، و نربط بينها **بأسهم** موجهة بين كل جسم و الجسم الموالي له .
ـ نرفق كل جسم بـ **فعل حالة** يعبر عن حالته و دوره في التركيب (**يدور** ، **يضيء** ، **يتفرغ** ، **يتوهج** ، **...**) .
ـ نرفق كل سهم (←) يربط بين جسمين بـ **فعل أداء** يعبر عن ما يؤديه كل جسم يتجه منه السهم في الجسم الآخر (**يدّور** ، **يسّخن** ، **يغذي** ، **يشّع** ، **...**) .

• مثال :
مثل السلسلة الوظيفية الموافقة للتركيب الممثل بالشكل المقابل .

• الجواب :

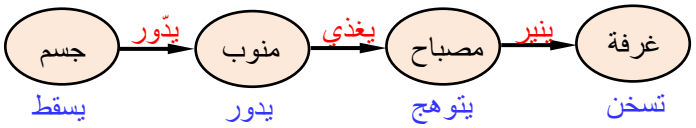


●1 ـ 3°) مفهوم الجملة : تمثل الجملة جسمًا أو جزء منه أو مجموعة أجسام نختارها قصد دراستها ، و تُحدَّد بالنسبة لمحيطها المسمى بـ " الوسط الخارجي " ، فلكل جملة حدود تحيط بعناصرها (مكوناتها) بحيث يعتبر كل عنصر خارج هذه الحدود عنصرًا من الوسط الخارجي المحيط .

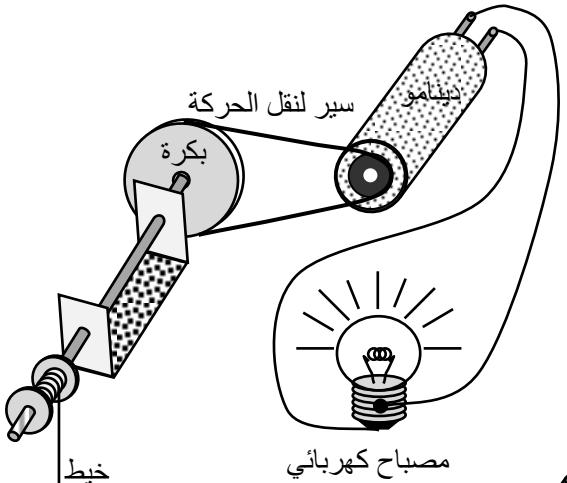
● الأنشطة : وضعيات إشكالية (التركيز على الوضعيتين ـ1 ، 4)
ـ 1°) إشعال مصباح بواسطة حجر .
ـ 2°) تحريك عربة صغيرة بواسطة مدخرة .
ـ 3°) إشعال مصباح بواسطة مدخرة .
ـ 4°) إشعال مصباح بواسطة قارورة غاز .
ـ 5°) إشعال مصباح بواسطة عصافة (Soufflerie) .
ـ 6°) إشعال مصباح بواسطة حوض مملوء بالماء (ماء الحنفية) .

• سؤال : (بعد تقسيم التلاميذ إلى مجموعات مصغرة :4 تلاميذ ، و تزويدهم بالأدوات المتوفرة غير كاملة)
حدد الأجسام اللازمة لحل الإشكالية ، و قدم مخططًا للتركيبة المقترحة (تكلف كل مجموعة بحل وضعية إشكالية واحدة أو اثنتين وتقديم الإشكالية و الحل المقترح على شكل مخططات أو رسومات مع احترام الترميز)
ـ مناقشة الأفعال المستعملة من طرف التلاميذ دون إدخال مصطلح "الطاقة" .
ـ الحلول الممكنة لبعض الوضعيات الإشكالية المقترحة (أنظر الوثيقة المرفقة ص:104، 105، 106، 107) .

الوضعية الإشكالية (1) : إشعال مصباح بواسطة حجر
التركيب المقترح (أنظر الشكل المقابل)
ـ السلسلة الوظيفية الموافقة :

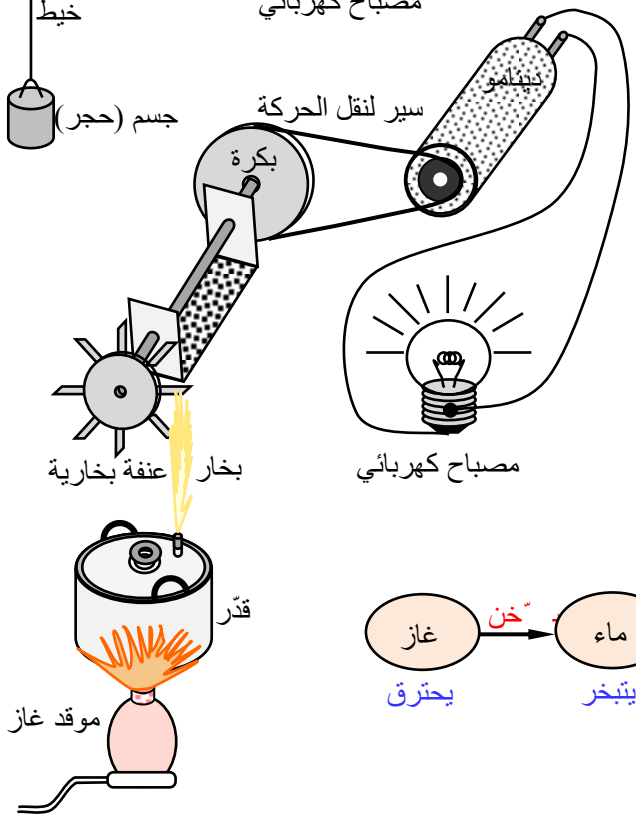


يشتعل المصباح بفعل سقوط الجسم (الحجر)



الوضعية الإشكالية (4) :
إشعال مصباح بواسطة قارورة غاز
التركيب المقترح (أنظر الشكل المقابل)

يشتعل المصباح بفعل احتراق الوقود الغازي



ـ السلسلة الوظيفية الموافقة :

السلاسل الوظيفية لباقي الإشكاليات المقترحة :

ـ 2°) تحريك عربة صغيرة بواسطة مدخرة

ـ 3°) إشعال مصباح بواسطة مدخرة

ـ 5°) إشعال مصباح بواسطة عصافة (Soufflerie)

ـ 6°) إشعال مصباح بواسطة حوض مملوء بالماء (ماء الحنفية)

2 نموذج للطاقة و انحفاظها : (1 سا + 1 سا : درس نظري)

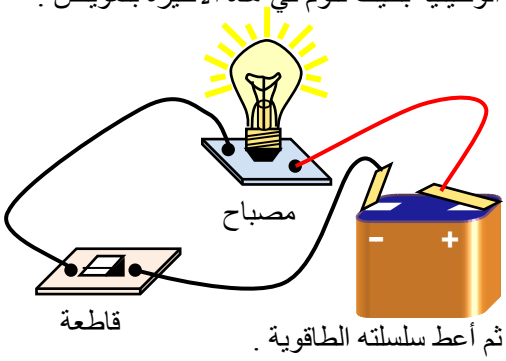
2- 1°) مفهوم السلسلة الطاقوية : نطوّر النموذج المستعمل في السلسلة الوظيفية إلى نموذج آخر (الوثيقة المرفقة أدناه) بّر بوضوح أكثر عن مراحل الحصول على الفعل النهائي في تركيب ما ؛ إذ نربط في هذا النموذج الجديد بين **الجمل** بسلسلة تدعى : **السلسلة الطاقوية** ، تكتب فيها أسماء الجمل (**الأجسام**) ، و **أشكال الطاقة** ، و **أنماط التحويل** الموافقة .

نموذج السلسلة الطاقوية

- **ملاحظة :** لتمثيل السلسلة الطاقوية الموافقة لتركيب معين نعتمد على سلسلته الوظيفية بحيث نقوم في هذه الأخيرة بتعويض :

1- °) "أفعال الأداء" بـ "أنماط التحويل" و هي أربعة أنماط :

- **نمط تحويل ميكانيكي (W_m) .**
- **نمط تحويل كهربائي (W_e) .**
- **نمط تحويل حراري (Q) .**
- **نمط تحويل إشعاعي (E_r) .**



2- °) "أفعال الحالة" بـ "أشكال الطاقة" و هي ثلاث :
- **طاقة حركية (E_c) .**
- **طاقة كامنة (E_p) .**
- **طاقة داخلية (E_i) .**

- **مثال** : مثل السلسلة الوظيفية الموافقة للتركيب الممثل بالشكل المرفق أعلاه ، ثم أعط سلسلته الطاقوية .
- **الجواب :** ـ السلسلة الوظيفية مرفقة بالسلسلة الطاقوية :

2- 2°) أشكال الطاقة و أنماط تحويلها (سبل تحويلها):

2° ـ أ) أشكال الطاقة : هناك شكلان على المستوى العياني (الماكروسكوبي) ، و هما :

- **الطاقة الحركية :** هي طاقة تتعلق بحركة الجسم (الجملة) ، أي لها علاقة بسرعته(ها) في معلم معين ، و يرمز لها بالرمز (E_c) .
- **الطاقة الكامنة :** هي طاقة تتعلق بموضع الجملة (الجملة القابلة للتشوه بسبب التأثيرات المتبادلة بين الأجسام) ، و أحيانًا تعرف بـ **"طاقة الموضع"** ، و يرمز لها بالرمز (E_p) ، و نميز ثلاثة أنواع :

ـ الطاقة الكامنة الثقالية : وهي الطاقة التي يختزنها جسم نتيجة وجوده بالقرب من الأرض ، و يرمز لها بالرمز (E_{pp}) .
ـ الطاقة الكامنة المرونية : هي طاقة تتعلق بمقدار تشوه الجسم المرن (نابض ، سلك مطاطي ، ...) ، و يرمز لها بالرمز (E_{pe}) .
ـ الطاقة الكامنة الفتلية : وهي الطاقة المختزنة في جسم قابل للفتل (سلك فتل) عند تشوهه ، و يرمز لها بالرمز (E_{pt}) .

و شكل واحد على المستوى المجهري (الميكروسكوبي) و هو :

- **الطاقة الداخلية :** هي طاقة تتعلق بالحالة المجهرية للجملة أي لها علاقة مباشرة بالطاقة الحركية للجسيمات (الدقائق) المكونة لهذه الجملة و بمختلف التأثيرات بين هذه الجسيمات (تصادمات ، احتكاكات ، ...) .

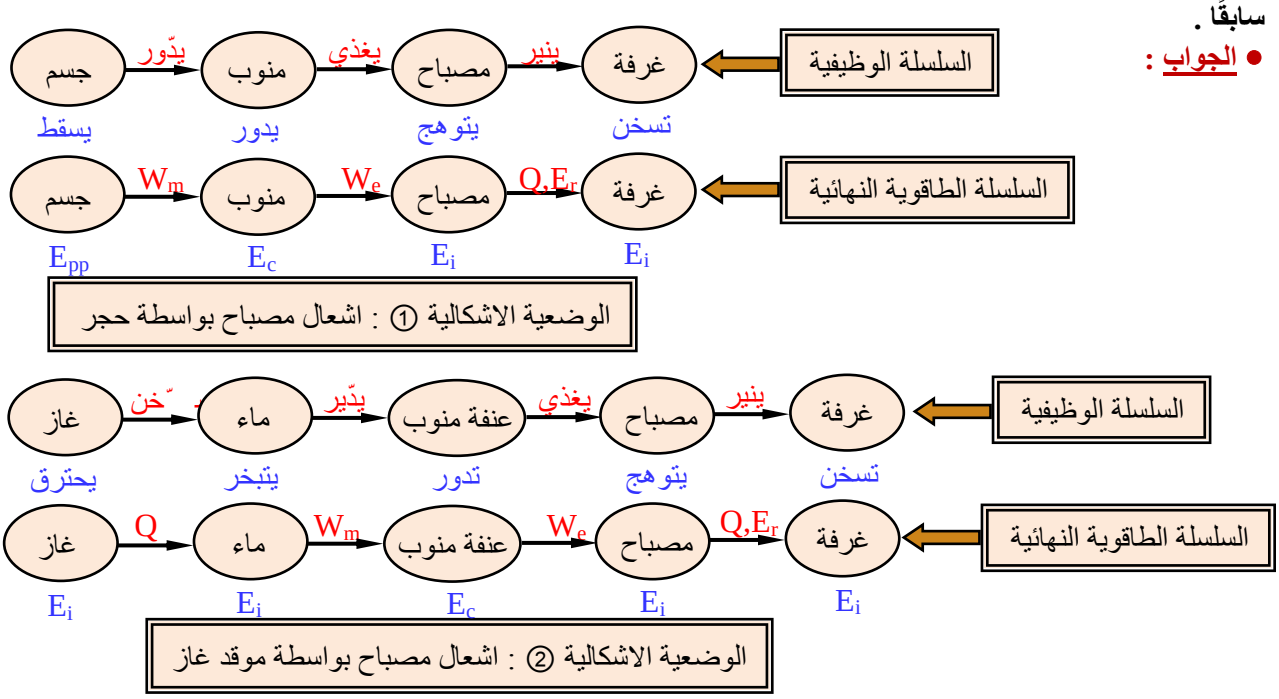
2° ـ ب) أنماط تحويل الطاقة : تتحول الطاقة من جسم إلى جسم آخر أو من جملة إلى جملة أخرى وفق أربعة سبل أو أنماط مختلفة حسب الحالة :

- **تحويل ميكانيكي :** و يرمز له بالرمز W_m ، و يتحقق هذا التحويل بواسطة قوة أو مجموعة قوى عند حدوث انتقالات لنقاط تطبيق هذه القوى .
- **تحويل كهربائي :** و يرمز له بالرمز W_e ، و يتحقق هذا التحويل عندما يعبر تيار دارة كهربائية .
- **تحويل بالإشعاع :** و يرمز له بالرمز E_r ، و يحدث هذا التحويل عندما يرسل جسم أو يستقبل إشعاعًا كهرمغناطيسيًا (ضوءًا مرئيًا أو غير مرئي) بحيث لا يحتاج هذا النوع من التحويل لوجود وسط مادي لأن الإشعاع الكهرومغناطيسي بإمكانه الانتشار حتى في الفراغ
- **تحويل حراري :** و يرمز له بالرمز Q ، يحدث عادة هذا النوع من التحويل عندما تتلامس أجسام ليس لها نفس درجة الحرارة .
- **ملاحظة :** بعض أفعال الأداء و أفعال الحالة مقترنة بالتعبير العلمي المكافئ (أنظر الجدول)

أفعال الأداء		أفعال الحالة	
يُحرّك ← تحويل ميكانيكي W_m يُغذّي ← تحويل كهربائي W_e	يُسخّن ← تحويل حراري Q يُشِعّ ← تحويل اشعاعي E_r	يتقدم ، يتراجع ، يدور ، ... ← طاقة حركية E_c يرتفع ، ينزل ← طاقة كامنة ثقالية E_{pp}	يمتد ، ينضغط ← طاقة كامنة مرونية E_{pe} يسخُن ← طاقة داخلية E_i

● **الأنشطة :** أرسم السلاسل الطاقوية النهائية الموافقة للسلاسل الوظيفية التي شكلتها سلفًا و الخاصة بالوضعيتين الإشكاليتين (1) ، (4) مبينًا في كل سلسلة أسماء الجمل و أشكال الطاقة و أنماط التحويلات الطاقوية الموافقة مستعينًا بالمثال المدروس سابقًا .

● **الجواب :**



2° ـ 3°) استطاعة التحويل : تسمى غزارة تحويل الطاقة بـ **"استطاعة التحويل"** لهذه الطاقة ، لأن تحويلات الطاقة بين الجمل لا تتم بنفس الطريقة و لا بنفس السرعة ، وتشير **استطاعة التحويل** إلى الطاقة المحولة في واحدة الزمن .

إذا كانت **E** تمثل الطاقة المحولة ، و كانت **t** تمثل مدة تحويلها ، فإن **استطاعة التحويل P** تعطى بالعلاقة : $P = E / t$

حيث الوحدة الدولية للاستطاعة هي **الواط (W)** بينما وحدة الطاقة هي **الجول (J)** ، و وحدة الزمن هي **الثانية (s)** أي :

1 واط = 1 جول \ ثانية ⇔ $1\ Watt = 1\ Joule / seconde$ أو $1\ W = 1\ J.s^{-1}$.

● **ملاحظة :** عادة تقدر الطاقة بوحدة **الكيلو واط الساعي (kW.h)** حيث : $1\ kW.h = 3600\ kJ$.

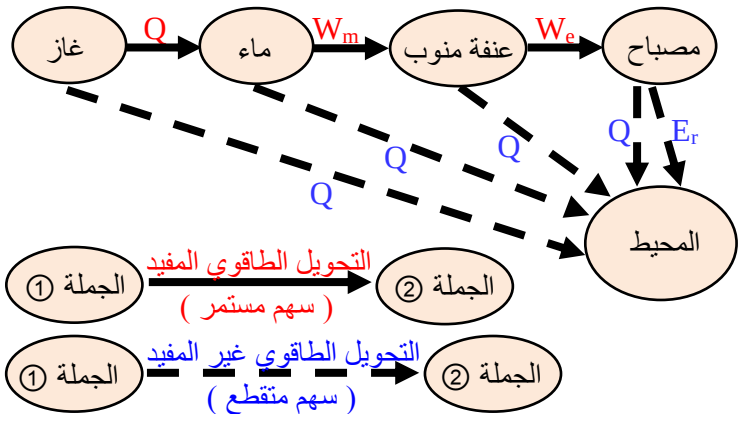
2° ـ 4°) مبدأ انحفاظ الطاقة : يفسر العلم كل الظواهر الفيزيائية و الكيميائية بواسطة مقدار يدعى **الطاقة** الذي ينتقل من جملة إلى جملة أخرى مع تغير شكله (في أغلب الحالات) و يخضع إلى **مبدأ الانحفاظ** الذي نصه كما يلي :

4°ـ أ) نص المبدأ :

" الطاقة لا تستحدث و لا تزول ، إذا اكتسبت جملة ما طاقة أو فقدتها ، فإنها بالضرورة أخذتها من جملة أو جمل أخرى أو قدمتها لها "

4° ـ ب) التحويل المفيد و التحويل غير المفيد : إن مبدأ انحفاظ الطاقة لا ينطبق فقط على الطاقة المفيدة (غير الضائعة) و لكنه ينطبق على كل أشكال الطاقة بما فيها غير المفيدة (الطاقة الضائعة) ، و من أجل احترام هذا المبدأ يجب الأخذ بالحسبان تحويلات الطاقة نحو المحيط حتى و إن كانت غير معتبرة (طفيفة) مما يستوجب منا الترميز بفكرة **التفرع** للسلسلة الطاقوية .

● **مثال :** يتم إثراء الترميز الموافق للسلاسل الطاقوية كما هو موضح بالشكل المقابل بحيث يُمثَّل **التحويل الطاقوي المفيد** بواسطة **سهم متصل** و يُمثَّل **التحويل الطاقوي غير المفيد** بواسطة **سهم متقطع** كما يبينه النموذج المرفق الموالي :



4° ـ جـ) معادلة انحفاظ الطاقة :

عندما تنتقل جملة معينة من **الحالة (1)** في اللحظة t_1 إلى **الحالة (2)** في اللحظة t_2 يمكن لطاقتها أن تتغير . يكون هذا التغير ناتج عن تحويلات طاقوية متبادلة بين الجملة و الوسط الخارجي .

اعتمادا على مبدأ انحفاظ الطاقة تكتب معادلة الانحفاظ على النحو التالي :

الطاقة الابتدائية للجملة + الطاقة المستقبلة ـ الطاقة المقدّمة = الطاقة النهائية للجملة ⇔ $E_2 = E_1$.

● **نتائج & ملاحظات :** ـ **الطاقة المستقبلة** هي الطاقة التي تستقبلها الجملة (من الوسط الخارجي أو من جملة أخرى) خلال التحويل .

ـ **الطاقة المقدّمة** هي الطاقة التي تفقدها الجملة خلال التحويل .

ـ في حالة **التحويل الميكانيكي** تقاس هذه الطاقة بقيمة عمل القوى W_m أو في حالة **التحويل الحراري** بقيمة التحويل **Q** .

ـ اصطلاحا : تعدّ الطاقة موجبة إذا اكتسبتها الجملة ، و تعدّ الطاقة سالبة في الحالة المعاكسة (إذا فقدتها الجملة) .

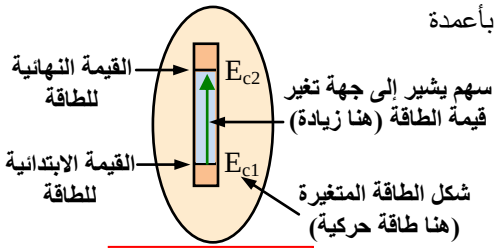
ـ إذا كانت الجملة لا تتبادل الطاقة مع الوسط الخارجي فهذا يعني أنها لا تستقبل و لا تقدم طاقة و بالرجوع إلى معادلة الانحفاظ الطاقوي نجد : **الطاقة النهائية للجملة = الطاقة الابتدائية للجملة** وتدعى مثل هذه الجمل : **جمل معزولة طاقويًا** .

4° ـ د) الحصيلة الطاقوية :

يستعمل النموذج المبين بالمثال أدناه للتعبير عن تغير الطاقة بين الحالة الابتدائية **(1)** و الحالة النهائية **(2)** حيث :

ـ نمثل رمزيًا الجسم أو الجملة بقفاعة أو حلقة .

ـ نمثل أشكال الطاقة داخل الجسم أو الجملة والتي تتغير بين حالتين (1) ، (2) بأعمدة (عمود واحد لكل شكل من الطاقة المتغيرة) مرسومة داخل القفاعة و مملوء جزئيًا . السهم داخل العمود يشير إلى جهة تغير الطاقة المخزنة .



حوصلة الطاقة

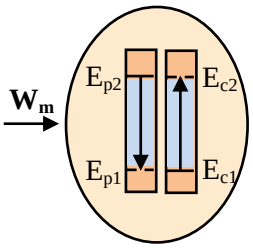
● **ملاحظات :** 1°) يستعمل عمود واحد أو أكثر داخل القفاعة حسب عدد أشكال الطاقات المتغيرة في الجملة .

2°) في حالة عدم تغير شكل من الأشكال الثلاثة للطاقة (E_c , E_p , E_i) لا يرسم العمود الذي يمثلها .

● **مثال (1) :** يقذف طفل كرة برجله نحو الأعلى .

مثل الحصيلة الطاقوية ، و أكتب معادلة انحفاظ الطاقة في مرحلة الصعود .

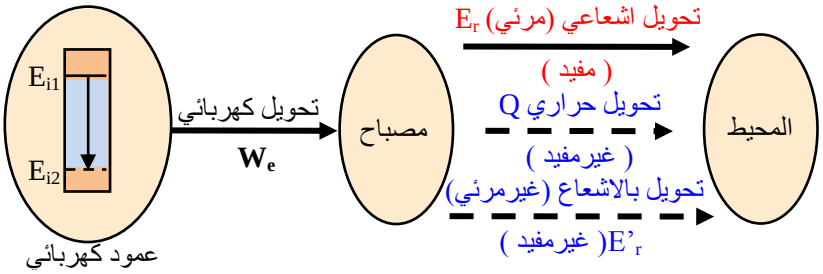
● **الحل :** نعتبر الجملة (**كرة + أرض**) بالتالي لحظة قذف الكرة تتحول طاقة من الطفل (وسط خارجي) إلى الجملة بسبيل ميكانيكي W_m . خلال مرحلة الصعود تنقص **الطاقة الحركية** E_c للجملة بالمقابل تزداد **طاقتها الكامنة الثقالية** E_p ، فإذا كانت للجملة مباشرة قبل القذف طاقة حركية E_{c1} و طاقة كامنة E_{p1}



فإن معادلة انحفاظ الطاقة تكتب كالتالي : $E_1 = E_2 \Leftrightarrow E_{c1} + E_{p1} + W_m = E_{c2} + E_{p2}$.

● **مثال (2) :** يغذي عمود كهربائي مصباح ذو سلك متوهج . مثل الحصيلة الطاقوية للتركيب الموافق بين الحالتين : بعد غلق الدارة و اللحظة التي تنخفض فيها شدة توهج المصباح ، ثم أكتب معادلة انحفاظ الطاقة للعمود الكهربائي .

● **الحل :** خلال توهج المصباح ، تنقص الطاقة الداخلية (E_i) للعمود الكهربائي بحدوث تحويل كهربائي للطاقة بين هذا الأخير و المصباح و الذي بدوره يحول الطاقة المستقبلة إلى الوسط الخارجي (المحيط) بشكل إشعاع مرئي (E_r) "طاقة مفيدة" و بشكل إشعاع غير مرئي (E'_r) و تحويل حراري (Q) "طاقة غير مفيدة" و منه



معادلة انحفاظ الطاقة للعمود الكهربائي (أنظر نموذج الحصيلة الطاقوية المرفق) : $E_{i2} = E_{i1} - W_e$.

3 مقاربة للطاقة الداخلية : (2 سا ـ أ . م)

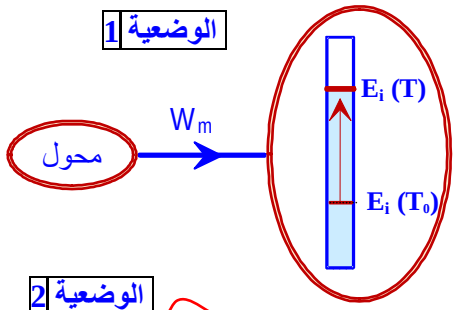
إذا قدمنا **طاقة** لجملة ما على شكل **عمل** و لاحظنا أنه لم يحدث أي تأثير على الحالة الحركية للجملة (**عدم تغير في طاقة الجملة الحركية**) أو على الارتفاع الموجودة عليه بالنسبة للأرض أو عدم تشوهها عمومًا (**عدم تغير في طاقة الجملة الكامنة**) نقول أن الجملة خزنت طاقة نسميها بـ : **الطاقة الداخلية** .

3° ـ 1) وضعيات إشكالية :

● **الوضعية ـ 1) فتل سلك من الحديد بين أصابع اليد حتى ينقطع .**

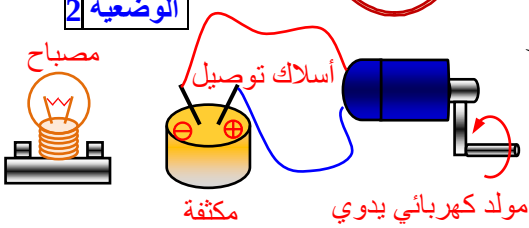
الأسئلة : ـ ماهي الآثار الملاحظة على سلك الحديد ؟ ترتفع حرارة السلك بتخزينه **طاقة داخلية** E_i بسبيل **ميكانيكي** W_m

ـ أنجز مخططًا للطاقة يشرح الوضعية . نكتفي بالإشارة إلى التحويلات و التخزينات الأساسية ، و نرمز لدرجة الحرارة السائدة بالرمز (T_0) ..... لاحظ المخطط جانبه



● **الوضعية ـ 2) مولد كهربائي يدوي مربوط إلى مكثفة بسلكي توصيل كهربائيين :** تُشحن المكثفة في البداية ، ثم تُفصل عن المولد مع تفادي قصر دارتها و ربطها بالمصباح (الشكل)

الأسئلة : ـ ما هي الآثار الملاحظة على الجملة (**مكثفة + المولد**) ؟ ..... (تُشحن المكثفة بتخزينها **طاقة داخلية** E_i بسبيل **ميكانيكي** W_m) .

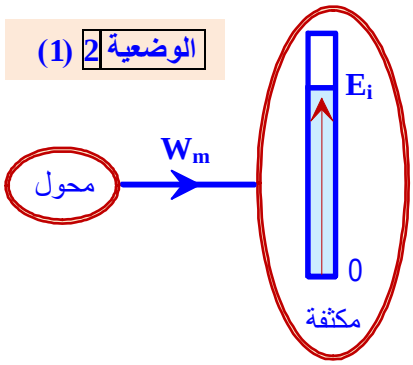


- أنجز مخططا للطاقة يشرح انحفاظ الطاقة خلال مرحلة شحن المكثفة. ..... (**مخطط الطاقة** خلال مرحلة شحن المكثفة (أنظر الشكل المرفق أدناه)) .

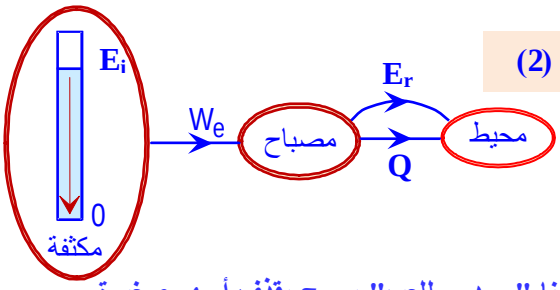
- أنجز مخططا ثان للطاقة يوافق مرحلة ربط المكثفة بالمصباح حيث الجملة هي **المكثفة** ، ثم مخطط ثالث للمرحلة نفسها لكن الجملة هي **المصباح** .

..... (بنفس الطريقة السابقة يكون لدينا في هاتين الحالتين على الترتيب :

الوضعية 2 (1)



الوضعية 2 (2)



• **الوضعية ـ 3 لدينا "مسدس للعب" يسمح بقذف أسهم صغيرة.**

الأسئلة : - ما هي الآثار الملاحظة على الجملة (**نابض+ المسدس**) ؟

أنجز مخططا للطاقة يشرح مرحلة وضع السهم في المسدس ثم مخططا ثان للطاقة يشرح مرحلة قذف السهم وفي كل حالة، الجملة هي النابض.

- أنجز مخططا للطاقة لمرحلة قذف السهم حيث الجملة الآن هي السهم.

• **الوضعية ـ 4 لدينا محلول بارد في أنبوب اختبار وكأس بيشر به ماء ساخن جدا.**

نضع الأنبوب داخل البيشر وعن طريق محرارين ، نتابع تغير درجة الحرارة في الماء و في المحلول.

الأسئلة : - ما هي الآثار الملاحظة ؟

- أنجز مخططا للطاقة يشرح تطور المحلول ومخطط أخر يشرح تطور الماء.
- هل نواصل في تسمية التحويلات الطاقوية بين الماء والمحلول بالعمل؟
- برأيك ، هل يستمر التحويل دون قطعه ؟ وإلاّ، متى يتوقف ؟

4 **تقويم حول نموذج الطاقة :** (1 سا + 1 سا : درس نظري)

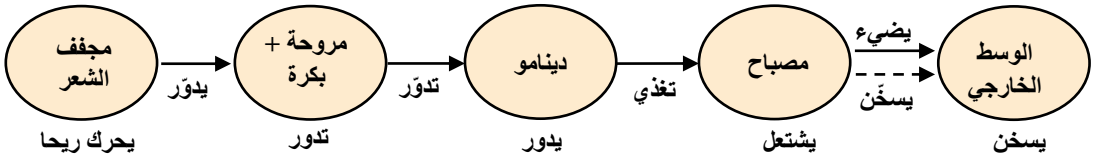
• **تطبيقات :** (أنظر التمارين المقترحة في الكتاب المدرسي ـ **ص : 28 ، 29 ، 30 ، 31**)

• **حلول بعض التمارين :**

حلول بعض التمارين (صفحة28)

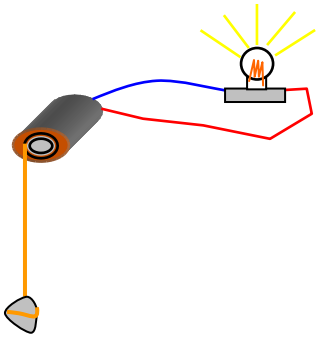
التمرين 2 :

تمثيل السلسلة الوظيفية للتركيب

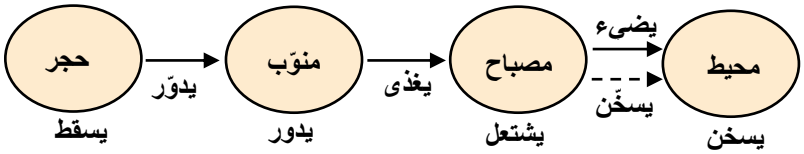


ملاحظة :

- في هذه السلسلة يمكن تمثيل المروحة والبكرة كل واحدة في فقاعة كما يمكن جمعهما أو حتى جمع الدينامو معهما وتمثيل الكل في فقاعة واحدة.
- بالنسبة لمجفف الشعر يمكن تمثيله في فقاعة وتمثيل الريح الخارج منه في فقاعة أخرى .



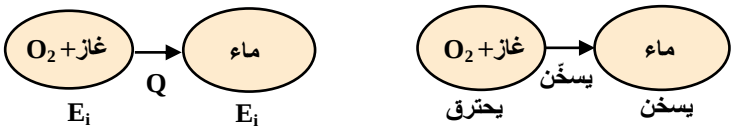
التمرين 3 : السلسلة الوظيفية الموافقة لاشتعال مصباح بفعل سقوط حجر



عندما يسقط الحجر يدوّر المنوّب (الدينامو) بواسطة الخيط الملفوف عليه ، وهذا الأخير عندما يدور يولّد تيارا يعبر الدارة الكهربائية الموجود فيها مصباح فيشتعل هذا الأخير . عند اشتعاله يبث المصباح إشعاعا يضيء المحيط (الغرفة) كما يظهر ارتفاع في درجة حرارة هذا الأخير أي يسخن .

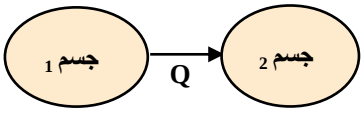
التمرين 4 :

تمثيل **السلسلة الوظيفية و الطاقوية** للتركيب :



التمرين 12 :

بما أن الجملة المكونة من الجسمين معزولة فإن الطاقة المفقودة من طرف جسم يكتسبها الجسم الآخر.تنتقل الطاقة من الجسم$_1$ مثلا إلى الجسم$_2$ بسبيل حراري **Q** .



التمرين 16 :

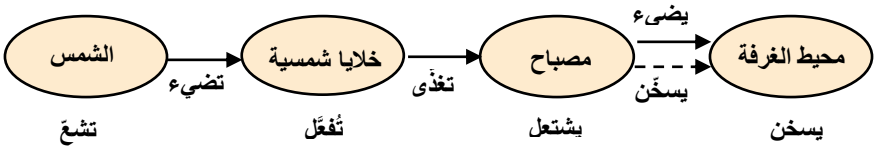
1 - الشمس تخزّن طاقة داخلية.

2 - تتحوّل الطاقة من الشمس إلى الخلايا بالإشعاع

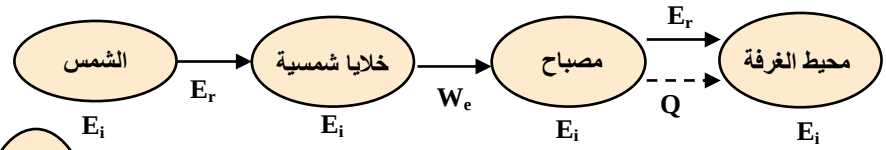
3 - تتحوّل الطاقة من المصباح إلى المحيط بنمطين : بالإشعاع وبالحرارة (المصباح يضيء ويسخّن المحيط)

السلسلة الطاقوية للتركيب

السلسلة الوظيفية :



السلسلة الطاقوية :

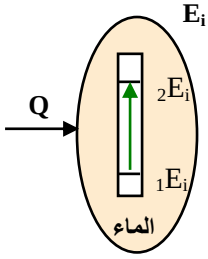


التمرين 17 :

1 - **الماء** يكتسب **طاقة داخلية** لأنه حدث تغيير في درجة حرارته .

2 - تتحول الطاقة من المقاومة إلى الماء **بالحرارة Q** (**نمط حراري**) .

3 - تمثيل **الحصيلة الطاقوية** ، نعتبر الجملة : **الماء** .



التمرين 19 :

1- يشير المؤشر إلى قيمة انضغاط النابض بوحدة الأطوال .

إذا كان هذا النابض معايرا بالنيوتن (ربيعة) فإنه يشير إلى قيمة القوة المطبقة عليه من طرف المكبس .

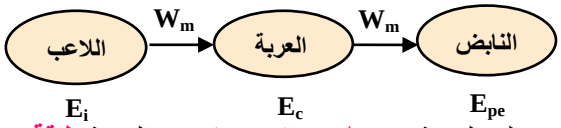
- بما أن **الطاقة الكامنة المرونية** تتعلق بمقدار **انضغاط** النابض فيمكن لهذا المؤثر أن يقيس الطاقة الكامنة المرونية ويدرج بوحدة الطاقة (**الجول**) .

2- في الحقيقة هذا الجهاز لا يقيس "قوة" اللاعب ولكن يمكن أن يعبر عن الطاقة المفقودة من طرف اللاعب .

ملاحظة :

يمكن للتلميذ أن يعود لاحقا لهذا التمرين ويحسب القوة المطبقة من طرف يد اللاعب على العربة بمعرفة المسافة التي قطعتها العربة تحت تأثير قوة اليد في حالة قوة ثابتة .

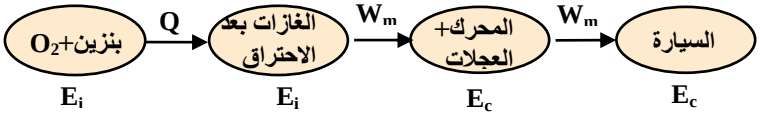
3- لشرح **التحويلات الطاقوية** نمثل **السلسلة الطاقوية للتركيب**



بدفعه العربة يفقد اللاعب **طاقة داخلية** . تتحول هذه الطاقة من اللاعب إلى العربة **بتحويل ميكانيكي** فتكتسب العربة **طاقة حركية** ثم تتحوّل هذه الطاقة الحركية إلى **طاقة كامنة مرونية** في النابض **بتحويل ميكانيكي** .

التمرين 21 :

السلسلة الطاقوية للتركيب :



التمرين 22 :

يسمح هذا التمرين بتحديد الجملة المدروسة وتعيين التحويلات والتحوّلات الطاقوية التي تحدث .

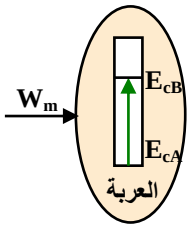
- **أشكال الطاقة**

الوضع / الجملة	A	B	C
العربة	-	E_c	-
النابض	-	0	E_{pe}
عربة + الأرض	E_{pp}	E_c	-
عربة + نابض	0	E_c	E_{pe}
عربة + الأرض + نابض	E_{pp}	E_c	E_{pe}

● **الحصيلة الطاقوية :**

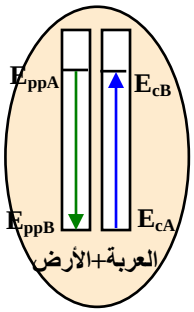
1- الجملة : **العربة**

في الوضع **A** لا تكسب العربة أية طاقة ، وعند تركها تنحدر تكتسب **طاقة حركية** ناتجة عن عمل قوة الثقل (**تحويل ميكانيكي**) .



2- الجملة: **العربة + الأرض**

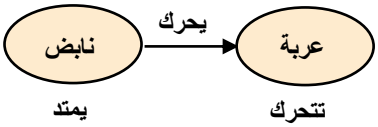
تكسب الجملة **طاقة كامنة ثقالية** في الوضع **A** وعندما تصل العربة إلى الموضع **B** تتحوّل هذه الطاقة إلى **طاقة حركية** تظهر في العربة .



ملاحظة :

- يواصل التلميذ على هذا المنوال تمثيل الحصيلة الطاقوية لكل الجمل .
- يستحسن أن نطلب منه كذلك تمثيل الحصيلة الطاقوية بين اللحظتين الموافقتين للموضعين **A** و **C** حتى يتمكن من معرفة التحويلات والتحوّلات التي حدثت .

التمرين 23 :



1 - تمثيل **السلسلة الوظيفية** للتركيب :

2 - في الحالة **2** لا تكسب العربة طاقة .

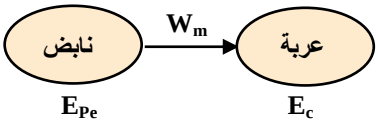
3 - نعم في الحالة **3** تكسب العربة **طاقة حركية** تتعلق بالسرعة التي اكتسبتها من النابض .

4 - يخزن النابض **طاقة كامنة مرونية** في الحالة **2** تتعلق بمقدار **الانضغاط** نسبها من المجر ّ ب .

5 - نعم

6 - تتحول الطاقة من النابض إلى العربة **بتحويل ميكانيكي** .

7 - **السلسلة الطاقوية** للتركيب :



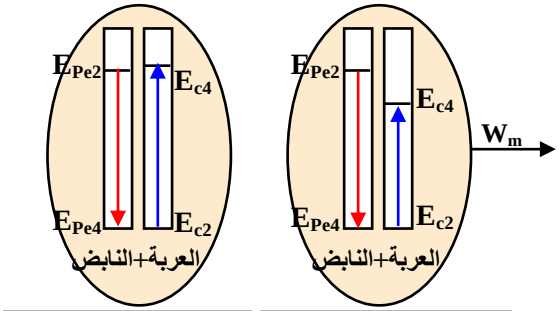
8 - تصبح **الطاقة الكامنة المرونية** للنابض معدومة حين يأخذ النابض طوله الأصلي في وضع الراحة (غير متوتر).

9 - تكون **الطاقة الحركية** للعربة **أعظمية** في هذه الحالة حيث تتحول كل **الطاقة الكامنة المرونية** للنابض إلى **طاقة حركية** للعربة .

10 - الحصيلة الطاقوية :

نعتبر الجملة (**عربة + نابض**)

الحالة **4** تمثل لحظة رجوع النابض إلى طوله الأصلي .



11 -معادلة انحفاظ الطاقة :

نعلم أن معادلة انحفاظ الطاقة تكتب على الشكل :

مجموع الطاقات الابتدائية للجملة + الطاقة المستقبلة – الطاقة المقدمة = الطاقة النهائية للجملة .

- في حالة **عدم وجود ضياع للطاقة** تكون المعادلة : $E_{pe2} = E_{c4} + E_{pe4}$

$E_{c4} = E_{pe2} - E_{pe4} = - \Delta E_{pe}$

ولكن $E_{pe4} = 0$ لأن النابض رجع إلى حالته الطبيعية إذن: $E_{c4} = E_{pe2}$

- في حالة **وجود ضياع للطاقة** تكون المعادلة : $E_{pe2} - W_m = E'_{c4}$

12 - حسب **معادلة الانحفاظ** السابقة : $E_{c4} = E_{pe2}$ فإن **الطاقة الحركية** في الوضع **4** تساوي **الطاقة الكامنة المرونية** في الوضع **2** وهذا ما يحقق السؤال **9** .

التمرين27 :

باختيار سطح الأرض **مرجعا** لحساب **الطاقة الكامنة الثقالية** ($E_{pp} = 0$) و محور التراتيب موجه نحو الأعلى :

- المنحنى **2** هو منحنى **الطاقة الكامنة الثقالية** E_{pp} لأن عندما **h** تتناقص E_{pp} تتناقص (تناسب طردي) .
- المنحنى **3** هو منحنى **الطاقة الحركية** E_c لأن عندما **h** تتناقص E_c تتزايد .

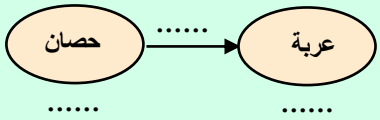
نلاحظ أنه إذا جمعنا في كل لحظة المنحنيين **3** ، **2** نحصل على المنحنى **1** ، إذن هذا المنحنى هو **مجموع الطاقتين الحركية والكامنة الثقالية** فهو يمثل ما يسمى **بالطاقة الميكانيكية** E_m وهي قيمة **ثابتة** في هذه الحالة هذا يعني أن كل الطاقة الكامنة تتحول إلى طاقة حركية ، نستنتج إذن أن الجملة **معزولة طاقويا** و طاقتها الكلية **محفوظة** .

● تمارين مقترحة (للحل) :

التمرين الأول : **1°)** ماهي السلسلة الوظيفية ؟

2°) صنف الكلمات التالية إلى **أسماء جمل** و **أفعال حالة** و **أفعال أداء** : **يسحب ، يتفرغ ، محرك كهربائي ، يتوهج ، جسم ، يدور ، مصباح كهربائي ، تشحن ، يغذي ، عمود كهربائي ، يتقدم ، دينامو ، مدخرة سيارة ، يسخن ، يسقط ، يُدير ، مكواة ، يُسخّن .**

3°) أكمل نموذج السلسلة الوظيفية المرفق أدناه بالكلمات المناسبة :



4°) أجب بـ **صحيح** أو بـ **خطأ** :

1ـ يغذي العمود الكهربائي المصباح الكهربائي .

2ـ تجر المقطورة الجرار .

3ـ تدير العنفة الماء لتنتج طاقة كهربائية .

4ـ الخلية الضوئية (Cellule photovoltaïque) تُشحن البطارية .

5°) اختر **أفعال الأداء** و **أفعال الحالة** الصحيحة :

1ـ عندما (**تدور\تدير**) عجلة الدراجة فإنها (**تدور\تدير**) الدينامو الذي (**يدور\يغذي**) المصباح فـ(**يتوهج\يتحرك**) .

2ـ (**تسخن\تضيء**) الشمس الخلية الضوئية التي (**تُشحِن\تُفرِّغ**) البطارية .

3ـ في محطة كهرومائية (**يرتفع\ يسقط**) الماء على العنفة فيؤدي إلى (**تدويرها\سحبها**) و بدورها هذه الأخيرة (**تدير\تسحب**) المنوب.

6°) أنجز أحد الطلبة السلسلة الوظيفية المقابلة و التي توافق اشتعال مصباح كهربائي لدراجة هوائية ، فلم يوافقه زميل له . ما رأيك ؟ علل .

التمرين الثاني : **1°)** أذكر أنماط تحويل الطاقة و أشكالها .

2°) ماذا يعني التحويل المفيد للطاقة ؟

3°) متى تختزن جملة ما طاقة ؟ و متى تكتسب جملة مثلاً طاقة حركية ؟

4°) ماهي وحدة الطاقة ؟ مالقصد من مبدأ انحفاظ الطاقة ؟

5°) اختر العبارة الصحيحة :

1ـ (**تتغير\لاتتغير**) طاقة سيارة عندما تتحرك على طريق منحدر .

2ـ عندما يسقط جسم على الأرض (**تزداد\تنقص**) طاقته الكامنة الثقالية .

3ـ عندما تدور عنفة تكتسب طاقة (**كامنة\حركية**) .

4ـ عندما نمدد أو نضغط نابضًا فإنه (**يكتسب\يفقد**) طاقة كامنة مرونية .

6°) أجب بـ **صحيح** أو بـ **خطأ** :

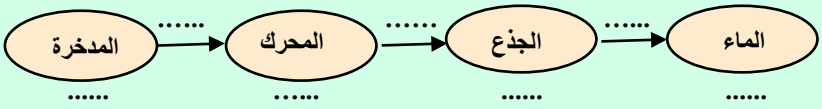
1ـ يكون التحويل ميكانيكيًا عندما نوصل عمودًا كهربائيًا بمصباح كهربائي .

2ـ عندما نشعل مصباحًا ، تكون الطاقة المحولة إليه غير محفوظة .

3ـ يحول المحرك الكهربائي كل الطاقة المقدمة له إلى طاقة مفيدة .

7°) شكل السلسلة الوظيفية الموافقة للتركيب المقترح بإكمال المخطط التالي :

ـ استنتج السلسلة الطاقوية الموافقة .



● تقويم في المجال :

① اختر الإجابة أو الأجوبة الصحيحة (نقطتان):

أ°) ـ تسمح السلسلة الوظيفية بوصف تشغيل جملة .
ـ تعبر السلسلة الوظيفية بطريقة علمية عن تشغيل جملة .
ـ يتم تشغيل جملة بواسطة السلسلة الوظيفية .
ـ لا تشتغل جملة إلا بوجود سلسلة وظيفية .

ب°) ـ الطاقة جسم يسمح بتحريك جملة .
ـ يمكن تخزين الطاقة الكامنة .
ـ العمود الكهربائي خزان للطاقة .

② أجب بصحيح أو بخطأ (نقطتان):

أ°) ـ الطاقة مقدار فيزيائي .

ب°) ـ كلما زادت مدة تحويل طاقة ، كلما انخفضت استطاعة هذا التحويل .

جـ°) ـ الواط الساعي وحدة للطاقة .

د°) ـ تعطى استطاعة التحويل بالعبارة : $P = E . t$.

③ أوجد الكلمة المناسبة و املأ الفراغ (نقطتان) :

أ°) ـ يفسر العلم اشتغال جملة بمقدار فيزيائي يسمى ..... .

ب°) ـ يمكن للطاقة أن ..... أو أن تُحول .

جـ°) ـ يحول المحرك الكهربائي الطاقة الكهربائية المتلقاة إلى طاقة تسمح بـ ..... الجملة .

د°) ـ تحول الخلية الكهرضوئية الطاقة ..... إلى طاقة كهربائية .

④ **أكمل الجدول (نقطتان) :**

الطاقة المحولة	500 J	9×10^{6} J	300 Wh	..... kJ	..... kWh	540 J
مدة التحويل	5 min 12 s	2 h	15 min	8,1 s	6 h	..... min
استطاعة التحويل	..... W	..... W	..... kW	2 kW	75 W	90×10^{-3} W

⑤ **أي طريقة تجريبية ؟ (نقطتان) :**

أ°) ـ كيف يمكن إشعال مصباح كهربائي بواسطة جسم يسقط ؟ أرسم تركيبة تسمح بذلك .

ب°) ـ نشغل عربة صغيرة (لعبة أطفال) بواسطة عمود كهربائي : ـ 1°) أرسم السلسلة الطاقوية التي توافقها .

ـ 2°) أعط نموذجًا للحوصلة الطاقوية الموافقة .

● **الإجـابة :**

① ـ أ°) تسمح السلسلة الوظيفية بوصف تشغيل جملة . ب°) ـ يمكن تخزين الطاقة الكامنة .
للعمود الكهربائي خزان للطاقة .

② ـ أ°) ـ الطاقة مقدار فيزيائي (**صحيح**). ب°) ـ كلما زادت مدة تحويل طاقة ، كلما انخفضت استطاعة هذا التحويل (**صحيح**)
.

جـ°) ـ الواط الساعي وحدة للطاقة (**صحيح**) . د°) ـ تعطى استطاعة التحويل بالعبارة : $P = E . t$ (**خطأ : بل بالعبارة** $P = E/t$) .

③ ـ أ°) الطاقة ـ ب°) تُخزّن ـ جـ°) تحريك ـ د°) الضوئية (الإشعاعية) .

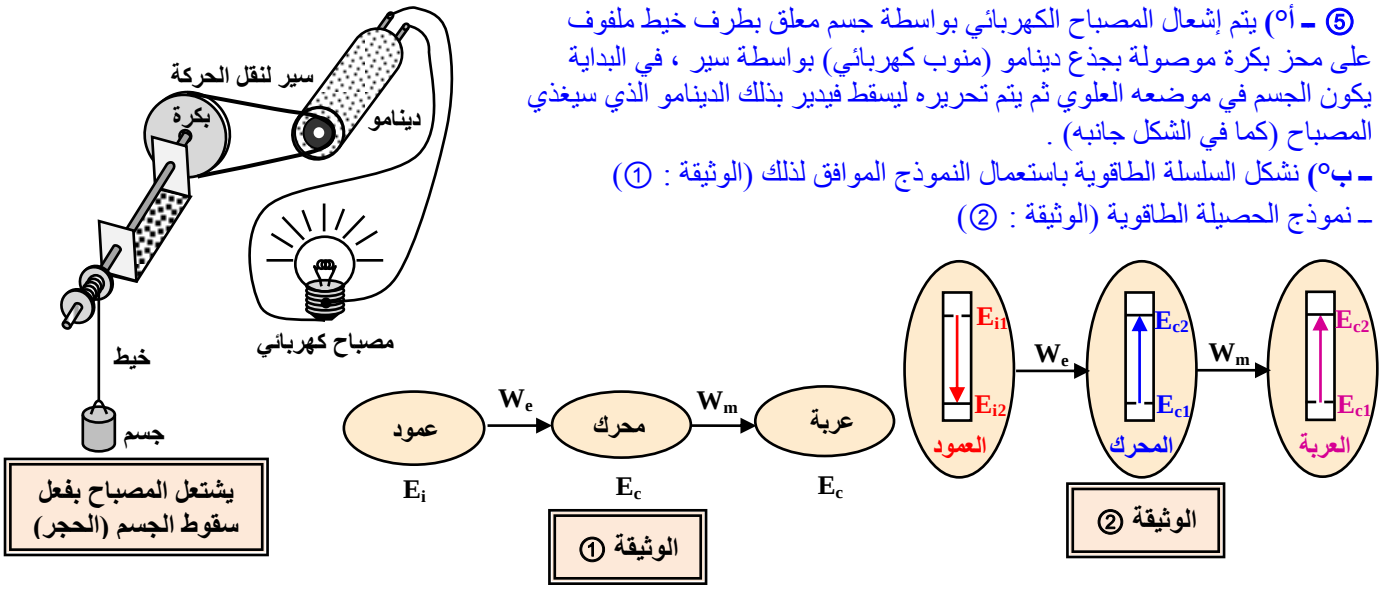
④ تكملة الجدول :

الطاقة المحولة	500 J	9×10^{6} J	300 Wh	16,2 kJ	0,45 kWh	540 J
مدة التحويل	5 min 12 s	2 h	15 min	8,1 s	6 h	600 min
استطاعة التحويل	1,6 W	1250 W	1,2 kW	2 kW	75 W	90×10^{-3} W

⑤ ـ أ°) يتم إشعال المصباح الكهربائي بواسطة جسم معلق بطرف خيط ملفوف على محز بكرة موصولة بجذع دينامو (منوب كهربائي) بواسطة سير ، في البداية يكون الجسم في موضعه العلوي ثم يتم تحريره ليسقط فيدير بذلك الدينامو الذي سيغذي المصباح (كما في الشكل جانبه) .

ـ ب°) نشكل السلسلة الطاقوية باستعمال النموذج الموافق لذلك (الوثيقة : ①)

ـ نموذج الحصيلة الطاقوية (الوثيقة : ②)



⑤ـ **محاكاة حول درجة الحرارة** (2 سا ـ أ . م)

ـ **التحويل الحراري و التوازن الحراري**

التحويل الحراري : يحدث تحويل حراري **مفيد** داخل جملة **غير متوازنة** حراريًا من عناصر (أجسام) الجملة **الساخنة** إلى عناصرها **الباردة** ، و يتواصل هذا التحويل إلى أن تصبح الجملة **متوازنة حراريًا** ، عندها تكون لكل جسم من الجملة **نفس** درجة الحرارة النهائية ، و نقول عندئذٍ أن درجة حرارة الجملة **منتظمة** .

المركبة الحرارية للطاقة الداخلية : للطاقة الداخلية مركبات فالمركبة التي تتعلق بحركة جزيئات الجسم (درجة الحرارة) نسميها المركبة الحرارية للطاقة الداخلية . يوافق كل تغيير في درجة حرارة جسم زيادة في طاقته الداخلية.

التوازن الحراري : يحدث التوازن الحراري في جملة عندما تصبح لكل نقاط الجملة نفس درجة الحرارة .

● **مثال :**