

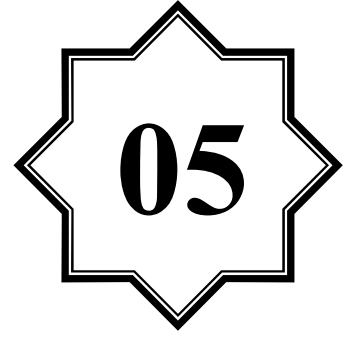
سلسلة دروس و تمارين في مادة العلوم الفيزيائية- أولى ثانوي

إعداد الأستاذ : فرقاني فارس

عروض نظرية و تمارين

ميكانيك

القوة و الحركة و المرجع



الشعبة : جذع مشترك
علوم و تكنولوجيا

www.sites.google.com/site/faresfergani

السنة الدراسية : 2016/2015

المحتوى المفاهيمي : 01

القوة و الحركة و المرجع

حركة جسم في مرجعين مختلفين

نشاط (1) :

المحتوى : دراسة حركة كرة تنس يلقيها دراج في مرجعين مختلفين

دراج مع دراجته يتحرك بسرعة ثابتة $\vec{v}$ (الشكل)، في لحظة ما يترك كرة تنس بدون سرعة ابتدائية من على ارتفاع معين من سطح الأرض .

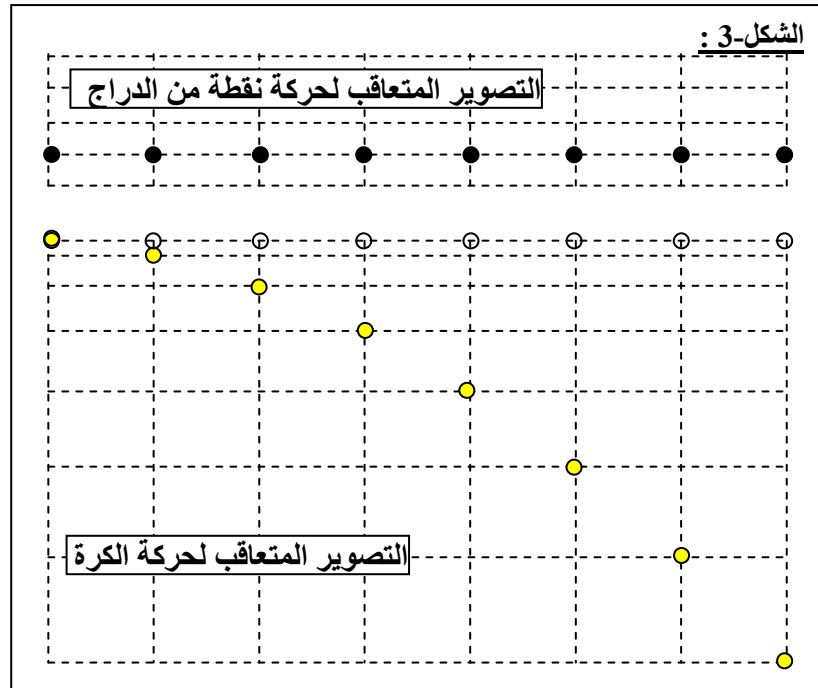


مرجع -1 : مرتبط بالأرض



مرجع -2 : في حركة مستقيمة منتظمة .

- نريد دراسة حركة الكرة الملقاة من طرف الدراج في مرجعين :
 - مرجع مرتبط بالأرض (ملاحظ واقف على الرصيف) .
 - مرجع في حركة مستقيمة منتظمة موازية لحركة الدراج و بنفس سرعته (ملاحظ يتحرك مع الدراج) .
- بالتصوير المتعاقب لحركة الكرة في المرجعين المذكورين تحصلنا على الوثيقتين التاليتين :
- الحالة الأولى (مرجع مرتبط بالأرض) :
 - 1- كيف يبدو مسار الكرة بالنسبة لملاحظ وقف على الرصيف (بالنسبة لمرجع مرتبط بالأرض) .
 - 2- هل الكرة تخضع إلى قوة في هذه الحالة ؟ علل
 - 3- قارن طبيعة الحركة و مسارها مع حالة الكرة المقذوفة على طاولة أفقية ملساء .
 - 4- هل للكرية سرعة ابتدائية ، اشرح .
 - 5- نسقط مواضع الكرة على المحورين ox ، oy فنحصل على الشكل التالي حيث التصوير المتعاقب العلوي يمثل التصوير المتعاقب لحركة نقطة من الدراج .

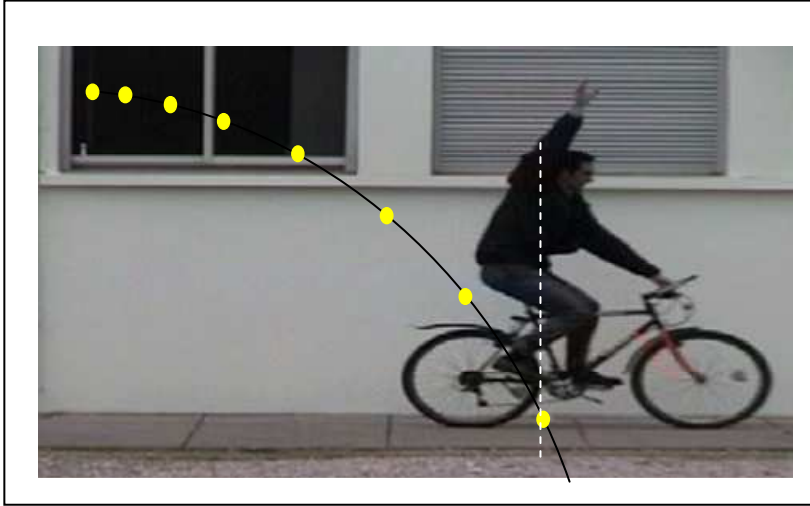


- 5- قارن الحركة الأفقية للكرة بالحركة المستقيمة للدراج . ماذا تستنتج ؟
 - 6- أين يكون موقع الدراج عندما تسقط الكرة .
 - 7- أين يكون موقع الدراج عندما تسقط الكرة إذا كانت حركة الدراج مستقيمة متسارعة .
 - 8- أين يكون موقع الدراج عندما تسقط الكرة إذا كانت حركة الدراج مستقيمة متباطئة .
- الحالة الثانية (مرجع في حركة مستقيمة منتظمة موازية لحركة الدراج و بنفس سرعته)
- 9- في رأيك كيف يبدو مسار الكرة بالنسبة لملاحظ يتحرك بالتوازي مع الدراج بنفس سرعته (بالنسبة لمرجع مرتبط بالدراج) . ما هي طبيعة حركتها .
 - 10- هل الكرة تخضع إلى قوة في هذه الحالة ؟ علل .
 - 11- قارن طبيعة الحركة و مسارها مع حالة السقوط الحر للكرة المدروسة . ماذا تلاحظ ؟ كيف تفسر ذلك ؟
 - 12- من نتائج السؤالين (9) ، (10) ماذا يمكن قوله عن علاقة السرعة الابتدائية و المسار و القوة بمرجع الدراسة .
 - 13- في رأيك إذا قذفت الكرة من الموضع الذي تركت فيه من طرف الدراج بنفس سرعة الدراج ، كيف يبدو مسارها في رأيك ، قارن هذا المسار بمسار الكرة المتروكة من طرف الدراج و هو يتحرك بسرعة ثابتة .

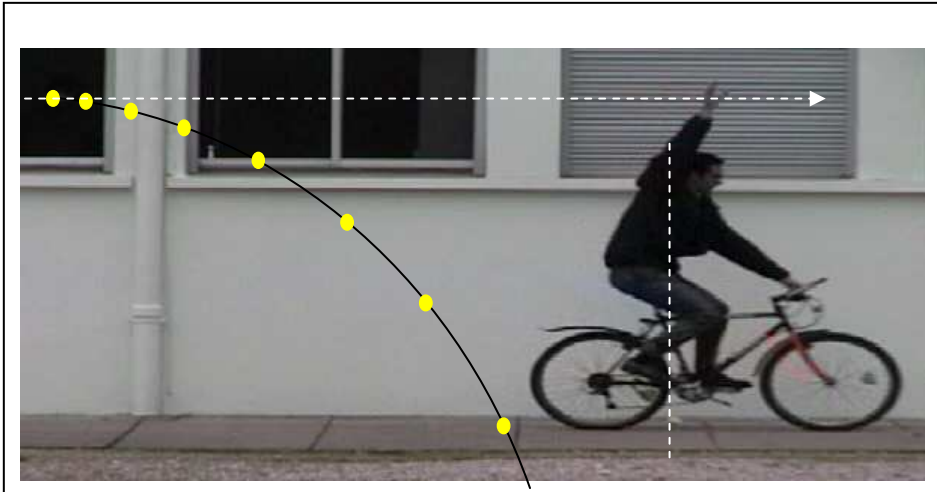
تحليل النشاط :

الحالة الأولى (مرجع مرتبط بالأرض) :

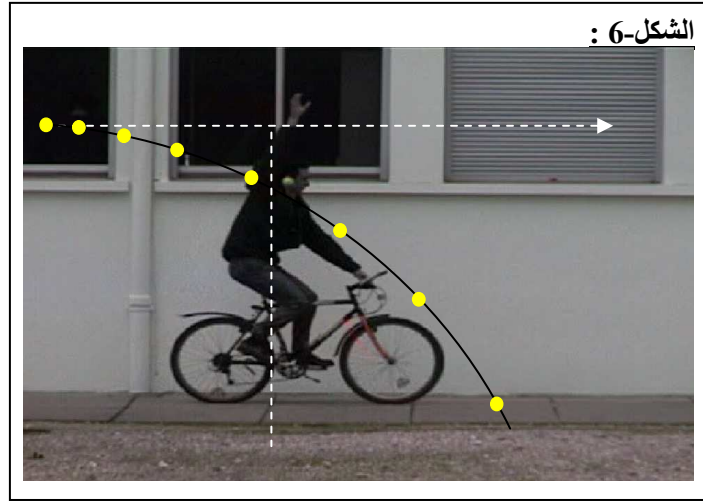
- 1- أ- نلاحظ أن مسار الكرة بالنسبة لمرجع مرتبط بالأرض يبدو منحني .
 - 2- بما أن مسار الكرة منحني (حركة ليست مستقيمة منتظمة) ، حسب مبدأ العطالة الكرة حتما تخضع إلى قوة .
 - 3- مسار الكرة التي ألقاها الدراج و هو في حركة مستقيمة منتظمة مطابقا تماما لمسار كرية مقذوفة على طاولة أفقية ملساء .
 - 4- بما أن مسار الكرة الملقاة من طرف الدراج مطابق تماما لمسار كرية مقذوفة أفقيا ، و الكرة المقذوفة أفقيا لا تتم حركتها إلا إذا كانت لها سرعة ابتدائية ، يمكن القول إذن أن للكرة الملقاة من طرف الدراج سرعة ابتدائية .
 - 5- نلاحظ أن حركة الدراج المستقيمة المنتظمة تطابق تماما حركة الكرة الأفقية مما يدل على أن كلاهما حركة مستقيمة منتظمة بنفس السرعة .
 - 6- موقع الدراج عندما تسقط الكرة :
- حركة الدراج المستقيمة المنتظمة تطابق حركة الكرة الأفقية المستقيمة المنتظمة ، لذلك يقطعان نفس المسافة في الوقت التي تسقط فيه الكرة على الأرض و بالتالي يكون الدراج عند لحظة سقوط الكرة على الأرض في نفس الشاقول مع الكرة (الشكل) .



- 7- موقع الدراج عندما تسقط الكرة إذا كانت حركة الدراج مستقيمة متسارعة :
- الدراج و الكرة لهما نفس السرعة الإبتدائية الأفقية و كون أن حركة الدراج متسارعة و حركة الكرة منتظمة يكون الدراج قد قطع مسافة أكبر من المسافة الأفقية التي تقطعها الكرة في المدة الزمنية الموافقة لسقوط الكرة ، لذا يكون الدراج متقدم على الكرة لحظة سقوط هذه الأخيرة على الأرض (الشكل) .

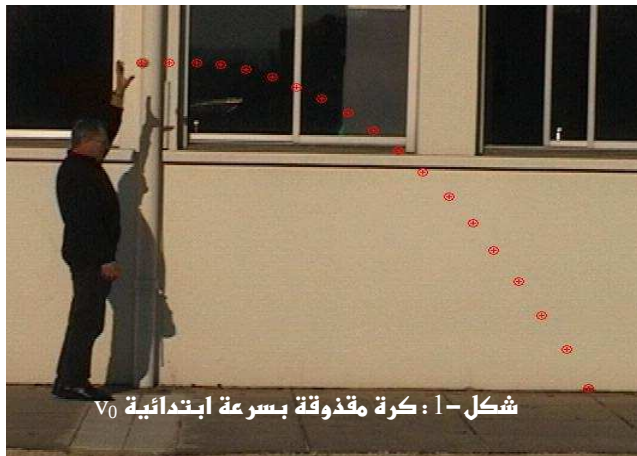


8- موقع الدراج عندما تسقط الكرة إذا كانت حركة الدراج مستقيمة متباطئة :
الدراج و الكرة لهما نفس السرعة الابتدائية الأفقية و كون أن حركة الدراج متباطئة و حركة الكرة منتظمة يكون الدراج قد قطع مسافة أقل من المسافة الأفقية التي تقطعها الكرة في المدة الزمنية الموافقة لسقوط الكرة ، لذا يكون الدراج متأخر عن الكرة لحظة سقوط هذه الأخيرة على الأرض (الشكل) .



الشكل-6 :

- الحالة الثانية (مرجع في حركة مستقيمة منتظمة موازية لحركة الدراج و بنفس سرعته)
- 9- في هذه الحالة أي بالنسبة لمرجع في حركة مستقيمة منتظمة موازية لحركة الدراج و بنفس سرعته يبدو مسار الكرة عبارة عن مستقيم و هي في حركة مستقيمة متسارعة .
- 10- نعم الكرة تخضع إلى قوة في هذه الحالة لأن حركتها ليست مستقيمة منتظمة (حسب مبدأ العطالة) .
- 11- مسار الكرة التي ألقاها الدراج و هو في حركة مستقيمة منتظمة بالنسبة لمرجع في حركة مستقيمة منتظمة موازية لحركة الدراج و بنفس سرعته مطابقا تماما لمسار كرية متروكة من دون سرعة ابتدائية (سقوط حر) .
- 12- السرعة الابتدائية و المسار يتعلق بمرجع الدراسة ، بينما القوة لا تتعلق بذلك .
- 13- إذا قذفت الكرية بسرعة ابتدائية v_0 من الموضع الذي تركت فيه من طرف الدراج التي يتحرك بنفس البسرعة v_0 (حركة مستقيمة منتظمة) يكون مسارها منحنى مطابق تماما لمسار الكرة المتروكة من طرف الدراج و هو يتحرك بالسرعة الثابتة v_0 كما مبين في الشكل التالي :

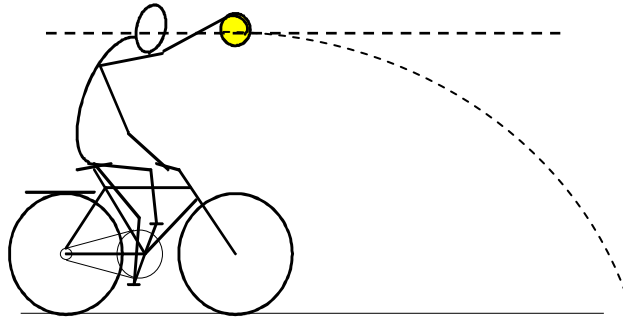
شكل -1 : كرة مقذوفة بسرعة ابتدائية v_0 شكل -2 : كرة متروكة من طرف دراسة يتحرك بسرعة v_0

خلاصة

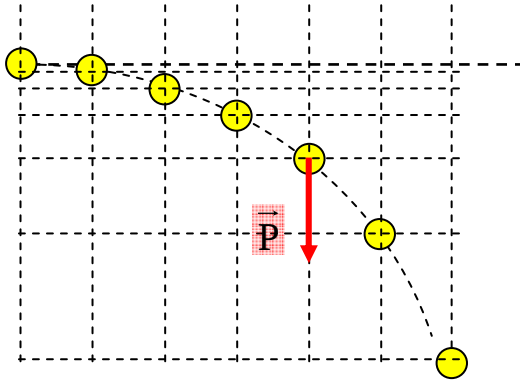
- عندما نقوم بدراسة حركة جسم في مرجعين أحدهما يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة للآخر فإن مسار حركة هذا الجسم يختلف في كل من المرجعين ، وكذلك السرعة الابتدائية ، بينما القوة المطبقة على الجسم تبقى نفسها في كل من المرجعين ، أي أنه يمكن لكل من المسار و السرعة الابتدائية أن يتغير بتغير مرجع الدراسة في حين تبقى القوة نفسها مهما كان المرجع .

مثال :

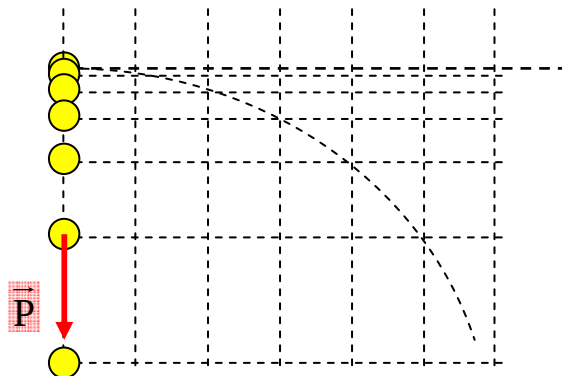
دراج مع دراجته يتحرك بسرعة ثابتة $\vec{v}$ ، في لحظة ما يترك كرة تنس بدون سرعة ابتدائية من على ارتفاع معين من سطح الأرض (الشكل).



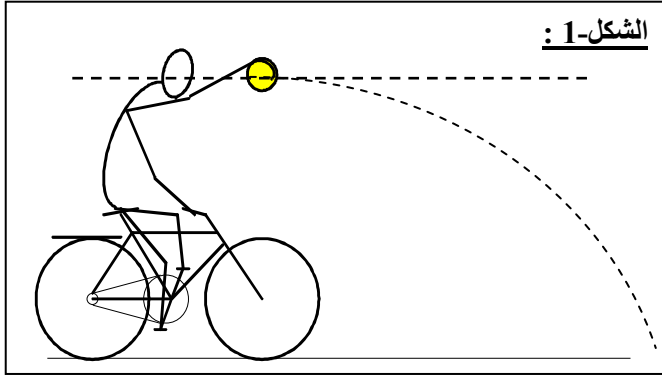
- بالنسبة لمرجع مرتبط بالأرض (ملاحظ واقف على الرصيف) ، تبدو الكرة في حركة منحنية و هي خاضعة إلى قوة موجهة نحو الأسفل (قوة الثقل) كما مبين في الشكل التالي :



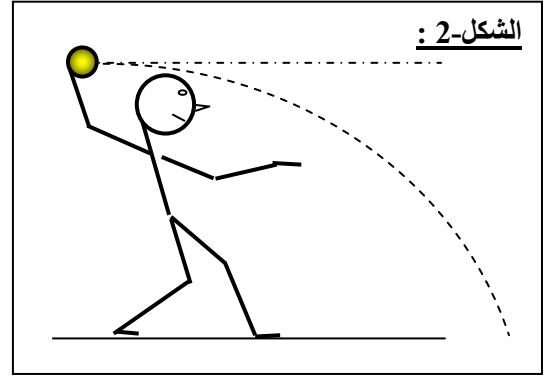
- بالنسبة لمرجع في حركة مستقيمة منتظمة موازية لحركة الدراج و بنفس سرعته ، تبدو الكرة في حركة مستقيمة شاقولية و هي خاضعة إلى قوة موجهة نحو الأسفل (قوة الثقل) كما مبين في الشكل التالي :



- عندما تكون السرعة الابتدائية لكرة و الموضع نفسها يكون مسار الكرة نفسه مهما كانت مسببات حركة هذه الكرة ، مثلا بالنسبة لملاحظ مرتبط بالأرض ، لا يوجد فرق بين حركة الكرة المتروكة من طرف درّاج يسير بسرعة ثابتة $\vec{v}_0$ (الشكل-1) ، وحركة نفس الكرة عندما تقذف أفقيا بسرعة ابتدائية $\vec{v}_0$ من نفس الموضع الذي ترك فيه الدراج الكرة (الشكل-2) ، و هذا راجع إلى أن الشرطان الابتدائيان (الموضع و السرعة) نفسها في الحالتين (المرجعين) .



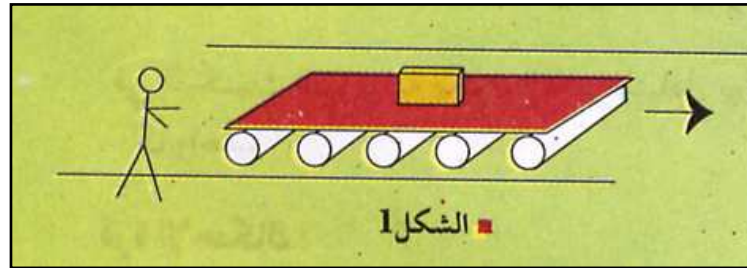
الشكل-1 :



الشكل-2 :

التمرين (1) :

وضع مسافر حقييته على بساط متحرك بحركة مستقيمة منتظمة (الشكل-1) .



الشكل 1

1- هل الحقيبة في حركة في كل من :

- مرجع البساط .
- مرجع الأرضية .

2- صف حركة المسافر في كل مرجع .

الأجوبة :

1- حركة الحقيبة :

▪ في مرجع البساط :

الحقيبة في مرجع البساط ساكنة فلو اعتبرنا ملاحظ مرتبط بالبساط تبدو الحقيبة له ساكنة ، لأن هذا الملاحظ يتحرك هو أيضا على البساط كما تتحرك الحقيبة .

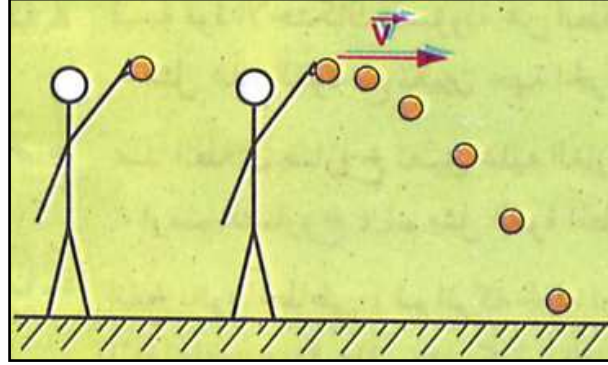
▪ في مرجع الأرضية :

- بالنسبة لمرجع الأرضية المسافر يبدو في حالة سكون .

2- بالنسبة لمرجع البساط يبدو المسافر في حركة مستقيمة منتظمة ، في حين يبدو ساكن في مرجع الأرضية .

التمرين (2) :

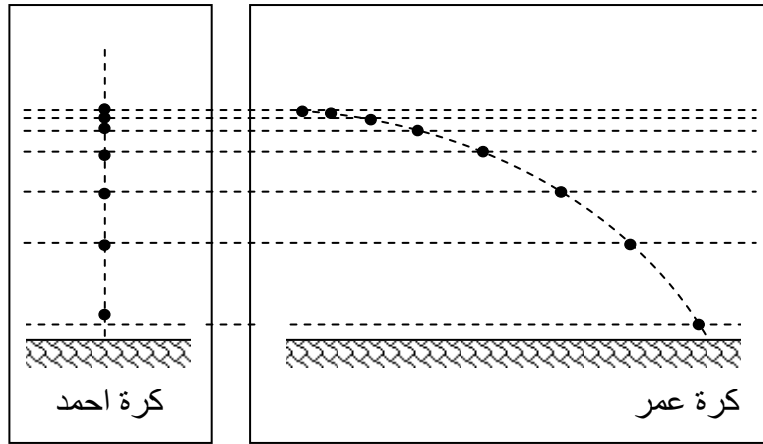
يقذف عمر كرة بيده بسرعة $\vec{v}$ أفقية . في نفس اللحظة يترك أحمد كرة مماثلة تسقط دون قذفها . يمثل الشكل التالي المواضع المتتالية لكرة عمر .



- 1- مثل بدقة على ورق شفاف المواضع المتتالية لكرة أحمد .
- 2- ما هي القوة المطبقة على كل كرة ؟ .
- 3- هل تصل الكرتان إلى سطح الأرض في نفس اللحظة ؟ علل

الأجوبة :

- 1- المواضع المتتالية لحركة كرة أحمد :



- 2- القوة المطبقة على كل كرة هي قوة الثقل (جذب الأرض للكرة) .
- 3- بما أن الكرتان تخضعان لنفس القوة و السرعة الابتدائية وفق المحور الشاقولي معدومة في كلاهما ، تكون للكرتين لهما نفس الحركة على المحور الشاقولي و عليه تصلان إلى الأرض في نفس

المراجع الغاليلية

• تعريف المرجع الغاليلي :

- المرجع الغاليلي هو كل مرجع يتحقق فيه مبدأ العطالة ، و كل مرجع في إزاحة مستقيمة منتظمة مع مرجع غاليلي هو كذلك مرجع غاليلي .
- لتعريف المراجع الغاليلية نبحث عن مرجع ساكن أصلا ، لذلك اختير مركز الشمس الذي يعتبر ثابت بالنسبة لكل الأجسام الموجود في الفضاء .

• أمثلة عن المراجع الغاليلية :

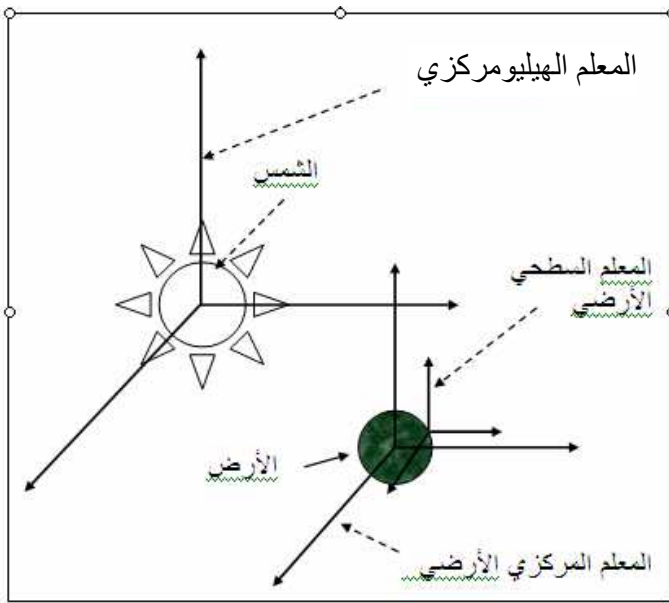
- المرجع الهيليومركزي :
- مبدأ معلمه يكون منطبق على مركز الشمس ، و محاوره الثلاثة متجهة نحو نجوم جد بعيدة تعتبر ثابتة بالنسبة لمركز الشمس (الشكل) .
- يعتبر المرجع الهيليومركزي غاليليا إلى حد كبير .
- يعتمد على هذا المرجع في دراسة حركة الأجسام التي تتحرك حول الشمس كالأرض و بقية الكواكب .

المرجع المركزي الأرضي (المرجع الجيومركزي) :

- مبدأ معلمه يكون منطبق على مركز الأرض ومحاوره الثلاثة تكون متجهة نحو ثلاث نجوم جد بعيدة تعتبر ثابتة بالنسبة لمركز الأرض (الشكل) .
- في الحقيقة إن المرجع المركزي الأرضي ليس غاليليا بالمعنى الدقيق ، لكون مبدأ معلمه له مسار إهليلجي حول الشمس ، غير أنه بالنسبة للتجارب التي تدوم وقتا قصيرا مقارنة مع مدة دوران مركز الأرض حول الشمس يمكن اعتبار هذا المرجع غاليلي إذ أن حركة مركز الأرض حول الشمس في هذا المجال الزمني (زمن التجربة القصير) تكون مستقيمة منتظمة تقريبا مع المرجع الهيليومركزي الغاليلي .
- يعتمد على هذا المرجع في دراسة حركة الأجسام التي تتحرك حول الأرض ، مثل الأقمار الاصطناعية .

المرجع السطحي الأرضي :

- مبدأ معلمه يكون منطبق على نقطة من سطح الأرض ومحاوره الثلاثة تكون متجهة نحو ثلاث نجوم جد بعيدة تعتبر ثابتة بالنسبة لنقطة من سطح الأرض (الشكل) .
- في الحقيقة إن المرجع السطحي الأرضي ليس غاليليا بالمعنى الدقيق ، لكون مبدأ معلمه له مسار دائري بسبب دوران الأرض حول نفسها ، غير أنه بالنسبة للتجارب التي تدوم وقتا قصيرا مقارنة مع مدة دوران الأرض حول نفسها يمكن اعتبار هذا المرجع غاليلي إذ أن حركة مركز الأرض حول نفسها في هذا المجال الزمني (زمن التجربة القصير) تكون مستقيمة منتظمة تقريبا مع المرجع الهيليومركزي الغاليلي .
- يعتمد على هذا المرجع في دراسة حركة الأجسام التي تتم على الأرض مثل حركة قذيفة ، حركة جسم على مستوى مائل ، حركة نواس



التمرين (3) :

اختر مرجعا غاليليا مناسباً لدراسة الحركات التالية :

- 1- حركة دراج على طريق أفقي .
- 2- حركة كوكب المريخ حول الشمس .
- 3- حركة قمر اصطناعي حول الأرض .
- 4- حركة قمر اصطناعي حول كوكب المريخ .

الأجوبة :

المراجع الغاليلية المناسبة :

- 1- المرجع المناسب لدراسة حركة دراج على طريق أفقي ، هو المرجع السطحي الأرضي الذي نعتبره غاليلي .
- 2- المرجع المناسب لدراسة حركة كوكب المريخ حول الشمس ، هو المرجع الهيليومركزي الغاليلي إلى حد كبير .
- 3- المرجع المناسب لدراسة حركة قمر اصطناعي حول الأرض ، هو المرجع المركزي الأرض (الجيو مركزي) الذي نعتبره غاليلي .
- 4- المرجع المناسب لدراسة حركة قمر اصطناعي حول كوكب المريخ ، هو مرجع منطبق على مركز المريخ و الذي نعتبره غاليلي .

التمرين (4) :

يسير دراج وفق خط مستقيم بحركة منتظمة (الشكل) .



- 1- هل تصلح النقاط الموضحة على الشكل و المدونة في الجدول أن تكون مرجعا غاليليا مع التعليل ، ضع العلامة (X) في المكان المناسب .

النقطة	الجسم	يصلح	لا يصلح	التعليل
A	مقعد الدراجة			
B	إطار العجلة			
C	حافة الدواسة			
D	محور العجلة			

- 2- أرسم مسار النقطة B كما يراه الدراج ، ثم كما يراه ملاحظ واقف على الرصيف .
- 3 - كيف تبدو النقطة D بالنسبة للدراج (مرجع الدراجة) .

أجوبة مختصرة :

1- النقاط التي تصلح لأن تكون مرجعا غاليليا :

تصلح نقطة لأن تكون مرجعا غاليليا إذا كانت في حركة مستقيمة منتظمة بالنسبة لمرجع غاليلي و هو المرجع السطحي الأرضي الي يعتبر غاليلي .

■ النقطة A : تصلح لأن تكون مرجعا غاليليا لأنها في حركة مستقيمة منتظمة مع المرجع السطحي الأرضي الذي يعتبر غاليلي .

■ النقطة B : لا تصلح لأن تكون مرجع غاليلي لأنها في حركة منحنية (ليست مستقيمة منتظمة) بالنسبة للمرجع السطحي الأرضي الذي يعتبر غاليلي .

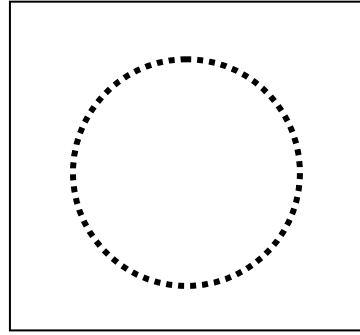
■ النقطة C : لا تصلح لأن تكون مرجع غاليليا لأنها في حركة منحنية مع المرجع السطحي الأرضي الذي يعتبر غاليلي .

■ النقطة D : تصلح لأن تكون مرجعا غاليليا لأنها في حركة مستقيمة منتظمة مع المرجع السطحي الأرضي الذي يعتبر غاليلي .

2- مسار B :

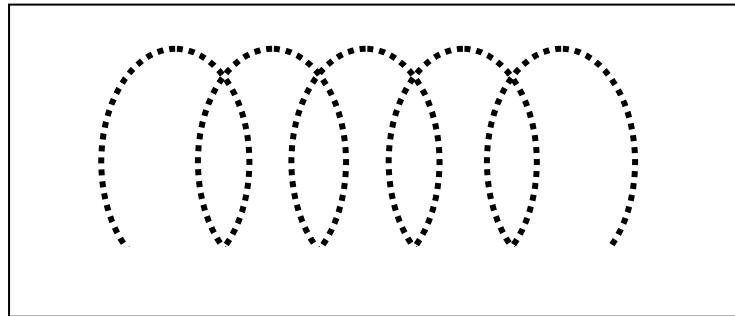
■ كما يراها الدراج :

تبدو B بالنسبة للدراج في حركة دائرية منتظمة .



■ كما يراها ملاحظ على الرصيف :

النقطة B في هذه الحالة في حركة مستقيمة منتظمة و دائرية في آن واحد ، لذا تبدو بالنسبة لملاحظ على الرصيف كما يلي :



3- حركة النقطة D بالنسبة للدراج :

النقطة D تبدو للدراج في حالة سكون .

