سلاسل المنجد - دروس و تمارين

السلسلة 1-04-1

علوم فيزيائية

القوة و الحركة و المرجع
دفع و كيف كتحرك

عرض نظري و تمارين

يمكن تحميل نسخة من هذا الملف من الموقع :
www.sites.google.com/site/faresfergani

للمزيد (عرض نظري مفصل – تمارين – فيديوهات .....)
يرجى زيارتنا على صفحة الوحدة في الموقع الإلكتروني

لكي يصلك جديد الموقع تابع صفحة الفايسبوك التالية :
الأستاذ فرقاني فارس أستاذ العلوم الفيزيائية Fergani Fares

الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
fares_fergani@yahoo.fr

الإصدار : جانفي/2023

العلوم الفيزيائية

القوة و الحركة و المرجع-دافع و كبح متحرك

إعداد الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
www.sites.google.com/site/faresfergani

****

السلسلة 1–04– 01

عرض نظري و تمارين

.

1- نسبية الحركة و مفهوم المرجع الغاليلي

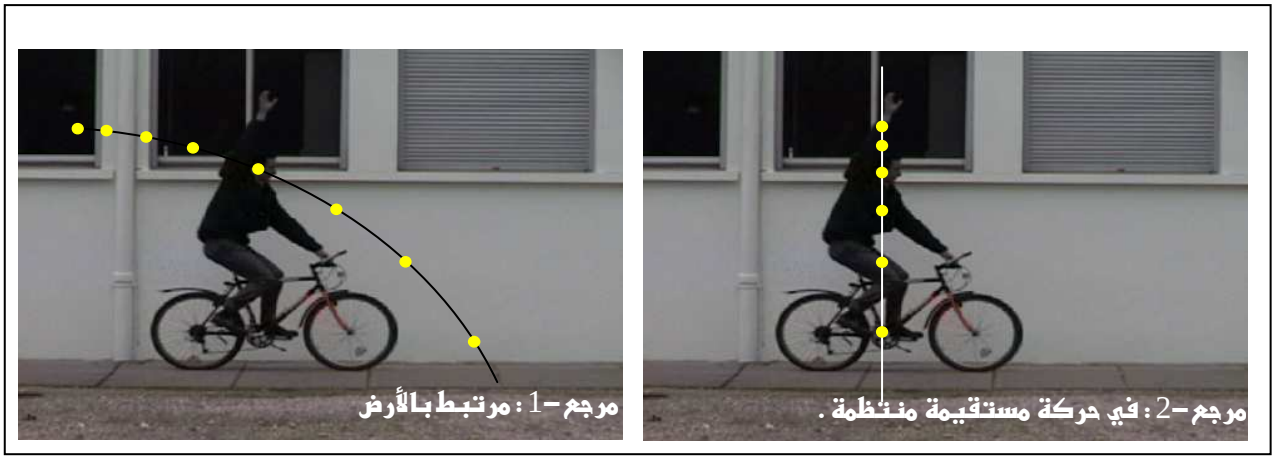
- عرفنا في الوحدات السابقة أن الحركة تتعلق بالقوة و نريد أن نعرف في هذه الوحدة إن كانت الحركة تتعلق بالمرجع أم لا .

• دراسة حركة كرة يلقيها دراج :

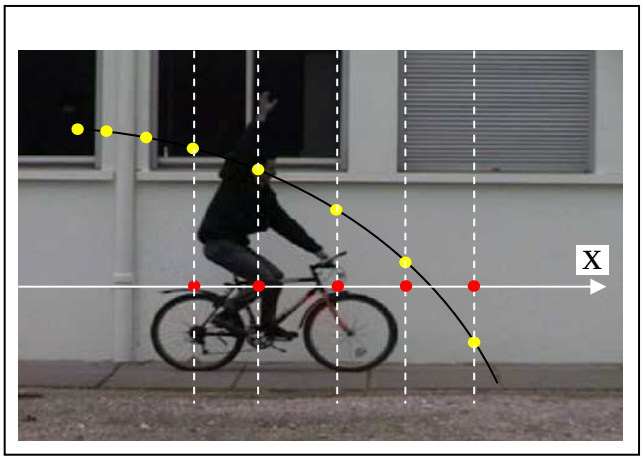
- نعتبر دراج مع دراجته يتحرك بسرعة ثابتة $\vec{v}$ (الشكل)، في لحظة ما يترك كرة تنس بدون سرعة ابتدائية من على ارتفاع معين من سطح الأرض .

- 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 :



- بالنسبة للمرجع (1) المرتبط بالأرض نلاحظ أن مسار الكرة يبدو منحني بشكل مطابق تماما لمسار كرية مقذوفة أفقيا ، بمعنى أن الكرة في هذا المرجع خاضعة لقوة (حسب مبدأ العطالة) و لها سرعة ابتدائية (حالة القذف الأفقي) .
- بالنسبة للمرجع (2) المرتبط بالدراج نلاحظ أن مسار الكرة يبدو مستقيم شاقولي نحو الأسفل و الحركة متسارعة بشكل مطابق تماما لحركة كرة تركت دون سرعة ابتدائية (سقوط حر) ، بمعنى أن الكرة في هذا المرجع خاضعة لقوة (حسب مبدأ العطالة) كما أنها دون سرعة ابتدائية (سقوط حر) .
- عندما نقارن حركة نقطة من إطار الدراجة بمسقط مواضع الكرة على المحور ox ، نجد أن هناك تطابق تام (الشكل) ، يفسر ذلك بأن الكرة عند تركها تواصل حركتها المستقيمة المنتظمة وفق المحور ox بنفس السرعة التي تركت بها و هي سرعة الدراج و كون أن حركة الدراج أيضا مستقيمة منتظمة تكون في النهاية حركة الدراج مطابقة تماما لمسقط حركة الكرة على المحور ox .

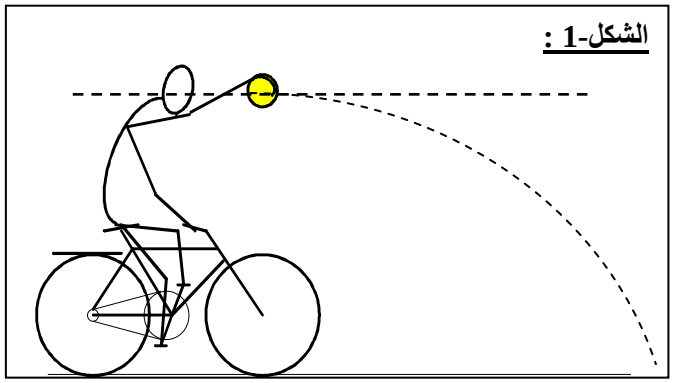


نتيجة :

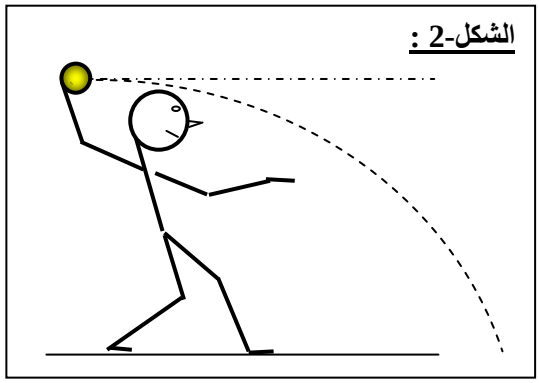
- عندما نقوم بدراسة حركة جسم في مرجعين مختلفين كأن يكون أحد المرجعين يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة للآخر فإن مسار حركة هذا الجسم تختلف في كل من المرجعين ، و كذلك السرعة الابتدائية ، بينما القوة المطبقة على الجسم تبقى نفسها في كل من المرجعين ، أي أنه يمكن لكل من المسار و السرعة الابتدائية أن يتغير بتغير مرجع الدراسة في حين تبقى القوة نفسها مهما كان المرجع .
- عندما تكون السرعة الابتدائية لكرة و الموضع نفسهما 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) نفسهما في الحالتين (المرجعين) .

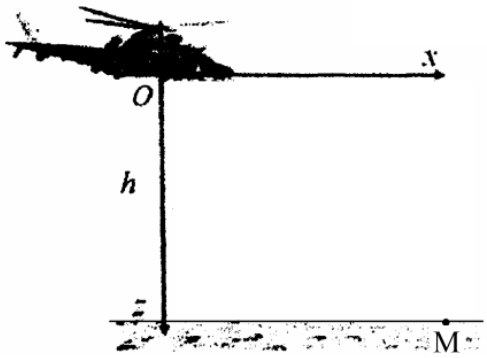
الشكل-1 :



الشكل-2 :



التمرين (1) : (التمرين : 001 في بنك التمارين على الموقع) (*)

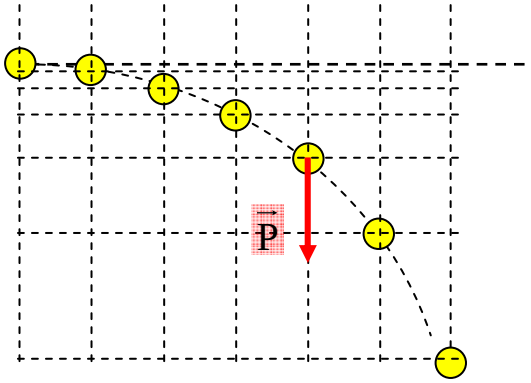


في فبراير 2012 ، هبت عاصفة ثلجية على شمال شرق الجزائر ، فاستعملت الطائرات المروحية للجيش الوطني الشعبي لإيصال المساعادات للمتضررين خاصة في المناطق الجبلية منها .
تطير مروحية على ارتفاع ثابت h من سطح الأرض بسرعة أفقية ثابتة $\vec{v}_0$ ، يُترك صندوق مواد غذائية يسقط من الطائرة المروحية ليرتطم بسطح الأرض في النقطة M (الشكل) .

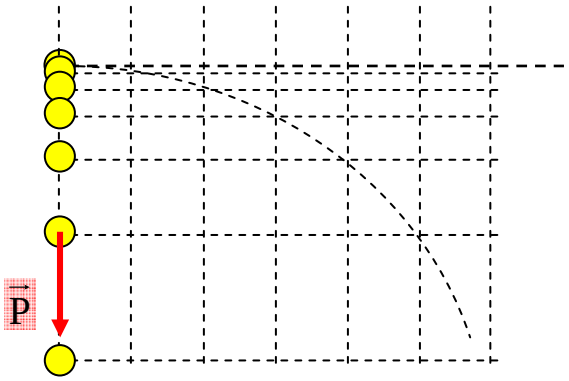
1- مثل المواضع المتتالية للصندوق أثناء انتقالها من موضع تركه O إلى موضع ارتطامه بالأرض M في الحالتين التاليتين :
أ- كما يراه شخص واقف على سطح الأرض .
ب- كما يراه سائق الطائرة العمودية .
جـ- مثل القوة المؤثرة على الصندوق في الحالتين .
2- مثل موضع الطائرة المروحية عندما يرتطم الصندوق بالأرض .

الأجوبة :

1- المواضع المتتالية للصندوق :
أ- كما يراها شخص واقف على الأرض :

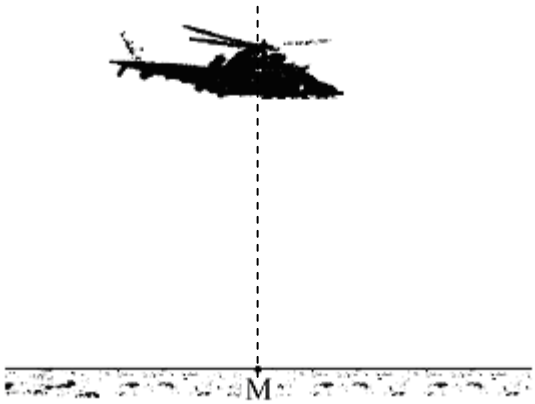


ب- كما يراها سائق الطائرة المروحية :

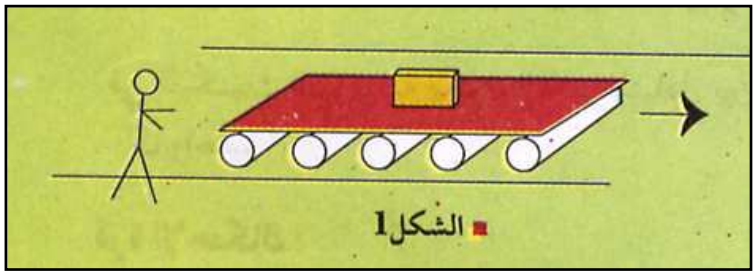


جـ- تمثيل القوة المؤثرة على الصندوق : (الشكل) .

2- موضع الطائرة المروحية عندما يرتطم الصندوق بالأرض :



التمرين (2) : (التمرين : 003 في بنك التمارين على الموقع) (**)


الشكل1

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

أ- هل الحقيبة في حركة في كل من :

- مرجع البساط .
- مرجع الأرضية .

ب- صف حركة المسافر في كل مرجع .

2- يسير دراج وفق خط مستقيم بحركة منتظمة (الشكل) .

الشكل2

أ- نعتبر النقاط التالية :

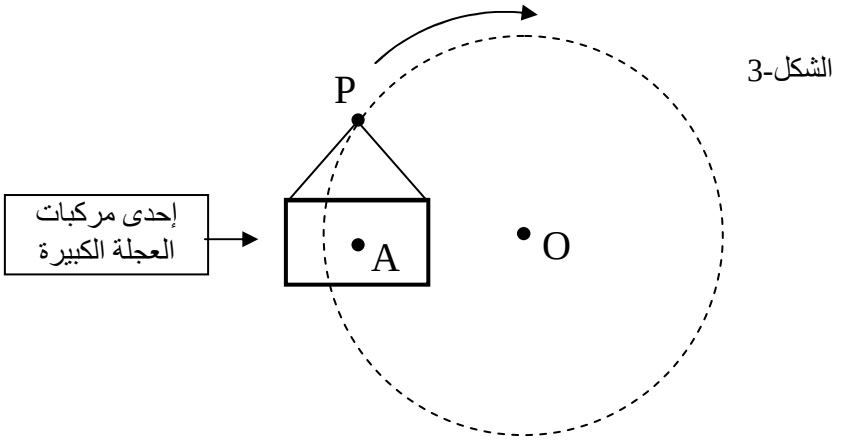
- النقطة A من مقعد الدراجة ؟
- النقطة B من إطار عجلة الدراجة .
- النقطة C حافة الدواسة عندما يديرها الدراج .
- النقطة D محور العجلة .

- بين في كل نقطة من هذه النقاط إن كانت تصلح أن تكون مرجعا غاليليا أم لا مع التعليل .

ب- أرسم مسار النقطة B كما يراه الدراج ، ثم كما يراه ملاحظ واقف على الرصيف .

جـ - كيف تبدو النقطة D بالنسبة للدراج (مرجع الدراجة) .

3- في (الشكل-3) التالي ، تمثل : P نقطة من العجلة الكبيرة في حديقة الألعاب و التسلية و التي تدور بسرعة ثابتة حول مركزها O ، A نقطة من إحدى مركبات هذه العجلة .



- أثناء دوران العجلة الكبيرة تبقى A على نفس الشاقول مع P ، أرسم بشكل كيفي مع الشرح ، مسار النقطة A أثناء حركة العجلة بالنسبة لمرجع مرتبط بالأرض (بالنسبة لملاحظ موجود على سطح الأرض) .

الأجوبة :

1- أ- حركة الحقيبة في كل مرجع :

- بالنسبة لمرجع البساط تبدو الحقيبة ساكنة .
- بالنسبة لمرجع الأرضية تبدو الحقيبة متحركة .

ب- حركة المسافر في كل مرجع :

- بالنسبة لمرجع الأرضية المسافر يبدو في حالة سكون .
- بالنسبة لمرجع البساط يبدو المسافر في حركة مستقيمة منتظمة .

2-أ- النقاط التي تصلح لأن تكون مرجعا غاليليا و النقاط التي لا تصلح :

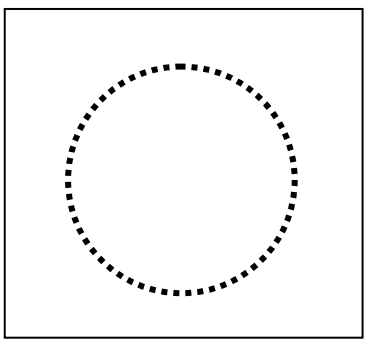
تصلح نقطة لأن تكون مرجعا غاليليا إذا كانت في حركة مستقيمة منتظمة بالنسبة للمرجع السطحي الأرضي الغاليلي و عليه :

- النقطة A : تصلح لأن تكون مرجعا غاليليا لأنها في حركة مستقيمة منتظمة مع المرجع السطحي الأرضي الغاليلي .
- النقطة B : لا تصلح لأن تكون مرجع غاليلي لأنها في حركة منحنية (ليست مستقيمة منتظمة) بالنسبة للمرجع السطحي الأرضي الغاليلي .
- النقطة C : لا تصلح لأن تكون مرجع غاليليا لأنها في حركة منحنية مع المرجع السطحي الأرضي الغاليلي .
- النقطة D : تصلح لأن تكون مرجعا غاليليا لأنها في حركة مستقيمة منتظمة مع المرجع السطحي الأرضي الغاليلي .

ب- مسار B :

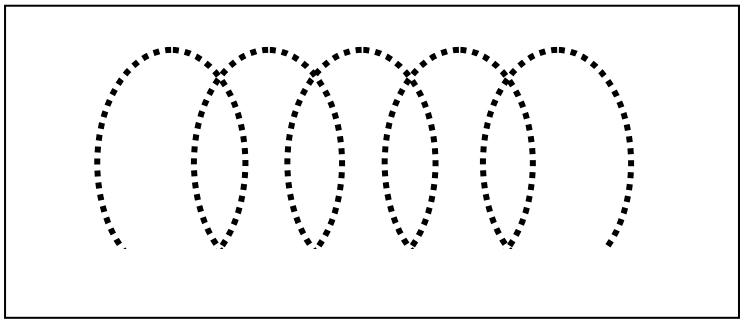
- كما يراها الدراج :

تبدو B بالنسبة للدراج في حركة دائرية منتظمة .



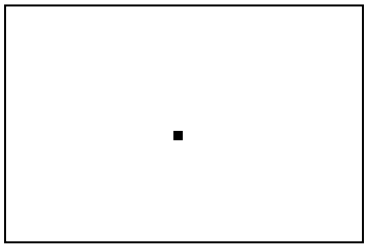
▪ كما يراها ملاحظ على الرصيف :

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



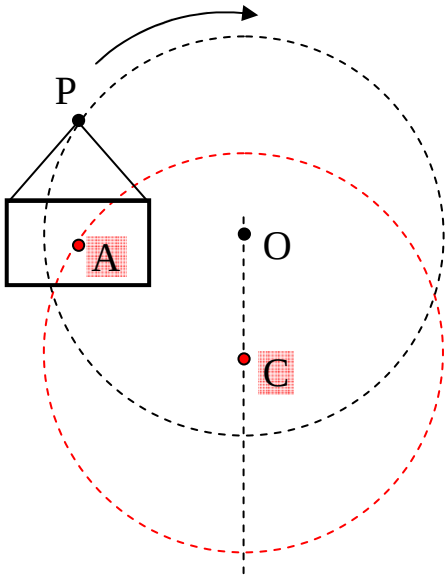
جـ- حركة النقطة D بالنسبة للدراج :

النقطة D تبدو ساكنة بالنسبة للدراج .



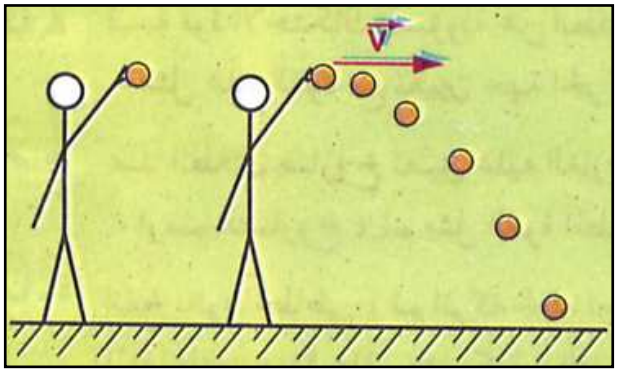
3- مسار النقطة A أثناء حركة العجلة بالنسبة لمرجع مرتبط بالأرض :

بما أن النقطة A تقع دوما تحت النقطة P أثناء حركتها ، و كون أن مسار النقطة P عبارة عن دائرة مركزها O ، يكون مسار النقطة A بالنسبة للأرض هو أيضا عبارة عن دائرة مركزها نقطة أخرى نعتبرها C تقع تحت المركز (O) للعجلة و على نفس الشاقول ، و نصف قطرها CA = OP ، كما مبين في الشكل التالي :



التمرين (3) : (التمرين : 006 في بنك التمارين على الموقع) (**)

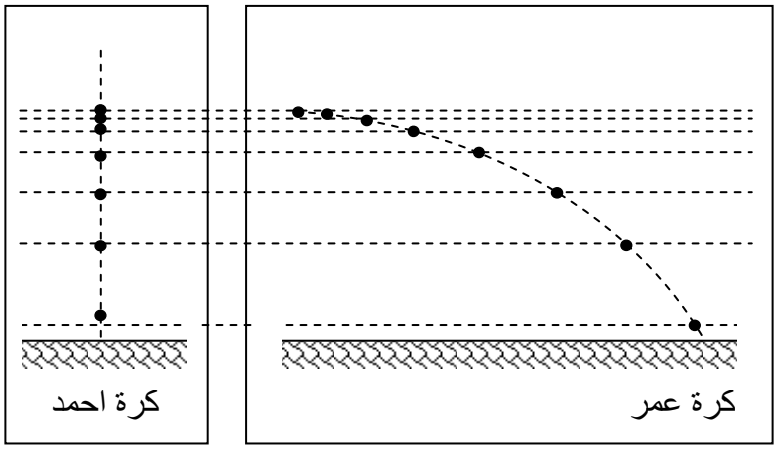
يقذف عمر كرة بيده بسرعة $\vec{v}$ أفقية . في نفس اللحظة يترك أحمد كرة مماثلة تسقط دون قذفها . يمثل الشكل التالي المواضع المتتالية لكرة عمر .



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 اللحظة .

2- المراجع الغالليلة

• تذكير بنص مبدأ العطالة :

- مبدأ العطالة هو أحد القوانين الأساسية التي صاغها العالم نيوتن فهو ينص على ما يلي :

" يحافظ كل جسم على سكونه أو حركته المستقيمة المنتظمة إذا لم تتدخل قوة لتغيير حالته الحركية".

يمكن من خلال مبدأ العطالة قول ما يلي :

- إذا لم يخضع جسم إلى تأثير أي قوة يكون إما ساكنا أو في حركة مستقيمة منتظمة .
- إذا خضع جسم إلى تأثير قوة لا يكون ساكنا و لا في حركة مستقيمة منتظمة بمعنى يمكن أن يكون في حركة مستقيمة متسارعة أو في حركة مستقيمة متباطئة أو في حركة منحنية أو في حركة دائرية منتظمة.....
- كل جسم ليس ساكنا و ليس في حركة مستقيمة منتظمة (مستقيمة متسارعة أو مستقيمة متباطئة أو منحنية) هو حتما خاضع إلى قوة .

• تعريف المرجع الغاليلي :

- المرجع الغاليلي هو كل مرجع يتحقق فيه مبدأ العطالة ، و كل مرجع في حركة مستقيمة منتظمة مع مرجع غاليلي هو كذلك مرجع غاليلي .
- لتعريف المراجع الغاليلية اختير مركز الشمس و اعتبر مرجعا غاليليا .

• أمثلة عن المراجع الغاليليلة :

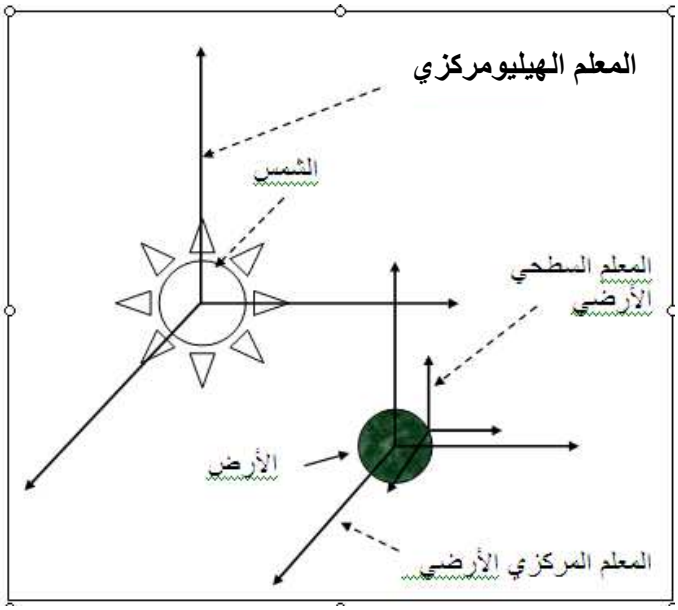
المرجع المركزي الشمسي (الهيليو مركزي) :

- المرجع المركزي الشمسي (الهيليومركزي) هو مرجع منطبق على مركز الشمس يكون مرفق بمعلم محاوره الثلاثة متجهة نحو ثلاث 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 (الجيومركزي) :

- المرجع المركزي الأرضي (الجيومركزي) هو مرجع منطبق على مركز الأرض يكون مرفق بمعلم محاوره الثلاثة متجهة نحو ثلاث نجوم جد بعيدة تعتبر ثابتة بالنسبة لمركز الأرض (الشكل) .
- في الحقيقة إن المرجع المركزي الأرضي ليس غاليليا بالمعنى الدقيق ، كون أن له مسار إهليليجي 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 :



- المرجع السطحي الأرضي هو مرجع منطبق على نقطة من سطح الأرض يكون مرفق بمعلم محاوره الثلاثة متجهة نحو ثلاث نجوم جد بعيدة تعتبر ثابتة بالنسبة لنقطة من سطح الأرض (الشكل) .
- في الحقيقة إن المرجع السطحي الأرضي ليس غاليليا بالمعنى الدقيق كون أن له مسار دائري بسبب دوران الأرض حول نفسها ، غير أنه بالنسبة للتجارب التي تدوم وقتا قصير 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 سطح الأرض مثل حركة قذيفة ، حركة جسم على مستوي مائل ، حركة نواس ..... .

أمثلة :

- المرجع المناسب لدراسة حركة دراج على طريق أفقي هو المرجع السطحي الأرضي .
- المرجع المناسب لدراسة حركة كوكب المريخ حول الشمس ، هو المرجع الهيليومركزي .
- المرجع المناسب لدراسة حركة قمر اصطناعي حول الأرض ، هو المرجع المركزي الأرض (الجيومركزي) .
- المرجع المناسب لدراسة حركة قمر اصطناعي حول كوكب المريخ ، هو مرجع منطبق على مركز المريخ .

التمرين (4) : (التمرين : 004 في بنك التمارين على الموقع) (**)

1- هل مبدأ العطالة محقق في الحالات التالية :

أ- جسم (S) خاضع إلى قوة و هو في حركة مستقيمة منتظمة في مرجع معين .

ب- جسم (S) خاضع إلى قوة و هو في حركة مستقيمة متسارعة بانتظام في مرجع معين .

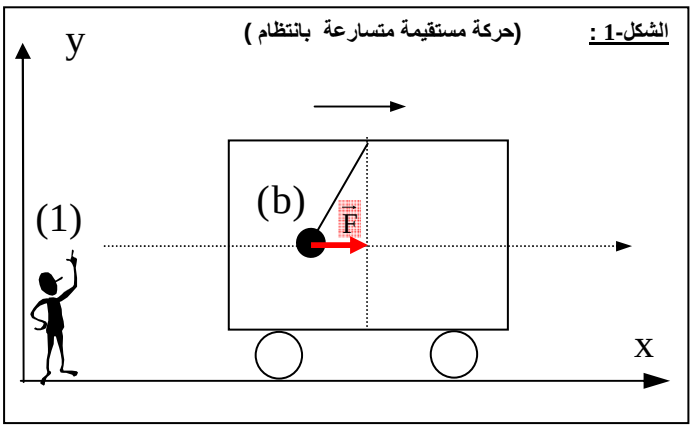
جـ- جسم (S) غير خاضع إلى أي قوة ، و هو في حركة مستقيمة متباطئة بانتظام في مرجع معين .

2- في نقطة من سقف عربة نعلق خيط ينتهي بكرية صغيرة (b) . تنطلق العربة بحركة مستقيمة متسارعة بانتظام ، نلاحظ انحرف الخيط عن المحور الشاقولي بزاوية α تبقى ثابتة طيلة الحركة ، و أثناء ذلك تخضع الكرية إلى قوتين محصلتهما غير معدومة نعتبرها $\vec{F}$.

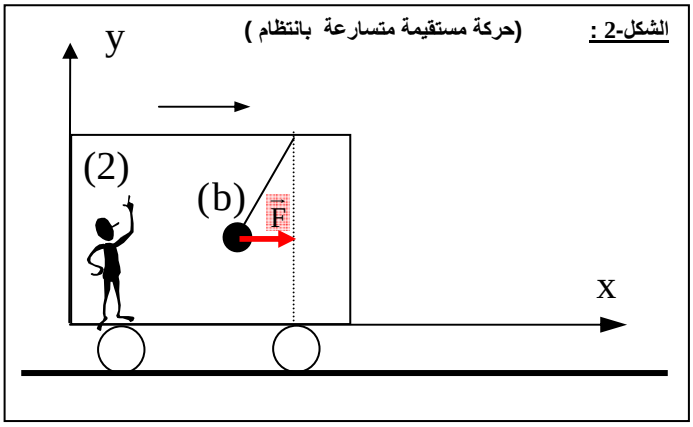
نعتبر المرجعين التاليين : - مرجع (1) : مرتبط بالأرض (الشكل-1) .

- مرجع (2) : مرتبط بالعربة (الشكل-2) .

الشكل-1 : (حركة مستقيمة متسارعة بانتظام)



الشكل-2 : (حركة مستقيمة متسارعة بانتظام)



أ- كيف تبدو الكرية (b) بالنسبة لملاحظ مرتبط بالمرجع (1) ، و كيف تبدو بالنسبة لملاحظ مرتبط بالمرجع (2) .

ب- هل المرجع (1) غاليلي أم لا ، و كذلك المرجع (2) . علل .

3- إذا أصبحت حركة العربة مستقيمة منتظمة . هل المرجع (2) غاليلي في هذه الحالة أم لا .

الأجوبة :

1- تحقق مبدأ العطالة :

يكون مبدأ العطالة محقق في الحالتين :

- جسم غير خاضع إلى أي قوة و هو ساكن أو في حركة مستقيمة منتظمة .
- جسم خاضع إلى قوة و هو لا ساكن و لا في حركة مستقيمة منتظمة (أي في حركة مستقيمة متسارعة ، في حركة مستقيمة متباطئة ، في حركة منحنية ، في حركة دائرية .....) و على هذا الأساس يكون :

(الحالة- أ) ← مبدأ العطالة غير محقق في المرجع المعين .

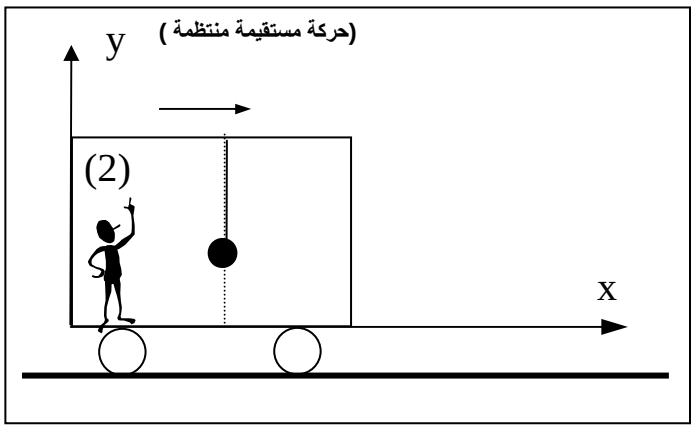
(الحالة- ب) ← مبدأ العطالة محقق في المرجع المعين .

(الحالة- جـ) ← مبدأ العطالة غير محقق في المرجع المعين .

2-أ- تبدوا الكرية (b) في حركة مستقيمة متسارعة (نفس حركة العربة) بالنسبة لملاحظ مرتبط بالمرجع (1) في حين تبدوا ساكنة بالنسبة لملاحظ مرتبط بالمرجع (2) .

ب- المرجع (1) غاليلي لأن مبدأ العطالة فيه محقق حيث تبدوا الكرية في حركة مستقيمة متسارعة (حركة العربة) و هي خاضعة إلى القوة $\vec{F}$ ، أما المرجع (2) ليس غاليلي لأن مبدأ العطالة فيه غير محقق إذ تبدوا الكرية (b) ساكنة و هي خاضعة إلى القوة $\vec{F}$.

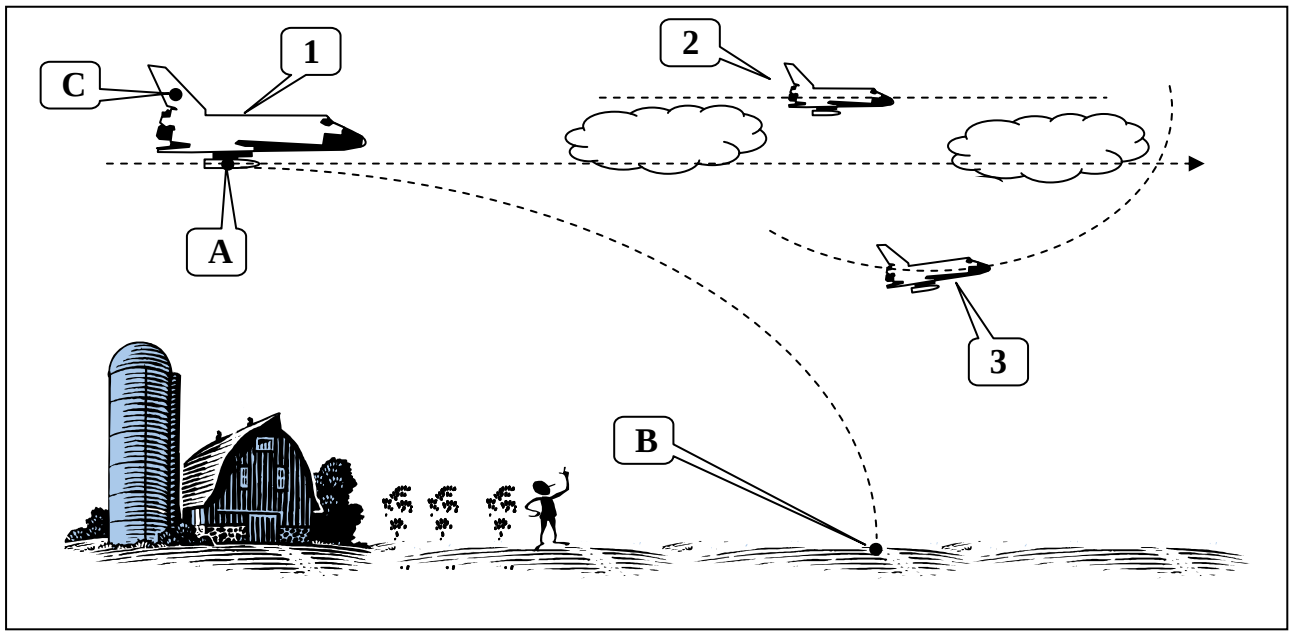
3- عندما تصبح حركة العربة مستقيمة منتظمة يكون الخيط في هذه الحالة شاقوليا (الشكل) :



بالنسبة للمرجع (2) في هذه الحالة تبدوا الكرية ساكنة و هي غير خاضعة إلى قوة ، هذا يعني أن مبدأ العطالة محقق و بالتالي المرجع (2) يصبح غاليلي .

التمرين (5) : (التمرين : 005 في بنك التمارين على الموقع) (**)

سرب يتكون من ثلاث طائرات حربية في مهمة تدريبية ، بالنسبة للمرجع السطحي الأرضي ، الطائرة (1) في حركة مستقيمة منتظمة و الطائرة (2) في حركة مستقيمة متسارعة بانتظام ، الطائرة (3) في حركة منحنية .



1- من النقطة (A) يترك سائق الطائرة (1) قنبلة باتجاه النقطة (B) من سطح الأرض ، مثل المواضع المتتالية للقنبلة أثناء انتقالها من نقطة تركها A إلى نقطة اصطدامها بالأرض B و ذلك كما يراها رجل من سطح الأرض ، ثم كما يراها سائق الطائرة (A) .

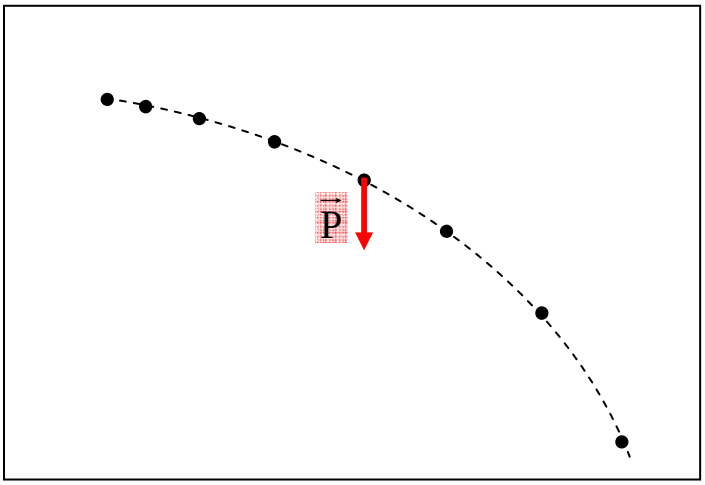
2- ما هي القوة المطبقة على القنبلة خلال حركتها ، مثلها على الشكلين السابقين .

3- هل مبدأ العطالة محقق في الحالتين المذكورتين . بين ذلك .
4 - عرف المرجع الغاليلي .
5- المرجع السطحي الأرضي ليس غاليليا بسبب دوران الأرض حول نفسها ، غير أننا نعتبره غاليليا بالنسبة للتجارب التي تدوم وقتا قصيرا مقارنة مع مدة دوران الأرض حول نفسها . اشرح ذلك .
6- هل يمكن اعتبار كل من الطائرة (1) ، (2) ، (3) مرجعا غاليليا ؟ علل .
7- أرسم موضع الطائرة (1) عندما تلمس القنبلة الأرض في النقطة B .
8- لو كانت الطائرة (1) في حركة مستقيمة متسارعة ، ما هو موضعها عندما تلمس القنبلة الأرض .
9- نفس السؤال لو كانت حركة الطائرة (1) متباطئة .

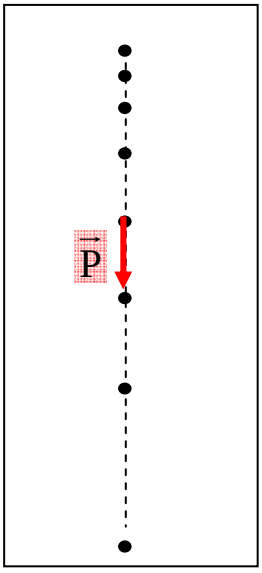
الأجوبة :

1- المواضع المتتالية للقنبلة :

▪ كما يراها رجل من سطح الأرض :



▪ كما يراها الطيار :



2- القوة المطبقة على القنبلة هي قوة الثقل (التمثيل على الشكل السابق) .

3- تحقق مبدأ العطالة :

مبدأ العطالة محقق في كل من الحالتين (ملاحظ من سطح الأرض و ملاحظ من الطائرة) ، لأن في كل من هاتين الحالتين القنبلة خاضعة إلى قوة و حركتها ليست مستقيمة منتظمة حيث تكون منحنية في الحالة الأولى و مستقيمة متسارعة في الحالة الثانية .

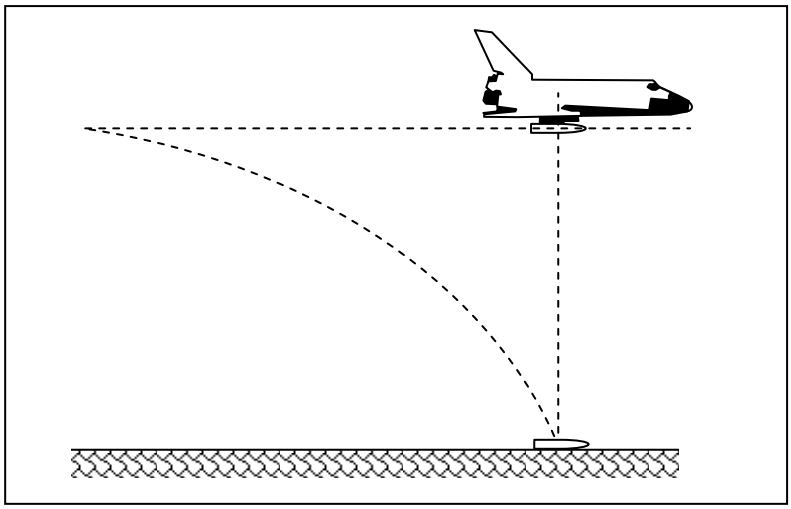
4 - المرجع الغاليلي هو كل مرجع يتحقق فيه مبدأ العطالة ، و كل مرجع في حركة مستقيمة منتظمة مع مرجع غاليلي هو أيضا مرجعا غاليليا .

5- المرجع السطحي الأرضي ليس غاليليا بسبب دوران الأرض حول نفسها ، غير أننا نعتبره غاليليا بالنسبة للتجارب التي تدوم وقتا قصير مقارنة مع مدة دوران الأرض حول نفسها ، لأن في هذا الوقت القصير تكون حركة نقطة من سطح الأرض تقريبا مستقيمة منتظمة بالنسبة للمرجع الهيليومركزي الغاليلي .

6- يمكن اعتبار الطائرة (1) مرجعا غاليليا لأنها في حركة مستقيمة منتظمة مع المرجع السطحي الأرضي الغاليلي.
- الطائرتين (2) ، (3) لا يمكن اعتبارهما مرجعا غاليليا لأن كل منهما ليس في حركة مستقيمة منتظمة مع المرجع السطحي الأرضي الغاليلي ، إذ أن الطائرة (2) في حركة مستقيمة متسارعة و الطائرة (3) في حركة منحنية .

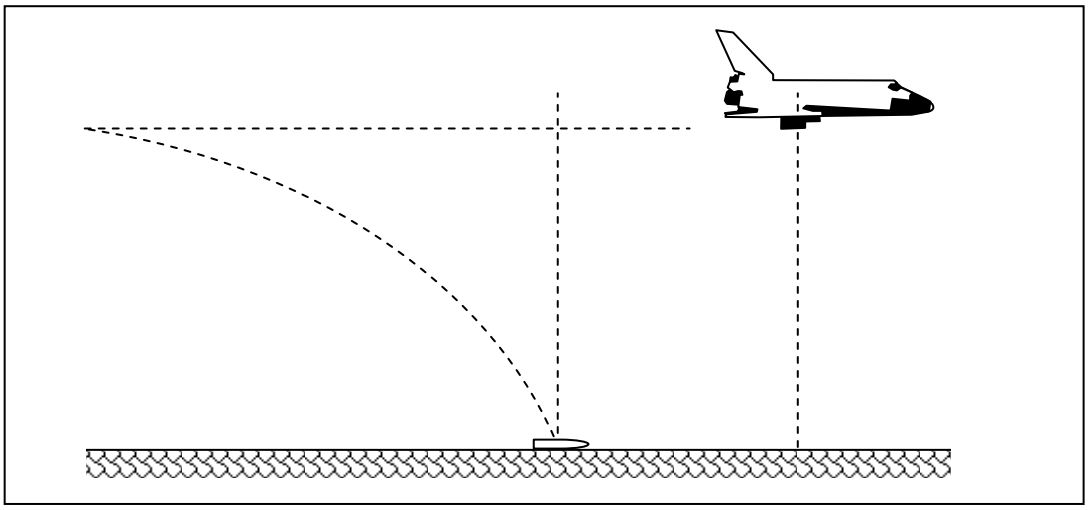
7- موضع الطائرة (1) عندما تلمس القنبلة الأرض :

في هذه الحالة الطائرة (1) و القنبلة تكونان على نفس الشاقول عندما ترتطم القنبلة بالأرض ، لأن القنبلة تواصل حركتها على المحور ox بنفس سرعتها مع الطائرة لحظة تركها في حين الطائرة تواصل أيضا حركتها بسرعة ثابتة و المساوية لسرعة حركة القنبلة على المحور ox .



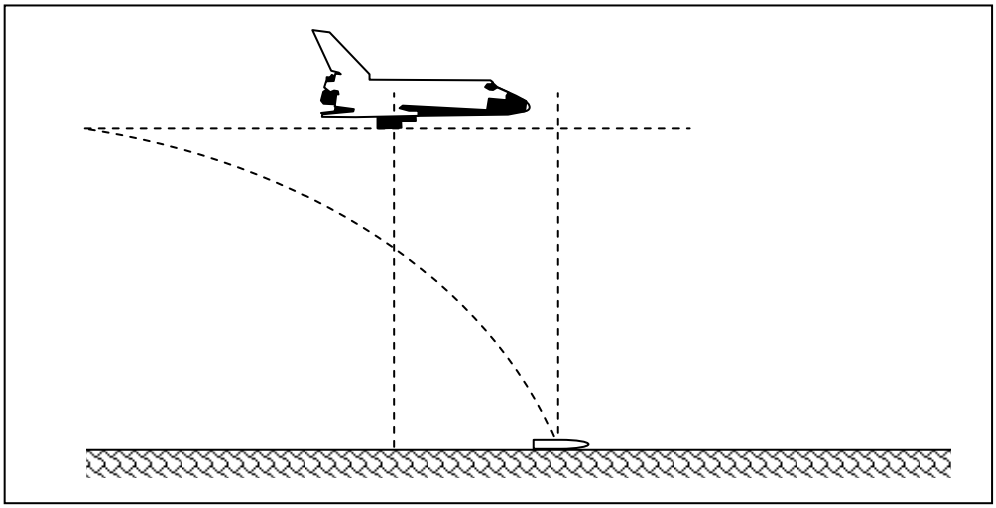
8- موضع الطائرة (1) عندما تلمس القنبلة الأرض إذا كانت حركتها مستقيمة متسارعة :

في هذه الحالة تتقدم الطائرة (1) على القنبلة عند ارتطامها بالأرض ، لأن القنبلة تواصل حركتها على المحور ox بنفس سرعتها مع الطائرة لحظة تركها في حين الطائرة تتزايد سرعتها بعد ذلك نتيجة حركتها المتسارعة .



9- موضع الطائرة (1) عندما تلمس القنبلة الأرض عندما تكون متباطئة :

في هذه الحالة تتقدم القنبلة عند ارتطامها بالأرض على الطائرة (1) لأن القنبلة تواصل حركتها على المحور ox بنفس سرعتها مع الطائرة لحظة تركها في حين الطائرة تتناقص سرعتها بعد ذلك نتيجة حركتها المتباطئة .

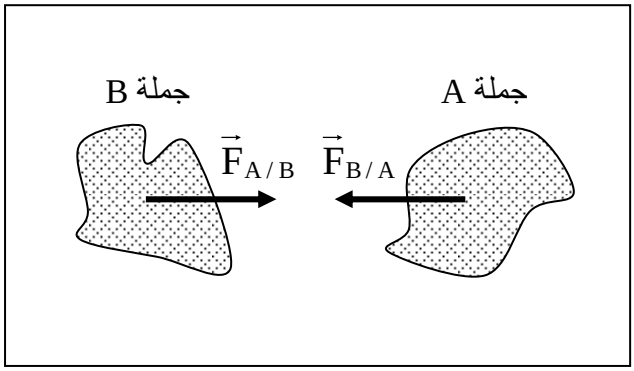


3- مبدأ الفعلين المتبادلين

• مفهوم الجملة الميكانيكية :

- الجملة الميكانيكية هو الجسم أو جزء من الجسم أو مجموعة الأجسام التي تكون محل الدراسة الفيزيائية .
- للجملة الميكانيكية حدود نختارها حسب هدف الدراسة ، بحيث نعتبر كل جسم أو جزء منه أو مجموعة الأجسام المحتواة داخل هذه الحدود هي عناصر داخلية ، و كل خارج عن هذه الحدود نعتبره ينتمي للوسط الخارجي ، و تكون هذه الحدود اختيارية ، أي يمكن تغييرها عند الضرورة .
- للتمييز بين الجمل ، يستحسن إرفاقها بأرقام أو حروف .

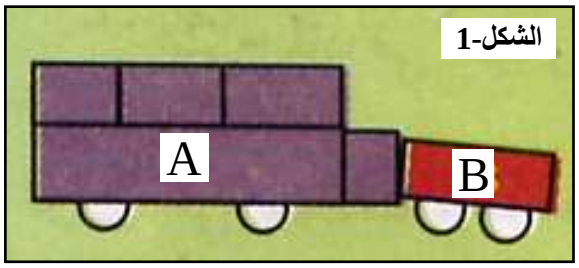
• نص مبدأ الفعلين المتبادلين :



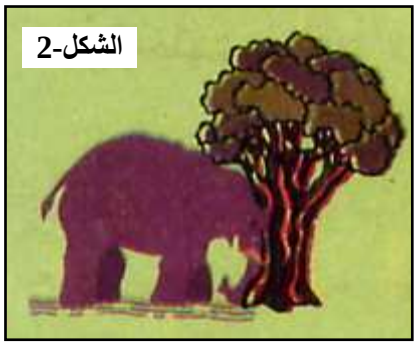
" إذا أثرت الجملة (A) على الجملة (B) بقوة $\vec{F}_{A/B}$ ، فإن الجملة (B) تأثر أيضا وبصفة آنية على الجملة (A) بقوة $\vec{F}_{B/A}$ تساوي القوة $\vec{F}_{A/B}$ في الشدة و تعاكسها في الإتجاه أي : $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$ " .

▪ مبدأ الفعلين المتبادلين هو القانون الثالث من بين القوانين الثلاثة التي صاغها العالم نيوتن ، مع التذكير بأن القانون الأول هو مبدأ العطالة الذي تطرقنا إليه سابقا .

التمرين (6) : (التمرين : 011 في بنك التمارين على الموقع) (*)



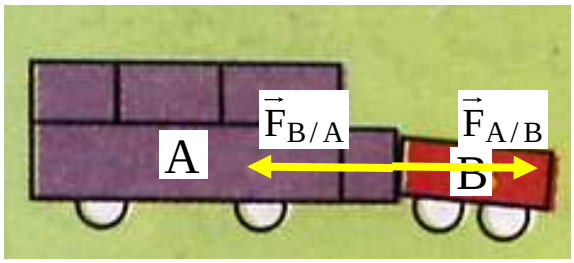
1- اصطدمت عربة B بشاحنة A (الشكل-1) .
مثل ، لحظة الإصطدام ، القوة $\vec{F}_{A/B}$ المطبقة من طرف الشاحنة على العربة على و القوة $\vec{F}_{B/A}$ المطبقة من طرف العربة على الشاحنة .



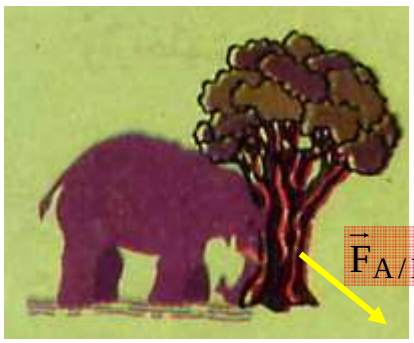
2- يدفع فيل (A) بخرطومه شجرة (B) (الشكل-2) .
أ- مثل القوة التي يطبقها الفيل على الشجرة .
ب- هل تطبق الشجرة قوة على الفيل ؟ اشرح . ما هي خصائص هذه القوة ؟

الأجوبة :

1- تمثيل القوة $\vec{F}_{A/B}$ المطبقة من طرف الشاحنة على العربة على و القوة $\vec{F}_{B/A}$ المطبقة من طرف العربة على الشاحنة :



2- أ- تمثيل القوة التي يطبقها الفيل على الشجرة :



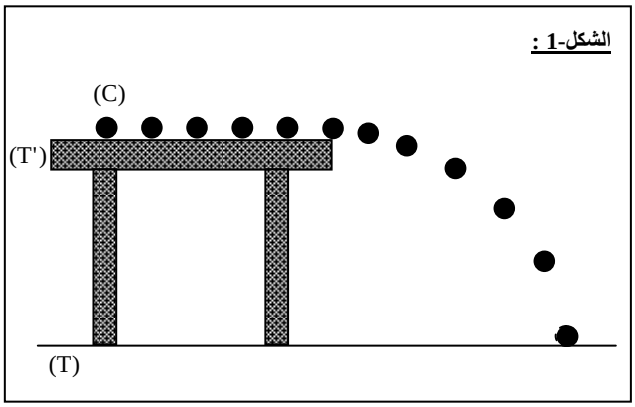
ب- نعم تطبق الشجرة (B) قوة $\vec{F}_{B/A}$ على الفيل و ذلك حسب مبدأ الفعلين المتبادلين ، هذه القوة لها نفس منحى القوة $\vec{F}_{A/B}$ التي يطبقها الفيل على الشجرة و لهما نفس الشدة كما أنهما متعاكسين في الاتجاه .

3- تطبيقات مبدأ الفعلين المتبادلين

• الكشف عن القوى :

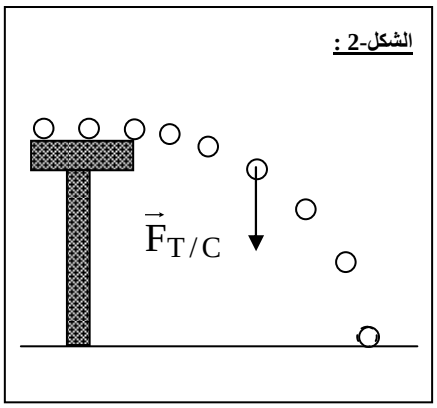
نعتبر كرية (C) تتحرك على سطح طاولة (T') ملساء باتجاه حافتها و عند بلوغ الحافة تغادر الكرية الطاولة باتجاه سطح الأرض (T) كما مبين في (الشكل-1) .

الشكل-1 :

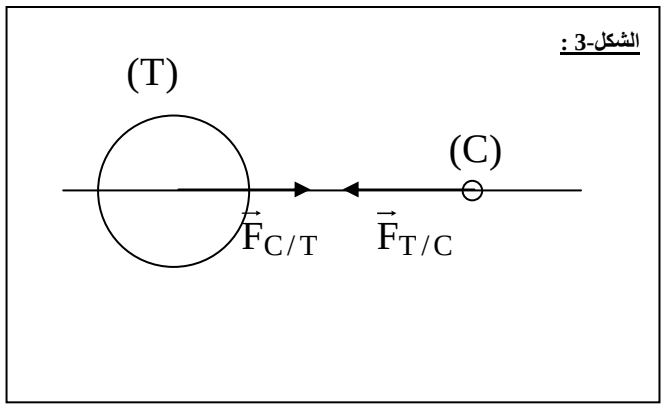


- الكرية بعد مغادرتها الطاولة تخضع إلى قوة جذب الأرض لها (قوة الثقل) نرمز لها بـ $\vec{F}_{T/C}$ (الشكل-2) و حسب مبدأ الفعلين المتبادلين ، تؤثر الكرية أيضا على الأرض بقوة $\vec{F}_{C/T}$ (الشكل-3) .

الشكل-2 :

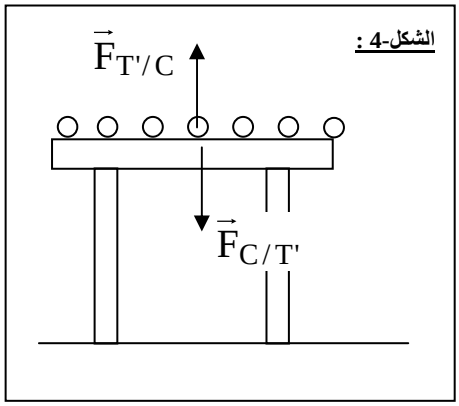


الشكل-3 :



- قبل مغادرة الكرية الطاولة كانت تخضع إلى قوة الثقل ، لكن الطاولة منعتها من السقوط هذا يعني أن الطاولة (T') تؤثر على الكرية (C) بقوة $\vec{F}_{T'/C}$ ، و حسب مبدأ الفعلين المتبادلين تؤثر الكرية بدورها على الطاولة بقوة $\vec{F}_{C/T'}$ حيث : $\vec{F}_{C/T'} = - \vec{F}_{T'/C}$ (الشكل-4) .

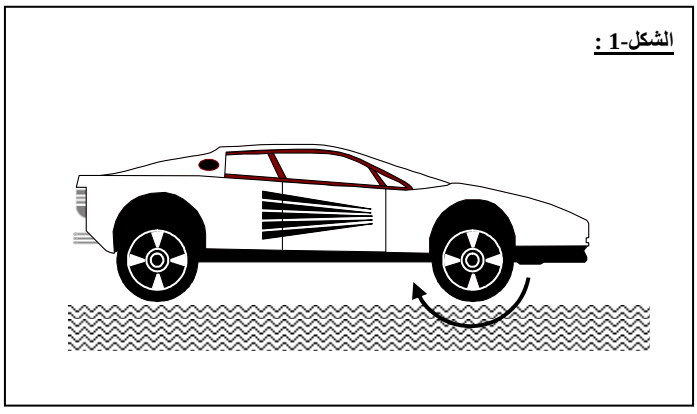
الشكل-4 :



• انطلاق و كبح سيارة :

سيارة متوقفة على طريق خشن ، (الشكل-1) تنطلق ابتداء من السكون بحركة مستقيمة متسارعة ، نعتبر عجلتي السيارة الأمامية محركة في حين أن العجلتين الخلفيتين غير محركة .
نرمز للعجلة الأمامية المحركة بـ (R) ، و العجلة الخلفية بـ (R') ، كما نرمز للطريق بـ (T) .

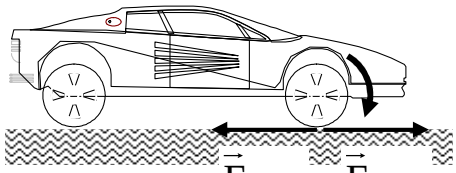
الشكل-1 :



• تفسير انطلاق السيارة :

- بدوران المحرك مع تجهيز مرفق تدور العجلة الأمامية المحركة في الإتجاه المبين في (الشكل-2) ، و بدورانها مع وجود الاحتكاك مع الطريق تؤثر هذه الأخيرة (العجلة الأمامية) على الطريق بقوة أفقية $\vec{F}_{R/T}$ ، وحسب مبدأ الفعلين المتبادلين تؤثر الطريق على العجلة الأمامية (R) بقوة $\vec{F}_{T/R}$ حيث : $\vec{F}_{R/T} = - \vec{F}_{T/R}$ (الشكل-2) .

الشكل-2 :



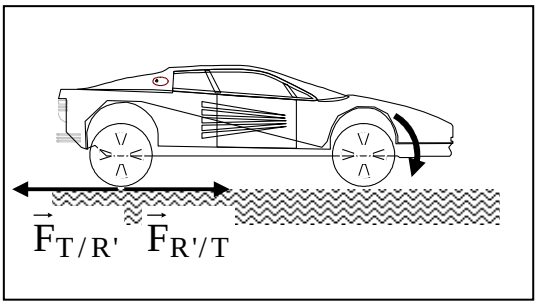
- القوة $\vec{F}_{T/R}$ التي تؤثر بها الطريق على العجلة الأمامية هي المسؤولة عن حركة السيارة .

• تفسير كبح السيارة :

- بازدياد شدة القوة $\vec{F}_{T/R}$ تزداد سرعة السيارة و بنقصانها شدتها تنقص سرعة السيارة بوجود الاحتكاك .
- كلما كانت سرعة دوران العجلة أكبر كان التأثير المتبادل بين الطريق و العجلة المحركة بفعل الاحتكاك أكبر ، و هذا ما يفسر زيادة سرعة السيارة عندما يضغط السائق على الدواسة (زيادة سرعة العجلة المحركة) ، كما يفسر نقصان سرعة السيارة إلى غاية التوقف عندما يضغط السائق على المكابح (بمساعدة الاحتاك المقاوم) ، فبضغط السائق على المكابح يقلل من سرعة دوران العجلة ، و من ثم يقل التأثير المتبادل بين العجلة و الطريق ، و مع الاحتكاك تتناقص سرعة السيارة إلى أن تتوقف .

• تفسير دوران العجلة الخلفية غير المحركة :

- عند بداية حركة السيارة و بفعل الاحتكاك بين العجلة و الطريق تؤثر العجلة الخلفية (R') غير المحركة على الطريق بقوة أفقية $\vec{F}_{R'/T}$ ، وحسب مبدأ الفعلين المتبادلين تؤثر الطريق على العجلة اللخلفية (R') بقوة $\vec{F}_{T/R'}$ حيث : $\vec{F}_{R'/T} = -\vec{F}_{T/R'}$.



القوة $\vec{F}_{T/R'}$ هي المسؤولة عن دوران العجلة الخلفية و من دونها تتحرك العجلة من دون دوران (تتزحلق على الطريق و كأنها غير قابلة للدوران) .

التمرين (7) : (التمرين :013 في بنك التمارين على الموقع) (**)

1- اذكر نص مبدأ الفعلين المتبادلين .
2- بتطبيق مبدأ الفعلين المتبادلين على الجمل الثلاث المبينة في الأشكال 1 ،2 ، 3 ، اشرح ما يلي :
أ- انتقال دراجة نارية على سطح الأرض حيث عجلتها الخلفية محركة .
ب- اندفاع صاروخ إلى الأعلى عند ابعاث الغازات منه .
جـ- جذف القارب بالمجذفة .

الأجوبة :

1- نص مبدا الفعلين المتبادلين :

" إذا أثرت الجملة (A) على الجملة (B) بقوة $\vec{F}_{A/B}$ ، فإن الجملة (B) تأثر أيضا وبصفة آنية على الجملة (A) بقوة $\vec{F}_{B/A}$ تساوي القوة $\vec{F}_{A/B}$ في الشدة و تعاكسها في الإتجاه أي : $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$ " .

2- أ- انتقال دراجة نارية :

عندما يدير محرك الدراجة النارية العجلة الخلفية (R) المحركة ، تؤثر هذه الأخيرة على الطريق (r) بقوة $\vec{F}_{R/r}$ و حسب مبدا الفعلين المتبادلين تؤثر الطريق على العجلة بقوة $\vec{F}_{r/R}$. تؤدي بالدراجة إلى الحركة باتجاه الأمام .

ب- اندفاع الصاروخ :

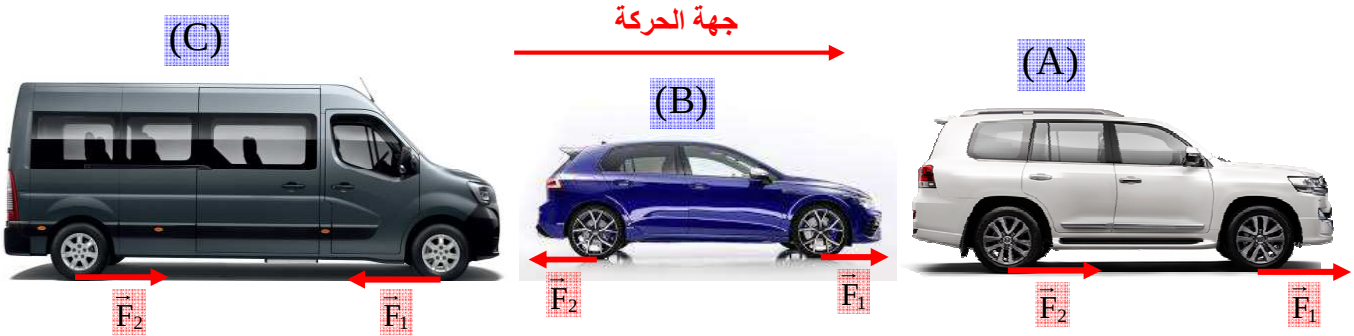
عند انبعاث الغازات (g) من فوهة الصاروخ تؤثر على الهواء (a) بقوة $\vec{F}_{g/a}$ و حسب مبدأ الفعلين المتبادلين يؤثر الهواء (a) على الغازات المنبعثة من الصاروخ بقوة $\vec{F}_{a/g}$ تؤدي إلى اندفاع الصاروخ إلى الأعلى .

جـ- جذف القارب بالمجذفة :

أثناء الجذف تؤثر المجذفة (p) على الماء (e) بقوة $\vec{F}_{p/e}$ و حسب مبدأ الفعلين المتبادلين يؤثر الماء على المجذفة بقوة $\vec{F}_{e/p}$ تدفع القارب إلى الأمام .

التمرين (8) : (التمرين : 014 في بنك التمارين على الموقع) (**)

1- يعطى في الشكل التالي صور لثلاث سيارات هي (A) ، (B) ، (C) . مثلنا في لحظة الإنطلاق من السكون القوة $\vec{F}_1$ التي تؤثر بها الطريق على العجلة الأمامية (R) و القوة $\vec{F}_2$ التي تؤثر بها الطريق على العجلة الخلفية (R')



أ- حدد لكل سيارة العجلة المحركة و العجلة المنقادة (غير المحركة) .
ب- عندما يستعمل سائق سيارة المكابح و هي في حالة حركة . مثل قوة الكبح $\vec{F}_f$ على كل من العجلة المحركة و العجلة المنقادة .
2- يمثل الشكل المقابل سيارة (D) تنطلق على طريق معبدة تحمل على المقطورة الخلفية طفلا في يده كرية صغيرة ، العجلات الخلفية للسيارة (D) محركة و الأمامية منقادة .

أ- ما هو الشرط اللازم لانطلاق السيارة (D) ؟
ب- مثل الفعلين المتبادلين بين الأرضية (S) و العجلات الأمامية (R) ثم بين الأرضية (S) و العجلات الخلفية (R')
3- تواصل السيارة (D) سيرها بعد انطلاقها بسرعة ثابتة قدرها $v_1 = 5\ m/s$ و فق طريق أفقية مستقيمة ، يقذف الطفل الكرية نحو الأعلى بإعطائها سرعة ابتدائية شاقولية شدتها $v_2 = 3\ m/s$ ، أجب عن الأسئلة التالية و ذلك بالنسبة لمرجع مرتبط بالسيارة (D) ثم بالنسبة لمرجع مرتبط بسطح الأرض .
أ- مثل مسار الكرية بعد قذفها .
ب- ما هي القوة التي تخضع لها الكرية ؟
جـ- أحسب السرعة الابتدائية للكرية .

الأجوبة :

1- أ- العجلة المحركة لكل سيارة :
العجلة المحركة تؤثر على الطريق بقوة معاكسة لجهة الحركة و حسب مبدأ الفعلين المتبادلين تؤثر الطريق على العجلة المحركة بقوة تكون في جهة الحركة ، أي أن في العجلة المحركة تكون القوة التي تؤثر بها الطريق على العجلة في جهة الحركة أما في العجلة المنقادة تكون جهة القوة التي تطبقها الطريق على العجلة عكس جهة الحركة و على هذا الأساس يكون :
- في السيارة A : كلا العجلتين الأمامية و الخلفية محركة (سيارة رباعية الدفع) .
- في السيارة B : العجلة الأمامية محركة و العجلة الخلفية منقادة .
- في السيارة C : العجلة الخلفية محركة و العجلة الأخيرة منقادة .

ب- تمثيل قوة القبح $\vec{F}_f$ على العجلتين الأمامية و الخلفية للسيارة :
قوة الكبح معرقلة لحركة السيارة سواء بالنسبة للعجلة المحركة أو العجلة المنقادة ، لذلك تمثيلها يكون دوما عكس جهة الحركة كما مبين في الشكل التالي :

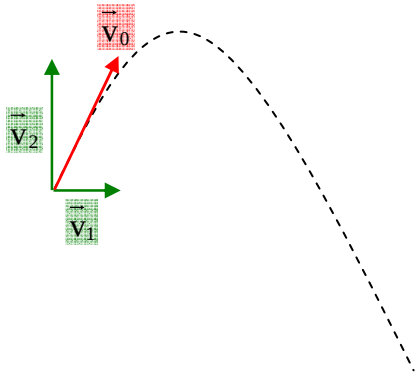
2- أ- الشرط اللازم لانطلاق السيارة هو وجود احتكاك بين العجلات و الطريق إضافة إلى قوة الدفع التي يطبقها المحرك على السيارة .

ب- تمثيل الفعلين المتبادلين بين الأرضية (S) و العجلة الأمامية (R) المنقادة :

- تمثيل الفعلين المتبادلين بين الأرضية (S) و العجلة الخلفية (R') المحركة :

3- مسار الكرة بعد قذفها :

بالنسبة بمرجع مرتبط بالأرض



بالنسبة لمرجع مرتبط بالسيارة

ب- القوة التي تخضع لها الكرية هي قوة الثقل في كلا المرجعين .

جـ- السرعة الابتدائية للكرة :

- حالة مرجع مرتبط بالسيارة :

$v_0 = v_2 = 3\ m/s$.

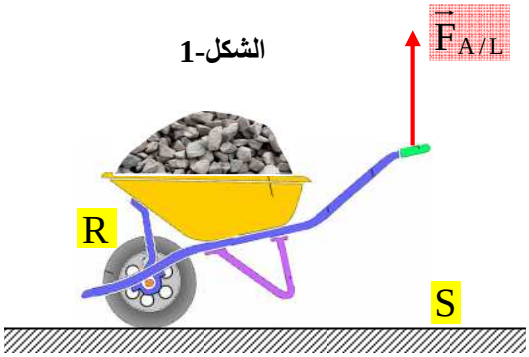
- حالة مرجع مرتبط بالأرض :

$$v_0 = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{(5)^2 + (2)^2} = 5{,}83\ m/s$$

التمرين (9) : (التمرين : 016 في بنك التمارين على الموقع) (**)

نقالة B محملة بحصى صغيرة موجودة على أرضية أفقية (S) ، يرفع عامل بذراعيه A من ذراعيها L بقوة عمودية $\vec{F}_{A/L}$ كما في الشكل-1 .

الشكل-1



I- علما أن النقالة B و العامل في حالة سكون :

1-أ- مثل شعاع القوة $\vec{F}_{L/A}$ التي تؤثر بها ذراعي النقالة L على ذراعي العامل (A) .

ب- أكمل الفراغات في الجملة التالية بما يناسبها من كلمات أو رموز :

حسب .... للقوتين ..... و $\vec{F}_{A/L}$: ..... الحامل و ..... و .....

في الجهة و نكتب : $\vec{F}_{A/L}$ ..... = ، حيث : ..... = $F_{A/L}$

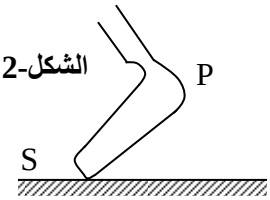
2- سم ثم مثل بدقة الفعلين المتبادلين بين الجملتين الميكانيكيتين عندما تكون النقالة متوقفة :

أ- الأرضية (S) على عجلة النقالة (R) .

ب- الأرض (T) على عجلة التقالة (R) .

II - يمثل (الشكل-2) قدم العامل (P) على أرضية خشنة (S) .

الشكل-2



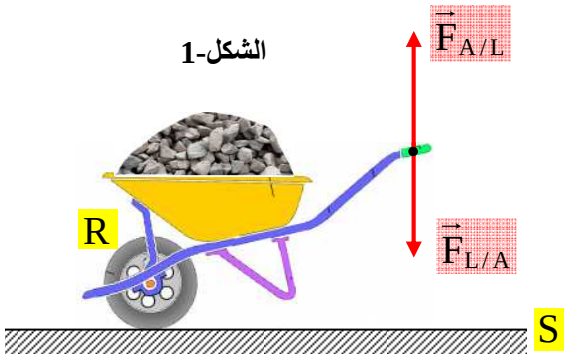
1- فسر انطلاق العامل بنقالته ، محددا القوة المتسببة في ذلك .

2- مثل كيفيا أشعة القوة بين الجملتين الميكانيكيتين P و S لحظة الإنطلاق .

الأجوبة :

I- 1- تمثيل القوة $\vec{F}_{L/A}$:

الشكل-1



ب- إكمال العبارات :

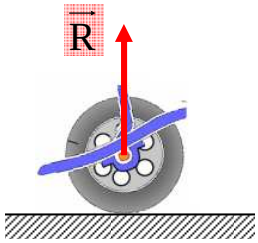
حسب **حسب مبدأ الفعلين المتبادلين** للقوتين $\vec{F}_{L/A}$ و $\vec{F}_{A/L}$: **نفس** الحامل و **الشدة** و **متعاكسين** في الجهة و نكتب : $\vec{F}_{A/L} = -\vec{F}_{L/A}$ ، حيث : $F_{A/L} = \mathbf{F_{L/A}}$.

2- تسمية و تمثيل الفعلين المتبادلين :

أ- الأرضية (S) على عجلة النقالة (R) :

اسم القوة : قوة رد الفعل $\vec{R}$.

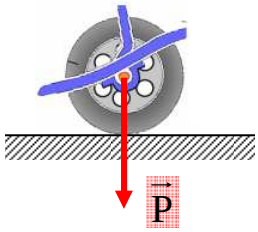
التمثيل :



أ- الأرض (T) على عجلة النقالة (R) :

اسم القوة : قوة الثقل $\vec{P}$.

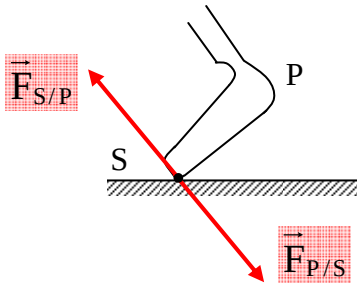
التمثيل :



II- 1- تفسير انطلاق العامل بنقلاته :

بضغط العامل بقدمه (P) على الأرضية (S) بقوة $\vec{F}_{P/S}$ ، و حسب مبدأ الفعلين المتبادلين في وجود الاحتكاك تؤثر الأرضية (S) على القدم (P) بقوة $\vec{F}_{S/P}$ تساوي القوة $\vec{F}_{P/S}$ في الشدة و تعاكسها في الاتجاه ، و هذه القوة $\vec{F}_{S/P}$ هي المسؤولة عن انطلاق العامل بنقالته .

2- تمثيل أشعة القوى بين الجملتين (P) و (S) لحظة الانطلاق :



التمرين (10) : (التمرين :017 في بنك التمارين على الموقع) (**)

1- أشرح سبب استعمال سائقي المركبات لحزام الأمن خلال السير .

2- خلال منازلة ملاكمين ، تلقى الملاكم A لكمة في الوجه من الملاكم B . تأثر هذا الأخير فرد عليه بلكمة أعنف . هل هذا المثال ينطبق عليه مبدأ الفعلين المتبادلين . اشرح .

3- إن العجلات الخلفية للجرار (Tracteur) كبيرة جدا مقارنة مع العجلات الأمامية . و العجلات الخلفية في الشاحنات تتضاعف أي توضع عجلتين بدل عجلة واحدة . اشرح سبب ذلك .

4- تسير شاحنة بحركة مستقيمة منتظمة و هي محملة بقطعة جليد كبيرة غير مثبتة . أثناء الحركة تبقى القطعة الجليدية ساكنة بالنسبة لمحمل الشاحنة .

أ- عندما ضغط سائق الشاحنة على المكابح اندفعت القطعة الجليدية إلى الأمام . فسر ذلك

ب- لماذا يجبر راكبي السيارات بربط أحزمة الأمن ؟ اشرح .

الأجوبة :

1- سبب استعمال حزام الأمن من طرف سائقي السيارات :

في غياب حزام الأمن و قبل التوقف المفاجئ للسيارة كانت سرعة السائق مساوية لسرعة السيارة و عند التوقف المفاجئ يواصل الحركة بسرعته السابقة ما يجعله يصطدم بالزجاج الأمامي للسيارة ، لكن في وجود حزام الأمن ، لا يكون اندفاع السائق إلى الأمام عنيف .

2- تطابق المثال مع مبدأ الفعلين المتبادلين :

لا ينطبق هذا المثال على مبدأ الفعلين المتبادلين ، لأن الجملتين المتفاعلتين في الحالة الأولى هي وجه الملاكم A و يد الملاكم B ، بينما في الحالة الثانية (رد اللكمة) كانت الجملتين المتفاعلتين هي يد الملاكم A و وجه الملاكم B ، و كي ينطبق المثال على مبدأ الفعلين المتبادلين يجب أن تكونا الجملتين المتفاعلتين نفسهما في حالة الفعل و رد الفعل . و ليس كما حدث في هذا المثال .

3- سبب وجود عجلة خلفية كبيرة في الجرار و عجلة خلفية مضاعة في الشاحنة :

من طبيعة عمل الجرار و الشاحنة يتطلب وجود قوة جر ذات شدة كبيرة ، لذا يحتاج هذا الأمر إلى وجود احتكاك قوي بين العجلات و الطريق ، لهذا السبب وضعت العجلة المحركة الخلفية للجرار كبيرة و العجلة المحركة الخلفية للشاحنة مضاعفة .

4- أ- تفسير اندفاع القطعة الجليدية إلى الأمام :

قبل الكبح كانت الشاحنة و القطعة الجليدية معا في حركة مستقيمة منتظمة ، و عندما ضغط السائق على المكابح و بفعل الاحتكاك بين عجلة الشاحنة و الطريق تتناقص سرعة الشاحنة ، في حين و بسبب عدم وجود الاحتكاك بين القطعة الجليدية و محمل الشاحنة تواصل القطعة الجليدية حركتها المنتظمة مما يؤدي بها التقدم إلى الأمام بالنسبة لملاحظ مرتبط مع الشاحنة .

ب- سبب إجبار راكبوا السيارات بربط أحزمة الأمان :

يجبر راكبو السيارات بربط أحزمة الأمن لتفادي ما وقع للقطعة الجليدية المذكورة في السؤال السابق ، فعند الكبح المفاجيء للسيارة أو عند الإصطدام بعد أن كانت السيارة و الركاب في حركة ، تتناقص سرعة السيارة في حين أن الركاب يواصلون حركتهم السابقة ، و لكن بوجود الأحزمة يُمنع الركاب من التقدم إلى الأمام عكس ما حدث للقطعة الجليدية في السؤال السابق .

** الأستاذ : فرقاني فارس **
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة
Fares_Fergani@yahoo.Fr

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .
وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذا الملف و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ :

www.sites.google.com/site/faresfergani