# أوراق عمل الفيزياء

# الصف الثاني عشر ( 12 )

# الفصل الدراسي الأول

العام الدراسي : 2024 / 2025 م

أ/ يوسف عزمي

# الوحدة الأولى : الحركة

# الفصل الأول : الطاقة

## الدرس ( 1- 1 ) : الشغل

**مقدمة هامة :**

| ضرب المتجهات | 1- الضرب العددي ( القياسي ) أو ( النقطي ) أو ( الداخلي ) | 2- الضرب الاتجاهي ( التقاطعي ) أو ( الخارجي ) |
|---|---|---|
| العلاقة الرياضية | $\vec{A} \cdot \vec{B} = AB\cos\theta$ | $\vec{A} \times \vec{B} = AB\sin\theta$ |
| ناتج الضرب | | |
| تنعدم قيمة الناتج | | |
| أكبر قيمة للناتج | | |
| مثال | | |

** ملاحظة هامة : مفهوم الشغل الفيزيائي يختلف تماماً عن الجهد الجسدي.

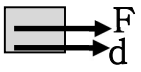
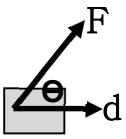
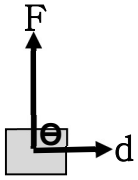
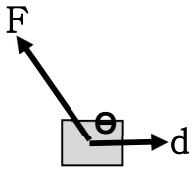
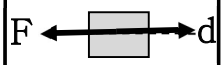
**الشغل** عملية تقوم فيها قوة مؤثرة بإزاحة جسم في اتجاهها

أو كمية عددية تساوي حاصل الضرب العددي لمتجهي القوة والإزاحة

$$W = \vec{F}.\vec{d} = Fd\cos\theta$$

**الجول** الشغل الذي تبذله قوة (1N) تحرك الجسم في اتجاهها إزاحة (1m)

** يقاس الشغل بوحدة ..... بحسب النظام الدولي للوحدات والتي تكافئ .....

| قيمة ( Θ ) | Θ = 0 | 0 < Θ < 90 | Θ = 90 | 90 < Θ < 180 | Θ = 180 |
|---|---|---|---|---|---|
| رسم متجهي القوة والإزاحة |   |   |   |   |   |
| قيمة ( cos Θ ) | | | | | |
| مقدار الشغل | | | | | |
| نوع الشغل | | | | | |

| وجه المقارنة | زيادة سرعة الجسم | ثبوت سرعة الجسم | نقص سرعة الجسم |
|---|---|---|---|
| نوع العجلة | | | |
| نوع الشغل الناتج | | | |

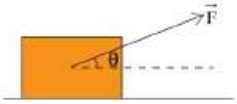
## الشغل كمّية موجبة (+)

**منتج للحوكة زيادة سرعة الجسم**

1- القوّة لها مركبة في اتّجاه الإزاحة.

$0° \le \theta < 90°$

$1 \ge \cos\theta > 0$




2-الإزاحة باتّجاه القوّة.

$\theta = 0°$

$\cos\theta = 1$



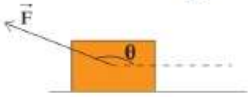

ملاحظة مهمة:

أكبر قيمة للشغل المنتج عندما تكون الزاوية (0°).

## الشغل كمّية سالبة (-)

**مقاوم للحوكة يقلل من سرعة الجسم**

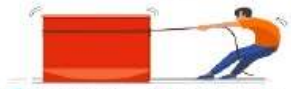
1- القوّة لها مركبة عكس اتّجاه الإزاحة.




$90° < \theta \le 180°$

$\cos\theta < 0$

2- اتّجاه القوّة معاكساً تماماً لاتّجاه الإزاحة.




$\theta = 180°$

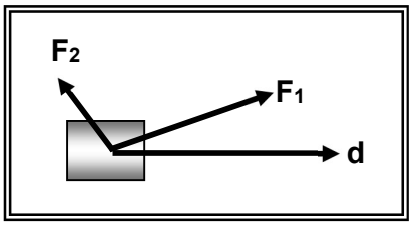
$\cos\theta = -1$

ملاحظة مهمة:

أكبر قيمة للشغل المقاوم بالقيمة المطلقة عندما تكون الزاوية (180°)




**مثال 1 : قوتان تعملان على صندوق خشبي وضع فوق سطح أفقي أملس لينزلق مسافة (2.5 m) بالاتجاه الموجب للمحور الأفقي قوة منتظمة ($F_1$) مقدارها (10 N) وتصنع زاوية ($30^o$) مع المحور الأفقي وقوة منتظمة ($F_2$) مقدارها (7 N) وتصنع زاوية ($150^o$) مع المحور الأفقي. احسب مقدار الشغل الناتج من هذه القوي وحدد نوعه :**



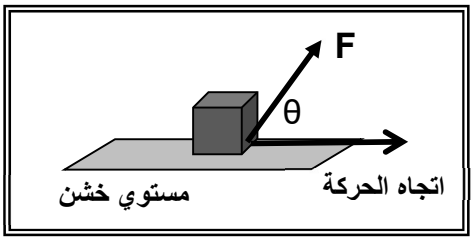

.....

.....

.....

## تابع الشغل

** نشاط : المكعب بالشكل موضوع على سطح أفقي خشن وتؤثر عليه قوة منتظمة ( F ) بحيث تصنع زاوية ( θ ) :




أ ) حدد مقدار مركبة القوة ( F ) التي تبذل شغلاً على الجسم :

.....

ب) أكتب المعادلة العامة لحساب الشغل بدلالة المركبة السابقة والإزاحة :

.....

ج) هل توجد للقوة (F) مركبة أخري ؟ وهل تبذل هذه المركبة شغلاً على الجسم ؟ علل لإجابتك :

.....

د) توجد قوي أخري تؤثر على المكعب . حدد هذه القوي وحدد اتجاهها :

.....

**علل لما يأتى :**

1- الشغل كمية عددية .

لأنه حاصل الضرب العددي لمتجهي القوة والإزاحة $W = \vec{F}.\vec{d} = Fd\cos\theta$

2- شغل قوة الاحتكاك يكون دائماً سالب .

لأن مركبة القوة تكون معاكسة لاتجاه الإزاحة $W = -Fd \Rightarrow \cos 180 = -1 \Rightarrow \theta = 180$

3- ينعدم الشغل المبذول ( الشغل يساوي صفر ) على جسم في مسار دائري مغلق يساوي عدد صحيح من الدورات.

أو لا تبذل شغلاً عند ضربك للحائط بقوة كبيرة.

لأن الإزاحة تساوي صفر $W = Fd\cos\theta = 0$

4- ينعدم الشغل المبذول ( الشغل يساوي صفر ) عند تحريك جسم بسرعة منتظمة .

لأن العجلة ( a = 0 ) وبالتالي القوة ( F = 0 ) وبالتالي الشغل صفر $W = Fd\cos\theta = 0$

5- لا تبذل شغلاً إذا وقفت حاملاً حقيبتك الثقيلة على جانب الطريق .

لأن الإزاحة تساوي صفر $W = Fd\cos\theta = 0$

6- شغل وزن الحقيبة الذي يبذله حمال المطار والذي يحمل حقيبة على كتفه وينقلها مسافة أفقية يساوي الصفر .

أو شغل وزن الحقيبة عندما ترفع حقيبتك بقوة إلى أعلى وتتحرك باتجاه أفقي عمودي على اتجاه القوة يساوي صفر.

أو ينعدم الشغل المبذول من وزن السيارة عندما تتحرك على طريق أفقي .

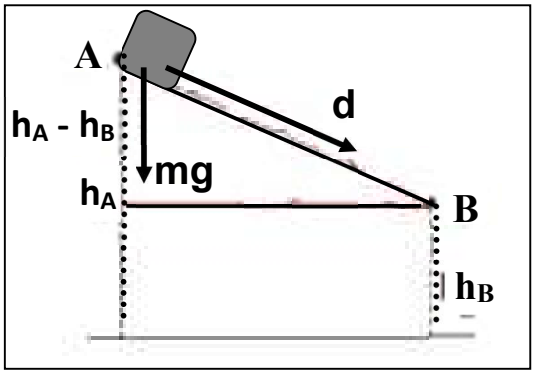
أو قوة جذب الأرض للقمر الصناعي لا تبذل شغلا في تحريكه أثناء دورانه حول الأرض .

لأن مركبة القوة تكون عمودية على اتجاه الإزاحة حيث $W = Fd\cos\theta = 0 \Rightarrow \cos 90 = 0$

7- الشغل الذي تبذله قوة منتظمة تصنع زاوية مع اتجاه الحركة يكون نتيجة لمركبة القوة الموازية لاتجاه الحركة فقط

لأن مركبة القوة العمودية لا تسبب إزاحة في اتجاه الحركة بينما مركبة القوة الأفقية تسبب إزاحة في اتجاهها

# الشغل المبذول من وزن الجسم



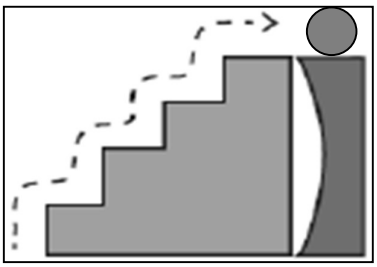

** الشغل الناتج عن وزن الجسم لا يرتبط بشكل المسار بين النقطتين، ولكن يتوقف على الإزاحة الرأسية.

.....

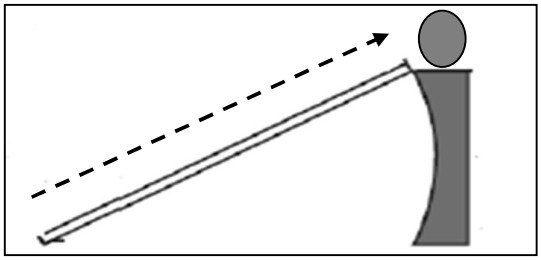
.....

.....

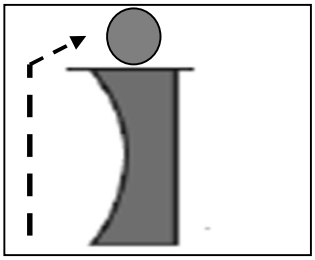
** في الشكل التالي يتم رفع حجر وزنه (100 N) إلى الأعلى على ارتفاع (2 m) في الحالات الآتية :



رفع الحجر على سلم مدرج



رفع الحجر على سطح مائل

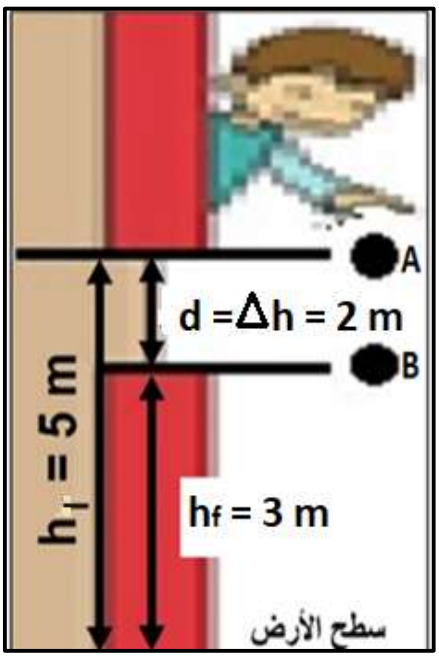


رفع الحجر مرة واحدة

أ ) ماذا تلاحظ : .....

ب) ماذا تستنتج : .....

| حركة الجسم | إلى نقطة أدني<br>مع اتجاه قوة الجاذبية | إلى نقطة على نفس<br>مستوي موقعه الابتدائي | إلى نقطة أعلى<br>عكس اتجاه قوة الجاذبية |
|---|---|---|---|
| نوع شغل الوزن | | | |
| قانون شغل الوزن | | | |




** ملاحظات هامة : في الشكل المقابل :

أ ) المسافة ( $h_i = 5\ m$ ) من الأرض إلى A تمثل **الارتفاع الرأسي الابتدائي**

ب) المسافة ( $d = \Delta h = 2\ m$ ) من A إلى B تمثل **الإزاحة الرأسية**

ويحسب منها شغل الوزن من A إلى B من العلاقة $W_w = mg\,\Delta h$

والعوامل التي يتوقف عليها **وزن الجسم** - **الإزاحة الرأسية**

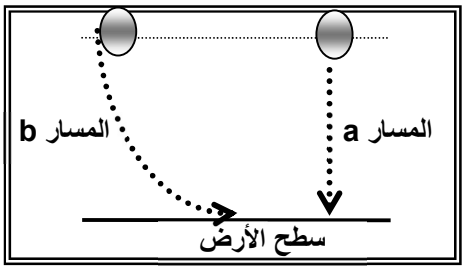
ج) المسافة ( $h_f = 3\ m$ ) من الأرض إلى B تمثل **الارتفاع الرأسي النهائي**

ويحسب منها طاقة الوضع التثاقلية عند النقطة B من العلاقة $PE_g = mgh$

والعوامل التي يتوقف عليها **وزن الجسم** - **الارتفاع الرأسي**

ويتم دراسة طاقة الوضع التثاقلية في الدرس القادم

** في الشكل المقابل :

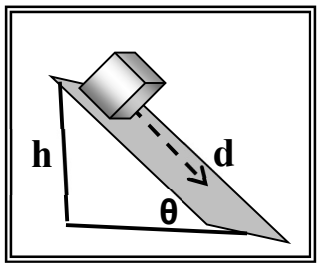



أ ) الشغل الناتج عن الوزن عندما يتحرك من موضعه إلى سطح الأرض على المسار (b) ..... إذا تحرك من نفس الموضع على المسار (a).

ب) بم تفسر : .....

.....

نشاط : المكعب الموضح بالشكل موضوع على سطح مائل بزاوية (θ) مع المستوى الأفقي الأملس تماماً والمطلوب :




أ ) أكتب معادلة لحساب الازاحة الراسية :

.....

ب) أكتب معادلة لحساب الشغل الناتج عن وزن الجسم :

.....

ج) هل توجد مركبة أخري تبذل شغلاً على الجسم ؟ علل لإجابتك :

.....

علل لما يأتى :

1- إذا قذف جسم بزاوية مع الأفقي ووصل إلى هدفه عند مستوى القذف فإن الشغل الذي تقوم به قوة الجاذبية صفر

لأن الإزاحة الراسية ( h = 0 ) تساوي صفر $W_w = mg\,\Delta h = 0$

مثال 1 : يحمل رجل حقيبة وزنها (400 N) ويتحرك بها أفقياً (10 m) . احسب الشغل الناتج من وزن الحقيبة ؟

.....

مثال 2 : يحمل ولد كرة كتلتها (2 kg) أعلى مبني ارتفاعه (10 m) ثم أفلت الولد الكرة لتسقط .

أ ) ما هو مقدار الشغل المبذول على الكرة نتيجة قوة إمساك الولد لها :

.....

ب) احسب مقدار الشغل الناتج عن قوة الجاذبية الأرضية إذا تحركت الكرة مسافة (3 m) :

.....

.....

ج) احسب مقدار الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك مع الهواء خلال سقوط الكرة مسافة (3 m) وقوة الاحتكاك (1 N) :

.....

.....

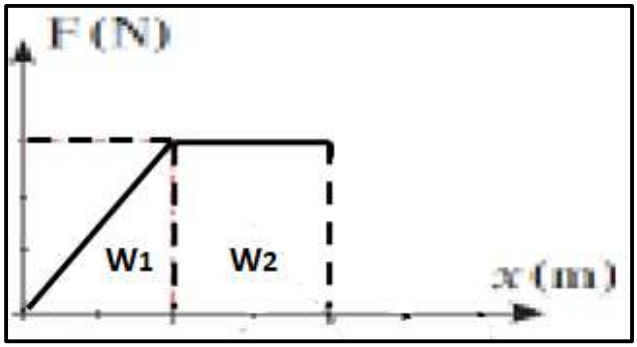
د) احسب مقدار الشغل الكلي المبذول على الكرة نتيجة القوي المؤثرة فيها :

.....

.....

## الشغل المبذول من النابض

** يحسب الشغل من المساحة تحت المنحنى :



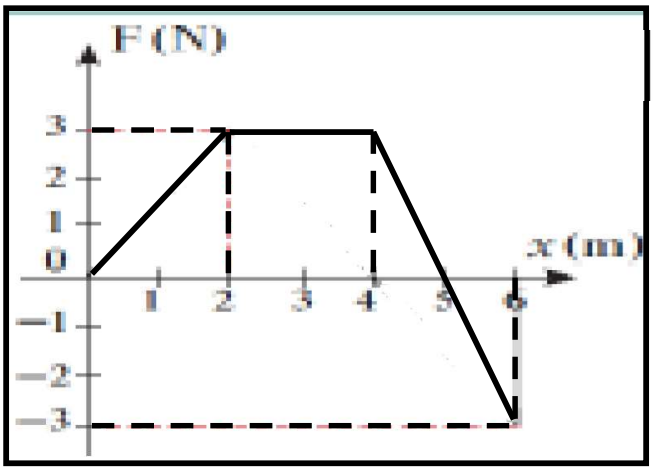

أ ) الشغل ( $W_1$ ) يساوي .....

والتي تساوي .....

ب ) الشغل ( $W_2$ ) يساوي .....

والتي تساوي .....

مثال 1 : احسب الشغل الكلي الناتج في الشكل المقابل :




.....

.....

.....

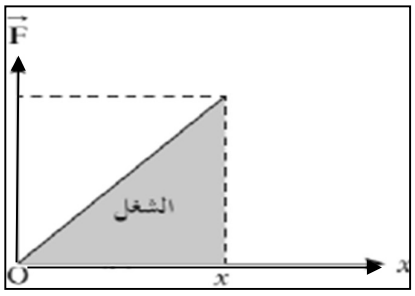
.....

.....

.....

| وجه المقارنة | قوة منتظمة | قوة متغيرة |
|---|---|---|
| التعريف | قوة ثابتة المقدار والاتجاه | قوة يتغير مقدارها أو اتجاهها أو كلاهما |
| أمثلة | قوة الجاذبية الأرضية | قوة الشد على النابض |
| حساب القوة | $\vec{F} = m\,\vec{a}$ | $\vec{F} = k\,\Delta\vec{x}$ |
| حساب الشغل الناتج | $W = Fd\cos\theta$ | $W = \frac{1}{2}\,k\,\Delta x^2$ |

** الشغل المبذول على نابض مرن يحسب من : $W = \frac{1}{2}k.\Delta x^2$




.....

.....

.....

**ماذا يحدث**

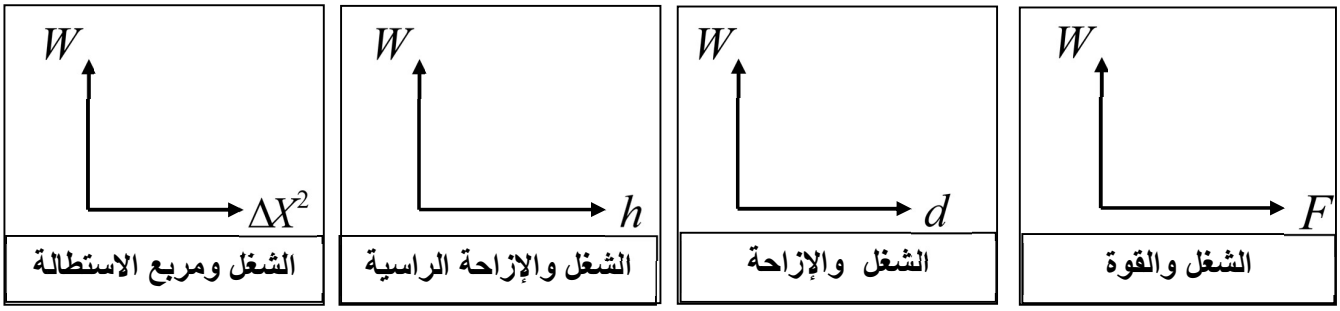
1- لمقدار الشغل المبذول لاستطالة زنبرك ثابت مرونته (K) عند زيادة الاستطالة إلى مثلي ما كانت عليه.

.....

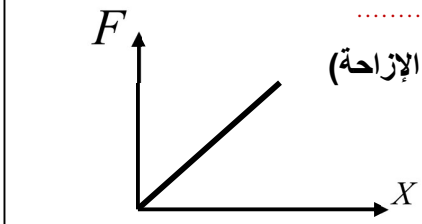
2- لمقدار الشغل المبذول لاستطالة زنبرك ثابت مرونته (K) عندما تقل الاستطالة إلى نصف ما كانت عليه.

.....

** أرسم المنحنيات أو الخطوط البيانية الدالة على المطلوب بين العلاقات التالية :



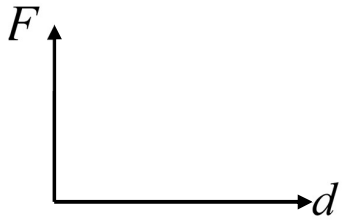

| الشغل والقوة | الشغل والإزاحة | الشغل والإزاحة الراسية | الشغل ومربع الاستطالة |
|---|---|---|---|




** الميل يمثل .....

** المساحة تحت منحني (القوة – الإزاحة) تمثل .....

القوة المتغيرة والاستطالة




القوة المنتظمة والإزاحة

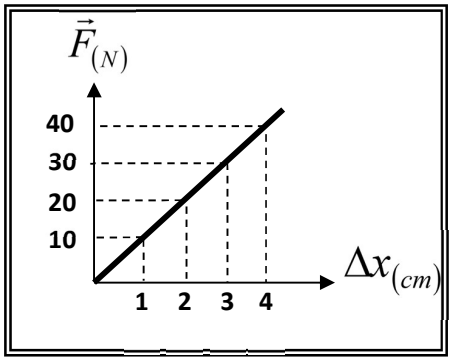
** <u>أذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :</u>

1- الشغل الذي تبذله قوة في إزاحة جسم أفقياً : .....

2- الشغل الناتج عن وزن جسم عند إزاحته رأسياً : .....

3- الشغل الناتج عن وزن كتلة معلقة في نابض مرن : .....

---




<u>مثال 2 :</u> من الشكل المقابل . احسب :

أ ) ثابت القوة للزنبرك :

.....

.....

ب) الشغل المبذول على الزنبرك لإحداث استطالة مقدارها (4 cm) :

.....

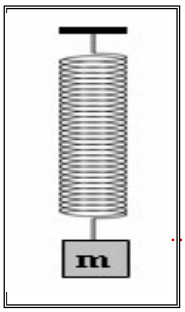
<u>مثال 3 :</u> ضغط زنبرك (2 cm) عن طوله الأصلي في مرحلة أولى ومن ثم ضغط (6 cm) إضافية في مرحلة ثانية . ما مقدار الشغل الإضافي المبذول في خلال عملية الضغط الثانية مقارنة بالعملية الأولى .علماً بأن (K = 100 N/m)

.....

.....

.....

## تطبيقات على الشغل




**مثال 4 :** الشكل المقابل يمثل نابض مرن ثابت القوة له ( K = 1000 N/m ) علقت به كتلة ( m ) فاستطال النابض بتأثيرها مسافة ( ΔX ) مقدارها cm ( 5 ) فإن :

أ ) مقدار القوة المحدثة للاستطالة بوحدة ( N ) تساوي :

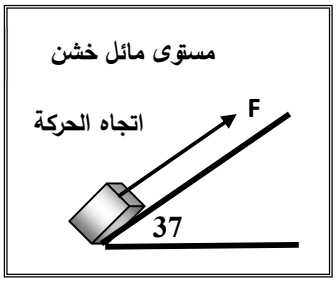
.....

ب) مقدار الكتلة المعلقة في النابض بوحدة ( kg ) تساوي :

.....

ج) الشغل المبذول من الكتلة على النابض لإحداث الاستطالة السابقة بوحدة ( J ) يساوي :

.....




**مثال 5 :** تم رفع جسم كتلته kg ( 6 ) من أسفل سطح مستوى مائل خشن بفعل قوة موازية للمستوى المائل مقدارها N ( 80 ) ليصل لقمة المستوى بعد قطع مسافة m ( 18 ) فاذا علمت أن قوة الاحتكاك بين الجسم وسطح المستوى المائل تعادل ثلث وزنه، اوجد :

أ ) الشغل الذي بذلته تلك القوة :

.....

.....

.....

ب) الشغل الناتج عن وزن الجسم :

.....

ج) الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك :

.....

د) الشغل الكلي المبذول :

.....

## الدرس ( 1- 2 ) : الشغل والطاقة

**الطاقة** : المقدرة على إنجاز شغل

** عند دفعك صندوق ما فأن جزءاً من طاقتك ..... التي اكتسبتها من الطعام تتحول إلى طاقة .....

** يتوقف مقدار الشغل المنجز على مقدار ..... التي يصرفها الجسم

** تقاس الطاقة بوحدة .....

---

**الطاقة الحركية** : الشغل الذي ينجزه الجسم بسبب حركته

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

** كلما تحرك الجسم بسرعة أكبر فأنه يمتلك طاقة حركية .....

** تتوقف الطاقة الحركية لجسم يتحرك على مسار مستقيم على .....

** الطاقة الحركية لجسم متحرك تتناسب طرديا مع كل من .....

** الطاقة الحركية كمية عددية دائماً ..... بينما التغير في الطاقة الحركية قد يكون .....

** عند ثبوت سرعة الجسم فأن التغير في الطاقة الحركية تساوي .....

** عندما تقل سرعة الجسم للنصف فأن الطاقة الحركية تقل .....

** عندما تزيد سرعة الجسم للمثلي فأن الطاقة الحركية تزداد .....

** لحساب سرعة الجسم بدلالة طاقته الحركية نستخدم العلاقة : .....

---

**العلاقة بين الطاقة الحركية والشغل :**

$$\Delta KE = W$$

**قانون الطاقة الحركية** : الشغل الناتج عن محصلة القوة الخارجية المؤثرة في الجسم يساوي التغير في الطاقة الحركية

** الشغل الناتج عن محصلة القوة الخارجية المؤثرة في الجسم يساوي التغير في طاقته الحركية :

.....

.....

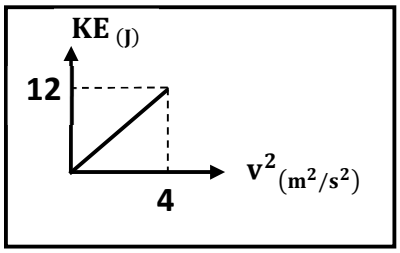
.....

**علل لما يأتى :**

1- الكرة المقذوفة بسرعة أفقية كبيرة على مستوي أفقي تستطيع أن تقطع مسافة أكبر قبل أن تتوقف من كرة مماثلة لها قذفت على نفس المستوي بسرعة أقل قبل أن تتوقف .

لأن الكرة في الحالة الأولي تمتلك طاقة حركية أكبر

**مثال 1 :** في الشكل المقابل يمثل تغير الطاقة الحركية لجسم متحرك بتغير سرعته الخطية . احسب كتلة هذا الجسم :

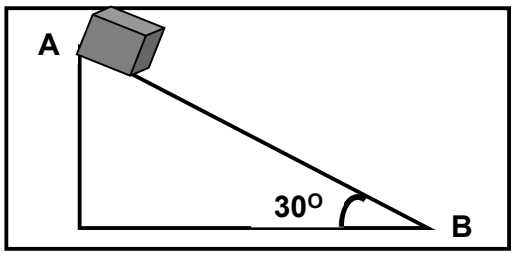



.....

.....

.....

**مثال 2 :** انزلق جسم كتلته (1 kg) من سكون من نقطة (A) على مستوي مائل أملس يميل بزاوية ($30^O$) مع المستوي الأفقي ليصل إلى النقطة (B) حيث (AB = 4 m) . احسب :




أ ) الشغل الناتج عن وزن الصندوق :

.....

ب) سرعة الجسم عند النقطة (B) مستخدماً قانون الطاقة الحركية :

.....

.....

**مثال 3 :** قذف جسم كتلته (200 g) من نقطة (A) رأسياً إلى أعلى بسرعة ابتدائية (20 m/s) ليصل في غياب الاحتكاك إلى أقصى ارتفاع عند النقطة (B) . احسب :

أ ) الطاقة الحركية للجسم عند الانطلاق عند (A) :

.....

ب) المسافة التي قطعها الجسم :

.....

.....

.....

**مثال 4 :** دراجة كتلتها وكتلة سائقها معاً (100 kg) تتحرك على طريق أفقية بسرعة (2 m/s) فإذا قلت سرعتها وأصبحت (1 m/s) بعد أن قطعت مسافة (20 m) . احسب :

أ ) الشغل المبذول على الدراجة :

.....

ب) محصلة القوة الخارجية المؤثرة على الدراجة والتي سببت تناقص سرعتها :

.....

ج) الشغل المبذول من وزن الدراجة :

.....

# الطاقة الكامنة

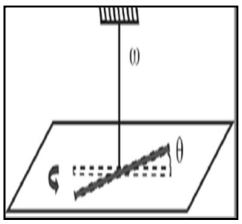
**الطاقة الكامنة** : **طاقة يختزنها الجسم وتسمح له بإنجاز شغل للتخلص منها**

| وجه المقارنة | الطاقة الكامنة التثاقلية | الطاقة الكامنة المرنة |
|---|---|---|
| التعريف | **الشغل المبذول على الجسم عند رفعه لنقطة ما** | **الشغل المبذول لتغيير وضع الجسم المرن من وضع مستقر إلى وضع الاستطالة أو الانكماش أو اللي** |
| القانون | $PE_g = mgh$ | $PE_e = \frac{1}{2} K \Delta X^2$ أو $PE_e = \frac{1}{2} C \Delta\theta^2$ |
| العوامل | ..... ..... | ..... ..... |

| وجه المقارنة | الطاقة الكامنة المرنة في النابض | الطاقة الكامنة المرنة في الخيط المطاطي |
|---|---|---|
| القانون | $PE_e = \frac{1}{2} K.\Delta X^2$ | $PE_e = \frac{1}{2} C.\Delta\theta^2$ |
| العوامل | | |

** العوامل التي يتوقف عليها ثابت المرونة ( C ) : .....

** يقاس ثابت مرونة الجسم المرن بحسب النظام الدولي للوحدات بوحدة .....



**مثال :** خيط مطاطي ثابت مرونته ($100\ N.m/rad^2$) عند لي الخيط صنع إزاحة زاوية ($30°$).

احسب الطاقة الكامنة المرنة عند لي الخيط .

.....

**علل لما يأتي :**

1- إذا أسقطت مطرقة على مسمار من مكان مرتفع ينغرز المسمار مسافة أكبر مقارنة بإسقاطها من مكان اقل ارتفاعا

**لأن المطرقة في الحالة الأولي تمتلك طاقة كامنة تثاقلية أكبر فتبذل شغل أكبر على المسمار**




2- يعود الزنبرك إلى وضعه الأصلي عند إفلاته

**لأن الشغل المبذول في الزنبرك يختزن على شكل طاقة كامنة مرونية**

3- لكي ينطلق الحجر الموضح بالشكل لمسافة بعيدة يجب شد الخيط المطاطي بقوة كبيرة للخلف.

**لأن كلما زادت الطاقة الكامنة المرونية للخيط تتحول إلى طاقة حركية أكبر للحجر**

** من أمثلة الطاقة الكامنة داخل المركبات الكيميائية .....

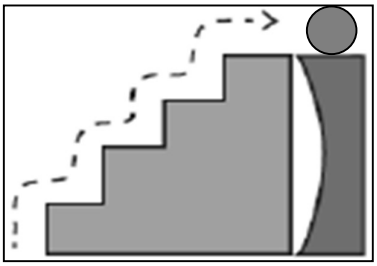
** من أمثلة الطاقة الكامنة التثاقلية .....

** سطح الأرض يسمي ..... والطاقة الكامنة التثاقلية عنده تساوي ..... لأن .....

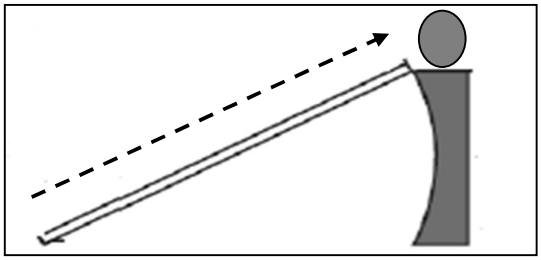
** تحت المستوي المرجعي الطاقة الكامنة التثاقلية تساوي مقدار ..... بينما فوق المستوي المرجعي مقدار .....

**المستوي المرجعي** : **المستوي الذي نبدأ منه قياس الطاقة الكامنة التثاقلية وتساوي عنده صفر**

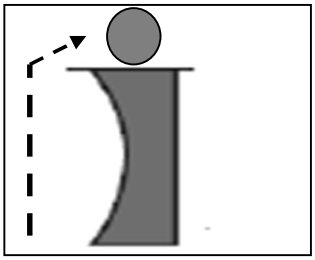
** في الشكل التالي يتم رفع حجر وزنه (100 N) إلى الأعلى على ارتفاع (2 m) في الحالات الآتية :



رفع الحجر على سلم مدرج



رفع الحجر على سطح مائل



رفع الحجر مرة واحدة

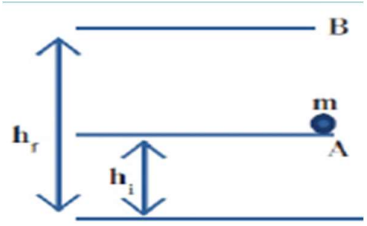
أ ) ماذا تلاحظ : .....

ب) ماذا تستنتج : .....

## التغير في طاقة الوضع التثاقلية والشغل :

$$\Delta PE_g = -W_w$$

** التغير في طاقة الوضع التثاقلية يساوى معكوس الشغل المبذول من وزن الجسم :



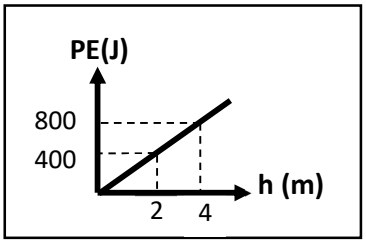

.....

.....

.....

| وجه المقارنة | تحرك الجسم رأسياً إلى أعلى | تحرك الجسم رأسياً إلى أسفل |
|---|---|---|
| مقدار ( $\Delta PE_g$ ) | | |
| مقدار ( $W_w$ ) | | |

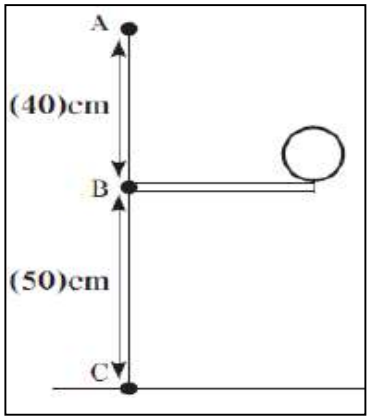
**مثال 1 :** الشكل المقابل يمثل التغير في الطاقة الكامنة التثاقلية لجسم بتغير ارتفاعه عن سطح الأرض ( المستوي المرجعي ) . احسب وزن الجسم :




.....

.....

**مثال 2 :** في الشكل المقابل كرة كتلتها (1 kg) موضوعة عند المستوي المرجعي عند النقطة (B) . احسب الطاقة الكامنة التثاقلية في الحالات الآتية :




أ ) عند المستوي الأفقي المار بالنقطة (A) :

.....

ب) عند المستوي الأفقي المار بالنقطة (B) :

.....

ج) عند المستوي الأفقي المار بالنقطة (C) :

.....

# الطاقة الميكانيكية

**الطاقة الميكانيكية**

**مجموع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة**

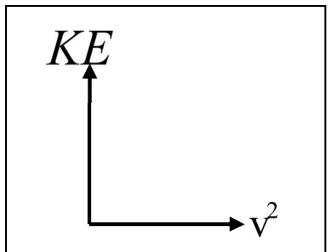
$$ME = KE + PE$$

** الطاقة الميكانيكية للجسم تظل ..... مهما أختلف الارتفاع بإهمال الاحتكاك مع الهواء.

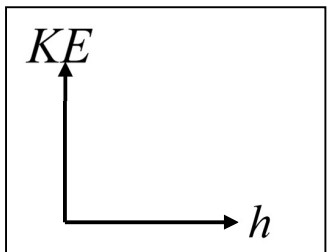
** عند أقصى ارتفاع تكون الطاقة الكامنة التثاقلية للجسم ..... بينما تكون الطاقة الحركية .....

** عند المستوي المرجعي تكون الطاقة الكامنة التثاقلية للجسم ..... بينما تكون الطاقة الحركية .....

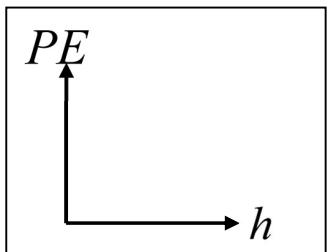
** أرسم المنحنيات أو الخطوط البيانية الدالة على المطلوب بين العلاقات التالية بفرض إهمال الاحتكاك مع الهواء :



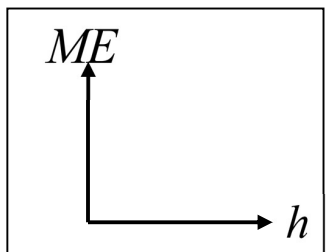

الطاقة الحركية ومربع سرعة



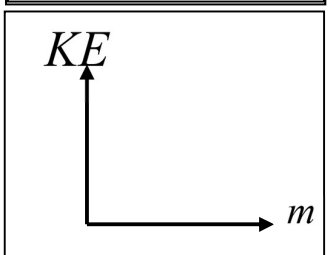

الطاقة الحركية والارتفاع لجسم يقذف لأعلى



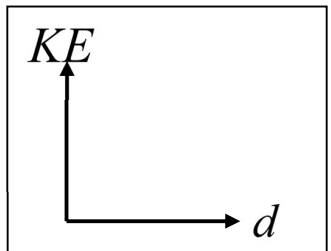

طاقة الوضع التثاقلية والارتفاع لجسم يقذف لأعلى



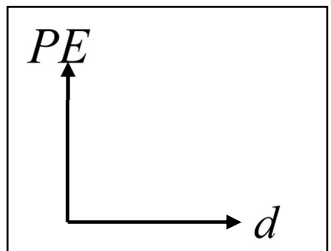

الطاقة الميكانيكية والارتفاع لجسم يقذف لأعلى



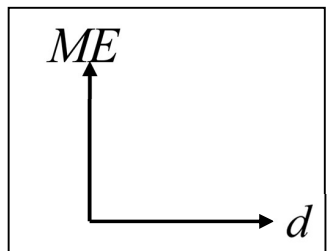

الطاقة الحركية وكتلة الجسم




الطاقة الحركية والمسافة لجسم يسقط لأسفل من موضع السقوط




طاقة الوضع التثاقلية والمسافة لجسم يسقط لأسفل من موضع السقوط




الطاقة الميكانيكية والمسافة لجسم يسقط لأسفل من موضع السقوط

**مثال 1 :** سقطت تفاحة كتلتها (0.15 kg) من ارتفاع (3 m) إلى أسفل ليصل في غياب الاحتكاك إلى الأرض .احسب

أ ) طاقة الوضع التثاقلية عند أقصى ارتفاع :

.....

ب) سرعة التفاحة بعد سقوطها مسافة (2 m) من موضعها :

.....

.....

.....

ج) الطاقة الميكانيكية للتفاحة عند وجودها على بعد (2 m) أسفل موضعها الابتدائي :

.....

د) الطاقة الحركية للتفاحة عند اصطدامها بالأرض :

.....

هـ) سرعة التفاحة لحظة اصطدامها بالأرض :

.....

## الدرس ( 1- 3 ) : حفظ ( بقاء ) الطاقة

| وجه المقارنة | الأجسام الماكروسكوبية | الأجسام الميكروسكوبية |
|---|---|---|
| التعريف | أجسام تمتلك أبعاداً يمكن رؤيتها بالعين المجردة | أجسام دقيقة ولا ترى بالعين المجردة |

| وجه المقارنة | الطاقة الميكانيكية الماكروسكوبية ( ME ) | الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية ( الطاقة الداخلية U ) |
|---|---|---|
| التعريف | مجموع طاقة الوضع وطاقة الحركة للجسم | مجموع طاقة الوضع وطاقة الحركة لجسيمات النظام |
| العلاقة الرياضية | $ME = KE_{macro} + PE_{macro}$ | $U = KE_{micro} + PE_{micro}$ |
| العوامل | ..... ..... | ..... ..... |

**الطاقة الكامنة الميكروسكوبية** طاقة يتبادلها جسيمات النظام وتؤدي إلى تغير حالته بتغير طاقة الربط بين أجزائه

** الطاقة الكامنة الميكروسكوبية ( $PE_{micro}$ ) تتغير .....

** الطاقة الحركية الميكروسكوبية ( $KE_{micro}$ ) تتغير .....

**الطاقة الكلية** مجموع الطاقة الداخلية و الطاقة الميكانيكية $E = ME + U$

**قانون بقاء الطاقة** الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم وتتحول من شكل إلى آخر والطاقة الكلية للنظام ثابتة

** لحساب التغير في الطاقة الكلية نستخدم العلاقة : .....

** أكتب معادلة تعبر عن التغير في الطاقة الكلية للنظام في الحالتين التاليتين :

أ ) طاقة داخلية ثابتة وطاقة ميكانيكية متغيرة :

.....

ب) طاقة داخلية متغيرة وطاقة ميكانيكية ثابتة :

.....

**النظام المعزول** نظام لا تتبادل فيه الطاقة مع الوسط المحيط و تكون الطاقة الكلية محفوظة

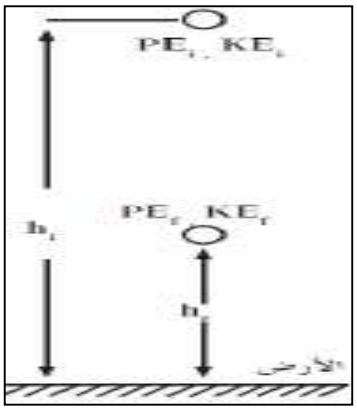
## أولاً : حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول ( بدون الاحتكاك )

** بإهمال قوي الاحتكاك : أ ) الطاقة الميكانيكية تظل .....

ب) الطاقة الداخلية تظل .....

ج) الطاقة الكلية تظل .....

** في الأنظمة المعزولة يكون التغير في الطاقة الكامنة يساوى معكوس التغير في الطاقة الحركية بإهمال قوي الاحتكاك مع الهواء .

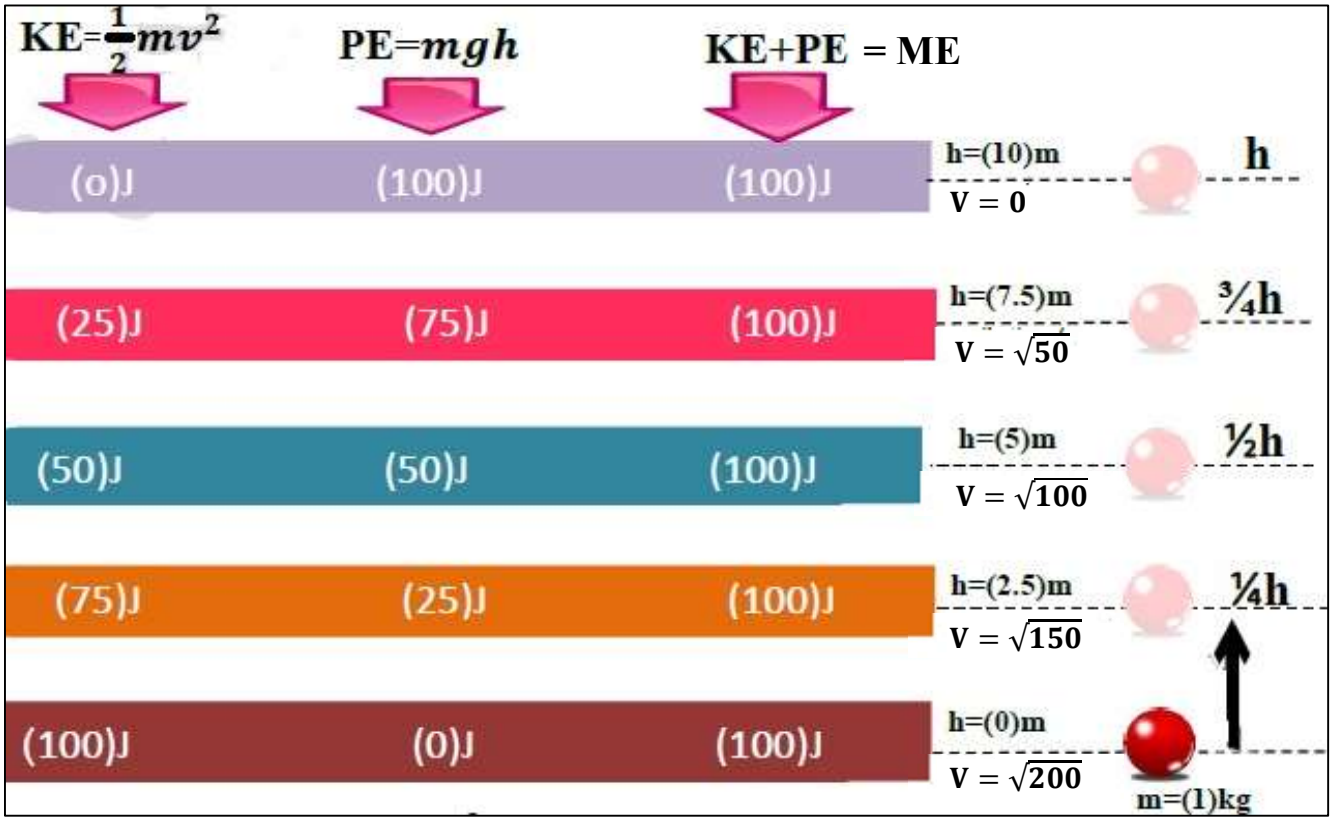



.....

.....

.....

.....

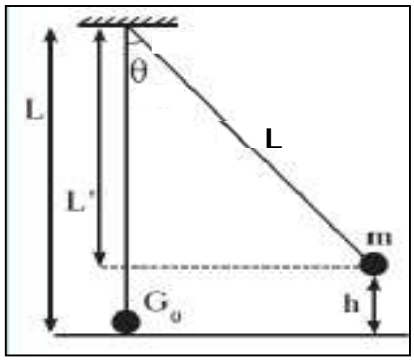



** جسم طاقة وضعه (J 100) عندما يكون على ارتفاع (h) من الأرض فإذا ترك ليسقط سقوط حر فإن طاقة حركته تصبح (J 25) عندما يكون على ارتفاع من الأرض يساوي .....

ويكون هبط مسافة قدرها .....

# البندول البسيط

** بإهمال الاحتكاك الطاقة الميكانيكية أثناء حركة البندول البسيط : $ME = \frac{1}{2}mv^2 + mgL(1 - \cos\theta)$




.....

.....

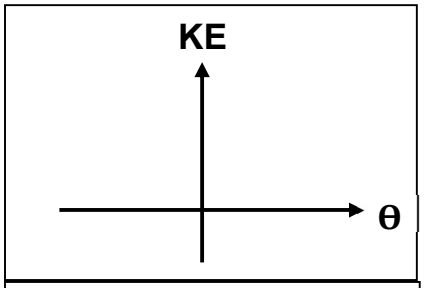
.....

.....

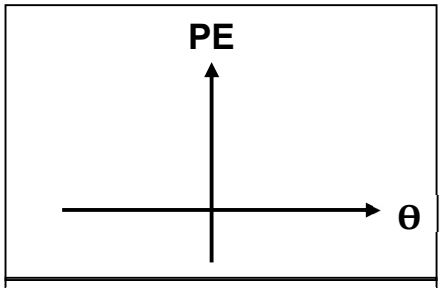
| وجه المقارنة | عند أقصي ارتفاع | عند موضع الاستقرار |
|---|---|---|
| الطاقة الميكانيكية | | |
| الطاقة الحركية | | |
| طاقة الوضع التثاقلية | | |

| وجه المقارنة | عند أقصي ارتفاع ( نقطة الإفلات ) | بين نقطة الإفلات وموضع الاستقرار | عند موضع الاستقرار ( النقطة $G_0$ ) |
|---|---|---|---|
| حساب الطاقة الميكانيكية | | | |

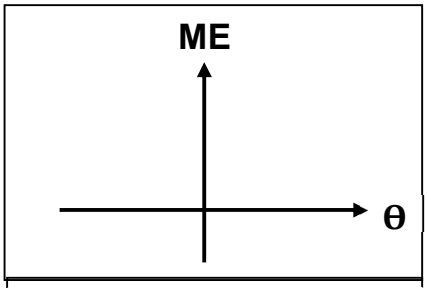
** أرسم المنحنيات أو الخطوط البيانية الدالة على المطلوب بين العلاقات التالية :



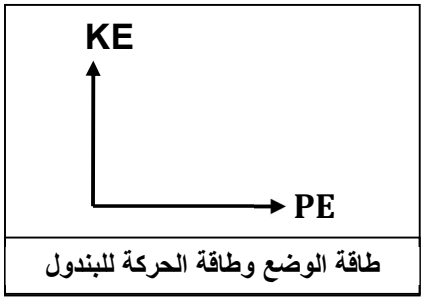

طاقة الحركة وزاوية البندول



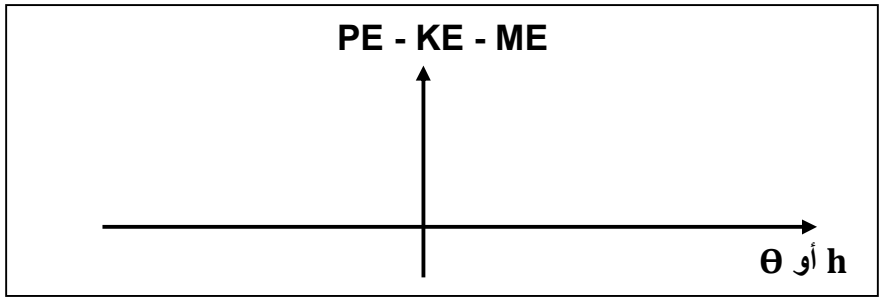

طاقة الوضع وزاوية البندول



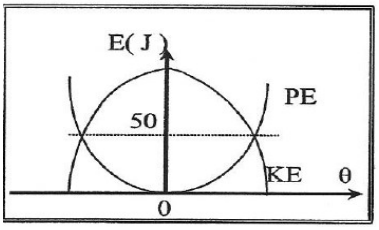

الطاقة الميكانيكية وزاوية البندول




طاقة الوضع وطاقة الحركة للبندول

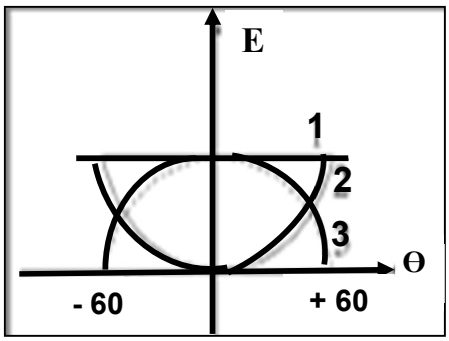



** المنحني البياني في الشكل يمثل تبادل الطاقة الحركية وطاقة الوضع التثاقلية بدلالة تغير الزاوية لبندول بسيط متحرك كنظام معزول احسب الطاقة الميكانيكية :




.....

**مثال 1 :** بندول بسيط مؤلف من كتلة نقطية مقدارها (0.2 Kg) معلقة بخيط غير قابل للتمدد طوله (1 m) ثم أزيحت الكتلة من موضع الاستقرار مع إبقاء الخيط مشدودا بزاوية ( 60° ) وأفلتت من السكون وبإهمال الاحتكاك .




أ ) حدد أي نوع من الطاقة يمثلها كل من الرسوم البيانية الثلاثة :

.....

.....

ب) احسب مقدار الطاقة الميكانيكية للنظام :

.....

.....

ج) احسب سرعة الكتلة عند مرورها المستوي المرجعي :

.....

.....

د) احسب مقدار الزاوية التي تتساوي عندها طاقة الوضع التثاقلية والطاقة الحركية :

.....

.....

هـ) احسب مقدار السرعة التي تتساوي عندها طاقة الوضع التثاقلية والطاقة الحركية :

.....

.....

## ثانياً : عدم حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول ( في وجود الاحتكاك )

** عند حفظ الطاقة الكلية للنظام المعزول ( $\Delta E = 0$ ) فأن التغير في الطاقة الميكانيكية يساوى .....

التغير في الطاقة الداخلية وتصبح المعادلة بالشكل .....

** الشغل الناتج عن قوى الاحتكاك المؤثرة على النظام يتحول إلى ..... وتصبح المعادلة .....

** الشغل الناتج عن قوى الاحتكاك المؤثرة على أجزاء النظام يؤدي إلى تغيير ..... بالتتابع

** التغير في الطاقة الميكانيكية في نظام معزول يساوى الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك :

.....

.....

.....

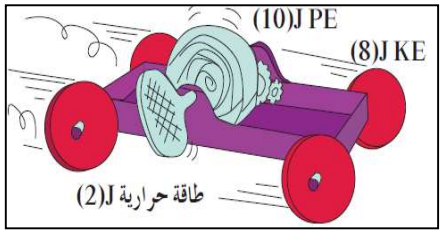
.....

## تابع حفظ ( بقاء ) الطاقة

علل لما يأتى :

1- تزيد الطاقة الحركية الميكروسكوبية لجسيمات النظام برفع درجة حرارته .

**بسبب زيادة سرعة حركة الجزئيات**




2- في الأنظمة المعزولة المغلقة تكون الطاقة الكلية محفوظة .

**لأنه نظام لا تتبادل فيه الطاقة مع الوسط المحيط**

3- في الشكل المقابل الطاقة الكلية للنظام المعزول المؤلف من الأرض والسيارة الصغيرة والهواء المحيط لم تتغير .

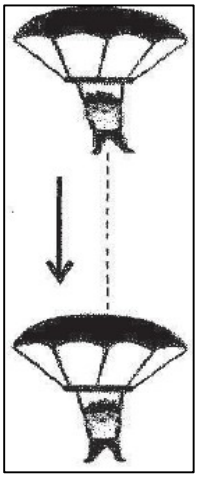
**لأن الطاقة الكامنة المرونية في النابض تتحول إلى طاقة حركية وجزء منها يتحول إلى طاقة حرارية بسبب الاحتكاك**

4- الطاقة الميكانيكية للنظام المعزول المكون من ( الصندوق – المستوى المائل الخشن ) تكون غير محفوظة .

**لأن الطاقة الكامنة التثاقلية تتحول إلى طاقة حركية وجزء منها يتحول إلى طاقة حرارية بسبب الاحتكاك**

5- تكون درجة حرارة المياه عند قاعدة مسقط شلال مائي أعلى منها عند قمة المسقط نفسه .

**لأن الطاقة الكامنة التثاقلية تتحول إلى طاقة حركية وجزء منها يتحول إلى طاقة حرارية بسبب الاحتكاك**



6– المياه الساقطة من الشلالات يمكنها إدارة التوربينات التي تولد الطاقة الكهربائية .

**لأن الطاقة الكامنة التثاقلية تتحول إلى طاقة حركية وتقوم بإدارة التوربينات**

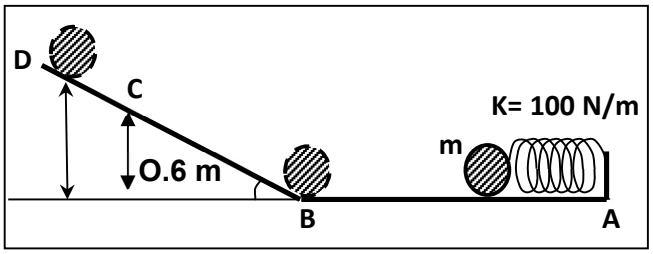
** نشاط : في الشكل المقابل هبوط المظلة باستخدام مظلي في الهواء المحيط .

ماذا تلاحظ : .....

ماذا تستنتج : .....

.....

| وجه المقارنة | غياب الاحتكاك ( سطح مائل أملس ) | وجود الاحتكاك ( سطح مائل خشن ) |
|---|---|---|
| الطاقة الكلية (E) | محفوظة | محفوظة |
| التغير في الطاقة الكلية (ΔE) | $\Delta E = 0$ | $\Delta E = 0$ |
| الطاقة الميكانيكية (ME) | محفوظة | غير محفوظة |
| العلاقة بين $ME_i$ و $ME_f$ | $ME_i = ME_f$ | $ME_i \neq ME_f$ |
| التغير في الطاقة الميكانيكية ( ΔME ) | $\Delta ME = 0$<br>$ME_i = ME_f$<br>$KE_i + PE_i = KE_f + PE_f$ | $\Delta ME \neq 0$<br>$\Delta ME = + W_f$<br>$ME_f - ME_i = f\ d \cos 180$<br>$(KE_f + PE_f) - (KE_i + PE_i) = - f\ d$ |
| حساب الشغل الكلي ( $W_T$ ) | $W_w = \pm\ m\ g\ h$<br>$W_f = 0$<br>$W_T = W_w$ | $W_w = \pm\ m\ g\ h$<br>$W_f = - f\ d$<br>$W_T = W_w + W_f$ |




**مثال 1 :** الشكل المقابل يوضح مستوي أملس ( A,B,C ) ضغط النابض الموجود عند الطرف (A) لمسافة (0.2m) ثم وضع أمامه الجسم (m) الذي كتلته تساوي(0.25Kg) فإذا أُفلت النابض .احسب :

أ) سرعة الجسم عند النقطة (B) :

.....

.....

.....

ب) سرعة الجسم عند النقطة (C) :

.....

.....

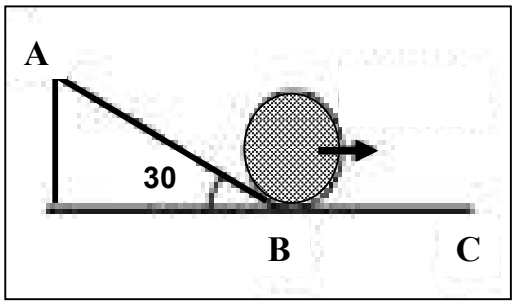
.....

ج) أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم عن المستوي المرجعي عند النقطة (D) :

.....

.....

.....




**مثال 2 :** أفلت الجسم (S) الموضح في الشكل المقابل وكتلته (100 g) من النقطة (A) على المسار ABC و AB مستوى مائل أملس يصنع زاوية ($30^0$) مع المستوى الأفقي الذي يبلغ طوله ($L_1$) .
والمستوي الأفقي BC خشن وقوة الاحتكاك تساوى (0.1 N) ويبلغ طوله ($L_2$) فإذا كانت سرعة الجسم عند النقطة (B) تساوى (4 m/s)

أ ) أستخدم قانون حفظ الطاقة الميكانيكية لإيجاد طول الجزء AB :

.....

.....

.....

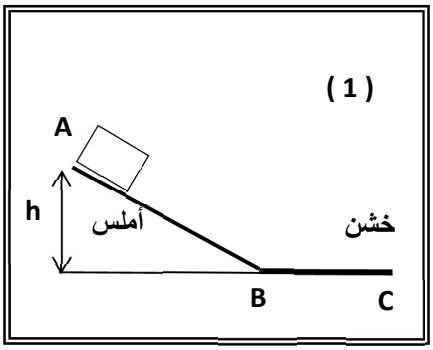
ب) أكمل الجسم مساره على المسار BC ليتوقف عند النقطة C احسب طول المسار BC :

.....

.....

## تطبيقات على حفظ ( بقاء ) الطاقة

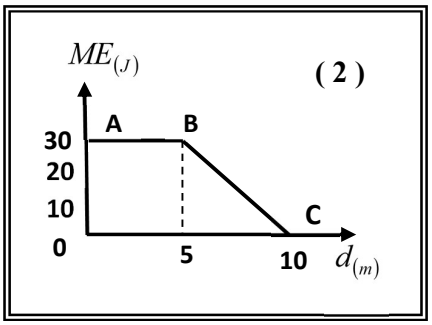
**مثال 3 :** جسم كتلته (5 kg) تحرك من السكون من أعلى نقطة على سطح مستوى مائل أملس، يتصل بسطح أفقي خشن كما بالشكل (1) ومثلنا علاقة الطاقة الميكانيكية (ME) للجسم مع إزاحته ( d ) بيانيا، فحصلنا على الخط البياني ABC كما بالشكل (2) . احسب : أ ) ارتفاع المستوى المائل :




.....

.....

ب) مقدار سرعة الجسم عند نهاية المستوى المائل :




.....

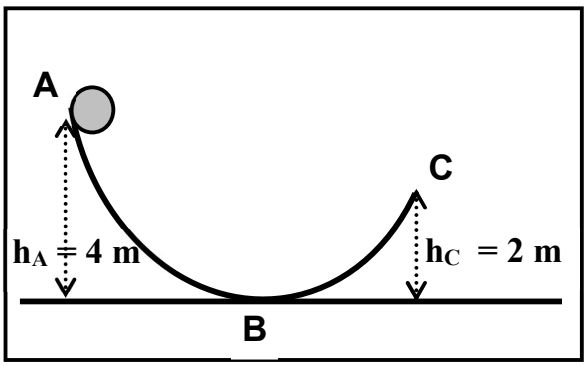
.....

ج) مقدار قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح الأفقي :

.....

.....

**مثال 4 :** كرة وزنها (500 N) تنزلق على سطح أملس .احسب :




أ ) طاقة الوضع التثاقلية للكرة عند نقطة (A) :

.....

.....

ب) سرعة الكرة عند وصولها إلى نقطة (B) :

.....

.....

.....

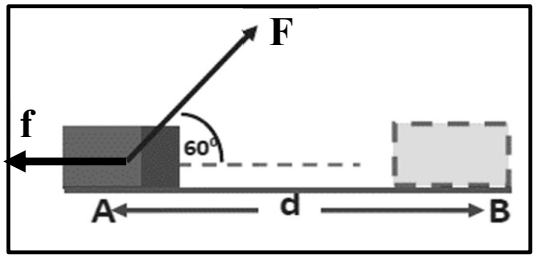
.....

ج) سرعة الكرة عند وصولها إلى نقطة (C) :

.....

.....

.....




**مثال 5 :** جسم كتلته kg ( 2 ) يتحرك من السكون تحت تأثير قوة مقدارها ( F = 14 N ) تصنع زاوية مقدارها ( 60° ) كما بالشكل فإذا تحرك الجسم مسافة من A إلى B مقدارها ( d = 4 m ) على سطح خشن قوة احتكاكه ( f = 3 N ) . احسب :

أ ) الشغل المبذول بواسطة القوة ( F ) خلال المسافة من A إلى B :

.....

.....

ب) الشغل المبذول بواسطة القوة ( f ) خلال المسافة من A إلى B :

.....

.....

ج) التغير في طاقة حركة الجسم خلال المسافة من A إلى B :

.....

.....

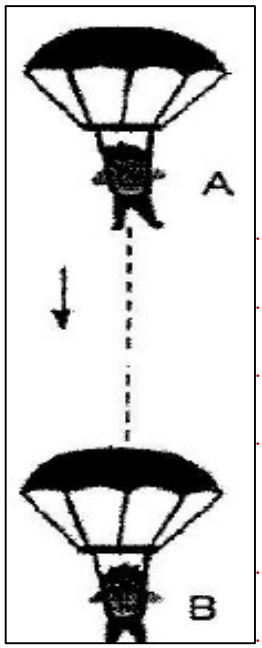
د) سرعة الجسم عند B :

.....

.....

.....

**مثال 6 :** أسقط مظلي كتلته ( 80 kg ) عند A من طائرة مروحية ساكنة كما بالشكل من ارتفاع ( $h_A$ = 500 m ) فوق سطح الأرض فوصل للسرعة الحدية مقدارها ( $V_B$ = 2 m/s ) عند B على ارتفاع ( $h_B$ = 100 m ) مستخدما مبدأ حفظ الطاقة




أ ) احسب الشغل المبذول ضد قوة مقاومة الهواء :

.....

.....

.....

.....

ب) متوسط قوة مقاومة الهواء ( بفرض انها ثابتة ) :

.....

.....

# الوحدة الأولى : الحركة

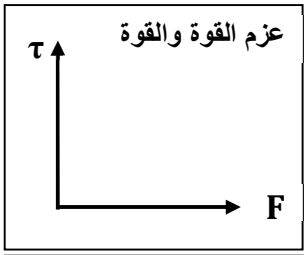
# الفصل الثاني : ميكانيكا الدوران

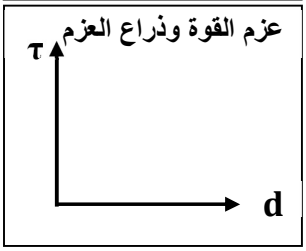
## الدرس ( 2 - 1 ) : عزم الدوران ( عزم القوة )

**عزم القوة** مقدرة القوة على إحداث حركة دورانية للجسم حول محور الدوران

$$\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d} = Fd\sin\theta$$

أو كمية متجهة تساوي حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهي القوة في طول ذراعها




** العوامل التي يتوقف عليها عزم القوة : .....

** يقاس عزم القوة بحسب النظام الدولى للوحدات بوحدة .....

** عزم القوة كمية ..... ويحدد اتجاهه بـ .....

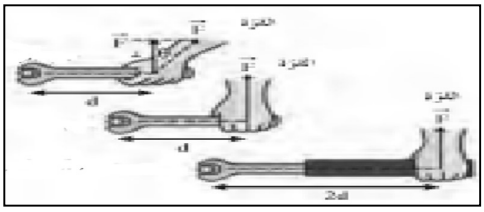


** القوة العمودية تبذل جهد ..... وفعل رافعة .....

** يعتمد اتزان الميزان الذي يعمل بالأوزان المنزلقة على .....

** من التطبيقات العملية على عزم الدوران : .....

**ذراع العزم** المسافة من محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة



** في الشكل المقابل : أي مفتاح له عزم دوران أكبر ؟ مع ذكر السبب ؟

.....

** اتجاه القوة بالنسبة لذراع القوة التي يجب ان تستخدمه لإنتاج أكبر عزم للقوة هو اتجاه .....

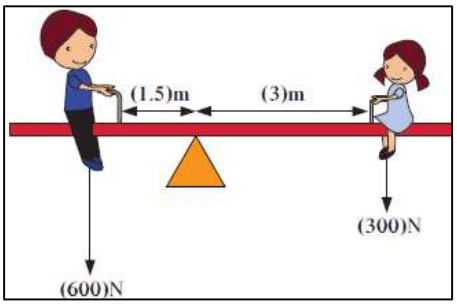
**قاعدة اليد اليمنى** قاعدة تحدد اتجاه عزم القوة والإبهام يشير إلى عزم القوة و الأصابع تشير إلى اتجاه الدوران

| دوران الجسم | مع عقارب الساعة | عكس عقارب الساعة |
|---|---|---|
| اتجاه عزم القوة بالنسبة للصفحة | | |
| إشارة ( نوع ) عزم القوة | | |

| وجه المقارنة | الشغل | عزم القوة |
|---|---|---|
| العلاقة المستخدمة لحسابه | $W = \vec{F}.\vec{d}$ | $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$ |
| نوع الكمية | | |
| نوع الضرب | | |
| وحدة القياس | | |

## العزوم المتزنة

**العزوم التي تكون محصلتها تساوي صفر**




** في الشكل المقابل : طفلين يلعبون الأرجوحة حيث أوزانهم غير متكافئة :

أ ) ماذا يفعل الطفلين لكي تتزن الارجوحة :

.....

ب) ما هي الشروط الضرورية لتحقيق الاتزان الدوراني للجسم :

.....

ج) ما هي الشروط الضرورية لتحقيق الاتزان العام للجسم :

.....

د) هل الوزن هو الذي يسبب الدوران ؟ مع ذكر السبب :

.....

هـ) ما العلاقة بين المجموع الجبري للعزوم مع اتجاه عقارب الساعة والمجموع الجبري للعزوم عكس عقارب الساعة :

.....

و) حدد حالات إنعدام عزم القوة بالرغم وجود قوة مؤثرة على الجسم :

.....

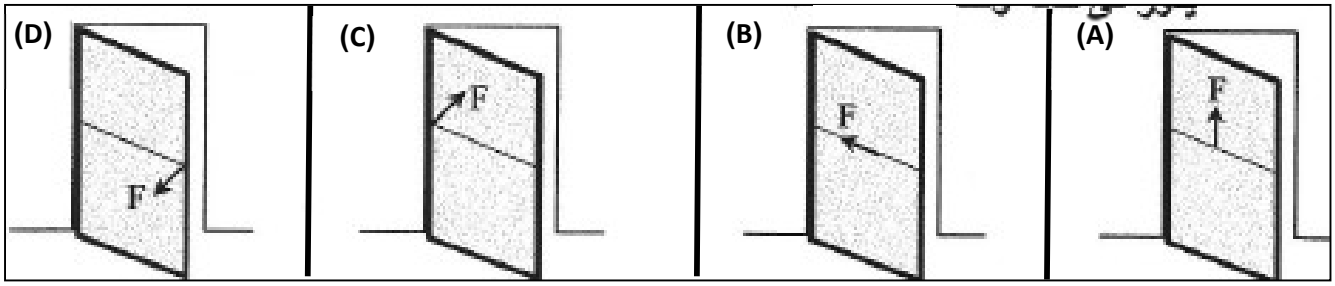
.....

.....

** سبب دوران الجسم حول محوره تكون .....

** عندما لا يدور الجسم تكون .....

** **نشاط :** حدد في كل حالة هل يدور الباب أم لا . مع ذكر السبب ؟




** شكل (A) : .....

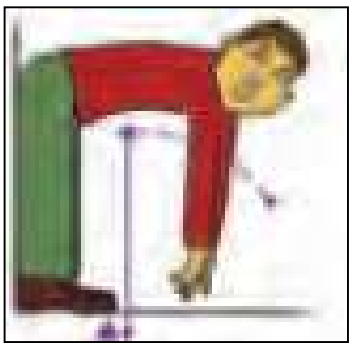
** شكل (B) : .....

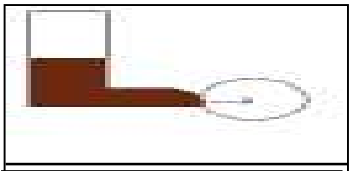
** شكل (C) : .....

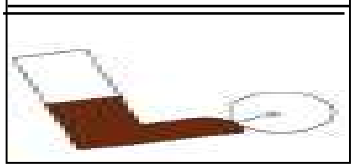
** شكل (D) : .....

## تابع عزم الدوران ( عزم القوة )

**مركز ثقل الجسم** : الموضع الذي تكون عنده محصلة عزوم قوة الجاذبية المؤثرة في الجسم تساوي صفر







**ماذا يحدث مع ذكر السبب**

1- عند وجود موقع مركز الثقل خارج المساحة الحاملة للجسم كما بالشكل :

أو إذا حاولت أن تلمس أصابعك قدميك وأنت واقف وكعبا قدميك ملاصقان للحائط :

.....

2- إذ عند ركل كرة القدم من نقطة على خط مستقيم مع مركز ثقلها كما بالشكل :

.....

3- عند ركل كرة القدم أسفل مركز ثقلها أو فوق مركز ثقلها كما بالشكل :

.....

**علل لما يأتي :**

1- العزم كمية متجهة .

لأنه حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهي القوة و ذراع القوة $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$

2- يمكن الحصول على قيم متعددة لعزم القوة رغم ثبات مقدار القوة .

بسبب اختلاف الزاوية بين متجهي القوة وذراع القوة واختلاف طول ذراع القوة $\vec{\tau} = Fd \sin\theta$

3- يصعب فك صامولة باستخدام مفتاح صغير .

لأن طول ذراع القوة صغير وبالتالي يكون عزم القوة صغير وتكون الفائدة الآلية أقل $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$

4- تستخدم مطرقة مخلبية ذات ذراع طويلة لسحب مسمار من قطعة خشب .

أو يلزم استخدام عصا طويلة لتحريك صخرة كبيرة .

أو استخدام مفتاح ذا ذراع طويلة عند فتح صواميل إطارات السيارات .

أو يوضع مقبض الباب عند الطرف البعيد عن محور الدوران الموجود عند مفصلاته .

لكي يزيد طول ذراع القوة ويزداد عزم القوة ويبذل جهد أقل وتكون الفائدة الآلية أكبر $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$

5- لا يدور أو يتزن الجسم الصلب عندما يكون خط عمل القوة المؤثرة عليه ماراً بمحور الدوران .

أو لا يمكنك فتح باب غرفة مقفل بالتأثير عليه بقوة تمر بمحور الدوران مهما كانت القوة .

لأن طول ذراع القوة صفر ( $d = 0$ ) وبالتالي يكون عزم القوة صفر $\vec{\tau} = Fd \sin\theta = 0$

6- لا يدور أو يتزن الجسم القابل للدوران عندما يكون خط عمل القوة موازيا لذراع القوة .

لأن الزاوية بين متجهي القوة وذراع القوة تساوي صفر $\vec{\tau} = Fd \sin 0 = 0$

7- لا يدور أو يتزن الجسم القابل للدوران عندما يكون خط عمل القوة موازيا لمحور الدوران .

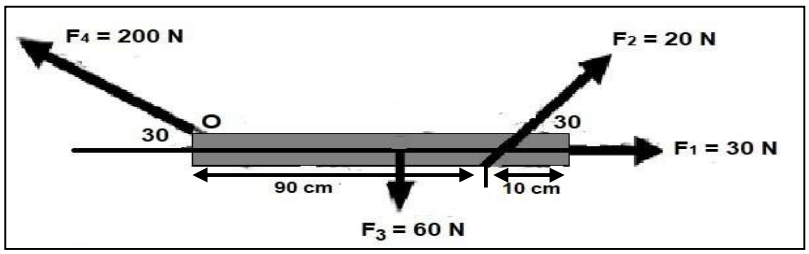
لأن خط عمل القوة المؤثرة ليس في نفس اتجاه دوران الجسم

8- حدوث الأتزان الدوراني للجسم المعلق حول مركز ثقله .

لأن محصلة عزوم قوة الجاذبية المؤثرة في الجسم تساوي صفر

## تطبيقات على عزم القوة

**مثال 1 :** ساق متجانسة طولها (100 cm) وزنها (60 N) تؤثر عليها ثلاث قوي .




أ ) احسب محصلة العزوم على الساق :

ب) أستنتج اتجاه دوران الساق :

.....

.....

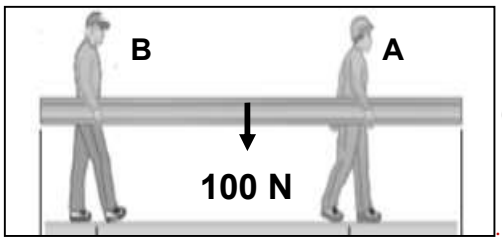
.....

.....

.....

.....

**مثال 2 :** ساق من الحديد متجانسة طولها ( 6 m ) وزنها ( 100 N ) يحملها شخصين فإذا علمت أن ( A ) يبعد عن منتصفها ( 2 m ) و( B ) يبعد عن منتصفها ( 3 m ) . احسب الوزن الذي يحمله كل منهما :



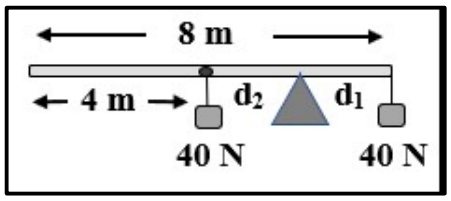

.....

.....

.....

.....

**مثال 3 :** ساق معدني متجانس طوله (8) m ووزنه (40) N يستند بإحدى نقاطه على رأس مدبب علق في إحدى نهايته ثقل قدره (40) N فإذا اتزن القضيب أفقيا . احسب بعد نقطة الإسناد عن الثقل المعلق .



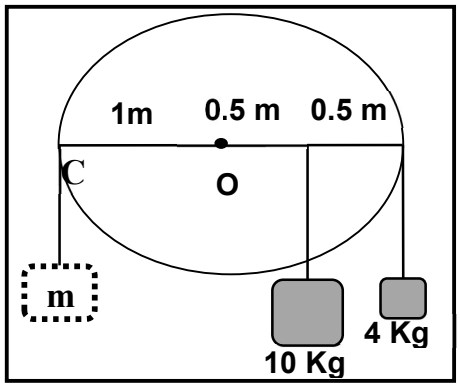

.....

.....

.....

.....

**مثال 4 :** بالشكل القرص لا يدور . احسب الكتلة عند النقطة (C) :



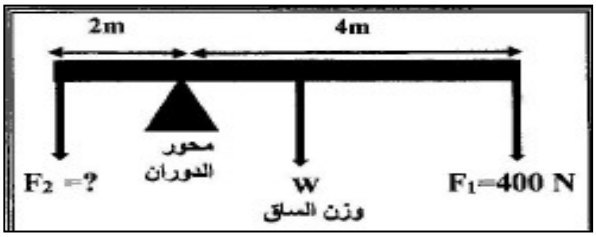

.....

.....

.....

.....

**مثال 5 :** الشكل المجاور يمثل ساق متجانسة طولها m ( 6 ) وزنها N ( 100 ) ترتكز على حاجز وتؤثر فيها قوتان للأسفل $F_1$ = ( 400 ) N و $F_2$ مجهولة والنظام في حالة اتزان .




أ ) احسب عزم الدوران للقوة ($F_1$) :

.....

.....

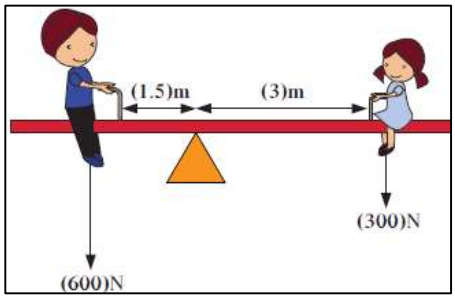
ب ) احسب مقدار القوة ($F_2$) :

.....

.....

.....

**مثال 6 :** أ ) احسب مقدار عزم القوّة لكلّ من وزني الفتاة والولد الجالسين على اللوح المتأرجح الموضّح في الشكل المقابل بإهمال وزن اللوح.




.....

.....

.....

ب) احسب المسافة التي يجب أن تفصل بين الفتاة الجالسة يمينًا ومحور ارتكاز اللوح المتأرجح عندما يساوي وزن الفتاة ( 400 N ) والنظام في حالة اتزان.

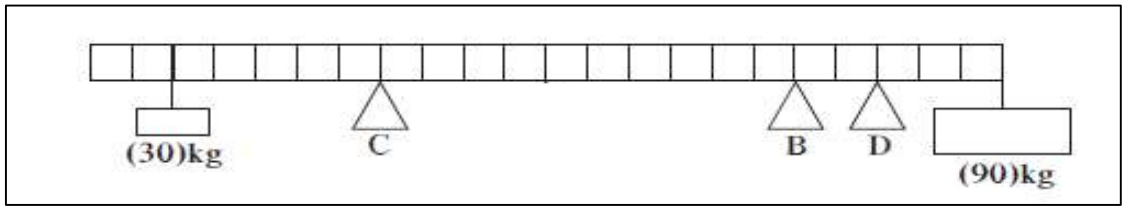
.....

.....

.....

**مثال 7 :** في الشكل المقابل : ساق طوله يساوي 22 cm وكل مربع بالساق يساوي 1 cm .

احسب مقدار محصلة عزم القوتين عند كل محور ارتكاز. وحدد اتجاه دوران الساق.




.....

.....

.....

.....

.....

# عزم الازدواج

**الازدواج** قوتين متساويتين في المقدار ومتوازيتين ومتعاكستين بالاتجاه وليس لهما خط عمل واحد

**عزم الازدواج** محصلة عزم قوتين متساويتين ومتوازيتين ومتعاكستان في الاتجاه

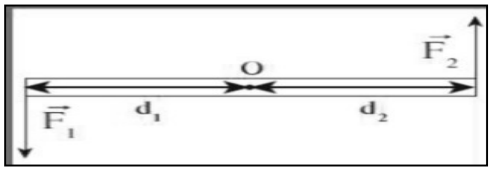
$$\vec{C} = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2$$

أو حاصل ضرب مقدار أحد القوتين في المسافة العمودية بينهما

$$\vec{C} = \vec{F} \times \vec{d}$$

| وجه المقارنة | عزم القوة | عزم الازدواج |
|---|---|---|
| طول ذراع | المسافة بين القوة ومحور الدوران | المسافة العمودية بين القوتين |

** عزم الازدواج يساوي حاصل ضرب مقدار أحدي القوتين بالمسافة العمودية بينهما :




.....

.....

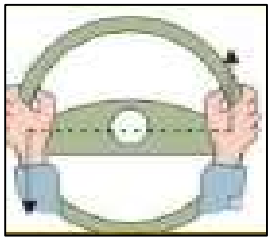
.....

** العوامل التي يتوقف عليها عزم الازدواج : .....

** عزم الازدواج الذي يخضع له جسم قابل للدوران حول محور يمر بمنتصفه يساوي ..... عزم إحدى القوتين

** من التطبيقات على الازدواج : .....






**علل لما يأتي :**

1- سهولة فك البراغي عند استخدام مفك له قاعدة ذات قطر كبير .

لكي يزيد طول ذراع الازدواج و يزداد عزم الازدواج وتبذل قوة أقل وتكون الفائدة الآلية أكبر $\vec{C} = \vec{F} \times \vec{d}$

2- مفتاح فك الصواميل يكون خاضعا لازدواج يعمل على إدارته بالرغم من إننا نشاهد قوة وحيدة تؤثر عليه .

لوجود قوة رد فعل للصواميل معاكسة للقوة الأصلية

3- لا يتزن أو يدور الجسم القابل للدوران حول محور تحت تأثير قوتين متوازيتين ومتضادتين في الاتجاه .

لان القوتان ليس لهما خط عمل واحد مما يسبب عزم ازدواج يسبب دوران الجسم

**ماذا يحدث مع ذكر السبب :**

1- لجسم عندما تؤثر عليه قوتين متساويتين بالمقدار ومتضادتان بالاتجاه وليس لهما خط عمل واحد.

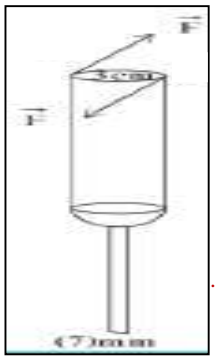
الحدث : .....

السبب : .....

**2- عندما يقع الجسم تحت تأثير ازدواجان متساويان مقداراً ومتضادان اتجاهاً.**

**الحدث :** .....

**السبب :** .....




**<u>مثال 1 :</u> مفك قطر مقبضه (3 cm ) وعرض رأس المفك الذي يدخل في شق البرغي (7 mm) استخدم لتثبيت البرغي في لوح خشبي وذلك بالتأثير في مقبضه بواسطة اليد بقوتين متساويتين في المقدار (49 N ) ومتعاكستين في الاتجاه . احسب :**

**أ ) عزم الازدواج المؤثر في مقبض المفك :**

.....

**ب) مقدار القوة التي تؤدي إلى دوران البرغي المراد تثبيته :**

.....

.....

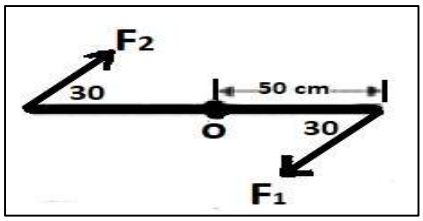
**<u>مثال 2 :</u> قوتان متساويتين قيمة كل منهما (50 N) تؤثران على مسطرة خشبية قابلة للدوران حول محور في منتصفها طولها (20 cm) .**

**أ ) احسب مقدار عزم الازدواج المؤثر في المسطرة ويجعلها تدور حول محورها .**

.....

**ب) ماذا تفعل لكي تتزن المسطرة ولا تدور حول محورها .**

.....




**<u>مثال 3 :</u> في الشكل : تؤثر قوتين متساويتين في المقدار ($F_1 = F_2 = 20$ N) على ساق معدنية منتظمة ومتجانسة قابلة للدوران حول نقطة (o) في منتصفها والمسافة من طرف الساق إلى منتصفها تساوي ( 50 cm ) . احسب :**

**أ ) عزم كلا من القوتين على الساق :**

.....

.....

**ب) عزم الازدواج المؤثر على الساق :**

.....

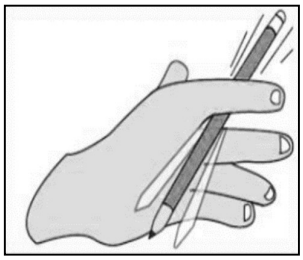
.....

**ج) أستنتج هل الساق يدور أم لا :**

.....

## الدرس ( 2 - 2 ) : القصور الذاتي الدوراني

| وجه المقارنة | القصور الذاتي | القصور الذاتي الدوراني |
|---|---|---|
| التعريف | مقاومة الجسم لتغيير في حركته الخطية | مقاومة الجسم لتغيير في حركته الدورانية |
| نوع حركة الجسم | | |
| المطلوب لتغير حالة الجسم | | |
| وحدة القياس | | |
| العوامل التي يتوقف عليها | ..... | ..... ..... ..... |



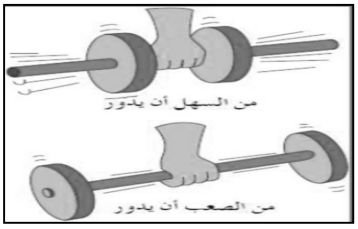
** كلما زادات المسافة بين كتلة الجسم ومحور الدوران يزداد .....

** أرجح قلمك بين أصابعك إلى الأمام وإلى الخلف ثم قارن سهولة الدوران عند أرجحته من نقطة في منتصفه وعند أرجحته من أحد طرفيه في أي الحالتين الدوران يكون أسهل ؟

.....

| وجه المقارنة | مضرب البيسبول ذي الذراع الطويلة | مضرب البيسبول ذي الذراع القصيرة |
|---|---|---|
| القصور الذاتي الدوراني | | |
| ميله للبقاء متحركاً | | |
| زيادة سرعته أثناء دورانه | | |
| سهولة الحركة الدورانية | | |
| إمكانية إيقافه أثناء دورانه | | |

**علل لما يأتي :**




1- دوران الجسم في الحالة الأولي وعدم دورانه في الحالة الثانية في الشكل :

الحالة الأولي : **يقل القصور الذاتي الدوراني ويسهل الدوران**

الحالة الثانية : **يزداد القصور الذاتي الدوراني ويصعب الدوران**

2- لا تمتلك كرتان القصور الذاتي الدوراني نفسه بالرغم من أن الكرتان لهما الكتلة نفسها والقطر نفسه ولكن واحدة منهما مصمتة والأخري مجوفة وتدوران حول محور يمر بمركز كتلتهما .

**بسبب اختلاف توزيع الكتلة لكل منهما حول مركز الدوران**

3- القصور الذاتي الدوراني للقرص المعدني أصغر من القصور الذاتي الدوراني للعجلة الرفيعة (الطوق) .

**لأن معظم كتلة القرص قريبة من محور الدوران**

4- يسهل عليك الجري وتحريك قدمك إلى الأمام والخلف عند ثنيهما قليلا .

**لأن يقل بعد الكتلة عن محور الدوران ويقل عزم القصور الذاتي الدوراني**

5- البندول القصير يتحرك إلى الإمام والخلف أكثر من تحرك البندول الطويل .

**لأن البندول القصير له قصور ذاتي دوراني أقل من البندول الطويل**

6- الناس والحيوانات ذات القوائم الطويلة مثل الزرافات والخيول والنعام والغزال فهي تتحرك بسرعة أقل من الحيوانات ذات القوائم القصيرة مثل الخيول الصغيرة أو الفئران أو الكلب .

**الحيوانات ذات القوائم القصيرة يقل بعد الكتلة عن محور الدوران ويقل القصور الذاتي الدوراني وتتحرك بسرعة أكبر**

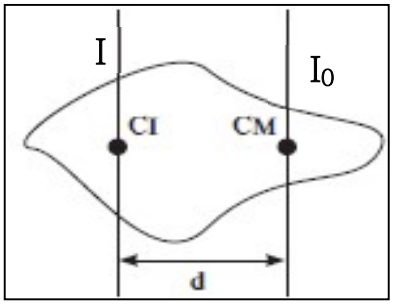
7- البهلوان المتحرك على سلك رفيع يمد يديه ليحافظ على اتزانه او يمسك بيده عصا طويلة .

**لكي يزيد قصوره الذاتي الدوراني ويقاوم الدوران ويحافظ على اتزانه**

**نظرية المحور الموازي ( نظرية هوغنس )**

**نظرية تقوم بحساب القصور الذاتي الدوراني حول محور مواز للمحور المار بمركز الثقل**

$$I = I_0 + md^2$$




( I ) تمثل .....

( $I_0$ ) تمثل .....

( m ) تمثل .....

( d ) تمثل .....

## ملاحظات هامة

1- القصور الذاتي الدوراني ليس بالضرورة كميه محددة للجسم نفسه .

2- القصور الذاتي الدوراني للجسم يكون أقل عندما تتوزع الكتلة نفسها داخل الجسم بتقارب عن محور الدوران .

3- القصور الذاتي الدوراني للجسم يكون أكبر عندما تتوزع الكتلة نفسها داخل الجسم بتباعد عن محور الدوران .

4- القصور الذاتي الدوراني لعصا تدور حول مركز ثقلها أقل منه عندما تدور حول محور يمر بأحد أطرافها .

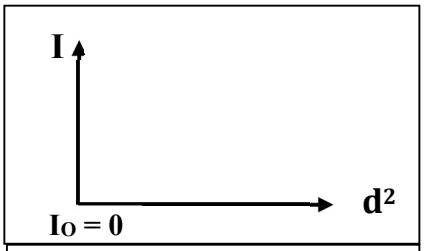
5- جسم كتلته مهملة فأن ( $I = 0$ )

6- جسم يدور حول محور يمر بمركز ثقله فأن ( $d = 0$ ) وبالتالي ( $I = I_0$ )

7- بالنسبة للكتلة النقطية فأن ( $I_0 = 0$ ) وبالتالي ( $I = md^2$ )

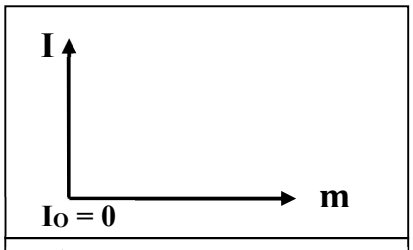
8- جسم كروي يتدحرج على منحدر فأن ( $d = 0$ ) وبالتالي ( $I = I_0$ )

# تابع القصور الذاتي الدوراني



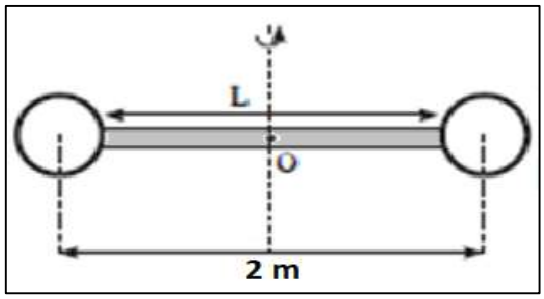

القصور الذاتي الدوراني ومربع البعد لكتلة نقطية عن محور الدوران

الميل يمثل .....




القصور الذاتي الدوراني والكتلة لعدة كتل نقطية

الميل يمثل .....




**مثال 1 :** احسب القصور الذاتي الدوراني للنظام المؤلف من كرتين من الحديد متماثلتين كتلة الواحدة (m = 5 kg) ونصف قطرها (r = 5 cm) مثبتتين على طرفي عصا كتلتها (m = 2 kg) وطولها L المسافة بين مركزي كتلة الكرتين تساوي (2 m) يدور النظام حول محور عمودي يمر بنقطة الوسط للعصا علما بان مقدار القصور الذاتي الدوراني كل من الأجسام الثلاثة حول محور يمر بمركز ثقل كل منها يساوي :

بالنسبة للكرة ( $I_{0sphere} = \frac{2}{5} mr^2$ ) وبالنسبة للعصا ( $I_{0\,rod} = \frac{1}{12} mL^2$ )

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

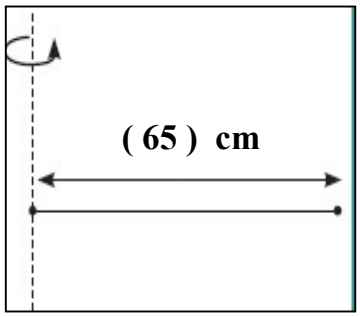
.....

.....

.....

.....

**مثال 2 : في الشكل المقابل :**




**أ ) احسب القصور الذاتي الدوراني لعصا طولها (65 cm) وكتلتها مهملة تنتهي بكتلتين نقطيتين كل منها (0.3 kg) وتدور حول احد طرفيها.علما بأن ( $I_O = MR^2$ )**

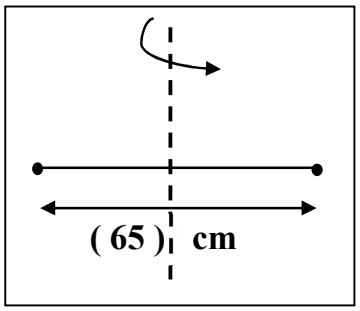
.....

.....

.....

.....

.....




**ب) احسب القصور الذاتي الدوراني للعصا نفسها عندما تدور حول مركز كتلتها :**

.....

.....

.....

.....

.....

**ج) قارن بين نتيجة ( أ ) ونتيجة ( ب ) :**

.....

.....

**مثال 3 : عصا طولها (1 m) وكتلتها (4 kg) قصورها الذاتي الدوراني حول محور يمر بمركز كتلتها ($20\ kg.m^2$)**

**أ ) احسب القصور الذاتي الدوراني للعصا عندما تدور حول محور يمر بأحد طرفيها :**

.....

.....

**ب) احسب القصور الذاتي الدوراني للعصا عندما تدور حول محور يمر بمنتصفها :**

.....

.....

**مثال 4 : أسطوانة مصمتة كتلتها (3 kg) وقطرها (20 cm) وتتدحرج على منحدر وحيث ( $I_O = ½ MR^2$ )**

**احسب القصور الذاتي الدوراني :**

.....

.....

# الوحدة الأولى : الحركة

# الفصل الثالث : كمية الحركة الخطية

## الدرس ( 3 - 1 ) : كمية الحركة والدفع

| وجه المقارنة | طاقة الحركة الخطية | كمية الحركة الخطية |
|---|---|---|
| التعريف | **الشغل الذي يبذله الجسم بسبب حركته**<br>**أو حاصل ضرب نصف الكتلة في مربع السرعة** | **القصور الذاتي للجسم المتحرك**<br>**أو حاصل ضرب الكتلة في متجه السرعة** |
| القانون | $KE = \frac{1}{2} m . v^2$ | $\vec{P} = m . \vec{v}$ |
| وحدة القياس | | |
| العوامل | | |
| التغير فيها | | |
| زيادة السرعة للمثلي | | |

** يتساوى مقدار كمية الحركة لجسم كتلته ( m ) مع مقدار طاقة حركته عندما يتحرك الجسم بسرعة .....

** كمية الحركة كمية ..... ولها نفس اتجاه .....

** سيارتين لهما الكتلة نفسها وتسيران بسرعتين مختلفتين أى منهما يسهل إيقافها ولماذا ؟

السيارة : .....

السبب : .....

** سيارتين مختلفتين في الكتلة وتسيران بنفس السرعة أى منهما يسهل إيقافها ولماذا ؟

السيارة : .....

السبب : .....

** يمكن لجسمين مختلفين في الكتلة أن يكون لهما نفس كمية الحركة. لماذا ؟

السبب : .....

.....

** أرسم متجهي السرعة وكمية الحركة للكتلة ( m ) في المربع :

m

** نظام مؤلف من عدة كتل نقطية فإن كمية الحركة للنظام تساوى .....

** محصلة متجهين $\vec{P}_1$ و $\vec{P}_2$ لهما الاتجاه نفسه تساوي ..... واتجاهها .....

** محصلة متجيهن $\vec{P}_1$ و $\vec{P}_2$ متعاكسين بالاتجاه تساوى ..... واتجاهها .....

**الدفع** **حاصل ضرب مقدار القوة في زمن تأثيرها على الجسم**

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

1- العوامل التي يتوقف عليها دفع القوة : .....

2- يقاس الدفع بحسب النظام الدولى للوحدات بوحدة .....

3- الدفع كمية ..... ولها اتجاه .....

4- كلما كان مقدار الدفع على جسم معين أكبر كان التغير فى كمية الحركة .....

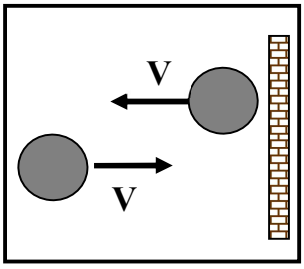
5- المساحة تحت منحني ( القوة – الازاحة ) تمثل .....

6- المساحة تحت منحني ( القوة – الزمن ) تمثل .....

7- مقدار الدفع على جسم فى مدة زمنية ما يساوي التغير في ..... فى الفترة الزمنية نفسها.

8- مقدار الشغل المبذول فى مدة زمنية ما يساوي التغير في ..... فى الفترة الزمنية نفسها.

*** في الشكل : كرة سرعتها ( V ) ترتد من الحائط في الاتجاة المعاكس بنفس السرعة :

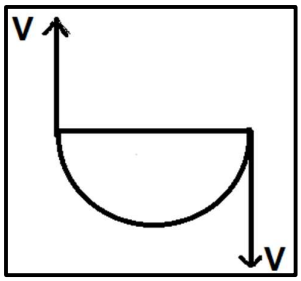



1- التغير في كمية حركة الكرة يساوي : .....

2- التفسير : .....

.....

*** في الشكل : جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة بسرعة ( v ) يكمل نصف دورة :




1- الدفع الذي يتلقاه الجسم خلال نصف دورة يساوى : .....

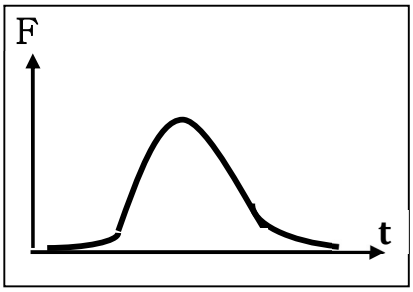
2- التفسير : .....

.....

*** أشرح ماذا يحدث في كرة قدم تتلقي دفع من قدم اللاعب ؟

.....

.....




**متوسط القوة** **القوة الثابتة التي إذا أثرت في جسم لأحدثت الدفع نفسه الذي تحدثه القوة المتغيرة**

** مشتق كمية الحركة بالنسبة للزمن يساوي محصلة القوي الخارجية :

.....

# تابع كمية الحركة والدفع

**علل لما يأتي :**




1- الحالة ( A ) يكون تأثير قوة الدفع أقل .

**لأن التغير في كمية الحركة يتم في زمن أطول**

**وبالتالي قوة الدفع تقل**

2- الحالة ( B ) يكون تأثير قوة الدفع أكبر .

**لأن التغير في كمية الحركة يتم في زمن أقل**

**وبالتالي قوة الدفع تزداد**

3- الدفع كمية متجهه .

**لأنه يساوي حاصل الضرب لكمية متجهة ( القوة ) في كمية عددية ( زمن التأثير ) حيث** $\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$

4- كمية الحركة الخطية كمية متجهه .

**لأنها تساوي حاصل الضرب لكمية متجهة ( السرعة المتجهة ) في كمية عددية ( الكتلة ) حيث** $\vec{P} = m \cdot \vec{v}$

5- الدفع له اتجاه القوة المؤثرة دائماً .

**لأن زمن التأثير كمية عددية حيث** $\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$

6- كمية الحركة له اتجاه السرعة المتجهة دائماً .

**لأن الكتلة كمية عددية حيث** $\vec{P} = m \cdot \vec{v}$

7- التغير في كمية الحركة الخطية يساوي صفر للجسم المتحرك بسرعة ثابتة المقدار وثابتة الاتجاه .

**لأن التغير في السرعة المتجهة يساوي صفر وبالتالي العجلة والقوة تساوي صفر والدفع يساوي صفر** $\Delta\vec{P} = m \cdot \Delta\vec{v} = 0$

8- التغير في كمية الحركة الخطية لا يساوي صفر للجسم المتحرك بسرعة ثابتة المقدار ومتغيرة الاتجاه .

**لان تغير السرعة المتجهة يغير العجلة وبالتالي تتغير القوة وبالتالي يحدث تغير في كمية الحركة** $\Delta\vec{P} = m \cdot \Delta\vec{v} \neq 0$

9- يستطيع لاعب الكاراتيه أن يكسر مجموعة من الألواح الخشبية بضربة بحرف يده .

**لأن زمن التغير في كمية الحركة يقل وتزداد تأثير قوة الدفع** $\vec{F} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$

10- السقوط على أرض خشبية أقل ألماً من السقوط على أرض إسمنتية .

**لأن التغير بكمية الحركة يحدث في زمن أقل ويكون تأثير قوة الدفع أكبر في الأرض الأسمنتية** $\vec{F} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$

11- قوة التأثير على كوب زجاجي عندما يسقط على أرض صلبة أكبر منه في حالة سقوطه على وسادة إسفنجية .

**لأن التغير بكمية الحركة يحدث في زمن أقل ويكون تأثير قوة الدفع أكبر في الأرض الصلبة** $\vec{F} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$

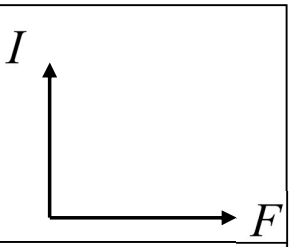
12- وجود أكياس هوائية داخل السيارات كوسائل أمان .

**بسبب زيادة زمن التلامس وبالتالي يقل تأثير القوة ويقلل احتمال إصابة السائق** $\vec{F} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$

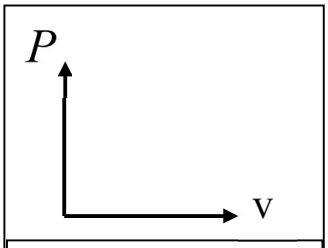
13- الدفاعات المطاطية التي تلف سيارات اللعب في مدينة الملاهي تحمي الأولاد أثناء التصادم .

**لأن زمن التغير في كمية الحركة يزداد وتقل قوة التأثير** $\vec{F} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$

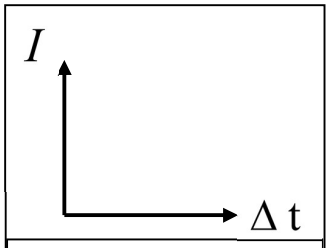
** أرسم المنحنيات أو الخطوط البيانية الدالة على المطلوب بين العلاقات التالية :




كمية الحركة وكتلة الجسم



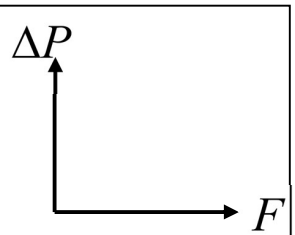

كمية الحركة ومتجه السرعة



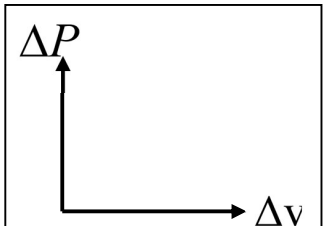

الدفع وزمن التأثير



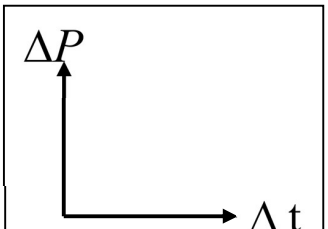

الدفع والقوة المؤثرة




التغير في كمية الحركة وكتلة الجسم



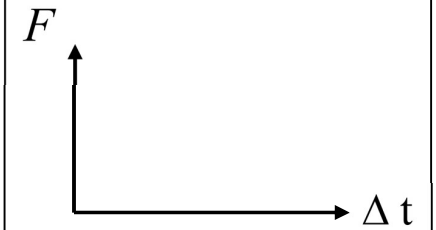

التغير في كمية الحركة والتغير في متجه السرعة




التغير في كمية الحركة وزمن التأثير




التغير في كمية الحركة والقوة المؤثرة



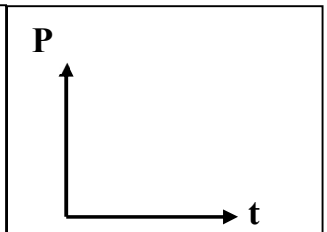

القوة المؤثرة وزمن تأثيرها عند ثبات الدفع



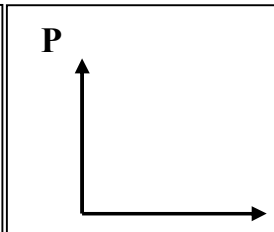

القوة المؤثرة وزمن تأثيرها عند ركل لاعب لكرة قدم



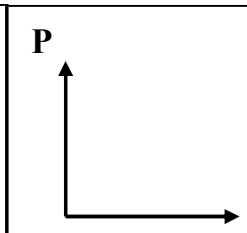

متوسط القوة المؤثرة وزمن تأثيرها أثناء الدفع



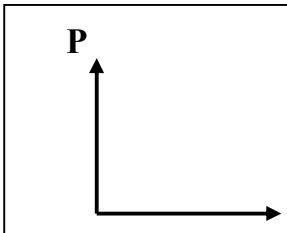

كمية الحركة والزمن لجسم يتحرك بعجلة تسارع منتظمة



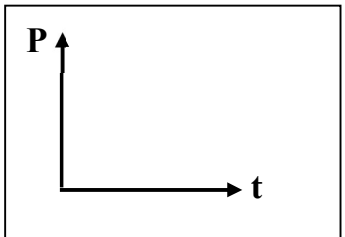

كمية الحركة والزمن لجسم يتحرك بعجلة تسارع غير منتظمة




كمية الحركة والزمن لجسم يتحرك بعجلة تباطؤ منتظمة




كمية الحركة والزمن لجسم يتحرك بعجلة تباطؤ غير منتظمة




كمية الحركة والزمن لجسم يتحرك بسرعة ثابتة

**مثال 1 :** تدور الأرض حول الشمس بسرعة خطية مقدارها (30 km/s) وكتلة الأرض تساوي ($6 \times 10^{24}$ kg) .

أ ) احسب كمية الحركة لمركز كتلة الأرض :

.....

ب) هل كمية الحركة محفوظة ؟ مع تعلل إجابتك ؟

.....

## تطبيقات على كمية الحركة والدفع

**مثال 2 :** سيارة كتلتها (1500 kg) تصطدم بجدار بالسرعة الابتدائية للسيارة ($v_i = 4.5$ m/s) باتجاه اليسار وترتد بعد التصادم بالسرعة النهائية ($v_f = 1.5$ m/s) باتجاه اليمين . احسب :

أ ) الدفع الناشئ عن التصادم :

.....

ب) زمن التصادم . إذا كان متوسط القوة المبذولة على السيارة هي ($F = 180000$ N) :

.....

**مثال 3 :** سقطت كرة كتلتها (2 Kg) من السكون من ارتفاع (10 m) عن سطح الأرض في غياب قوة الاحتكاك .

أ ) احسب سرعة الكرة لحظة اصطدامها بسطح الأرض :

.....

.....

.....

ب) إذا ارتدت الكرة عن سطح الأرض بسرعة (2 m/s) . احسب الدفع الذي تلقته الكرة :

.....

.....

**مثال 4 :** يتحرك جسم كتلته (4 kg) بسرعة (10 m/s) أثرت فيه قوة ثابتة فانخفضت سرعته إلى (8 m/s) دون تغير اتجاهه خلال زمن مقداره (2 s) . احسب :

أ ) كمية الحركة الابتدائية :

.....

ب) كمية الحركة النهائية :

.....

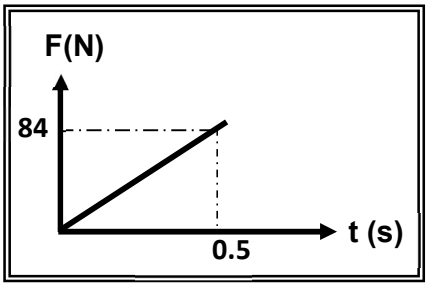
ج) الدفع الذي تلقاه الجسم :

.....

د) مقدار متوسط القوة المؤثرة :

.....

**مثال 5 :** أثرت قوة متغيرة بانتظام على جسم ساكن كتله (3 Kg) . احسب :



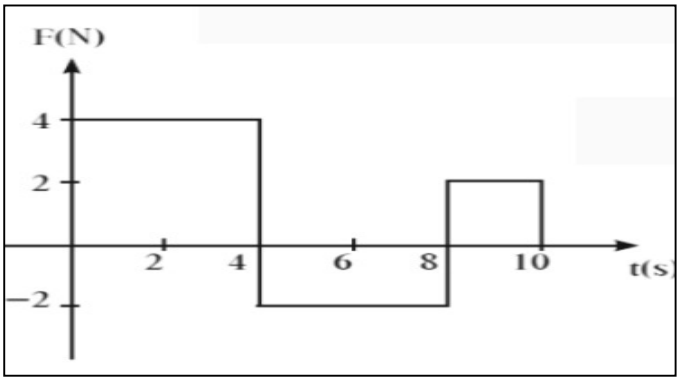

أ ) مقدار التغير في كمية حركة الجسم :

.....

ب) مقدار التغير في سرعة الجسم :

.....

**مثال 6 :** قوة متغيره تتمثل بالرسم البياني التالى تؤثر في جسم ساكن كتلتة (2 kg) . احسب :




أ ) الدفع عند نهاية كل مرحلة :

.....

.....

.....

ب) دفع القوة الكلي :

.....

ج) سرعة الجسم عند نهاية الثانية الرابعة :

.....

.....

د) سرعة الجسم عند نهاية مدة التأثير :

.....

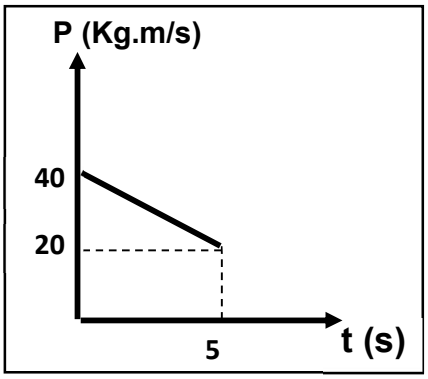
.....

هـ) الطاقة الحركية في نهاية مدة التاثير :

.....

.....

**مثال 7 :** الخط البياني الموضح بالشكل يبين التغير في كمية الحركة لجسم يتحرك في خط مستقيم على سطح أفقي أملس . احسب :



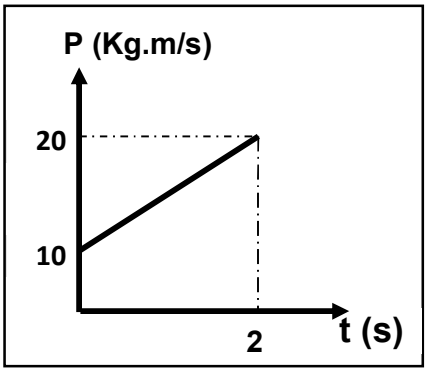

أ ) الدفع الذي تلقاه الجسم في كل شكل من الاشكال التي امامك :

.....

.....

.....

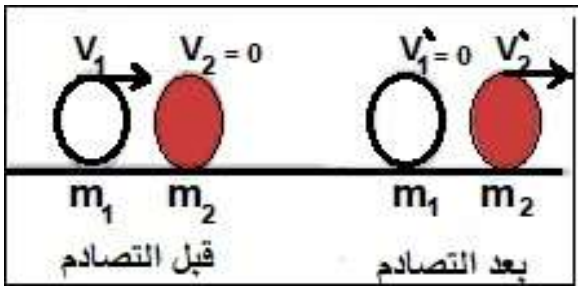
**مثال 8 :** جسم يتحرّك بطاقة حركية مقدارها ( 150 J ) وكمية حركة مقدارها ( 30 kg.m/s ). احسب سرعة الجسم الخطية :




.....

.....

## الدرس ( 3 - 2 ) : حفظ كمية الحركة والتصادمات




** في الشكل كرة بلياردو ساكنة (A) على سطح الطاولة الأملس وكرة متحركة (B) مشابهة لها تتحرك نحوها لتصطدم بها .

أ ) ماذا يحدث لحركة الكرتان بعد التصادم :

.....

ب) ماذا يحدث لكمية حركة الكرتان بعد التصادم :

.....

ج) التفسير : .....

**قانون بقاء كمية الحركة** كمية الحركة للنظام في غياب القوي الخارجية تبقي ثابتة ولا تتغير

**علل لما يأتى :**

1- إذا دفعت مقعد السيارة الأمامي فيما تجلس على المقعد الخلفي لا تحدث تغييرا في كمية حركة السيارة .

أو لا يحدث تغير في كمية الحركة إلا في وجود قوه خارجية مؤثرة في الجسم أو النظام .

**لأن القوة المؤثرة هي القوي الداخلية التي تتواجد على شكل قوي متزنة محصلتها صفر**

2- كمية الحركة هي كمية محفوظة في النظام المعزول .

$\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt} = 0$ **لأن محصلة القوة الخارجية المؤثرة في النظام مساوية للصفر**

3- النشاط الإشعاعي للذرات وتصادم السيارات وانفجار النجوم تمثل أنظمة تتصف ببقاء كمية الحركة .

$\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt} = 0$ **لأن محصلة القوة الخارجية المؤثرة في النظام مساوية للصفر**

4- عندما تؤثر قوة احتكاك على سيارة متحركة فأن النظام يتصف بعدم بقاء كمية الحركة .

**لأن مقدار السرعة يتغير وبالتالي تتغير كمية الحركة**

5- الحركة الدائرية نظام يتصف بعدم بقاء كمية الحركة .

**لأن اتجاه السرعة يتغير وبالتالي تتغير كمية الحركة**

** حاول أن تقف على زلاجة في حالة سكون وأحمل جسما له كتلة ما ثم اقذف بالجسم إلى الأمام أو إلى الخلف.

أ ) ماذا تلاحظ : .....

ب) ماذا تستنتج : .....

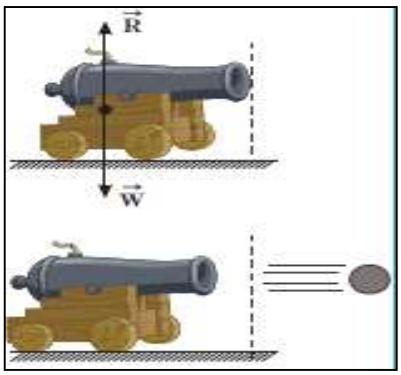
**سرعة ارتداد المدفع :**

** ارتداد المدفع عند إطلاق القذيفة أحد تطبيقات : .....

** القوة التي تؤثر في القذيفة لدفعها إلى الأمام ..... قوة ارتداد المدفع إلى الخلف ..... في الاتجاه

** إذا تدافع جسمان كتلة الأول (m) وكتلة الثاني (3m) على سطح أملس فأن : ..... $\Delta\vec{P}_2 =$

** في نظام (مدفع – قذيفة) تكون سرعة الإطلاق وسرعة الارتداد متعاكستان في الاتجاه بإهمال كمية حركة الغاز بالنسبة إلى القذيفة :




.....

.....

.....

**علل لما يأتي :**

1- النظام المكون من المدفع والقذيفة قبل الإطلاق يكون ساكن أو كمية حركة له تساوي صفر .

لأن وزن النظام رأسي إلى الأسفل يساوي قوة رد الفعل الرأسية إلى أعلى $\sum \vec{F}_{ext} = 0$

2- سرعة ارتداد المدفع أقل من سرعة انطلاق القذيفة .

لأن كتلة المدفع أكبر من كتلة القذيفة وتكون كمية الحركة للنظام محفوظة ( $\Delta P = 0$ )

3- كتلة المدفع أو البندقية أكبر من كتلة القذيفة.

حتى تكون سرعة ارتداد المدفع أقل من سرعة انطلاق القذيفة وتكون كمية الحركة للنظام محفوظة ( $\Delta P = 0$ )

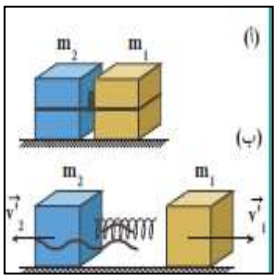
4- يرتد المدفع نحو الخلف عند إطلاق القذيفة خارج ماسورة المدفع باتجاه الأمام .

بحسب القانون الثالث لنيوتن لكل فعل له رد فعل مساوي له في المقدار و معاكس له بالاتجاه

5- في النظام (مدفع – قذيفة) تبقى محصلة القوي الخارجية المؤثرة تساوي صفر وتكون كمية حركة النظام محفوظة

لان قوة الغاز على القذيفة والمدفع قوي داخلية وبالتالي محصلة القوي الخارجية تساوي صفر $\sum \vec{F}_{ext} = 0$

*** خلال انفجار القذيفة في النظام مدفع قذيفة لا يتغير موضع ..... النظام .




مثال 1 : كتلتان نقطيتان ($m_1 = 1\ kg$ – $m_2 = 2\ kg$) مربوطتان بخيط من النايلون وتضغطان زنبرك بينهما وموضوعان على سطح أفقي أملس عديم الاحتكاك عند حرق الخيط يتحرر الزنبرك ويدفع الكتلتين فتتحرك ($m_1$) بسرعة ($V_1' = 1.8\ m/s$) على المحور الأفقي بالاتجاه الموجب بينما تتحرك ($m_2$) بسرعة متجهة ($V_2'$) .

أ ) هل كمية حركة النظام محفوظة ؟ علل أجابتك :

.....

ب) احسب السرعة المتجهة ($V_2'$) مقداراً واتجاهاً :

.....

.....

مثال 2: يقف رجل كتلته (76 kg) على لوح خشبي طافي كتلته (45 kg) ثم خطا بعيدا عن اللوح الخشبي باتجاه اليابسة بسرعة (2.5 m/s) . كم ستبلغ سرعة اللوح الخشبي :

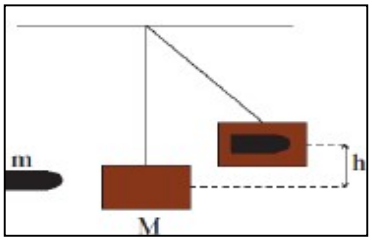
.....

.....

# التصادمات

**التصادم** عملية تتم بين جسيمين لفترة زمنية قصيرة تكون القوة الخارجية المؤثرة مهملة بالنسبة للقوة الداخلية

| وجه المقارنة | التصادم المرن ( تام المرونة ) | التصادم اللامرن والتصادم اللامرن كلياً |
|---|---|---|
| مثال | | |
| التعريف | التصادم المرن :<br>**تصادم تكون الطاقة الحركية للنظام محفوظة ولا ينتج تشوه ولا يولد حرارة** | التصادم اللامرن :<br>**تصادم تكون الطاقة الحركية للنظام غير محفوظة ويتحول جزء لحرارة ويحدث تشوه**<br>التصادم اللامرن كلياً :<br>**تصادم يلتحم فيه الجسمان معاً ويتحركان بسرعة واحدة** |
| حدوث تشوه | | |
| تولد حرارة | | |
| حركة الجسيمين بعد التصادم | ..... | التصادم اللامرن :<br>.....<br>التصادم اللامرن كلياً :<br>..... |
| طاقة الحركة | | |
| معادلة طاقة الحركة | معادلة طاقة الحركة في التصادم المرن :<br>$KE_i = KE_f$<br>$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v'^2_1 + \frac{1}{2}m_2v'^2_2$ | معادلة طاقة الحركة في التصادم اللامرن كلياً :<br>$\Delta KE = KE_f - KE_i$<br>$= \left[\frac{1}{2}(m_1+m_2)v'^2\right] - \left[\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2\right]$ |
| كمية الحركة | | |
| معادلة كمية الحركة | معادلة كمية الحركة في التصادم المرن :<br>$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2$ | معادلة كمية الحركة في التصادم اللامرن :<br>$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2$<br>معادلة كمية الحركة في التصادم اللامرن كلياً :<br>$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1+m_2)\,v'$ |
| سرعة الجسمين بعد التصادم | سرعة الجسم الأول بعد التصادم المرن :<br>$V'_1 = \frac{2m_2v_2 + (m_1-m_2)\,v_1}{(m_1+m_2)}$<br>سرعة الجسم الثاني بعد التصادم المرن :<br>$V'_2 = \frac{2m_1v_1 - (m_1-m_2)\,v_2}{(m_1+m_2)}$ | سرعة الجسيمين معاً بعد التصادم اللامرن كلياً :<br>$V' = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{(m_1+m_2)}$ |




**البندول القذفي** **جهاز يستخدم لقياس سرعة القذائف السريعة مثل الرصاصة**

** يقوم مبدأ عمل البندول القذفي على .....

**علل لما يأتى :**

1- يعتبر النظام المنفجر والأجسام المتصادمة نظاما معزولا أو كمية حركة للنظام محفوظة عند حدوث عملية التصادم

**لأنه يحدث في زمن قصير جداً و القوة الخارجية مهملة بالنسبة للقوة الداخلية أو محصلة القوي الخارجية تساوي صفر**

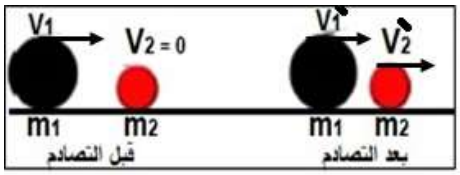
2- يحدث فقد في طاقة حركة جملة جسمين في التصادم اللامرن .

**لأن الطاقة الحركية للنظام غير محفوظة ويتحول جزء منها لحرارة ويحدث تشوه**

3- تصادم كرتين من المطاط يعتبر تصادماً مرناً .

**لأن الطاقة الحركية للنظام تكون محفوظة ولا ينتج تشوه ولا يولد حرارة**

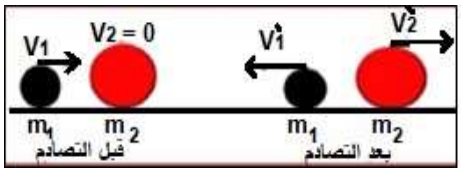
**ماذا يحدث عند حدوث التصادم فى الحالات الأتية**




1- إذا كانت الكتلة المتحركة ($m_1$) أكبر من الكتلة الساكنة ($m_2$) :

.....

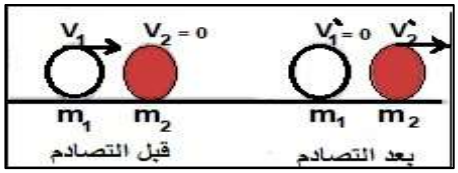
.....




2- إذا كانت الكتلة المتحركة ($m_1$) أصغر من الكتلة الساكنة ($m_2$) :

.....

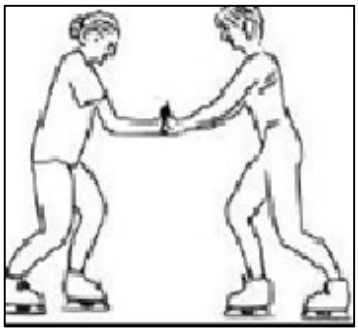
.....




3- إذا كانت الكتلة المتحركة ($m_1$) تساوي الكتلة الساكنة ($m_2$) :

.....

.....



** تدافع صديقان عندما كانا في صالة التزلج فتحركا في اتجاهين متعاكسين وكانت كتلة أحدهما (50 kg) وتحرك بسرعة (3 m/s) وكتلة الأخر (75 kg) وتحرك بسرعة (2 m/s). فان التغير في كميه حركة الشخص الأول تساوي ..... والشخص الثاني تساوي .....

والتغير في كمية حركة الصديقين معاً تساوي .....

** **ملاحظة هامة :** إذا تدافع جسمان فإن :

# الجسم الأول يؤثر على الجسم الثاني بدفع = الدفع الذي يتلقاه الجسم الأول من الجسم الثاني، ولكن بعكس الاتجاه ( $\vec{I}_{1\to2} = -\vec{I}_{2\to1}$ )

# التغير في كمية الحركة الخطية للجسم الأول = التغير في كمية الحركة الخطية للجسم الثاني، ولكن بعكس الاتجاه ( $\Delta\vec{P}_2 = -\Delta\vec{P}_1$ )

## تطبيقات على التصادمات

**مثال 1 :** كرة كتلتها (0.6 kg) وتتحرك بسرعة (10 m/s) , تصادمت مع كرة أخرى ساكنة كتلتها (0.4 kg) فإذا كان النظام معزولاً، وبفرض أن هذا التصادم هو تصادم تام المرونة. المطلوب :

أ ) احسب سرعة الكرتين بعد التصادم مباشرة :

.....

.....

.....

.....

ب) صف اتجاه حركة الكرتين بعد التصادم :

.....

ج) صف اتجاه حركة الكرتين بعد التصادم إذا كانت الكرة الثانية تتحرك بعكس الكرة الأولى بسرعة ( 5 m/s ) :

.....

.....

.....

.....

**مثال 2 :** تصادمت كرة كتلتها (0.25 kg) وتتحرك بسرعة مقدارها (6 m/s) مع كرة أخري ساكنة كتلتها (0.95 kg) تصادماً لأمرناً، إذا كان النظام معزولاً وتحركت الكرة الثانية بعد التصادم مباشرة بسرعة مقدارها (3 m/s) . فاحسب سرعة الكرة الاولي بعد التصادم :

.....

.....

.....

**مثال 3 :** سمكة كبيره كتلتها (5 kg) تتحرك بسرعة (1 m/s) باتجاه سمكة صغيرة ساكنة كتلتها (1 kg) . احسب :

أ) سرعة السمكة الكبيرة بعد ابتلاعها السمكة الصغيرة :

.....

.....

ب) سرعة السمكة الكبيرة في حال كانت السمكة الصغيرة تسبح بعكس اتجاه السمكة الكبيرة بسرعة (4 m/s) :

.....

.....

**مثال 4 :** كرتان من الصلصال تتصادمان تصادما لأمرنا كليا كتلة الأولي (0.5 kg) وتتحرك لليمين بسرعة (4 m/s) والكرة الثانية كتلتها (0.25 kg) وتتحرك نحو اليسار بسرعة (3 m/s) . احسب :

أ ) سرعة النظام بعد التصادم :

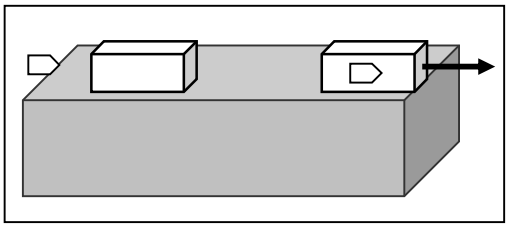
.....

.....

ب) احسب مقدار الطاقة الحركية للجسيمين معاً بعد التصادم مباشرة :

.....

.....

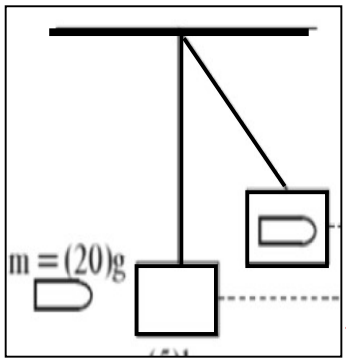


**مثال 5 :** أطلقت رصاصة كتلتها (200 g) بسرعة (140 m/s) على لوح سميك من الخشب كتلته (6.5 Kg) ساكن فإذا استقرت الرصاصة داخل لوح الخشب وتحركت المجموعة على سطح أفقي أملس .

احسب سرعة النظام المؤلف من الكتلتين بعد التصادم :

.....

.....




**مثال 6 :** أطلقت رصاصة كتلتها (20 g) على بندول قذفي ساكن كتلته (5 kg) فارتفع مسافة (10 cm) عن المستوي الأفقي بعدما انغرزت الرصاصة في داخله . احسب :

أ ) حدد نوع التصادم . مع ذكر السبب :

.....

ب) سرعة جملة الجسيمين معاً :

.....

.....

ج) سرعة الرصاصة عند أطلاقها :

.....

.....

د) الفقد في طاقة الحركة (الطاقة المبددة) :

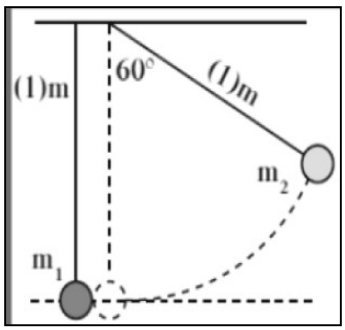
.....

.....

.....

.....

## تابع تطبيقات على التصادمات




**مثال 7 : كرتان كتله الأولي ($m_1$ = 200 g) وكتلة الثانية ($m_2$ = 400 g ) معلقتان ومتزنتان بخيطيين طول كل خيط (1 m) بجانب بعضهما البعض سحبت الكرة الثانية بحيث بقي الخيط مشدوداً وصنع زاوية (60°) مع الخيط العمودي وتركت للتحرك من السكون نحو الكره ($m_1$) الساكنة . احسب :**

**أ ) سرعة الكرة ($m_2$) قبل لحظة التصادم :**

.....

.....

**ب) سرعة الكرتين بعد التصادم بافتراض أن التصادم مرن :**

.....

.....

.....

.....

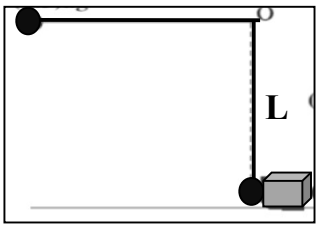
**ج) الارتفاع عن المستوي المرجعي المار بمركز ثقليهما الذي ستصل إليه كلا الكرتين بعد التصادم :**

.....

.....

.....

.....




**مثال 8 : كرة حديدية مصمتة كتلتها (2.5 kg) مربوطة بخيط عديم الوزن لا يتمدد طوله (100 cm) ومثبت بطرفه الأخر بشكل راسي فوق سطح أملس وسحبت الكرة ليصبح الحبل أفقيا مشدوداً وتركت لتتحرك من السكون لتصطدم تصادما مرناً بمكعب حديدي ساكن كتلته (5 kg) . احسب : أ ) سرعة الكرة قبل لحظة أصطدامها بالمكعب :**

.....

.....

**ب) احسب سرعة الكرة والمكعب مباشرة بعد التصادم :**

.....

.....

.....

.....

## العلاقات الرياضية المستخدمة في المنهج

| التحويلات | | | |
|---|---|---|---|
| $cm \times 10^{-2} \rightarrow m$<br>$mm \times 10^{-3} \rightarrow m$ | الطول | $gm \times 10^{-3} \rightarrow Kg$<br>$mg \times 10^{-6} \rightarrow Kg$ | الكتلة |
| $cm^2 \times 10^{-4} \rightarrow m^2$<br>$mm^2 \times 10^{-6} \rightarrow m^2$ | المساحة | $min \times 60 \rightarrow S$<br>$hr \times 3600 \rightarrow S$ | الزمن |
| $cm^3 \times 10^{-6} \rightarrow m^3$<br>$mm^3 \times 10^{-9} \rightarrow m^3$ | الحجم | $Km/h \times \frac{1000}{3600} \rightarrow m/s$ | السرعة |

| قوانين الشغل والطاقة | |
|---|---|
| الشغل الذي تبذله قوة في إزاحة جسم أفقياً | $W = \vec{F}.\vec{d} = F.d\cos\theta$ |
| الشغل الناتج عن وزن جسم عند إزاحته رأسياً | $W_w = mgh$ |
| الشغل الناتج عن وزن كتلة معلقة في نابض مرن | $W = \frac{1}{2}F\Delta X = \frac{1}{2}K.\Delta X^2$ |
| الطاقة الحركية للجسم | $KE = \frac{1}{2}mV^2$ |
| الطاقة الكامنة التثاقلية | $PE_g = mgh$ |
| الطاقة الكامنة المرنة في النابض | $PE_e = \frac{1}{2}F\Delta X = \frac{1}{2}K\Delta X^2$ |
| الطاقة الكامنة المرنة في خيط مطاطي | $PE_e = \frac{1}{2}C\,\Delta\theta^2$ |
| سرعة الجسم بدلالة طاقته الحركية | $v = \sqrt{\frac{2KE}{m}}$ |
| السرعة النهائية لجسم بدلالة الإزاحة الراسية | $v = \sqrt{2g\,h}$ |
| الطاقة الميكانيكية للجسم | $ME = KE + PE$ |
| الطاقة الكلية للجسم | $E = ME + U$ |
| علاقة الشغل والطاقة الحركية | $W = \Delta KE$ |
| علاقة الشغل والطاقة الكامنة التثاقلية | $W_W = -\Delta PE$ |
| علاقة الطاقة الحركية والطاقة الكامنة التثاقلية | $\Delta PE = -\Delta KE$ |
| الطاقة الميكانيكية للبندول البسيط | $ME = \frac{1}{2}mv^2 + mgL\,(1 - \cos\theta)$ |
| السرعة النهائية للبندول عند موضع الاستقرار | $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gL\,(1 - \cos\theta)}$ |

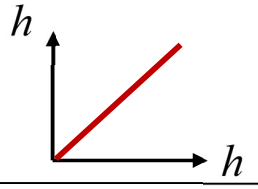
| | غياب الاحتكاك ( سطح مائل أملس ) | وجود الاحتكاك ( سطح مائل خشن ) |
|---|---|---|
| التغير في الطاقة الميكانيكية ( $\Delta ME$ ) | $\Delta ME = 0$<br>$ME_i = ME_f$<br>$KE_i + PE_i = KE_f + PE_f$ | $\Delta ME \neq 0$<br>$\Delta ME = + W_f$<br>$ME_f - ME_i = - f d$<br>$(KE_f + PE_f) - ( KE_i + PE_i) = - f d$ |
| حساب الشغل الكلي ( $W_T$ ) | $W_w = \pm m g h$<br>$W_f = 0$<br>$W_T = W_w$ | $W_w = \pm m g h$<br>$W_f = - f d$<br>$W_T = W_w + W_f$ |

| قوانين ميكانيكا الدوران | |
|---|---|
| عزم القوة ( عزم الدوران ) | $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d} = Fd \sin\theta$ |
| عزم الازدواج | $\vec{C} = \vec{F} \times \vec{d}$ |
| العزوم المتزنة | $\vec{\tau}_{C.W} = \vec{\tau}_{A_{.C.W}}$ |
| نظرية المحور الموازي ( القصور الذاتي الدوراني ) | $I = I_0 + md^2$ |

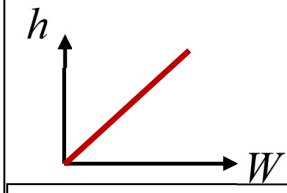
| قوانين حفظ كمية الحركة والتصادمات | |
|---|---|
| كمية الحركة الخطية | $\vec{P} = m . \vec{v}$ |
| الدفع الذي يتلقاه الجسم | $\vec{I} = \Delta\vec{P} = \vec{F} . \Delta t = m . \Delta V$ |
| سرعة الارتداد للمدفع وسرعة الإطلاق للقذيفة | $m_1.v_1^{'} = - m_2.v_2^{'}$ |

| | التصادم المرن ( تام المرونة ) | التصادم اللامرن ( اللامرن كلياً ) |
|---|---|---|
| طاقة الحركة | $KE_i = KE_f$ | $\Delta KE = \left[\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v'^2\right] - \left[\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2\right]$ |
| سرعة الجسمين بعد التصادم | $v'_1 = \frac{2m_2v_2 + (m_1 - m_2)v_1}{(m_1 + m_2)}$<br>$v'_2 = \frac{2m_1v_1 - (m_1 - m_2)v_2}{(m_1 + m_2)}$ | $v' = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{(m_1 + m_2)}$ |

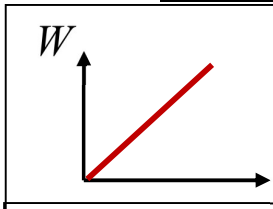
# الرسوم البيانية في المنهج




الشغل والقوة




الشغل والإزاحة



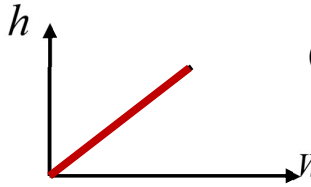

الشغل والإزاحة الراسية



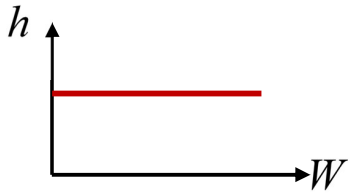

الشغل ومربع الاستطالة

** الميل يمثل **ثابت هوك**

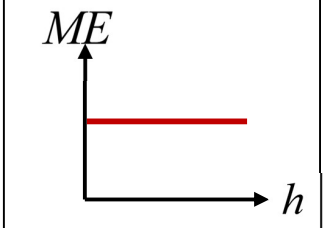
** المساحة تحت منحني (القوة – الإزاحة)
تمثل **الشغل**



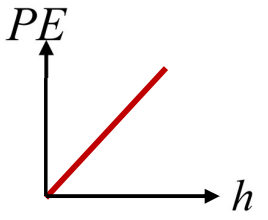

القوة المتغيرة والاستطالة



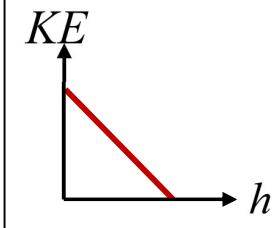

القوة المنتظمة والإزاحة



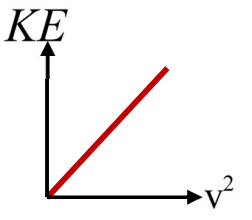

الطاقة الميكانيكية
والارتفاع لجسم يقذف لأعلى



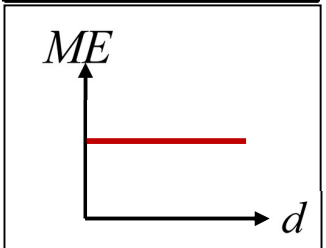

طاقة الوضع التثاقلية
والارتفاع لجسم يقذف لأعلى



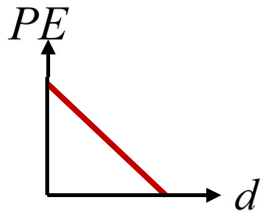

الطاقة الحركية
والارتفاع لجسم يقذف لأعلى



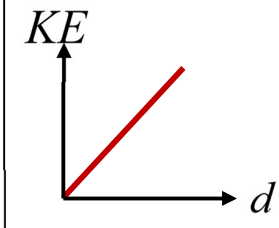

الطاقة الحركية ومربع سرعة



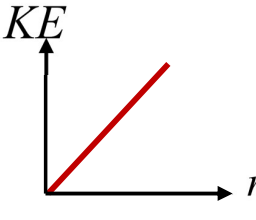

الطاقة الميكانيكية
والمسافة لجسم يسقط لأسفل
من موضع السقوط



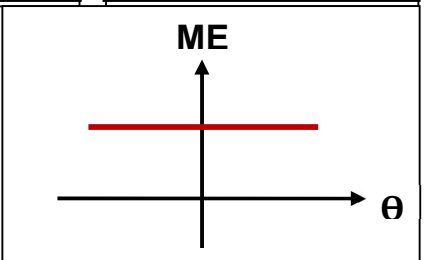

طاقة الوضع التثاقلية
والمسافة لجسم يسقط لأسفل
من موضع السقوط



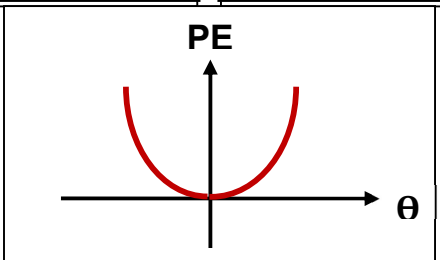

الطاقة الحركية
والمسافة لجسم يسقط لأسفل
من موضع السقوط



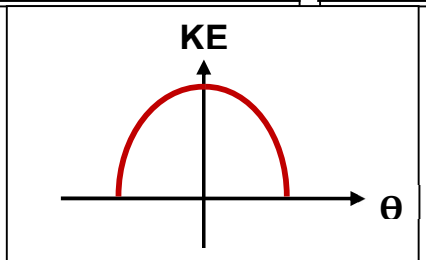

الطاقة الحركية وكتلة الجسم



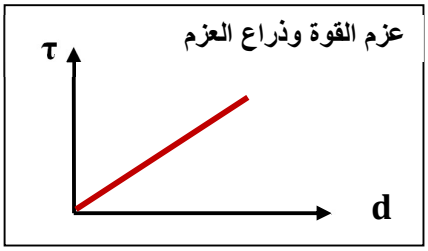

الطاقة الميكانيكية وزاوية البندول



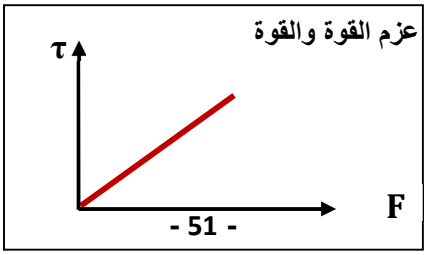

طاقة الوضع وزاوية البندول



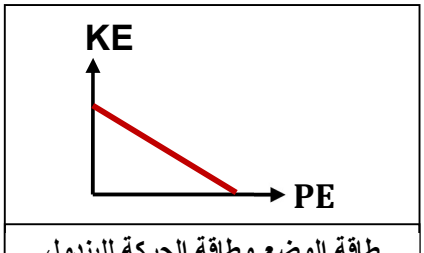

طاقة الحركة وزاوية البندول



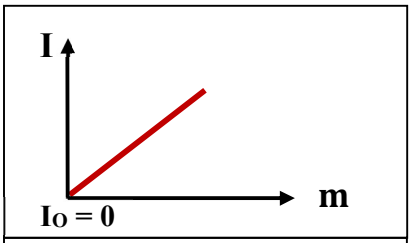

عزم القوة وذراع العزم



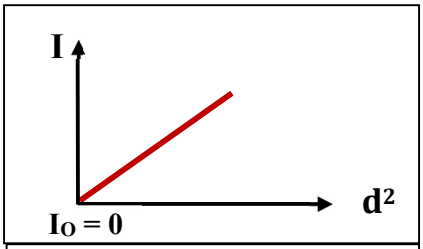

عزم القوة والقوة



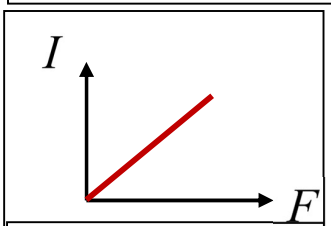

طاقة الوضع وطاقة الحركة للبندول



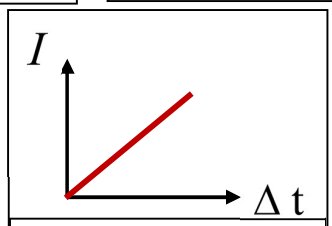

القصور الذاتي الدوراني والكتلة
لعدة كتل نقطية
الميل يمثل $d^2$



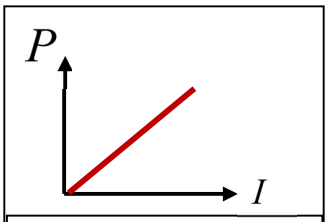

القصور الذاتي الدوراني ومربع البعد
لكتلة نقطية عن محور الدوران
الميل يمثل m



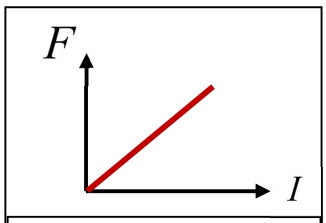

الدفع والقوة المؤثرة



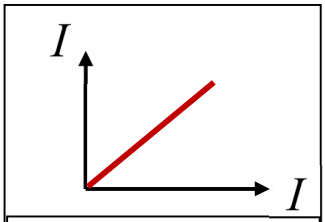

الدفع وزمن التأثير



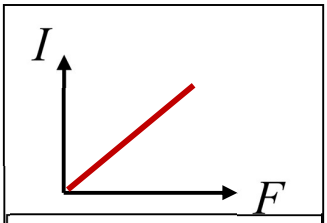

كمية الحركة ومتجه السرعة



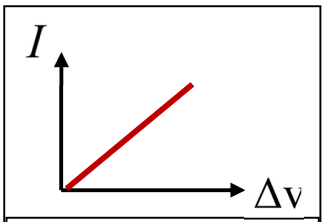

كمية الحركة وكتلة الجسم



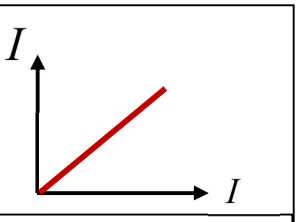

التغير في كمية الحركة
والقوة المؤثرة



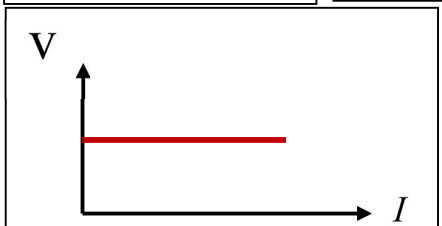

التغير في كمية الحركة
وزمن التأثير



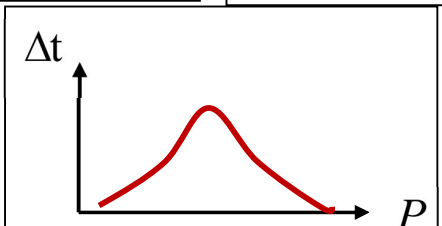

التغير في كمية الحركة
والتغير في متجه السرعة



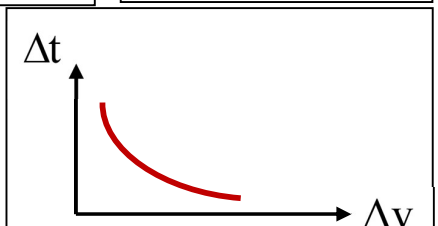

التغير في كمية الحركة
وكتلة الجسم



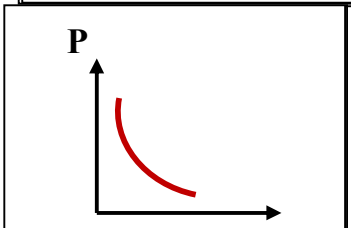

متوسط القوة المؤثرة وزمن تأثيرها
أثناء الدفع



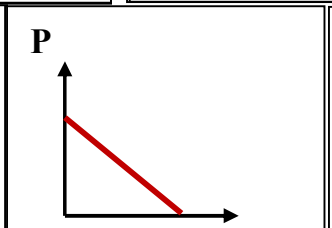

القوة المؤثرة وزمن تأثيرها
عند ركل لاعب لكرة قدم



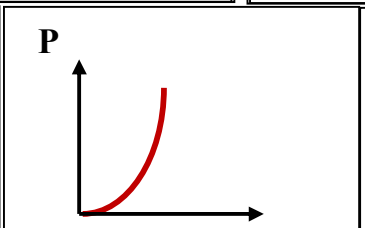

القوة المؤثرة وزمن تأثيرها
عند ثبات الدفع



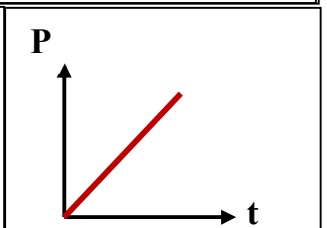

كمية الحركة والزمن لجسم
يتحرك بعجلة تباطؤ غير منتظمة



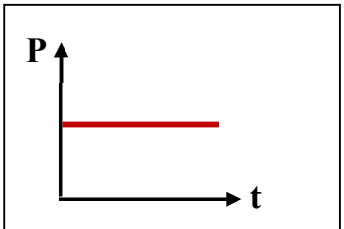

كمية الحركة والزمن لجسم
يتحرك بعجلة تباطؤ منتظمة




كمية الحركة والزمن لجسم
يتحرك بعجلة تسارع غير منتظمة




كمية الحركة والزمن لجسم
يتحرك بعجلة تسارع منتظمة




كمية الحركة والزمن لجسم
يتحرك بسرعة ثابتة