الفيزياء

الكورس الأول

12

صفوة معلمي الكويت

UULA

الفيزياء

الكورس الأول

12

صفوة معلمي الكويت

شلون تتفوق بدراستك

منصة علا تخلي المذكرة أقوى

تبي أعلى الدرجات؟ لا تعتمد على المذكرة بروحها
ادرس صح من الفيديوهات و الاختبارات في منصة علا

اختبارات ذكية تدربك

حل الاختبارات الإلكترونية أول بأول
عشان ترفع مستواك

فيديوهات تشرح لك

تابع الفيديوهات و اسأل المعلم في علا وأنت
تدرس من المذكرة عشان تضبط الدرس

اكتشف عالم التفوق مع منصة علا

لتشترك بالمادة و تستمتع بالشرح
المميز صور أو اضغط على الQR

UULA

المعلق

هذه المذكرة تغطي المادة كاملة.

في حال وجود أي تغيير للمنهج أو تعليق جزء منه يمكنكم مسح رمز QR للتأكد من المقرر.

المنقذ

أول ما تحتاج مساعدة بالمادة ، المنقذ موجود!

صور الQR بكاميرا التلفون أو اضغط عليه إذا كنت تستخدم المذكرة من جهازك و يطلع لك فيديو يشرح لك.

قائمة المحتوى

01 **الطاقة** 5
الشغل 16
الشغل و الطاقة 29
حفظ (بقاء) الطاقة

02 **ميكانيكا الدوران** 44
عزم القوة 54
القصور الذاتي الدوراني 60
ديناميكا الدوران

03 **كمية الحركة الخطية** 74
كمية الحركة و الدفع 83
حفظ كمية الحركة الخطية (التصادمات)

صفوة معلمي الكويت

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة

الشغل

الطاقة إمكانية إنجاز شغل

هل تعلم ؟!

- إذا دفع عامل صندوق من دون تحريكه فإنه لا يبذل شغلا
- إذا وقفت حاملا حقيبتك الثقيلة علي جانب الطريق فقد تشعر بالتعب ولكنك لم تبذل شغل

الشغل بمفهومه الفيزيائي لا يعني بذل الجهد أو التعب

الشغل عملية تقوم فيها قوة مؤثرة بإزاحة جسم في اتجاهها

علل لما يأتي :

- إذا دفع عامل صندوق من دون تحريكه فإنه لا يبذل شغلا

  لأن الإزاحة = صفرا و بالتالي الشغل = صفرا

- إذا وقفت حاملا حقيبتك الثقيلة علي جانب الطريق فقد تشعر بالتعب ولكنك لم تبذل شغل

  لأن الإزاحة = صفرا و بالتالي الشغل = صفرا

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d}$$
$$W = F\, d \cos\theta$$

الوحدة الدولية	الاسم	الرمز
J	الشغل	W
N	القوة	F
m	الأزاحة	d
درجة	الزاوية بين القوة والإزاحة	θ

الشغل حاصل الضرب العددي لمتجهي القوة والإزاحة

علل لما يأتي :

- الشغل كمية عددية و ليس كمية متجهة

  لأنه حاصل الضرب العددي لمتجهي القوة والإزاحة

صفوة تعلمي الكويت

اذكر العوامل التي يتوقف عليها مقدار الشغل ؟

- القوة
- الإزاحة
- الزاوية بين القوة و الإزاحة

يقاس الشغل بوحدة قياس تسمى الجول **J** وهي تكافئ **N.m**

الجول هو الشغل الذي تبذله قوة مقدارها **1 N** تحرك الجسم في اتجاهها مسافة **1m**

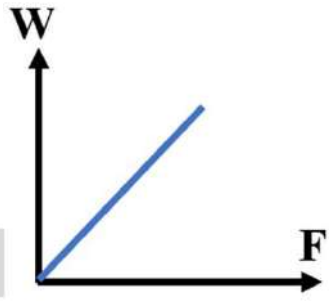
ما المقصود بكل من :

الشغل المبذول في تحريك جسم = **10 J**

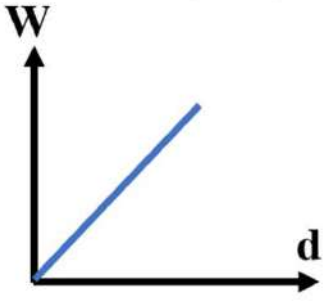
اي أنه إذا اثرت قوة مقدارها **10 N** علي الجسم تسبب له ازاحة في اتجاهها بمقدار **1m**

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

العلاقة بين الشغل و القوة



العلاقة بين الشغل و الإزاحة



القوة

قوة منتظمة

ثابتة المقدار والاتجاه

مثال : قوة الجاذبية الأرضية

قوة غير منتظمة

متغيرة المقدار أو الاتجاه أو كليهما

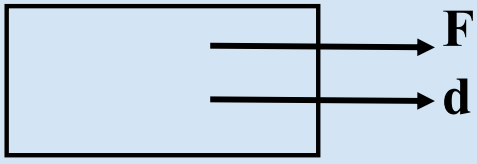
مثال : قوة الشد في الزنبرك

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة
صفوة معلمي الكويت

الشغل الناتج عن قوة منتظمة :

حالات تغير الزاوية بين القوة والإزاحة :

1. إذا كانت القوة والإزاحة في نفس الاتجاه



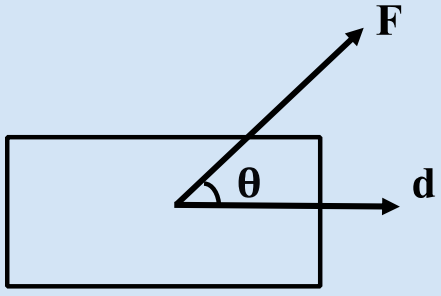
θ = zero

cos (0) = 1

W = Fd

- تكون أكبر قيمة للشغل
- الشغل = قيمة موجبة

2. إذا كانت الزاوية بين القوة والإزاحة



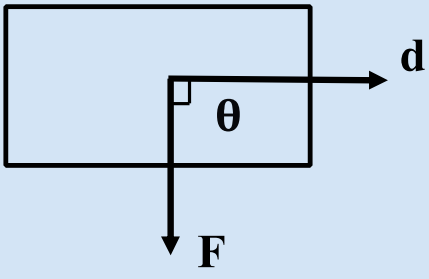
$0 < \theta < 90^{\circ}$

Cos θ = +

W = F d cosθ

- تكون قيمة الشغل موجبة

3. إذا كانت القوة عمودية علي اتجاه الإزاحة



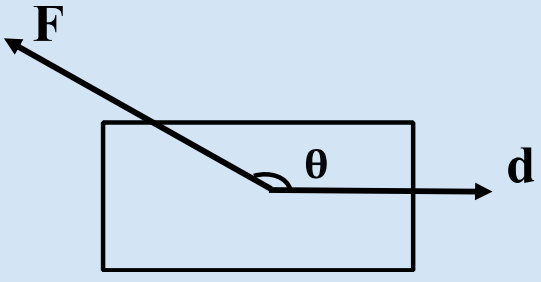
$\theta = 90^{\circ}$

cos (90)= zero

W = zero

- تنعدم قيمة الشغل

4. إذا كانت الزاوية بين القوة والإزاحة



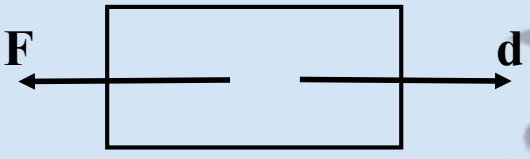
$90^{\circ} < \theta < 180^{\circ}$

cosθ = -

W = F d cosθ

- تكون قيمة الشغل سالبا

5. إذا كانت القوة اتجاهها معاكس لاتجاه الإزاحة



θ = 180°

θ cos (180) = -1

W = - Fd

- الشغل = قيمة سالبة

صفوة معلمي الكويت

علل لما يأتي :

Q شغل قوة الاحتكاك يكون سالبا

لأن الزاوية بين القوة والإزاحة = **180°** , **cos 180 = -1** ودائما تكون قوة الاحتكاك عكس اتجاه الإزاحة

الشغل الموجب و السالب :

- إذا كان الشغل قيمة موجبة يسمي شغلا منتجا أو شغلا منجزا أو شغلا مفيدا أو شغلا مساعدا و ينتج عنه زيادة في سرعة الجسم
- إذا كان الشغل قيمة سالبة يسمي شغلا معيقا أو شغلا مقاوما و ينتج عنه نقصان في سرعة الجسم

Q قوة منتظمة مقدارها **10 N** تعمل على صندوق , وضع فوق سطح أملس لينزلق ازاحة مقدارها **2 m** , إذا كانت القوة في نفس اتجاه الإزاحة , احسب الشغل الناتج و حدد نوعه

F = 10 N
d = 2 m
W = ? J

W = F d
W = (10) (2) = + 20 J
الشغل منتج - منجز - مساعد

Q قوة منتظمة مقدارها **10 N** تعمل على صندوق , وضع فوق سطح أملس لينزلق ازاحة مقدارها **2 m** , إذا كانت القوة في عكس اتجاه الإزاحة , احسب الشغل الناتج و حدد نوعه

F = 10 N
d = 2 m
W = ? J

W = -F d
W = -(10) (2) = - 20 J
الشغل معيق - مقاوم

Q يدفع شخص عربة بقوة **45 N** تصنع زاوية **40°** مع المحور الأفقي احسب الشغل الناتج عن القوة إذا دفعت العربة مسافة **15 m**

F = 45 N
d = 15 m
θ = 40°
W = ? J

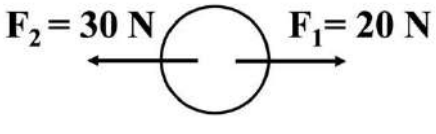
W = F d cos θ
W = (45) (15) cos(40) = + 517 J

محصلة الشغل لمجموعة من القوي المنتظمة :

يتطلب ذلك إيجاد محصلة القوي المؤثرة علي الجسم ليكون الشغل مساويا لحاصل الضرب العددي لمحصلة القوي و الإزاحة , أي :

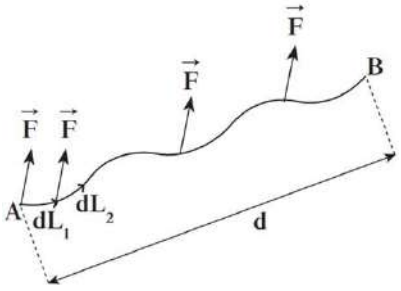
$$W_{NET} = F_{NET} \cdot d$$

Q تحرك الجسم الموضح بالشكل ازاحة مقدارها **2 m** غربا , احسب الشغل



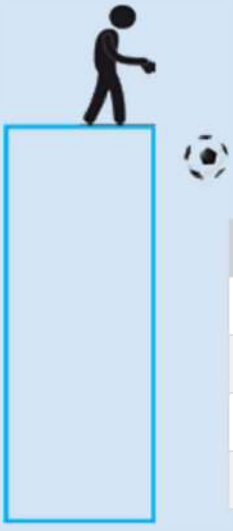
$W_{NET} = F_{NET} \cdot d$
W_{NET} = (10) (2) = 20 J

الشغل الناتج عن قوة منتظمة على مسار منحني



عندما يتحرك جسم بتأثير قوة منتظمة من النقطة **A** إلى النقطة **B** علي مسار منحني كما بالشكل , فإن الشغل في هذه الحالة لا يتوقف علي المسار الذي سلكه الجسم

الشغل المبذول من وزن الجسم عندما يتحرك الجسم في مجال الجاذبية الأرضية (في مسار رأسي)



$$W = F\,d$$
$$F = m\,g \quad , \quad d = h$$
$$W = m\,g\,h$$

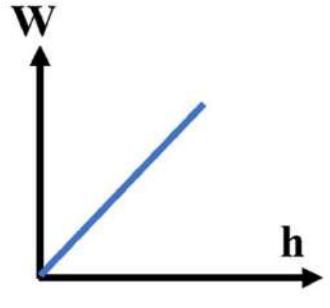
الوحدة الدولية	الاسم	الرمز
J	الشغل	W
Kg	الكتلة	m
m	الارتفاع	h
10 m/s^2	عجلة الجاذبية الأرضية	g

س اذكر العوامل التي يتوقف عليها الشغل الناتج من وزن الجسم عند إزاحته رأسيا ؟

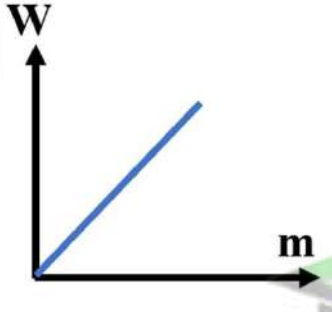
- كتلة الجسم
- الارتفاع الرأسي

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

س العلاقة بين الشغل و الارتفاع



س العلاقة بين الشغل و الكتلة



س سقط جسم كتلته **5 Kg** من ارتفاع **10 m** , احسب الشغل الناتج عن قوة الجاذبية الأرضية

m = 5 Kg
h = 10 m
W = ? J

W = m g h
W = (5) (10) (10) = 500 J

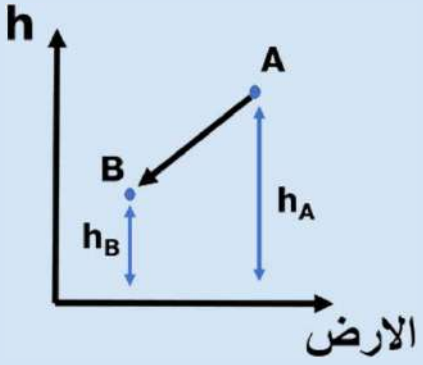
صفوة معلمي الكويت

الشغل الناتج عن وزن الجسم لا يرتبط بالمسار بين النقطتين بل يرتبط بمقدار الإزاحة الرأسية بين النقطتين

حساب الشغل الناتج عن الوزن عندما يتحرك الجسم بين نقطتين مختلفتين في الارتفاع

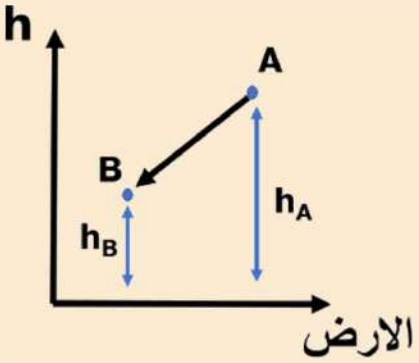
عندما يتحرك جسم بين نقطتين مختلفتين في الارتفاع فإن :

$$W = m\,g\,(h_A - h_B)$$

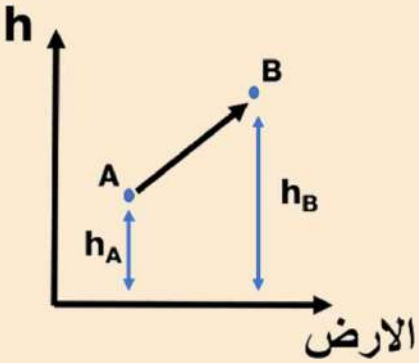


ملاحظات :

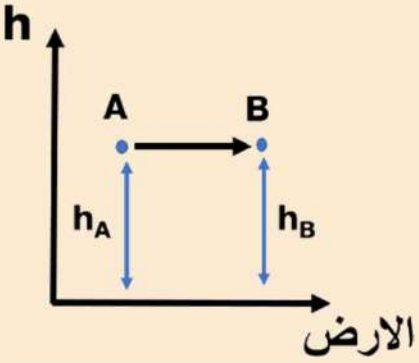
- عندما يتحرك الجسم إلى نقطة أدنى من موضعة الابتدائي $h_B < h_A$ يكون الشغل الناتج عن الوزن موجبا



- عندما يتحرك الجسم إلى نقطة اعلي من موضعة الابتدائي $h_B > h_A$ يكون الشغل الناتج عن الوزن سالبا

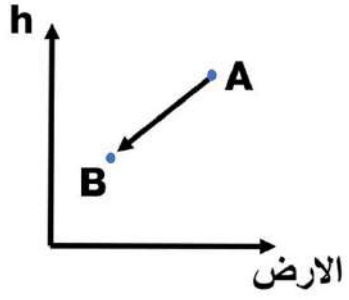


- إذا تحرك الجسم بين نقطتين علي المستوي الرأسي نفسه , فإن الشغل المبذول من الوزن يساوي صفرا

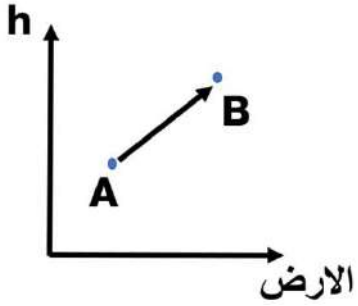


صفوة معلمي الكويت

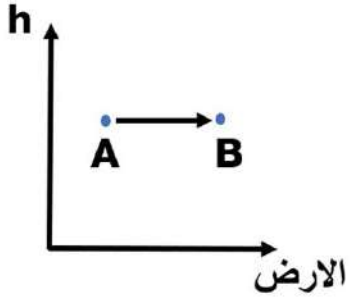
ما نوع الشغل الناتج عن وزن الجسم إذا تحرك الجسم من النقطة A إلى النقطة B كما بالأشكال الموضحة :



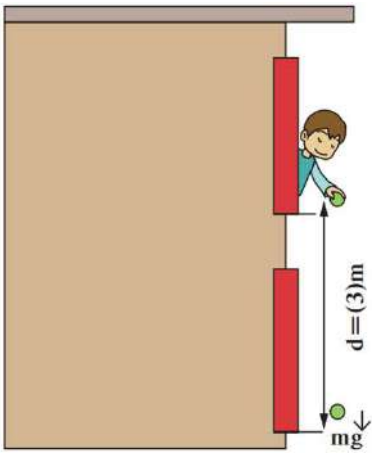
الشغل موجب



الشغل سالب



الشغل = صفرا



Q يحمل الولد في الشكل كرة كتلتها **1.5 Kg** خارج نافذة غرفته التي ترتفع عن الأرض **8 m**

- ما هو مقدار الشغل المبذول علي الكرة نتيجة إمساك الولد لها

عند إمساك الولد للكرة

w = zero

لأن الإزاحة تساوي صفرا

- أفلت الولد الكرة لتسقط , ما هو مقدار الشغل الناتج عن قوة الجاذبية الأرضية إذا تحركت مسافة **3 m**

w = m g h

w = (1.5) (10) (3) = 45 J

- ما هو مقدار الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك مع الهواء خلال سقوط الكرة **3 m** علما أن مقدار قوة الاحتكاك **1 N**

F = 1 N , d = h = 3 m

w = - F d

w = - (1) (3) = - 3 J

- احسب الشغل الكلي المبذول علي الكرة نتيجة القوى المؤثرة فيها

$W_t = W_1 + W_2$

W_t = 45 + (-3) = 42 J

حالات ينعدم عندها مقدار قيمة الشغل :

إذا تحرك الجسم بسرعة منتظمة ينعدم قيمة الشغل

علل لما يأتي :

Q الشغل المبذول عند تحريك جسم بسرعة منتظمة يساوي صفرا

إذا تحرك الجسم بسرعة منتظمة تكون العجلة = صفرا , و بالتالي القوة = صفرا , لذلك الشغل = صفرا

UULA
صفوة علمي الكويت

إذا أثرت على الجسم عدة قوى متزنة , ينعدم قيمة الشغل

علل لما يأتي :

- الشغل الناتج عن عدة قوى متزنة مؤثرة على جسم يساوي صفرا

  لأن محصلة القوى المتزنة تساوي صفرا و بالتالي ينعدم الشغل

إذا اثرت القوة على الجسم ولم تسبب له ازاحة (الإزاحة = صفرا) , ينعدم قيمة الشغل

علل لما يأتي :

- دفع عامل لصندوق دون تحريكه فإن الشغل الناتج يساوي صفرا

  ممكن أن يأتي السؤال بصيغة أخرى: عند حمل طالب لحقيبة مدرسية و لم يتحرك بها فإن الشغل الناتج يساوي صفرا

  لأن أزاحه الجسم في هذه الحالة تساوي صفرا , وبالتالي الشغل يساوي صفرا

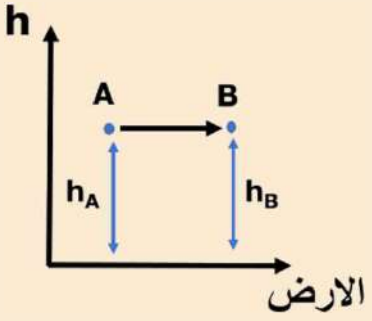
إذا تحرك الجسم علي مسار مغلق فإن ازاحة الجسم تساوي صفرا وبالتالي يصبح الشغل مساويا صفرا

علل لما يأتي :

- ينعدم الشغل المبذول علي جسم عندما يتحرك علي مسار دائري مغلق

  لأن أزاحه الجسم في هذه الحالة تساوي صفرا , وبالتالي الشغل يساوي صفرا

إذا تحرك الجسم بين نقطتين علي المستوي الرأسي نفسه , فإن الشغل المبذول من الوزن يساوي صفرا , لأن محصلة الإزاحة الرأسية ($h_A - h_B$) تساوي صفرا



إذا كانت الزاوية بين القوة والإزاحة تساوي 90° (القوة عمودية على الإزاحة) يصبح الشغل مساوي صفرا

علل لما يأتي :

- الشغل المبذول من وزن السيارة عندما تتحرك على طريق أفقي يساوى صفرا

  لأن الزاوية بين القوة و الإزاحة = 90° و بالتالي , **Cos 90 = zero** لذلك الشغل يساوي صفرا

- الشغل المبذول من الوزن عند حمل حقيبة ثقيلة والتحرك بها على مسار أفقي يساوي صفرا

  لأن الزاوية بين القوة و الإزاحة = 90° و بالتالي , **Cos 90 = zero** لذلك الشغل يساوي صفرا

صفوة معلمي الكويت

الشغل المبذول من قوة الجاذبية الأرضية على القمر الصناعي يساوي صفرا

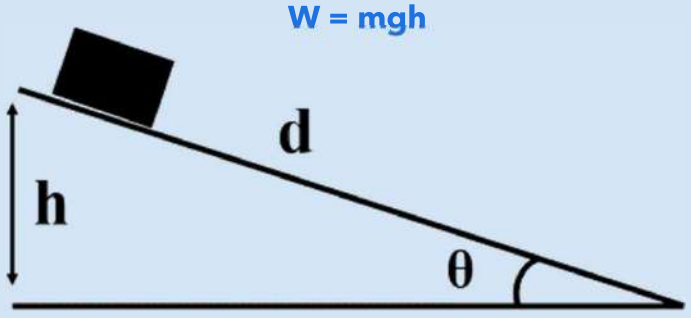
لأن الزاوية بين القوة و الإزاحة = **90°** و بالتالي , **Cos 90 = zero** لذلك الشغل يساوي صفرا

الشغل المبذول من وزن جسم عندما يتحرك علي مستوى أملس يميل علي المستوى الأفقي بزاوية

القوة الوحيدة المؤثرة علي الجسم **mg sin θ =**

h = d sinθ

W = mgh



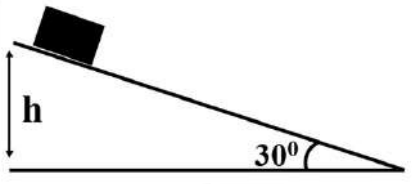
الوحدة الدولية	الاسم	الرمز
J	الشغل	W
Kg	الكتلة	m
m	ارتفاع المستوي	h
10 m/s^2	عجلة الجاذبية الأرضية	g
m	طول المستوى	d
درجة	زاوية ميل المستوى	θ

وضع صندوق كتلته **100 g** علي مستوي أملس يميل بزاوية **30°** احسب الشغل الناتج عن وزن الصندوق إذا كان ارتفاع المستوى المائل **25 cm**

$h = \frac{25}{100} = 0.25$ m

W = m g h

$W = (\frac{100}{1000})(10)(0.25) = 0.25$ J



m = 100 g
θ = 30°
h = 25 cm
W = ? J

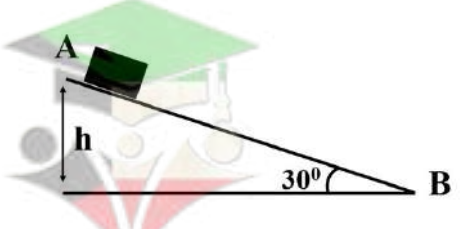
وضع صندوق كتلته **100 g** علي مستوي أملس يميل بزاوية **30°** احسب الشغل الناتج عن وزن الصندوق إذا تحرك علي المستوى المائل مسافة **AB = 50 cm**

h = d sin θ

$h = (\frac{50}{100})(\sin 30) = 0.25$ m

W = m g h

$W = (\frac{100}{1000})(10)(0.25) = 0.25$ J



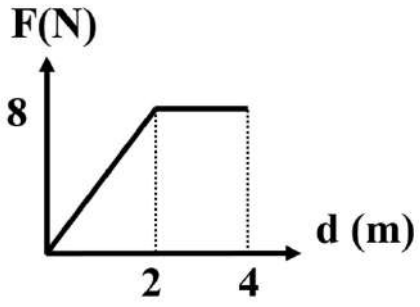
m = 100 g
θ = 30°
W = ? J
d = 50 cm
g = 10 m/s^2

صفوة معلمي الكويت

حساب الشغل بيانيا :

يمكن حساب الشغل بيانا عن طريق حساب **المساحة** تحت منحني **القوة و الإزاحة**

احسب مقدار الشغل من الرسوم البيانية التالية

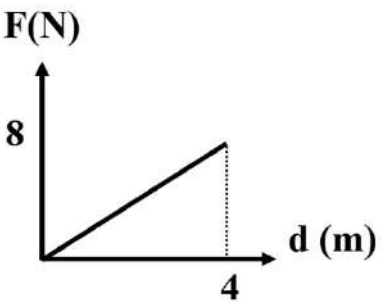


$W_1 = 8 \times 2 = 16$ J

$W_2 = \frac{1}{2}(2)(8) = 8$ J

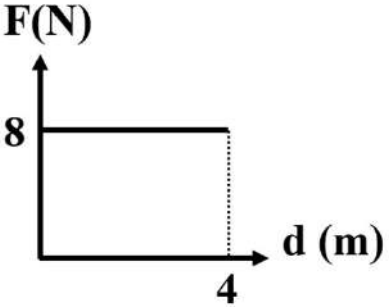
$W_t = W_1 + W_2$

$W_t = 16 + 8 = 24$ J



المساحة = $\frac{1}{2}$ القاعدة x الارتفاع

$W = \frac{1}{2}(4)(8) = 16$ J



المساحة = الطول x العرض

$W = 4 \times 8 = 32$ J

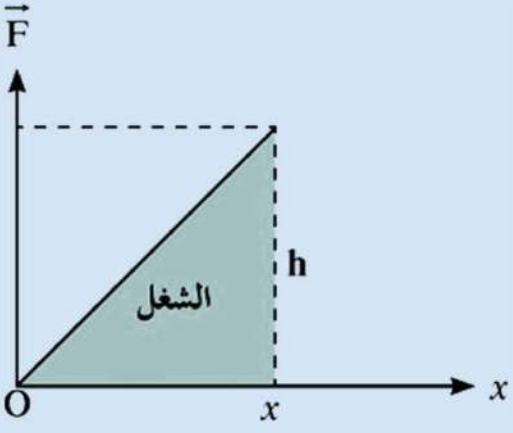
الشغل الناتج عن قوة متغيرة :

قانون هوك تتناسب قوة الشد المؤثرة في نابض طرديا مع مقدار الاستطالة الحادثة

$$F \alpha \Delta x$$

$$F = K\Delta x$$

الرمز	الاسم	الوحدة الدولية
F	قوة الشد في نابض	N
K	ثابت النابض	N/m
Δx	الاستطالة	m



حساب الشغل الناتج عن قوة الشد في نابض :

W = المساحة تحت المنحني = $\frac{1}{2}$ القاعدة x الارتفاع

$$W = \frac{1}{2} F \Delta x$$

$$F = K\Delta x$$

$$W = \frac{1}{2} K \Delta x^2$$

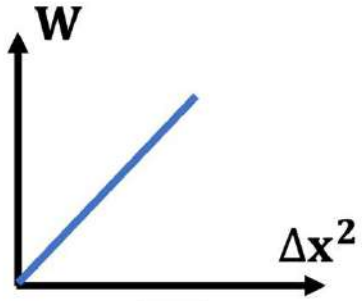
الرمز	الاسم	الوحدة الدولية
W	الشغل	J

صفوة معلمي الكويت

- اذكر العوامل التي يتوقف عليها الشغل الناتج عن كتلة معلقة في نابض ؟
  - ثابت المرونة
  - الاستطالة

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

- العلاقة بين الشغل و الاستطالة الحادثة في نابض



ماذا يحدث في الحالات التالية :

- للشغل إذا زادت الاستطالة إلى المثلين — يزداد أربع أمثال
- للشغل إذا قلت الاستطالة إلى النصف — يقل إلى الربع

- زنبرك مثبت من أحد طرفيه ,ثابت مرونته يساوي **40 N/m** ما هو مقدار الشغل الذي يجب بذله لجعله يستطيل **2 cm** عن طوله الأصلي

K = 40 N/m
W = ? J
Δx = 2 cm

$W = \frac{1}{2} K \Delta x^2 = \frac{1}{2} (40) (\frac{2}{100})^2$

$w = 8 \times 10^{-3}$ J

- إذا كان مقدار الشغل اللازم لجعل زنبرك يستطيل **8 cm** عن طوله الأصلي **400 J** احسب مقدار ثابت مرونة الزنبرك

Δx = 8 cm
W = 400 J
K = ? N/m

$W = \frac{1}{2} K \Delta x^2$

$400 = \frac{1}{2} K \left(\frac{8}{100}\right)^2$

$K = 125000 = 1.25 \times 10^5$ N/m

تدرب و تفوق

اختبارات الكترونية ذكية

صفوة معلمي الكويت

الشغل و الطاقة

الطاقة المقدرة علي إنجاز شغل

- إذا أردت أن تنجز شغلا فلابد أن تمتلك طاقة, و يتوقف مقدار الشغل المنجز على مقدار الطاقة المعطاة
- الكرة المقذوفة بسرعة أفقية كبيرة على مستوى أفقي تستطيع أن تقطع مسافة أكبر قبل أن تتوقف من كرة مماثلة لها قذفت بسرعة أقل لأن الكرة الأولى تمتلك طاقة حركية أكبر

الطاقة الحركية KE شغل ينجزه الجسم بسبب حركته

$$KE = \frac{1}{2} m v^2$$

الوحدة الدولية		الاسم	الرمز
جول	J	طاقة الحركة	KE
كيلوجرام	Kg	الكتلة	m
متر/ثانية	m/s	السرعة الخطية	v

وحدة قياس الطاقة الحركية هي الجول **J** وهي تكافئ وحدة $Kg.m^2/s^2$

اذكر العوامل التي يتوقف عليها الطاقة الحركية ؟

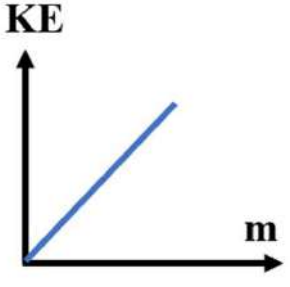
- الكتلة
- السرعة الخطية

ما المقصود أن الطاقة الحركية لجسم **J = 100** ؟

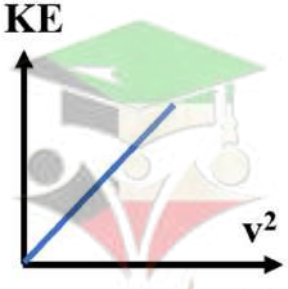
أي أن الجسم يبذل شغل مقداره **100 J** بسبب حركته

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

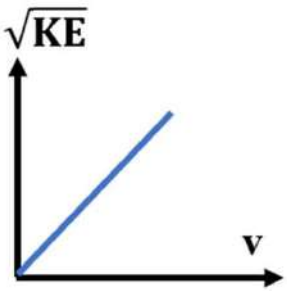
العلاقة بين الطاقة الحركية و كتلة الجسم



العلاقة بين الطاقة الحركية و مربع سرعة الجسم



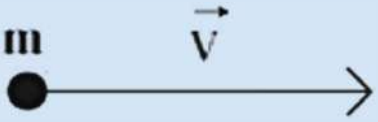
العلاقة بين جذر الطاقة الحركية و سرعة الجسم



UULA.COM © جميع الحقوق محفوظة

حالات حساب الطاقة الحركية :

1. الطاقة الحركية لكتلة نقطية :



$$KE = \frac{1}{2} m v^2$$

2. الطاقة الحركية لنظام مكون من عدة كتل نقطية :

$$KE = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + ...$$

3. الطاقة الحركية لجسم صلب :

$$KE = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2$$

$$KE = \frac{1}{2} M v^2$$

الطاقة الحركية الدورانية

عندما يدور جسم صلب حول محور , يكون له سرعة دورانية تسمى ω و يمكن حساب طاقته الحركية الدورانية بالعلاقة التالية :

$$KE = \frac{1}{2} I \omega^2$$

⚠ معلق

الوحدة الدولية		الاسم	الرمز
جول	J	طاقة الحركة الدورانية	KE
كيلوجرام.متر^2	Kg.m^2	القصور الذاتي الدوراني	I
راديان/ثانية	rad/s	السرعة الزاوية (الدورانية)	ω

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

- الطاقة الحركية لجسم يدور
  - القصور الذاتي الدوراني
  - السرعة الزاوية
- جسم قصوره الذاتي الدوراني **0.125 Kg.m^2** يدور حول محور بسرعة زاوية (دورانية) مقدارها **10 rad/s** , احسب الطاقة الحركية الدورانية

$I = 0.125$ Kg.m^2
$\omega = 10$ rad/s
$KE = ?$ J

$$KE = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$KE = \frac{1}{2} (0.125) (10)^2 = 6.25 \text{ J}$$

صفوة معلمي الكويت

يختلف مقدار القصور الذاتي الدوراني من جسم إلى آخر , حسب شكل الجسم و موضعه بالنسبة لمحور الدوران
يمكن حساب القصور الذاتي الدوراني لبعض الأجسام بالعلاقات التالية :

عصا منتظمة	$I = \frac{1}{12} mL^2$
قرص مصمت	$I = \frac{1}{2} mr^2$
حلقة دائرية	$I = mr^2$
كتلة نقطية	$I = mr^2$

معلق

احسب الطاقة الحركية الدورانية لعصا كتلتها **500 g** و طولها **50 cm** تدور حول محور بسرعة دورانية **10 rad/s**, حيث ($I = \frac{1}{12} m L^2$)

$m = \frac{500}{1000} = 0.5\ Kg$

$L = \frac{50}{100} = 0.5\ m$

$I = \frac{1}{12} m L^2 = \frac{1}{12} (0.5)(0.5)^2 = \frac{1}{96}\ Kg.m^2$

$KE = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} (\frac{1}{96}) (10)^2 = 0.52\ J$

m = 500 g
L =50 cm
ω = 10 rad/s
KE = ? J

العلاقة بين الشغل و الطاقة الحركية

$W = KE_2 - KE_1$

$W = \Delta KE$

الوحدة الدولية	الاسم	الرمز
J	التغير في طاقة الحركة	ΔKE
J	الشغل	W

قانون الطاقة الحركية

الشغل الناتج عن محصلة القوة الخارجية المؤثرة في جسم خلال فترة زمنية محددة يساوي التغير في الطاقة الحركية خلال تلك الفترة

الطاقة الحركية كمية موجبة دائما , أما التغير في الطاقة الحركية قد يكون موجبا أو سالب

علل لما يأتي :

الشغل المبذول عند تحريك جسم بسرعة منتظمة يساوي صفرا

إذا تحرك الجسم بسرعة منتظمة تكون السرعة النهائية تساوي السرعة الابتدائية و بالتالي التغير في الطاقة الحركية يساوي صفرا , لذلك تصبح قيمة الشغل تساوي صفرا

صفوة تعليمي الكويت

Q سيارة كتلتها **(2000) Kg** تسير بسرعة **(5) m/s** زاد سائقها من سرعتها لتصبح **20 m/s** بعجلة مقدارها **10 m/s²** , احسب

- طاقة الحركة الابتدائية للسيارة

$$KE_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2}(2000)(5)^2 = 25000 \text{ J}$$

- طاقة الحركة النهائية للسيارة

$$KE_2 = \frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2}(2000)(20)^2 = 400000 \text{ J}$$

- التغير في طاقة الحركة للسيارة

$$\Delta KE = KE_2 - KE_1$$
$$\Delta KE = 400000 - 25000 = +375000 \text{ J}$$

- الشغل المبذول في تحريك السيارة

$$W = \Delta KE$$
$$W = \Delta KE = +375000 \text{ J}$$

- المسافة التي قطعتها السيارة

$$W = F \cdot d = m a d$$
$$375000 = (2000)(10)\, d$$
$$d = 18.75 \text{ m}$$

Q سيارة كتلتها **(2000) Kg** تسير بسرعة **(5) m/s** ضغط سائقها علي الفرامل فتوقفت بعد مرور زمن قدره **10 s** , احسب

- طاقة حركة السيارة قبل الضغط علي الفرامل

$$KE_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2}(2000)(5)^2 = 25000 \text{ J}$$

- طاقة الحركة عندما تتوقف السيارة عن الحركة

$$KE_2 = \text{zero}$$

- التغير في طاقة الحركة للسيارة

$$\Delta KE = KE_2 - KE_1 = \text{zero} - 25000 = -25000 \text{ J}$$

- أين تذهب الطاقة المفقودة

تتحول إلى طاقة حرارية في إطارات السيارة نتيجة الاحتكاك مع الأرض

- الشغل المبذول أثناء عملية توقف السيارة

الإشارة السالبة تدل علي الاحتكاك

$$\Delta KE = W = -25000 \text{ J}$$

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة
صفوة معلمي الكويت

- قوة الاحتكاك مع إطارات السيارة إذا تحركت السيارة مسافة **20 m** قبل أن تتوقف تماما

W = - f d
-25000 = - f (20)
f = 1250 N

علل لما يأتي :

Q ارتفاع درجة حرارة إطارات السيارة خلال عملية توقيفها

لأن السيارة تفقد طاقة حركية نتيجة التوقيف و تتحول الطاقة الحركية المفقودة إلى طاقة حرارية نتيجة الاحتكاك بين الإطارات و الأرض

Q سيارة كتلتها **1200 Kg** تتحرك بسرعة **30 m/s** ضغط سائقها علي الفرامل فانزلقت السيارة ثم توقفت السيارة تماما بسبب الاحتكاك بين الإطارات و الأرض ، إذا علمت أن قوة الاحتكاك تساوي **6000 N** , احسب

- التغير في طاقة حركة السيارة خلال عملية التوقف

$\mathbf{KE_1 = \frac{1}{2} m v_1^2}$

$KE_1 = \frac{1}{2}(1200)(30)^2 = 540000$ J

KE_2 = zero

$\mathbf{\Delta KE = KE_2 - KE_1}$

Δ KE = zero - 540000

Δ KE = - 540000 J

- الشغل المبذول في عملية الايقاف

Δ KE = W = - 540000 J

- المسافة التي انزلقتها السيارة قبل أن تتوقف

W = - F d
-540000 = - 6000 d
d = 90 m

- الشغل المبذول من **وزن السيارة** أثناء عملية التوقف

W = zero

Q كرة كتلتها **300 g** سقطت من السكون من مبني فوصلت سطح الأرض بسرعة **10m/s** , احسب

- طاقة الحركة للكرة عند سطح الأرض

$\mathbf{KE_2 = \frac{1}{2} m v_2^2} = \frac{1}{2}(0.3)(10)^2 = 15$ J

- الشغل المبذول من وزن الجسم أثناء سقوط الجسم

W = Δ KE = $KE_2 - KE_1$ = 15 - zero = 15 J

- ارتفاع المبني

w = m g h
15 = (0.3) (10) h h = 5 m

UULA.COM © جميع الحقوق محفوظة

Q كرة كتلتها **300 g** سقطت من مبني مرتفع بسرعة ابتدائية مقدارها **5 m/s** و اصطدمت بسطح الأرض بسرعة مقدارها **35 m/s** ، احسب

- طاقة الحركة الابتدائية للكرة

$$\mathbf{KE_1 = \frac{1}{2} m v_1^2} = \frac{1}{2}(0.3)(5)^2 = 3.75 \text{ J}$$

- طاقة الحركة للكرة لحظة اصطدامها بالأرض

$$\mathbf{KE_2 = \frac{1}{2} m v_2^2} = \frac{1}{2}(0.3)(35)^2 = 183.75 \text{ J}$$

- الشغل المبذول أثناء سقوط الكرة

$$\mathbf{W = \Delta KE = KE_2 - KE_1} = 183.75 - 3.75 = 180 \text{ J}$$

- الارتفاع الذي سقطت منه الكرة

$$\mathbf{W = m g h}$$
$$180 = (0.3)(10)\, h$$
$$h = 60 \text{ m}$$

Q كرة كتلتها **300 g** سقطت من السكون من مبني ارتفاعه **10 m** ، احسب

- طاقة الحركة للجسم عند سطح الأرض

$\mathbf{W = m g h} = (0.3)(10)(10) = 30 \text{ J}$
$\mathbf{W = \Delta KE = KE_2 - KE_1}$

KE_1 = zero
$W = \Delta KE = KE_2 = 30 \text{ J}$

- سرعة الجسم عند سطح الأرض

$$\mathbf{KE_2 = \frac{1}{2} m v_2^2}$$
$$30 = \frac{1}{2}(0.3)\, v_2^2$$
$$v_2 = 14.14 \text{ m/s}$$

Q باستخدام قانون الطاقة الحركية احسب سرعة كرة سقطت من سكون من ارتفاع **30 cm** لحظة اصطدامها بالأرض

$\mathbf{W = \Delta KE}$
$\mathbf{W = KE_2 - KE_1}$
KE_1 = zero
$W = KE_2$
$m g h = \frac{1}{2} m v_2^2$

$g h = \frac{1}{2} v_2^2$
$\mathbf{v_2 = \sqrt{2 g h}}$
$v_2 = \sqrt{(2)(10)(0.3)}$
$v_2 = 2.44 \text{ m/s}$

UULA
صفوة معلمي الكويت

Q قذف جسم كتلته **300 g** بسرعة ابتدائية **5 m/s** ووصل إلى أقصى ارتفاع له بإهمال قوة الاحتكاك مع الهواء , احسب

- الطاقة الحركية عند نقطة القذف

$\mathbf{KE_1 = \frac{1}{2} m v_1^2} = \frac{1}{2}(0.3)(5)^2 = 3.75$ J

- الطاقة الحركية عند أقصي ارتفاع

KE_2 = zero

- الشغل الناتج عن قذف الجسم

$\mathbf{W = \Delta KE = KE_2 - KE_1} = 0 - 3.75 = -3.75$ J

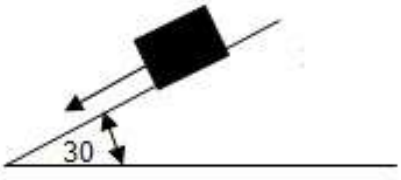
لأن قوة الوزن عكس اتجاه ازاحة الجسم لأعلى

- اقصي ارتفاع يصل إليه الجسم

$\mathbf{W = m g h}$
$-3.75 = (0.3)(-10)\, h$
$h = 1.25$ m

Q صندوق خشبي كتلته **(10) Kg** أنزلق من سكون على مستوى أملس طوله **5 m** يميل على الأفقي بزاوية مقدارها **(30°)** احسب :

- القوة التي تحرك الجسم



$\mathbf{F = m g \sin\theta}$
$F = (10)(10)\sin 30 = 50$ N

- الشغل الناتج عن وزن الصندوق عندما ينزلق على المستوى المائل

$\mathbf{h = d \sin\theta} = (5)\sin 30 = 2.5$ m
$\mathbf{W = mgh} = (10)(10)(2.5) = 250$ J

- طاقة حركة الصندوق لحظة وصوله إلى أسفل المستوى المائل

$\mathbf{W = \Delta KE = KE_2 - KE_1}$
KE_1 = zero
$W = KE_2 = 250$ J

- سرعة الصندوق لحظة وصوله إلى أسفل المستوى المائل

$\mathbf{KE_2 = \frac{1}{2} m v_2^2}$

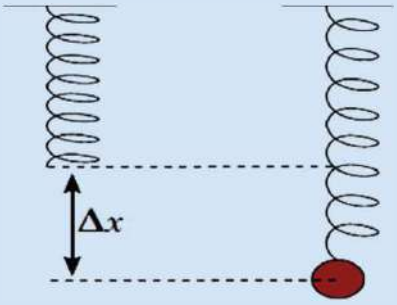
$250 = \frac{1}{2}(10)\, v_2^2$

$v_2 = 7.07$ m/s

صفوة معلمي الكويت

توجد الطاقة الكامنة في الفحم الحجري و الغذاء و البطاريات الكهربية و المركبات الكيميائية

الطاقة الكامنة المرنة في الزنبرك (النابض)



عند شد أو ضغط النابض فإنه يختزن طاقة كامنة مرونية
تسمح هذه الطاقة للزنبرك بالعودة إلى وضعه الأصلي عند إفلاته و يمكن حسابها من العلاقة التالية

$$PE_e = \frac{1}{2} K \Delta x^2$$

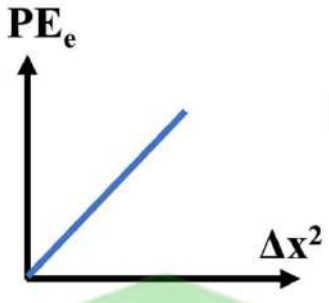
الرمز	الاسم	الوحدة الدولية
PE_e	الطاقة الكامنة المرنة	J
K	ثابت المرونة - هوك	N/m
Δx	الاستطالة	m

اذكر العوامل التي يتوقف عليها الطاقة الكامنة المرنة في زنبرك ؟

- الأبعاد الهندسية للنابض
- نوع المادة
- الاستطالة

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

العلاقة بين الطاقة الكامنة المرنة و مربع الاستطالة



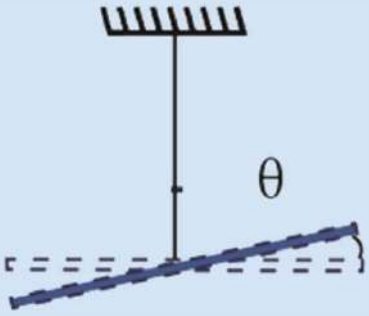
نابض مرن ثابته **(200 N/m)** شُد بقوة فاستطال مسافة **(4) cm** ، احسب الطاقة الكامنة المرنة المختزنة فيه

K = 200 N/m
Δx = 4 cm
PE_e = ? J

$$PE_e = \frac{1}{2} K \Delta x^2$$

$$PE_e = \frac{1}{2} (200) \left(\frac{4}{100}\right)^2 = 0.16 \text{ J}$$

الطاقة الكامنة المرنة في الخيط المرن :



عند لي جسم مثبت في خيط مطاطي فإنه يختزن طاقة كامنة
تسمح هذه الطاقة للخيط المرن بالعودة إلى وضعه الأصلي عند إفلاته و
يمكن حسابها من العلاقة التالية

$$PE_e = \frac{1}{2} C \Delta\theta^2$$

الوحدة الدولية	الاسم	الرمز
J	الطاقة الكامنة المرنة	PE_e
$N.m/rad^2$	ثابت المرونة	C
rad	الإزاحة الزاوية	θ

Q اذكر العوامل التي يتوقف عليها ثابت المرونة في خيط مرن ؟

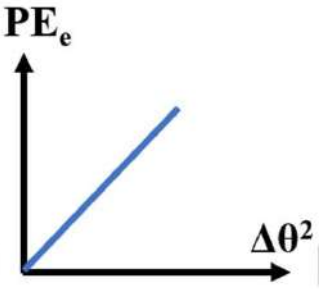
- طول الخيط
- سمك الخيط
- الخصائص الميكانيكية للجسم المرن

Q اذكر العوامل التي يتوقف عليها الطاقة الكامنة في خيط مرن ؟

- طول الخيط
- سمك الخيط
- الخصائص الميكانيكية للجسم المرن
- الإزاحة الزاوية للخيط

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

Q العلاقة بين الطاقة الكامنة المرنة و مربع الإزاحة الزاوية



Q خيط مطاطي مرن ثابت مرونته **C = 100 N.m/rad²** تم ليه عن موضع سكونه $\frac{\pi}{8}$ **rad** ، احسب الطاقة الكامنة المرنة المختزنة فيه

$C = 100\ N.m/rad^2$
$\Delta\theta = \frac{\pi}{8}\ rad$
$PE_e = ?\ J$

$$PE_e = \frac{1}{2} C \Delta\theta^2$$

$$PE_e = \frac{1}{2}(100)\ (\frac{\pi}{8})^2 = 7.71\ J$$

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة
صفوة معلمي الكويت

علل لما يأتي :

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

لأنه كلما زادت الطاقة الكامنة المرنة للخيط تتحول إلى طاقة حركية أكبر للحجر

الطاقة الكامنة التثاقلية :

إذا أسقطت مطرقة على مسمار من مكان مرتفع ينغرس المسمار أكثر أي تنجز شغل أكبر مقارنة بإسقاطها من مكان أقل ارتفاعا , لأنها في الحالة الأولى تمتلك طاقة كامنة تثاقلية أكبر

الطاقة الكامنة التثاقلية (طاقة الوضع التثاقلية)

الشغل المبذول علي الجسم لرفعه إلى نقطة ما

$$PE = m\ g\ h$$

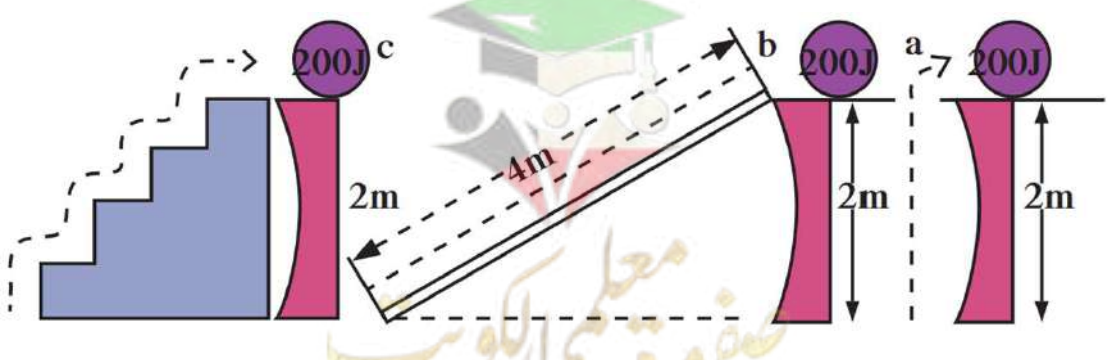
الرمز	الاسم	الوحدة الدولية
PE	الطاقة الكامنة التثاقلية	J
m	الكتلة	Kg
g	عجلة الجاذبية الأرضية	10 m/s^2
h	الارتفاع- البعد عن المستوى المرجعي	m

عند حساب الطاقة الكامنة التثاقلية وجد أنها تنسب إلى سطح الأرض و يسمى مستوى سطح الأرض في هذه الحالة بالمستوى المرجعي

المستوى المرجعي

- المستوى الذي نبدأ من عنده قياس الطاقة الكامنة
- المستوى الذي تكون عنده طاقة الوضع التثاقلية تساوي صفرا

- اختيار المستوى المرجعي هو اختياري بحت , من الممكن اختيار ارضية مختبر في الدور الثاني مستوى مرجعي
- الطاقة الكامنة التثاقلية لا ترتبط بكيفية الوصول إلى ارتفاع معين ولكن بالمسافة الرأسية بين النقطة والمستوى المرجعي



علل لما يأتي :

- لا يتغير مقدار الشغل للجسم عند رفع الجسم إلى مستوي معين بصورة أفقية أو علي مستوي مائل

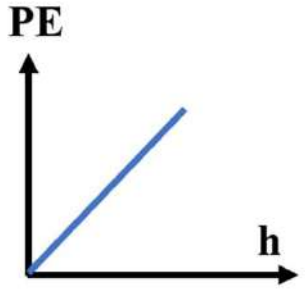
لأن مقدار الشغل يتوقف علي الإزاحة الرأسية للجسم

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

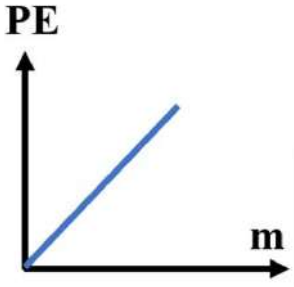
- طاقة الوضع التثاقلية (الطاقة الكامنة التثاقلية)
  - الكتلة
  - عجلة الجاذبية الأرضية
  - الارتفاع الرأسي

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

- العلاقة بين طاقة الوضع و الارتفاع



- العلاقة بين طاقة الوضع و الكتلة



ما المقصود بكل من :

- طاقة الوضع التثاقلية لجسم عند ارتفاع معين يساوي **J (100)**

الشغل المبذول لرفع الجسم إلى هذا المستوي = **100 J**

أشهر الأمثلة علي الطاقة الكامنة التثاقلية مياه الشلالات , لذلك فهي تبذل شغلا يمكنها من الهبوط

علل لما يأتي :

- المياه الساقطة من الشلالات يمكنها توليد الطاقة الكهربية

لأن بزيادة الارتفاع تزداد طاقة وضع المياه و التي تتحول إلى طاقة حركية عظمى عند الوصول إلى التوربينات التي تولد الطاقة الكهربية

- عند طرق مسمار بمطرقة , بزيادة ارتفاع المطرقة أثناء الطرق , يزداد انغراس المسمار

بزيادة ارتفاع المطرقة تزداد الطاقة الكامنة التثاقلية المختزنة و بالتالي يزداد انغراس المسمار

ماذا يحدث في كل من الحالات التالية :

- للطاقة الكامنة التثاقلية لجسم إذا ارتفع عن المستوى المرجعي

تزداد و تصبح قيمة موجبة

- للطاقة الكامنة التثاقلية لجسم إذا انخفض عن المستوى المرجعي

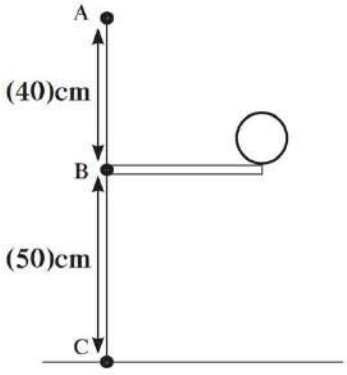
تقل و تصبح قيمة سالبة

صفوة معلمي الكويت

- للطاقة الكامنة التثاقلية لجسم وهو عند المستوى المرجعي

تنعدم و تساوي صفرا

- كرة كتلتها **0.1 Kg** , موضوعة على المستوى الأفقي المار بالنقطة **B** , احسب الطاقة الكامنة التثاقلية للكرة بالنسبة للمستوي المرجعي **B** في الحالات التالية :



- عند المستوى الأفقي المار بالنقطة **B**

PE_B = Zero

- عند المستوى الأفقي المار بالنقطة **A** الذي يرتفع **40 cm** عن المستوى المرجعي

$\mathbf{PE_A = m\ g\ h_A}$

$PE_A = (0.1)\,(10)\,(0.4) = +\ 0.4$ J

- عند المستوى الأفقي المار بالنقطة **C** الذي ينخفض **50 cm** عن المستوى المرجعي

$\mathbf{PE_C = m\ g\ h_C}$

$PE_C = -\,(0.1)\,(10)\,(0.5) = -\ 0.5$ J

العلاقة بين الشغل و الطاقة الكامنة التثاقلية

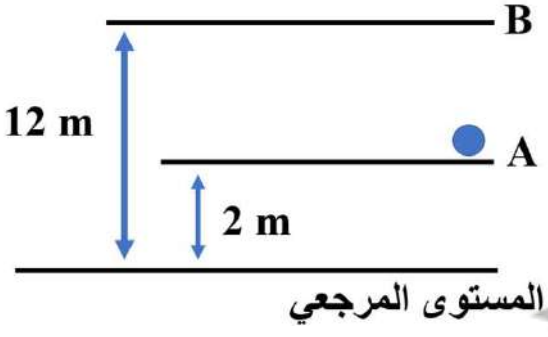
الشغل المبذول من وزن الجسم هو معكوس التغير في الطاقة الكامنة التثاقلية

$\mathbf{W_w = -\ \Delta PE}$

$\mathbf{\Delta PE = -\ W_w}$

الوحدة الدولية	الاسم	الرمز
J	التغير في الطاقة الكامنة التثاقلية	**ΔPE**
J	الشغل	**W**

- كتلة مقدارها **5 Kg** تم رفعها رأسيا من النقطة **A** إلى النقطة **B** , احسب



- الطاقة الكامنة عند النقطة **A** و النقطة **B**

$\mathbf{PE_A = m\ g\ h_A}$

$PE_A = (5)\,(10)\,(2)$

$PE_A = 100$ J

$\mathbf{PE_B = m\ g\ h_B} = (5)\,(10)\,(12) = +\ 600$ J

صفوة معلمي الكويت

- التغير في طاقة الوضع التثاقلية خلال الإزاحة من **A** إلى **B**

$\Delta PE = 600 - 100 = +500\ J$

- الشغل المبذول من وزن الجسم خلال الإزاحة من **A** إلى **B**

$\mathbf{W = -\Delta PE} = -500\ J$

حل آخر :

$h = 12 - 2 = 10\ m$

$\mathbf{W = m\,g\,h}$

$W = (5)(-10)(10) = -500\ J$

الطاقة الميكانيكية ME

- الطاقة اللازمة لتغير موضع الجسم أو تعديله
- مجموع الطاقة الحركية و الطاقة الكامنة للجسم

$$\mathbf{ME = KE + PE}$$

الوحدة الدولية	الاسم	الرمز
J	الطاقة الميكانيكية	ME
J	الطاقة الحركية	KE
J	الطاقة الكامنة	PE

Q سيارة كتلتها **(600) Kg** تسير بسرعة **(20) m/s** فوق جبل يرتفع عن سطح الأرض **(100) m** , احسب

- طاقة حركة السيارة

$\mathbf{KE = \frac{1}{2}\,m\,v^2} = \frac{1}{2}(600)(20)^2 = 120000\ J$

- طاقة وضع السيارة

$\mathbf{PE = m\,g\,h} = (600)(10)(100) = 600000\ J$

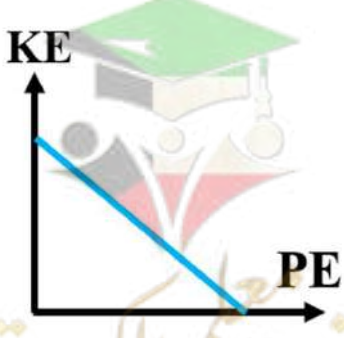
- الطاقة الميكانيكية للسيارة

$\mathbf{ME = KE + PE}$

$ME = 120000 + 600000 = 720000\ J$

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

Q العلاقة بين الطاقة الحركية - الطاقة الكامنة التثاقلية



UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة

الطاقة

حفظ (بقاء) الطاقة

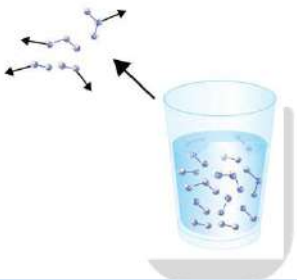
الجسم الماكروسكوبي الجسم الذي يملك أبعادا يمكن رؤيتها بالعين

الأجسام الميكروسكوبية الأجسام التي لا تري بالعين المجردة

الطاقة الميكانيكية الماكروسكوبية

مجموع الطاقة الحركية و الطاقة الكامنة للجسم الماكروسكوبي
وهي لا تختلف عن الطاقة الميكانيكية التي درسناها من قبل , لذلك سنطلق عليها الطاقة الميكانيكية

$$ME_{macro} = KE_{macro} + PE_{macro}$$



- يختزن كوب الماء الموضح بالشكل طاقة داخلية لأن جزيئاته تتحرك بسرعة وتزداد هذه السرعة بارتفاع درجة حرارة الجسم
- كذلك تتغير الروابط بين الجزيئات عندما تتغير حالة المادة كالانصهار أو التجمد

الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية U

هي مجموع طاقة الوضع و طاقة الحركة لجسيمات النظام
وسنطلق عليها لفظ **الطاقة الداخلية** لمنع الخلط بين ماكرو وميكرو

$$ME_{micro} = KE_{micro} + PE_{micro} = U$$

الطاقة الكامنة الميكروسكوبية

الطاقة التي تتبادلها جسيمات النظام و تؤدي إلى تغير حالته بتغيير طاقة الربط بين أجزائه

علل لما يأتي :

- تزداد الطاقة الحركية الميكروسكوبية للنظام برفع درجة حرارته

  بسبب زيادة سرعة الجزيئات , مما يعمل علي زيادة طاقة الحركة الميكروسكوبية للنظام

- تزداد الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية للنظام عند تغير حالة المادة من صلب إلى سائل

  بسبب تغير طاقة الوضع الميكروسكوبية للنظام بسبب تغير الحالة

الطاقة الكلية E هي مجموع الطاقة الداخلية **U** والطاقة الميكانيكية **ME**

$$E = ME + U$$

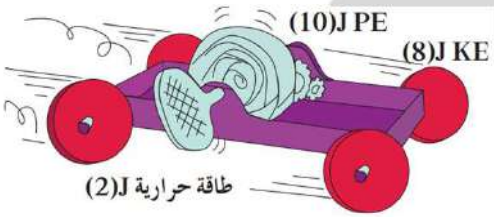
حفظ (بقاء) الطاقة الكلية :

- الطبيعة تحتوي علي مصادر للطاقة لا يمكن بأي طريقة أن تزيد أو تنقص
- في الأنظمة المعزولة المغلقة التي لا تتبادل طاقة مع محيطها تكون الطاقة الكلية محفوظة

قانون بقاء الطاقة الطاقة لا تفني ولا تستحدث من عدم , ويمكن داخل أي نظام معزول أن تتحول من شكل إلى آخر , فالطاقة الكلية للنظام ثابتة لا تتغير

أمثلة علي بقاء الطاقة :

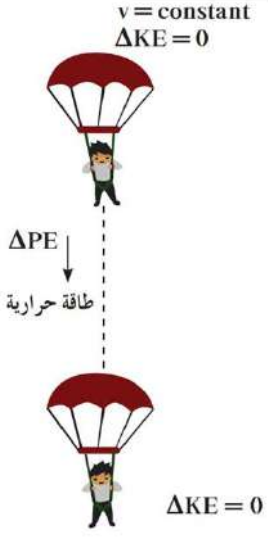
في الشكل المقابل عند لف الزنبرك للعبة السيارة نجد أن جزءا من الطاقة الكامنة المرنة يتحول إلى طاقة حركية والجزء الباقي إلى طاقة حرارية نتيجة الاحتكاك وبالتالي فإن الطاقة الكلية للنظام (السيارة و الأرض و الهواء المحيط) لم تتغير



علل لما يأتي :

- الطاقة الكلية لنظام معزول مؤلف من الأرض و السيارة و الهواء المحيط لم تتغير

  بسبب تحول الطاقة الكامنة المرنة إلى طاقة حركية و طاقة حرارية نتيجة الاحتكاك مع الأرض



إذا اخذنا نظام معزول مؤلف من مظلي و الأرض والهواء المحيط . المظلي الذي يهبط باستخدام المظلة يصل إلى سرعة حدية ثابتة وبالتالي لا تتغير طاقة حركته بينما تتناقص الطاقة الكامنة التثاقلية وتتحول إلى طاقة حرارية تسبب ارتفاع درجة حرارة الهواء المحيط و المظلة

علل لما يأتي :

- عند القفز بالمظلة يحدث ارتفاع في درجة حرارة المظلة و الهواء المحيط بها

  لأنه عند سقوط المظلة تصل إلى سرعة حدية ثابته و بالتالي تظل طاقة الحركة ثابته بينما تقل طاقة وضعها و يتحول الفقد في الطاقة الكامنة التثاقلية إلى طاقة حرارية نتيجة للاحتكاك مع الهواء

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة
صفوة معلمي الكويت

حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول :

الطاقة الكلية محفوظة وبالتالي $\Delta E = zero$, وبإهمال الاحتكاك دائما فإن الطاقة الداخلية للنظام لا تتغير

$\Delta U = zero$ و هذا يعني أن

الطاقة الميكانيكية للنظام ثابتة لا تتغير $\Delta ME = zero$ بإهمال قوى الاحتكاك مع الهواء

$$\Delta E = \Delta ME + \Delta U$$

$$\Delta E = zero, \quad \Delta U = zero$$

$$\Delta ME = zero$$

$$ME_1 = ME_2$$

$$KE_1 + PE_1 = KE_2 + PE_2$$

$$KE_1 - KE_2 = PE_2 - PE_1$$

$$-(KE_2 - KE_1) = PE_2 - PE_1$$

$$-\Delta KE = \Delta PE$$

حفظ الطاقة في نظام معزول

في الأنظمة المعزولة عندما تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة يكون التغير في الطاقة الكامنة (طاقة الوضع) مساويا لمعكوس التغير في الطاقة الحركية

أي أن في الأنظمة المعزولة تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة (ثابتة) عند جميع النقاط ولا تتغير بتغير موضع الجسم

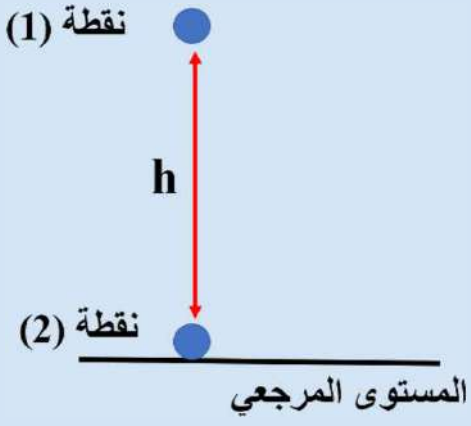
صفوة معلمي الكويت

ينطبق ذلك علي العديد من الحالات كما يلي :

حالة (1)

عندما يتحرك الجسم من النقطة 1 (أقصي ارتفاع) إلى النقطة 2 (المستوي المرجعي):

$$ME_1 = ME_2$$



عند اقصي ارتفاع : (النقطة 1)

الجسم يتحرك من السكون

$$v_1 = zero, \quad KE_1 = zero$$

$$PE_1 = mgh_1$$

وبالتالي

$$ME_1 = PE_1$$

عند سطح الأرض (المستوي المرجعي) (النقطة 2)

$$h_2 = zero, \quad PE_2 = zero$$

$$KE_2 = \frac{1}{2} m v_2^2$$

وبالتالي :

$$ME_2 = KE_2$$

ومن قانون حفظ الطاقة في الأنظمة المعزولة نجد أن :

$$ME_1 = ME_2$$

أي أن :

$$PE_1 = KE_2$$

Q جسم كتلته **(30) Kg** موجود على سطح مبنى ارتفاعها **(20) m** فإذا سقط سقوطاً حراً ، احسب كلا من

- طاقة الوضع التثاقلية للجسم قبل سقوطه

$$PE_1 = mgh_1$$
$$PE_1 = (30)(10)(20) = 6000\ J$$

- الطاقة الميكانيكية للجسم قبل سقوطه

$$ME_1 = PE_1 + KE_1$$
$$KE_1 = zero$$
$$ME_1 = PE_1 = 6000\ J$$

- طاقة حركة الجسم عندما يصل لسطح الأرض

$$ME_2 = PE_2 + KE_2$$
$$PE_2 = zero$$
$$ME_1 = ME_2 = KE_2 = 6000\ J$$

UULA
صفوة معلمي الكويت

- سرعة الجسم عند لحظة وصوله لسطح الأرض

$KE_2 = = \frac{1}{2} m v_2^2$

$6000 = \frac{1}{2} (30) v^2$

$v = 20$ m/s

- الشغل الذي يبذله الجسم نتيجة سقوطه

$W = - \Delta PE$

$W = - (PE_2 - PE_1)$

$W = - (zero - 6000)$

$W = + 6000$ J

$W = \Delta KE$

$W = KE_2 - KE_1$

$W = 6000 - zero$

$W = + 6000$ J

- الارتفاع الذي تصبح عنده سرعة الجسم تساوي **10 m/s**

$ME = KE + PE$

$ME = \frac{1}{2} m v^2 + mgh$

$6000 = \frac{1}{2} (30) (10)^2 + (30) (10) h$

$h = 15$ m

- سرعة الجسم عند ارتفاع **10 m** من سطح الأرض

$ME = KE + PE$

$ME = \frac{1}{2} m v^2 + mgh$

$6000 = \frac{1}{2} (30) v^2 + (30) (10) (10)$

$v = 14.14$ m/s

حالة (2)

عند قذف الجسم لأعلى :

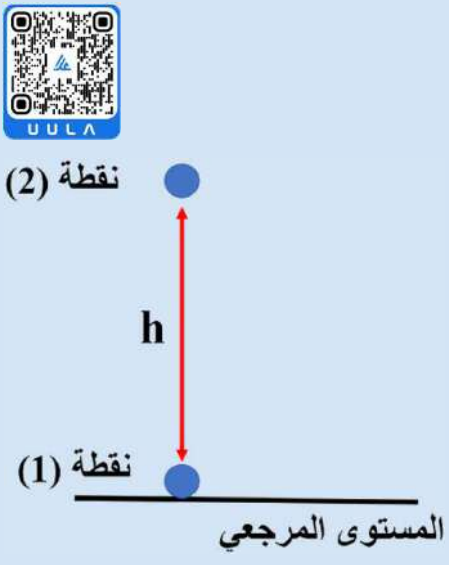
عند نقطة القذف

$h_1 = zero, \ PE_1 = zero$

$KE_1 = \frac{1}{2} m v_1^2$

وبالتالي :

$ME_1 = KE_1$



عند اقصي ارتفاع

$v_2 = zero, \ K.E_2 = zero$

$PE_2 = mgh_2$

وبالتالي

$ME_2 = PE_2$

عند حساب قيمة **الشغل** تكون عجلة الجاذبية الأرضية سالبة

صفوة معلمي الكويت

Q قذف حجر كتلته **(2) Kg** بسرعة **(16) m/s** رأسيا إلى أعلى أعتبر أن نقطة القذف هي المستوي المرجعي ثم احسب كلا من ،

- طاقة حركة الحجر لحظة قذفه

$\mathbf{KE_1 = \frac{1}{2} m v_1^2}$

$KE_1 = \frac{1}{2}(2)(16)^2 = 256$ J

- الطاقة الميكانيكية للنظام

$\mathbf{ME_1 = PE_1 + KE_1}$
PE_1 = zero
$ME_1 = KE_1 = 256$ J

- طاقة وضع الحجر عند أقصى ارتفاع يصل إليه

$ME_2 = ME_1 = 256$ J
$\mathbf{ME_2 = PE_2 + KE_2}$
KE_2 = ZERO
$ME_2 = PE_2 = 256$ J

- أقصى ارتفاع وصل إليه الحجر

$\mathbf{PE_2 = mgh_2}$
$256 = (2)(10)\, h_2$
$h_2 = 12.8$ m

- الشغل الذي بذلته قوة جذب الأرض

$\mathbf{W = \Delta KE}$
$W = KE_2 - KE_1$
W = zero $- 256$
$W = -256$ J

$\mathbf{W = - \Delta PE}$
$W = -(PE_2 - PE_1)$
$W = -(256 -$ zero$)$
$W = -256$ J

- الارتفاع التي يتساوى عنده طاقتا الوضع و الحركة

$KE = PE = \frac{ME}{2} = \frac{256}{2} = 128$ J

$\mathbf{PE = mgh}$
$128 = (2)(10)\, h$
$h = 6.4$ m

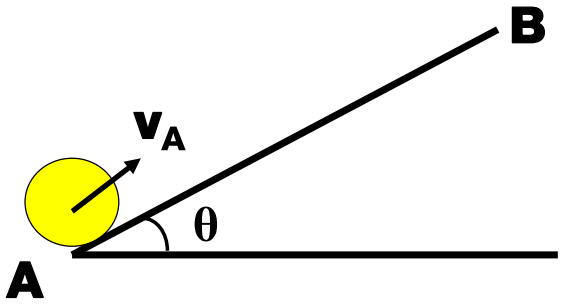
- السرعة التي يتساوى عندها طاقتا الوضع و الحركة

$KE = PE = \frac{ME}{2} = \frac{256}{2} = 128$ J

$\mathbf{KE = \frac{1}{2} m v^2}$
$128 = \frac{1}{2}(2)\, v^2$
$v = 11.31$ m/s

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة
صفوة معلمي الكويت

Q جسم كتلته **100 g** موضوع أسفل مستوى مائل كما بالشكل . إذا اعتبرنا سطح المستوي المائل هو المستوي المرجعي . إذا اطلق الجسم لأعلى من النقطة **A** بسرعة ابتدائية **10 m/s** , احسب



- الطاقة الميكانيكية للجسم

عند النقطة A

$ME = KE_A + PE_A$

PE_A = zero

$ME = KE_A = \frac{1}{2} m v_A^2$

$ME = KE_A = \frac{1}{2}(0.1)(10)^2 = 5$ J

- أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم

ME = KE + PE

KE = zero

ME = PE

ME = m g h

5 = (0.1) (10) h → h = 5 m

- ارتفاع الجسم الذي يجعل سرعته **5 m/s**

ME = KE + PE

$ME = \frac{1}{2} m v^2 + m g h$

$5 = = [\frac{1}{2}(0.1)(5)^2] + [(0.1)(10) h]$

h = 3.75 m

- الارتفاع الذي يتساوى عنده طاقتا الوضع والحركة

$KE = PE = \frac{ME}{2} = \frac{5}{2} = 2.5$ J

PE = mgh

2.5 = (0.1) (10) h

h = 2.5 m

- سرعة الجسم عند الموضع الذي يتساوى فيه طاقتا الوضع و الحركة

$KE = PE = \frac{ME}{2} = \frac{5}{2} = 2.5$ J

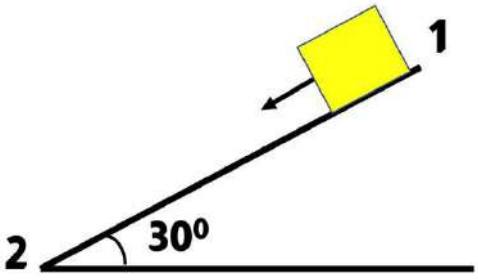
$KE = \frac{1}{2} m v^2$

$2.5 = \frac{1}{2}(0.1) v^2$

v = 7.07 m/s

Q صندوق خشبي كتلته **10 Kg** انزلق من سكون من النقطة **(1)** على مستوي أملس طوله **5 m** يميل على المستوي المرجعي بزاوية مقدارها **30°** حتى وصل إلى المستوي المرجعي عن النقطة **(2)** ، احسب

- الطاقة الميكانيكية للنظام



$\mathbf{h_1 = d \sin \theta} = 5 \sin 30 = 2.5$ m
$\mathbf{ME = PE_1 + KE_1}$
KE_1 = zero
$\mathbf{ME = PE_1 = m\,g\,h_1}$
ME = (10) (10) (2.5) = 250 J

m = 1 Kg
v_1 = zero
d_{12} = 5 m

- طاقة حركة الصندوق أسفل المستوى المائل

$\mathbf{ME = PE_2 + KE_2}$
PE_2 = zero
ME = KE_2 = 250 J

- ارتفاع المستوى الذي تكون عنده سرعة الصندوق تساوي **5 m/s**

$\mathbf{ME = PE_2 + KE_2}$

$ME = \frac{1}{2} m v^2 + mgh$

$250 = \frac{1}{2} (10) (5)^2 + (10) (10) h$

h = 1.25 m

- سرعة الصندوق على ارتفاع **2 m** من المستوى المرجعي

ME = KE + PE

$ME = \frac{1}{2} m v^2 + mgh$

$250 = \frac{1}{2} (10) v^2 + (10) (10) (2)$

v = 3.16 m/s

- الارتفاع الذي يتساوى عنده طاقتا الوضع و الحركة

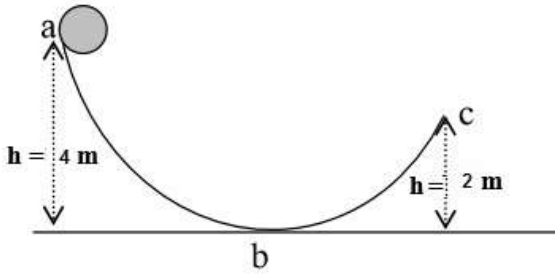
$KE = PE = \frac{ME}{2} = \frac{250}{2} = 125$ J
$\mathbf{PE = m\,g\,h}$
125 = (10) (10) h → h = 1.25 m

- سرعة الصندوق عند الموضع الذي يتساوى فيه طاقتا الوضع و الحركة

$KE = PE = \frac{ME}{2} = \frac{250}{2} = 125$ J
$\mathbf{KE = \frac{1}{2} m v^2}$
$125 = \frac{1}{2} (10) v^2$ → v = 5 m/s

UULA
صفوة معلمي الكويت

Q كرة وزنها **200 N** تنزلق من النقطة **a** علي المسار الأملس **abc** الموضح بالشكل , إذا علمت أن النقطة **b** تمثل المستوي المرجعي ، احسب



- طاقة وضع الكرة عند النقطة **a**

W = m g = 200 N

$m = \frac{200}{10}$ = 20 Kg

PE_A = m g h_a = (200) (4) = 800 J

- الطاقة الميكانيكية للكرة عند النقطة **a**

ME = KE_a + PE_a

KE_a = zero

ME = PE_a = 800 J

- سرعة الكرة عند النقطة **b**

KE_b = ME = 800 J

KE_b = $\frac{1}{2}$ m v_b^2 → $800 = \frac{1}{2}(20)\, v_b^2$ → v_b = 8.94 m/s

- سرعة الكرة عند النقطة **c**

ME = KE_c + PE_c

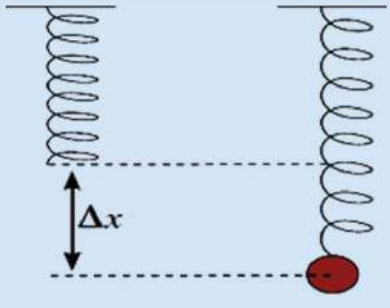
$ME = m\ g\ h_c + \frac{1}{2} m\ v_c^2$

$800 = [\ (20)\ (10)\ (2)\ ] + [\ \frac{1}{2}(20)\ v_c^2\ ]$

v_c = 6.32 m/s

الطاقة الكامنة المرنة في الزنبرك :

عند شد أو ضغط النابض فإنه يختزن طاقة كامنة مرونية

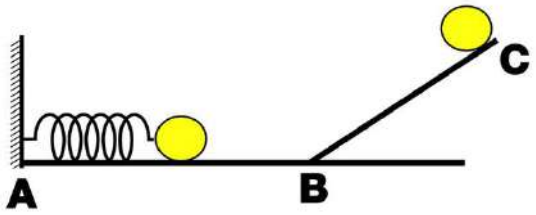


PE_e = $\frac{1}{2}$ K Δx^2

الوحدة الدولية	الاسم	الرمز
J	الطاقة الكامنة المرنة	PE_e
N/m	ثابت المرونة - هوك	K
m	الاستطالة	Δx

UULA.COM © جميع الحقوق محفوظة

Q نابض طوله **100 cm** ضغط حتي أصبح طوله **50 cm** عند النقطة **A** ووضع أمامه جسم كتلته **2 Kg**, إذا كان ثابت مرونة النابض يساوي **200 N/m** , و تحرك الجسم علي المسار الأملس **ABC** اعتبر الخط **AB** هو المستوى المرجعي، احسب



- سرعة الجسم عند النقطة **B**

$\Delta x = 100 - 50 = 50$ cm

$\mathbf{ME_A = ME_B}$

$\mathbf{[\ KE_A + PE_A\ ] = [\ KE_B + PE_B\ ]}$

KE_A = zero, PE_B = zero

$PE_A = KE_B$

$\frac{1}{2} K \Delta x^2 = \frac{1}{2} m v_B^2$

$[\ (\frac{1}{2})(200)(\frac{50}{100})^2\ ] = [\ \frac{1}{2}(2) v_B^2\ ]$

$v_B = 5$ m/s

- اقصي ارتفاع يصل إليه الجسم عند النقطة **C**

$\mathbf{ME_B = ME_C}$

$\mathbf{[\ KE_B + PE_B\ ] = [\ KE_C + PE_C\ ]}$

KE_C = zero , PE_B = zero

$KE_B = PE_C$

$\frac{1}{2} m v_B^2 = m g h_c$

$[\ (\frac{1}{2})(2)(5)^2\ ] = [\ (2)(10) h_c\ ]$

$h_c = 1.25$ m

تدرب و تفوق

اختبارات الكترونية ذكية

صفوة معلمي الكويت

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة

حركة البندول :

تعتبر حركة البندول البسيط في غياب الاحتكاك مثالا على حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول عند دراسة التبادل بين طاقتا الوضع الثاقلية والحركة في غياب قوة الاحتكاك فإنه عند سحب البندول من موضع الاستقرار G_0 ليصنع زاوية θ_m فإنه يرتفع مسافة h عن موضع الاستقرار وبالتالي يمكن حساب طاقة الوضع الثاقلية بالمعادلة التالية :

$$PE_g = m\,g\,h$$

$$h = L\,(1 - \cos\theta)$$

$$PE_g = m\,g\,L\,(1 - \cos\theta)$$

معلق ⚠

عند حساب الطاقة الميكانيكية عند أي موضع :

$$ME = KE + PE$$

$$ME = \frac{1}{2} m\,v^2 + m\,g\,L\,(1 - \cos\theta)$$

عند أقصى ارتفاع :

$$KE = zero$$

$$ME = m\,g\,L\,(1 - \cos\theta_m)$$

عند نقطة الاتزان G_0 :

$$PE = zero$$

$$ME = \frac{1}{2} m\,v^2$$

الرمز	الاسم	الوحدة الدولية
KE	طاقة الحركة	J
PE	طاقة الوضع	J
m	الكتلة	Kg
L	طول البندول	m
θ_m	الزاوية	درجة

صفوة معلمي الكويت

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

- طاقة الوضع الثاقلية لبندول
  - الكتلة
  - الإزاحة الزاوية
  - طول البندول
  - عجلة الجاذبية الأرضية

علل لما يأتي :

- عندما يمر ثقل البندول المهتز بموضع اتزانه فإنه لا يسكن

  لأن عند موضع الاتزان تكون الطاقة الحركية للبندول أكبر قيمة و بالتالي يستمر في حركته بسبب القصور الذاتي

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

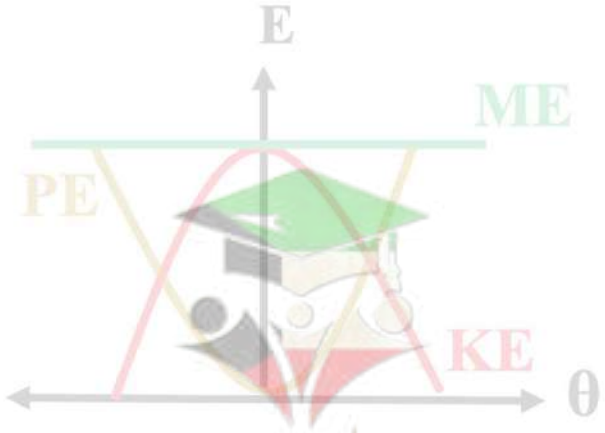
- طاقة الحركة- الزاوية التي يتحرك بها البندول

- طاقة الوضع - الزاوية التي يتحرك بها البندول

معلق

- الطاقة الميكانيكية و الزاوية التي يتحرك بها البندول

العلاقات البيانية بين الطاقة الحركية و طاقة الوضع والطاقة الميكانيكية للبندول مع الزاوية :



صفوة معلمي الكويت

بندول بسيط مكون من كتلة **100 g** مربوط بخيط عديم الوزن لا يتمدد طوله **40 cm** , سحبت الكتلة مع إبقاء الخيط مشدودا بزاوية **60°** و أفلتت من دون سرعة ابتدائية , لتهتز في غياب الاحتكاك , احسب

- الطاقة الميكانيكية للنظام

$m = 0.1\ Kg$
$\theta_m = 60°$
$L = 0.4\ m$
$ME = ?$
$v = ?\ m/s$

عند أقصى ارتفاع

$KE = zero$

$\mathbf{ME = PE = m\,g\,L\,(1 - \cos\theta_m)}$

$ME = (0.1)(10)(0.4)(1 - \cos 60)$

$ME = 0.2\ J$

- سرعة الكتلة عند النقطة G_0

عند نقطة الاتزان G_0

$PE = zero$

$\mathbf{ME = KE = \frac{1}{2} m v^2}$

$0.2 = \frac{1}{2}(0.1)\, v^2$

$v = 2\ m/s$

معلق

- الزاوية التي يتساوى عندها طاقتا الوضع و الحركة

$KE = PE = \frac{ME}{2} = \frac{0.2}{2} = 0.1\ J$

$\mathbf{PE = m\,g\,L\,(1 - \cos\theta)}$

$0.1 = (0.1)(10)(0.4)[1 - \cos\theta]$

$\cos\theta = 0.75$

$\theta = 41.4^0$

- احسب السرعة التي يتساوى عندها طاقتا الوضع و الحركة

$KE = PE = \frac{ME}{2} = \frac{0.2}{2} = 0.1\ J$

$\mathbf{KE = \frac{1}{2} m v^2}$

$0.1 = \frac{1}{2}(0.1)\, v^2$

$v = 1.41\ m/s$

تدرب و تفوق

اختبارات الكترونية ذكية

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة
صفوة معلمي الكويت

عدم حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول :

التغير في الطاقة الكلية للنظام يكون نتيجة التغير في الطاقة الداخلية أو الميكانيكية أو الاثنين معا

$$\Delta E = \Delta ME + \Delta U$$

ومع حفظ الطاقة في النظام المعزول يصبح $\Delta E = ZERO$ وبالتالي :

$$\Delta ME = - \Delta U$$

و بالتالي التغير في الطاقة الميكانيكية يساوي معكوس التغير في الطاقة الداخلية
وبما أن الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك يتحول إلى طاقة داخلية , تعمل علي تغير درجة حرراته أو تغير حالته الفيزيائية أو الاثنين معا

$$\Delta ME = - W_f$$

$$\Delta ME = - f \times d$$

و بالتالي التغير في الطاقة الميكانيكية يساوي الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك

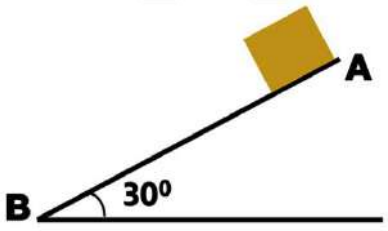
الوحدة الدولية	الاسم	الرمز
J	التغير في الطاقة الميكانيكية	ΔME
N	قوة الاحتكاك	f
m	الإزاحة	d

علل لما يأتي :

Q عندما يتحرك جسم علي مستوى خشن فإن الطاقة الميكانيكية للنظام تصبح غير محفوظة

لتحويل جزء من الطاقة الميكانيكية للجسم إلى طاقة حرارية بسبب الاحتكاك مع المستوي الخشن

Q صندوق صغير كتلته **m = 100 g** , أفلت من سكون من النقطة **A** , علي المستوى المائل الخشن , إذا كان طول المسار **AB** يساوي **4 m** , و يصنع زاوية مقدارها **30°** مع المستوى الأفقي , إذا وصل الصندوق إلى النقطة **B** بسرعة $v_B = 6$ **m/s** و كان الخط الأفقي المار بالنقطة B يمثل المستوى المرجعي ، احسب



- مقدار قوة الاحتكاك علي المستوى المائل

$h_A = d \sin\theta = (4) \sin 30 = 2$ m

$\Delta ME = - f \ d_{AB}$

$ME_B - ME_A = - f \ d_{AB}$

$[KE_B + PE_B] - [KE_A + PE_A] = - f \ d_{AB}$

$PE_B = zero, \quad KE_A = zero$

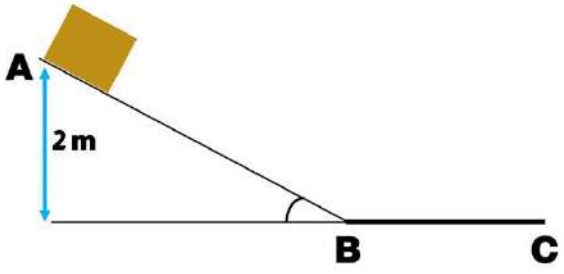
$KE_B - PE_A = - f \ d_{AB}$

$\frac{1}{2} m v_B^2 - m g h_A = - f \ d_{AB}$

$[\frac{1}{2} (0.1) (6)^2] - [(0.1) (10) (2)] = - f (4)$

$f = 0.05$ N

Q الشكل المقابل يوضح جسما كتلته **5Kg** موضوع أعلى مستوي مائل **أملس** , تحرك الجسم من السكون من النقطة **A** التي ترتفع عن الأرض بمقدار **2 m** لتصل إلى النقطة رقم **B** , ثم تحركت علي المستوي **الخشن** لتتوقف عن الحركة عند النقطة **C** إذا كان الخط الأفقي المار بالنقطتين **C،B** يمثل المستوى المرجعي و المطلوب ، احسب



- الطاقة الميكانيكية للجسم عند النقطة **A**

$ME = PE_A + KE_A$

KE_A = zero

$ME = P.E_A = m\ g\ h_A$

$ME = (5)\ (10)\ (2) = 100\ J$

- سرعة الجسم عند النقطة **B**

$ME = KE_B + PE_B$

PE_B = zero

$ME = KE_B = 100\ J$

$KE_B = \frac{1}{2}\ m\ v_B^2$

$100 = \frac{1}{2}(5)\ v_B^2$

$v_B = 6.32\ m/s$

- إذا كان طول المسار **1m (BC)** احسب مقدار قوة الاحتكاك

$\Delta ME = -f\ d_{BC}$

$ME_C - ME_B = -f\ d_{BC}$

$[\ KE_C + PE_C\ ] - [\ KE_B + PE_B\ ] = -f\ d_{BC}$

PE_B = zero , PE_C = zero, KE_C = zero

$-\ KE_B = -f\ d_{BC}$

$100 = f\ (1)$

$f = 100\ N$

تـدرب و تـفوق

اختبارات الكترونية ذكية

صفوة معلمي الكويت

عزم القوة

عزم القوة (عزم الدوران) τ كمية فيزيائية تعبر عن مقدرة القوة علي إحداث حركة دورانية للجسم حول محور الدوران

- عندما تؤثر القوة علي صنبور أو عند فتح الباب أو ربط صامولة فإن المسبب لدوران الجسم هو عزم القوة و ليس القوة
- القوة تكسب الجسم تسارعا اما عزم القوة فيكسب الجسم دورانا

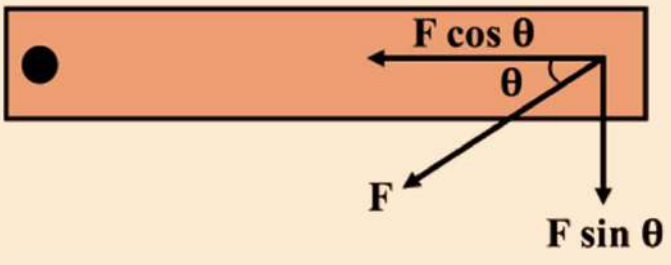
$$\vec{\tau} = \vec{F_{\perp}} \times \vec{d}$$

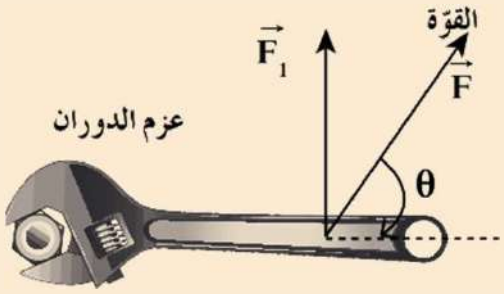
$$\vec{\tau} = \vec{F}\ \vec{d} \sin\theta$$

الرمز	الاسم	الوحدة الدولية
τ	عزم القوة	N.m
F	القوة	N
d	ذراع القوة - ذراع العزم	m
θ	الزاوية بين القوة و محور الدوران	درجة

ذراع القوة (ذراع الرافعة) المسافة من محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة

- يقاس عزم القوة بوحدة N.m وهي لا تكافئ وحدة الجول
- عندما تؤثر علي الجسم قوة بزاوية تميل علي محور الدوران فإن مركبة القوة العمودية فقط هي التي تسهم في عمل القوة





اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

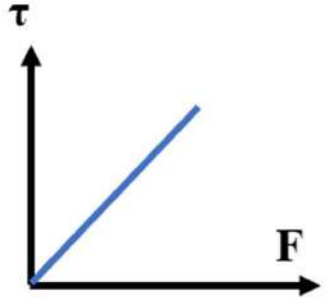
عزم القوة

- مقدار القوة
- ذراع العزم
- الزاوية بين القوة و ذراع العزم

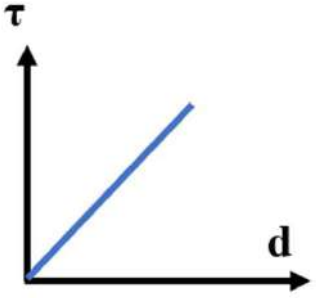
صفوة معلمي الكويت

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

- عزم القوة و القوة



- عزم القوة و ذراع العزم



- يزداد مقدار عزم القوة بزيادة مقدار القوة المؤثرة
- يزداد مقدار عزم القوة بزيادة ذراع العزم (ذراع القوة)
- عند استخدامنا لمفتاح ربط طويل , فإن استخدام مفتاح الربط الطويل يؤدي إلى بذل جهد اقل و عزم أكبر و يفتح البرغي بسهولة

علل لما يأتي :

- يمكن الحصول علي قيم متعددة لعزم القوة رغم ثبات مقدار القوة

بسبب اختلاف ذراع العزم او بسبب اختلاف مقدار الزاوية

- استخدام مطرقة مخلبية طويلة لسحب مسمار من قطعة خشبية

لأنه بزيادة ذراع العزم يزداد العزم الناتج و بالتالي يسهل فك المسمار

- استخدام سكين طويل لفتح علبة دهان

لأنه بزيادة ذراع العزم يزداد العزم الناتج و بالتالي يسهل فتح العلبة

- يوضع مقبض الباب بعيدا عن محور دوران الباب (مفصلات الباب)

لأنه بزيادة ذراع العزم يزداد العزم الناتج و بالتالي يسهل فتح الباب

- استخدام مفاتيح ذات اذرع طويلة لفك الصواميل

لأنه بزيادة ذراع العزم يزداد العزم الناتج و بالتالي يسهل فك الصواميل

- يصعب فك صامولة باستخدام مفتاح ذات ذراع قصير

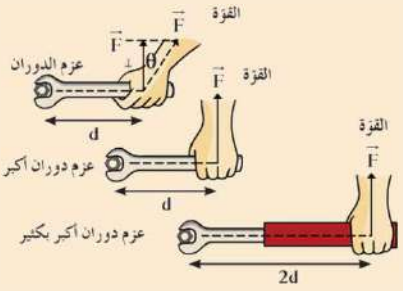
لأنه بزيادة ذراع العزم يزداد العزم الناتج و بالتالي عند استخدام أذرع قصيرة نحتاج لقوة كبيرة لفتح الصامولة

- يلزم عصا طويلة لتحريك صخرة كبيرة من علي سطح الأرض

لأنه بزيادة ذراع العزم يزداد العزم الناتج و بالتالي يسهل تحريك الصخرة

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة
صفوة معلمي الكويت

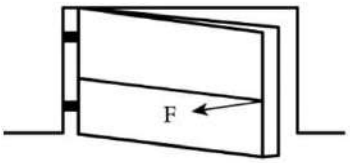
استخدام قوة عمودية تؤدي إلى عزم أكبر وبالتالي يسهل فتح البرغي



علل لما يأتي :

- عند فتح الباب فأنك تدفعه بقوة عمودية

لأن القوة العمودية تولد أكبر قيمة للعزم, **sin 90 = 1** و بالتالي يبذل جهد أقل لفتح الباب



تحديد اتجاه عزم القوة

العزم كمية متجهة لأنه حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهي القوة و ذراعها

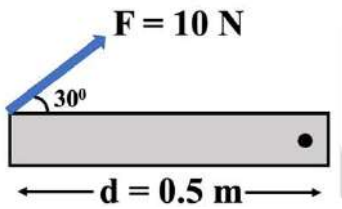
علل لما يأتي :

- عزم القوة كمية متجهة

لأنه ناتج عن حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهي القوة و الإزاحة

- يحدد اتجاه عزم القوة بقاعدة اليد اليمني
- إذا كان اتجاه عزم القوة عكس عقارب الساعة فإن اتجاه العزم عمودي علي الصفحة للخارج و يعتبر العزم موجبا
- إذا كان اتجاه عزم القوة مع عقارب الساعة فإن اتجاه العزم عمودي علي الصفحة للداخل و يعتبر العزم سالبا

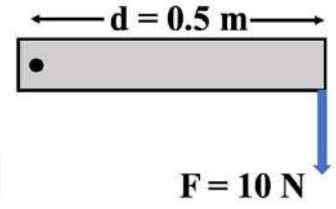
- احسب **مقدار** عزم القوة في الحالات التالية (مع تحديد **اتجاه** العزم)



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

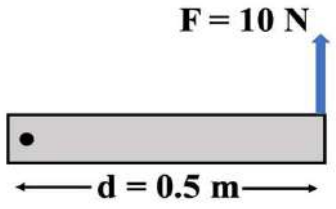
$\tau = (10)(0.5)\sin(30)$

$\tau = -2.5$ N.m



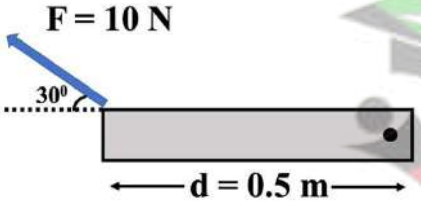
$\vec{\tau} = \vec{F}\ \vec{d}$

$\tau = (10)(0.5) = -5$ N.m



$\vec{\tau} = \vec{F}\ \vec{d}$

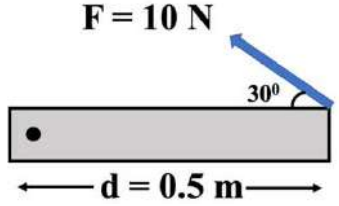
$\tau = (10)(0.5) = +5$ N.m



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

$\tau = (10)(0.5)\sin(30)$

$\tau = -2.5$ N.m



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

$\tau = (10)(0.5)\sin(30)$

$\tau = +2.5$ N.m

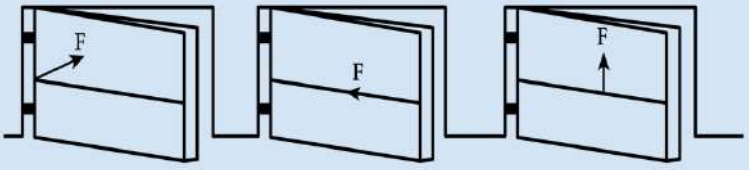
حالات يكون فيها عزم القوة صفرا :

إذا كان خط عمل القوة يمر بمحور الدوران

$d = zero \rightarrow \tau = zero$

إذا كان خط عمل القوة يوازي محور الدوران

$\theta = zero \rightarrow \sin(zero) = zero \rightarrow \tau = zero$



علل لما يأتي :

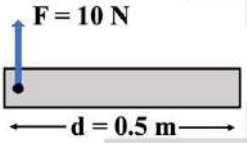
- لا يدور الجسم الصلب القابل للدوران عند التأثير عليه بقوة توازي محور الدوران

$\theta = zero \rightarrow \sin(0) = zero \rightarrow \tau = F\ d \sin\theta = zero$

- لا يدور الجسم الصلب القابل للدوران عند التأثير عليه بقوة يمر خط عملها بمحور الدوران

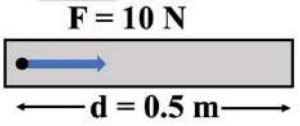
$d = zero \rightarrow \tau = Fd \sin\theta = zero$

- احسب **مقدار** عزم القوة في الحالات التالية (مع تحديد **اتجاه** العزم)



$\vec{\tau} = \vec{F}\ \vec{d}$

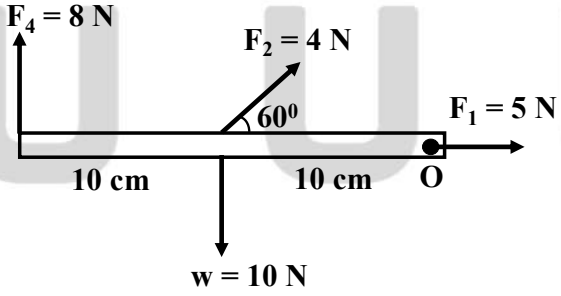
$\tau = zero$



$\vec{\tau} = \vec{F}\ \vec{d}$

$\tau = zero$

- ساق منتظمة و متجانسة وزنها **10 N** و طولها **20 cm** , احسب محصلة العزوم المؤثرة علي الساق بالنسبة لمحور الدوران **O**



$\tau_1 = zero$

لأن القوة تمر بمحور الدوران

$\tau_2 = \vec{F}\ \vec{d} \sin\theta = (4)\left(\frac{10}{100}\right) \sin(60) = -0.34$ N.m

$\tau_3 = \vec{F}\ \vec{d} = (10)\left(\frac{10}{100}\right) = +1$ N.m

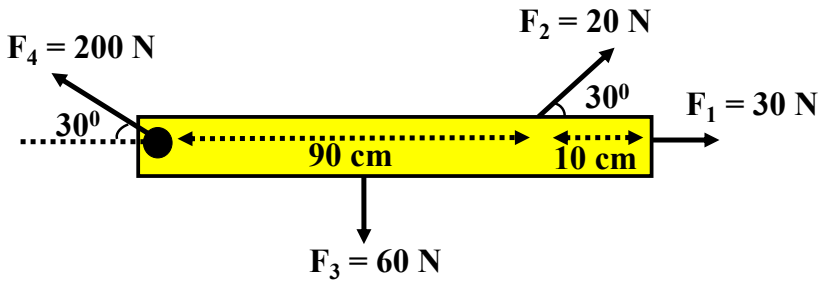
$\tau_4 = \vec{F}\ \vec{d} = (8)\left(\frac{20}{100}\right) = -1.6$ N.m

$\tau_T = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4$

$\tau_T = zero - 0.34 + 1 - 1.6 = -0.94$ N.m

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة
صفوة معلمي الكويت

يوضح الشكل ساقا متجانسة طولها **100 cm** وزنها **60 N** تؤثر فيها ثلاث قوى , احسب



- مقدار عزم القوة لكل من القوى الأربع و حدد اتجاهها حول محور الدوران **O**

τ_1 = zero

لأن خط عمل القوة يمر بمحور الدوران

$\tau_2 = \vec{F}\ \vec{d} \sin\theta$

$\tau_2 = (20)\left(\frac{90}{100}\right) \sin(30) = +\ 9$ N.m

$\tau_3 = \vec{F}\ \vec{d} = (60)\left(\frac{50}{100}\right) = -\ 30$ N.m

τ_4 = zero

لأن القوة تمر بمحور الدوران

- محصلة العزوم علي الساق الناتج عن القوى الأربع

$\tau_T = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4$

τ_T = zero + 9 - 30 + zero

$\tau_T = -\ 21$ N.m

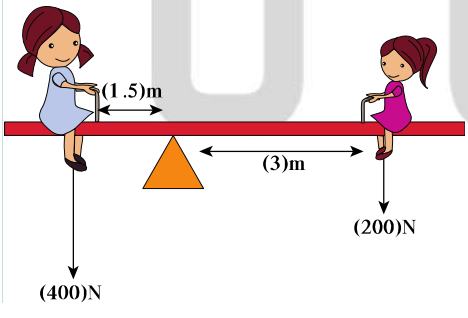
العزوم المتزنة

لتحقيق الاتزان الدوراني يجب أن يكون محصلة جمع العزوم تساوي صفرا

$\Sigma\ \tau$ = zero

أي أن المجموع الجبري للعزوم مع عقارب الساعة = المجموع الجبري للعزوم عكس اتجاه عقارب الساعة

$\Sigma\ \tau_{a.c.w} = \Sigma\ \tau_{c.w}$



مع عقارب الساعة $\tau_{c.w}$	عكس عقارب الساعة $\tau_{a.c.w}$
F x d	F x d
200 x 3	400 x 1.5
- 600 N.m	+ 600 N.m

$\Sigma\ \tau$ = zero

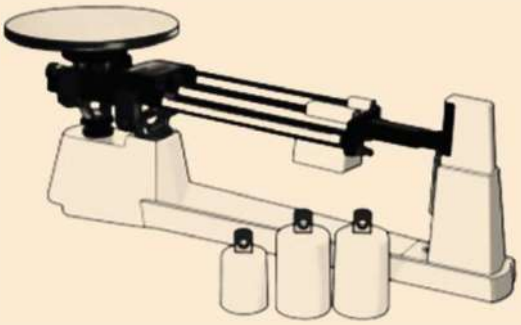
ينتج نفس عزم القوة بتأثير قوة كبيرة مع ذراع قصير أو بتأثير قوة صغيرة مع ذراع كبير

علل لما يأتي :

يتوازن الأطفال علي الأرجوحة حتي ولو اوزانهم غير متكافئة

لأن الاتزان يعتمد علي اتزان العزوم و ليس اتزان الأوزان

- يعتمد اتزان الميزان الذي يعمل بالأوزان المنزلقة علي اتزان العزوم وليس اتزان الأوزان



- لاتزان جسم يتحرك حركة خطية

$\Sigma F = zero$

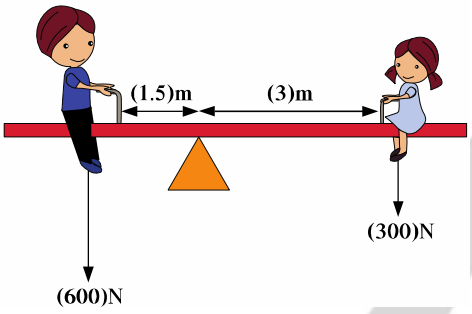
- لاتزان جسم يتحرك حركة دورانية

$\Sigma \tau = zero$

- لاتزان جسم مادي لابد من توافر شرطين

$\Sigma \tau = zero$, $\Sigma F = zero$

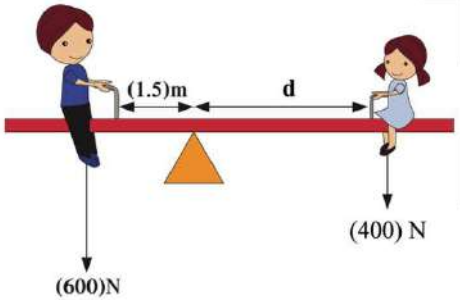
Q احسب مقدار عزم القوة لكل من وزني الفتاة و الولد الجالسين علي اللوح المتأرجح بإهمال وزن اللوح



$\tau_1 = F_1 d_1 = (600)(1.5) = +900$ N.m

$\tau_2 = F_2 d_2 = (300)(3) = -900$ N.m

- احسب المسافة التي تفصل الفتاة عن محور ارتكاز اللوح عندما يساوي وزن الفتاة **400 N** و النظام في حالة اتزان دوارني



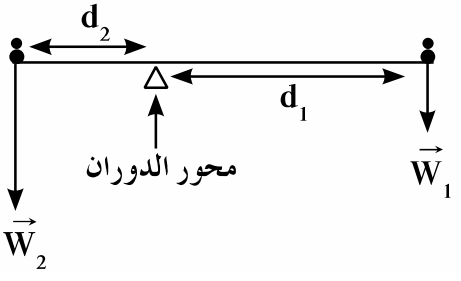
$\Sigma \tau = zero$

$\tau_1 = \tau_2$

$(600)(1.5) = 400\ d_2$

$d = 2.25$ m

Q يجلس طفلان وزن أحدهما **300N** و والآخر **450 N** علي طرفي أرجوحة طولها **3 m** كما بالشكل , حدد موقع محور الدوران الذي يجعل النظام في حالة اتزان دوراني



$d_1 + d_2 = 3$ m

$d_2 = 3 - d_1$

$\tau_2 = \tau_1$

$F_2 d_2 = F_1 d_1$

$450\ d_2 = 300\ d_1$

$450\ (3 - d_1) = 300\ d_1$

$d_1 = 1.8$ m

$d_2 = 3 - d_1 = 3 - 1.8$

$d_2 = 1.2$ m

صفوة معلمي الكويت

عزم القوة ومركز الثقل :

ملاحظات :

- يقع مركز الثقل عند الموضع المتوسط للجسم
- إذا كان موضع مركز الثقل داخل المساحة الحاملة للجسم فإن الجسم يتزن و تكون محصلة العزوم تساوي صفرا
- إذا كان مركز الثقل خارج المساحة الحاملة للجسم يصبح هناك عزم للقوة يسبب انقلابا

علل لما يأتي :

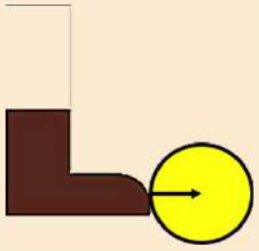
- إذا حاولت أن تلمس أصابع قدميك وأنت واقف و ظهرك ملامس للحائط فأنك تنقلب

  لأن مركز الثقل يصبح خارج المساحة الحاملة للجسم و بالتالي أصبح محصلة العزوم المؤثرة علي الجسم لا تساوي صفرا و ينقلب

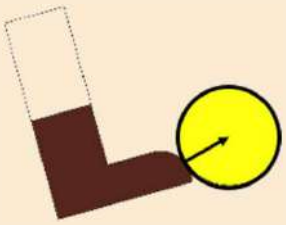
مركز ثقل الجسم الصلب هو موقع محور الدوران الذي تكون محصلة عزوم قوى الجاذبية المؤثرة في الجسم الصلب حوله تساوي صفرا

عند ركل كرة يحدث احتمال من اثنين:

- إذا كان خط عمل القوة يمر بمركز ثقل الكرة فإن الكرة تتحرك دون أن تدور حول مركز ثقلها



- إذا كان خط عمل القوة لا يمر بمركز الثقل فإن الكرة ستتحرك و كذلك ستدور حول مركز ثقلها بفعل عزم القوة الناتج



ماذا يحدث في الحالات التالية :

- عند ركل كرة بقوة تمر بمركز ثقلها

  لا تدور ← لأن محصلة العزم تساوي صفرا

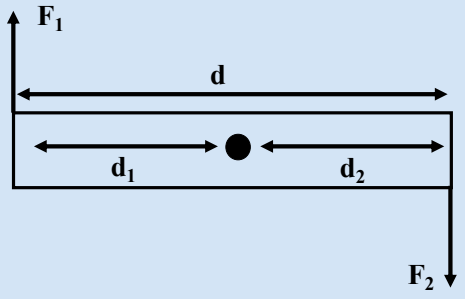
- عند ركل كرة بقوة لا تمر بمركز ثقلها

  تدور ← لأن محصلة العزم لا تساوي صفرا

صفوة معلمي الكويت

الازدواج قوتان متساويتان في المقدار و متوازيتان و تعملان في اتجاهين متضادين و ليس لهما خط عمل واحد

يمكن استنتاج قانون لحساب عزم الازدواج كما يلي



$$\tau_1 = F_1 d_1$$

$$\tau_2 = F_2 d_2$$

$$\tau_t = \tau_1 + \tau_2 = C$$

$$C = F_1 d_1 + F_2 d_2$$

وبما أن القوتين متساويتان

$$C = F (d_1 + d_2)$$

$$C = F \ d$$

الوحدة الدولية	الاسم	الرمز
N.m	عزم الازدواج	C
N	القوة	F
m	المسافة العمودية بين القوتين (ذراع الازدواج)	d

وبالتالي يمكن إيجاد صيغة تعريف جديدة لعزم الازدواج طبقا للقانون السابق كما يلي

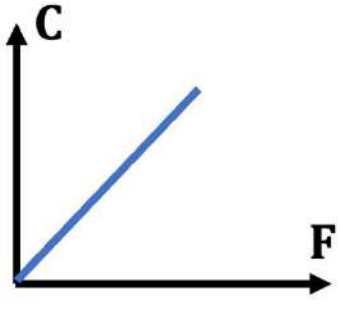
عزم الازدواج حاصل ضرب مقدار إحدى القوتيين بالمسافة العمودية بينهما

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

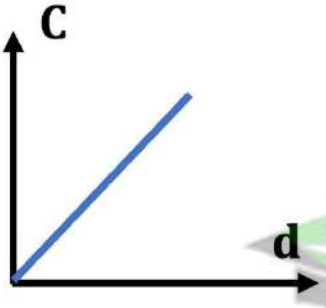
- عزم الازدواج
  - مقدار القوة
  - ذراع الازدواج (المسافة العمودية بين القوتين)

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

- عزم الازدواج و القوة



- عزم الازدواج و ذراع الازدواج



UULA.COM © جميع الحقوق محفوظة

تطبيقات علي عزم الازدواج :

عند فتح الصنبور فإننا نؤثر بإصبعين في مقبض الصنبور مما يشكل ازدواجا و يسبب دوران الصنبور

علل لما يأتي :

- عندما نريد فتح صنبور نؤثر عليه بأصبعينا فيدور الصنبور ولا يتزن رغم تساوي القوتين

  لأنه يتعرض إلى ازدواج و بالتالي يدور

عندما تقود دراجتك علي المنعطف فإنك تبذل بيدك قوتين يشكلان ازدواج يؤدي إلى التفاف الدراجة

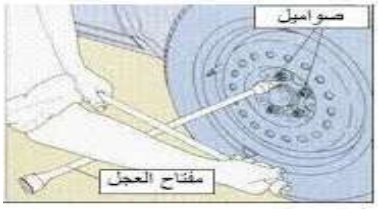
علل لما يأتي :

- عندما تقود دراجتك فأنك تؤثر بيديك الاثنتين علي المقود

  لأنه يتعرض إلى ازدواج و بالتالي يدور أسهل

عندما يستخدم الميكانيكي المفتاح الرباعي لفك صواميل اطار السيارة فإنه يستخدم يديه ليشكل ازدواجا ليسهل فك الصواميل

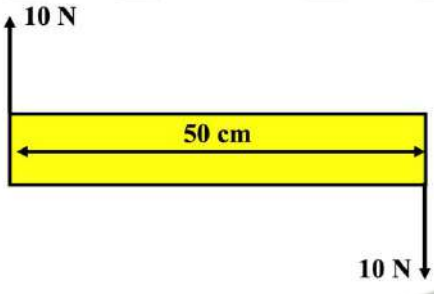
علل لما يأتي :



- استخدام المفتاح الرباعي لنزع إطارات السيارة

  لأنه يتشكل ازدواج و بالتالي يدور أسهل

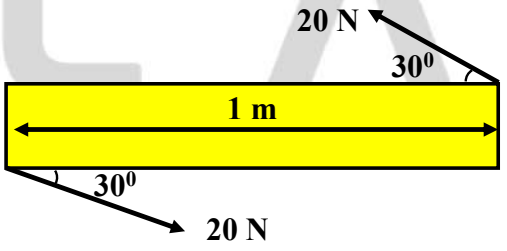
- احسب **مقدار** عزم الازدواج في الحالات التالية :



$C = F \ d$

$C = (10)\frac{50}{100}$

$C = 5$ N.m

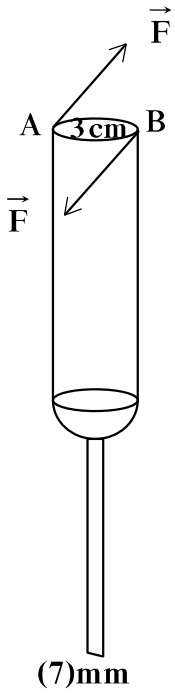


$C = F \ d \sin\theta$

$C = (20)\ (1) \sin (30)$

$C = 10$ N.m

صفوة معلمي الكويت



مفك قطر مقبضه **3 cm** و عرض رأسه الذي يدخل في البرغي **7 mm** أستخدم لتثبيت برغي بواسطة اليد بقوتين متساويتين **49 N** و متعاكستين في الاتجاه احسب

- عزم الازدواج المؤثر علي مقبض المفك

عند المقبض

$F_1 = F_2 = 49$ N
d = 3 cm

C = F d

$C = (49)\frac{3}{100} = 1.47$ N.m

- القوة التي تؤدي إلى دوران البرغي

عند البرغي

C = F d

$1.47 = F\frac{7}{1000}$

F = 210 N

علل لما يأتي :

يستخدم المفك لتثبيت البراغي أو نزعها بدلا من استخدام اليد مباشرة

لأن الازدواج الناتج علي المقبض ينتقل بالكامل إلى البرغي , وحيث أن ذراع الازدواج يكون أقل عند البرغي فيكون القوة الناتجة أكبر

تزداد سهولة فك البراغي كلما زاد نصف قطر مقبض المفك المستخدم

لأن بزيادة نصف قطر المقبض يزداد ذراع الازدواج و بالتالي يزداد مقدار العزم الناتج و يزداد سهولة فك البراغي

تدرب و تفوق

اختبارات الكترونية ذكية

صفوة معلمي الكويت

القصور الذاتي الدوراني

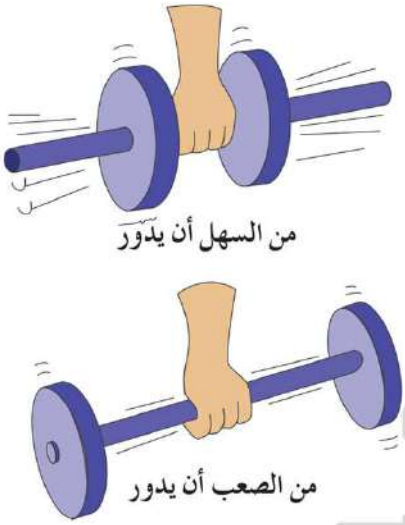
القصور الذاتي الدوراني (I)

مقاومة الجسم للتغير في حركته الدورانية

- تميل الأجسام التي تدور إلى الاستمرار في الدوران و تميل الأجسام الساكنة إلى البقاء ساكنة
- يحتاج الجسم إلى قوة لتغير حالته الخطية (سكون أو حركة في خط مستقيم) , ويحتاج الجسم عزم القوة لتغير الحالة الدورانية للجسم

العوامل التي تؤثر في القصور الذاتي الدوراني :

1. **موضع محور الدوران بالنسبة للجسم**
   - كلما زادت المسافة بين كتلة الجسم و محور الدوران يزداد القصور الذاتي الدوراني
2. **شكل الجسم و توزيع كتلته**
   - يختلف مقدار القصور الذاتي الدوراني إذا كان الجسم أجوف أو مصمتا
   - يختلف مقدار القصور الذاتي الدوراني باختلاف طريقة توزيع كتلة الجسم حول محور الدوران
3. **مقدار كتلة الجسم**
   - بزيادة كتلة الجسم يزداد القصور الذاتي الدوراني



اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

- القصور الذاتي الدوراني
  - موضع محور الدوران بالنسبة للجسم
  - كتلة الجسم
  - شكل الجسم و توزيع كتلته

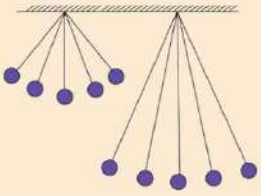
- مضرب كرة البيسبول ذي الذراع الطويل له قصور ذاتي دوراني أكبر من المضرب ذي الذراع القصيرة بسبب زيادة المسافة بين الجسم و محور الدوران
- المضرب الطويل عندما يتحرك يكون له ميل للبقاء متحركا أكثر من القصير
- المضرب الطويل يكون من الصعب زيادة سرعته بسبب قصوره الذاتي الدوراني الكبير ، لذلك لا يميل إلى التأرجح بسهولة على عكس المضرب القصير الذي يميل إلى التأرجح بسهولة
- المضرب القصير له قصور ذاتي دوراني قليل لذلك استخدامه أسهل لأنه من الممكن التحكم فيه بإمساكه بقوة

علل لما يأتي :

- يسهل استخدام عصا البيسبول القصيرة عن العصا الطويلة

  لأن لها قصورا ذاتيا دوراني أقل و بالتالي يسهل التحكم فيها

صفوة علمي الكويت



البندول البسيط الطويل له قصور ذاتي دوراني أكبر من البندول القصير بسبب زيادة المسافة بين الجسم و محور الدوران لذلك يميل البندول القصير إلى التحرك إلى الأمام والخلف (سهل التأرجح) أكثر من البندول الطويل

علل لما يأتي :

- البندول القصير يتحرك إلى الأمام و الخلف أكثر من تحرك البندول الطويل

  لأن له قصور ذاتي دوراني أقل , وبالتالي يسهل تأرجحه

- الحيوانات ذات القوائم (الأرجل) الطويلة لها قصور ذاتي دوراني أكبر من الحيوانات ذات القوائم القصيرة بسبب زيادة المسافة بين الجسم و محور الدوران
- لذلك الحيوانات ذات الأرجل الطويلة تتحرك بسرعة أقل من الحيوانات ذات الأرجل القصيرة

علل لما يأتي :

- الكلب ذو القوائم القصيرة يتحرك بسرعة أكبر من الغزال ذو القوائم الكبيرة

  لأن الحيوانات ذات القوائم القصيرة لها قصور ذاتي دوراني أقل

عند هز قدميك وهي ممدودة و عند هز قدميك عند ثني الساق, نجد أن تحريك الساق أسهل في حالة ثنيها لأن قصورها الذاتي الدوراني يقل وذلك بسبب اختلاف توزيع الكتلة حول محور الدوران

علل لما يأتي :

- يفضل ثني القدميين عند الجري

  لأن القصور الذاتي الدوراني يصبح أقل بسبب توزيع الكتل حول محور الدوران و بالتالي يسهل الجري

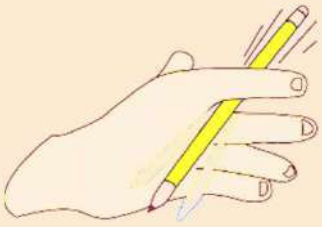
يمسك البهلوان عصا أو يمد يده ليزيد من قصوره الذاتي الدوراني مما يساعده علي مقاومة الدوران ليحظى بوقت أطول للحفاظ علي اتزانه

علل لما يأتي :

- يمسك البهلوان عصا طويلة في يديه وهو يتحرك

  لزيادة قصوره الذاتي الدوراني لمقاومة الانقلاب

صفوة معلمي الكويت



عند ارجحه القلم من منتصفه يكون أسهل لأن قصوره الذاتي الدوراني يكون أقل من أرجحته من الطرف

علل لما يأتي :

يسهل أرجحه القلم (المسطرة) وأنت تمسكه من المنتصف عن الطرف

لأن القصور الذاتي الدوراني يصبح أقل بسبب توزيع الكتل حول محور الدوران

يختلف زمن دحرجة جسم مصمت عن جسم أجوف عند تحركهم علي مستوى مائل , بسبب اختلاف القصور الذاتي الدوراني

علل لما يأتي :

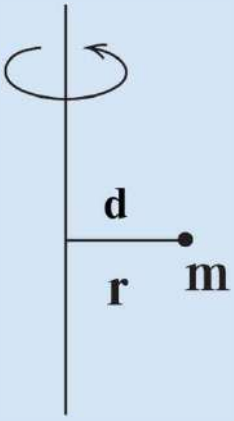
اختلاف القصور الذاتي الدوراني لكرة مصمتة عن كرة مجوفة تسقط من منحدر

بسبب اختلاف توزيع الكتل حول محور الدوران

قوانين القصور الذاتي الدوراني:

يختلف قانون حساب القصور الذاتي الدوراني طبقا لاختلاف موضع محور الدوران , أو شكل الجسم أو توزيع كتلته , أو كتلة الجسم

القصور الذاتي الدوراني للكتلة النقطية



إذا كانت الكتلة النقطية تدور حول محور دوران

$$I = m\,d^2 = m\,r^2$$

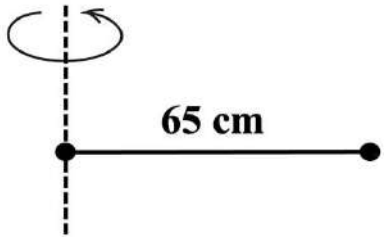
الوحدة الدولية	الاسم	الرمز
$Kg.m^2$	القصور الذاتي الدوراني	I
Kg	الكتلة	m
m	بعد الكتلة عن محور الدوران	d
m	نصف قطر الدوران	r

إذا كانت الكتلة النقطية منطبقة على محور الدوران

$I = zero$

لأن $d = zero$

صفوة معلمي الكويت



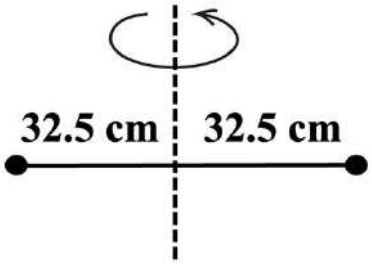
احسب القصور الذاتي الدوراني لعصا طولها **65 cm** و كتلتها مهملة تنتهي بكتلتين متساويتين مقدار كل منهما **0.3 Kg** و تدور حول أحد طرفيها كما بالشكل , علما أن **$I = mr^2$**

$m_1 = m_2 = 0.3$ Kg
$I = mr^2$
$I_{system} = ?$

إذا كان محور الدوران عند طرف العصا
يتلاشى القصور الذاتي الدوراني للكتلة النقطية الموجودة عند محور الدوران , و بما أن العصا مهملة الكتلة
يتلاشى القصور الذاتي الدوراني للعصا وبالتالي يصبح القصور الذاتي الكلي للنظام هو القصور الذاتي للكتلة البعيدة عن محور الدوران

$I_{\text{كتلة}} = mr^2 = (0.3)\left(\frac{65}{100}\right)^2 = 0.126$ Kg.m^2

- احسب القصور الذاتي الدوراني للعصا عندما تدور حول مركز كتلتها



إذا اصبح محور الدوران عند مركز كتلة العصا
(منتصف العصا) , يتلاشى القصور الذاتي الدوراني للعصا لأنها مهملة الكتلة , و يصبح القصور الذاتي الدوراني الكلي للنظام هو القصور الذاتي للكتلتين النقطيتين علي طرفي العصا

$I_{system} = I_{\text{كتلة}1} + I_{\text{كتلة}2} = 2\ I_{\text{كتلة}}$

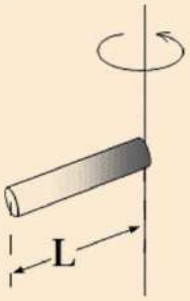
وذلك لأن الكتلتين متماثلتين .

$I_{system} = 2\ [\ mr^2\ ]$

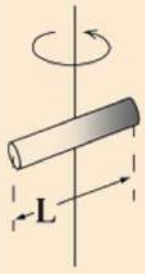
$I_{system} = 2\ [\ (0.3)\left(\frac{32.5}{100}\right)^2\ ] = 0.063$ Kg.m^2

ملاحظات :

- القصور الذاتي الدوراني ليس بالضرورة أن يكون كمية محددة للجسم نفسه
- القصور الذاتي الدوراني للجسم يكون أقل عندما تتوزع الكتلة نفسها داخل الجسم بتقارب عن محور الدوران
- القصور الذاتي الدوراني للجسم يكون أكبر عندما تتوزع الكتلة نفسها داخل الجسم بتباعد عن محور الدوران
- يختلف مقدار القصور الذاتي الدوراني باختلاف موضع محور الدوران
- القصور الذاتي الدوراني لعصا تدور حول مركز ثقلها أقل منه عندما تدور حول محور يمر بأحد أطرافها



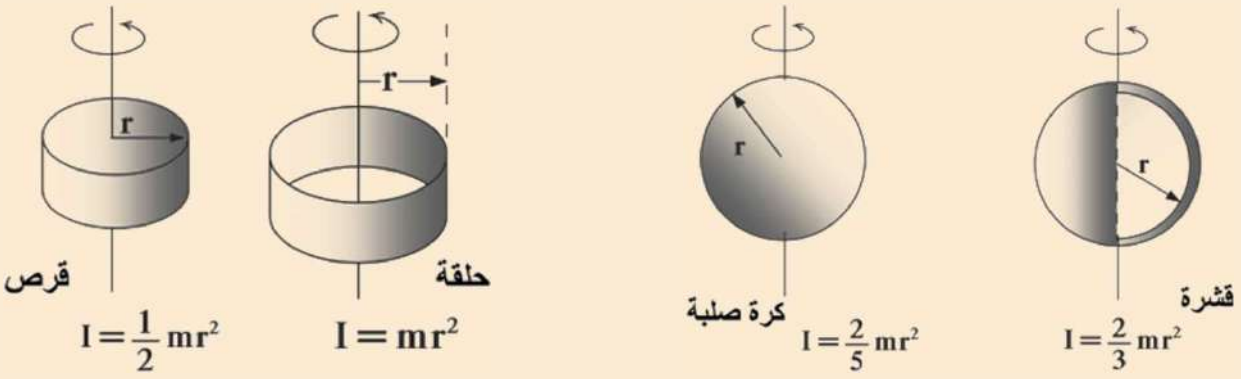
$I = \frac{1}{3} mL^2$



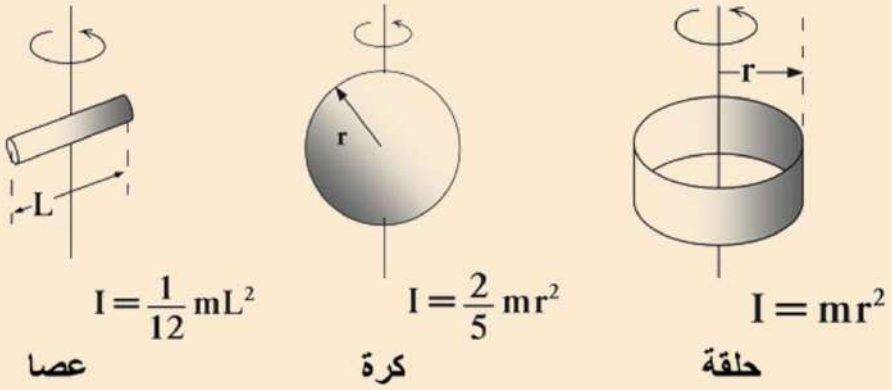
$I = \frac{1}{12} mL^2$

صفوة معلمي الكويت

- يختلف مقدار القصور الذاتي الدوراني باختلاف توزيع الكتلة (جسم أجوف أو مصمت)



- يختلف مقدار القصور الذاتي الدوراني باختلاف شكل الجسم



- الجسم مهمل الكتلة ليس له قصور ذاتي دوراني

I = zero

- بالنسبة للكتلة النقطية , إذا مر محور الدوران بالكتلة يكون

I = zero

Q احسب القصور الذاتي الدوراني لإسطوانة مصمته كتلتها **3 Kg** و قطرها **20 cm** و تتدحرج علي منحدر , علما بأن $\mathbf{I = \frac{1}{2} mr^2}$

m = 3 Kg
2r= 20 cm
I = ? Kg.m^2

$\mathbf{I = \frac{1}{2} mr^2} = \frac{1}{2}(3)\left(\frac{10}{100}\right)^2$

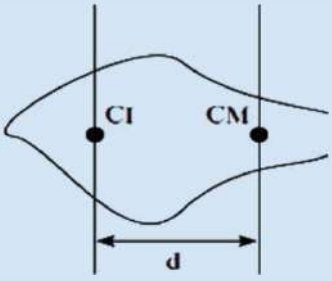
I = 0.015 Kg.m^2

صفوة معلمي الكويت

حساب القصور الذاتي الدوراني :

- عندما يمر محور الدوران بمركز ثقل الجسم يكون $I = I_0$ و يختلف قانون حساب I_0 حسب شكل الجسم كما هو موضح بالجدول السابق للأشكال الهندسية المختلفة .
- لكن إذا كان محور الدوران يبعد عن مركز ثقل الجسم بمقدار **d** يستخدم نظرية المحور الموازي لحساب القصور الذاتي الدوراني

نظرية المحور الموازي

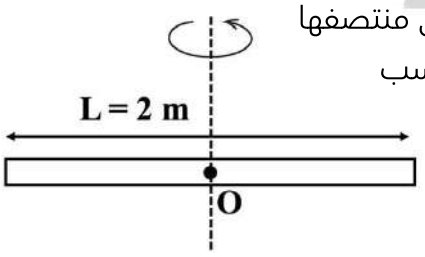


تسمح لنا النظرية بحساب القصور الذاتي الدوراني للجسم عندما يدور حول أي محور مواز للمحور المار بمركز ثقله ويبعد عنه مسافة **d**

$$I = I_0 + md^2$$

الوحدة الدولية	الاسم	الرمز
$Kg.m^2$	القصور الذاتي الدوراني عند المحور المار بمركز الثقل	I_0
$Kg.m^2$	القصور الذاتي الدوراني عند المحور الموازي	I
Kg	كتلة الجسم	m
m	المسافة الفاصلة بين المحورين	d

Q ساق منتظمة المقطع كتلتها **3 Kg** وطولها **2 m** تدور حول نقطة **O** في منتصفها , إذا علمت أن القصور الذاتي الدوراني يحسب بالعلاقة $I = \frac{1}{12}mL^2$ احسب



- القصور الذاتي الدوراني للعصاة

$$I = \frac{1}{12}mL^2 = \frac{1}{12}(3)(2)^2$$
$$I = 1\ Kg.m^2$$

- احسب القصور الذاتي الدوراني عندما يكون محور الدوران يبعد عن النقطة **O** مسافة **0.3 m**

$$I = I_0 + md^2$$
$$I = 1 + (3)(0.3)^2$$
$$I = 1.27\ Kg.m^2$$

- احسب القصور الذاتي الدوراني عندما يكون محور الدوران عند طرف العصا

$$I = I_0 + md^2$$
$$I = 1 + [(3)(1)^2]$$
$$I = 4\ Kg.m^2$$

تدرب و تفوق

اختبارات الكترونية ذكية

ديناميكا الدوران

سنقوم في هذا الدرس بعمل مقارنة بين الحركة الخطية و التي سبق دراستها مع الحركة الدورانية و سيتم تحويل الكميات التالية من الكمية الخطية إلى ما يماثلها في الحركة الدورانية كما يلي

الحركة الدورانية			حركة في خط مستقيم	
ازاحة زاوية	θ	← →	S	ازاحة خطية
سرعة زاوية	ω	← →	v	سرعة خطية
عجلة زاوية	θ''	← →	a	عجلة خطية
عزم قوة	τ	← →	F	قوة
القصور الذاتي الدوراني	I	← →	m	كتلة

مماثلة قوانين الحركة الدورانية

الحركة الزاوية	الحركة الخطية
$\theta_{(rad)}$	$S_{(m)}$
$\omega_{(rad/s)}$	$v_{(m/s)}$
$\theta''_{(rad/s^2)}$	$a_{(m/s^2)}$
$\tau_{(N.m)}$	$F_{(N)}$
$I_{(Kg.m^2)}$	$m_{(Kg)}$

⚠ معلق

$v = \omega r$

$a = \theta'' r$

$\tau = F r$

$I = m r^2$

الإزاحة في الحركة الدورانية :

- إذا دار الجسم دورة واحدة كاملة يمكن حساب ازاحته كما يلي

$\theta = 2\pi$

- إذا دارا لجسم عدة دورات **N** يمكن حساب ازاحته كما يلي

$\theta = N\,2\pi$

وحدة	الرسم	متغير
rad	الازاحة الزاوية	θ
rev	عدد الدورات	N

صفوة معلمي الكويت

تدور الكتلة النقطية **M** على مسار دائري نصف قطره **50 cm** , احسب :

- الإزاحة الزاوية للجسم عندما يقطع قوسا طوله **20 cm**

$r = 50\ cm$
$\theta = ?\ rad$
$S = 20\ cm$

$S = \theta\, r$
$\frac{20}{100} = \theta\, \frac{50}{100}$
$\theta = 0.4\ rad$

- عدد الدورات التي يعملها الجسم عندما يقطع إزاحة زاوية مقدارها **44 rad**

$N = ?$

$\theta = N\, 2\pi$
$44 = N\, 2\pi$
$N = 7\ rev$

السرعة الزاوية في الحركة الدورانية :

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{t}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

الوحدة الدولية		الاسم	الرمز
راديان / ثانية	rad/s	السرعة الزاوية	ω
دورة/ثانية	rev/s	التردد	f
ثانية	s	الزمن الدوري	T

معلق

تدور الكتلة النقطية **M** على مسار دائري نصف قطره **50 cm** و بتردد **10 rev/s** , احسب

- السرعة الزاوية التي يتحرك بها الجسم

$r = 50\ cm$
$f = 10\ rev/s$
$\omega = ?\ rad/s$

$\omega = 2\pi f$
$\omega = (2\pi)(10) = 20\pi\ rad/s = 62.83\ rad/s$

- السرعة الخطية التي يتحرك بها الجسم

$v = ?\ m/s$

$v = \omega\, r$
$v = (20\pi)(\frac{50}{100}) = 10\pi\ m/s = 31.4\ m/s$

العجلة الزاوية في الحركة الدورانية :

UULA
صفوة معلمي الكويت

الحركة الدورانية :

الحركة الدورانية المنتظمة (منتظمة السرعة)	الحركة الدورانية منتظمة العجلة
الحركة الدورانية المنتظمة	**الحركة الدورانية منتظمة العجلة**
▪ هي حركة الجسم حين يقطع الجسم علي محيط دائرة أقواسا متساوية في أزمنة متساوية ▪ حركة الجسم حين يمسح نصف القطر زوايا متساوية في أزمنة متساوية	▪ هي حركة الجسم عندما تتغير السرعة الزاوية للجسم المتحرك حركة دورانية بالنسبة للزمن تغيرا منتظما
$\omega = \frac{\Delta\theta}{t}$	$\theta'' = \frac{\Delta\omega}{t}$
$\theta'' = zero$	$\theta'' \neq zero$
▪ السرعة الزاوية ثابتة	▪ السرعة الزاوية متغيرة

معادلات الحركة الدورانية المعجلة بانتظام :

معلق

$$\omega = \omega_0 + \theta'' t$$

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\theta'' t^2$$

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\,\theta''\theta$$

الوحدة الدولية		الاسم	الرمز
راديان/ثانية^2	rad/s^2	العجلة الزاوية	θ''
راديان/ثانية	rad/s	السرعة الابتدائية	ω_0
راديان/ثانية	rad/s	السرعة النهائية	ω
ثانية	s	الزمن	t
راديان	rad	الإزاحة الزاوية	θ

- إذا تحرك الجسم من السكون $\omega_0 = zero$ $\theta'' = +$
- إذا توقف الجسم عن الحركة $\omega = zero$ $\theta'' = -$

صفوة معلمي الكويت

تدور الكتلة النقطية **M** من السكون في مدار نصف قطره **50 cm** , و بعجلة زاوية منتظمة مقدارها **10 rad/s²** احسب

- السرعة الزاوية بعد مرور زمن **10 s**

$$\omega = \omega_0 + \theta'' t$$
$$\omega = \text{zero} + [(10)(10)]$$
$$\omega = 100 \text{ rad/s}$$

- الإزاحة الزاوية للكتلة خلال **10 s**

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\theta'' t^2$$
$$\theta = \text{zero} + [\frac{1}{2}(10)(10)^2]$$
$$\theta = 500 \text{ rad}$$

- عدد الدورات التي تدورها الكتلة خلال **10 s**

$$\theta = N\ 2\pi$$
$$500 = N\ 2\pi$$
$$N = 79.57 \text{ rev}$$

⚠ معلق

تتحرك كتلة نقطية علي مسار دائري بسرعة زاوية مقدارها **10 rad/s** لتتوقف عن الحركة بعد مرور زمن **5 s** , احسب

- العجلة الزاوية للكتلة النقطية

$$\omega = \omega_0 + \theta'' t$$
$$\text{zero} = 10 + [\theta''(5)]$$
$$\theta'' = -2 \text{ rad/s}^2$$

- الإزاحة الزاوية للكتلة خلال زمن **5 s**

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\theta'' t^2$$
$$\theta = [(10)(5)] + [\frac{1}{2}(-2)(5)^2]$$
$$\theta = 25 \text{ rad}$$

- عدد الدورات التي تدورها الكتلة خلال نفس الفترة الزمنية

$$\theta = N\ 2\pi$$
$$25 = N\ 2\pi$$
$$N = 3.97 \text{ rev}$$

صفوة معلمي الكويت

التمثيل البياني لمعادلات الحركة الدورانية بعجلة منتظمة :

إذا تحرك الجسم بعجلة دورانية منتظمة من السكون تكون سرعته الابتدائية تساوي صفرا

$\omega_0 = zero$

و بالتالي تصبح المعادلات كما يلي :

$$\omega = \omega_0 + \theta'' t$$

$$\omega = \theta'' t$$

عندما يدور الجسم بعجلة زاوية منتظمة تكون **السرعة الدورانية النهائية** تتناسب طرديا مع **الزمن**

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \theta'' t^2$$

$$\theta = \frac{1}{2} \theta'' t^2$$

معلق

عندما يدور الجسم بعجلة زاوية منتظمة تكون **الإزاحة الزاوية** تتناسب طرديا مع **مربع الزمن**

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\,\theta''\theta$$

$$\omega^2 = 2\,\theta''\theta$$

عندما يدور الجسم بعجلة زاوية منتظمة تكون مربع **سرعته الدورانية النهائية** تتناسب طرديا مع **الإزاحة الزاوية**

الجسم المصمت

هو نظام من جزيئات تبعد عن بعضها بعضا مسافات متساوية , وهو ثابت الشكل لا يتغير بتأثير القوى الخارجية أو عزوم القوى , أي أنه غير قابل للتشكيل أو التشويه

- في الحركة الخطية لا نفرق بين كتلة نقطة و جسم مصمت لأن حركة الجسم تمثل بحركة النقطة أو حركة مركز الثقل للجسم
- في الحركة الدورانية لابد أن نفرق بين الكتلة النقطية و الجسم المصمت لأن شكل الجسم و طريقة توزيع كتلته بالنسبة لمحور الدوران له تأثير على حركته

صفوة معلمي الكويت

علل لما يأتي :

- تطبيق معادلات الحركة الدورانية على كتلة نقطية يختلف عن تطبيقها على جسم مصمت

  بسبب اختلاف القصور الذاتي الدوراني للجسم عن الكتلة النقطية

- الحركة الدورانية لجسم مصمت لا تتمثل بحركة مركز ثقلة

  بسبب اختلاف القصور الذاتي الدوراني للجسم عن الكتلة النقطية

- زمن وصول إسطوانة مفرغة إلى اسفل منحدر يختلف عن زمن وصول إسطوانة مصمتة لها نفس الكتلة ونصف القطر

  بسبب اختلاف القصور الذاتي الدوراني نتيجة اختلاف توزيع الكتل حول محور الدوران

قوانين نيوتن:

تطبق القوانين الثلاث لنيوتن علي الحركة الدورانية كما يلي

القانون الأول لنيوتن (للحركة الدورانية)

يبقي الجسم الساكن ساكنا و الجسم المتحرك يستمر في حركته الدورانية المنتظمة ما لم تؤثر عليهما **عزم قوة** خارجية

معلق ⚠

علل لما يأتي :

- لا يمكن لإطار السيارة أن يدير نفسه أو يوقف نفسه عن الدوران

  طبقا للقانون الاول لنيوتن , لابد من تأثير عزم قوة خارجية ليغير الجسم حالته الدورانية

القانون الثاني لنيوتن (للحركة الدورانية)

محصلة **عزوم القوى** الخارجية المؤثرة في النظام حول محور دوران ثابت تساوي حاصل ضرب **العجلة الدورانية** و **القصور الذاتي الدوراني** حول محور الدوران نفسه

عند التأثير علي الجسم بعزوم مختلفة يصبح القانون :

$$\Sigma \tau = I\, \theta''$$

الوحدة الدولية		الاسم	الرمز
رديان / ثانية^2	rad/s^2	العجلة الزاوية	θ''
نيوتن . متر	N.m	عزم القوة	τ
كيلوجرام . متر^2	$Kg.m^2$	القصور الذاتي الدوراني	I

صفوة معلمي الكويت

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

- عزم القوة - القصور الذاتي الدوراني

- عزم القوة - العجلة الزاوية

- العجلة الزاوية - القصور الذاتي الدوراني (عند ثبات عزم القوة)

علل لما يأتي :

- حاصل جمع العزوم لجسم يدور بسرعة زاوية منتظمة يساوي صفرا

لأن العجلة الزاوية تصبح صفرا , و بالتالي طبقا للقانون الثاني لنيوتن تصبح محصلة العزوم صفرا

- تدور كتلة نقطية كتلتها **2 Kg** حول محور ثابت يبعد عنها **50 cm** بتأثير عزوم قوى خارجية ثابتة , بدأت الكتلة حركتها من سكون و اكتسبت سرعة بتردد مقداره **2 rev/s** خلال **3.14 s** , احسب

▪ العجلة الزاوية

$m = 2\ Kg$
$r = 0.5\ m$
$\omega_0 = zero$
$f = 2\ rev/s$
$t = 3.14\ s$
$\theta'' = ?\ rad/s^2$

معلق

$\omega = 2\pi f = 2\pi\ (2) = 4\pi\ rad/s$

$\omega = \omega_0 + \theta'' t$

$4\pi = zero + \theta''\ (3.14)$

$\theta'' = 4\ rad/s^2$

▪ محصلة عزوم القوى الخارجية

$\tau = ?\ N.m$

$I = m r^2 = (2)\ (0.5)^2 = 0.5\ Kg.m^2$

$\tau = I\ \theta''$

$\tau = (0.5)\ (4) = 2\ N.m$

- يدور برغي حول محور يمر بمركز كتلته بتردد **3600 rev/min** و أثر عليه عزم ازدواج ثابتا يعكس الاتجاه يؤدي إلى توقفه بعد **دقيقة واحدة** , علما أن القصور الذاتي الدوراني له يساوي **0.2 Kg.m²** , احسب

▪ العجلة الزاوية التي يتحرك بها البرغي

$f_0 = 3600\ rev/m$
$\omega = zero$
$t = 60\ s$
$I = 0.2\ Kg.m^2$
$\theta'' = ?\ rad/s^2$

$\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi \left(\frac{3600}{60}\right) = 120\pi\ rad/s$

$\omega = \omega_0 + \theta'' t$

$zero = 120\pi + \theta''\ (60)$

$\theta'' = -2\pi\ rad/s^2$

صفوة معلمي الكويت

- عزم الدوران الذي أدي إلى توقفه

$\tau = I\,\theta''$

$\tau = (0.2)(-2\pi) = -1.256$ N.m

$\tau = ?$ N.m

- الإزاحة الزاوية التي يعملها البرغي حتى يتوقف

$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\theta'' t^2$

$\theta = [\,(120\pi)(60)\,] + \left[\frac{1}{2}(-2\pi)(60)2\right]$

$\theta = 3600\,\pi$ rad $= 11309.73$ rad

$\theta = ?$ rad

- عدد الدورات التي أكملها البرغي حتي يتوقف

$\theta = N\,2\pi$

$3600\,\pi = N\,2\pi$

$N = 1800$ دورة

$N = ?$

معلق ⚠

Q عجلة مطحنة عبارة عن قرص كتلته **(10) Kg** ونصف قطره **(10) cm** تدور بمعدل (بتردد) **(1500) rev/m** ، انزلقت بانتظام لتتوقف في زمن **(10) s** علماً بأن عزم القصور الذاتي للعجلة يتعين من العلاقة $I = \frac{1}{2} m\,r^2$ احسب

- العجلة الزاوية التي تحرك بها القرص

$\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi\left(\frac{1500}{60}\right) = 50\pi$ rad/s

$\omega = \omega_0 + \theta'' t$

$\text{zero} = 50\pi + \theta''(10)$

$\theta'' = -5\pi$ rad $/s^2 = -15.7$ rad$/s^2$

- عزم القوة الذي أثر عليها

$I = \frac{1}{2} m\,r^2 = \frac{1}{2}(10)(0.1)^2 = 0.05$ Kg.m^2

$\tau = I\,\theta''$

$\tau = (0.05)(-5\pi) = -\frac{1}{4}\pi$ N.m $= -0.785$ N.m

UULA
صفوة معلمي الكويت

تدور عجلة قطرها **1.5 m** و كتلتها **4 Kg** تحت تأثير عزم قوة مماسيه مقدارها **F = 6 N** تنطلق العجلة من السكون , (علماً بأن $[I = mr^2]$) احسب

- عزم القوة المؤثر

$2r = 1.5\ m$
$m = 4\ Kg$
$F = 6\ N$
$\omega_0 = zero$
$t = 5\ s$

$r = \frac{1.5}{2} = 0.75\ m$
$\tau = F\,r = (6)(0.75) = 4.5\ N.m$

- العجلة الزاوية

$\theta'' = ?\ rad/s^2$

$I = m\,r^2 = (4)(0.75)^2 = 2.25\ Kg.m^2$
$\tau = I\,\theta''$
$4.5 = (2.25)\,\theta''$
$\theta'' = 2\ rad/s^2$

- الإزاحة الزاوية خلال زمن **5 s**

$\theta = ?\ rad$

معلق ⚠

$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\,\theta'' t^2$
$\theta = [\ zero\ ] + [\ \frac{1}{2}(2)(5)^2\ ]$
$\theta = 25\ \ rad$

- عدد الدورات التي تكملها العجلة خلال زمن **5 s**

$N = ?$

$\theta = N\,2\pi$
$25 = N\,2\pi$
$N = 3.97$ دورة

القانون الثالث لنيوتن (للحركة الدورانية)

لكل **عزم قوة** عزم قوة مضاد له (يساويه في المقدار ويعاكسه في الاتجاه)

علل لما يأتي :

- تدور العجلات المسننة في اتجاهين متعاكسين

طبقا للقانون الثالث لنيوتن , لكل عزم قوة عزم قوة مضاد له يساويه في المقدار و معاكس له في الاتجاه

صفوة معلمي الكويت

الشغل الناتج عن عزم قوة منتظمة :

$$W = \tau\,\theta$$

الرمز	الاسم	الوحدة الدولية	
W	الشغل	J	جول
θ	الأزاحة الزاوية	rad	راديان
τ	عزم القوة	N.m	نيوتن.متر

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

- الشغل الناتج عن عزم قوة منتظمة
  - عزم القوة
  - الإزاحة الزاوية

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

- الشغل - عزم القوة
- الشغل - الإزاحة الزاوية

⚠ معلق

- حبل ملفوف حول قرص حديدي قطره **2 m** و كتلته **5 Kg** , سحب الحبل بقوة ثابتة **50 N** لمسافة **مترين** إلى الأسفل احسب
  - عزم القوة المؤثر

$r = \frac{2}{2} = 1\ m$

$\tau = F\,r = (50)(1) = 50\ N.m$

$2r = 2\ m$
$m = 5\ Kg$
$F = 50\ N$
$S = 2\ m$

  - الإزاحة الزاوية

$S = \theta\,r$
$2 = \theta\,(1) \rightarrow \theta = 2\ rad$

  - الشغل الناتج عن عزم القوة

$W = \tau\,\theta$
$W = (50)(2) = 100\ J$

صفوة معلمي الكويت

الطاقة الحركية في الحركة الدورانية :

$$KE = \frac{1}{2} I \omega^2$$

الرمز	الاسم	الوحدة الدولية	
KE	الطاقة الحركية	J	جول
I	القصور الذاتي الدوراني	$Kg \cdot m^2$	كيلوجرام . متر^2
ω	السرعة الدورانية	rad/s	راديان/ثانية

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

- الطاقة الحركية في الحركة الدورانية
  - القصور الذاتي الدوراني
  - السرعة الزاوية

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

- طاقة الحركة - القصور الذاتي الدوراني
- طاقة الحركة - مربع السرعة الزاوية

معلق

- قرص مصمت كتلته **0.25 Kg** و نصف قطره **10 cm** يدور حول محور عمودي يمر في مركزه بسرعة زاوية مقدارها **10 rad/s** احسب الطاقة الحركية الدورانية للقرص علما بأن $I = \frac{1}{2} m r^2$

$I = \frac{1}{2} mr^2 = \frac{1}{2}(0.25)(\frac{10}{100})^2 = \frac{1}{800}$ Kg.m^2

$KE = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2}(\frac{1}{800})(10)^2 = 0.0625$ J

m = 0.25 Kg
r = 10 cm
ω = 10 rad/s
KE = ? J

القدرة P

هي المعدل الزمني لإنجاز شغل

$$P = \tau \omega$$

الرمز	الاسم	الوحدة الدولية	
P	القدرة	Watt	وات
τ	عزم القوة	N.m	نيوتن . متر
ω	السرعة الدورانية	rad/s	راديان/ثانية

صفوة معلمي الكويت

ما المقصود بكل من :

- قدرة جسم يتحرك حركة دورانية **10 watt**

  أي أن المعدل الزمني لإنجاز شغل يساوي **10 J/s**

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

- القدرة الناتجة عن عزم القوة الدورانية
  - عزم القوة
  - السرعة الزاوية

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

- القدرة - عزم القوة

- القدرة - السرعة الزاوية

معلق ⚠

- قرص مصمت كتلته **1 Kg** و نصف قطره **0.5 m** عزم القصور الذاتي الدوراني $I = \frac{1}{2} m r^2$ طبق عليه عزم قوة منتظم مقداره **5 N.m** , يبدأ دورانه من السكون , احسب
  - العجلة الزاوية التي يتحرك بها القرص

$m = 1\ Kg$
$r = 0.5\ m$
$I = \frac{1}{2} m r^2$
$\tau = 5\ N.m$
$\omega_0 = zero$
$t = 2\ s$
$\theta'' = ?\ rad/s^2$

$I = \frac{1}{2} m r^2$

$I = \frac{1}{2} (1) (0.5)^2 = 0.125\ Kg.m^2$

$\tau = I\ \theta''$

$5 = (0.125)\ \theta''$

$\theta'' = 40\ rad/s^2$

  - السرعة الزاوية بعد زمن **ثانيتين**

$\omega = ?\ rad/s$

$\omega = \omega_0 + \theta'' t$

$\omega = zero + [(40)(2)]$

$\omega = 80\ rad/s$

  - القدرة التي يبذلها عزم القوة في **ثانيتين**

$P = ?\ watt$

$P = \tau \omega = (5)(80) = 400\ watt$

صفوة معلمي الكويت

كتلة نقطية كتلتها **0.1 Kg** و قصورها الذاتي الدوراني يساوي **10 Kg.m²** تتحرك بسرعة دورانية مقدارها **20 rad/s** أثرت فيها عزم قوة مقدارها **10 N.m** لمدة **5 s** , احسب

- العجلة الزاوية التي يتحرك بها الجسم

$$\tau = I\,\theta''$$
$$10 = 10\,\theta''$$
$$\theta'' = 1\ rad/s^2$$

- السرعة الزاوية النهائية للكتلة النقطية

$$\omega = \omega_0 + \theta''t$$
$$\omega = 20 + [\,(1)\,(5)\,]$$
$$\omega = 25\ rad/s$$

- الإزاحة الزاوية للكتلة

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\,\theta''t^2$$
$$\theta = [\,(20)(5)\,] + [\,\tfrac{1}{2}\,(1)\,(5)^2\,]$$
$$\theta = 112.5\ rad$$

- عدد الدورات التي تعملها الكتلة

معلق ⚠

$$\theta = N\,2\pi$$
$$112.5 = N\,2\pi$$
$$N = 17.9\ \text{دورة}$$

- طاقة الحركة الابتدائية و النهائية للكتلة

$$KE_1 = \tfrac{1}{2}\,I\,\omega_0^2 = \tfrac{1}{2}\,(10)\,(20)^2 = 2000\ J$$
$$KE_2 = \tfrac{1}{2}\,I\,\omega^2 = \tfrac{1}{2}\,(10)\,(25)^2 = 3125\ J$$

- مقدار الشغل المبذول

$$W = \Delta\,KE$$
$$W = K.E_2 - K.E_1 = 3125 - 2000$$
$$W = 1125\ J$$

صفوة معلمي الكويت

طبقت قوة ثابتة **(50) N** مماسياً على حافة قرص نصف قطره **(10) cm** وعزم القصور الذاتي له **(20) Kg.m²** ,تحرك القرص من السكون لمدة **40 s** احسب

- العجلة الزاوية للقرص

$\tau = F\,r = (50)(0.1) = 5\ N.m$
$\tau = I\,\theta''$
$5 = (20)\,\theta''$
$\theta'' = 0.25\ rad/s^2$

- السرعة الزاوية النهائية

$\omega = \omega_0 + \theta''t$
$\omega = zero\ + [\,(0.25)(40)\,]$
$\omega = 10\ rad/s$

- الإزاحة الزاوية التي عملها الجسم

$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\,\theta''t^2$
$\theta = [zero\,] + [\,\frac{1}{2}(0.25)(40)^2\,]$
$\theta = 200\ rad$

- عدد اللفات خلال هذه الفترة الزمنية

$\theta = N\,2\pi$
$200 = N\,2\pi$
$N = 31.8$ دورة

- الشغل المبذول خلال هذه الفترة الزمنية

$W = \tau\,\theta$
$W = (5)(200) = 1000\ J$

- طاقة الحركة النهائية للحركة

$KE_2 = \frac{1}{2}I\,\omega^2 = \frac{1}{2}(20)(10)^2 = 1000\ J$

- القدرة خلال هذه الفترة الزمنية

$P = \tau\,\omega = (5)(10) = 50\ watt$

⚠ معلق

تدرب و تفوق
اختبارات الكترونية ذكية

صفوة معلمي الكويت

كمية الحركة و الدفع

كمية الحركة

- القصور الذاتي للجسم المتحرك
- حاصل ضرب الكتلة ومتجه السرعة

$$\vec{P} = m\,\vec{v}$$

الرمز	الاسم	الوحدة الدولية
P	كمية الحركة	Kg . m/s
m	الكتلة	Kg
v	السرعة	m/s

علل لما يأتي :

- كمية الحركة كمية متجهة

  لأنها حاصل ضرب كمية عددية (الكتلة) في كمية متجهة (السرعة)

- إيقاف شاحنة كبيرة أصعب من ايقاف سيارة صغيرة تسير بنفس السرعة

  لأن كمية الحركة للشاحنة أكبر من كمية الحركة للسيارة

- إذا تحركت سيارتان لهما نفس الكتلة بسرعتين مختلفتين , فإن السيارة الابطأ يسهل إيقافها

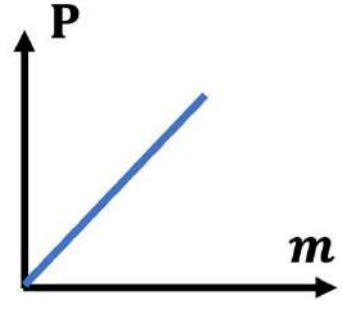
  لأن كمية الحركة للسيارة السريعة أكبر من كمية الحركة للسيارة البطيئة

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

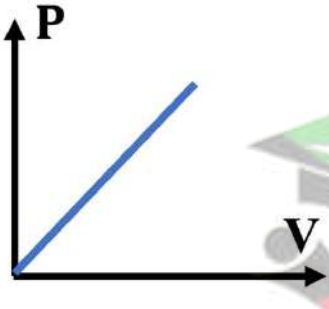
- كمية الحركة
  - الكتلة
  - السرعة الخطية

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

- كمية الحركة - الكتلة



- كمية الحركة - السرعة



يكون لكمية الحركة اتجاه السرعة دائما , لأن كتلة الجسم دائما موجبة

كمية الحركة الخطية لنظام مكون من عدة كتل نقطية :

تساوي كمية الحركة الخطية الكلية للنظام حاصل جمع كمية الحركة لكل جسم

$$\vec{P}_{system} = \sum \vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + ... + \vec{P}_n$$

حساب التغير في كمية الحركة الخطية لجسم :

إذا تحرك جسم كتلته **m** و تغيرت سرعته من $\mathbf{v_1}$ إلى $\mathbf{v_2}$, يمكن حساب التغير في كمية الحركة الخطية له كما يلي

$$\vec{P_1} = m\,\vec{v_1}$$

$$\vec{P_2} = m\,\vec{v_2}$$

$$\vec{\Delta P} = \vec{P_2} - \vec{P_1}$$

$$\vec{\Delta P} = m\,\vec{v_2} - m\,\vec{v_1}$$

$$\vec{\Delta P} = m\,(\vec{v_2} - \vec{v_1})$$

$$\vec{\Delta P} = m\,\vec{\Delta v}$$

الوحدة الدولية	الاسم	الرمز
Kg . m/s	التغير في كمية الحركة	ΔP
Kg	الكتلة	m
m/s	التغير في السرعة	Δv

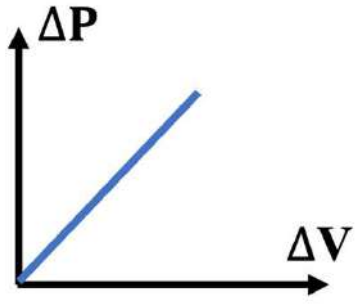
صفوة معلمي الكويت

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

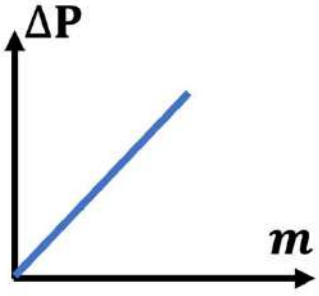
- التغير في كمية الحركة
  - الكتلة
  - التغير في السرعة

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

- تغير كمية الحركة و تغير السرعة



- تغير كمية الحركة و الكتلة



- يتحرك جسم كتلته **(10) Kg** بسرعة **(4) m/s** في الاتجاه الموجب لمحور **x** أثرت فيه قوة فزادت سرعته إلى **(8) m/s** احسب

  - كمية الحركة الخطية الابتدائية

$m = 10\ Kg$
$v_1 = +4\ \vec{i}\ m/s$
$v_2 = +8\ \vec{i}\ m/s$
$P_1 = ?$

$$\vec{P_1} = m\ \vec{v_1}$$
$$\vec{P_1} = (10)(4\ \vec{i}\ ) = 40\ \vec{i}\ Kg.m/s$$

  - كمية الحركة الخطية النهائية

$$\vec{P_2} = m\ \vec{v_2}$$
$$\vec{P_2} = (10)(8\ \vec{i}\ ) = 80\ \vec{i}\ Kg.m/s$$

  - مقدار التغير في كمية الحركة

$$\vec{\Delta P} = \vec{P_2} - \vec{P_1}$$
$$\vec{\Delta P} = 80\ \vec{i} - 40\ \vec{i} = 40\ \vec{i}\ kg.m/s$$

الدفع حاصل ضرب مقدار القوة في زمن تأثيرها علي الجسم

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

الوحدة الدولية	الاسم	الرمز
N.s	الدفع	I
N	القوة	F
s	زمن التأثير , زمن التلامس	Δt

صفوة معلمي الكويت

علل لما يأتي :

- الدفع كمية متجهة

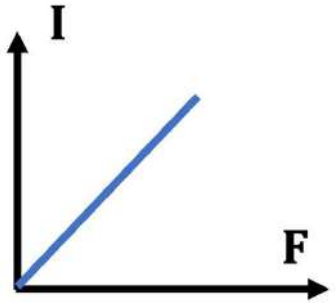
لأنها حاصل ضرب كمية عددية (الزمن) في كمية متجهة (القوة)

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

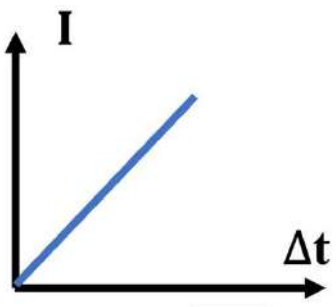
- الدفع
  - القوة
  - زمن التأثير

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

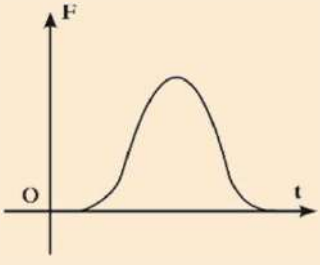
- الدفع و القوة



- الدفع و زمن التأثير

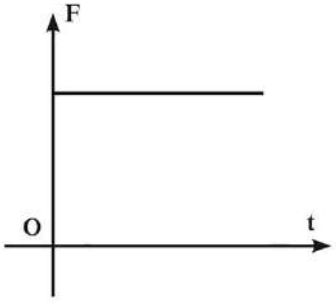


- الدفع كمية متجهة لها اتجاه القوة , لأن الزمن دائما كمية موجبة
- القوة المؤثرة تكون دائما قوة متغيرة مثل الدفع الذي تتلقاه كرة من قدم لاعب حيث تتغير قيمة القوة من صفرا في لحظة تماس الكرة حتي تصل إلى قيمة عظمي ثم تتناقص إلى أن تتلاشى كما بالشكل المقابل



متوسط القوة

القوة الثابتة التي لو أثرت في الجسم للفترة الزمنية نفسها لأحدثت الدفع نفسه الذي تحدثه القوة المتغيرة.

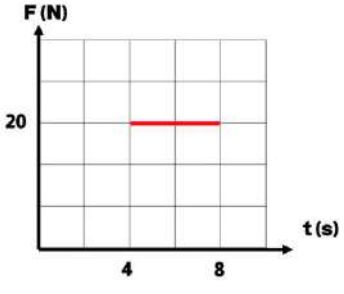


وبالتالي سنتعامل مع القوة في المسائل علي أنها متوسط القوة لتصبح قوة منتظمة

حساب الدفع بيانيا :

يمكن حساب الدفع بيانيا عن طريق حساب المساحة تحت منحني القوة - الزمن

- احسب بيانيا الدفع من الشكل البياني التالي



I = (4) (20)
I = 80 N.S

صفوة معلمي الكويت

العلاقة بين الدفع و كمية الحركة الخطية :

$$\vec{I} = \overrightarrow{\Delta P}$$
$$\vec{I} = \vec{F}\,\Delta t = \overrightarrow{\Delta P} = m\,\Delta\vec{v}$$

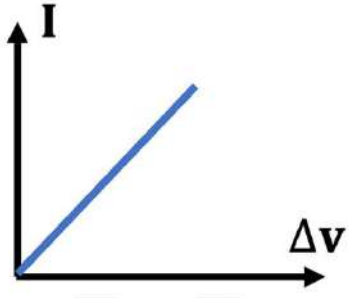
الوحدة الدولية	الاسم	الرمز
N.S	الدفع	I
N	القوة	F
s	زمن التأثير , زمن التلامس	Δt
Kg . m/s	التغير في كمية الحركة	ΔP
m/s	التغير في السرعة	Δv

ملاحظات :

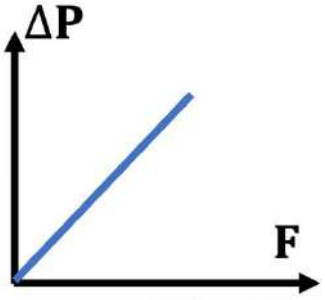
- الدفع يساوي مقدار التغير في كمية الحركة الخطية
- كلما كان الدفع الذي يتلقاه الجسم أكبر كلما كان التغير في كمية الحركة أكبر
- إذا كان الدفع في نفس اتجاه الحركة فإن كمية الحركة تزاد (تزداد سرعة الجسم)
- إذا كان الدفع في عكس اتجاه الحركة فإن كمية الحركة تقل (تقل سرعة الجسم)
- القوة و الزمن عاملان أساسيان لإحداث تغير في كمية الحركة
- كلما كان تأثير القوة أكبر في الجسم يعني ذلك وجود تغير أكبر في السرعة و بالتالي تغير أكبر في كمية الحركة

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

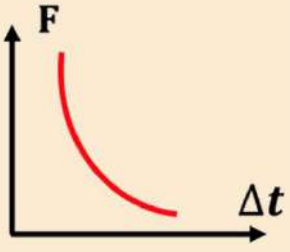
- الدفع و التغير في سرعة الجسم



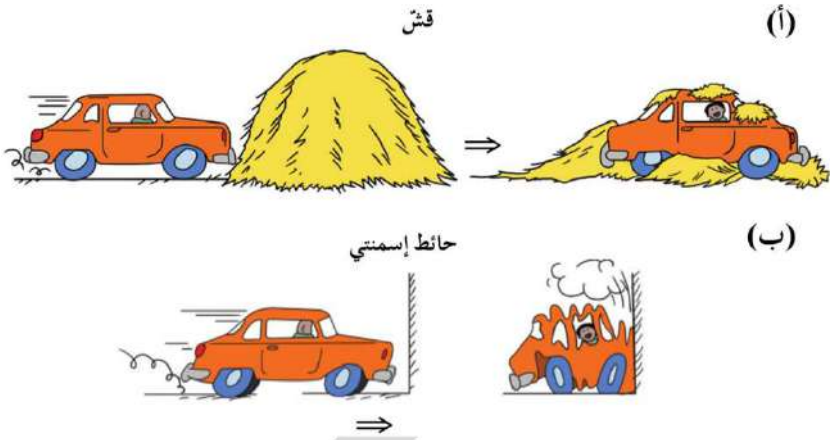
- التغير في كمية الحركة و القوة



عند ثبات قيمة التغير في كمية الحركة (الدفع الذي يتلقاه الجسم) فإنه عندما يزداد زمن التأثير يقل تأثير قوة الدفع , و عندما يقل زمن التأثير يزداد تأثير قوة الدفع.



إن حدث التغير لكمية الحركة في فترة زمنية أطول يكون تأثير قوة الدفع أقل (حالة أ) بينما إذا حدث التغير في كمية الحركة الخطية في فترة زمنية قصيرة يكون تأثير القوة أكبر (حالة ب) , وذلك عند ثبات قيمة التغير في كمية الحركة الخطية



علل لكل مما يلي :

- عند اصطدام سيارة في حائط اسمنتي فإنها تتهشم بينما عند اصطدامها بجبل من القش لا تصاب بأذى

لأن زمن تلامس بين السيارة و الحائط قليلة مما يجعل تأثير القوة أكبر , أما زمن التلامس بين السيارة و القش كبير مما يجعل تأثير القوة قليلا

من أهم التطبيقات علي زيادة زمن التأثير هو الوسادة الهوائية في السيارات , حيث تعمل علي زيادة زمن التلامس مع رأس السائق عند حدوث الاصطدام و بالتالي يقل تأثير القوة علي رأسه و تخف من حدة الحادث , بينما إذا اصطدم رأس السائق مباشرة بمقود السيارة فسيكون زمن التلامس قليلا للغاية و بالتالي تأثير القوة كبير مما يعمل علي إصابة السائق بصورة خطرة

علل لكل مما يلي :

- استخدام الوسادة الهوائية في السيارات لحماية الركاب

لأن الوسادة الهوائية عند الحوادث تجعل زمن التلامس بين الرأس و الوسادة كبير مما يقلل من تأثير القوة

- جسم ساكن كتلته **100 g** , تعرض لقوة مقدارها **100 N** لفترة زمنية مقدارها **0.01 s** احسب

▪ التغير في كمية الحركة

v_1 = zero
m = 0.1 Kg
F = 100 N
Δt = 0.01 s
ΔP = ?

$\overrightarrow{\Delta P} = \vec{F}\Delta t$
$\overrightarrow{\Delta P}$ = (100) (0.01) = 1 Kg.m/s

▪ الدفع

I = ?

$I = \overrightarrow{\Delta P}$
I = 1 N.S

UULA
صفوة معلمي الكويت

- التغير في سرعة الجسم

$\Delta v = ?$

$\overrightarrow{\Delta P} = m\,\overrightarrow{\Delta v}$
$1 = (0.1)\,\overrightarrow{\Delta v}$
$\overrightarrow{\Delta v} = 10$ m/s

- سرعة الجسم النهائية

$v_2 = ?$

$\Delta v = v_2 - v_1$
$10 = v_2 - \text{zero}$
$v_2 = 10$ m/s

Q جسم كتلته **(3) Kg** أثرت فيه قوة مقدارها **(12)N** فزادت سرعته من **(10) m/s** إلى **(18) m/s** احسب

- الدفع المعطى للجسم

$\vec{I} = m\,\Delta\vec{v}$
$\vec{I} = (3)(18 - 10) = 24$ N.s

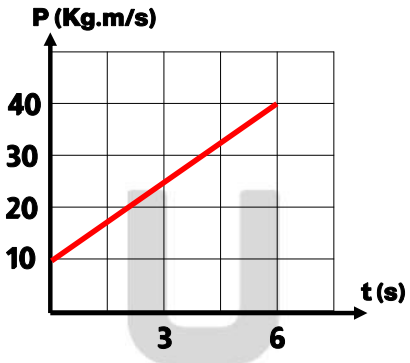
- التغير في كمية الحركة للجسم

$\vec{I} = \overrightarrow{\Delta P} = 24$ Kg.m/s

- زمن تأثير القوة

$\vec{I} = \vec{F}\,\Delta t$
$24 = (12)\,\Delta t$
$\Delta t = 2$ s

Q يبين الخط البياني الموضح بالشكل التغير في كمية الحركة لجسم كتلته **(2) Kg** يتحرك في خط مستقيم على سطح أفقي أملس - احسب



- كمية حركته الخطية الابتدائية

$P_1 = 10$ Kg.m/s

- كمية حركته الخطية النهائية

$P_2 = 40$ Kg.m/s

- التغير في كمية حركته

$\overrightarrow{\Delta P} = P_2 - P_1 = 40 - 10 = 30$ Kg.m/s

- الدفع الذي تلقاه الجسم

$\vec{I} = \overrightarrow{\Delta P} = 30$ Kg.m/s $= 30$ N.S

- مقدار متوسط القوة المؤثرة عليه

$\vec{I} = \vec{F}\,\Delta t$
$30 = F\,(6)$ ➔ $F = 5$ N

UULA
صفوة معلمي الكويت

سقطت كرة مطاطية كتلتها **420 g** من مكان مرتفع فوصلت سطح الأرض بسرعة **20 m/s** ثم ارتدت رأسيا إلى أعلي بسرعة **15 m/s** إذا كان زمن تلامسها بالأرض **0.1 s** احسب

- كمية الحركة الخطية الابتدائية

$\vec{P_1} = m \vec{v_1}$

$\vec{P_1} = (0.42)(-20\,\vec{j}) = -8.4\,\vec{j}$ Kg.m/s

- كمية الحركة الخطية النهائية

$\vec{P_2} = m \vec{v_2}$

$\vec{P_2} = (0.42)(15\,\vec{j}) = +6.3\,\vec{j}$ Kg.m/s

- مقدار التغير في كمية الحركة

$\Delta P = P_2 - P_1$

$\Delta P = +6.3\,\vec{j} - (-8.4\,\vec{j}) = +14.7\,\vec{j}$ Kg.m/s

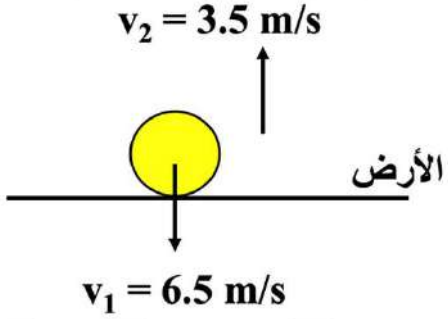
- القوة المؤثرة في الكرة لحظة اصطدامها بالأرض

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

$14.7\,\vec{j} = F\,(0.1)$

$F = 147\,\vec{j}$ N

كرة كتلتها **0.15 Kg**, إذا كانت سرعتها لحظة اصطدامها بالأرض تساوي **6.5 m/s** و سرعة ارتدادها **3.5 m/s**, احسب مقدار و اتجاه القوة المؤثرة في الأرض نتيجة الاصطدام إذا استمر لمدة **0.025 s**



$\vec{F}\,\Delta t = m\,\Delta \vec{v}$

$\vec{F}\,(0.025) = (0.15)[3.5\,\vec{j} - (-6.5\,\vec{j})]$

$\vec{F} = 60\,\vec{j}$ N

$m = 0.15$ Kg

$v_1 = -6.5\,\vec{j}$ m/s

$v_2 = +3.5\,\vec{j}$ m/s

$F = ?$

$\Delta t = 0.025$ s

صفوة معلمي الكويت

القانون الثاني لنيوتن

مشتق كمية الحركة بالنسبة للزمن يساوي محصلة القوي الخارجية المؤثرة في النظام
ويمكن إيجاد صيغة جديدة لقانون نيوتن الثاني كما يلي :

$$\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$$

$$\vec{F} \Delta t = \overrightarrow{\Delta P}$$

$$\Sigma \vec{F} = \frac{\overrightarrow{\Delta P}}{\Delta t} = \frac{d \vec{P}}{d t}$$

الرمز	الاسم	الوحدة الدولية
ΔP	التغير في كمية الحركة	Kg m/s
F	القوة	N
Δt	الزمن	s
$\frac{d \vec{P}}{d t}$	مشتقة كمية الحركة بالنسبة للزمن	Kg m/s^2

Q كتلة نقطية مقدارها **1 Kg** تتحرك بسرعة منتظمة **10 m/s** في الاتجاه الموجب لمحور **x** , أثرت قوة منتظمة علي الجسم لمدة **4 s** فخفضت سرعتها إلى **2 m/s** دون تغير اتجاها , احسب

- كمية الحركة قبل تأثير القوة و بعده

$m = 1$ Kg
$\vec{v_1} = +10 \vec{i}$ m/s
$\Delta t = 4$ s
$\vec{v_2} = +2 \vec{i}$ m/s
$P_1 = ?$
$P_2 = ?$

$\vec{P_1} = m \vec{v_1}$
$\vec{P_1} = (1)(10 \vec{i}) = 10 \vec{i}$ Kg.m/s

$\vec{P_2} = m \vec{v_2}$
$\vec{P_2} = (1)(2 \vec{i}) = 2 \vec{i}$ Kg.m/s

- التغير في كمية الحركة

$\Delta P = ?$

$\overrightarrow{\Delta P} = \vec{P_2} - \vec{P_1}$
$\overrightarrow{\Delta P} = 2 \vec{i} - 10 \vec{i} = -8 \vec{i}$ Kg.m/s

- الدفع

$I = ?$

$\vec{I} = \overrightarrow{\Delta P} = -8 \vec{i}$ N.s

- مقدار القوة المؤثرة في الجسم و اتجاهها

$F = ?$

$\vec{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$
$\vec{F} = \frac{-8 \vec{i}}{4} = -2 \vec{i}$ N

UULA
صفوة معلمي الكويت

كمية الحركة الخطية

حفظ كمية الحركة الخطية (التصادمات)

تنقسم القوة إلى نوعين :
- قوة خارجية : تحدث شغلا و تؤدي إلى تغير في سرعة الجسم و كمية حركته
- قوة داخلية : لا تحدث شغل و لا تغير من سرعة الجسم ولا كمية حركته

عندما تؤثر قوى خارجية على النظام فإن كمية الحركة تتغير (تصبح غير محفوظة) و يتغير مقدار السرعة أو اتجاهها أو المقدار و الاتجاه معا

مثال :
- عندما تؤثر قوة الاحتكاك على السيارة المتحركة في خط مستقيم فإن مقدار سرعة السيارة تتغير و بالتالي تتغير كمية الحركة
- في الحركة الدائرية يتغير اتجاه السرعة الخطية من نقطة إلى أخرى و بالتالي يحدث تغير في كمية الحركة

عندما تؤثر قوى داخلية على النظام فإن كمية الحركة لا تتغير (تصبح محفوظة) و لا يتغير مقدار السرعة أو اتجاهها

مثال :
- قوى التفاعل بين الجزيئات الموجودة داخل كرة القدم ليس لها تأثير في تغير سرعتها و كمية حركتها
- إذا دفعت مقعد السيارة الأمامي فيما تجلس أنت في المقعد الخلفي لا يحدث ذلك تغير في كمية الحركة للسيارة أو في سرعتها

وذلك لأن قوي التفاعل بين الجزيئات أو قوتك المبذولة علي المقعد هي قوى داخلية تتواجد علي شكل زوج من القوى المتزنة (محصلتها تساوي صفرا) وبالتالي يلغي تأثيرها داخل الجسم
وبالتالي : **لا يحدث تغير في كمية الحركة إلا في وجود قوة خارجية مؤثرة علي النظام أو الجسم**

إذا كانت القوة الخارجية المؤثرة علي النظام تساوي صفرا فإن

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{P}}{dt} = zero$$

حفظ (بقاء) كمية الحركة

في غياب القوى الخارجية المؤثرة , تبقي كمية الحركة للنظام ثابتة ومنتظمة و لا تتغير

أي كمية فيزيائية لا تتغير مع الزمن تعتبر كمية محفوظة

صفوة معلمي الكويت

هناك أمثلة عديدة محفوظ فيها كمية الحركة مثل :

- النشاط الاشعاعي للذرات
- تصادم السيارات
- انفجار النجوم
- التفاعل بين جزيئات الغاز

لأن القوى المؤثرة في هذه الأنظمة تعتبر قوة داخلية لا تغير السرعة و بالتالي لا تحدث تغيرا في كمية الحركة

علل لما يأتي :

- إذا دفعت مقعد السيارة بينما أنت جالس في المقعد الخلفي لا يحدث ذلك تغيرا في كمية الحركة للسيارة

  لأنها تعتبر قوة داخلية , وبالتالي لا تحدث شغلا لأنها تتواجد علي صورة زوج من القوة المتزنة (محصلتها تساوي صفرا)

- قوي التفاعل بين جزيئات الغاز داخل كرة قدم لا تغير من كمية الحركة للكرة

  لأنها تعتبر قوة داخلية , وبالتالي لا تحدث شغلا لأنها تتواجد علي صورة زوج من القوة المتزنة (محصلتها تساوي صفرا)

- قوي الاحتكاك المؤثرة علي اطار السيارة تغير من كمية الحركة للسيارة

  لأنها قوة خارجية تؤثر علي النظام و بالتالي تحدث شغلا و تغير من كمية الحركة

- في الحركة الدائرية تعتبر كمية الحركة غير محفوظة

  بسبب تغير اتجاه السرعة الخطية من نقطة إلى أخري

- سيارة كتلتها **1500 Kg** تتحرك بسرعة **120 Km/h** قرر السائق تخفيض سرعتها , هل كمية حركة النظام محفوظة ؟ احسب متوسط القوة المبذولة لإيقاف السيارة خلال **8 s**

  $m = 1500\ Kg$
  $v_1 = 120\ Km/h$
  $v_2 = zero$
  $F = ?$
  $\Delta t = 8\ s$

  كمية الحركة غير محفوظة بسبب وجود قوة الاحتكاك و هي قوة خارجية تؤثر علي السيارة عند استخدام الفرامل

  $\overrightarrow{P_1} = m\ \overrightarrow{v_1} = (1500)\left(120 \times \frac{1000}{3600}\right) = 50000\ Kg\ m/s$

  $\overrightarrow{P_2} = m\ \overrightarrow{v_2} = zero$

  $\overrightarrow{\Delta P} = \overrightarrow{P_2} - \overrightarrow{P_1} = 0 - 50000 = -50000\ Kg\ m/s$

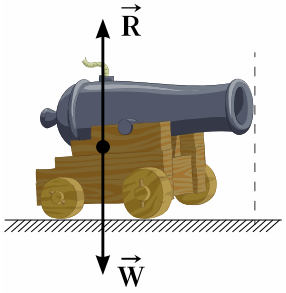
  $\overrightarrow{\Delta P} = \vec{F}\ \Delta t$

  $-50000 = F\ (8)$

  $F = -6250\ N$

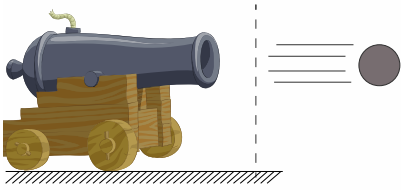
صفوة معلمي الكويت

سرعة ارتداد المدفع



النظام المكون من المدفع و القذيفة متزن قبل الأطلاق لأن وزن المدفع لاسفل مساوي لقوة رد الفعل لأعلي

يعتبر ارتداد المدفع عند إطلاق القذيفة أحد تطبيقات حفظ كمية الحركة , لأن عند الإطلاق ينفجر البارود ويقذف القذيفة خارج المدفع و تعتبر قوى داخلية و تبقي القوى الخارجية تساوي صفرا



علل لما يأتي :

- في النظام المكون من مدفع و قذيفة تكون كمية الحركة للنظام محفوظة

  لأن قوة الانفجار تعتبر قوة داخلية و بالتالي لاتحدث شغلا و تظل كمية الحركة محفوظة

و مما سبق نستنتج أن :

$$\Delta\vec{P} = zero$$

$$\vec{P}_i = \vec{P}_f$$

وحيث إن المدفع و القذيفة كانا ساكنين قبل الإطلاق يصبح

$$\vec{P}_i = zero$$

وبالتالي :

$$0 = \vec{P}_f$$

$$0 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2$$

$$m_1\vec{v}'_1 = - m_2\vec{v}'_2$$

الإشارة السالبة تعني أن السرعتين متعاكستان نتيجة الارتداد وبالمثل يمكن حساب سرعة ارتداد أي جسم

- طلقة مسدس كتلتها **(50) g** انطلقت بسرعة **(120) m/s** من مسدس كتلته **(600) g** احسب سرعة ارتداد المسدس

$m_{طلقة} = 0.05$ Kg
$v_{طلقة} = 120$ m/s
$m_{مسدس} = 0.6$ Kg
$v_{مسدس} = ?$

$(m\ v)_{مسدس} = -(m\ v)_{طلقة}$

$(0.6)\ v_{مسدس} = -(0.05)(120)$

$v_{مسدس} = -10$ m/s

علل لما يأتي :

- يصنع المسدس (المدفع) بحيث تكون كتلته كبيرة

  لكي تكون سرعة ارتداد المدفع صغيرة , وذلك طبقا لقانون حفظ كمية الحركة

- سرعة ارتداد المدفع أقل من سرعة انطلاق القذيفة

  لأن كتلة المدفع أكبر من كتلة القذيفة , وطبقا لقانون حفظ كمية الحركة تكون كمية الحركة الخطية للمدفع مساوية لكمية الحركة الخطية للقذيفة

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة
صفوة معلمي الكويت

- ترتد البندقية للخلف عند خروج القذيفة منها

طبقا لقانون حفظ كمية الحركة الخطية فإن الدفع الذي تكسبه البندقية مساوي للدفع الذي تكتسبه القذيفة و لكن في عكس الاتجاه

- تنطلق الدراجة المائية إلى الأمام بدفعها للماء نحو الخلف

طبقا لقانون حفظ كمية الحركة الخطية فإن الدفع الذي تكسبه الدراجة مساوي للدفع الذي يكتسبه الماء و لكن في عكس الاتجاه

- المشي عملية تدافع بين القدم وسطح الأرض لكننا لا نري الأرض تتحرك

لأن كتلة الأرض كبيرة , وطبقا لقانون حفظ كمية الحركة يكون الدفع الذي تتلقاه الأرض مساوي للدفع الذي تتلقاه القدم

- يقف رجل كتلته **76 Kg** علي لوح خشبي طافي كتلته **45 Kg** إذا خطا بعيدا عن اللوح الخشبي بسرعة **2.5 m/s** , كم ستبلغ سرعة اللوح الخشبي

$m_{رجل} = 76\ Kg$
$m_{لوح} = 45\ Kg$
$v_{رجل} = 2.5\ m/s$
$v_{لوح} = ?$

$(m\ v)_{رجل} = -\ (m\ v)_{لوح}$
$(76)\ (2.5) = -\ (45)\ v_{لوح}$
$v_{لوح} = -\ 4.22\ m/s$

- انفجر جسم كتلته **200 g** و انقسم إلى نصفين متساوين , احسب سرعة الجزء الثاني منه إذا كانت سرعة الجسم الأول **-0.1 m/s** علي المحور الأفقي بالاتجاه السالب

$m = 0.2\ Kg$
$v_2 = ?$
$v_1 = -\ 0.1\ m/s$

$m_1 = m_2 = \frac{0.2}{2} = 0.1\ Kg$
$m_1 \vec{v}'_1 = -\ m_2 \vec{v}'_2$
$(0.1)\ (-0.1) = -\ (0.1)\ v_2$
$v_2 = +\ 0.1\ m/s$

تدرب و تفوق

اختبارات الكترونية ذكية

التصادمات

عملية تتم بين جسمين لفترة زمنية قصيرة و تكون القوة الخارجية المؤثرة مهملة بالنسبة للقوة الداخلية المسببة للتصادم

علل لما يأتي :

- يعتبر التصادم نظاما معزولا

لأنه يحدث في فترة زمنية قصيرة , لذلك تعتبر القوة الخارجية مهملة بالنسبة للقوة الداخلية

- يعتبر الانفجار نظام معزولا

لأنه يحدث في فترة زمنية قصيرة , لذلك تعتبر القوة الخارجية مهملة بالنسبة للقوة الداخلية

صفوة معلمي الكويت

وبالتالي : **إذا حدثت عملية تصادم أو انفجار في فترة زمنية قصيرة جدا تكون كمية حركة النظام محفوظة**
كمية الحركة للنظام قبل التصادم = كمية الحركة للنظام بعد التصادم

أنواع التصادمات:

تصادمات مرنة كليا	تصادمات لا مرنة
تكون كمية الحركة للنظام محفوظة كمية الحركة للنظام قبل التصادم = كمية الحركة للنظام بعد التصادم	تكون كمية الحركة للنظام محفوظة كمية الحركة للنظام قبل التصادم = كمية الحركة للنظام بعد التصادم
تكون الطاقة الحركية للنظام محفوظة الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم = الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم	تكون الطاقة الحركية للنظام غير محفوظة الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم ≠ الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم

التصادم المرن كليا (تام المرونة)

تكون كمية الحركة للنظام محفوظة
كمية الحركة للنظام بعد التصادم = كمية الحركة للنظام قبل التصادم

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2$$

تكون الطاقة الحركية للنظام محفوظة
الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم = الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم

$$KE_{\text{قبل}} = KE'_{\text{بعد}}$$

$$\frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2 = \frac{1}{2}m_1 v'^2_1 + \frac{1}{2}m_2 v'^2_2$$

- لا ينتج تشوهات أو يولد حرارة بين الأجسام المتصادمة لأنه لا يحدث فقد في الطاقة نتيجة التصادم
- من أمثلة التصادم المرن كليا تصادم الجزيئات الصغيرة و الذرات

يمكن حساب سرعة كلا من الجسمين بعد التصادم من العلاقات التالية

$$\vec{v}'_1 = \frac{2m_2\vec{v}_2 + (m_1 - m_2)\vec{v}_1}{(m_1 + m_2)}$$

$$\vec{v}'_2 = \frac{2m_1\vec{v}_1 - (m_1 - m_2)\vec{v}_2}{(m_1 + m_2)}$$

صفوة معلمي الكويت

يتحرك جسم كتلته **5 Kg** بسرعة مقدارها **2 m/s** في الاتجاه الموجب **+x** تصادم مع جسم آخر كتلته **3 Kg** يتحرك بسرعة **2 m/s** عكس اتجاه حركة الجسم الأول احسب سرعة كل من الجسمين بعد التصادم وحدد اتجاه كل منهما (بفرض أن التصادم تام المرونة)

$m_1 = 5\ Kg$
$v_1 = +2\ \vec{i}\ m/s$
$m_2 = 3\ Kg$
$v_2 = -2\ \vec{i}\ m/s$
$v'_1 = ?\ m/s$
$v'_2 = ?\ m/s$

$$\vec{v}'_1 = \frac{2\,m_2\,\vec{v}_2 + (m_1 - m_2)\vec{v}_1}{(m_1 + m_2)}$$

$$\vec{v}'_1 = \frac{[2\,(3)(-2\,\vec{i})]+[(5-3)(2\,\vec{i})]}{(5+3)} = -1\,\vec{i}\ m/s$$

$$\vec{v}'_2 = \frac{2\,m_1\,\vec{v}_1 - (m_1 - m_2)\vec{v}_2}{(m_1 + m_2)}$$

$$\vec{v}'_2 = \frac{[2\,(5)(2\,\vec{i})]-[(5-3)(-2\,\vec{i})]}{(5+3)} = +3\,\vec{i}\ m/s$$

حالات خاصة :

إذا كانت الكتلة m_2 ساكنة قبل التصادم :

- إذا كانت الكتلة m_1 أكبر من الكتلة m_2 ستتحرك الكتلتان بعد التصادم باتجاه v_1
- إذا كانت الكتلة m_1 أصغر من الكتلة m_2 سترتد m_1 بعكس اتجاه v_1 و تتحرك الكتلة m_2 في اتجاه v_1
- إذا كانت $m_1 = m_2$ نجد أن m_1 بعد التصادم تصبح ساكنة و تتحرك الكتلة m_2 في اتجاه v_1 وبنفس المقدار (كمية الحركة انتقلت كليا من الجسم 1 إلى الجسم 2)

ماذا يحدث في الحالات التالية :

إذا تصادم جسمان m_1 , m_2 و كانت الكتلة m_2 ساكنة قبل التصادم ماذا يحدث في الحالات التالية :

- إذا كانت الكتلة m_1 أكبر من الكتلة m_2

يتحرك الجسمان في نفس الاتجاه في نفس اتجاه حركة الكتلة m_1

- إذا كانت الكتلة m_1 أصغر من الكتلة m_2

ترتد الكرة m_1 في عكس الاتجاه , و تتحرك الكتلة m_2 في اتجاه m_1

- إذا كانت $m_1 = m_2$

تتوقف الكتلة m_1 عن الحركة (تسكن) , و تتحرك الكتلة m_2 في نفس اتجاه الكتلة m_1 و بنفس سرعتها , لأن كمية الحركة تنتقل بالكامل من الكتلة 1 إلى الكتلة 2

التصادمات اللامرنة :

تصادم لا مرن	تصادم لا مرن كليا
ترتد الجزيئات بعيدا عن بعضها البعض بسرعات مختلفة عن سرعتها قبل التصادم	يؤدي التصادم إلى التحام الأجسام المتصادمة لتصبح جسما واحدا ولها سرعة مشتركة بعد التصادم
تكون الطاقة الحركية للنظام غير محفوظة الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم ≠ الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم	
يتحول الفقد في الطاقة الحركية إلى تشوهات في شكل النظام	

التصادم اللامرن كليا

تكون كمية الحركة للنظام محفوظة

كمية الحركة للنظام بعد التصادم = كمية الحركة للنظام قبل التصادم

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{v}'$$

تكون كمية الحركة للنظام محفوظةتكون الطاقة الحركية للنظام غير محفوظة

الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم ≠ الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم

$$KE_{\text{قبل}} \neq KE'_{\text{بعد}}$$

$$\frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2 \neq \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\vec{v}'^2$$

يمكن حساب سرعة جملة الجسمين(النظام) بعد التصادم من العلاقات التالية :

$$\vec{v}' = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2}{(m_1 + m_2)}$$

- ينتج تشوهات أو يتولد حرارة بين الأجسام المتصادمة لأنه يحدث فقد في الطاقة الحركية نتيجة التصادم
- من أمثلة التصادم اللامرن كليا البندول القذفي

Q يتحرك جسم كتلته **5 Kg** بسرعة **3 m/s** شمالا (الاتجاه الموجب لمحور **y**) تصادم مع جسم آخر كتلته **3 Kg** يتحرك بسرعة **6 m/s** جنوبا (الاتجاه السالب لمحور **y**) إذا التحم الجسمان و تحركا كجسم واحد احسب

- السرعة المشتركة للنظام بعد التصادم

$m_1 = 5$ Kg
$v_1 = +3\,\vec{j}$ m/s
$m_2 = 3$ Kg
$v_2 = -6\,\vec{j}$ m/s
$\vec{v}' = ?$ m/s

$$\vec{v}' = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2}{(m_1 + m_2)}$$

$$\vec{V}' = \frac{[(5)(+3\,\vec{j})]+[(3)(-6\,\vec{j})]}{(5+3)} = -0.375\,\vec{j}\ \text{m/s}$$

- الفقد في الطاقة الحركية (أين تذهب الطاقة المفقودة)

$$KE_{\text{قبل}} = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2$$

$$KE_{\text{قبل}} = \frac{1}{2}(5)(3)^2 + \frac{1}{2}(3)(-6)^2 = 76.5\ \text{J}$$

$$KE_{\text{بعد}} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\vec{v}'^2$$

$$KE_{\text{بعد}} = \frac{1}{2}(5+3)(-0.375)^2 = 0.562\ \text{J}$$

$$\Delta KE = KE_{\text{بعد}} - KE_{\text{قبل}}$$

$$\Delta KE = 0.562 - 76.5 = -75.93\ \text{J}$$

تتحول الطاقة المفقودة إلى تشوه في الجسمين و حرارة

UULA
صفوة معلمي الكويت
UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة

علل لما يأتي :

Q يحدث فقد في طاقة حركة جملة الجسمين في التصادم اللامرن

نتيجة حدوث تشوه و طاقة حرارية مكان التصادم , وبالتالي يحدث فقد في الطاقة الحركية و يصبح التصادم لامرن

Q كرتان من الصلصال تتصادمان تصادما لا مرنا كليا , كتلة الكرة الأولي **0.5 Kg** و تتحرك إلى اليمين بسرعة **4 m/s** بينما الكرة الثانية كتلتها **0.25 Kg** و تتحرك نحو اليسار بسرعة **3 m/s** احسب

- سرعة النظام المؤلف من الكتلتين بعد التصادم

$m_1 = 0.5$ Kg
$v_1 = +4\,\vec{i}$ m/s
$m_2 = 0.25$ Kg
$v_2 = -3\,\vec{i}$ m/s
$\vec{v}' = ?$
$\Delta KE = ?$

$$\vec{v}' = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2}{(m_1 + m_2)}$$

$$\vec{v}' = \frac{[(0.5)(+4\,\vec{i})]+[(0.25)(-3\,\vec{i})]}{(0.5 + 0.25)} = +1.66\,\vec{i}\ \text{m/s}$$

- مقدار التغير في مقدار الطاقة الحركية

$$KE_{\text{قبل}} = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2$$

$$KE_{\text{قبل}} = \frac{1}{2}(0.5)(4)^2 + \frac{1}{2}(0.25)(-3)^2 = 5.125\ \text{J}$$

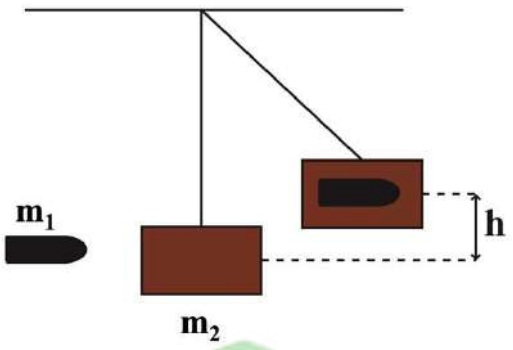
$$KE_{\text{بعد}} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\vec{v}'^2$$

$$KE_{\text{بعد}} = \frac{1}{2}(0.5 + 0.25)(1.66)^2 = 1.033\ \text{J}$$

$$\Delta KE = KE_{\text{بعد}} - KE_{\text{قبل}}$$

$$\Delta KE = 1.033 - 5.125 = -4.0916\ \text{J}$$

البندول القذفي هو جهاز يستخدم في قياس سرعة القذائف



يقوم مبدأ عمل البندول القذفي على حفظ كمية الحركة و حفظ الطاقة الميكانيكية

صفوة معلمي الكويت

طلقة كتلتها **20 g** انطلقت بسرعة **300 m/s** لتصطدم بالبندول القذفي المثبت فيه كلتة ساكنة مقدارها **5 Kg** , احسب

معلق

- السرعة التي يتحرك بها جملة الجسمين بعد التصادم

$$\vec{v}' = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2}{(m_1 + m_2)}$$

$$\vec{v}' = \frac{[(0.02)(300)]}{(0.02+5)} = 1.195 \text{ m/s}$$

- أقصي ارتفاع للبندول القذفي بعد التصادم

$$\frac{1}{2}v^2 = gh$$

$$\frac{1}{2}(1.195)^2 = (10)h$$

$$h = 0.071 \text{ m}$$

تدرب و تفوق

اختبارات الكترونية ذكية

UULA

صفوة معلمي الكويت