تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج البحرينية

*للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا

https://almanahj.com/bh

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الحادي عشر اضغط هنا

https://almanahj.com/bh/11

* للحصول على جميع أوراق الصف الحادي عشر في مادة فيزياء ولجميع الفصول, اضغط هنا

https://almanahj.com/bh/11physics

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الحادي عشر في مادة فيزياء الخاصة بـ الفصل الأول اضغط هنا

https://almanahj.com/bh/11physics1

* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ الصف الحادي عشر اضغط هنا

https://almanahj.com/bh/grade11

* لتحميل جميع ملفات المدرس محمود مصطفى اضغط هنا

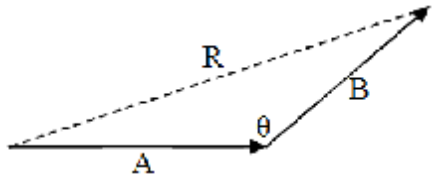
للتحدث إلى بوت على تلغرام: اضغط هنا https://t.me/almanahjbhbot

الفصل الأول (القوى فى بعدين)

المتجهات:

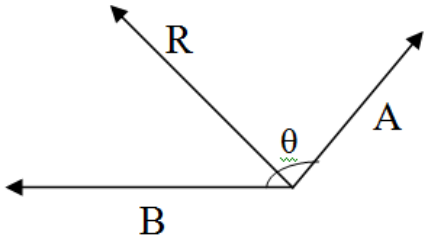
لحساب محصلة متجهين متتاليين بينهما زاوية θ نستخدم قاعدة جيب التمام

$$R^2 = A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta$$

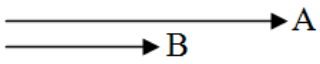


لحساب محصلة متجهين بينهما زاوية θ وخارجين من نقطة نستخدم قاعدة جيب التمام

$$R^2 = A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta$$

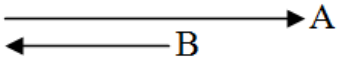


إذا كان المتجهان فى اتجاه واحد



$$R = A + B$$

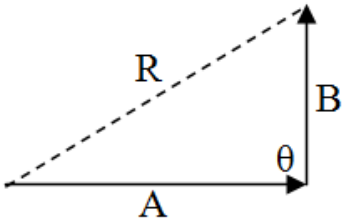
إذا كان المتجهان فى اتجاهين متضادين



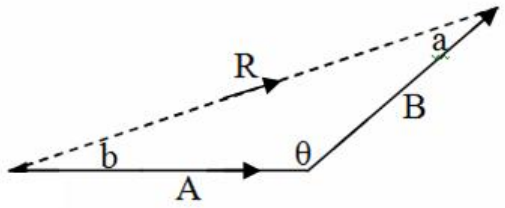
$$R = A - B$$

إذا كانت الزاوية بين المتجهين 90 درجة

$$R^2 = A^2 + B^2$$

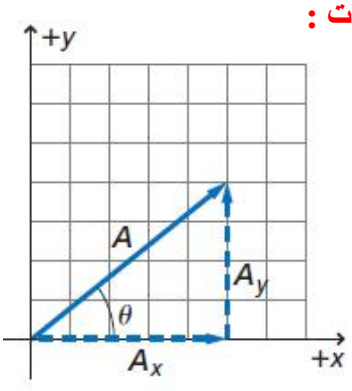


إذا كانت الزوايا المقابلة للمتجهات الثلاثة معلومة ومعلوم أحد المتجهات يمكن معرفة قيمة المتجهين الآخرين بإستخدام قاعدة الجيب

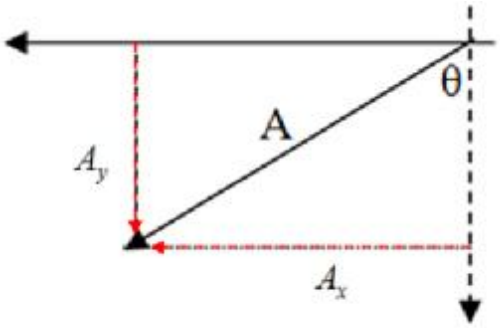


$$\frac{A}{\sin a} = \frac{B}{\sin b} = \frac{C}{\sin c}$$

تحليل المتجهات :



$$A_x = A\cos\theta$$
$$A_y = A\sin\theta$$



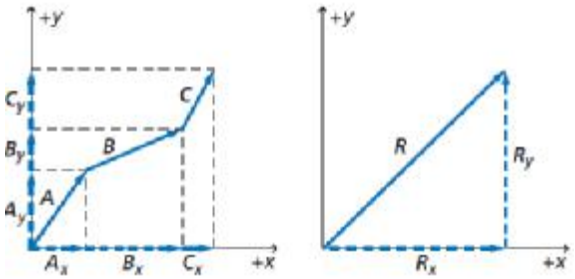
$$A_x = -A\sin\theta$$
$$A_y = -A\cos\theta$$

اتجاه المحصلة: $\theta = \tan^{-1}(\frac{A_y}{A_x})$

- تكون الزاوية فى الربع الأول $(A_y = + \ , \ A_x = +)$
- تكون الزاوية فى الربع الثانى $(A_y = + \ , \ A_x = -)$
- تكون الزاوية فى الربع الثالث $(A_y = - \ , \ A_x = -)$
- تكون الزاوية فى الربع الرابع $(A_y = - \ , \ A_x = +)$

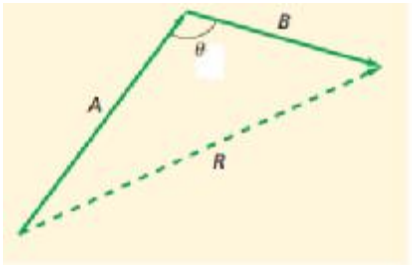
وتكون فى كل الأحوال بين المحصلة ومحور X

فى الشكل المقابل



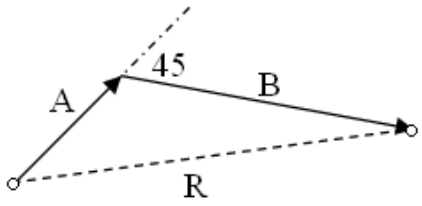
$$R = A + B + C$$
$$R_x = A_x + B_x + C_x$$
$$R_y = A_y + B_y + C_y$$
$$R^2 = R_x^{\ 2} + R_y^{\ 2}$$
$$\theta = \tan^{-1}(\frac{R_y}{R_x})$$

تمرين1:إزاحتان الأولى 25Km والثانية 15 Km احسب مقدار محصلتيهما عندما تكون الزاوية بينهما 135 درجة



$$R^2 = A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta$$
$$R^2 = 25^2 + 15^2 - (2\times 25\times 15\cos 135$$
$$R^2 = 1380.33$$
$$\therefore R = 37.152km$$

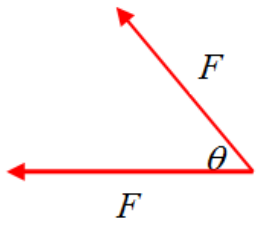
تمرين 2 : سار شخص 4.5 Km فى اتجاه ما ثم انعطف بزاوية 45 درجة نحو اليمين وسار مسافة 6.4Km مامقدار إزاحته



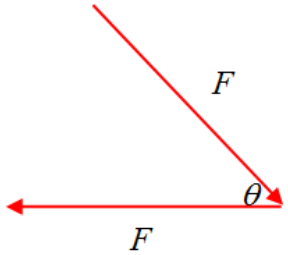
$$R^2 = A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta$$
$$R^2 = 4.5^2 + 6.4^2 - (2\times 4.5\times 6.4\times\cos 135)$$
$$R^2 = 101.939$$
$$\therefore R = 10.096km$$

محصلة قوتان متساويتان بينهما زاوية θ

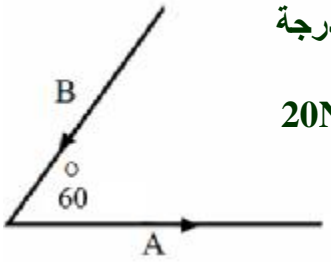
$$R = 2F\cos(\frac{\theta}{2})$$



$$R = 2F\cos(\frac{180-\theta}{2})$$

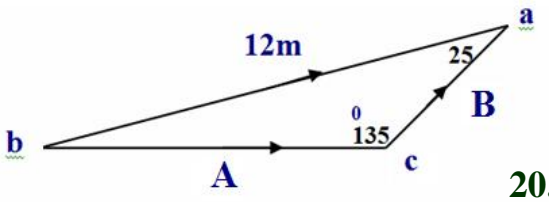


تمرين3: في الشكل المقابل متجهان A و B كل منهما يساوى 8N وبينهما زاوية 60 درجة تكون محصلة المتجهين



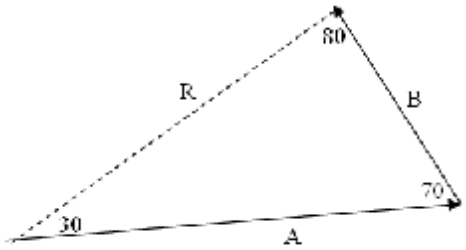
أ - 4N ب - 8N ج - 16N د - 20N

تمرين4:- في الشكل المقابل إزاحتان A و B محصلتيهما 12m والزاوية المقابلة للمحصلة كما بالشكل 135 درجة والزاوية المقابلة للإزاحة A تساوى 25 درجة تكون قيمة اللإزاحة A تساوى



أ - 4.17m ب - 7.17m ج - 9.17m د - 20.07m

تمرين5: إذا كانت محصلة إزاحتين A,B هى 18 Km فما مقدار الإزاحتين إذا كانت الزوايا كما هو موضح بالشكل



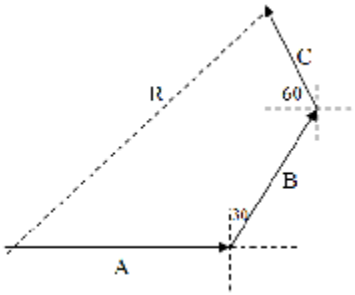
$$\frac{R}{\sin r}=\frac{A}{\sin a}=\frac{B}{\sin b}$$

$$\frac{18}{\sin 70}=\frac{A}{\sin 80}=\frac{B}{\sin 30}$$

$$A=\frac{18\sin 80}{\sin 70}=18.864km$$

$$B=\frac{18\sin 30}{\sin 70}=9.577km$$

تمرين 6: مشى أحمد مسافة 200 m ناحية الشرق ثم مشى 150 m فى اتجاه 30 درجة شرق الشمال ثم مشى 100m فى اتجاه 60 درجة شمال الغرب احسب إزاحة أحمد



$$R = A + B + C$$

$$R_x = A_x + B_x + C_x$$

$$R_x = 200 + 150\sin 30 - 100\cos 60 = 225$$

$$R_y = A_y + B_y + C_y$$

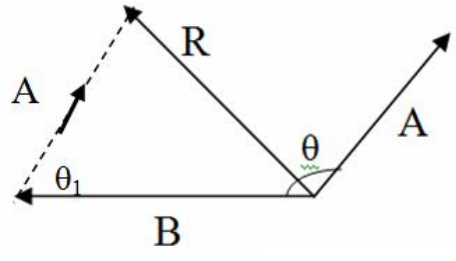
$$R_y = 0 + 150\cos 30 + 100\sin 60 = 216.5$$

$$R^2 = R_x{}^2 + R_y{}^2 = 97500$$

$$\therefore R = 312.2498m$$

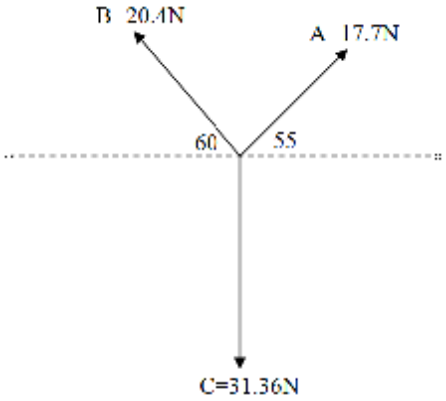
$$\theta = \tan^{-1}(\frac{R_y}{R_x}) = \tan^{-1}(\frac{216.5}{225}) = 43.89$$

تمرين 7 : إزاحتان A, B الأولى 25Km والثانية 15 Km كما بالشكل احسب مقدار محصلتيهما عندما تكون الزاوية بينهما 150 درجة

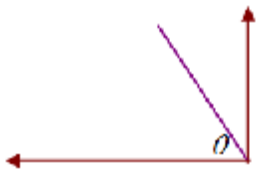


$$R^2 = A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta_1$$
$$R^2 = 25^2 + 15^2 - (2\times 25\times 15\cos 30) = 200.48$$
$$\therefore R = 14.159km$$
$$R^2 = A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta$$
$$R^2 = 25^2 + 15^2 + (2\times 25\times 15\cos 150) = 200.48$$
$$\therefore R = 14.159km$$

تمرين8: تؤثر قوتى شد B،A فى الإتجاهات المبينة فى الشكل لترفع كتلة 3.2 Kg ($g = 9.8\ m/s^2$) احسب محصلة القوى واتجاهها



$$R = A + B + C$$
$$R_x = A_x + B_x + C_x$$
$$R_x = 17.7\cos 55 - 20.4\cos 60 + 0 = -0.4769$$
$$R_y = A_y + B_y + C_y$$
$$R_y = 17.7\sin 55 + 20.4\sin 60 - 31.36 = 0.8059$$
$$R^2 = R_x^{\ 2} + R_y^{\ 2} = 0.8769$$
$$\therefore R = 0.9364N$$
$$\theta = \tan^{-1}(\frac{R_y}{R_x}) = \tan^{-1}(\frac{0.8059}{-0.4769}) = 59.38$$



الزاوية فى الربع الثانى

يمكن حساب المحصلة بطريقة بيانية عن طريق الرسم البيانى حيث نمثل كل قوة بمقياس رسم مناسب ونرسم الإتجاه ثم نرسم القوة التالية على التتابع وهكذا فتكون المحصلة مقدارا واتجاها هى البعد بين نقطة البداية والنهاية

مثال : سار شخص داخل نفق مسافة 50 m في اتجاه الشرق، ثم انحرف مسافة100m باتجاه الشمال الغربي، وأخيرًا مسافة 150m باتجاه 30 درجة جنوب الغرب. ما أقصر مسافة يجب أن يسيرها (مقدارًا واتجاهًا) حتى يعود إلى النقطة التي بدأ منها. (استخدم الطريقة البيانية لإيجاد الحل) -(إرشاد : استخدم مقياس رسم 1 سم لكل 20 متر)-
اعد حل التمرين مستخدما طريقة التحليل

الإحتكاك : ينتج الإحتكاك عند تلامس سطحين حيث تتداخل النتوءات البارزة من السطحين وتشكل روابط مؤقتة

- يؤثر الإحتكاك فى اتجاه دائما يعاكس اتجاه الحركة فى حالة الإحتكاك الحركى
- يؤثر الإحتكاك فى اتجاه دائما يعاكس اتجاه الحركة المتوقع (على وشك الحركة) فى حالة الإحتكاك السكونى
- تعتمد قوة الإحتكاك على القوة العمودية بين السطحين ولكن ليس من الضرورى أن تعتمد على وزن أى من الجسمين
- تعتمد قوة الإحتكاك على طبيعة كل من السطحين المتلامسين
- لاتعتمد قوة الإحتكاك على مساحة أى من السطحين ولاتعتمد على سرعة أى من الجسمين

قوة الإحتكاك الحركى F_k **:** تساوى حاصل ضرب معامل الإحتكاك الحركى μ_k فى القوة العمودية F_N

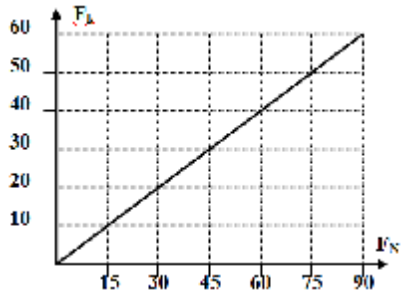
$$F_k = \mu_k F_N$$

قوة الإحتكاك السكونى F_s **:** أقل من أو تساوى حاصل ضرب معامل الإحتكاك السكونى μ_s فى القوة العمودية F_N

$$F_s \le \mu_s F_N$$

- قوة الإحتكاك السكونى هى استجابة لقوة أخرى تحاول أن تجعل الجسم الساكن يبدأ حركته
- إذا لم تكن هناك قوة تؤثر فى الجسم تكون قوة الإحتكاك السكونى تساوى صفر
- إذا كانت هناك قوة تحاول أن تحرك الجسم فإن قوة الإحتكاك السكونى تزداد لتصل الى أقصى قيمة لها عندما يكون الجسم على وشك الحركة
- معامل الإحتكاك السكونى μ_s دائما أكبر من معامل الإحتكاك الحركى μ_k
- إذا كانت هناك علاقة بيانية بين قوة الإحتكاك الحركى على محور Y والقوة العمودية على محور X فإن معامل الإحتكاك الحركى يساوى ميل الخط المستقيم
- لاتوجد وحدة قياس لمعامل الإحتكاك ويكون أقل من الواحد وأكبر من الصفر ($0 < \mu < 1$)
- فى تمارين الإحتكاك نحتاج الى تحليل القوى وتطبيق قوانين نيوتن
- التسارع (a=0)عندما يكون الجسم ساكن أو متحرك بسرعة ثابتة (منتظمة)
- معادلة قانون نيوتن الأول $\Sigma F = 0$
- معادلة قانون نيوتن الثانى $\Sigma F = ma$
- معادلة قانون نيوتن الثالث $F_{12} = -F_{21}$ (1 تدل على الجسم الأول 2 تدل على الجسم الثانى)

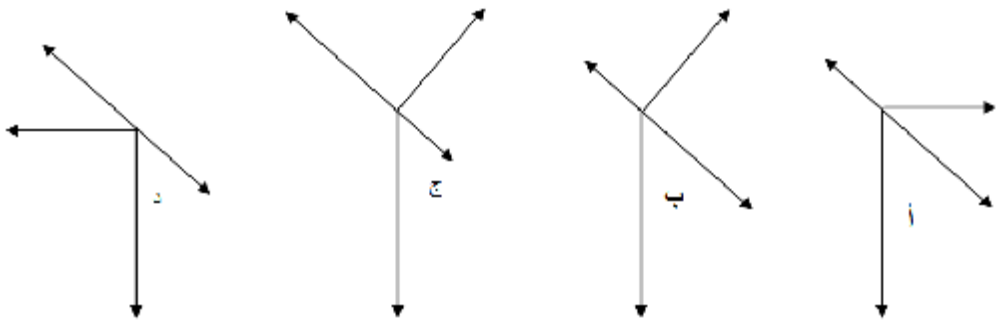
(اعتبر تسارع الجاذبية الأرضية 9.8m/ s2)



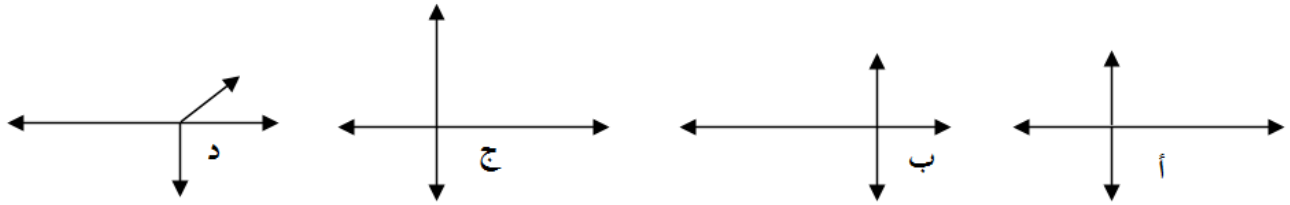
تمرين1: وضع جسم بتحرك على مستوى أفقى خشن وتم وضع أثقال مختلفة عليه تدريجيا أثناء حركته فأصبحت العلاقة البيانية بين F_k و F_N كما بالشكل يكون معامل الإحتكاك الحركى

أ - 0.33 ب -0.44 ج - 0.55 د -0.66

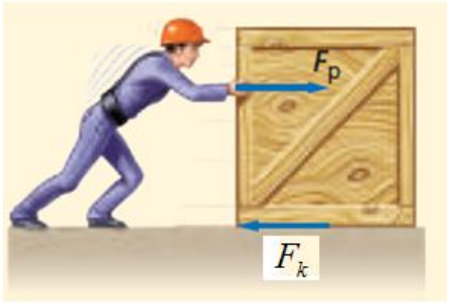
تمرين2 : مخطط الجسم الحر لجسم ينزل لأسفل مستوى مائل خشن تحت تأثير وزنه فقط هو

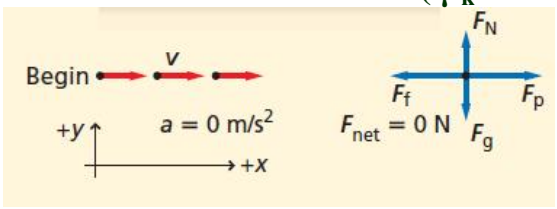


تمرين3 : مخطط الجسم الحر لجسم يتحرك على مستوى أفقى خشن بقوة أفقية تؤثر عليه فى اتجاه الشرق هو



تمرين4 : إذا دفعت صندوقا خشبيا كتلته 25 Kg على أرض خشبية بسرعة منتظمة 1 m/s فما مقدار القوة التى أثرت بها فى الصندوق ($\mu_k = 0.2$)





$$F_k = \mu_k F_N = \mu_k mg = 0.2 \times 25 \times 9.8 = 49N$$

$$\sum F = 0$$

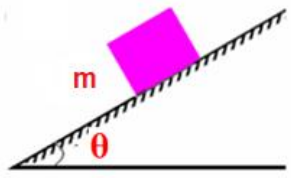
$$F_p - F_k = 0$$

$$F_p - 49 = 0$$

$$F_p = 49N$$

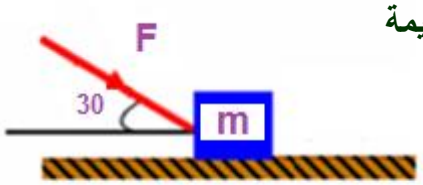
تمرين5 : يدفع شخص صندوقا به كتب ووزن الصندوق والكتب 134N ومعامل الإحتكاك السكونى بين سطح الأرض والصندوق 0.55 فما القوة التى يجب أن يدفع بها الشخص الصندوق حتى يكون على وشك الحركة

تمرين6 : دفع شخص خزانة كتب كتلتها 41 Kg بقوة 65 N على أرض الغرفة وتسارعت بمعدل $0.12\ m/s^2$ احسب معامل الإحتكاك الحركى بين الخزانة وأرض الغرفة



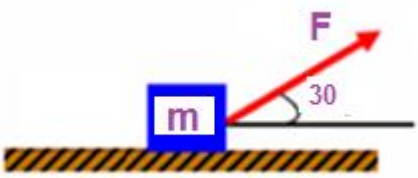
تمرين7: إنزلاق جسم على مستوى مائل خشن تحت تأثير وزنه فقط يعتمد على
أ- زاوية ميل المستوى ومعامل الإحتكاك
ب- كتلة الجسم وزاوية ميل المستوى
ج- كتلة الجسم ومعامل الإحتكاك
د- كتلة الجسم وزاوية ميل المستوى ومعامل الإحتكاك

تمرين8: فى الشكل جسم كتلته 8kg تؤثر عليه قوة 40N تميل بزاوية 30 درجة على الأفقى كما فى الشكل إذا كان الجسم على وشك الحركة تكون قيمة معامل الإحتكاك السكونى



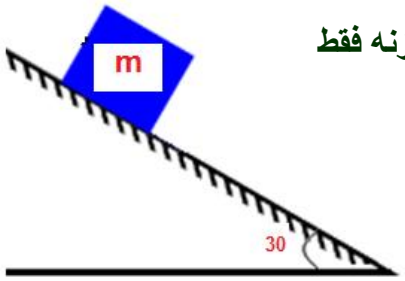
أ - 0.352 ب -0. 0.479 ج - 0.553 د -0.662

تمرين9: فى الشكل جسم كتلته 8kg تؤثر عليه قوة 40N تميل بزاوية 30 درجة على الأفقى كما فى الشكل إذا كان الجسم على وشك الحركة تكون قيمة معامل الإحتكاك السكونى



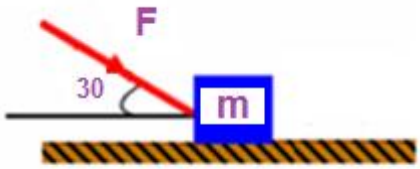
أ - 0.334 ب -0. 0.479 ج - 0.593 د -0.662

تمرين10: فى الشكل جسم كتلته m على وشك الإنزلاق لأسفل تحت تأثير وزنه فقط تكون قيمة معامل الإحتكاك السكونى

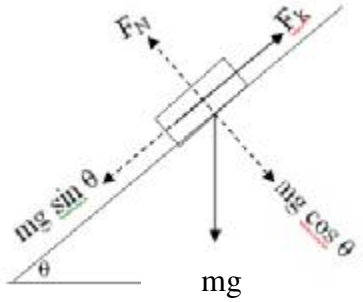


أ - 0.277 ب -0. 0.377 ج - 0.477 د -0.577

تمرين11: فى الشكل جسم كتلته 8kg تؤثر عليه قوة 40N تميل بزاوية 30 درجة على الأفقى كما فى الشكل إذا كان معامل الإحتكاك الحركى 0.4
احسب تسارع الجسم

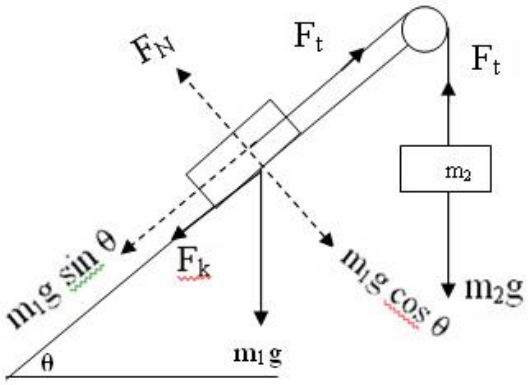


تمرين 12 : ينزلق جسم تحت تأثير وزنه فقط على مستوى مائل بزاوية 30 درجة ($\mu_k = 0.45$)
احسب تسارع الجسم



$$F_k = \mu_k F_N = \mu_k mg\cos\theta = 0.45\times m\times 9.8\cos 30 = 3.819m$$
$$\sum F = ma$$
$$mg\sin\theta - F_k = ma$$
$$m(9.8\times\sin 30) - 3.819m = ma$$
$$a = 4.9 - 3.819 = 1.08 m/s^2$$

تمرين 13 : كتلتان ($m_1 = 8\ Kg$, $m_2 = 12\ Kg$) تتصلان بخيط مهمل الكتلة يمر على بكرة ملساء تتحرك الكتلة m_1 لأعلى مستوى مائل تحت تأثير قوة جذب الأرض للكتلة m_2 إذا كانت زاوية ميل المستوى المائل 30 درجة ومعامل الإحتكاك بين الكتلة m_1 والسطح المائل ($\mu_k = 0.4$)
احسب تسارع المجموعة وقوة الشد فى الخيط

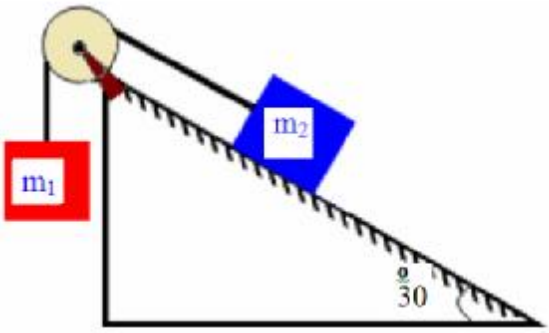


$$F_k = \mu_k F_N = \mu_k mg\cos\theta = 0.4\times 8\times 9.8\cos 30 = 27.15866N$$
$$\sum F = ma$$
$$F_t - m_1 g\sin\theta - F_k = m_1 a \qquad (1)$$
$$m_2 g - F_t = m_2 a \qquad (2)$$
$$m_2 g - m_1 g\sin\theta - F_k = (m_1 + m_2)a$$
$$(12\times 9.8) - (8\times 9.8\times\sin 30) - 27.15866 = (8+12)a$$
$$a = 2.56 m/s^2$$

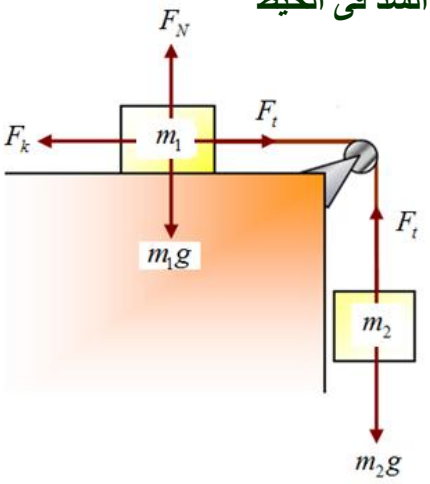
من (2) ينتج أن

$$F_t = m_2 g - m_2 a = m_2(g-a) = 12(9.8 - 2.56) = 86.855N$$

تمرين 14: فى الشكل الكتلتين $m_1 = 20kg$ و $m_2 = 10kg$ مربوطتين بخيط مهمل الكتلة يمر على بكرة ملساءعلى مستوى مائل خشن معامل الإحتكاك بين الكتلة m_2 والسطح 0.4 وزاوية ميل المستوى المائل 30 درجة احسب العجلة التى تتحرك بها المجموعة



تمرين 15 : كتلتان ($m_1 = 8\ Kg$, $m_2 = 12\ Kg$) تتصلان بخيط مهمل الكتلة يمر على بكرة ملساء تتحرك الكتلة m_1 على مستوى أفقى تحت تأثير قوة جذب الأرض للكتلة m_2 ومعامل الإحتكاك بين الكتلة m_1 والمستوى الأفقى ($\mu_k = 0.4$) احسب تسارع المجموعة وقوة الشد فى الخيط



$$F_k = \mu_k F_N = \mu_k mg = 0.4\times 8\times 9.8 = 31.36N$$

$$\sum F = ma$$

$$F_t - F_k = m_1 a \qquad (1)$$

$$m_2 g - F_t = m_2 a \qquad (2)$$

$$m_2 g - F_k = (m_1 + m_2)a$$

$$(12\times 9.8) - 31.36 = (8+12)a$$

$$a = 4.312 m/s^2$$

من (2) ينتج أن

$$F_t = m_2 g - m_2 a = m_2(g-a) = 12(9.8-4.312) = 65.856N$$

تمرين 16: تنقل شجرة بواسطة شاحنة ومقطورة ذات سطح مستوى تسير بسرعة 55 Km/h إذا كان معامل الإحتكاك السكونى بين الشجرة وسطح المقطورة 0.5 فما أقل مسافة يتطلبها توقف الشاحنة دون أن تنزلق الشجرة

$$\sum F = ma$$

$$-F_k = ma$$

$$-\mu_k mg = ma$$

$$-0.5\times 9.8 = a$$

$$a = -4.9 m/s^2$$

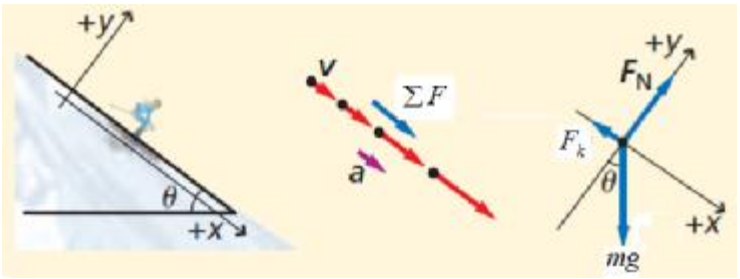
$$v_f^2 = v_i^2 + 2a(d_f - d_i)$$

$$0 = (15.27777)^2 - 2\times 4.9\times d_f$$

$$d_f = 23.8m$$

تمرين17: يقف شخص كتلته 62kg على زلاجة وينزلق لأسفل منحدر ثلجى يميل على الافقى بزاوية 37 درجة فانزلق من سكون تحت تأثير وزنه إذا كان معامل الإحتكاك بين الزلاجة والثلج 0.15

1- ارسم مخطط الجسم الحر
2- ارسم مخطط الحركة موضحا القوة المحصلة والسرعة والتسارع
3- احسب سرعته بعد 5s

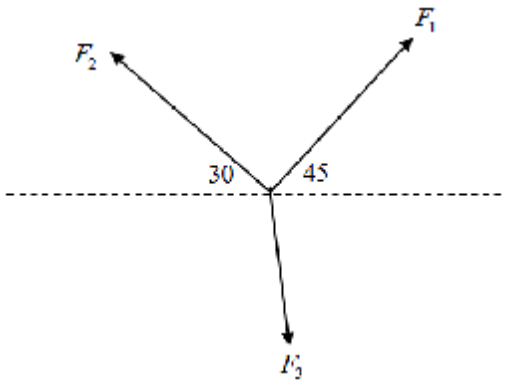


$$F_k = \mu_k F_N = \mu_k mg\cos\theta = 0.15\times 62\times 9.8\cos 37 = 72.7876N$$

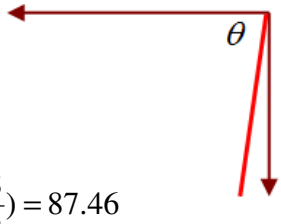
$$\sum F = ma$$
$$mg\sin\theta - F_k = ma$$
$$(62\times 9.8\times \sin 37) - 72.7876 = 62a$$
$$a = 4.7237 m/s^2$$
$$v_f = v_i + a\,t$$
$$v_f = 0 + (4.7237\times 5) = 23.618 m/s$$

القوة الموازنة : تسمى القوة التى تؤثر فى جسم لتجعله يتزن القوة الموازنة

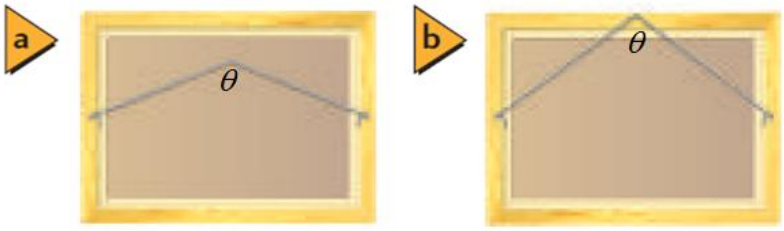
تمرين18: يتزن جسم تحت تأثير ثلاث قوى كما بالشكل الأولى 80 N فى اتجاه الشمال الشرقى والثانية 70 N فى اتجاه 30 درجة شمال الغرب احسب القوة الثالثة واتجاهها



$$R = 0$$
$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 0$$
$$80\cos 45 - 70\cos 30 + F_{3x} = 0$$
$$F_{3x} = -4.0532N$$
$$F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 0$$
$$80\sin 45 + 70\sin 30 + F_{3y} = 0$$
$$F_{3y} = -91.5685N$$
$$F_3^2 = F_{3x}^2 + F_{3y}^2 = 8401.226$$
$$\therefore F_3 = 91.658N$$
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_{3y}}{F_{3x}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{-91.568}{-4.0532}\right) = 87.46$$



س1:فسر أى من اللوحتين يكون الشد فى الخيط أقل



س2: هل يزداد إحتكاك إطار السيارة بالطريق عند تغيير عرض الإطار بالزيادة أو النقصان؟

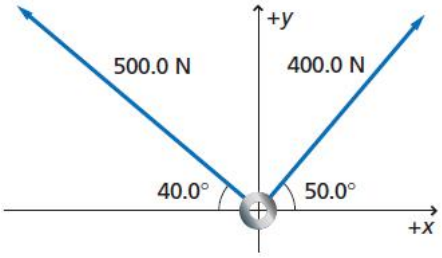
س3: إذا وضع جسم كتلته m على مستوى مائل بزاوية θ والمستوى خشن وترك الجسم فإنه عند زيادة الزاوية فإن

1-مركبة الوزن التى تزداد بزيادة الزاوية هى ..... ؟

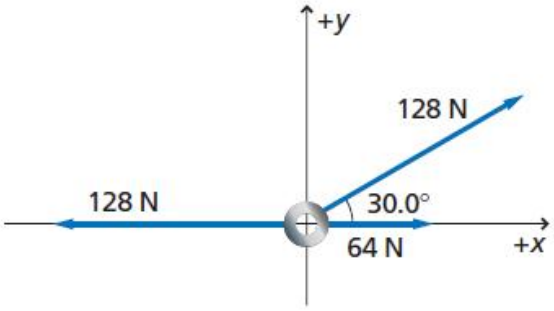
2- مركبة الوزن التى تقل بزيادة الزاوية هى .....؟

3- بزيادة الزاوية فإن قوة الإحتكاك (تقل - تزداد)

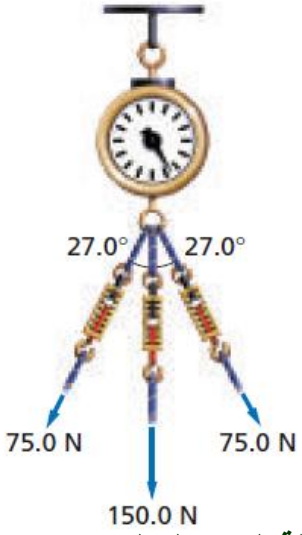
س4:احسب محصلة القوتين فى الشكل المقابل
1- بيانيا 2- بطريقة التحليل
3- بإستخدام قاعدة جيب التمام



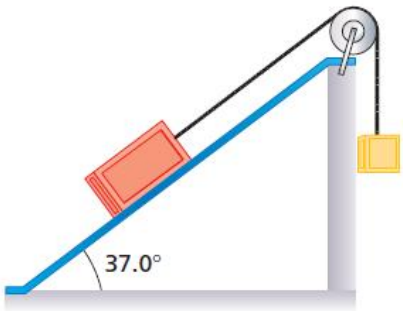
س5:احسب محصلة القوى التى فى الشكل المقابل
1- بيانيا 2- بطريقة التحليل



س6:احسب قراءة مؤشر القوى فى الشكل المقابل بإستخدام
1- طريقة التحليل
2- بيانيا

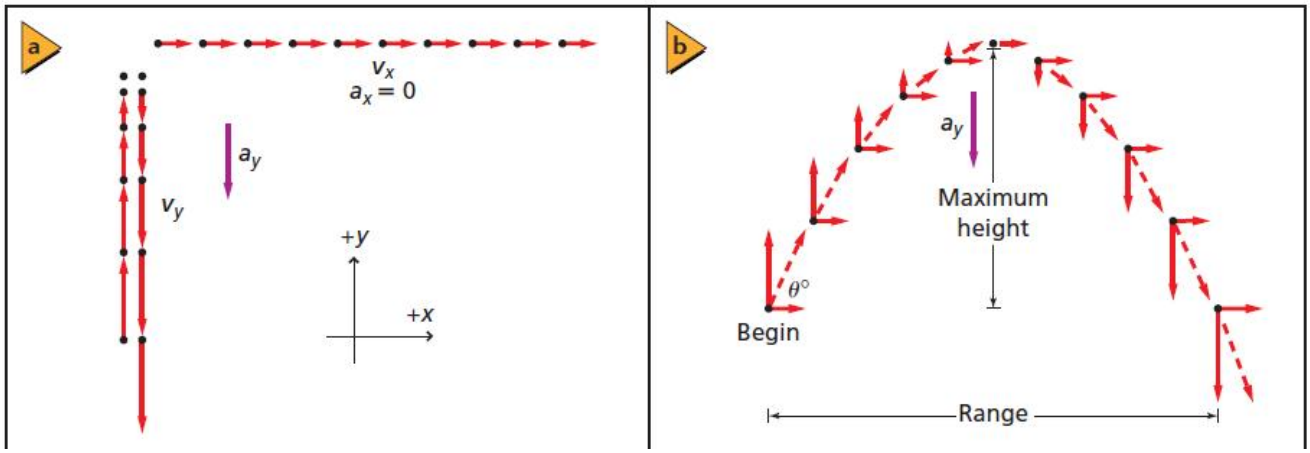


س7:احسب تسارع المجموعة فى الشكل المقابل والشد فى الخيط إذا كانت كتلة الجسم المعلق 16kg والجسم على المستوى المائل 8kg



الفصل الثانى (الحركة فى بعدين)

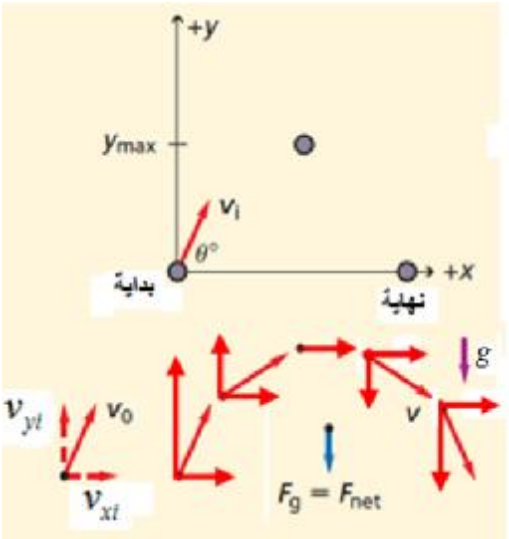
حركة المقذوفات



عندما نقذف جسما إلى أعلى بسرعة ابتدائية v_i بزاوية θ تكون للجسم حركتين
الأولى فى اتجاه محور X بسرعة ثابتة (a=0) لإنعدام القوى المؤثرة عليه فى هذا الإتجاه
الثانية فى اتجاه محور Y تحت تأثير قوة الجاذبية ($a_y=g$)فتقل السرعة v_y كلما ارتفعنا إلى أعلى وتساوى صفرا عند أقصى إرتفاع ثم تزداد فى الإتجاه الأخر كما بالشكل

$v_{yi} = v_i \sin\theta$	$v_{xi} = v_i \cos\theta$
$v_y = v_{yi} + g\,t$ (1)	$v_x = v_{xi}$ (1)
$d_y = d_{yi} + v_{yi}\,t + \frac{1}{2} g\,t^2$ (2)	$d_x = v_{xi}\,t$ (2)
$v^2{}_y = v^2{}_{yi} + 2g\left(d_y - d_{yi}\right)$ (3)	

تمرين1: قذف لاعب كرة من مستوى الأرض بسرعة ابتدائية 27 m/s وفى اتجاه يميل على المستوى الأفقى بزاوية 30 درجة مهملا مقاومة الهواء احسب كلا مما يلى :



1- السرعة الإبتدائية فى اتجاه محور X

$$v_{xi} = v_i \cos\theta = 27\cos 30 = 23.38 m/s$$

2- السرعة الإبتدائية فى اتجاه محور Y

$$v_{yi} = v_i \sin\theta = 27\sin 30 = 13.5 m/s$$

3- زمن أقصى ارتفاع

$$v_y = v_{yi} + g\,t$$

$$0 = 13.5 - 9.8t$$

$$t = 1.377 s$$

4- الزمن الكلى لتحليق الكرة = زمن أقصى ارتفاع × 2

$$= t \times 2 = 2 \times 1.377 = 2.754 s$$

$$v^2_y = v^2_{yi} + 2g\,d_y$$

5- أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة

$$0 = 13.5^2 - (2\times 9.8\,d_y)$$

$$d_y = 9.298m$$

6- المدى الأفقى لحركة الكرة

$$d_x = v_{xi}\,t = 23.38(2.755) = 64.879m$$

7- السرعة عندما كانت المسافة الأفقية 50m

$$d_x = v_{xi}\,t$$

الزمن عند المسافة الافقية

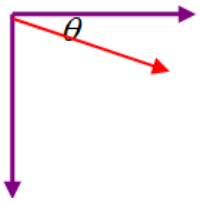
$$50 = 23.38\,t$$

$$t = 2.1385s$$

السرعة فى اتجاه Y عند هذا الزمن

$$v_y = v_{yi} + g\,t$$

$$v_y = 13.5 - 9.8(2.85) = -7.4573m/s$$

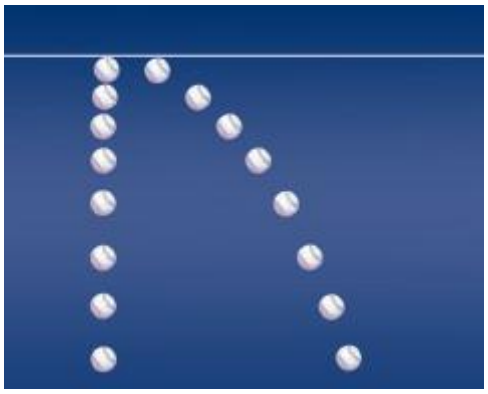


السرعة الكلية

$$v = \sqrt{(v^2_x + v^2_y)}$$

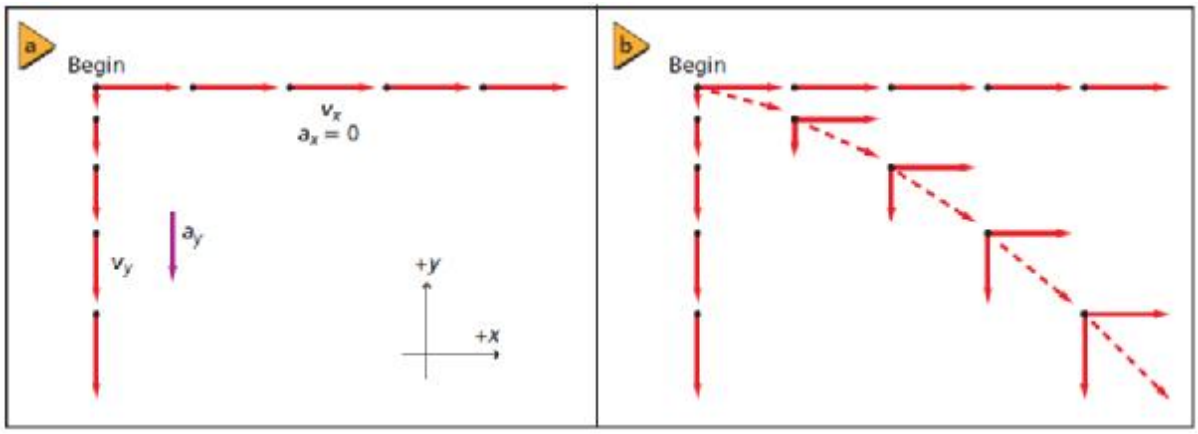
$$v = \sqrt{(23.38^2 + (-7.457^2)} = 24.54m/s$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v_y}{v_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{-7.4573}{23.38}\right) = 17.69$$



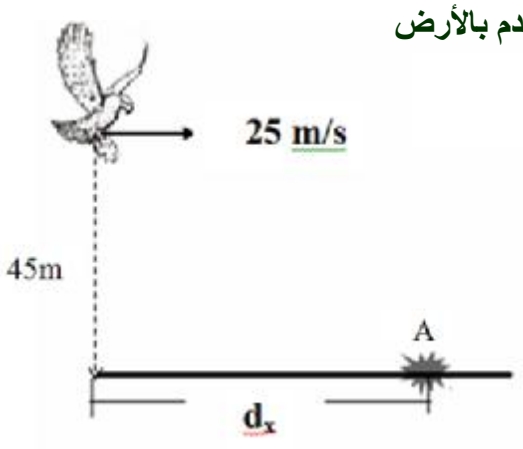
فى الشكل المقابل كرتين أسقطتا فى نفس اللحظة
الكرة التى على اليسار سقطت من سكون ($v_{yi}=0$, $v_{xi}=0$)
الكرة التى على اليمين سقطت وكانت مكتسبة سرعة ابتدائية فى إتجاه محور x و($v_{yi}=0$)
لاحظ
ان للكرتين نفس الموقع الرأسي عند أى لحظة
أن الكرتين يصلان إلى الأرض فى نفس الزمن

إذا كان جسم يتحرك بسرعة أفقية ثابتة v_{xi} على ارتفاع d_y وسقط منه جسم آخر فإنه يأخذ المسار الذى فى الرسم التالى



$v_{yi}=0$	مقدار السرعة الثابتة $v_{xi}=$
$v_y = v_{yi} + g\,t$ $v_y = g\,t$ (1)	$v_x = v_{xi}$ (1)
$d_y = d_{yi} + v_{yi}\,t + \frac{1}{2}g\,t^2$ $d_y = \frac{1}{2}g\,t^2$ (2)	$d_x = v_{xi}\,t$ (2)
$v^2{}_y = v^2{}_{yi} + 2g\,(d_y - d_{yi})$ $v^2{}_y = 2g\,d_y$ (3)	

تمرين 2: يطير صقر على ارتفاع 45m سقط منه أرنب فاصطدم بالأرض



عند (A)

1- احسب الزمن اللازم ليرتطم الأرنب بالأرض

$$d_y = v_{yi}\,t + \frac{1}{2}g\,t^2$$

$$45 = 0 + (\frac{1}{2}\times 9.8\,t^2)$$

$$t^2 = 9.1836$$

$$t = 3.03s$$

2- المسافة الأفقية

$$d_x = v_{xi}\,t = 25(3.03) = 75.76m$$

3- سرعة الجسم لحظة ارتطامه بالأرض

$$v_y = v_{yi} + g\,t$$

$$v_y = 0 + 9.8(3.03) = 29.694m/s$$

$$v = \sqrt{(v^2{}_x + v^2{}_y)}$$

$$v = \sqrt{(25^2 + (29.694^2) = 38.8m/s}$$

تمرين3: عندما نقذف جسما لأعلى بسرعة ابتدائية 20m/ s بزاوية 60 درجة تكون سرعته الكلية عند أقصى ارتفاع

أ- صفرا ب- 5m/ s ج- 10m/ s د- 20m/ s

تمرين4: قذف حجر أفقيا من فوق بناية إرتفاعها $78.4m$ بسرعة $5m/s$

1- احسب الزمن الذى يستغرقه للوصول إلى سطح الأرض (4s)

2-على أى بعد من قاعدة البناية يرتطم الحجر بالأرض(20m)

3- مامقدار كل من مركبتى السرعة الأفقية والرأسية لحظة إصطدام الحجر بالأرض($5m/s$,$39.2m/s$)

تمرين5: قذفت كرة من أعلى بناية إرتفاعها $78.4m$ بسرعة إبتدائية $7m/s$ فى إتجاه يصنع زاوية 53 درجة تحت الأفقى أوجد مقدار وإتجاه سرعة الكرة لحظة إصطدامها بالارض

$$v_{xi} = v_i \cos\theta = 7\cos 53 = 4.2127 m/s$$

$$v_{yi} = v_i \sin\theta = 7\sin 53 = 5.59 m/s$$

$$v^2{}_y = v^2{}_{yi} + 2g\left(d_y - d_{yi}\right)$$

$$v^2{}_y = 5.59^2 + (2\times 9.8\times 78.4)$$

$$v^2{}_y = 1567.888$$

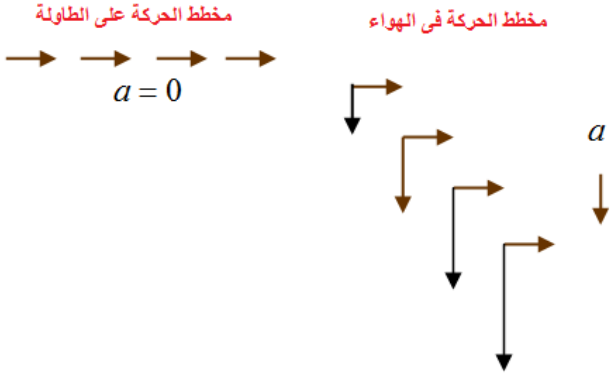
$$v_y = 39.596 m/s$$

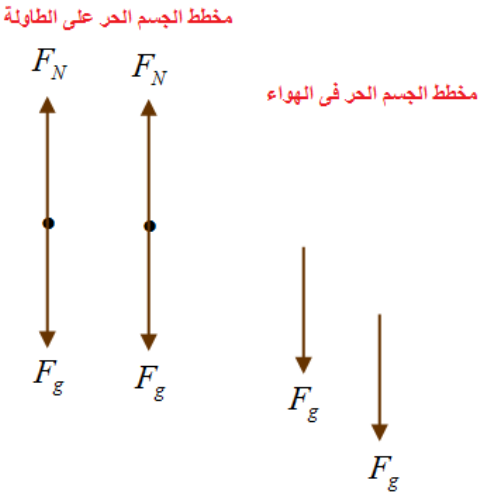
$$v = \sqrt{(v^2{}_x + v^2{}_y)}$$

$$v = \sqrt{(4.2127^2 + (39.596^2) = 39.82 m/s}$$

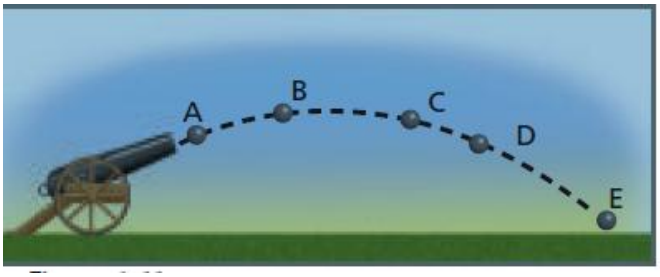
$$\theta = \tan^{-1}(\frac{v_y}{v_x}) = \tan^{-1}(\frac{39.596}{4.2127}) = 83.927$$

تمرين6: مكعب من الجليد ينزلق على سطح طاولة دون احتكاك وبسرعة منتظمة إلى أن يغادر حافة الطاولة ساقطا فى اتجاه الأرض - ارسم مخطط الجسم الحر للمكعب وكذلك مخطط الحركة عند نقطتين على سطح الطاولة ونقطتين فى الهواء





تمرين7: الشكل المقابل يمثل مسار قذيفة مدفع



1- عند أى نقطة يكون مقدار المركبة الرأسية للسرعة أكبر مايمكن(.....)

2- عند أى نقطة يكون مقدار المركبة الأفقية للسرعة أكبر مايمكن (.....)
متساوية عند كل النقاط بإهمال مقاومة الهواء

3- عند أى نقطة يكون التسارع أقل مايمكن
متساوي عند كل النقاط

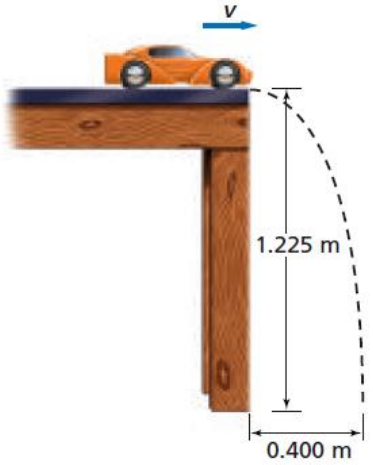
4- عند أى نقطة يكون مقدار السرعة الرأسية أقل مايمكن(.....)

تمرين7: إذا كنت داخل سيارة تتحرك بسرعة منتظمة وقمت بقذف كرة رأسيا إلى أعلى
هل تسقط الكرة أمامك أم خلفك أم فى يدك؟
تسقط الكرة فى يدك لأنك أنت والسيارة والكرة تتحركون بالسرعة الأفقية نفسها

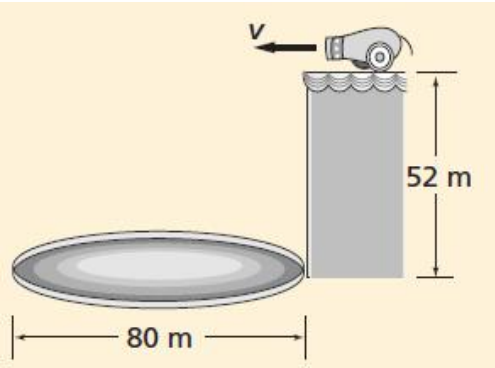
تمرين8: إذا قذفت قلما من فوق سطح بناية ارتفاعها $64m$ بسرعة أفقية $8m/s$ فعلى أى بعد من قاعدة البناية ستبحث عنه

تمرين 9: علل- حركة المقذوفات فى الإتجاه الأفقى تكون بسرعة منتظمة (a=0)؟

تمرين10:احسب السرعة الأفقية للسيارة لحظة مغادرتها حافة الطاولة
احسب الزمن الذى استغرقته السيارة فى الهواء



تمرين11: تنطلق قذيفة بسرعة أفقية من مدفع بسرعة أفقية $25m/s$
لتسقط فى حلقة قطرها $80m$ هل تسقط الكرة داخل الحلقة أم تتجاوزها



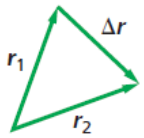
تمرين12- أقصى ارتفاع يصل اليه جسم قذف لأعلى بسرعة $40m/s$ بزاوية 30 درجة

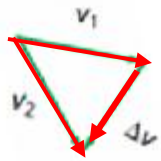
أ - 5m ب- 10m ج - 15m د- 20m

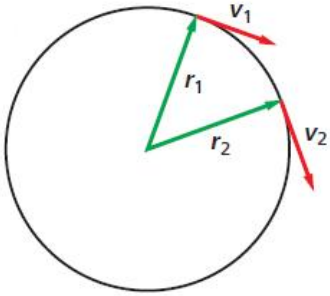
تمرين 13: إذا كان زمن وصول قذيفة مدفع لأقصى ارتفاع $8s$ وكانت السرعة الإبتدائية لها $160m/s$ تكون الزاوية التى انطلقت بها

أ - 15 درجة ب- 30 درجة ج - 45 درجة د- 60 درجة

الحركة الدائرية : هى حركة جسم فى مسار دائرى نصف قطره (r) وتكون الحركة الدائرية منتظمة عندما تكون سرعة الجسم (v)عند أى نقطة فى المسار الدائرى تساوى سرعته عند أى نقطة أخرى فى المسار الدائرى فى المقدار ولكن تختلف عنها فى الإتجاه ويكون اتجاه السرعة عند أى نقطة فى المسار الدائرى هو اتجاه المماس لهذه النقطة







فى الشكل السابق المثلث الذى يمثل متجهات السرعة يماثل المثلث الناتج عن متجهات الموقع

$$\frac{\Delta r}{r}=\frac{\Delta v}{v}$$

$$\frac{\Delta r}{r\Delta t}=\frac{\Delta v}{v\Delta t}$$

$$\frac{v}{r}=\frac{a_c}{v}$$

$$a_c=\frac{v^2}{r}$$

$$\text{Q } v=\frac{2\pi .r}{T}$$

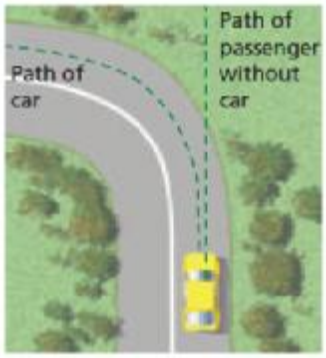
$$\therefore a_c=\frac{(\frac{2\pi .r}{r})^2}{r}$$

$$a_c=\frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

يصبح التسارع المركزى (a_c) أو $a_c=\frac{v^2}{r}$ $\quad a_c=\frac{4\pi^2 r}{T^2}$ **وتكون القوة المركزية** $F_{net}=F_c=ma_c$

الزمن الدورى T **-** **نصف قطر المسار الدائرى** r **-** **السرعة** v

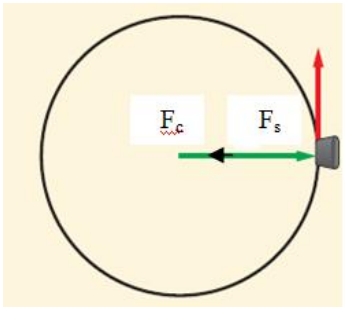
- **اتجاه التسارع المركزى هو نفس اتجاه القوة المركزية ناحية المركز**



قوة الطرد المركزى: عندما تندفع السيارة ناحية اليسار فإن الراكب يشعر بقوة تدفعه ناحية اليمين لكن هذه القوة وهمية (لاوجود لها)تسمى قوة الطرد المركزى

فى الشكل الراكب سيندفع نحو الأمام فى خط مستقيم مالم تؤثر فيه قوة نحو الداخل

تمرين 1: تسير سيارة بسرعة $22m/s$ فى منعطف نصف قطره $56m$ احسب التسارع المركزى وأقل قيمة لمعامل الإحتكاك السكونى بين العجلات والأرض لمنع السيارة من الإنزلاق



$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{22^2}{56} = 8.64285 m/s^2$$
$$F_c = m\ a_c = m \times 8.64285$$
$$F_c = F_s$$
$$m \times 8.64285 = \mu_s mg$$
$$m \times 8.64285 = \mu_s m \times 9.8$$
$$\mu_s = 0.88$$

تمرين2: سيارة كتلتها $615kg$ تتحرك فى مضمار دائرى تكمل دورة كاملة فى $14.3s$ إذا كان نصف قطر المضمار الدائرى $50m$

1- احسب تسارع السيارة؟

2-احسب القوة التى يؤثر بها الطريق فى عجلات السيارة؟

$$a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{4\pi^2 \times 50}{14.3^2} = 9.65289 m/s^2$$
$$F_c = ma_c = 615(9.65289) = 5936.53N$$

تمرين3: يسير متسابق بسرعة $8.8m/s$ فى منعطف نصف قطره $25m$ مامقدار التسارع المركزى – مامصدر القوة المؤثرة فيه؟

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{8.8^2}{25} = 3.0976 m/s^2$$

قوة الإحتكاك التى يؤثر بها الطريق فى حذاء اللاعب هى التى تسبب القوة المؤثرة فى العداء

تمرين4: تطير طائرة بسرعة مقدارها $201m/s$ عند دورانها فى مسار دائرى مأقل نصف قطر لهذا المسار بوحدة Km على أن يبقى مقدار التسارع المركزى $5m/s^2$

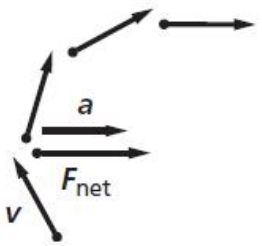
$$a_c = \frac{v^2}{r}$$
$$5 = \frac{201^2}{r}$$
$$r = 8080.2 = 8.08km$$

تمرين5: ما اتجاه القوة المؤثرة فى الملابس الموجودة فى مجفف الغسالة أثناء دورانها وما الذى يولد هذه القوة؟

اتجاه القوة فى اتجاه مركز المجفف

جدران المجفف تؤثر بقوة على الملابس – مما يؤدى إلى أن قطرات الماء الموجودة فى الملابس تخرج من فتحات المجفف بدلا من اتجاهها ناحية المركز .

تمرين6: إذا كنت تجلس فى المقعد الخلفى لسيارة تنعطف ناحية اليمين



1- ارسم مخطط الحركة

2- اتجاه تسارعك

3- اتجاه القوة المؤثرة فيك – مامصدر القوة؟

اتجاه السرعة يكون فى اتجاه المماس للمسار الدائرى

اتجاه التسارع هو نفس اتجاه القوة ناحية المركز (ناحية اليمين)

مصدر القوة هو مقعد السيارة

تمرين7: ذكر مقال فى صحيفة أنه عندم تتحرك سيارة فى منعطف فإن على السائق أن يوازن بين القوة المركزية وقوة الطرد المركزى اكتب رسالة للصحيفة تنقد فيها هذا المقال

يوجد تسارع فى اتجاه المركز لأن اتجاه السرعة متغير
لذلك لابد من وجود قوة محصلة (مركزية)فى اتجاه مركز الدائرة التى يشكلها المنعطف
يولد الإحتكاك بين الطريق والعجلات هذه القوة
وتؤثر المقعد بقوة على السائق فيجعله يتسارع بقوة فى اتجاه مركز الدائرة
مع ملاحظة أن قوة الطرد المركزى هى قوة غير حقيقية

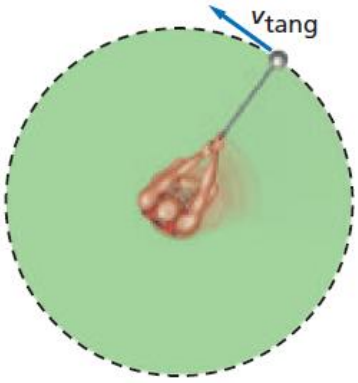
تمرين8: نتيجة لدوران الأرض اليومى أنت تتحرك حركة دائرية منتظمة ما المصدر الذى يولد هذه القوة التى تؤدى إلى تسارعك ؟ وكيف تؤثر هذه الحركة فى وزنك الظاهرى؟

الذى يولد هذه القوة هو جاذبية الأرض الذى يؤدى إلى تسارعك الدائرى المنتظم
وتسارعك الدائرى المنتظم يقلل من وزنك الظاهرى

تمرين9: إذا كنت داخل سيارة تتحرك فى منعطف بسرعة منتظمة وقمت بقذف كرة رأسيا إلى أعلى هل تسقط الكرة أمامك أم خلفك أم فى يدك؟

تسقط الكرة بجانبك فى اتجاه خارج المنعطف
ويبين منظر علوى أن الكرة تتحرك فى خط مستقيم بينما أنت والسيارة تتحركان فى اتجاه الخارج من تحت الكرة

تمرين10: يدور لاعب مطرقة كتلتها $7kg$ وتبعد مسافة $1.8m$ عن محور الدوران وتتحرك فى مسار دائرى أفقى كما فى الشكل المقابل إذا أكملت المطرقة دورة كاملة فى $1s$



1- احسب التسارع المركزى ؟
2- احسب قوة الشد فى السلسلة ؟

$$a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{4\pi^2 \times 1.8}{1^2} = 71.06 m/s^2$$
$$F_c = ma_c = 7(71.06) = 497.428N$$

تمرين11 : يوفر الإحتكاك بين السيارة والطريق القوة اللازمة للمحافظة على حركتها فى مسار دائرى نصف قطره $80m$ ومعامل الإحتكاك بين إطارات السيارة والطريق 0.4 احسب سرعة السيارة؟

$$m \times a_c = \mu_s mg$$
$$a_c = \mu_s g = 0.4 \times 9.8 = 3.92 m/s^2$$
$$a_c = \frac{v^2}{r}$$
$$v^2 = a_c\, r = 3.92 \times 80 = 313.6$$
$$v = 17.7 m/s$$

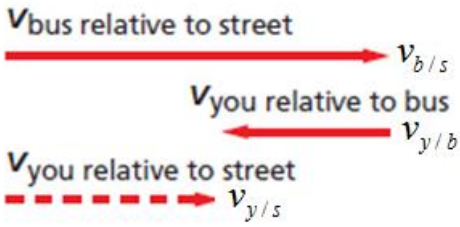
تمرين12: هل يمكنك الدوران حول منعطف بالتسارعين اللأتيين ؟
1- تسارع =صفر
2- تسارع منتظم

1- لا لأنه أثناء التحرك فى منعطف يتغير اتجاه السرعة وبالتالى لايمكن للتسارع أن يساوى صفرا
2- لا لأن التسارع يكون مقداره ثابت لكن اتجاهه متغير

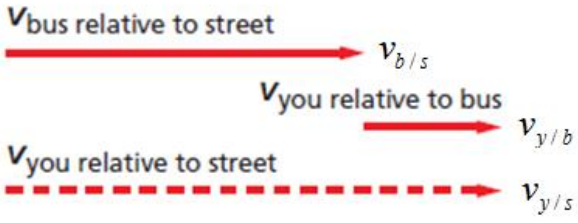
السرعة النسبية: سرعة الجسم a بالنسبة للجسم c
هى حاصل الجمع الأتجاهى لسرعة الجسم a بالنسبة للجسم b
وسرعة الجسم b بالنسبة للجسم c

$$v_{a/b} + v_{b/c} = v_{a/c}$$

سرعة ال bus بالنسبة للشارع $v_{b/s}$
سرعتك بالنسبة الى ال bus $v_{y/b}$
سرعتك بالنسبة الى الشارع $v_{y/s}$

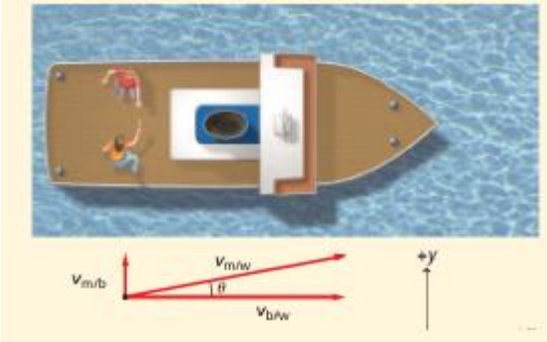


$$v_{y/s} = v_{b/s} - v_{y/b}$$



$$v_{y/s} = v_{b/s} + v_{y/b}$$

تمرين 1: يركب أحمد قارب يتجه ناحية الشرق بسرعة 4m / s قذف احمد كرة من القارب ناحية الشمال بسرعة 0.75m / s ماسرعة الكرة بالنسبة للماء

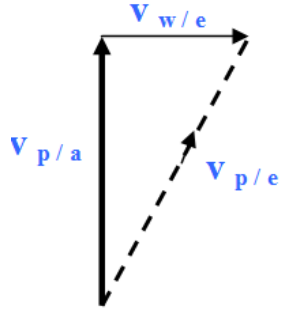


$v_{b/w} = 4.0$ m/s $\quad v_{m/w} = ?$
$v_{m/b} = 0.75$ m/s

$$v_{m/w}^2 = v_{b/w}^2 + v_{m/b}^2$$
$$v_{m/w} = \sqrt{v_{b/w}^2 + v_{m/b}^2}$$
$$= \sqrt{(4.0\text{ m/s})^2 + (0.75\text{ m/s})^2}$$
$$= 4.1\text{ m/s}$$

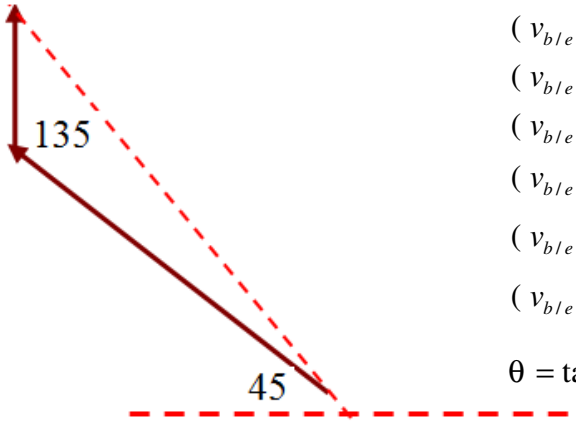
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v_{m/b}}{v_{b/w}}\right)$$
$$= \tan^{-1}\left(\frac{0.75\text{ m/s}}{4.0\text{ m/s}}\right)$$
$$= 11^\circ \text{ north of east}$$

تمرين 2: تطير طائرة نحو الشمال بسرعة 150km / h وتهب عليها رياح ناحية الشرق بسرعة 75km / h ماسرعة الطائرة بالنسبة للأرض



$$v^2_{p/e} = v^2_{p/a} + v^2_{w/e}$$
$$v^2_{p/e} = 150^2 + 75^2 = 28125$$
$$v_{p/e} = 167.7 m/s$$

تمرين 3: يسير قارب سريع في اتجاه الشمال الغربى بسرعة 13m/ s بالنسبة الى ماء النهر
يتجه ماء النهر ناحية الشمال بسرعة 5m / s بالنسبة للضفة
احسب سرعة القارب بالنسبة الى الضفة واتجاهها



$$(v_{b/e})_x = (v_{b/w})_x + (v_{w/e})_x$$
$$(v_{b/e})_x = -13\cos 45 + 0 = -9.192 m/s$$
$$(v_{b/e})_y = (v_{b/w})_y + (v_{w/e})_y$$
$$(v_{b/e})_y = 13\sin 45 + 5 = 14.192 m/s$$
$$(v_{b/e}) = \sqrt{((v_{b/e})_x^{\,2} + (v_{b/e})_y^{\,2})}$$
$$(v_{b/e}) = \sqrt{((-9.192)^2 + (14.192)^2)} = 16.9 m/s$$
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{(v_{b/e})_y}{v_{b/e})_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{14.192}{-9.192}\right) = 57$$

تمرين 4:- تطير طائرة صغيرة نحو الجنوب بسرعة 175km / h وتهب عليها رياح ناحية الشرق بسرعة 85km / h تكون سرعة الطائرة بالنسبة للأرض

أ- 75.56km / h ب- 150.25km / h ج- 194.55 km / h د- 225 km / h

تمرين 5:- إذا كانت سرعة قطار بالنسبة للأرض 40m/ s ويتحرك داخله راكب ناحية مقدمة القطار بسرعة 2m/ s تكون سرعة الراكب بالنسبة للأرض

أ - 2m/ s ب- 38m/ s ج- 40m/ s د- 42m/ s

تمرين 6:- إذا كانت سرعة قطار بالنسبة للأرض 40m/ s ويتحرك داخله راكب فى اتجاه عكس حركة القطار بسرعة 2m/ s تكون سرعة الراكب بالنسبة للأرض

أ - 2m/ s ب- 38m/ s ج- 40m/ s د- 42m/ s

تمرين 7:- إذا كانت السيارة الأولى تتحرك فى طريق ناحية الشرق بسرعة 40m/ s مرت بجوارها السيارة الثانية تتحرك بسرعة 30m/ s ناحية الغرب تكون سرعة السيارة الثانية بالنسبة للأولى

أ - 10 m/ s ب- 50m/ s ج- 60m/ s د- 70m/ s

تمرين 8:- إذا كانت السيارة الأولى تتحرك ناحية الشرق بسرعة 30m/ s مرت بجوارها السيارة الثانية تتحرك بسرعة 40m/ s فى نفس الإتجاه ناحية الشرق تكون سرعة السيارة الثانية بالنسبة للأولى

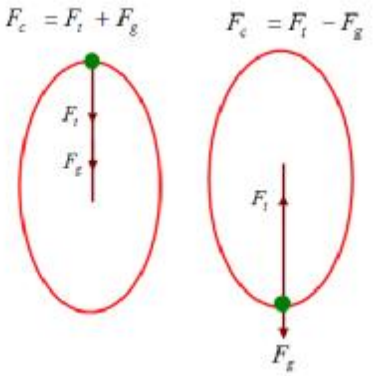
أ - 10 m/ s ب- 50m/ s ج- 60m/ s د- 70m/ s

تمرين8: علل تبدو سرعة السيارة المتحركة على الخط السريع وفى اتجاه معاكس لسيارتك أكبر من السرعة المحددة
لأن السرعة النسبية لتلك السيارة بالنسبة إلى سيارتك يساوى مجموع سرعتى السيارتين
إذن السرعة النسبية أكبر من السرعة المحددة

تمرين 9: إذا تجاوزت سيارة سيارة أخرى على الطريق السريع وكانت السيارتان تسيران فى الإتجاه نفسه فسوف تستغرق زمنا أطول مما لو كانت السيارتان تسيران فى اتجاهين متعاكسين
السرعة النسبية لسيارتين تتحركان فى الإتجاه نفسه أقل من السرعة النسبية لهما عندما تتحركان فى اتجاهين متعاكسين وبالتالى فإن تجاوز السيارتين لبعضهما البعض بسرعة نسبية أقل يستغرق زمنا أطول

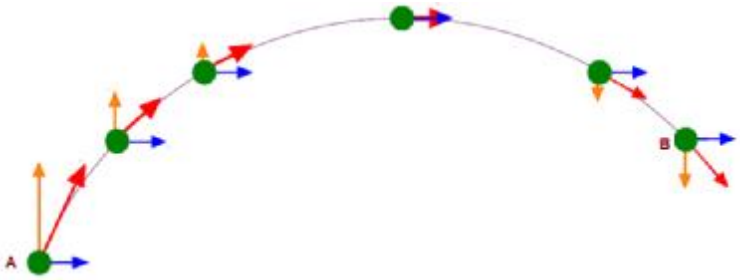
تمرين 10: كرة كتلتها $1.12kg$ مربوطة فى نهاية خيط طوله $0.5m$ وتتحرك حركة دائرية منتظمة فى مستوى رأسى بسرعة ثابتة مقدارها $2.4m/s$ احسب مقدار قوة الشد فى الخيط عند النقطة المنخفضة فى المسار الدائرى

$$F_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{1.13\times 2.4^2}{0.5} = 13N$$
$$F_t = mg + F_c$$
$$F_t = 1.13\times 9.8 + 13 = 24.09N$$



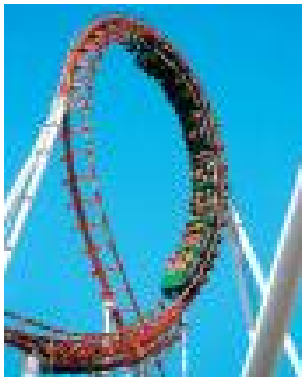
فى هذه الحركة الدائرية الغير منتظمة
قوة الجاذبية الأرضية تزيد من سرعة الكرة عندما تتحرك لأسفل
وتقلل من سرعتها عندما تتحرك لأعلى
لذلك يكون التسارع المركزى اللازم لكى تتحرك الكرة حركة دائرية
كبير عند النقطة المنخفضة وصغير عند النقطة العالية
عند النقطة العالية يكون اتجاه قوة الجاذبية الأرضية فى نفس اتجاه
قوة الشد لذلك تكون قوة الشد اللازمة صغيرة
عند النقطة المنخفضة يكون اتجاه قوة الجاذبية الأرضية للخارج واتجاه
قوة الشد للداخل لذلك تكون قوة الشد اللازمة كبيرة

تمرين 10: قذف جسم لأعلى من النقطة A بسرعة ابتدائية بزاوية 60 درجة فكانت إزاحته الأفقية عند النقطة B هى $120m$ بعد زمن $3s$



1- احسب السرعة الإبتدائية
2- السعة الكلية عند النقطة B
3- المدى الرأسى عند النقطة B

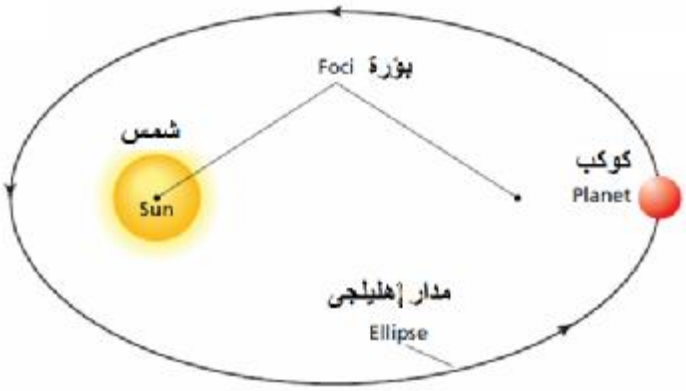
تمرين 11: علل / تتحرك السيارات فى هذه الإفعوانية حركة دائرية غيرمنتظمة؟



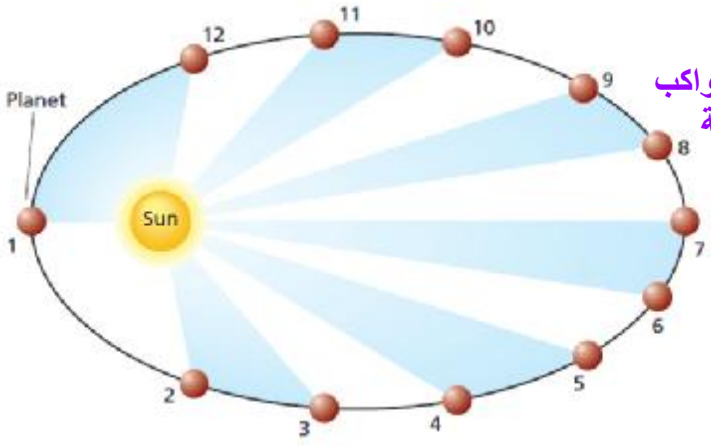
لأن قوة الجاذبية الأرضية الرأسية تغير سرعة السيارات
لذلك لاتكون حركة السيارات حركة دائرية منتظمة

الفصل الثالث (الجاذبية)

قوانين كبلر:



1-القانون الأول لكبلر: الكواكب تتحرك فى مدارات إهليلجية وتكون الشمس فى إحدى البؤرتين



2-القانون الثانى لكبلر: الخط الوهمى من الشمس الى الكواكب يقطع مساحات متساوية فى أزمنة متساوية

الكواكب تتحرك بسرعة أكبر عندما تكون قريبة من الشمس
بينما تتحرك بسرعة أبطأ عندما تكون بعيدة عنها

3- القانون الثالث لكبلر: مربع النسبة بين الزمنيين الدوريين لأى كوكبين يساوى مكعب النسبة بين بعديهما عن الشمس

$$\frac{(T_A)^2}{(T_B)^2} = \frac{(r_A)^3}{(r_B)^3}$$

T_A هى الزمن الدورى للكوكب (A) r_A هو نصف قطر الوكب (A)

T_B هى الزمن الدورى للكوكب (B) r_B هو نصف قطر الكوكب (B)

المذنبات : تسير المذنبات أيضا فى مدارات إهليلجية مثل الكواكب والنجوم وتقسم إلى مجموعتين اعتمادا على الزمن الدورى لها

المجموعة الأولى لها زمن دورى كبير(أكبر من 200 سنة) مثل مذنب هال – بوب الزمن الدورى له 2400 سنة

المجموعة الثانية لها زمن دورى قصير(أقل من 100 سنة) مثل مذنب هالى الزمن الدورى له 76 سنة

تمرين1: تتحرك الأرض فى مدارها خلال الصيف ببطء فى نصفها الشمالى أكبر مما هى عليه فى الشتاء فهل هى أقرب إلى الشمس فى الصيف أم الشتاء؟

عندما تتحرك الأرض ببطء تكون أبعد عن الشمس فى فصل الصيف

عندما تتحرك الأرض بسرعة تكون أقرب إلى الشمس فى فصل الشتاء

تمرين2: إذا كان الزمن الدورى لأقرب قمر للمشترى 1.8day وكان على بعد 4.2u من مركز المشترى والزمن الدورى للكوكب الرابع 16.7day احسب بعد القمر الرابع عن مركز المشترى بنفس الوحدات

$$\frac{(T_A)^2}{(T_B)^2}=\frac{(r_A)^3}{(r_B)^3}$$

$$\frac{(16.7)^2}{(1.8)^2}=\frac{(r_A)^3}{(4.2)^3}$$

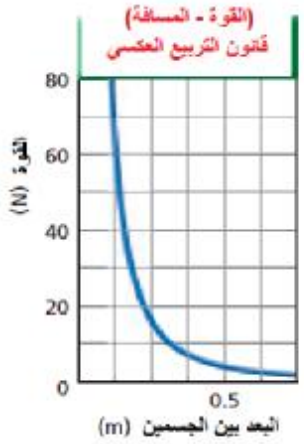
$$r_A=18.544u$$

تمرين 3: إذا كان الزمن الدورى لدوران الأرض حول الشمس 365.25day ونصف قطر المسار الذائرى للأرض حول الشمس 1.5×10^{11}m احسب الزمن الدورى لكوكب المشترى بالأيام إذا كان بعده عن الشمس 7.78×10^{11} m

$$\frac{(T_A)^2}{(T_B)^2}=\frac{(r_A)^3}{(r_B)^3}$$

$$\frac{(T_A)^2}{(365.25)^2}=\frac{(7.78\times10^{11})^3}{(1.5\times10^{11})^3}$$

$$T_A^{\ 2}=1.86\times10^7 \therefore T_A=4.31\times10^3 day$$



قانون نيوتن فى الجذب الكونى :

قوة الجاذبية بين أى جسمين تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسيا مع مربع المسافة بينهما

$$F=G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

F هى قوة الجاذبية

m_1 هى كتلة الجسم الأول m_2 هى كتلة الجسم الثانى

r هى المسافة بين الجسمين

G هى ثابت الجذب الكونى وتساوى $G=6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$

$F\propto m_1m_2$		$F\propto\frac{1}{r^2}$	
Change	Result	Change	Result
$2m_1m_2$	$2F$	$2r$	$\frac{1}{4}F$
$3m_1m_2$	$3F$	$3r$	$\frac{1}{9}F$
$2m_1\ 3m_2$	$6F$	$\frac{1}{2}r$	$4F$
$\frac{1}{2}m_1m_2$	$\frac{1}{2}F$	$\frac{1}{3}r$	$9F$

لاحظ الجدول السابق عند تغير الكتل وتغير المسافة

العلاقة بين قانون نيوتن فى الجذب الكونى والقانون الثالث لكبلر

عند دوران الكوكب حول الشمس

تكون قوة الجذب المركزى الناتجة عن دوران الكوكب حول الشمس = قوة الجذب المادى بين الكوكب والشمس

$$\frac{Gm_s\ m_p}{r^2} = m_p a_c$$

$$\frac{Gm_s\ m_p}{r^2} = \frac{m_p(4\pi^2 r)}{T^2}$$

$$T^2 = (\frac{4\pi^2}{Gm_S})\ r^3 \qquad (1)$$

$$T = 2\pi\sqrt{(\frac{r^3}{Gm_s})} \qquad (2)$$

m_p كتلة الكوكب a_c التسارع المركزى T الزمن الدورى

m_s كتلة الشمس r البعد بين الكوكب والشمس G ثابت الجذب الكونى

لاحظ أننا توصلنا من قانون الجذب الكونى لنيوتن الى القانون الثالث لكبلر- العلاقة (1)

الزمن الدورى لأى كوكب يدور حول الشمس

الزمن الدورى T لكوكب يدور حول الشمس يساوى 2π مضروبا فى الجذر التربيعى لمكعب نصف القطر مقسوما على ثابت الجذب الكونى وكتلة الشمس

$$T = 2\pi\sqrt{(\frac{r^3}{Gm_s})}$$

تمرين4: احسب قوة الجذب الكونى بين الشمس والأرض – والزمن الدورى لدوران الأرض حول الشمس إذا كان

ثابت الجذب الكونى $G = 6.67\times10^{-11} N.m^2/kg^2$ كتلة الشمس $m_s = 1.99\times10^{30} kg$

كتلة الأرض $m_E = 5.98\times10^{24} kg$ والبعد بين الأرض والشمس $r = 1.5\times10^{11} m$

$$F = G\frac{m_1\ m_2}{r^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times1.99\times10^{30}\times5.98\times10^{24}}{(1.5\times10^{11})^2} = 3.5277\times10^{22} N$$

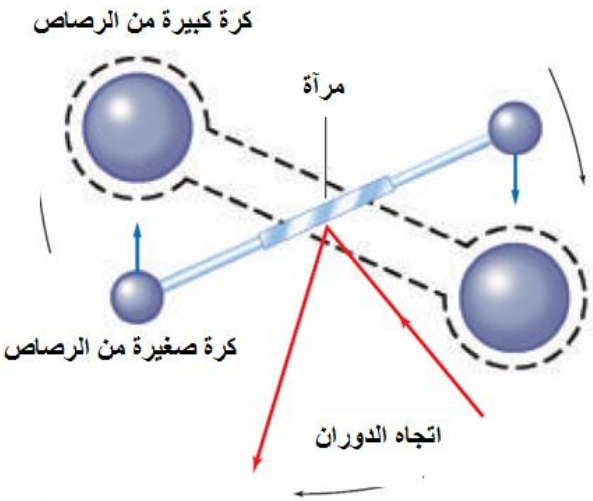
$$T = 2\pi\sqrt{(\frac{r^3}{G\,m_s})} = 2\pi\sqrt{(\frac{(1.5\times10^{11})^3}{6.67\times10^{-11}\times1.99\times10^{30}})} = 31.683\times10^6 s = 8.8\times10^3 h = 366.7 day$$

تمرين 5: احسب قوة الجذب الكونى بين الأرض والقمر – والزمن الدورى لدوران القمر حول الأرض إذا كان

ثابت الجذب الكونى $G = 6.67\times10^{-11} N.m^2/kg^2$ كتلة القمر $m_m = 7.34\times10^{22} kg$

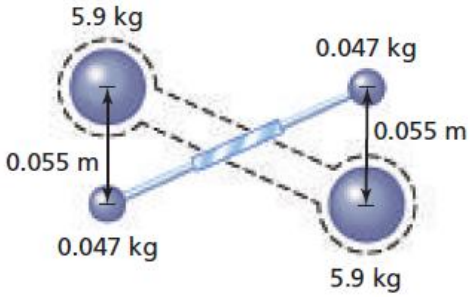
كتلة الأرض $m_E = 5.98\times10^{24} kg$ والبعد بين القمر والأرض $r = 3.9\times10^8 m$

تجربة كافندش لقياس ثابت الجذب الكونى:



ذراع أفقية تحمل كرتين صغيرتين من الرصاص عند نهايتها
فى وسط الذراع مرأة مستوية لعكس أشعة الضوء
يعلق فى منتصف الذراع سلك رفيع قابل للدوران
ذراع آخر به كرتين ثقيلتين من الرصاص
عند تساوى قوة التجاذب بين الكرة الصغيرة والكبيرة مع
قوة اللى للسلك الرفيع تتوقف الذراع عن الدوران
الذى بدل على دوران الذراع سقوط شعاع ضوئى عمودى على المرآة
فى بداية التجربة(قبل وضع الكرتين الثقيلتين) فينعكس على نفسه
عند دوران السلك ينعكس الشعاع الضوئى بزاوية يمكن قياسه
بمعرفة قوة اللى فى السلك = قوة التجاذب المادى بين الكتلتين
والتعويض فى قانون نيوتن للجذب الكونى تمكن كافندش من حساب
قيمة الثابت الكونى (G)

تمرين6: فى تجربة كافندش الموضحة بالشكل كانت قوة اللى فى السلك $F = 6.11435\times10^{-9}\,N$ =
احسب ثابت الجذب الكونى



$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$6.11435\times10^{-9} = \frac{G\times5.9\times0.047}{(0.055)^2}$$

$$G = \frac{6.11435\times10^{-9}\times0.055^2}{5.9\times0.047} = 6.66999\times10^{-11}\,N.m^2/kg^2$$

مسارات الكواكب والأقمار الإصطناعية:

بمساواة قوة الجذب المركزى لقوة الجذب الكونى يمكن حساب سرعة قمر إصطناعى كتلته m حول الأرض

$$\frac{Gm_E m}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

G ثابت الجذب الكونى — v سرعة القمر الإصطناعى حول الأرض

m_E كتلة الأرض — r نصف قطر المسار الدائرى لدوران القمر الإصطناعى حول الأرض

m كتلة القمر الإصطناعى — h هو بعد القمر الإصطناعى عن سطح الأرض r_E نصف قطر الأرض

$$r = h + r_E$$

ينتج أن سرعة دوران القمر الإصطناعى حول الأرض $v = \sqrt{(\frac{Gm_E}{r})}$

ويكون الزمن الدورى لدوران القمر الإصطناعى حول الارض $T = 2\pi\sqrt{(\frac{r^3}{Gm_E})}$

إذاأردنا أن نحسب سرعة دوران أى كوكب حول الشمس نستبدل m_S بـ m_E فى العلاقة السابقة

وتكون r هى البعد بين الكوكب والشمس
المدار المتزامن مع الأرض

إذا اكتسب القمر الإصطناعى سرعة $v=\sqrt{(\frac{Gm_E}{r})}$ تكون سرعته المدارية متوافقة مع معدل دوران الأرض
فيبدو القمر الإصطناعى لمراقب على الأرض وكأنه على بقعة معينة على خط الإستواء
ولذلك يوجد الطبق على الأرض فى اتجاه معين ولايحتاج إلى تغيير لإلتقاط الإشارات
مع ملاحظة أن : السرعة المدارية للقمر الإصطناعى لاتعتمد على كتلته
الزمن الدورى للقمر الإصطناعى لايعتمد على كتلته
حركة القمر الإصطناعى حول الأرض هى حركة دائرية منتظمة
يستخدم القمر الإصطناعى فى اغراض متعددة (اذكر بعض منها)
كلما زادت كتلة القمر الإصطناعى تطلب ذلك صاروخا أقوى لإيصاله إلى مداره

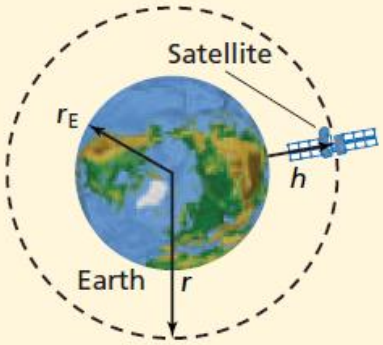
تمرين7: إذا كان قمرا إصطناعيا يدور حول الأرض على ارتفاع **225km** من سطح الأرض احسب سرعة دورانه حول الأرض وكذلك الزمن الدورى له إذا كانت كتلة الارض $5.98\times10^{24}kg$
ونصف قطر الأرض $6.38\times10^{6}m$ وثابت الجذب الكونى $6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$

$r = h + r_E$
$= 2.25\times10^5\ \text{m} + 6.38\times10^6\ \text{m} = 6.61\times10^6\ \text{m}$

$v=\sqrt{\frac{Gm_E}{r}}$
$=\sqrt{\frac{(6.67\times10^{-11}\ \text{N·m}^2/\text{kg}^2)(5.97\times10^{24}\ \text{kg})}{6.61\times10^6\ \text{m}}}$
$= 7.76\times10^3\ \text{m/s}$

$T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{Gm_E}}$
$=2\pi\sqrt{\frac{(6.61\times10^6\ \text{m})^3}{(6.67\times10^{-11}\ \text{N·m}^2/\text{kg}^2)(5.97\times10^{24}\ \text{kg})}}$
$= 5.35\times10^3\ \text{s}$

$h = 2.25\times10^5\ \text{m}$ $v = ?$
$r_E = 6.38\times10^6\ \text{m}$ $T = ?$
$m_E = 5.97\times10^{24}\ \text{kg}$
$G = 6.67\times10^{-11}\ \text{N·m}^2/\text{kg}^2$



تمرين8: يدور قمر اصطناعى نصف قطر مداره 6.7×10^4km بسرعة $2\times10^5m/s$ حول كوكب
احسب كتلة الكوكب إذا كان ثابت الجذب الكونى $6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$

$$v=\sqrt{(\frac{Gm_P}{r})}$$

$$m_P=\frac{v^2r}{G}=\frac{(2\times10^5)^2\times6.7\times10^7}{6.67\times10^{-11}}=4\times10^{28}kg$$

تسارع الجاذبية الأرضية : إذا وضع جسم كتلته m على سطح الأرض فإن:
قوة جذب الأرض للجسم = قوة الجذب المادى بين الجسم والأرض

$$\frac{Gmm_E}{r^2}=mg$$

$$g=\frac{Gm_E}{r_E^2}$$

ويقل تسارع الجاذبية الأرضية كلما ارتفعنا إلى أعلى بعيدا عن سطح الأرض(علاقة التربيع العكسى)

$$a = g(\frac{r_E}{r})^2$$

حيث أن r هى البعد عن الأرض $r = h + r_E$ و a هى تسارع الجاذبية عند البعد r

g هى تسارع الجاذبية عند سطح الارض وبذلك يمكن حساب جاذبية أى كوكب بمعرفة كتلته ونصف قطره

تمرين9: احسب تسارع الجاذبية الأرضية على ارتفاع 400 كم من سطح الارض إذا كان نصف قطر الأرض $6.38\times10^6 m$ وتسارع الجاذبية على سطح الأرض $9.8 m/s^2$

$$r = h + r_E = 4\times10^5 + 6.38\times10^6 = 6.78\times10^6 m$$

$$a = g\frac{(r_E)^2}{(r)^2} = 9.8\frac{(6.38\times10^6)^2}{(6.78\times10^6)^2} = 8.677 m/s^2$$

تمرين 10: احسب تسارع جاذبية القمر عند سطحه إذا كانت كتلة القمر $m_m = 7.34\times10^{22} kg$ ونصف قطره $1785 km$

$$g = \frac{Gm_M}{r^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times7.34\times10^{22}}{(1.785\times10^6)^2} = 1.5365 m/s^2$$

الوزن وانعدام الوزن :

يكون وزن الجسم = صفرا عندما $(g = 0)$

ولكن عندما يكون مكوك الفضاء على ارتفاع 400km من سطح الأرض

يكون تسارع الجاذبية $8.677 m/s^2$ أى أقل بقليل من قيمتها على سطح الأرض وبذلك فإن قوة الجاذبية الأرضية المؤثرة على مكوك الفضاء لاتساوى صفرا وتسبب هذه القوة دوران المكوك حول الأرض

مع ذلك يشعر رواد الفضاء بإنعدام الوزن

لأنك تشعر بوزنك عندما يؤثر فيك شىء بقوة تماس كالأرض أو الكرسى

حول الأرض فلا توجد قوة تماس تؤثر فيك لذلك يكون وزنك الظاهرى صفرا وتشعر بإنعدام الوزن

مجال الجاذبية:

قوى التلامس(التماس) وقوى المجال:

قوة التلامس: هى قوة تنشأ عندما يلامس جسم من المحيط الخارجى النظام

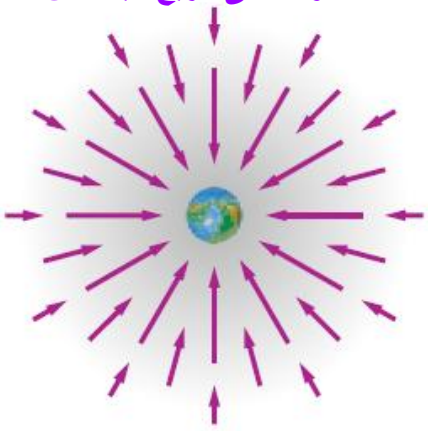
قوة المجال: هى قوة تؤثر فى الأجسام الموجودة داخل المجال سواء كانت ملامسة للجسم أو غير ملامسة له مثل قوة الجاذبية الأرضية - قوة المجال المغناطيسى حول المغناطيس

الجاذبية تؤثر فى الأجسام عن بعد وتعمل بين أجسام غير متلامسة

كل جسم له كتلة محاط بمجال جاذبى يؤثر من خلاله فى أى جسم آخر

لكن إذا كنت أنت والكرسى وأرض الغرفة تتسارعون بالكيفية نفسها

المجال الجاذبى (g): يساوى ثابت الجذب الكونى G مضروبا فى كتلة الجسم M مقسوما على مربع البعد عن مركز الجسم r^2 ويكون اتجاهه فى اتجاه مركز الكتلة



$$g = \frac{GM}{r^2}$$

يزداد المجال الجاذبى للأرض كلما اقتربنا من سطح الأرض كما تعبر عنه الأسهم فى الشكل المقابل ويكون عند سطح الارض $9.8m/s^2 = 9.8N/kg$

يمكن أن يتأثر جسم بأكثر من مجال جاذبى وتكون محصلة المجالات الجاذبية هى المجال الجاذبى المؤثر على الجسم

وذلك عن طريق حساب المجال الجاذبى لكل جسم ثم نجمع هذه المجالات جمعا اتجاهيا لنحصل على المحصلة

يكون اتجاه المجال الجاذبى للأرض ناحية مركز الأرض كما فى الشكل

لايعتمد المجال الجاذبى للأرض على كتلة أى جسم عليها ولكنه يعتمد على كتلة الأرض ونصف قطرها

نوعا الكتلة :

الكتلة القصورية : تساوى مقدار القوة المحصلة المؤثرة فى الجسم مقسومة على مقدار تسارعه

$$m_{\text{القصورية}} = \frac{F_{\text{المحصلة}}}{a}$$

كتلة الجسم القصورية تعتبر مقياسا لممانعة أو مقاومة الجسم لأى نوع من أنواع القوى المؤثرة فيه وتقاس عن طريق التأثير بقوة فى الجسم وقياس تسارعه والتعويض فى القانون السابق

الكتلة الجاذبية : تساوى مربع المسافة بين جسمين مضروبة فى مقدار قوة الجاذبية بين الجسمين مقسومة على حاصل ضرب ثابت الجذب الكونى فى كتلة الجسم الثانى

$$m_{\text{الجاذبية}} = \frac{r^2 F_{\text{الجاذبية}}}{Gm}$$

ويمكن قياسها بإستعمال الميزان ذى الكفتين

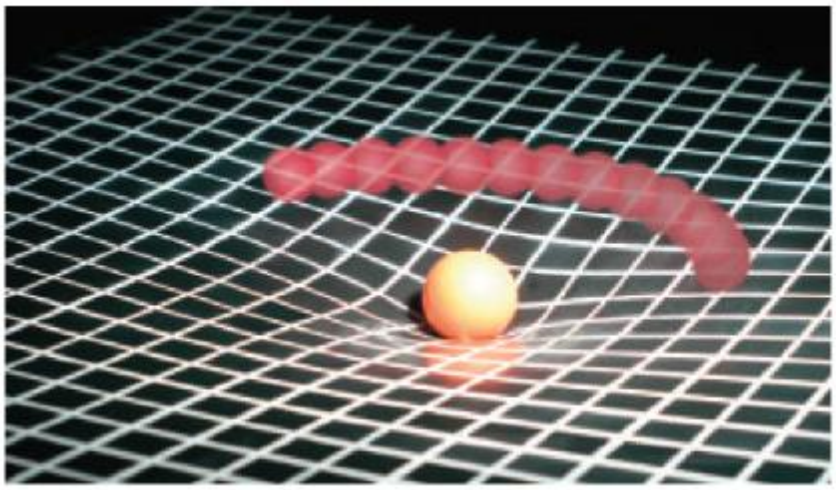
كيف يختلف نوعا الكتلة ؟

إذا كان لديك بطيخة فى أرضية صندوق سيارتك إذا تسارعت السيارة إلى الأمام ستتدحرج البطيخة إلى الخلف وهذا بسبب الكتلة القصورية للبطيخة التى تقاوم التسارع

وإذا كانت السيارة تصعد منحدرا فإن البطيخة ستتدحرج إلى الأرض مرة أخرى ولكن هذه المرة بسبب الكتلة الجاذبية

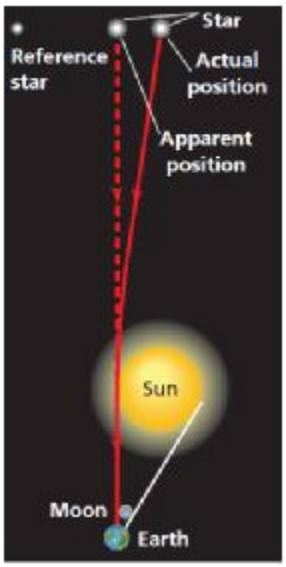
مبدا التكافؤ: الكتلة القصورية = الكتلة الجاذبية (وهذا ماتنبا به نيوتن)

نظرية أينشتين فى الجاذبية:



افترض اينشتين أن الجاذبية ليست قوة لكنها تأثير من الفضاء نفسه
وبناء على فرضية أينشتين فإن :
الكتل تغير الفضاء المحيط بها فتجعله منحنيا
وتتسارع الأجسام بسبب الطريق الذى تسلكه (تتحرك فيه) فى هذا الفضاء المنحنى
وحسب أينشتين:
فإن الشمس والأرض تنجذب إحداهما إلى الأخربسبب طريقة تشوه الفضاء الناتج عن حركة الجسمين

انحراف الضوء:



تنبأ أينشتين أن الضوء عندما يمر بجوار جسم فضائى ذو كتلة كبيرة فإنه ينحرف عن مساره (ينكسر) حيث يتبع الضوء مساره فى الفضاء المنحنى حول الجسم الفضائى كما فى الرسم

لاحظ العلماء أن الضوء القادم من النجوم البعيدة والذى يمر بالقرب من الشمس قد انحرف عن مساره بما يحقق تنبؤات أينشتين

ومن نتائج النسبية أيضا أن الأجسام ذات الكتل الكبيرة والكثافة العالية الضوء الخارج منها يرتد إليها بشكل كامل وبذلك لايستطيع الضوء الخروج منها أبدا وتسمى الثقوب السوداء

الثقب الأسود هو أحد المراحل النهائية المحتملة للنجم فعندما تتوقف التفاعلات النووية داخل النجم تتجمع الكتلة فى أصغر حجم وتصبح كثافته متناهية فى الكبر وتكون قوة الجاذبية هائلة جدا حول هذا الجسم فلا يفلت منه شىء حتى الضوء
وتعرف هذه المنطقة بالثقب الأسود
(راجع تفسير القرآن الكريم – سورة التكوير – كلمة الجوار الكنس أية 16)

تمرين11:- عندما تقل المسافة بين جسمين ماديين للثلث فإن قوة الجذب المادى بينهما
أ- تقل للثلث ب- تزيد ثلاث أمثال ج- تزيد ست أمثال د- تزيد تسع أمثال

تمرين 12- الخط الوهمى من الشمس إلى الكواكب يمسح مساحات متساوية فى أزمنة متساوية هو نص القانون
أ- الأول لكبلر ب- الثانى لكبلر ج- الثالث لكبلر د - الجذب الكونى

تمرين13: مقدار القوة المحصلة المؤثرة فى الجسم مقسومة على مقدار تسارعه تساوى
أ- كتلة الجاذبية ب- الكتلة القصورية ج- المجال الجاذبى د- ثابت الجذب الكونى

تمرين14: إذا قلت المسافة بين جسمين ماديين للنصف فإن قوة الجذب المادى بينهما
أ- تقل للنصف ب- تقل للربع ج- تزيد للضعف د- تزيد أربع أمثال

تمرين 15:مربع النسبة بين الزمنيين الدوريين لأى كوكبين يساوى مكعب النسبة بين بعديهما عن الشمس
أ- الأول لكبلر ب- الثانى لكبلر ج- الثالث لكبلر د - الجذب الكونى

تمرين 16: مربع المسافة بين جسمين مضروبة فى مقدار قوة الجاذبية بين الجسمين مقسومة على حاصل ضرب ثابت الجذب الكونى فى كتلة الجسم الثانى

أ- المجال الجاذبى ب- ثابت الجذب الكونى ج- كتلة الجاذبية د- الكتلة القصورية

تمرين 17: كرتان المسافة بين مركزيهما $2.6m$ وقوة الجاذبية بينهما $2.75\times10^{-12}N$ ماكتلة كل منهما إذا كانت كتلة إحداهما ضعف كتلة الأخرى- ثابت الجذب الكونى $6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$

$$F=G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$2.75\times10^{-12}=\frac{6.67\times10^{-11}\times m\times 2m}{(2.6)^2}$$

$$m^2=0.13935$$

$$m=0.3733\ \ kg$$

كتلة الكرة الأولى = $m=0.3733\ \ kg$ كتلة الكرة الثانية = $m=0.7466\ \ kg$

تمرين 18: كتاب كتلته $1.25kg$ ووزنه فى الفضاء $8.35N$ مامقدار المجال الجاذبى له فى هذا المكان

$$g=\frac{F}{m}=\frac{8.35}{1.25}=6.68N/kg=6.68m/s^2$$

تمرين 19: إذا كانت كتلة رائد فضاء $80kg$ وفقد 25% من وزنه عند نقطة فى الفضاء مامقدار المجال الجاذبى له فى هذا المكان

$$F_g=mg=80\times9.8=784N$$

$$F_{g\ (on\ space)}=0.75\times784=588N$$

$$g_{\ (on\ space)}=\frac{F_{g\ (on\ space)}}{m}=\frac{588}{80}=7.35N/kg=7.35m/s^2$$

تمرين 20- يدور قمر حول كوكب بسرعة $9\times10^3m/s$ فإذا كانت المسافة بين مركزى الكوكب والقمر 5.4×10^6m فما الزمن الدورى للقمر - ثابت الجذب الكونى $6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$

$$v=\sqrt{(\frac{Gm_P}{r})}$$

$$m_P=\frac{v^2r}{G}=\frac{(9\times10^3)^2\times5.4\times10^6}{6.67\times10^{-11}}=6.5577\times10^{24}kg$$

$$T=2\pi\sqrt{(\frac{r^3}{Gm_p})}=2\pi\sqrt{(\frac{(5.4\times10^6)^3}{(6.67\times10^{-11}\times6.5577\times10^{24})})}$$

$$T=3.7699\times10^3s$$

تمرين21:يدور كويكب حول الشمس فى مدار متوسط نصف قطره ضعفا متوسط نصف قطر مدار الأرض حول الشمس احسب زمنه الدورى بالسنوات الأرضية

$$\frac{(T_A)^2}{(1)^2}=\frac{(2r_E)^3}{(r_E)^3}$$

$$T_A^{\ 2}=8$$

$$T_A=2.828 year$$

تمرين22: إذا بدأت الأرض فى الإنكماش لكن ظلت كتلتها ثابتة ماذا سيحدث لتسارع الجاذبية الأرضية
ستزداد قيمة تسارع الجاذبية الأرضية لأنه يتناسب عكسيا مع مربع نصف قطر الأرض

$$g=\frac{Gm_E}{r^2}$$

مثال :إذا أصبح قطر الأرض $2cm$ **وكتلتها ثابتة** $5.98\times10^{24}kg$ **وثابت الجذب الكونى** $6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$

$$g=\frac{6.67\times10^{-11}\times5.98\times10^{24}}{(0.01)^2}=3.98866\times10^{18}N/kg=3.98866\times10^{18}m/s^2$$

تمرين23 :إذا كان البعد بين الأرض والشمس $r=1.5\times10^{11}m$ **مامعدل المساحة التى تقطعها الأرض حول الشمس**

$$\frac{\pi r^2}{T}=\frac{\pi\times(1.5\times10^{11})^2}{(365.25\times24\times60\times60)}=2.239898\times10^{15}m^2/s$$

تمرين24: إذا كان البعد بين الأرض والقمر $r=3.9\times10^{8}m$ **مامعدل المساحة التى يقطعها القمر حول الأرض**
حيث أن القمر يدور دورة كاملة حول الأرض كل 27.33day

تمرين 25: احسب مجال جاذبية الأرض على سطح القمر إذا كان البعد بين الأرض والقمر $r=3.9\times10^{8}m$
وكتلة الأرض $5.98\times10^{24}kg$ **وثابت الجذب الكونى** $6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$

تمرين 26:إذا افترض أنه وضع كوكب بحجم الأرض وكتلتها عند خط الاستواء للارض وهذ الكوكب يبدو للأرض عديم الوزن ماسرعة هذا الكوكب لكى يكون عديم الوزن بالنسبة للأرض – وما زمنه الدورى- كتلة الأرض $5.98\times10^{24}kg$ **ونصف قطر الارض** $6.38\times10^{6}m$ **وثابت الجذب الكونى** $6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$

$$v=\sqrt{(\frac{Gm_E}{r})}=\sqrt{(\frac{6.67\times10^{-11}\times5.98\times10^{24}}{6.38\times10^{6}})}=7.9068\times10^{3}m/s$$

$$T=2\pi\sqrt{(\frac{r^3}{Gm_E})}=2\pi\sqrt{(\frac{(6.38\times10^{6})^3}{6.67\times10^{-11}\times5.98\times10^{24}})}=5.069\times10^{3}s=84.49\min$$

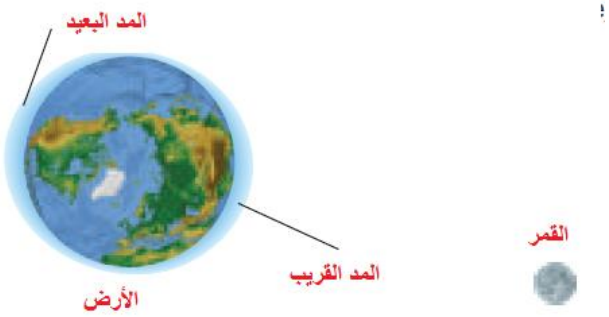
تمرين 27: احسب الفرق فى قوة جذب القمر للماء القريب منه على سطح الأرض والماء البعيد عنه
كتلة القمر $7.36\times10^{22}kg$ **وبعد القمر عن الأرض** $3.9\times10^{8}m$ **ونصف قطر الأرض** $6.38\times10^{6}m$
وثابت الجذب الكونى $6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$ **وكتلة الماء m**

$$\Delta F = Gmm_M(\frac{1}{r_1^2}-\frac{1}{r_2^2}) = 6.67\times10^{-11}\times7.36\times10^{22}(\frac{1}{(3.9\times10^8-6.38\times10^6)^2}-\frac{1}{(3.9\times10^8+6.38\times10^6)^2})$$
$$=(2\times10^{-6}m)N$$

تمرين 28: احسب الفرق فى قوة جذب الشمس للماء القريب منها على سطح الأرض والماء البعيد عنها
كتلة الشمس $1.99\times10^{30}kg$ **وبعد الشمس عن الأرض** $1.5\times10^{11}m$ **ونصف قطر الأرض** $6.38\times10^{6}m$
وثابت الجذب الكونى $6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$ **وكتلة الماء m**

$$\Delta F = Gmm_S(\frac{1}{r_1^2}-\frac{1}{r_2^2}) = 6.67\times10^{-11}\times1.99\times10^{30}m(\frac{1}{(1.5\times10^{11}-6.38\times10^6)^2}-\frac{1}{(1.5\times10^{11}+6.38\times10^6)^2})$$
$$=(1\times10^{-6}m)N$$

من تمرين 27 وتمرين 28 ينتج أن تأثير قوة القمر على الماء أكبر من تأثير الشمس على الماء



علل لكل مما يلى:
1- تظهر قوة الجاذبية بين الشمس والارض ولاتظهر بين كرتى قدم

2- رغم أن التفاحة تجذب الكرة الأرضية بنفس القوة التي تجذب بها الأرض التفاحة، فإن التفاحة لا تكسب الأرض عجلة يمكن قياسها

3- إذا سقطت كرة تنس وكرة قدم من نفس الإرتفاع إلى سطح الأرض فإنهما تصلان إلى الأرض فى نفس الوقت (بإهمال مقاومة الهواء)

4- يحتاج رفع صخرة على سطح القمر إلى قوة أقل من التى من يحتاج إليها على الأرض

5- يحدث مد الماء فى البحار على سطح الأرض
بسبب الفرق فى قوة جذب القمر للماء القريب منه على سطح الأرض والماء البعيد عنه

6- تكون المقاعد داخل مركبة الفضاء عديمة الوزن رغم ذلك تشعر بالألم إذا ركلت كرسيا داخل المركبة؟
تشعر بالألم لأن الكرسى عديم الوزن وليس عديم الكتلة
فالكرسى له قصورذاتى ويمكنه توليد قوة تماس مع قدمك

7- إذا سقط حجر على قدم شخص عند سطح القمر وسقط من نفس الإرتفاع على قدم الشخص عند سطح الأرض
فإنه سيؤذيه أكثر سيؤذيه أكثر
يكون الأذى على سطح الأرض أكبر لأن g على سطح الأرض أكبر منها على سطح القمر

8- إطلاق قمر إصطناعى من الأرض ليدور فى مدار حول الأرض نحو الشرق أسهل من اطلاقه ليدور نحو الغرب؟
لأن الأرض تدور فى اتجاه الشرق وتضاف سرعتها إلى سرعة القمر الإصطناعى الناتجة عن الصاروخ
وبذلك تقلل السرعة التى يتعين على الصاروخ تزويدها له

9- المساحة التى تقطعها الأرض عند دوراها حول الشمس لاتساوى المساحة التى يقطعها كوكب المريخ فى نفس الزمن
لأن تساوى المساحات المقطوعة فى وحدة الزمن ينطبق على كل كوكب على حدة (ينطبق غلى كوكب واحد فقط)

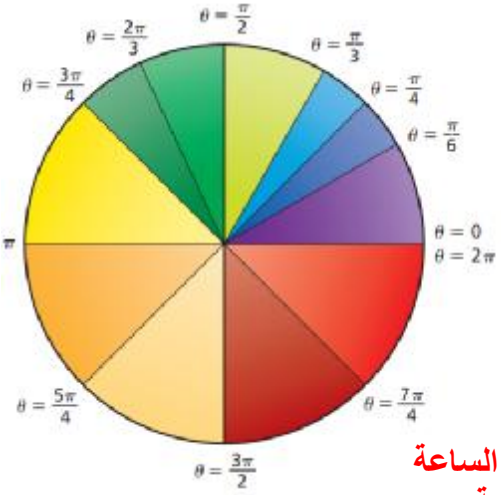
10- يبدو القمر الإصطناعى لمراقب على الأرض وكأنه على بقعة معينة على خط الإستواء
ولذلك يوجد الطبق على الأرض فى اتجاه معين ولايحتاج إلى تغيير لإلتقاط الإشارات
لأن الزمن الدورى لدوران القمر الإصطناعى يساوى 24h

11- تؤثر قوة الجاذبية على سطح القمر فى مسار حجر قذف على سطحه بطريق غير التى تؤثر بها قوة الجاذبية على سطح الأرض على نفس الحجر إذا قذف بنفس الكيفية
يأخذ مسار الحجر شكل جزء من قطع مكافىء مثل شكل المسار على سطح الأرض
لكن المدى الأفقى للمسار على سطح القمر أكبر منه على سطح الأرض
حيث أن g على سطح الأرض أكبر منها على سطح القمر

12- يزداد الزمن الدورى لمكوك الفضاء إذا أرتفع إلى مدار أبعد عن مداره؟

الفصل الرابع (الحركة الدورانية)

الحركة الدورانية: عندما يتحرك جسم فى مسار دائرى على محيط الدائرة تكون حركته حركة دائرية خطية لكن عند دوران الجسم حول محور الدوران تسمى حركة دورانية مثل دوران إطار السيارة – دوران قرص دائرى – دوران الباب –وعند دوران الجسم تتغير الزاوية المركزية (θ) من الصفر إلى 2π خلال دورة كاملة



الإزاحة الزاوية $\Delta\theta$: هى التغير فى الزاوية (θ) أثناء دوران الجسم

$$\Delta\theta = \theta_f - \theta_i$$

وتقاس الزاوية θ بالتقدير الدائرى rad

وتكون الإزاحة الزاوية (+) عندما يكون اتجاه الدوران فى اتجاه عكس عقارب الساعة

وتكون الإزاحة الزاوية (-) عندما يكون اتجاه الدوران فى اتجاه مع عقارب الساعة

السرعة الزاوية المتجهة (ω):

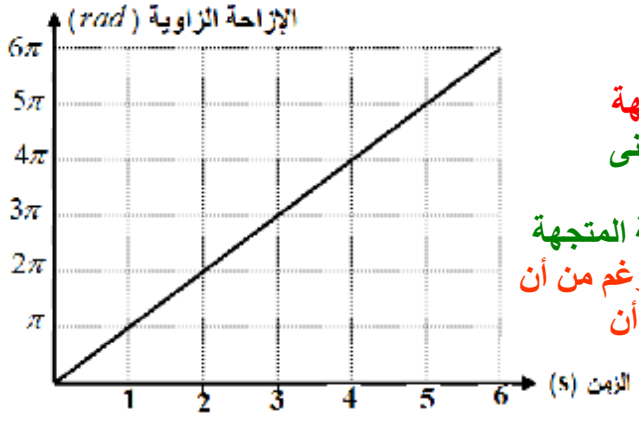
تساوى الإزاحة الزاوية مقسومة على الزمن الذى يتطلبه حدوث الدوران

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \qquad rad/s$$

وتكون السرعة الزاوية (+) عندما يكون اتجاه الدوران فى اتجاه عكس عقارب الساعة

وتكون السرعة الزاوية (-) عندما يكون اتجاه الدوران فى اتجاه مع عقارب الساعة

إذا كانت السرعة الزاوية ثابتة (منتظمة) فإنه عند رسم العلاقة البيانية بين الإزاحة الزاوية والزمن تكون السرعة الزاوية تساوى ميل الخط المستقيم



$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta_f - \theta_i}{t_f - t_i} = \frac{6\pi - 0}{6 - 0} = \pi \quad rad/s$$

وتكون السرعة الزاوية المتجهة = السرعة الزاوية اللحظية المتجهة

وإذا كانت السرعة الزاوية متغيرة فإنها تساوى ميل المماس للمنحنى بين الإزاحة الزاوية والزمن

وتكون السرعة الزاوية المتجهة لاتساوى السرعة الزاوية اللحظية المتجهة

وتعد الأرض مثالا على جسم صلب يتحرك حركة دورانية وعلى الرغم من أن النقاط المختلفة على الأرض تدور مسافات مختلفة فى كل دورة إلا أن هذه النقاط جميعها تدور خلال الزاوية نفسها

وكل أجزاء الجسم الصلب يدور بالمعدل نفسه

الشمس ليست جسما صلبا لذا فالأجزاء المختلفة منها تدور بمعدلات مختلفة

التسارع الزاوى α : يساوى التغير فى السرعة المتجهة المتوسطة مقسوما على الفترة الزمنية التى حدث فيها التغير

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \qquad rad/s^2$$

يكون التسارع الزاوى موجبا عندما يكون التغير فى السرعة الزاوية المتجهة موجبا

يكون التسارع الزاوى سالبا عندما يكون التغير فى السرعة الزاوية المتجهة سالبا

ويحسب التسارع الزاوى اللحظى من ميل المماس للمنحنى بين السرعة الزاوية المتجهة والزمن

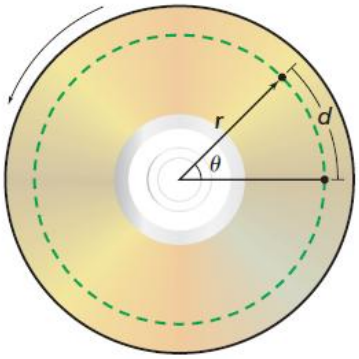
التردد الزاوى f : هو عدد الدورات الكاملة التى يدورها الجسم فى الثانية الواحدة

$$f = \frac{\text{عدد الدورات}}{\text{الزمن الكلى}} \qquad rev/s$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} \quad rev/s \qquad \left(\quad rev = 2\pi \quad rad \quad \right)$$

العلاقة بين الحركة الدائرية الخطية والحركة الدورانية

إذا كان الجسم على المسار الدائرى يقطع مسافة خطية **d**
بسرعة **v** وتسارع مركزى **a**
وذلك أثناء قطعه إزاحة زاوية θ بسرعة زاوية ω وتسارع زاوى α



الكمية	الخطية	الزاوية	العلاقة
الإزاحة	d (m)	θ (rad)	$d = r\theta$
السرعة	v (m/s)	ω (rad/s)	$v = r\omega$
التسارع	a (m/s^2)	α (rad/s^2)	$a = r\alpha$

تمرين1: احسب الإزاحة الزاوية لعقارب ساعة يد خلال 1 h

أ- عقرب الثوانى

$$\Delta\theta = \theta_f - \theta_i$$
$$\Delta\theta = -120\pi - 0 = -120\pi \quad rad$$

ب- عقرب الدقائق

$$\Delta\theta = \theta_f - \theta_i$$
$$\Delta\theta = -2\pi - 0 = -2\pi \quad rad$$

جـ -عقرب الساعات

$$\Delta\theta = \theta_f - \theta_i$$
$$\Delta\theta = \frac{-2\pi}{12} - 0 = \frac{-2\pi}{12} \quad rad$$

س1: هل لكل أجزاء عقرب الدقائق الإزاحة الزاوية نفسها؟
نعم لأن كل جزء يدور بنفس الزاوية

س2: هل لكل أجزاء عقرب الدقائق الإزاحة الخطية نفسها؟
لا لأن نصف قطر الدوران يختلف من جزء لآخر

تمرين2:إذا كان التسارع الخطى لعربة نقل $1.85\ m/s^2$ والتسارع الزاوى لإطاراتها $5.23\ rad/s$ فما قطر الإطار الواحد

$$a = r\alpha$$
$$r = \frac{a}{\alpha} = \frac{1.85}{5.23} = 0.3537m$$

طول القطر $= 2r =$ **0.70745m**

تمرين3 : يدور القمر حول محوره دورة كاملة خلال 27.3day إذا كان نصف قطر القمر $1.74\times10^{6}m$

احسب زمن دوران القمر بوحدة الثانية

$$27.3day\ \left(\frac{24h}{day}\right)\ \left(\frac{3600s}{h}\right) = 2.35872\times10^{6}s$$

احسب تردد القمر بوحدة rad/s

$$f = \frac{\text{عدد الدورات}}{\text{الزمن الكلى}} = \frac{1}{2.35872\times10^{6}} = 4.239587\times10^{-7}\ rev/s$$

$$f = \frac{4.239587rev}{s}\left(\frac{2\pi\ rad}{rev}\right) = 2.6638\times10^{-6}rad/s$$

احسب السرعة الخطية لصخرة على خط الإستواء للقمر الناتجة فقط عن دوران القمر

$$\omega = 2\pi f = 2\pi\times4.239587\times10^{-7} = 2.6638\times10^{-6}rad/s$$

$$v = r\omega = 1.74\times10^{6}\times2.6638\times10^{-6} = 4.636m/s$$

تمرين4:إذا كان قطر الكرة المستخدمة فى فأرة الحاسوب 2cm وحركت الفأرة 12cm فما الإزاحة الزاوية للكرة

$$d = r\theta$$

$$\theta = \frac{d}{r} = \frac{0.12}{0.01} = 12rad$$

تمرين5:يدور الملف الإسطوانى فى محرك غسالة الملابس بمعدل $635rev/\min$ **وعند فتح غطاء الغسالة يتوقف المحرك عن الدوران خلال 8s فما التسارع الزاوى للمحرك الإسطوانى**

$$\omega = \frac{635rev}{\min}\left(\frac{\min}{60s}\right)\left(\frac{2\pi\ rad}{rev}\right) = \mathbf{66.497}\ rad/s$$

أو

$$f = \frac{\text{عدد الدورات}}{\text{الزمن الكلى}} = \frac{635\ \text{rev}}{\min}\left(\frac{\min}{60\text{s}}\right) = 10.5833333\ rev/s$$

$$\omega = 2\pi\ f = 2\pi\times10.58333333 = 66.497rad/s$$

$$\omega_f = \omega_i + \alpha\ t$$
$$0 = 66.497 + 8\alpha$$
$$\alpha = -8.312 \qquad rad/s^2$$

أو

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\omega_f - \omega_i}{t_f - t_i} = \frac{0 - 66.497}{8 - 0} = -8.312\ rad/s^2$$

لتحويل الزاوية من درجة إلى تقدير دائرى بالـ rad

$$\frac{\text{الزاوية بالدرجات}}{360} = \frac{\text{الزاوية بالـ}\ rad}{2\pi} \qquad \text{الزاوية بالـ}\ rad = \frac{2\pi\ \times\ \text{الزاوية بالدرجات}}{360}$$

تمرين 6 : يدور مقود سيارة خلال زاوية 128 درجة فإذا كان نصف قطره 22cm فما المسافة التى تتحركها نقطة على الطرف الخارجى لعجلة القيادة

$$\text{الزاوية بالـ}\ rad = \frac{2\pi\times128}{360} = 2.234\ rad$$

$$d = r\theta = 0.22\times2.234 = 0.49148m$$

تمرين 7 : تدور مروحة بمعدل $1880 rad/\min$ **احسب الإزاحة الزاوية خلال** $2.5s$

$$\omega = \frac{1880 rad}{\min} \times \frac{\min}{60 s} = 31.3333\ rad/s$$

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

$$\Delta\theta = 31.3333 \times 2.5 = 78.33333 rad$$

ديناميكا الحركة الدورانية:

العزم : هو مقياس لمقدرة قوة على إحداث دوران حول محور

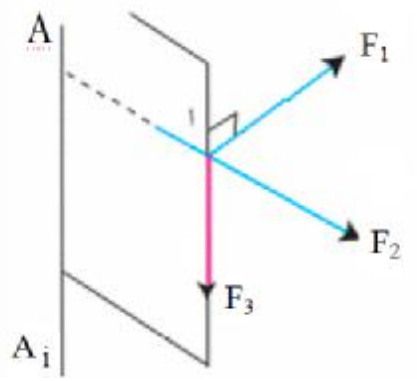
ومقدار العزم (τ) يساوى حاصل ضرب القوة(F) فى طول ذراعها (L) حيث ($L = r\sin\theta$)

والعزم كمية متجهة يكون (+) عندما يكون الدوران عكس عقارب الساعة ويكون (-) عندما يكون الدوران مع عقارب الساعة

وحدة قياس العزم هى N.m

$$\tau = F \times L$$

$$\tau = Fr\sin\theta$$



ذراع القوة(L):هو المسافة العمودية من محور الدوران حتى نقطة تأثير القوة $L = r\sin\theta$

r هى المسافة بين محور الدوران ونقطة تأثير القوة(نصف قطر الدوران)

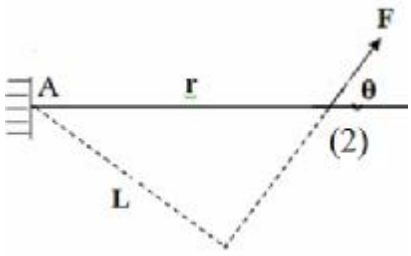
عندما تكون القوة عمودية على نصف قطر الدوران فإن (L=r)

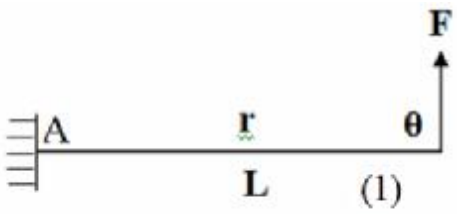
عندما تميل القوة بزاوية أكبر أو أقل من 90 درجة على نصف قطر الدوران تكون (L< r)

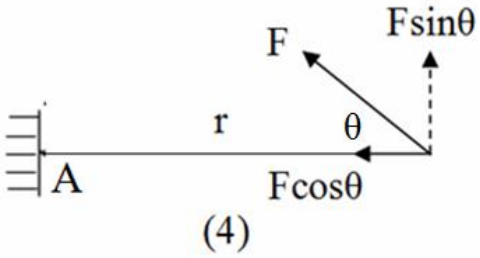
القوة العمودية (F_1) على محور الدوران (AA_1)تحدث عزما

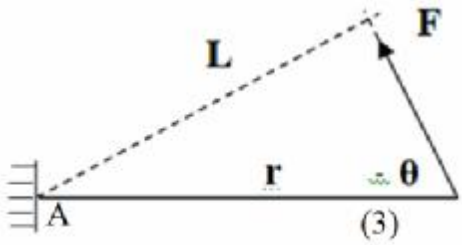
القوة التى خط عملها يمر بمحور الدوران(F_2) لاتحدث عزما

القوة التى خط عملها يوازى محور الدوران (F_3) لاتحدث عزما

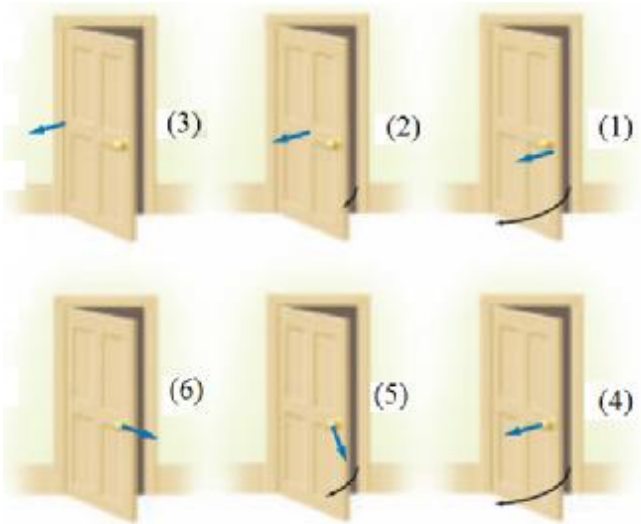






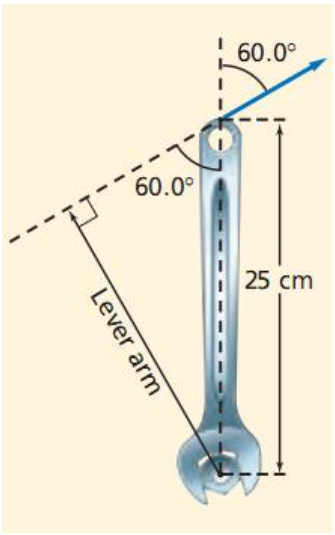


فى الشكل (1) القوة عمودية على نصف قطر الدوران (L=r) ويكون العزم $\tau = F \times L$ أو $\tau = F \times r$ (θ=90)
فى الشكل (2) و(3) القوة تميل بزاوية θ على نصف قطر الدوران ويكون العزم $\tau = F \times L$ أو $\tau = Fr\sin\theta$
(لاحظ مكان الزاوية θ)
فى الشكل (4) يمكن تحليل القوة إلى مركبتين الأولى $F\sin\theta$ وتحدث عزما $\tau = r \times F\sin\theta = Fr\sin\theta$
والثانية $F\cos\theta$ لاتحدث عزما لأن خط عملها يمر بمحور الدوران
لاحظ أن العزم يتناسب طرديا مع مقدار القوة F وذراع القوة L
A هى النقطة التى يدور حولها الجسم



عندما تكون القوة المؤثرة على جسم مقدار ثابت
ويتغير طول ذراع القوة
فى الشكل (3) و (6) يكون العزم مساويا للصفر
فى الشكل (1) و(4) يكون العزم أكبر مايمكن
فى الشكل (2) و(5) يكون العزم أقل

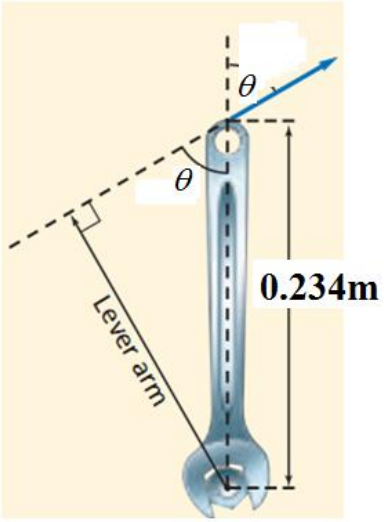
تمرين 1: يتطلب شد برغى فى محرك سيارة عزما مقداره 35N.m بإستخدام مفتاح شد طوله 25cm وذلك يسحب المفتاح من نهايته بزاوية 60 درجة احسب كل من القوة - طول ذراعها



$$L = r\sin\theta$$
$$L = 0.25\sin 60 = 0.2165m$$

$$F = \frac{\tau}{L} = \frac{35}{0.2165} = 161.658N$$

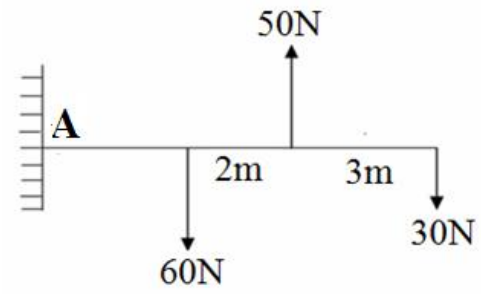
تمرين 2:إذا كان مفتاح طوله 0.234m نريد أن نستخدمه في مهمة تتطلب عزما 32.4N بقوة مقدارها 232N
احسب أقل زاوية تصنعها القوة المؤثرة بالنسبة للرأسى



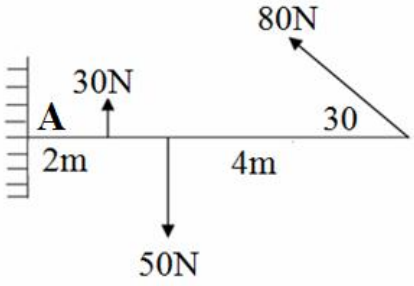
محصلة عزوم مجموعة من القوى:

$$\Sigma\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \cdots\cdots\cdots\cdots$$

تمرين3: لوح خشبى طوله 8m تؤثر به مجموعة قوى كما بالشكل
احسب مجموع عزوم القوى حول (A)



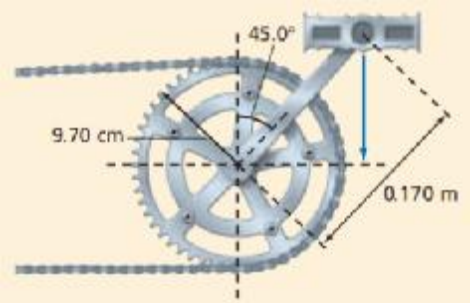
تمرين4: لوح خشبى طوله 7m تؤثر به مجموعة قوى كما بالشكل
احسب مجموع عزوم القوى حول (A)



$$\tau = Fr\sin\theta$$

$$\Sigma\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$= 30\times 2 + 7\times 80\sin 30 - 50\times 3 = 190 N.m$$



تمرين5 : يقف شخص كتلته 65Kg على بدالة دراجة هوائية إذا كان طول ذراع التدوير 0.170m ويصنع زاوية 45 درجة بالنسبة للرأسى مامقدار القوة التى يجب أن تؤثر بها السلسلة لمنع الإطار من الدوران علما بأن نصف قطر الإطار 9.70cm

مركز الكتلة:مركز الكتلة لجسم هو نقطة على الجسم تتحرك بالطريقة نفسها التى يتحرك بها الجسيم النقطى

تحديد موقع مركز الكتلة لجسم ما:

1- إذا كان الجسم منتظم المقطع والكثافة يكون مركز الكتلة فى مركزه الهندسى

2- مركز الكتلة لبعض الأجسام يكون فى الفراغ المحيط بالجسم (حلقة دائرية – مغناطيس على شكل حرف U - ....)

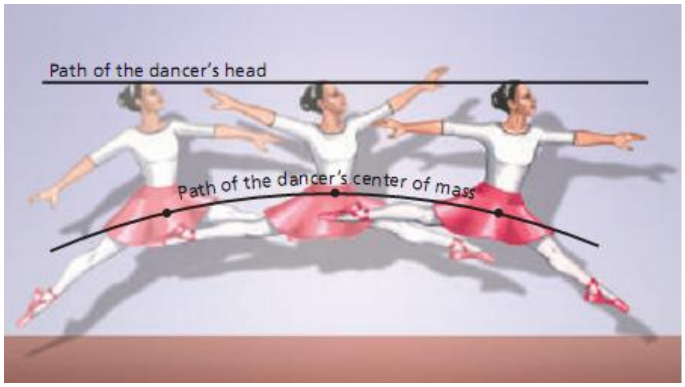
3- الجسم غير منتظم المقطع والكثافة

نعلق الجسم من أى نقطة وعندما يتوقف الجسم عن التأرجح يكون مركز الكتلة على الخط الرأسى المرسوم من نقطة التعليق

نرسم هذا الخط ثم نعلق الجسم من نقطة أخرى فيكون مركز الكتلة على الخط الرأسى الجديد المرسوم من نقطة التعليق

يكون مركز الكتلة للجسم فى النقطة التى يتقاطع فيها الخطان

مركز الكتلة لجسم الإنسان:

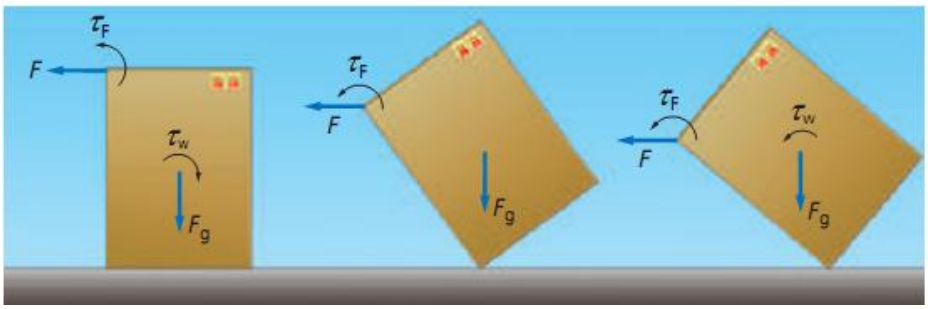


الشخص الذى يقف ويداه مسبلتان إلى جانبه
يكون مركز الكتلة على بعد سنتمترات أسفل السرة
فى منتصف المسافة بين جزئى الجسم الأمامى والخلفى

يكون مركز الكتلة أعلى بقليل لدى الأطفال
لأن رأس الطفل يكون كبيرا بالنسبة لجسمه

بما أن جسم الإنسان مرن فإن مركز الكتلة له غير ثابت
إذا رفعت يديك رأسيا إلى أعلى فإن مركز كتلتك
يرتفع من 6cm إلى 10cm
يظهر لاعب الجمباز وكأنه يطير فى الهواء لأن مركز كتلته يتغير عندما يقفز
حيث يرتفع مركز كتلته ويصبح أقرب إلى رأسه ويكون مسار مركز الكتلة على صورة قطع مكافىء
لذا يبقى رأس اللاعب غالبا على الإرتفاع نفسه لوقت طويل كما بالشكل

مركز الكتلة والإستقرار:



لماذا ينقلب الصندوق المرتفع قليل العرض بصورة أسرع من الصندوق المنخفض والعريض؟

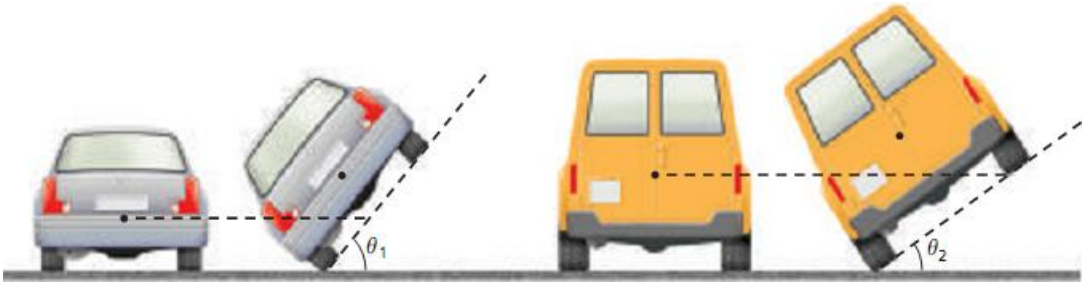
لقلب صندوق يجب تدوير إحدى حوافه (زواياه) بحيث تؤثر فى أعلى الصندوق بقوة F فتحدث عزما τ_F ويؤثر وزن الصندوق فى مركز الكتلة بقوة F_g فتولد عزما معاكسا τ_w

عندما يصبح مركز الكتلة مباشرة فوق النقطة الداعمة (نقطة الإسناد) يصبح ($\tau_w = 0$) ويبقى تأثير العزم الخارجى فقط τ_F

بدوران الصندوق يبتعد مركز الكتلة عن النقطة الداعمة وعندئذ يؤثر العزمان τ_F و τ_w فى اتجاه واحد فينقلب الصندوق بسرعة

يستقر الصندوق عندما يكون مركز كتلته فوق قاعدته
لقلب الصندوق أو تدويره يجب تدوير مركز كتلته حول محور الدوران حتى يبتعد مركز الكتلة عن القاعدة

كلما كانت قاعدة الجسم عريضة كلما كان أكثر استقرارا
عندما تقف فى حافلة وتتمايل الحافلة أثناء سيرها فإنك تباعد بين قدميك قليلا بحيث تزيد المسافة بين القدمين فتتجنب السقوط



فى الشكل السيارة ذات الإرتفاع الأكبر يكون مركز كتلتها مرتفعا لذلك يؤدى ميل قاعدتها قليلا إلى خروج المحور الرأسى المار بمركز الكتلة عن القاعدة فتنقلب السيارة

كلما كان مركز كتلة السيارة منخفضا تكون السيارة أكثر استقرارا (قارن بين كل من θ_1 و θ_2)

بالنسبة إليك فإنك تكون أكثر استقرارا عندما تقف مستويا على قدميك
أما عندما تقف على أصابع قدميك يتحرك مركز الكتلة إلى الأمام مباشرة وتصبح أقل استقرارا

فى لعبة الجودو وألعاب الدفاع عن النفس يستخدم اللاعب العزم لتدوير خصمه وجعله فى وضع أقل استقرارا
عن طريق جعل مركز كتلته غير واقع فوق قدميه

إذا كان مركز الكتلة فوق قاعدة الجسم يكون الجسم مستقرا
إذا كان مركز الكتلة خارج قاعدة الجسم يكون الجسم غير مستقر ويدور أو ينقلب دون تاثير عزم إضافى
إذا كانت قاعدة الجسم ضيقة ومركز الكتلة عاليا يكون الجسم مستقرا لكن أى قوة صغيرة تجعله ينقلب أو يدور

شرطا الإتزان :

الشرط الأول : يجب أن يكون الجسم فى حالة إتزان انتقالى أى أن مجموع القوى المؤثرة على الجسم = 0

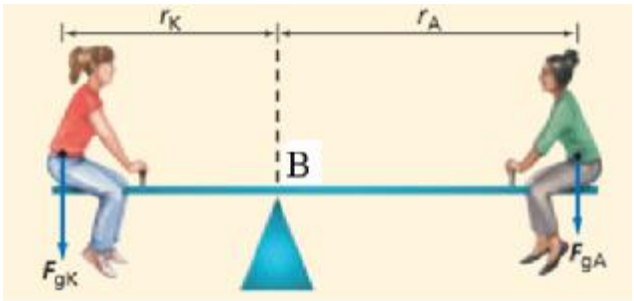
$$(\Sigma F = 0)$$

الشرط الثانى : يجب أن يكون الجسم فى حالة إتزان دورانى أى أن مجموع العزوم المؤثرعلى الجسم = 0

$$(\Sigma \tau = 0)$$

فى الشرط الأول تكون السرعة المتجهة = 0 وفى الشرط الثاني تكون السرعة الزاوية المتجهة =0

تمرين5 : بنتان (K=56Kg) و (A=43Kg) تتزنان كما بالشكل على لعبة الميزان مابعد كل منهما عن نقطة الإرتكاز



$$(\Sigma \tau_B = 0)$$

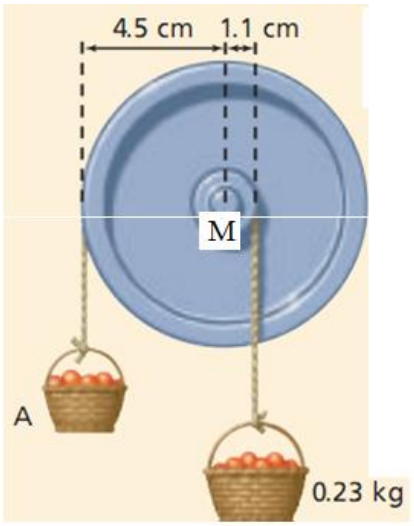
$$(56 \times 9.8 \times r_K) - (43 \times 9.8 \times r_A) = 0$$

$$r_K = 0.767857\ r_A \longrightarrow 1$$

$$r_A = (1.75 - r_K) \longrightarrow 2$$

من (2) فى (1) ينتج أن (r_A = 0.989898m) (r_K = 0.76m)

تمرين6 : علقت سلتا فواكه بحبلين يمران على بكرتين قطراهما مختلفان كما بالشكل احسب كتلة السلة A إذا كانت المجموعة متزنة احسب كتلة السلة A

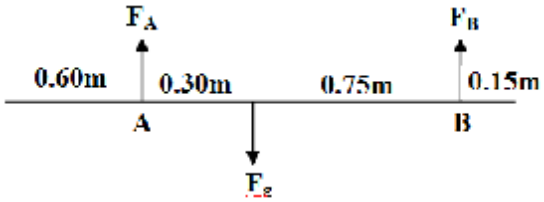


$(\Sigma \tau_M = 0)$

(m ×9.8× o.045) - (0.23 ×9.8× 0.011) = 0

m = 0.056222Kg

تمرين 7 : سلم خشبى كتلته 5.8Kg وطوله 1.80m يسقر أفقيا على حاملين داعمين يبعد الحامل الأول A مسافة 0.60m عن طرف السلم ويبعد الحامل الثانى B مسافة 0.15m عن الطرف الأخر مامقدار القوة التى يؤثر بها كل من الحاملين فى السلم (g=9.8m / s2)



لاحظ أن السلم الخشبى منتظم المقطع لذلك يؤثر وزنه فى منتصفه (مركزه الهندسى)(F_g=5.8× 9.8 = 56.84 N)

$\Sigma \tau_A = 0$

(-56.84 ×0.30) + (1.05 ×F_B) = 0

F_B = 16.24N

$\Sigma \tau_B = 0$

(56.84×0.75) + (1.05 ×F_A) = 0

F_A = 40.6N

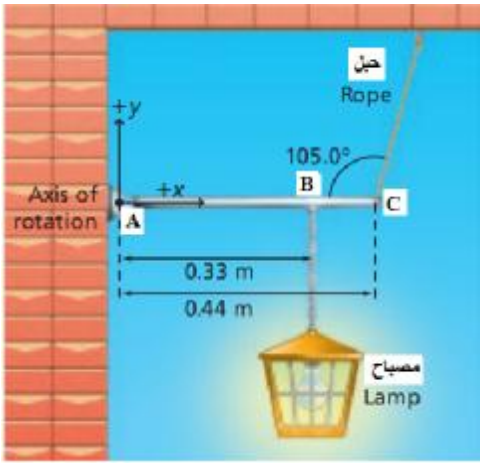
$(\Sigma F_y = 0)$ أو

F_A + F_B + F_g = 0

F_A + 16.24 - 56.84 = 0

FA = 40.6N

تمرين 8: مصباح وزنه 64N معلق كما بالشكل بقضيب وزنه 27N



احد طرفى القضيب مثبت فى الحائط والطرف الآخر مربوط بحبل فى السقف

احسب عزم كل قوة حول A

احسب قوة الشد فى الحبل

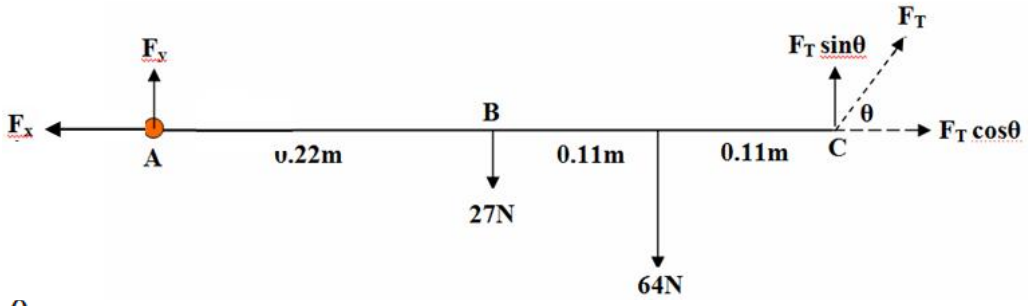
قوة تأثير الحائط على القضيب

عزم قوة وزن المصباح حول A

$$\tau = Fr\sin\theta = 64\times 0.33 = 21.12 N.m$$

عزم قوة وزن القضيب حول A

$$\tau = Fr\sin\theta = 27\times 0.22 = 5.94 N.m$$



$$\Sigma \tau_A = 0$$

(-27× 0.22) + (-64× 0.33) + (F_T sin75 × 0.44) = 0

F_T = 63.66948N

$$(\Sigma F_y = 0)$$

F_y + 63.66948 sin75 - 27 - 64 = 0

F_y = 29.5N

$$(\Sigma F_x = 0)$$

F_x + 63.66948 cos75 = 0

F_x = - 16.47887N

$$F = \sqrt{(F^2{}_x + F^2{}_y)}$$

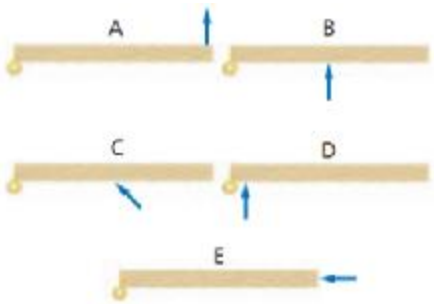
$$F = \sqrt{(-16.47887^2 + (29.5^2) = 33.79 N}$$

القوة الظاهرية الوهمية(القوة الطاردة المركزية):

إذا ربط جسم بنابض فى نهاية القرص الدوار فإن الشخص الثابت فوق القرص الدوار يشعر أن قوة تسحب الجسم فى اتجاه الخارج تحت تاثير قوة وهمية تسمى قوة الطرد المركزية – أم الشخص الواقف على الأرض فإنه يشاهد الجسم وكأنه يتحرك حركة دائرية وأن تسارعه فى اتجاه المركز

س1: هل تدور جميع أجزاء الارض بالمعدل نفسه ؟

س2: رتب العزوم المؤثر فى الابواب الخمسة من الأصغر للأكبر



س3:لماذا تتزن عندما تقف على أطراف أصابعك ولاتستطيع الإتزان إذا وقفت فى مواجهة الجدار وأصابع قدمك تلامسه؟

س4:لماذا يظهر لاعب الجمباز وكأنه يطير فى الهواء عندما يرفع ذراعيه فوق رأسه أثناء القفز ؟

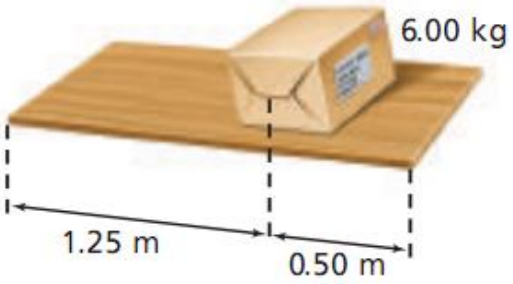
لأن مركز الكتلة يرتفع إلى أعلى مقتربا من الرأس

س5: لماذا يكون احتمال انقلاب سيارة أقطارها كبيرة أكبر من احتمال انقلاب سيارة ذات عجلات أقطارها صغيرة؟

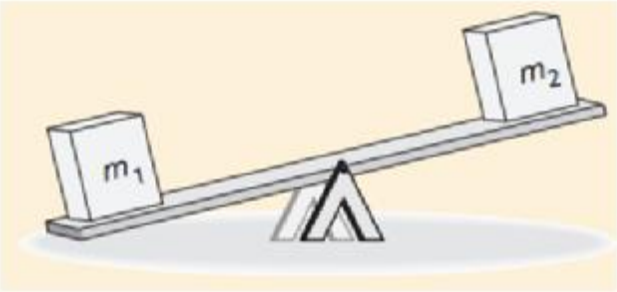
س6:لماذا تزداد سرعة شريط الفيديو فى نهاية الدوران؟

لزيادة نصف قطر الدوران و السرعة الخطية تتناسب طرديا مع نصف قطر الدوران $v = \omega r$

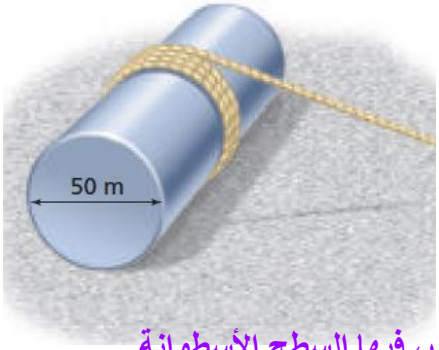
س7:لوح كتلته 4.25Kg وطوله 1.75m وضع عليه صندوق كتلته 6.00Kg ويرفع اللوح شخصان من طرفيه فما مقدار كل من القوتين اللتان يؤثر بهما الشخصان فى اللوح



س8:فى الشكل لوح خشبى طوله 3.0m مدعوم عند منتصفه بواسطة رافعة يوجد صندوقان عند طرفى اللوح كتلة الاول 25Kg وكتلة الثانى 15Kg فما بعد النقطة التى يجب وضع الرافعة عندها (عن الطرف الأيسر) ليتزن اللوح والصندوقان أفقيا



س9: يدور قرص صلب فى حاسوب 7200rpm (دورة فى الدقيقة) إذا صمم القرص على أن يبدأ الدوران من السكون ليصل إلى سرعته الفعالة خلال 1.5s فما التسارع الزاوى للقرص؟



س10: فى الشكل إسطوانة قطرها 50m فى حالة سكون على سطح أفقى إذا لف حولها حبل ثم سحب فأصبحت تدور دون أن تنزلق

1- مالمسافة التى يتحركها مركز الكتلة عند سحب الحبل 2.5m بسرعة منتظمة

2- احسب سرعة مركز الكتلة إذا سحب الحبل مسافة2.5mبسرعة منتظمة

3- احسب السرعة الزاوية المتجهة للإسطوانة

1-لأن الشكل إسطوانة منتظمة فإن مركز الكتلة يكون فوق النقطة التى يلامس فيها السطح الأسطوانة عند منتصف محور دوران الإسطوانة لذلك يتحرك مركز الكتلة مسافة 2.5m

2-لأن السرعة منتظمة $v = \frac{d}{t} = \frac{2.5}{1.25} = 2m/s$

3- $\omega = \frac{v}{r} = \frac{2}{25} = 0.08\,rad/s$

س10:قارن بين السسرعة الزاوية لسنين متلامسين الترسين المختلفين والسرعة الخطية

الترسان متساويان فى السرعة الخطية

ومختلفان فى السرعة الزاوية لإختلاف نصف القطر

س11:اشرح كيف تعمل الغسالة على تجفيف الملابس؟

عندما يدور المجفف حركة دورانية يكون له تسارع مركزى كبير

فتؤثر جدران المجفف بقوة فى الملابس

لكن عندما يدخل الماء فى فتحات المجفف لاتوجد قوة داخلية تؤثر فيه لذلك يتحرك فى خط مستقيم للخارج

س12:علل/عندما تنطلق كرة البولنج من يد اللاعب لاتدور ولكن بعد أن تقطع نصف طول المسار تبدأ فى الدوران

الفصل الخامس (الدفع والزخم)

الزخم (P): زخم الجسم يساوى كتلة الجسم فى السرعة المتجهة له $(P = mv)$

الزخم كمية متجهة وحدة قياسه $kg.m/s$

إذا تغيرت سرعة الجسم من v_i **إلى سرعة** v_f **يكون التغير فى الزخم** ΔP

$$\Delta P = P_f - P_i$$
$$\Delta P = mv_f - mv_i$$
$$\Delta P = m(v_f - v_i)$$
$$\Delta P = m\Delta v$$

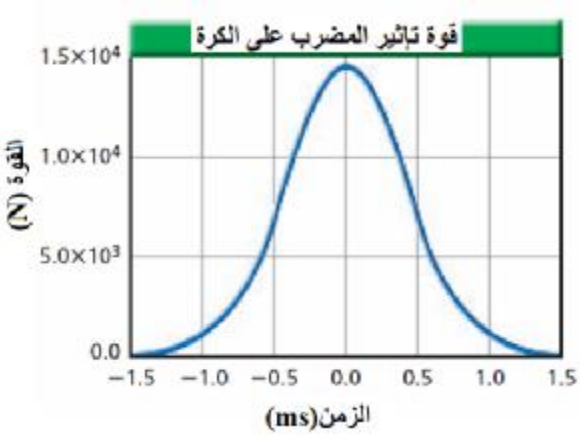
الدفع: هو حاصل ضرب متوسط القوة المؤثرة فى جسم فى زمن تأثير هذه القوة ويساوى التغير فى زخم الجسم

الدفع = $F\Delta t$

الدفع = $\Delta P = m\Delta v$

وهو كمية فيزيائية متجهة وحدة قياسه $N.s$ ($N.s = kg.m/s$)

إذا كانت هناك علاقة بيانية بين القوة المؤثرة على جسم وزمن تأثير هذه القوة فإن الدفع يساوى المساحة تحت المنحنى



إذا كانت القوة المؤثرة على الجسم ثابتة يكون الدفع = $F\Delta t$

وإذا كانت القوة المؤثرة على الجسم متغيرة فإن

الدفع = متوسط القوة × زمن تأثيرها

تتغير القوة التى يؤثر بها مضرب التنس على الكرة خلال زمن صغير جدا كما بالشكل حيث تنضغط شبكة المضرب بعد التلامس مباشرة فتزداد القوة وتستمر بالتزايد حتى وصول القوة إلى أقصى قيمة لها وعندما تستعيد شبكة المضرب شكلها وتتحرك الكرة مبتعدة عن المضرب يكون مقدار القوة يساوى الصفر

نظرية الدفع – الزخم :

الدفع على جسم يساوى التغير فى زخم هذا الجسم $F\Delta t = \Delta P$

إثبات نظرية الدفع – الزخم :

من قانون نيوتن الثانى $F = ma$

$$F = \frac{m\Delta v}{\Delta t}$$

$$F\Delta t = m\Delta v = m(v_f - v_i) = mv_f - mv_i = P_f - P_i = \Delta P$$

أحذية الركض: عندما يضرب العداء قدمه بالأرض فإنها تؤثر فى القدم بقوة تساوى أربع أمثال وزنه لذلك يصمم الحذاء الرياضى بحيث يكون مزودا بوسائد امتصاص لتقليل مقدار القوة من خلال زيادة زمن تاثيرها

الوسائد الهوائية فى السيارات:

(ينتج الدفع الكبير عن طريق تأثير قوة كبيرة خلال زمن قصير جدا أو عن طريق تأثير قوة صغيرة خلال زمن طويل)

عند تصادم السيارة مع سيارة أخرى أو جدار فإنها تتعرض لدفع $F\Delta t$

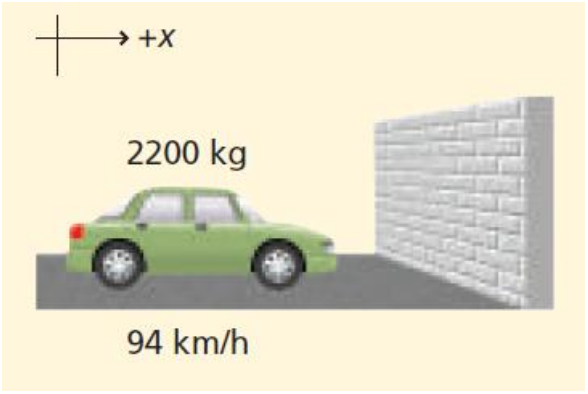
فتدفع الوسادة الهوائية السائق بدفع مماثل فى المقدار للدفع ($F\Delta t$)

لكنها تعمل على تقليل القوة المؤثرة على السائق عن طريق زيادة زمن تأثير هذه القوة

كما أنها توزع القوة على مساحة أكبر من جسم الشخص

ويكون الزخم النهائى للسائق يساوى الصفر ($P_f = 0$) سواء كان هناك وسادة هوائية أم لا

والزخم الإبتدائى $F\Delta t = -P_i$



تمرين1: تتحرك سيارة كتلتها 2200kg بسرعة 94km / h حيث يمكنها التوقف خلال زمن 21s عند الضغط على الكوابح برفق بينما يمكنها التوقف خلال 3.8s عند الضغط على الكوابح بشدة ويمكنها أن تتوقف خلال زمن 0.22s إذا اصطدمت بحائط اسمنتى احسب متوسط القوة المؤثرة فى السيلرة فى كل حالة

$$v_i = \frac{94km}{h}\left(\frac{1000m}{km}\right)\left(\frac{h}{3600s}\right) = 26.11m/s$$

-1

$$F\Delta t = m(v_f - v_i)$$
$$F \times 21 = 2200(0 - 26.11)$$
$$F = \frac{2200\times(-26.11)}{21} = -2735.33 = -2.735\times10^3 N$$

-2

$$F \times 3.8 = 2200(0 - 26.11)$$
$$F = \frac{2200\times(-26.11)}{3.8} = -15116.315 = -1.5\times10^4 N$$

-3

$$F \times 0.22 = 2200(0 - 26.11)$$
$$F = \frac{2200\times(-26.11)}{0.22} = -2.61\times10^5 N$$

تمرين2: تتحرك كرة كتلتها $0.2kg$ بسرعة $8m/s$ فدفعها مضرب بقوة F فأصبحت سرعتها $12m/s$ فى نفس الإتجاه احسب مقدار القوة إذا كان زمن تأثيرها $0.15s$

$$F\Delta t = m(v_f - v_i)$$
$$F \times 0.15 = 0.2(12 - 8)$$
$$F = \frac{0.2(12 - 8)}{0.15} = 5.33N$$

السرعتين فى اتجاه واحد $(v_i = +)$ و $(v_f = +)$

تمرين3: تتحرك كرة كتلتها $0.2kg$ بسرعة $8m/s$ فدفعها مضرب بقوة F فأصبحت سرعتها $12m/s$ فى عكس الإتجاه احسب مقدار القوة إذا كان زمن تأثيرها $0.15s$

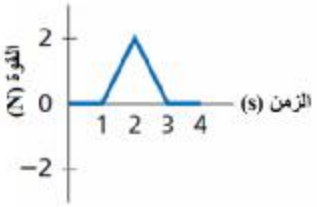
السرعتين فى اتجاهين متعاكسين إما أن تكون $(v_i=-)$ و $(v_f=+)$

$$F\Delta t = m(v_f - v_i)$$
$$F\times 0.15 = 0.2(12-(-8))$$
$$F=\frac{0.2(12+8)}{0.15}=26.66N$$

أو أن تكون $(v_i=+)$ و $(v_f=-)$

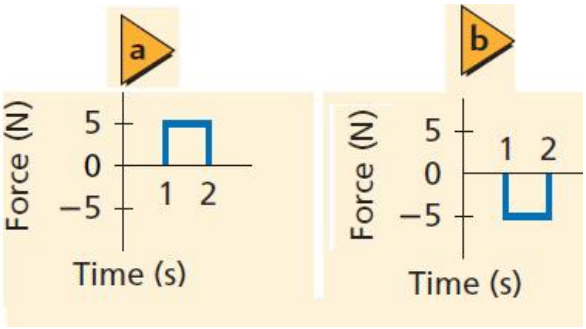
$$F\times 0.15 = 0.2(-12-8))$$
$$F=\frac{0.2(-20)}{0.15}=-26.66N$$

تمرين4: تتحرك كرة كتلتها $0.150kg$ فى الإتجاه الموجب بسرعة $12m/s$ بفعل الدفع المؤثر فيها كما بالرسم احسب سرعة الكرة عند $4.0s$



الدفع = المساحة تحت المنحنى $=\frac{2\times 2}{2}=2N.s$

$$F\Delta t = m(v_f - v_i)$$
$$2 = 0.150(v_f - 12)$$
$$v_f = 25.33m/s$$



تمرين5: تتدحرج كرة بولينج كتلتها $7kg$ اسفل الممر بسرعة $2m/s$ أوجد مقدار سرعة الكرة واتجاهها إذا أثر عليها

1- دفع كما فى الشكل (a)

2- دفع كما فى الشكل (b)

-1

$$F\Delta t = m(v_f - v_i)$$
$$5\times 1 = 7(v_f - 2)$$
$$v_f = 2.714m/s$$

-2

$$-5\times 1 = 7(v_f - 2)$$
$$v_f = 1.2857m/s$$

تمرين6: تتحرك كرة كتلتها $0.174kg$ بسرعة $26m/s$ فدفعها مضرب بقوة F فأصبحت سرعتها $38m/s$ فى عكس الإتجاه

1- ارسم متجهات الزخم قبل وبعد ضرب الكرة بالمضرب
2- احسب التغير فى زخم الكرة
3- احسب الدفع الناتج عن المضرب
4- احسب مقدار متوسط القوة إذا كان زمن تأثيرها $0.8s$

تمرين7: يقفز لاعب كتلته $60kg$ لإرتفاع $0.32m$

1- احسب زخم اللاعب عند وصوله للأرض
2-احسب الدفع اللازم لإيقاف اللاعب
3-احسب متوسط القوة المؤثرة فى جسم اللاعب عندما يهبط على الأرض إذا انثنت ركبتاه لإطالة زمن التوقف إلى $0.05s$

س1علل/ عندما تقفز من ارتفاع ما إلى سطح الأرض فإنك تثنى رجليك لحظة ملامسة قدماك للأرض؟

س2:علل/يختلف زخم سيارة تتحرك شمالا عن زخم السيارة نفسها عندما تتحرك بنفس السرعة جنوبا

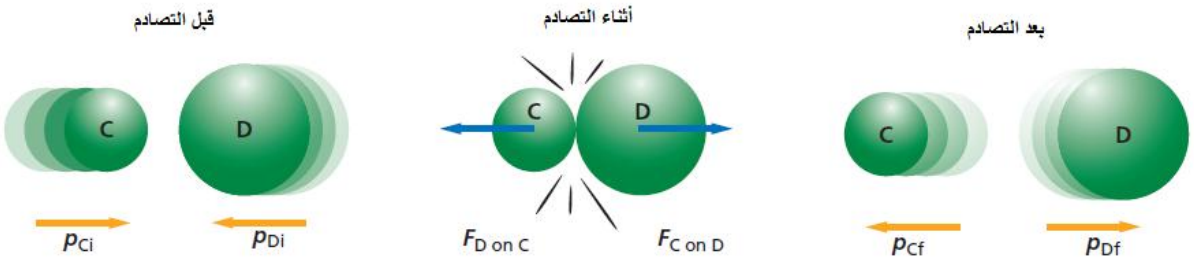
س3:علل/زخم قطرة ماء ساقطة أكبر من زخم ناقلة نفط مثبتة برصيف الميناء

حفظ الزخم:

إذا وجدت مجموعة من الأجسام فى حالة تصادم داخل نظام معزول فإن:
زخم النظام يكون ثابتا مقدارا واتجاها
أى أن مجموع زخم هذه الأجسام قبل التصادم يساوى مجموع زخم هذه الأجسام بعد التصادم

النظام المغلق: هو النظام لايسمح بتبادل الكتلة مع محيط النظام (كتلة الأجسام داخل النظام مقدار ثابت)
النظام المعزول : هو النظام الذى يكون مغلقا والقوة المؤثرة فيه قوة داخلية ولاتوجد قوة تؤثر فى النظام من أجسام موجودة خارجه (محصلة القوى الخارجية على هذا النظام = صفرا)

تصادم جسمين :



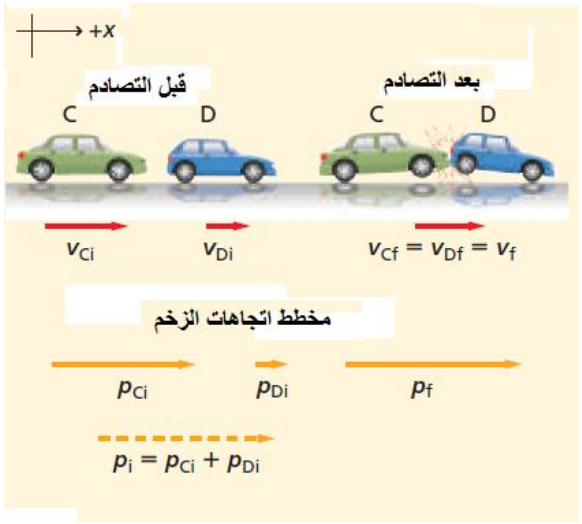
عند تصادم كرتين فإن كل كرة تؤثر بقوة فى الكرة الأخرى
وأن هاتين القوتين متساويتين فى المقدار ومتعاكستين فى الإتجاه حسب قانون نيوتن الثالث
الفترة الزمنية التى تؤثر فيها كل من القوتين هى نفسها
إذن دفع الكرة الأولى للثانية يساوى دفع الكرة الثانية للأولى فى المقدار ويعاكسه فى الإتجاه

$$F_{DL\ on K\ C}\Delta t = -F_{CL\ on K\ D}\Delta t$$

$$P_{Cf} - P_{Ci} = F_{DL\ on K\ C} \times \Delta t$$
$$P_{Df} - P_{Di} = F_{CL\ on K\ D} \times \Delta t$$
$$\therefore P_{Cf} - P_{Ci} = -(P_{Df} - P_{Di})$$
$$\therefore P_{Ci} + P_{Di} = P_{Cf} + P_{Df}$$
$$P_{Ci} + mP_{Di} = mP_{Cf} + mP_{Df}$$
$$m_C v_{Ci} + m_D v_{Di} = m_C v_{Cf} + m_D v_{Df}$$

إذا التصق الجسمان بعد التصادم وتحركا كجسم واحد يكون $m_C v_{Ci} + m_D v_{Di} = (m_C + m_D) v_f$
حيث أن v_f هى سرعة الكرتين معا بعد التصادم

تمرين8: تتحرك سيارة كتلتها $1875kg$ بسرعة $23\ m/s$ اصطدمت بمؤخرة سيارة كتلتها $1025kg$ تسير على الجليد بسرعة $17m/s$ في الإتجاه نفسه فالتحمت السيارتان وتحركتا كجسم واحد احسب سرعة السيارتان بعد التصادم



$$m_C v_{Ci} + m_D v_{Di} = (m_C + m_D) v_f$$
$$1875 \times 23 + 1025 \times 17 = (1875 + 1025) v_f$$
$$v_f = 20.879 m/s$$

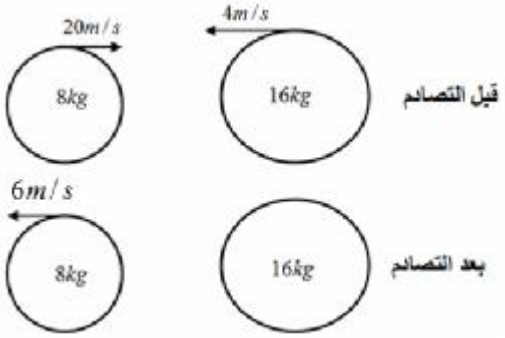
تمرين9: يتحرك قرص هوكى كتلته $0.105kg$ بسرعة $24m/s$ فيمسك به حارس مرمى كتلته $75kg$ في حالة سكون مالسرعة التى ينزلق بها حارس المرمى على الجليد

$$m_C v_{Ci} + m_D v_{Di} = (m_C + m_D) v_f$$
$$0.105 \times 24 + 75 \times 0 = (0.105 + 75) v_f$$
$$v_f = 0.03355 m/s$$

تمرين10: تصطدم رصاصة كتلتها $35g$ بقطعة خشب ساكنة كتلتها $5kg$ فاستقرت فيها وتحركتا معا بسرعة $8.6m/s$ مالسرعة الإبتدائية للرصاصة قبل التصادم

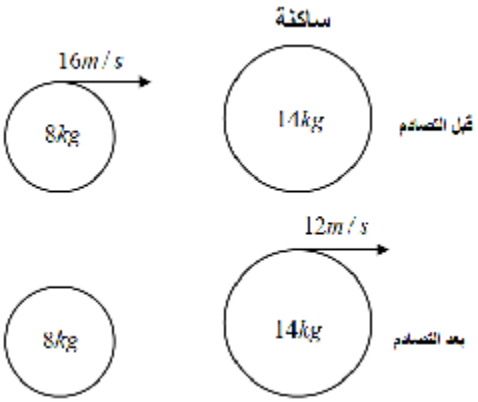
$$m_C v_{Ci} + m_D v_{Di} = (m_C + m_D) v_f$$
$$0.035 \times v_{Ci} + 5 \times 0 = (0.035 + 5) 8.6$$
$$v_{Ci} = 1.237 \times 10^3 m/s$$

تمرين11:
في الشكل احسب سرعة الكرة الكبيرة بعد التصادم



$$m_C v_{Ci} + m_D v_{Di} = m_C v_{Cf} + m_D v_{Df}$$
$$8 \times 20 + 16(-4) = 8(-6) + 16 v_{Df}$$
$$v_{Df} = 9 m/s$$

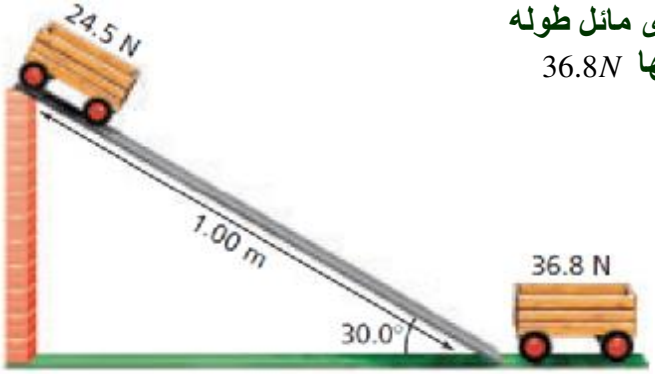
تمرين12: فى الشكل احسب سرعة الكرة الصغيرة بعد التصادم واتجاهها



تمرين13: تحركت عربه وزنها $24.5N$ **من السكون على مستوى مائل طوله** $1m$ **ويميل بزاوية** 30 **درجة لتصدم عربة أخرى وزنها** $36.8N$ **عند أسفل المستوى المائل**

1- احسب سرعة العربة الأولى عند نهاية المستوى

2- احسب السرعة المشتركة للعربتان إذا التحمتا بعد التصادم



تمرين14: تتحرك كرة زجاجية C كتلتها $5g$ **بسرعة** $20cm/s$ **اصطدمت بكرة أخرى D كتلتها** $10g$ **تتحرك بسرعة** $10cm/s$ **فى نفس الإتجاه أكملت الكرة C حركتها فى الإتجاه نفسه بسرعة** $8cm/s$

1- ارسم الوضع وعرف النظام

2- احسب زخم الكرتين قبل التصادم

3-احسب زخم الكرة C بعد التصادم

4- احسب زخم الكرة D بعد التصادم

5-احسب سرعة الكرة D بعد التصادم

الدفع فى الفضاء:

يزود الصاروخ بالوقود والمواد المؤكسدة
عندما يمتزج الوقود بالمواد المؤكسدة فى محرك الصاروخ تنتج غازات تخرج من فوهة العادم بسرعة كبيرة
فيندفع الصاروخ بسرعة فى الإتجاه المضاد
ملاحظة:
الصاروخ والمواد الكيميائية داخله نظام مغلق وحيث أن القوة المؤثرة على الغازات هى قوة داخلية يكون الصاروخ والمواد الكيميائية داخله نظام معزول أيضا

المحرك الأيونى:

فى المحرك الأيونى تنطلق ذرات الزينون بسرعة $30km/s$
مولدة قوة مقدارها $0.092N$ فقط
كيف يمكن لمثل هذه القوة الصغيرة أن تنتج تغيرا كبيرا فى زخم مركبة الفضاء؟
المحرك الأيونى يعمل لمدة أيام أو أسابيع أو شهور ليكسب مركبة الفضاء التى كتلتها $490kg$ السرعة المطلوبة لتكمل مهمتها

س4: يركض لاعب القفز بالزانة فى اتجاه نقطة الإنطلاق بزخم أفقى فمن أين يأتى الزخم الرأسى عندما يقفز اللاعب فوق العارضة؟

يأتى الزخم الرأسى من قوة دفع الأرض للزانة

س5: يستمر مضرب لاعب كرة التنس فى التقدم للأمام بعد ضرب الكرة فهل يكون الزخم محفوظا؟

لا - لأن المضرب والكرة لايشكلان نظاما معزولا

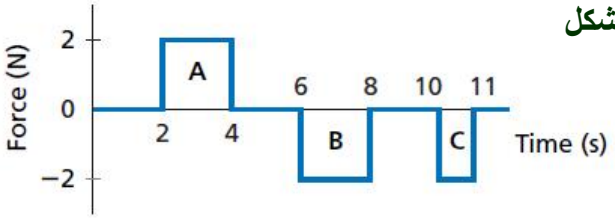
س6: علل/عندما يركض لاعبا كرة فى اتجاهين مختلفين ويصطدما وجها لوجه عند محاولة ضرب كل منهما الكرة برأسه قد يستقرا فى الجو ثم يسقطا على الأرض

لأن زخمهما الإبتدائى متساوى فى المقدار ومتعاكس فى الإتجاه

س7: علل/يجب إسناد كعب البندقية إلى كتفك عند إطلاق النار

لكى يؤثر زخم الإرتداد على مجموع كتلة البندقية وكتلتك فتقل سرعة إرتداد البندقية

تمرين 15: جسم سكن تعرض لقوة دفع تم تمثيلها كما بالشكل
صف حركة الجسم بعد الدفع



بعد الزمن A يتحرك الجسم بسرعة منتظمة فى الإتجاه الموجب
بعد الزمن B يكون الجسم فى حالة سكون
بعد الزمن C يتحرك الجسم بسرعة منتظمة فى الإتجاه السالب

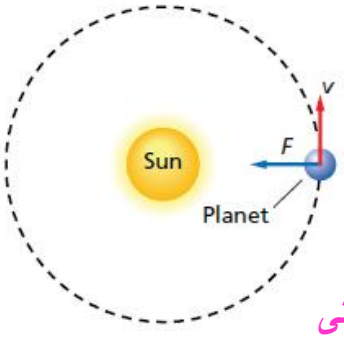
الفصل السادس (الشغل والطاقة)

الشغل (W): يساوى حاصل ضرب القوة F والإزاحة d فى جيب تمام الزاوية المحصورة بين القوة واتجاه الإزاحة

$$W = Fd\cos\theta$$

الشغل كمية عددية وحدة قياسه الجول **Joul (J)** ($J = N.m = kgm^2/s^2$)

الجول : هو الشغل الذى تبذله قوة مقدارها $1N$ لتحرك الجسم إزاحة مقدارها $1m$ فى نفس اتجاه الحركة

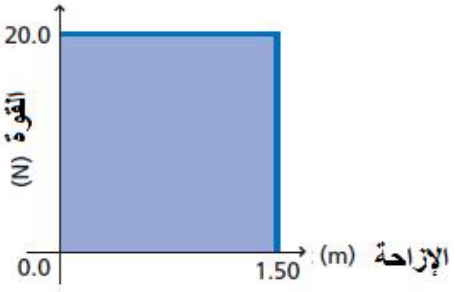


الشغل = صفرا عندما يكون اتجاه القوة عموديا على اتجاه الحركة ($\theta = 90$)

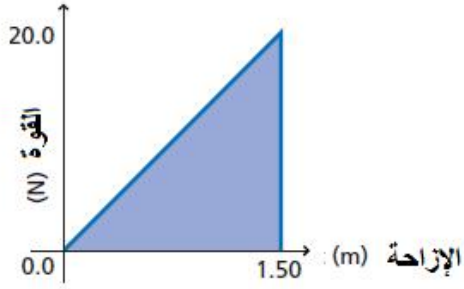
علل: الشغل المبذول على جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة يساوى صفرا؟

العلاقة البيانية (القوة – الإزاحة):

إذا كان هناك علاقة بيانية (القوة – الإزاحة) فإن: الشغل = المساحة تحت المنحنى



$$W = 20\times1.5 = 30J$$



$$W = \frac{1}{2}\times1.5\times20 = 15J$$

الطاقة الحركية (KE) : هى الطاقة الناتجة عن حركة الجسم وتساوى حاصل ضرب نصف كتلة الجسم $\frac{1}{2}m$ فى مربع مقدار سرعته (v^2)

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

الطاقة كمية عددية وحدة قياسها هى نفس وحدة قياس الشغل $J = N.m = kgm^2/s^2$

نظرية الشغل - الطاقة : إذا كان هناك جسم يتحرك على مستوى أفقى فإن :

الشغل يساوى التغير فى الطاقة الحركية $W = \Delta KE$

$$W = KE_f - KE_i$$

$$W = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2)$$

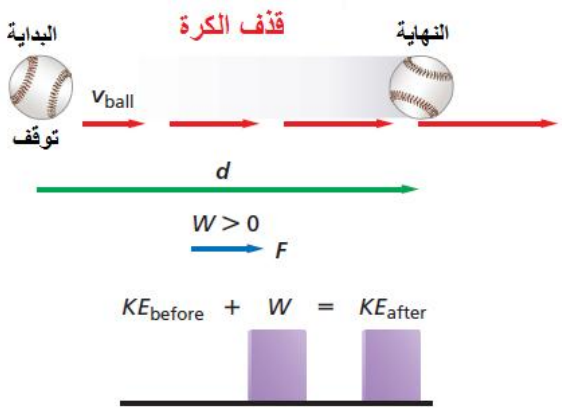
يكون الشغل (+) عندما يبذل شغل على نظام معين

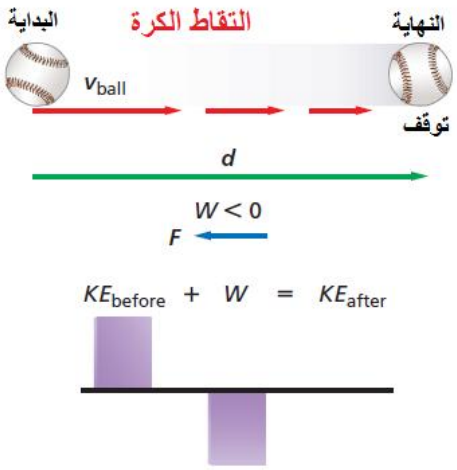
يكون الشغل (-) عندما يبذل النظام شغلا فتقل طاقته

إذا بذل المحيط الخارجى شغلا على النظام فإن الشغل يكون (+) و تزداد طاقة النظام

إذا بذل النظام شغلا على المحيط الخارجى فإن الشغل يكون (-) وتقل طاقة النظام

يمكن أن نمثل للمحيط الخارجى(الإنسان) والنظام (الجسم مثل الكرة)





قذف الكرة: عندما نؤثر بقوة F على الكرة لتتحرك إزاحة d يكون الشغل (+)
لأن اتجاه القوة فى نفس اتجاه الحركة
كما أن طاقة الكرة ازدادت بمقدار W أى أن الكرة اكتسبت طاقة حركة نتيجة لتأثير القوة

$$W = KE_{after} - KE_{befor} = KE_f - KE_i$$

$$W = \frac{1}{2} m(v_f{}^2 - v_i{}^2)$$

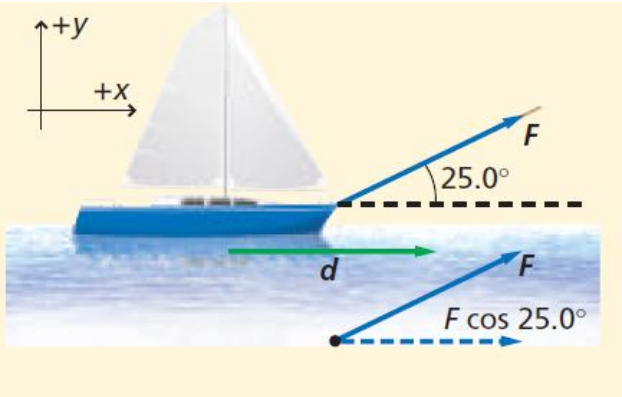
$$\text{Q } v_f > v_i \qquad \therefore W > 0$$

التقاط الكرة: عندما تلتقط الكرة فإنك نؤثرفيها بقوة F فى الإتجاه المعاكس لحركتها لذلك فإنك بذلت عليها شغلا (-) لأن اتجاه القوة فى عكس اتجاه الحركة مما جعلها تتوقف فتصبح طاقتها الحركية =صفر

$$W = KE_{after} - KE_{befor} = KE_f - KE_i$$

$$W = \frac{1}{2} m(v_f{}^2 - v_i{}^2)$$

$$\text{Q } v_f < v_i \qquad \therefore W < 0$$



تمرين1: يسحب بحار قاربا مسافة $50m$ فى اتجاه رصيف الميناء بحبل يصنع زاوية 25 درجة فوق الأفقى

1- احسب الشغل الذى بذله البحار إذا أثر بقوة $225N$ فى الحبل
2- احسب التغير فى الطاقة الحركية
3- إذا بدأ القارب حركته من سكون ماسرعته لحظة نهاية المسافة إذا كانت كتلته $100kg$

-1

$$W = Fd\cos\theta$$

$$W = 255 \times 30 \cos 25 = 6.933 \times 10^3 J$$

-2

$$\Delta KE = W = 6.933 \times 10^3 J$$

-3

$$W = \Delta KE = \frac{1}{2} m(v_f{}^2 - v_i{}^2)$$

$$6.933\times10^3 = \frac{1}{2}\times100(v_f{}^2 - 0)$$

$$v_f{}^2 = 138.66$$

$$v_f = 11.7756 m/s$$

تمرين2: يرفع شخصان صندوقا ثقيلا مسافة $15m$ بحبلين يصنع كل منهما زاوية 15 درجة مع الرأسى ويؤثر كل من الشخصين بقوة $225N$ مامقدار الشغل الذى يبذلانه

$$F = 2F_1\cos(\frac{\theta}{2}) = 2\times225\times\cos(\frac{30}{2}) = 434.666N$$

$$W = Fd\cos\theta$$

$$W = 434.666\times15 = 6.51999\times10^3 J$$

تمرين3: يحمل مسافر حقيبة سفر وزنها $215N$ إلى أعلى سلم وكانت الإزاحة فى الإتجاه الرأسى $4.2m$ وفى الإتجاه الأفقى $4.6m$

1-الشغل الذى بذله المسافر

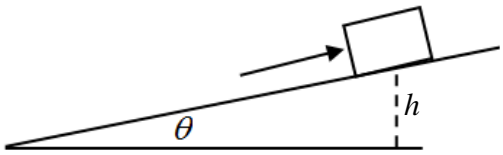
2-الشغل الذى يبذله المسافر إذا نزل إلى أسفل السلم

$$W = Fd\cos\theta = 215\times4.2\cos0 = 903J$$

$$W = Fd\cos\theta = 215\times4.2\cos180 = -903J$$

تمرين4: وضع رجل ثلاجة كتلتها $185kg$ على عربة نقل متحركة ودفعها لأعلى مستوى مائل أملس بزاوية 11 درجة مسافة $10m$ مامقدار الشغل الذى بذله العامل

(تسارع الجاذبية الأرضية = $9.8m/s^2$)



$$W = Fd = mgh = 185\times9.8\times10\sin11 = 3.459\times10^3 J$$

الشغل المبذول بعدة قوى:

إذا أثرت عدة قوى على جسم فغيرت فى طاقته فإن مجموع الاشغال التى تبذلها القوى يساوى التغير فى الطاقة

$$\sum W = \Delta E$$

تمرين 5: إذا أثرت قوة $80N$ على جسم كتلته $4kg$ لتحركه من السكون على مستوى أفقى خشن معامل الإحتكاك بين الجسم والمستوى 0.5 فتحرك الجسم مسافة $20m$ إذا كانت القوة تميل بزاوية 60 درجة على الأفقى

(تسارع الجاذبية الأرضية = $9.8m/s^2$)

1-احسب الشغل الذى تبذله القوة $80N$ **2-احسب الشغل الذى تبذله قوة الإحتكاك**

3-احسب مجموع الأشغال المؤثرة على الجسم **4-احسب التغير فى طاقة الجسم**

-1 $W = Fd\cos\theta = 80\times20\cos60 = 800J$

-2 $W = F_k d\cos\theta = 0.5\times4\times9.8(\cos180)\times20 = -392J$

-3 $\sum W = 800 - 392 = 408J$

-4 $\sum W = \Delta E = 408J$

القدرة (P): تساوى الشغل المبذول W مقسوما على الزمن اللازم لإنجاز هذا الشغل (t)

هى معدل بذل شغل

معدل بذل الشغل يختلف لهولاء الطلاب

$$P = \frac{W}{t}$$

القدرة كمية عددية وحدة قياسها الواط (W) $(W = J/S = Nm/s)$

الواط (W)**:** هو قدرة جهاز يستهلك طاقة $1J$ خلال زمن $1s$

تمرين6: مامقدار القدرة التى تولدها مضخة فى رفع $35L$ من الماء كل دقيقة من عمق $110m$ (كل $1L$ كتلته $1kg$)

(تسارع الجاذبية الأرضية $= 9.8m/s^2$)

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fd}{t} = \frac{35 \times 9.8 \times 110}{60} = 628.833W$$

تمرين7: يرفع مصعد كتلة مقدارها $1.1 \times 10^3 kg$ مسافة $40m$ خلال زمن $12.5s$ مامقدار قدرة المصعد

(تسارع الجاذبية الأرضية $= 9.8m/s^2$)

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fd}{t} = \frac{1.1 \times 10^3 \times 9.8 \times 40}{12.5} = 3.4496 \times 10^4 W$$

س1: هل يعتمد الشغل اللازم لرفع كتاب إلى رف عال على مقدار سرعة رفعه؟

س2: هل تعتمد القدرة اللازمة لرفع كتاب إلى رف عال على مقدار سرعة رفعه؟

س3: إذا بذل شغل على جسم فتضاعفت طاقة حركته هل تتضاعف سرعته؟

$$KE = \frac{1}{2} mv^2 \qquad (1)$$

$$2KE = 2 \times \frac{1}{2} mv_1^2 \qquad (2)$$

بقسمة (1) على (2) ينتج أن $(v_1 = \sqrt{2} \times v)$ أى أن السرعة تزداد بمقدار $\sqrt{2}$ من السرعة الأصلية

طاقة وضع الجاذبية (PE): طاقة وضع الجاذبية لجسم هى حاصل ضرب كتلته m فى تسارع الجاذبية الأرضية g فى ارتفاعه عن مستوى الأرض h

$$PE = mgh$$

مستوى الإسناد : هو المستوى الذى تكون طاقة الوضع عنده = صفرا

عندما يرتفع الجسم رأسيا إلى أعلى مبتعدا عن مستوى الإسناد تكون طاقة وضع الجاذبية (-)

عندما يهبط الجسم رأسيا إلى أسفل مقتربا من مستوى الإسناد تكون طاقة وضع الجاذبية (+)

الطاقة الحركية وطاقة الوضع للنظام :

لأى نظام معزول (محصلة القوى الخارجية على هذا النظام = صفرا)

مجموع الطاقة الحركية وطاقة وضع الجاذبية لأى جسم مقدار ثابت مهما اختلف مستوى الإسناد

فى الشكل (a):

فى البداية: نفرض أن الجسم إكتسب طاقة حركية (50J) عند مستوى الإسناد فيكون (PE=0 , KE=50J)

ويكون (KE+ PE =50J)

فى الوسط:عند أقصى إرتفاع (PE=50J , KE= 0) ويكون (KE+ PE =50J)

فى النهاية: عند العودة إلى مستوى الإسنلد مرة أخرى (PE=0 , KE=50J) ويكون (KE+ PE =50J)

فى الشكل (b):

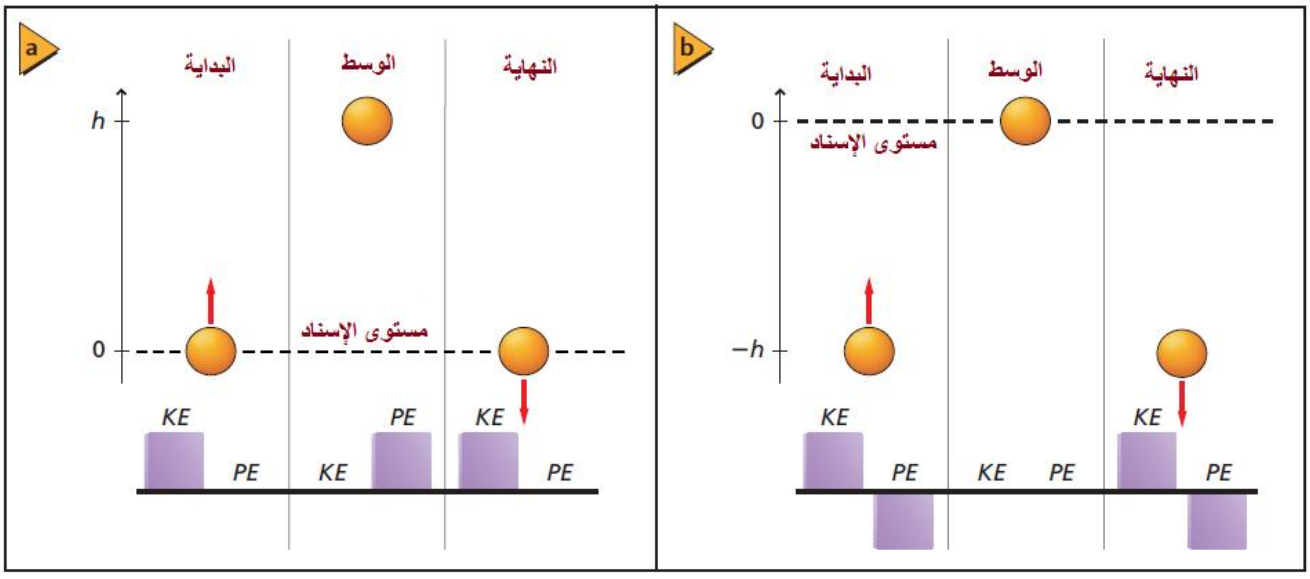
فى البداية: نفرض أن الجسم إكتسب طاقة حركية (50J) عند النقطة (h–) أسفل مستوى الإسناد فيكون

(PE=-50J , KE=50J) ويكون (KE+ PE =0)

فى الوسط:عند أقصى إرتفاع (PE=0 , KE= 0) ويكون (KE+ PE =0)

فى النهاية: عند العودة إلى النقطة (h–) أسفل مستوى مرة أخرى (PE=-50J , KE=50J)

ويكون (KE+ PE =0)

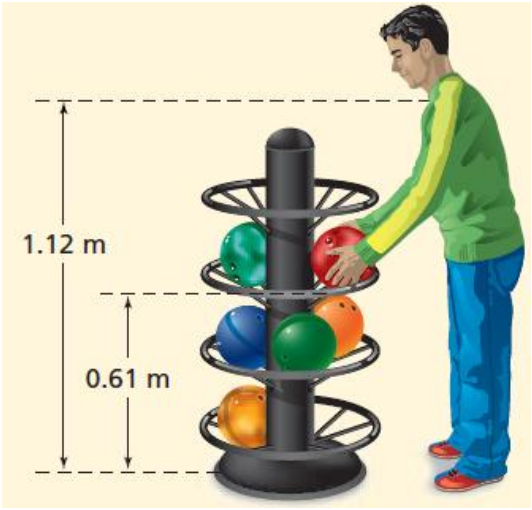


الطاقة الحركية دائما موجبة ومايفقده النظام من طاقة حركية يتحول إلى طاقة وضع الجاذبية والعكس

تخزين الطاقة: الطاقة التى يكتسبها الجسم نتيجة وضعه (مثل طاقة وضع الجاذبية) أو طبيعته (النابض)

هذا النوع من الطاقة يمكن تخزينه ثم يتحول بعد ذلك إلى طاقة حركية

وأيضا هنك طاقة يمكن تخزينها فى الجسم نتيجة تركيبه الكيميائى (مثل البنزين)يمكن أن تتحول إلى طاقة حرارية وتتحول هذه الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية وكهربائية وصوتية



تمرين8: إذا رفعت كرة البولنج التى كتلتها $7.3kg$ من سلة الكرات إلى مستوى كتفك وكان ارتفاع سلة الكرة عن مستوى الأرض $0.61m$ وإرتفاع كتفك $1.12m$ عن مستوى الأرض (تسارع الجاذبية الأرضية $= 9.8m/s^2$)

1- احسب طاقة وضع الجاذبية للكرة وهى على كتفك بالنسبة للأرض

2- احسب طاقة وضع الجاذبية للكرة وهى على كتفك بالنسبة لسلة الكرات

3- شغل الجاذبية عندما ترتفع الكرة من السلة إلى مستوى كتفك

1- مستوى الإسناد هو سطح الأرض

ونحسب طاقة وضع الجاذبية للكرة عند مستوى الكتف

$$PE_1 = mg(h_f - h_i) = 7.3\times9.8(1.12-0) = 80.1248J$$

2- مستوى الإسناد هو سلة الكرة

ونحسب طاقة وضع الجاذبية للكرة عند مستوى الكتف

$$PE_2 = mg(h_f - h_i) = 7.3\times9.8\times(1.12-0.61) = 36.4854J$$

3- مستوى الإسناد هو سلة الكرة

ونحسب الشغل المبذول من الجاذبية

$$W = Fd = -mg(h_f - h_i) = -7.3\times9.8\times(1.12-0.61) = -36.4854\ J$$

تمرين9: يرفع عامل صندوقا كلته $10kg$ إلى سطح طاولة ارتفاعها $1.1m$ من سطح الأرض ثم دفع الصندوق على سطح الطاولة مسافة $0.5m$ ثم أسقط على الأرض مالتغيرات فى طاقة الصندوق – ومامقدار التغير فى طاقته الكلية مع إهمال الإحتكاك (تسارع الجاذبية الأرضية $= 9.8m/s^2$)

1- الشغل الذى يبذله العامل لرفع الصندوق

$$W = Fd = mg(h_f - h_i) = 10\times9.8(1.1-0) = 107.8J$$

2- التغير فى الطاقة للصندوق على المستوى الأفقى = صفر لأن الإرتفاع لم يتغير وأهملنا قوى الإحتكاك

3- الشغل المبذول لإنزال الصندوق

$$W = \Delta PE = mg(h_f - h_i) = 10\times9.8(0-1.1) = -107.8J$$

من 1 , 3 ينتج أن التغير الكلى للطاقة $107.8 - 107.8 = 0J$

تمرين10: سقطت قطعة قرميد كتلتها $1.8kg$ عل الأرض من مدخنة ارتفاعها $6.7m$ فما مقدار التغير فى طاقة وضعها

$$\Delta PE = mg(h_f - h_i) = 1.8\times9.8(0-6.7) = -118.188J$$

تمرين11: اطلقت قذيفة كتلتها $25kg$ من مدفع على سطح الأرض فغذا كان مستوى الإسناد هو سطح الارض فما مقدار طاقة وضع الجاذبية عندما تصبح القذيفة على إرتفاع $425m$ والتغير فى طاقة الوضع عندما تصبح القذيفة على إرتفاع $225m$ (تسارع الجاذبية الأرضية $= 9.8m/s^2$)

طاقة وضع الجاذبية على إرتفاع $425m$ ($PE = mgh = 25\times9.8\times425 = 1.04125\times10^5 J$)

طاقة وضع الجاذبية على إرتفاع $225m$ ($PE = mgh = 25\times9.8\times225 = 5.5125\times10^4 J$)

التغير فى الطاقة = ($1.04125\times10^5 - 5.5125\times10^4 = 4.9\times10^4 J$)

طاقة الوضع المرونية: هى طاقة مخزنة فى جسم مرن نتيجة تغير شكله
مثل الطاقة المخزنة فى جسم مطاطى أو زنبرك

عند سحب الخيط المربوط بالقوس فإننا نبذل شغلا عليه يتحول إلى طاقة وضع مرونية مخزنة فى هذا الخيط المرن
وعند إفلات الخيط تتحول الطاقة المخزنة فيه إلى طاقة حركية

عندما يركض لاعب الوثب العالى حاملا عصا مرنة (الزانة) ويغرس طرفها السفلى
فى تراب الملعب وعندما يثنى اللاعب العصا فإن :
جزءا من الطاقة الحركية للاعب تتحول إلى طاقة وضع مرونية
وعندما تعتدل العصا تتحول طاقة الوضع المرونية إلى :طاقة وضع جاذبية وطاقة حركية
(عصا اللاعب تصنع من ألياف زجاجية مرنة لتكون قادرة على اختزان طاقة مرونية عالية)

عرف ألبرت أينشتين شكلا آخر من أشكال الطاقة (الطاقة السكونية)
وهى طاقة وضع مخزنة فى الكتلة نفسها حيث تتحول الكتلة إلى طاقة
الطاقة السكونية(E_0): الطاقة السكونية لجسم تساوى كتلة الجسم m مضروبة فى مربع سرعة الضوء c^2

$$E_0 = mc^2$$

وبناء على هذه العلاقة التى وضعها أينشتين فإن الجسم المرن عند إنثناءه يكتسب جزءا بسيطا جدا من الكتلة (بسيط لدرجة أنه لايمكن ملاحظته) يتحول إلى طاقة وضع مرونية

تمرين12: لديك مسدس ألعاب بداخله نابض يطلق خرزات سريعة نتيجة انضغاط النابض وتعمل طاقة الوضع المرونية للنابض على دفع الخرزات المطاطية لأعلى ارسم مخططا بيانيا بالاعمدة يصف أشكال الطاقة
a-لحظة دفع الخرزات داخل ماسورة النابض(انضغاط النابض)
b-لحظة تمدد النابض وخروج الخرزات بعد سحب الزناد c - لحظة وصول الخرزات إلى أقصى ارتفاع

قانون حفظ الطاقة : المجموع الكلى للطاقة فى أى نظام مغلق ومعزول يبقى ثابتا

: فى النظام المغلق والمعزول لاتفنى الطاقة ولاتستحدث ولكنها تتحول من صورة إلى أخرى

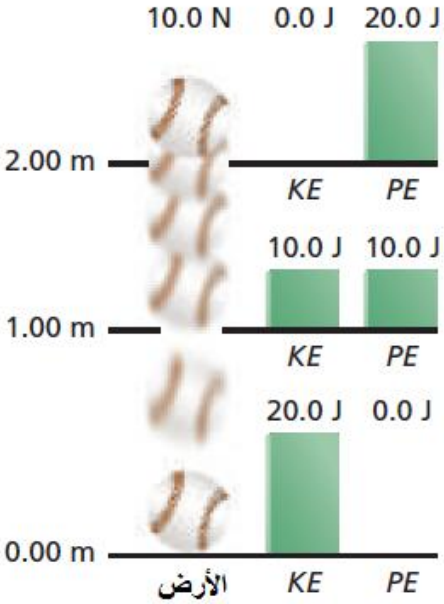
الطاقة الميكانيكية (E): الطاقة الميكانيكية للنظام هى مجموع الطاقة الحركية KE وطاقة الوضع PE

إذا لم يكن هناك نوع آخر من الطاقة

$$E = KE + PE$$

قانون حفظ الطاقة الميكانيكية :مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع فى النظام قبل وقوع الحدث تساوى مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع فى النظام بعد وقوع الحدث

$$KE_{befor} + PE_{befor} = KE_{after} + PE_{after}$$

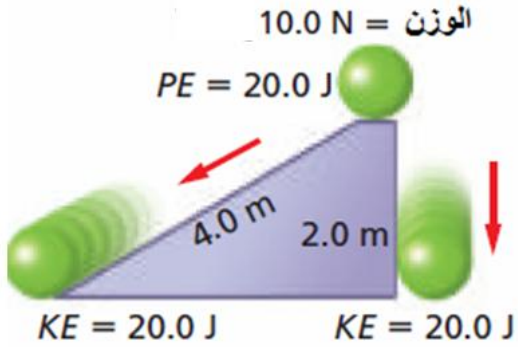


تخيل أن كرة وزنها $10N$ سقطت من ارتفاع $2m$

1- عند ارتفاع $2m$ (KE=0 , PE=20J) ويكون (KE+ PE =20J)

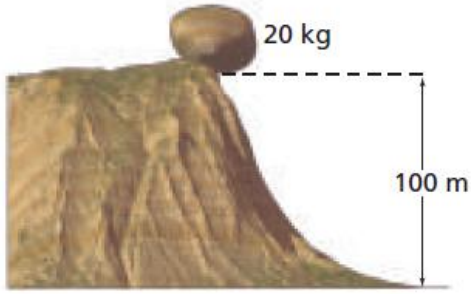
2- عند ارتفاع $1m$ (KE=10J , PE=10J) ويكون (KE+ PE =20J)

3- عند سطح الأرض (KE=20J , PE=0) ويكون (KE+ PE =20J)



إذا تدحرجت الكرة على مستوى مائل مهمل الإحتكاك ولم تؤثر قوى خارجية فى النظام وسقطت الكرة من مسافة رأسية $2m$ فسوف تفقد طاقة وضع قدرها $20J$ ولايؤثر المسار الذى تسلكه الكرة لأن السطح أملس

تمرين12: تستقر صخرة كتلتها $20kg$ على حافة تل إرتفاعه $100m$



(تسارع الجاذبية الأرضية = $9.8m/s^2$)

1- احسب طاقة وضعها بالنسبة لقاعدة التل

2-الطاقة الحركية للصخرة لحظة ارتطامها بالأرض

3- سرعة الصخرة لحظة ارتطامها بالأرض

1- $\Delta PE = mg(h_f - h_i) = 20 \times 9.8(100-0) = 1.96 \times 10^4 J$

2- طاقة الحركة عند سطح الأرض = طاقة وضع الجاذبية عند أقصى ارتفاع

الطاقة الحركية عند سطح الأرض = $1.96 \times 10^4 J$

3- سرعة الصخرة لحظة ارتطامها بالأرض

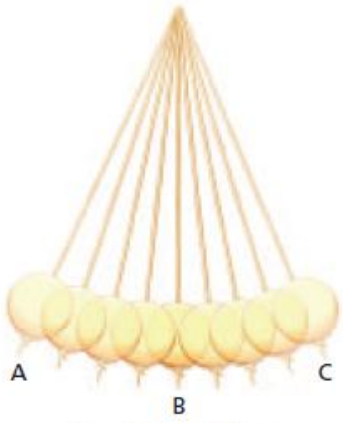
$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

$$1.96\times10^4 = \frac{1}{2}\times20\times v^2$$

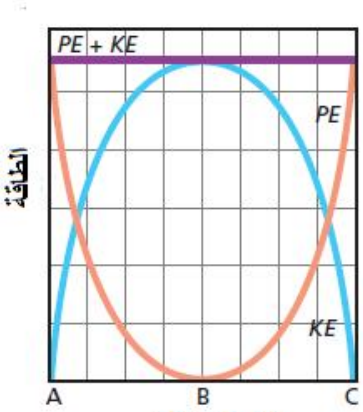
$$v^2 = 1.96\times10^3$$

$$v = 44.27 m/s$$

عند حركة البندول البسيط تتغير الطاقة مع الموقع كما بالشكل



حركة البندول البسيط



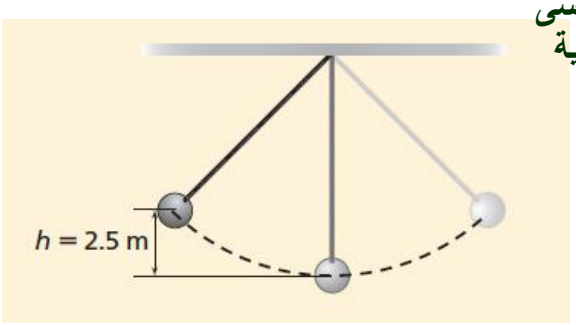
الموقع الأفقي

1-عند النقطة (A) تكون (PE) أكبر مايمكن , (KE=0)

2-عند النقطة (B) تكون (PE=0) , تكون (KE) أكبر مايمكن

3-عند النقطة (C) (PE) أكبر مايمكن , (KE=0)

تمرين13:يبين الشكل المقابل كرة معلقة بخيط يدور حرا فى المستوى الرأسى إذا كانت كتلة الكرة $4kg$ ومقاومة الهواء مهملة فما الطاقة الحركية العظمى للكرة (تسارع الجاذبية الأرضية = $9.8m/s^2$)

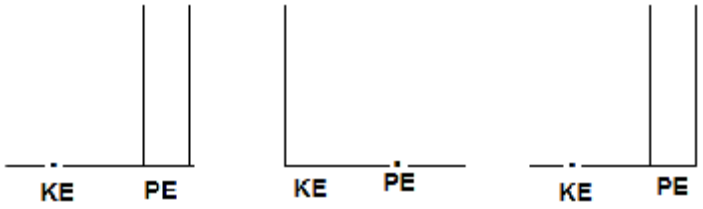


$$\Delta PE = mg(h_f - h_i) = 4\times9.8(2.5-0) = 98\ J$$

الطاقة الحركية العظمى = طاقة وضع الجاذبية عند أقصى إزاحة

الطاقة الحركية العظمى = $98\ J$

ارسم مخططا بيانيا بالاعمدة يصف أشكال الطاقة



1- التصادم المرن:

هو التصادم الذى يحافظ على الطاقة الحركية

أى أن مجموع الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم = أى أن مجموع الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم

2- التصادم عديم المرونة :

هو التصادم الذى يكون فيه مجموع الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم > مجموع الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم

لأن جزء من الطاقة الحركية للنظام يتحول إلى نوع آخر من الطاقة (حرارية – صوتية – ضوئية - .....)

3- التصادم فوق المرن:

هو التصادم الذى يكون فيه مجموع الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم < مجموع الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم

أى أن الطاقة الحركية زادت بعد التصادم نتيجة (انفلات نابض مضغوط أثناء التصادم مثلا)

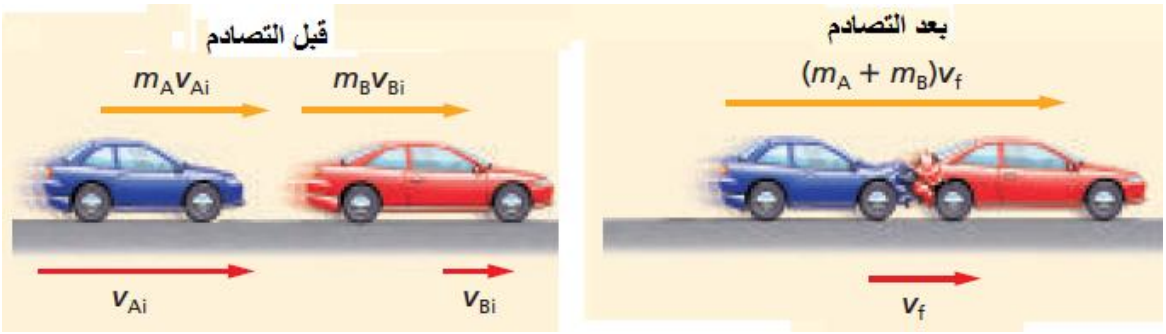
فى التصادم المرن والتصادم عديم المرونة يكون الزخم محفوظ

تمرين14: تحركت سيارة كتلتها $575kg$ **بسرعة** $15m/s$ **ثم اصطدمت بسيارة أخرى كتلتها** $1575kg$ **تتحرك بسرعة** $5m/s$ **فى الإتجاه نفسه**

1- السرعة النهائية للسيارتين معا بعد التصادم

2-مقدار الطاقة الحركية المفقودة نتيجة التصادم

3- نسبة الطاقة المفقودة إلى الطاقة الأصلية



1- السرعة النهائية للسيارتين بعد التصادم

$$m_C v_{Ci} + m_D v_{Di} = (m_C + m_D)v_f$$

$$575\times15+1575\times5=(575+1575)v_f$$

$$v_f = 7.6744 m/s$$

2- الطاقة الحركية المفقودة نتيجة التصادم

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$

$$\frac{1}{2}(m_C+m_D){v_f}^2-(\frac{1}{2}m_C{v_{Ci}}^2+\frac{1}{2}m_D{v_{Di}}^2)$$

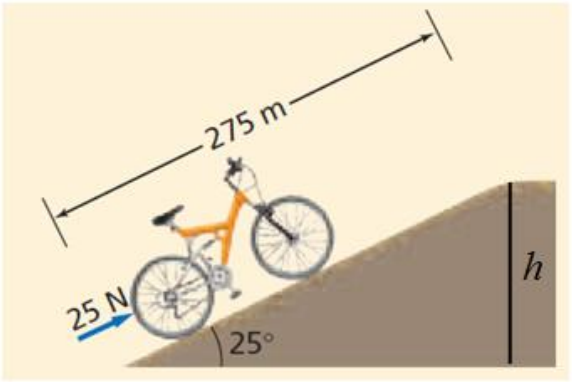
$$=\frac{1}{2}(575+1575)7.6744^2-(\frac{1}{2}\times575\times15^2+\frac{1}{2}\times1575\times5^2)$$

$$=-2.15619\times10^4 J$$

3- نسبة الطاقة المفقودة إلى الطاقة الأصلية

$$\frac{\Delta KE}{KE_i}=\frac{-2.106\times10^4}{(0.5\times575\times15^2+0.5\times1575\times5^2)}=-0.249$$

تمرين15: يدفع شخص دراجة كتلتها $13kg$ إلى أعلى طريق مائل بزاوية 25 درجة وطول الطريق $275m$ والقوة التى يدفع بها الشخص الدراجة هى $25N$ وموازية للسطح المائل



1 - الشغل الذى يبذله الشخص

2 - الشغل المبذول بواسطة قوة الجاذبية على الدراجة

(تسارع الجاذبية الأرضية = $9.8m/s^2$)

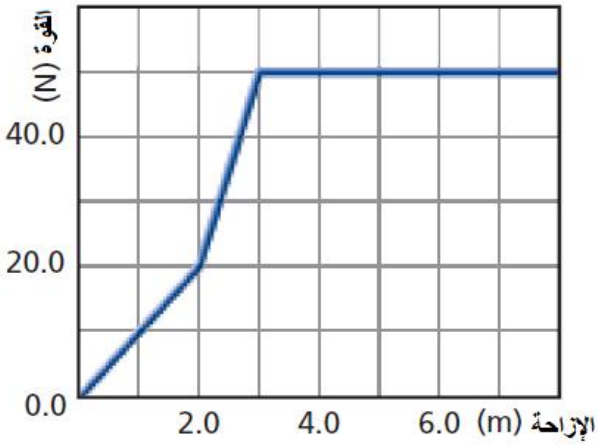
$$W = Fd\cos\theta = 25\times 275\cos 0 = 6.785\times 10^3\, J$$

$$W = -mgh = -13\times 9.8\times 275\sin 25 = -1.48\times 10^3\, J$$

تمرين16: فى الشكل المقابل علاقة بيانية بين القوة المؤثرة على جسم والإزاحة التى حدثت له

احسب الشغل المبذول لإزاحة الجسم $7m$

احسب القدرة إذ تم هذا الشغل خلال زمن $2s$



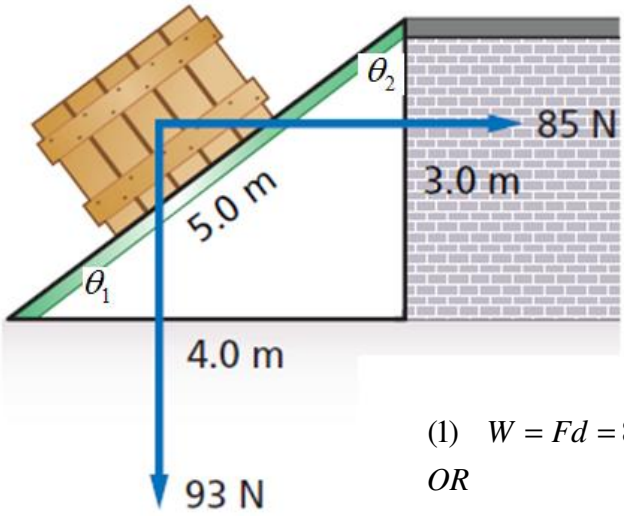
تمرين17: قطار كتلته $2.5\times 10^4\, kg$ يتحرك فى مسار مستو بإستخدام محرك قوته $5\times 10^5\, N$ مسافة $509m$

1- احسب الشغل المبذول على القطار

2- التغير فى الطاقة الحركية للقطار

3- الطاقة الحركية النهائية للقطار إذا بدأ حركته من سكون

4- السرعة النهائية للقطار إذا أهملنا قوى الإحتكاك



تمرين18: يدفع عامل صندوق يزن $93N$ إلى أعلى مستوى مائل بحيث يدفعه فى اتجاه أفقى يوازى سطح الأرض كما فى الشكل

1- إذا أثر العامل بقوة مقدارها $85N$ فما الشغل الذى يبذله من أسفل المستوى المائل إلى أعلاه

2- مامقدار الشغل الذى تبذله قوة الجاذبية الأرضية

3- مامقدار الشغل المبذول بواسطة قوى الإحتكاك إذا كان معامل الإحتكاك الحركى بين الجسم والسطح 0.2

(1) $W = Fd = 85\times 4 = 340J$

OR

$$W = Fd\sin\theta_2 = 85\times 5(\frac{4}{5}) = 340J$$

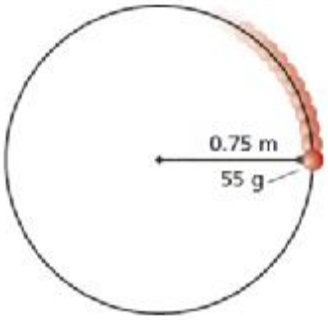
(2 $W = -mgh = -93\times 3 = -279J$

(3) $F_N = (mg\cos\theta_1 + F\cos\theta_2)$

$$= (93\times(\frac{4}{5}) + 85\times(\frac{3}{5}) = 125.4N$$

$$F_k = \mu_k F_N = 0.2\times 125.4 = 25.08N$$

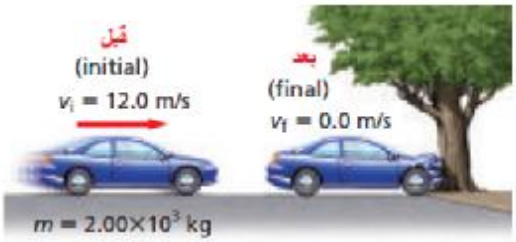
(4) $W_k = -F_k \times d = -25.08\times 5 = -125.4J$



تمرين 19: إذا دورت جسما كتلته 55g فى نهاية خيط طوله 0.75m فوق رأسك فى مستوى دائرى أفقى

مامقدار الشغل المبذول على الجسم من قوة الشد فى دورة واحدة؟

لاتبذل قوة الشد أى شغل لأنها عمودية على اتجاه حركة الكتلة



تمرين20: اصطدمت سيارة كما بالشكل بالشجرة فتوقفت السيارة

1- احسب التغير فى الطاقة الحركية للسيارة

2- الشغل المبذول عندما تحطمت مقدمة السيارة نتيجة اصطدامها

القوة التى دفعت السيارة لمسافة 50cm عند التصادم