الدفع وكمية التحرك

تمرين(1)ـن : سيارة كتلتها (1400kg) تسير بسرعه (15m/s) في اتجاه الغرب تصطدم بعمود إلى جانب الطريق وتتوقف خلال (0.3s) . جد مقدار القوة التي تؤثر في السيارة خلال عملية التصادم ؟

الحـــــــل

$$F\Delta t = m\Delta v \qquad F = \frac{m(v_f - v_i)}{\Delta t} = \frac{1400x(0-(-15))}{0.3} = 7.4x10^4 N$$

تمرين(2)ـن : جسم كتلته $(180g)$ يتحرك في خط مستقيم ، فإذا تغيرت سرعته من (9m/s) إلى (63km/h) في نفس الاتجاه . احسب التغير في كمية حركته .

الحـــــــل

السرعة تغيرت في نفس الاتجاه

$$v = \frac{63x1000}{3600} = 17.5m/s$$

$$\Delta p = mv_2 - mv_1 = m(v_2 - v_1) = 0.18x(17.5-9) = 1.53kgm/s$$

تمرين(3)ـن : عربة سكة حديد كتلتها $(2000\ kg)$ تتحرك بسرعة (9km/h) ، اصطدمت بحاجز في نهاية الخط فارتدت إلى الخلف بسرعه (1.5m/s) . أجب عن التالي :-

① احسب التغير في كمية حركتها نتيجة لهذا التصادم .

② إذا جدث هذا التغير بانتظام في زمن قدرة (0.5s) فأوجد معدل التغير في كمية حركة العربة .

الحـــــــل

① السرعة تغيرت في عكس الاتجاه (لذا سنفرض اتجاه ما يحدد الاتجاه الموجب)

$$\Delta p = mv_2 - mv_1 = m(v_2 - v_1) = 0.18x(1.5 - (-9x1000/3600)$$
$$= 8000kgm/s$$

② يقصد بمعدل تغيير كمية الحركة القوة المؤثرة (F)

$$F = \frac{\Delta p}{t} = \frac{8000}{0.5} = 1.6x10^4N$$

تمرين(4)ن : حدث حريق في أحد المباني في الدور العاشر ، فأتي رجال الإطفاء بشبكة هوائية عملاقة وطلبو الأشخاص الذين يقطنون في ذلك الدور بالقفز باتجاه الشبكة لإنقاذ حياتهم :-

① فسر استخدام رجال الإطفاء للشبكة الهوائية في عملية الإنقاذ .

② إذا كان كتلة أحد الاشخاص الذين سقطوا سقوطا حرا من ارتفاع $(40m)$ هو $(70kg)$ ، فما مقدار القوة التي ستدفع بها الشبكة الهوائية لتوقف الشخص خلال $(5s)$.

الـــــحـــــــل

① لزيادة زمن التلامس بين جس الشخص وسطح الشبكة الهوائية .

② $v = \sqrt{-2x10x - 40} = 28.28m/s$ $\quad \Delta v^2 = -2g\Delta h$

$$F = \frac{m(v_2 - v_1)}{t} = \frac{70x(0 - 28.28)}{5} = -395N$$

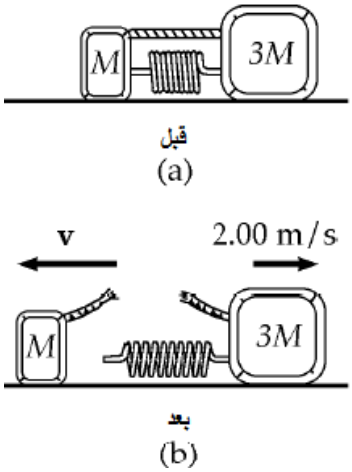
مبدا حفظ كمية التحرك والتصادمات

تمرين(1)-ن : سمكة كتلتها $(6kg)$ تسبح بسرعة $(1m/s)$ ابتعلت سمكة أخرى كتلتها $(2kg)$ تسبح بسرعة $(2m/s)$ بعكس حركة السمكة الأولى ، احسب سرعة السمكة الكبيرة مباشرة بعد تناولها السمكة الصغيرة .

الحـــــــل

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$$

$$(6x1) + (2x - 2) = (6 + 2)v' \qquad v' = 0.25m/s$$



تمرين(2)-ن : صندوقين موجودين على مستوى املس ، موجود بينها زنبرك يتم ضغطة عن طريق ربط المكعبين باستخدام الحبل كما هو موضح في الشكل (a) ، بعد انقطاع الحبل كما يوضح الشكل (b) ارتد الصندوق $(3M)$ للخلف بسرعة $(2m/s)$

① احسب السرعة التي ارتد بهد الصندوق (M) .

② إذا علمت أن $(M = 0.35kg)$ اوجد مقدار الطاقة التي اختزنها الزنبرك في الشكل (a).

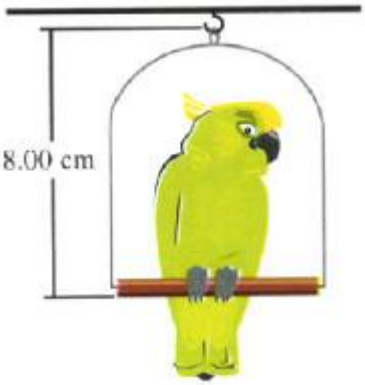
الحـــــــل

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$$

$$0 = (3Mx - 2) + Mv_2' \qquad v_2' = 6m/s$$

$$PE = \Delta KE \qquad PE = 0.5mv^2 = 0.5x0.35x6^2 = 8.4\text{J}$$

تمرين(3)ن : كتلة العصفور الواقف على الأرجوحة $(52g)$ ، وكتلة قاعدة الأرجوحة $(153g)$ ، إذا طار العصفور بسرعة أفقية مقدارها $(2m/s)$ بدءا من السكون ، بإهمال قوة الاحتكاك فكم ترتفع قاعدة الأرجوحة عن موقعها الابتدائي .



الحـــــــل

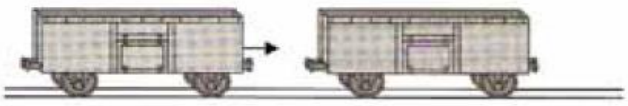
$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$$

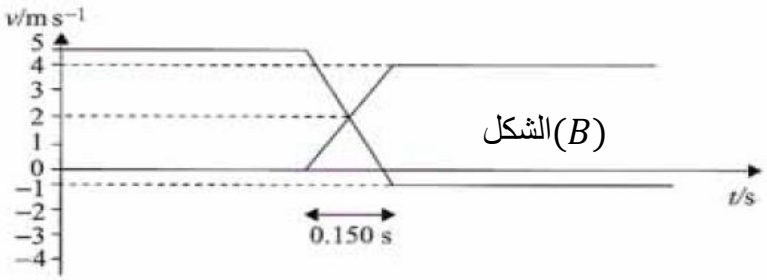
$$0 = (0.052x - 2) + 0.153v_{2f} \qquad v_2' = 0.7m/s$$

نستخدم قانون تحولات الطاقة لإيجاد ارتفاع قاعدة الارجوحة

$$\Delta v^2 = -2g\Delta h \qquad \Delta h = -\frac{\Delta v^2}{2g} = \frac{0.7^2}{20} = 0.023m$$

تمرين(4)ن : قطار كتلته $(800kg)$ يتحرك بسرعه $(5m/s)$ يصطدم بقطار ساكن كتلته $(1200kg)$ كما هو موضح بالشكل (A) . الشكل (B) يوضح العلاقة البيانية بين كلا من سرعتي العربتين قبل الاصطدام وبعد الاصطدام .


الشكل(A)



الشكل(B)

① حدد نوع التصادم ؟ أثبت إجابتك رياضيا .

② احسب متوسط القوة المؤثرة على العربة $(800kg)$.

الـــــحـــــــل

① لتحدد نوع التصادم لابد من حساب طاقة الحركة قبل وبعد التصادم

$$\sum \mathrm{KE} = KE_1 + KE_2 = (0.5x800x5^2) + (0.5x1200x0^2) = 10000\mathrm{J}$$

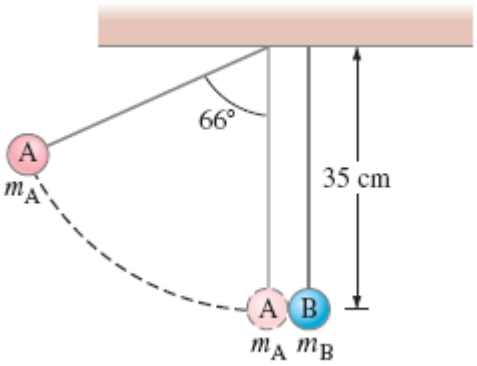
$$\sum \mathrm{KE}' = KE_1' + KE_2' = (0.5x800x1^2) + (0.5x1200x4^2) = 10000\mathrm{J}$$

$$\sum \mathrm{KE} = \sum \mathrm{KE}'$$

التصادم مرن

② احسب متوسط القوة المؤثرة على العربة $(800kg)$.

$$F = \frac{m(v_2 - v_1)}{t} = \frac{1200x(4-0)}{0.15} = 32000N$$



تمرين(5)-ن : كرتان كتلتاهما $(m_A = 45\mathrm{g})$ ، $(m_B = 65\mathrm{g})$ معلقتان كما هو مبين بالشكل ، أزيحت الكرة الخفيفة جانبا لتصنع زاوية (66^0) مع العمودي ثم أفلتت .

① ما سرعة الكرة الخفيفة قبل التصادم .

② ما سرعة كل كرة بعد التصادم المرن .

الـــــحـــــــل

① ما سرعة الكرة الخفيفة قبل التصادم .

نستخدم قانون تحولات الطاقة لإيجاد ارتفاع قاعدة الارجوحة

$$\Delta v^2 = -2g\Delta h \ \ldots\ldots\ldots (1)$$

$35 = \Delta h + \text{المجاور} = \Delta h + (35xcos66) = \Delta h + 14.2 \qquad \Delta h = 35 - 14.2$

$= 20.8m$

بالتعويض في (1)

$$\Delta v^2 = -2x10x - 20.8 \qquad v = 20.4m/s$$

② ما سرعة كل كرة بعد التصادم المرن .

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2' \qquad 45x20.4 = 45v_1' + 65v_2'$$

$$918 = 45v_1' + 65v_2' \qquad 20.4 = v_1' + 1.4v_2'$$

$$v_1' = 20.4 - 1.4v_2' \ldots\ldots (2)$$

وبما أن التصادم مرن اذن طاقة الحركة تكون محفوظة

$$0.5m_1v_1^2 + 0.5m_2v_2^2 = 0.5m_1v_1'^2 + 0.5m_2v_2'^2 \qquad 9363.6 = 22.5v_1'^2 + 32.5v_2'^2$$

$$\ldots\ldots.(3) 416.16 = v_1'^2 + 1.4v_2'^2$$

بتعويض (2) في (3)

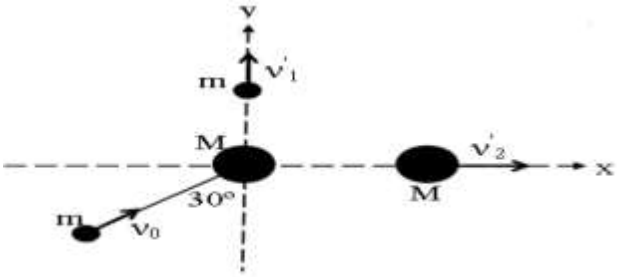
$$416.16 = (20.4 - 1.4v_2')^2 + 1.4v_2'^2 = 416.16 - 57.12v_2' + 1.96v_2'^2 + 1.4v_2'^2$$

$$3.36v_2'^2 = 57.12v_2' \qquad v_2' = 17m/s$$

بالتعويض في (2)

$$v_1' = 20.4 - (1.4x17) = -3.4m/s$$

التصادمات في بعدين



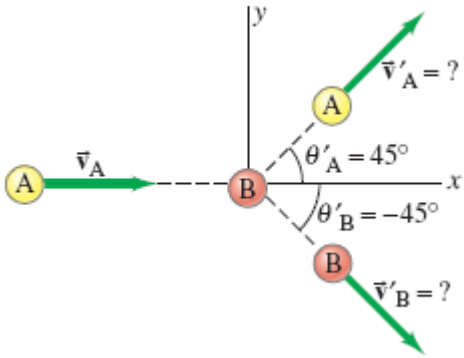
تمرين(1)ـن : الشكل ادناه يوضح اصطدام كرة كتلتها $(m = 2kg)$ تتحرك بسرعة $(2m/s)$ بكرة ثابتة كتلتها $(M = 4kg)$ ، فينتج عن التصادم حركة الكرتين في اتجاهين متعامدين . أوجد السرعة النهائية للكرة (M) .

الحـــــــل

بتطبيق مبدآ حفظ كمية التحرك على المحور (x)

$$mv_{1x} = Mv'_{2x} \qquad mv_1 sin\vartheta = Mv'_2$$

$$2x2ssin30 = 4v'_2 \qquad v'_2 = 0.5m/s$$



تمرين(2)ـن : كرة البلياردو (A) تتحرك بسرعة $(3m/s)$ بإتجاه $(+x)$ تصدم كرة تساويها بالكتلة (B) ساكنة . شوهدت الكرتان تتحرك كل منهما كما هو موضح بالشكل . ما قيمة سرعتي الكرتين بعد التصادم .

الحـــــــل

بتطبيق مبدآ حفظ كمية التحرك على المحور (y)

$$m_1v_{1y} + m_2v_{2y} = m_1v'_{1y} + m_2v'_{2y}$$

$$0 = mv_{1y} + (-mv_{2y})$$

$$v'_1 = v'_2$$

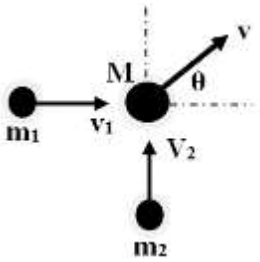
بتطبيق مبدآ حفظ كمية التحرك على المحور (x)

$$m_1v_{1x} + m_2v_{2x} = m_1v'_{1x} + m_2v'_{2x}$$

$$mv_1 = mv'_1cos45 + mv'_1cos45$$

$$3 = 0.7v_1' + 0.7v_1'$$

$$v_1' = 2.14m/s = v_2'$$



تمرين(3)ـن : يتزلج شخصان باتجاهين متعامدين كما هو موضح بالشكل ، وعندما يلتقيان يتعلقان ببعضهما ليصبحا جسما واحد ، أثبت أن يمكن إيجاد الزاوية (θ) باستخدام العلاقة $\theta = tan^{-1}(\frac{m_2v_2}{m_1v_1})$

الـــــحـــــــل

بتطبيق مبدآ حفظ كمية التحرك على المحور (x)

$$m_1v_{1x} + m_2v_{2x} = (m_1 + m_2)v_x'$$

$$m_1v_1 = (m_1 + m_2)v'cos\theta \dots\dots\dots(1)$$

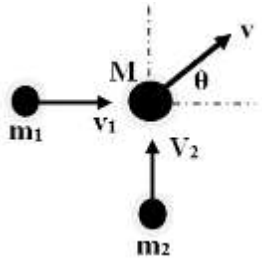
بتطبيق مبدآ حفظ كمية التحرك على المحور (y)

$$m_1v_{1y} + m_2v_{2y} = (m_1 + m_2)v_x'$$

$$m_2v_2 = (m_1 + m_2)v'sin\theta \dots\dots\dots(2)$$

بقسمة (2) على (1)

$$\frac{m_2v_2}{m_1v_1} = \frac{(m_1 + m_2)v'sin\theta}{(m_1 + m_2)v'cos\theta} \qquad \frac{m_2v_2}{m_1v_1} = \tan\theta \qquad \theta = tan^{-1}(\frac{m_2v_2}{m_1v_1})$$



تمرين(4)ـن : يتزلج شخصان كتلتهما $(m_1 = 80kg\,, m_2 = 50kg)$ على الترتيب ، وسرعتهما $(v_1 = 1.67m/s\,, v_2 = 2.22m/s)$ باتجاهين متعامدين ، وعندما يلتقيان يتعلقان ببعضهما ليصبحا جسما واحدا . ما الطاقة المفقودة نتيجة التصادم ؟

الـــــحـــــــل

بتطبيق مبدآ حفظ كمية التحرك على المحور (x)

$$m_1v_{1x} + m_2v_{2x} = (m_1 + m_2)v'_x$$

$$m_1v_1 = (m_1 + m_2)v'cos\theta \dots\dots\dots(1)$$

بتطبيق مبدآ حفظ كمية التحرك على المحور (y)

$$m_1v_{1y} + m_2v_{2y} = (m_1 + m_2)v'_x$$

$$m_2v_2 = (m_1 + m_2)v'sin\theta \dots\dots\dots(2)$$

بقسمة (2) على (1)

$$\frac{m_2v_2}{m_1v_1} = \frac{(m_1 + m_2)v'sin\theta}{(m_1 + m_2)v'cos\theta} \qquad \frac{m_2v_2}{m_1v_1} = \tan\theta$$

$$\theta = tan^{-1}\left(\frac{m_2v_2}{m_1v_1}\right) = tan^{-1}\left(\frac{50x2.22}{80x1.67}\right) = 39.72^0$$

بالتعويض في (1)

$$m/80x1.67 = (50 + 80)v'cos39.72 \qquad v' = 1.34s$$

ولحساب الطاقة المفقودة نحسب الفرق بين الطاقة الحركية قبل وبعد التصادم

$$\sum \mathrm{KE} = KE_1 + KE_2 = (0.5x80x1.67^2) + (0.5x50x2.22^2) = 235\mathrm{J}$$

$$\sum \mathrm{KE}' = KE'_1 + KE'_2 = 0.5(m_1 + m_2)v'^2 = 0.5x130x1.34^2 = 115\mathrm{J}$$

$$\Delta KE = \sum \mathrm{KE}' - \sum \mathrm{KE} = 115 - 235 = -120J$$