تمارين الشغل والطاقة الداخلية
خاص بالعلوم الرياضية

تمرين 1:

تنزل سيارة كتلتها M=1t منحدرا مائلا بزاوية $\alpha = 5°$ بالنسبة للمستوى الأفقي ، بسرعة بدئية V_0=36km/h .
خلال النزول شغل السائق المكابح باستمرار وتوقفت السيارة في أسفل المنحدر بعد قطع المسافة d=200m .

1- أحسب تغير الطاقة الميكانيكية خلال هذه المسافة .
2- أحسب كمية الحرارة المبددة خلال حركة السيارة.

نعطي g=9,80N/kg

تمرين 2:

ينزل راكب دراجة ، بسرعة ثابتة V=72km منحدرا مائلا بالزاوية $\alpha = 6°$ كتلة المجموعة المكونة من الراكب ودراجته هي : m=90kg.

1- أحسب تغير الطاقة الميكانيكية خلال المدة $\Delta t = 10s$.
2- أحسب كمية الحرارة المبددة بالاحتكاك على مستوى السناديد وحتار العجلات خلال نفس المدة Δt .

نأخذ g=10N/kg

تمرين 3:

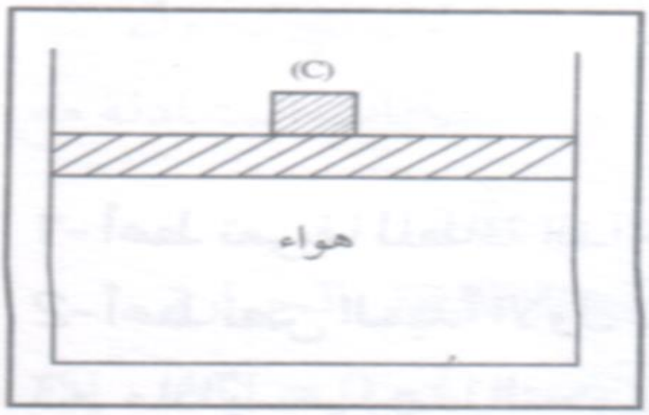
تسقط قطعة فلزية كتلتها m=50g من طائرة مروحية متوقفة عند علو h=2kmنعتبر أن القطعة المعدنية في سقوط حر بدون سرعة بدئية .

1- أحسب السرعة النظرية للقطعة عند وصولها الى سطح الأرض .
2- السرعة الحقيقية للقطعة عند وصولها الى سطح الأرض هي $V_f = 432km/h$.ماذا تستنتج ؟
3- إذا تحولت كل الطاقة الحركية الى حرارة خلال تصادم القطعة الفلزية مع سطح الأرض . فما قيمة كمية الحرارة هاته؟

يعطى : g=9,8N/kg

تمرين 4:

نتوفر على أسطوانة مغلقة بواسطة مكبس كتلته $m = 500g$ ومساحته $S = 1dm^2$ يتحرك رأسيا بدون احتكاك . تحتوي الاسطوانة على الحجم V=1ℓ من الهواء عند درجة الحرارة $\theta = 20°C$.



1- علما أن الضغط الخارجي هو $P_0 = 10^5 Pa$ ، ماهي قيمة ضغط الهواء داخل الأسطوانة ؟

2- نضع على المكبس جسما (C) كتلته M=1kg .

2.1- أحسب الضغط الجديد P_2 داخل الأسطوانة عندما يستقر المكبس ويأخذ الغاز درجة حرارته البدئية .

2.2- أحسب شغل القوة المطبقة على الهواء المحصور داخل الأسطوانة عندما ينزل المكبس بالمسافة d=1mm .

3- يمكن اعتبار الهواء المحجوز داخل الاسطوانة كغاز كامل في شروط التجربة حيث لم تتغير درجة حرارته .

3.1-ماذا يمكن القول عن الطاقة الداخلية للهواء المحصور بداخل الأسطوانة .

3.2- أحسب كمية الحرارة المتبادلة بين المجموعة والمحيط الخارجي .

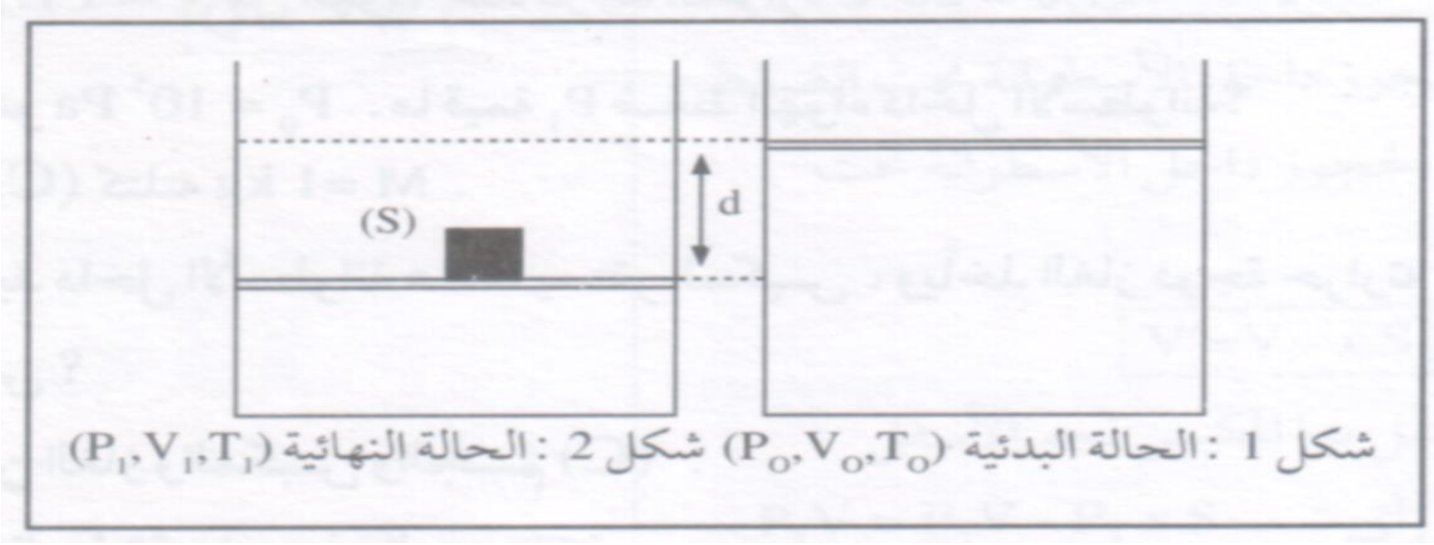
نعطي g=10N/kg

تمرين 5:

يمثل الشكل 1 أسطوانة بداخلها غاز ، نعتبره كاملا ومحصورا بواسطة مكبس كتلته مهملة وشعاعه R=2,5cm .

عند الحالة البدئية ، ضغط الغاز هو $P_0 = 10^5 Pa$ ودرجة حرارته T_0 وحجمه V_0. نضع فوق المكبس جسما صلبا (S) كتلته M=19,6kg ، فينتقل المكبس ببطئ ، وبدون احتكاك نحو الأسفل بالمسافة d=2cm ، فينضغط الغاز دون تغير في درجة حرارته

ليصبح ضغطه P_1 وحجمه V_1 عند التوازن (شكل 2) نعتبر المكبس وجوانب الأسطوانة عازلة للطاقة .



1- أعط تعريفا للطاقة الداخلية لمجموعة معزولة .
2- اعط نص المبدأ الأول للترموديناميك .
3- ماذا يسمى هذا التحول المدروس للغاز من الحالة البدئية الى الحالة النهائية ؟ علل جوابك .
4- أحسب P_1 قيمة الضغط النهائي للغاز . نعطي $g = 10N/kg$.
5- أوجد شغل القوة الخاجية $\vec{F}$ المطبقة على المكبس بدلالة P_1 و d و R ، ثم احسب قيمته .
6- أحسب تغير الطاقة الداخلية ΔU للغاز أثناء هذا التحول .

تصحيح تمارين الشغل والطاقة الداخلية
(خاص بالعلوم الرياضية)

تمرين 1:

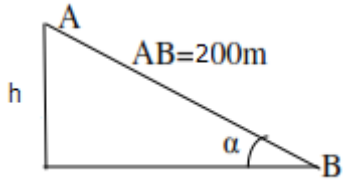
1-تغير الطاقة الميكانيكية خلال حركة السيارة :

$$\Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_{pp}$$

$$\Delta E_c = Ec_f - Ec_i = 0 - \frac{1}{2}mV_0^2$$

$$\Delta E_{pp} = -W(\vec{P})$$

مع: $W(\vec{P}) = mgh = mgdsin\alpha$



$$\Delta E_m = -\frac{1}{2}mV_0^2 - mgdsin\alpha$$

$$\Delta E_m = -m(\frac{1}{2}V_0^2 + gdsin\alpha)$$

ت.ع: $\Delta E_m = -10^3\left[\frac{1}{2}\times\left(\frac{36}{3;6}\right)^2 + 9{,}8\times 200\times\sin(5°)\right]$

$$\Delta E_m = -2{,}21.10^5 J$$

2-حساب كمية الحرارة المبددة خلال الحركة :

المجموعة المكونة من السياة تبدد الطاقة على شكل كمية الحرارة مع المحيط الخارجي حيث : $\Delta E_m = -Q$

وبالتالي الطاقة المبددة خلال حركة السيارة هي :

$$Q = |\Delta E_m| = 2{,}21.10^5 J$$

تمرين 2:

1- تغير الطاقة الميكانيكية تكتب :

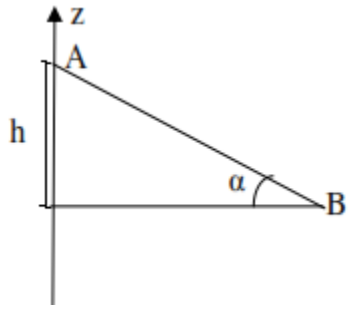
$$\Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_{pp}$$

بما أن الحركة منتظمة لأن السرعة ثابتة ،فإن : $\Delta E_c = 0$ وبالتالي :

$$\Delta E_m = \Delta E_{pp}$$

$$\Delta E_{pp} = E_{PPB} - E_{PPA} = mgz_B - mgz_A = -mgh$$

حسب الشكل:



$$h = AB.sin\alpha = V.\Delta t.sin\alpha$$

نستنتج :

$$\Delta E_m = -mg.V.\Delta t.sin\alpha$$

ت.ع: $\Delta E_m = -90 \times 10 \times \frac{72.10^3}{3600} \times 10 \times \sin(5°)$

$$\Delta E_m = -15688J$$

2- يساوي تغير الطاقة الحركية شغل قوة الاحتكاك :

$$\Delta E_m = W(\vec{f}) = -15688J$$

كمية الحرارة المبددة بمفعول جول هي :

$$Q = -W(\vec{f}) = 15688J$$

تمرين 3:

1- حساب V_{th} السرعة النظرية لوصول القطعة الى سطح الأرض :

نطبق مبرهنة الطاقة الحركية على القطعة النقدية باعتبارها في سقوط حر حيث تخضع لوزنها فقط . نكتب :

$$\Delta E_C = W(\vec{P})$$
$$\frac{1}{2}mV_{th}^2 = mgh$$

نستنتج: $V_{th} = \sqrt{2gh}$

ت.ع: $V_{th} = \sqrt{2 \times 9{,}8 \times 2.10^3} = 198m/s$

2- بما أن السرعة الحقيقية للقطعة ليست 120m/s فإن السقوط ليس حرا ، وبالتالي هناك قوى الاحتكاك تعاكس حركة القطعة .
مبرهنة الطاقة الحركية تكتب :

$$\Delta E_C = W(\vec{P}) + W(\vec{f})$$

$W(\vec{f})$ يمثل شغل قوى الاحتكاك المطبقة على قطعة الفلز والذي ينتقل على شكل طاقة حرارية Q .
حيث: $W(\vec{f}) = -Q$

$$\Delta E_C = W(\vec{P}) - Q$$
$$Q = W(\vec{P}) - \Delta E_C$$
$$Q = mgh - \frac{1}{2}mV_r^2$$
$$Q = m(gh - \frac{1}{2}V_r^2)$$
$$Q = 50.10^3 \times \left(9{,}8 \times 2.10^3 - \frac{1}{2}(\frac{432}{3{,}6})^2\right)$$
$$Q = 620J$$

3-عند تصادم قطعة الفلز مع سطح الأرض تتحول كل الطاقة الحركية الى طاقة حرارية حيث يكون هناك تبادل حراري بين الفلز وسطح الأرض .نكتب
حيث يكون هناك تبادل حراري بين الفلز وسطح الأرض .نكتب

$$Q' = \frac{1}{2}mV_r^2$$
$$Q' = \frac{1}{2} \times 50.10^3 \times 120^2$$
$$Q' = 360J$$

تمرين 4:

1- ليكن P_1 ضغط الهواء داخل الأسطوانة وهويساوي مجموع ضغط الهواء الخارجي P_0 والضغط P الناتج عن المكبس.

يطبق المكبس قوة $\vec{F}$ على الهواء داخل الأسطوانة بحيث : $P = \frac{F}{S}$

وبالتالي يكون ضغط الهواء داخل الأسطوانة هو :

$$P_1 = P + P_0$$

$$P_1 = \frac{mg}{S} + P_0$$

ت.ع: $P_1 = \frac{500.10^{-3} \times 10}{1.10^{-2}} + 10^5$

$$P_1 = 1{,}005.10^5 Pa$$

2.1- عند وضع الجسم (C) على المكبس تتزايد شدة القوة المطبقة على الهواء ، وبالتالي يتزايد الضغط ، فيصبح الضغط الجديد للهواء هو :

$$P_2 = P_1 + \frac{Mg}{S}$$

ت.ع:

$$P_2 = 1{,}005.10^5 + \frac{1 \times 10}{1.10^{-2}}$$

$$P_2 = 1{,}015.10^5 Pa$$

2.2- شغل القوة المطبقة على الهواء المحصور عندمل ينزل المكبس ب ℓ=1mm=$10^{-3}m$:

$$W(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{d} = F.\ell$$

$$W(\vec{F}) = P_2.S.\ell$$

$$W(\vec{F}) = 1{,}015 \times 1.10^{-2} \times 10^{-3}$$

$$W(\vec{F}) = 1{,}015J$$

3.1- الهواء المحصور داخل الأسطوانة اكتسب طاقة بالشغل نتيجة القوة الضاغطة .

يعبر عن هذا الشغل بالعلاقة :

$$W = -P_2 \Delta V$$

$$W = -P_2 (V' - V)$$

$$W = -P_2 (V - d.S - V)$$

$$W = P_2 . x . S$$

ت.ع: $W = 1{,}015.10^5 \times 1.10^{-3} \times 1.10^{-2}$

$$W = 1{,}015J$$

3.2- بما أن درجة حرارة الهواء المحصور لم تتغير ، إذن طاقتها الداخلية لم تتغير وبالتالي :

$$\Delta U = Q + W = 0$$

ومنه : $Q = -W$

أي : $Q = -1{,}015J$

تمرين 5:

1- الطاقة الداخلية لمجموعة معزولة ميكانيكيا هي مجموع الطاقة الحركية المجهرية وطاقة الوضع لهذه المجموعة .

$$U = E_C + E_P$$

2- يساوي تغير الطاقة الداخلية لمجموعة ، أثناء تحول ما ، مجموع الطاقات المتبادلة مع المحيط الخارجي :

$$\Delta U = Q + W$$

3- نسمي التحول تحول كظيما لأنه يتم بدون تبادل للطاقة الحرارة مع المحيط الخارجي .

4- الضغط النهائي P_1 للغاز عند الحالة النهائية يساوي مجموع الضغط الجوي P_0 عند الحالة البدئية والضغط P_2 الناتج عن وزن الجسم (S) الموضوع فوق المكبس $P_2 = \frac{Mg}{S}$.

نكتب: $P_1 = P_0 + P_2$

$$P_1 = P_0 + \frac{Mg}{S}$$

مع : $S = \pi R^2$

$$P_1 = P_0 + \frac{Mg}{\pi R^2}$$

ت.ع: $P_1 = 10^5 + \frac{19,6\times10}{\pi(2,5.10^{-2})^2}$

$$P_1 = 19,98.10^4 Pa$$

5- حساب شغل القوة $\vec{F}$ الوافقة للضغط P_1 :

لدينا: $W(\vec{F})=\vec{F}.\vec{d}$

$$W(\vec{F}) = F.d$$

حيث: $F = P_1.S$

أي: $F = P_1.\pi R^2$

$$W(\vec{F}) = P_1.\pi R^2.d$$

ت.ع:

$$W(\vec{F}) = 2.10^5.\pi.(2,5.10^{-2})^2 \times 2.10^{-2}$$

$$W(\vec{F}) = 7,85J$$

6- بما أن التحول كظيم أي $Q = 0$

وبما أن: $\Delta U = Q + W$

فإن: $\Delta U = W$

أي: $\Delta U = 7,85J$