تمارين حول الشغل والطاقة الداخلية

تمرين1

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 $1\,d = 200m$ ـ أحسب تغير الطاقة الميكانيكية خلال هذه المسافة .

2 ـ أحسب كمية الحرارة المبددة خلال حركة السيارة .

نعطي $g = 9,80N/kg$

تمرين2

تحتوي أسطوانة على غاز كامل ، ويمكن لمكبس مساحته $S=20cm^2$ من تغيير حجم الغاز في الأسطوانة نعرف الحالة البدئية للغاز بضغطه $p_0 = 10^5\,Pa$ وحجمه $V_0 = 1\ell$ ودرجة حرارته $T_0 = 300K$ ونعتبر المكبس وجوانب الأسطوانة تكون مجموعة كظيمة .

نضع على المكبس جسم كتلته M=40kg فينضغط الغاز وتصير درجة حرارته T_1=540K .

استنتج تغير الطاقة الداخلية للغاز أثناء هذا التحول . نعطي $g = 10N/kg$.

تمرين 3

نتوفر على أسطوانة كظيمة مغلقة بواسطة مكبس كظيم ، كتلته m=500g ومساحته $S=1dm^2$ يتحرك رأسيا بدون احتكاك

تحتوي الأسطوانة على $V = 1\ell$ من الهواء عند درجة حرارة $\theta = 20°C$.

1 ـ علما ان الضغط الخارجي هو $p_0 = 10^5\,Pa$ ، ما هو ضغط الهواء داخل الأسطوانة ؟

2 ـ نضع فوق المكبس جسما (C) كتلته M=1kg . أحسب الضغط الجديد داخل الأسطوانة عندما يستقر المكبس ويأخذ الغاز درجة حرارته البدئية .

3 ـ أحسب شغل القوة المطبقة على الهواء المحصور داخل الأسطوانة إذا علمت أن المكبس نزل ب 1mm .

4 ـ يمكن اعتبار الهواء كغاز كامل في شروط هذه التجربة حيث لم تتغير درجة حرارته . ماذا يمكن القول عن الطاقة الداخلية للهواء المحصور بداخل الأسطوانة ؟ نأخذ $g = 10N/kg$

تمرين4

نعتبر قطعة من الفضة كتلتها m=15g ودرجة حرارتها $\theta_1 = 20°C$.

1 ـ هل ذرات الفضة في الشبكة البلورية ساكنة ؟

2 ـ ندخل قطعة الفضة في فرن درجة حرارته 1500°C. علما أن قطعة الفضة تبقى في الحالة الصلبة .

أ ـ هل تتغير البنية البلورية للفضة ؟

ب ـ فسر لماذا يمكن القول أن الطاقة الداخلية للفضة تزايدت عند إدخالها إلى الفرن ؟

ج ـ فسر مجهريا كيفية تزايد الطاقة الداخلية للقطعة الفضة .

3 ـ نرفع درجة حرارة الفرن إلى 2210°C حيث تنصهر قطعة الفضة كليا . فسر لماذا تتزايد الطاقة الداخلية لقطعة الفضة أثناء الانصهار ؟

4 ـ لرفع درجة حرارة 1,0kg من الفضة في الحالة الصلبة ب 1,0°C ينبغي منح طاقة بالانتقال الحراري قيمتها 235J

من جهة أخرى لتنصهر قطعة الفضة عند 2210°C ينبغي بدل طاقة قيمتها 105kJ .

أحسب تغير الطاقة الداخلية للقطعة عندما تنتقل من الحالة الصلبة $\theta_1 = 20°C$ إلى الحالة السائلة عند درجة الحرارة $\theta_2 = 2210°C$ (نفترض أن التحول يحدث دون انتقال الطاقة بالشغل)

تمرين 5

تسقط قطعة جليد كتلتها $m = 2,00g$ من سحابة تتواجد على ارتفاع $h = 610m$ من سطح الأرض .

نفترض أن درجة حرارة قطعة الجليد تبقى ثابتة خلال سقوطها نحو الأرض $\theta_1 = 0°C$ وأنه لا يتم تبادل الطاقة مع الهواء خلال السقوط .

نعطي سرعة انطلاق قطعة الجليد من السحابة $V_1 = 3,40m/s$ وسرعة وصولها إلىسطح الأرض هي : $V_2 = 12,1m/s$.

1 ـ بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية أوجد سرعة وصول قطعة الجليد إلى سطح الأرض باعتبار أن جميع قوى الاحتكاك مهملة وأن $g = 9,79N/kg$ خلال السقوط . ماذا تستنتج ؟

2 ـ استنتج شغل قوى الاحتكاك خلال سقوط القطعة .

3 ـ نعتبر أن القطعة تكتسب الشغل الذي أنجزته قوى الاحتكاك .

أ ـ ما تأثير الطاقة المكتسبة على قطعة الجليد خلال السقوط ؟
ب ـ علما أن انصهار $1kg$ من الجليد عند $0°C$ يستلزم طاقة قدرها $334kJ$ ، أحسب الكتلة m' التي انصهرت من قطعة الجليد .

تمرين 6

نعتبر آلة حرارية (آلة بخارية)، تستعمل هذه الآلة جسما مائعا الماء لإنجاز التبادلات الحرارية بين منبع ساخن S_1 (مولد بخار) ومنبع بارد S_2 (مكثف) وتمنح الطاقة بالشغل للمحيط الخارجي .
اشتغال هذه الآلة حلقي ، مما يدل على أن الجسم المائع يرجع إلى حالته البدئية عند نهاية التحول .
يمنح المنبع الساخن S_1 طاقة تساوي 10^3J للجسم المائع وهذا الأخير يعيد $750J$ للمنبع البارد S_2 .
1 ـ عين الطاقة المكتسبة Q_1 والطاقة الممنوحة Q_2 من طرف الجسم المائع بالانتقال الحراري .
2 ـ عين تغير الطاقة الداخلية للجسم المائع خلال هذا التحول الحلقي .
3 ـ عين إشارة وقيمة الطاقة W المتبادلة مع الجسم المائع بالشغل .
4 ـ أنجز الحصيلة الطاقية للجسم المائع واستنتج قيمة الطاقة الميكانيكية E_m الناتجة من طرف الآلة خلال حلقة واحدة .
5 ـ أوجد القدرة $\mathcal{P}$ لهذه الآلة علما أنها تنجز 3500 حلقة في الدقيقة .
6 ـ نعرف المردود η لآلة بخارج الطاقة الميكانيكية الناتجة خلال حلقة إلى الطاقة التي يكتسبها الآلة من طرف المنبع الساخن . عين مردود هذه الآلة . ما هو رأيك ؟

تمرين 7

نعتبر المجموعة { الأسطوانة ، المكبس } كظيمة أي لا تتبادل الحرارة مع الوسط الخارجي . المكبس شعاعه $r = 4cm$.
يوجد بداخل الأسطوانة غاز كامل حجمه V_0 وعند درجة حرارة T_0 والضغط p_0 وهو الضغط الجوي .
نطبق على المكبس قوة $\vec{F}$ ثابتة شدتها $F = 190N$ ، فينزلق المكبس ببطء وبسرعة ثابتة داخل الأسطوانة بدون احتكاك بمسافة $\Delta\ell = 2cm$ حيث يصبح ضغط الغاز p_1 وحجمه V_1 ودرجة حرارته T_0 .
1 ـ أحسب ضغط الغاز p_1 في الحالة النهائية .
2 ـ أوجد تعبير شغل القوى التي يطبقها المحيط الخارجي على المكبس بدلالة p_1, V_1, V_0 .
3 ـ أحسب تغير الطاقة الداخلية للغاز أثناء هذا التحول .

تحيح تمارين حول الشغل والطاقة الداخلية

تمرين1

1 ـ تغير الطاقة الميكانيكية خلال حركة السيارة هو :

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

$$\Delta E_m = \frac{m}{2}\left(0 - V_0^2\right) - mgd\,sin\,\alpha$$

$$\Delta E_m = -\left(\frac{mV_0^2}{2} + mgd\,sin\,\alpha\right) = -2.65.10^5\,J$$

2 ـ كمية الحرارة المبددة خلال حركة السيارة هي Q

وحسب السؤال الأول أن المجموعة تبدد الطاقة على شكل كمية الحرارة مع المحيط الخارجي:

$\Delta E_m = -Q$ وبالتالي فالطاقة المبددة خلال حركة السيارة هي :

$$|Q| = 2,65.10^5\,J$$

تمرين 2

بما أن الوعاء معزولا حراريا فإن تغير الطاقة الداخلية للمجموعة حسب المبدأ الأول للترموديناميك :

$Q = 0$ وبالتالي $\Delta U = W$.

W الطاقة المتبادلة بالشغل مع المجموعة وهي : $W = \mathcal{M}.\Delta\theta$ بحيث أن $\Delta\theta = \omega\Delta t$ و ω السرعة الزاوية لريشتان وهي حسب المعطيات $\omega = \frac{100.2\pi}{60} = \frac{10\pi}{3}\,rad/s$

$$\Delta U = W = \mathcal{M}.\omega.\Delta t = 879200J$$

تمرين4

1 ـ نعلم أن فلز الفضة جسم صلب هو عبارة عن شبكة بلورية تكونها ذرات الفضة توجد في تنضيد منتظم ومرتب بحيث أن هذه الذرات في حركة تذبذبية حول مواضع توازنها إذن فهي لا تبقى في حالة سكون .

2 ـ أ ـ بما أن درجة الحرارة 1500°C لم تغير الحالة الفيزيائية للفضة إذن فالبنية البلورية لا تتغير تحت تأثير هذه درجة الحرارة مع أن وسع تذبذبات الذرات يتزايد بسبب ارتفاع درجة الحرارة .

ب ـ قطعة الفضة درجة حرارتها 20°C . عند إدخالها للفرن ستصبح درجة حرارتها درجة حرارة الفرن 1500°C أي أن قطعة الفضة اكتسبت طاقة بالانتقال الحراري من الفرن وبالتالي ستتزايد طاقتها الداخلية $\Delta U = Q$.

ج ـ التفسير ألمجهري لتزايد الطاقة الداخلية لقطعة الفضة .

على المستوى المجهري ستتزايد درجة ارتجاج الذرات بسبب ارتفاع درجة الحرارة وهذا يسبب ارتفاعا في الطاقة الحركية المجهرية وبالتالي تزايدا في الطاقة الداخلية .

3 ـ ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى تحول الحالة الفيزيائية لقطعة الفضة . وتتزايد طاقتها الداخلية .

تفسير :

عندما تنصهر قطعة الفضة تتهدم أو تتخرب البنية البلورية للذرات وبالتالي تصبح هذه الأخيرة أكثر حركية مما يؤدي على المستوى المجهري إلى ارتفاع في الطاقة الحركية المجهرية أي أن الطاقة الداخلية لقطعة الفضة تتزايد أثناء الانصهار 4 ـ حساب ΔU

خلال هذا التحول الفيزيائي تتزايد الطاقة الداخلية ب ΔU بحيث أن $\Delta U = Q + W$

هذا التحول حدث باكتساب الطاقة الحرارية وبدون اكتساب الشغل أي $W = 0$ وبالتالي $\Delta U = Q$.

و Q هي مجموع طاقتين . Q_1 الطاقة اللازمة لرفع درجة الحرارة من $\theta_1 = 20°C$ إلى $\theta_2 = 2210°C$

Q_2 الطاقة اللازمة لانصهار قطعة الفضة .

حسب المعطيات : فالطاقة اللازمة لانصهار قطعة الفضة هي : $Q_2 = 105kJ$
نحسب Q_1 . نعلم انه لرفع درجة حرارة $1kg$ من الفضة إلى درجة حرارة $1,0°C$ يجب منح طاقة $235J$
. بالنسبة ل $15g$ من الفضة يجب $15.10^{-3} \times 235J = 3,525J$
وعند ارتفاع درجة الحرارة ب $\theta_2 - \theta_1 = 2190°C$ يجب منح طاقة $2190 \times 3,525 = 7,720kJ$
وبالتالي فالطاقة الداخلية اللازمة لهذا التحول الفيزيائي من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة :

$$\Delta U = Q_1 + Q_2 = 112,7kJ$$

تمرين 5

1 ـ حساب السرعة في غياب الاحتكاكات
نطبق مبرهنة الطاقة الحركية على قطعة الجليد خلال السقوط :

$$\frac{m}{2}\left(V_0^2 - V_1^2\right) = mgh$$

$$V_0 = \sqrt{V_1^2 + 2gh} = 109m/s$$

يلاحظ أن $V_0 > V_2$ أي أن هناك احتكاكات .
2 ـ حساب شغل قوى الاحتكاك .
الفرق في قيمة السرعة راجع إلى وجود قوى الاحتكاك بين قطعة الجليد والهواء في هذه الحالة تصبح مبرهنة الطاقة الحركية على الشكل التالي:

$$\frac{m}{2}\left(V_2^2 - V_1^2\right) = mgh + W_{A\to B}\left(\vec{f}\right)$$

$$W_{A\to B}\left(\vec{f}\right) = \frac{m}{2}\left(V_2^2 - V_1^2\right) - mgh = -11,8J$$

3 ـ أ ـ تأثير الطاقة المكتسبة على قطعة الجليد : عند اكتساب الطاقة بالشغل فإن الطاقة الداخلية للقطعة تتزايد وهذا الاكتساب يتم دون تغير درجة حرارتها $\theta_1 = 0°C$ فإن ذلك يؤدي إلى انصهار جزئي للقطعة .
ب ـ حساب m' كتلة الجليد المنصهر.
بما أن هناك تناسب بين m' والطاقة المكتسبة يمكن أن نكتب:

$$\frac{10^3}{m'} = \frac{334.10^3}{11,8} \Rightarrow m' = 35,5mg$$

تمرين 3

1 ـ يطبق المكبس قوة $\vec{F}$ على الهواء المحصور داخل الأسطوانة بحيث أن $p = \frac{F}{S}$ وبالتالي فضغط الهاء داخل الأسطوانة هو : $p_1 = p + p_0$ أي أن $p_1 = \frac{mg}{S} + p_0$
تطبيق عددي : $p_1 = 1,005.10^5 Pa$
2 ـ عند وضع الجسم على المكبس تتزايد شدة القوة المطبقة على الهواء وبالتالي يتزايد كذلك الضغط :

$$p_2 = p_1 + \frac{Mg}{S}$$

تطبيق عددي : $p_2 = 1,015.10^5 Pa$
3 ـ شغل القوة المطبقة على الهواء المحصور داخل الأسطوانة عندما ينزل المكبس ب

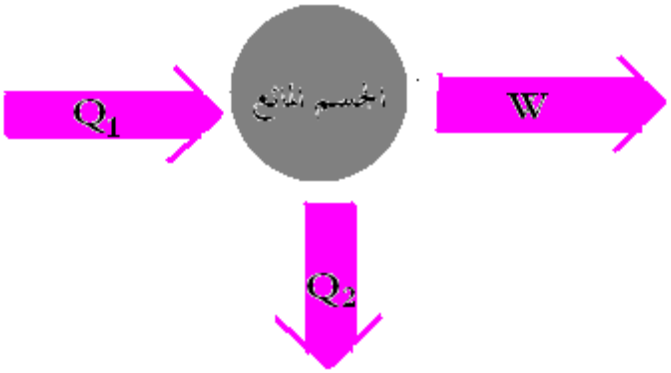
$$\ell = 1mm = 10^{-3}m$$

$$W\left(\vec{F}\right) = F.\ell = p_2 S.\ell$$

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

4 ـ الهواء المحصور داخل الأسطوانة اكتسب طاقة بالشغل (تغير الضغط) نتيجة القوة الضاغطة .
وحسب المبدأ الأول للتيرموديناميك : $\Delta U = W + Q$ بحيث أن $Q = 0$ لكون أن الأسطوانة كظيمة والمكبس كذلك كظيم .
أي أن $\Delta U = W$ وبالتالي $\Delta U = 1,015J$.

تمرين 6



1 ـ الطاقة المكتسبة من طرف الجسم المائع :
الطاقة المكتسبة من طرف الجسم المائع هي الطاقة الممنوحة للجسم المائع من طرف المنبع الساخن S_1, هي : $Q_1 = 10^3 J$
ـ الطاقة الممنوحة من طرف الجسم المائع بالانتقال الحراري هي $Q_2 = -750J$ مفقودة من طرف الجسم المائع .
2 ـ تغير الطاقة الداخلية للجسم المائع خلال هذا التحول : بما أن التحول حلقي فإن الحالة البدئية تساوي الحالة النهائية أي أن تغير الطاقة الداخلية للجسم المائع منعدمة : $\Delta U = 0$
3 ـ إشارة وقيمة الطاقة W المتبادلة مع الجسم المائع بالشغل :
* بما أن الطاقة المتبادلة بالشغل ممنوحة أي أنها مفقودة من طرف الجسم المائع إذن $W < 0$.
* حسب المبدأ الأول للتيرموديناميك : $\Delta U = Q_1 + Q_2 + W$
وبما أن التحول حلقي :

$$\Delta U = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 + W = 0$$

$$W = -(Q_1 + Q_2) = -1000 + 750 = -250J$$

4 ـ الحصيلة الطاقية للجسم المائع خلال حلقة واحدة :

$$\Delta E = \Delta E_m + \Delta U$$

$$\Delta U = 0 \Rightarrow \Delta E = \Delta E_m = -W = 250J$$

5 ـ قدرة الآلة :

$$P = \frac{\Delta E_m}{\Delta t} = \frac{3500 \times 250}{60} \simeq 1,5.10^4 J$$

6 ـ مردود الآلة هو :

$\eta = \frac{\Delta E_m}{Q_1} = 25\%$ مردودها ضعيف .