الطاقة الداخلية

ثانوية أحمد لامارشي

التمرين الأول :

يتوفر شخص على منبعين للماء احداهما بارد ودرجة حرارته $18°C$ والآخر ساخن ودرجة حرارته $60°C$ ، يريد هذا الشخص الحصول على $10\ L$ من الماء عند درجة حرارة $37°C$.

ما الحجم الذي ينبغي ان يأخذه هذا الشخص من كل منبع ؟ نعتبر أنه لايوجد ضياع حراري .

التمرين الثاني :

تؤخذ قطعة من الجليد كتلتها $m = 50\ g$ عند درجة الحرارة $\theta_1 = -20°C$ وتزود بكمية من الحرارة $Q = 5{,}45\ kj$.

1. احسب كتلة الماء الذي يظهر .
2. ماهي كمية الحرارة اللازمة للحصول على ماء عند درجة حرارة $\theta_2 = 20°C$.

المعطيات :

✓ السعة الحرارية الكتلية للجليد : $C_g = 2{,}10\ Kj/kg.K°$

✓ السعة الحرارية الكتلية للماء : $C_e = 4{,}18\ Kj/kg.K°$

✓ السعة الحرارية الكتلية لانصهار الجليد : $L_f = 335\ Kj.Kg^{-1}$

التمرين الثالث :

تحتوي أسطوانة مغلقة بواسطة مكبس على $20\ L$ من غاز ثنائي الأزوت N_2 عند درجة الحرارة $\theta_1 = 20°C$ ، وتحت الظغط $P = 2 \times 10^5\ Pa$ يسخن الغاز تحت ظغط ثابت الى أن تصبح درجة حرارته $\theta_2 = 100°C$.

1. احسب الحجم الذي يشغله الغاز في الحالة النهائية .
2. ماكمية الحرارة اللازمة هذا التسخين .

المعطيات :

✓ السعة الحرارية الكتلية لثنائي الأزوت تحت ظغط ثابت : $C_p = 1{,}04\ Kj/kg.K°$

✓ $M(N) = 14\ g.mol^{-1}$ .. $R = 8{,}31\ SI$

التمرين الرابع :

كتلة من الماء $m = 5\ kg$ استقبلت تحويلا حراريا قدره $Q = 13067\ kJ$ ، بحيث تحولت من ماء درجة حرارته $t_e = 30°C$ الى بخار درجة حرارته t_v .

1. أحسب درجة الحرارة t_v لهذه الكتلة من البخار .

المعطيات :

✓ السعة الحرارية الكتلية للماء : $C_e = 4185\ J/kg.°C$

✓ السعة الحرارية الكتلية لبخار الماء : $C_e = 1410\ J/kg.°C$

✓ السعة الكتلية لتبخر الماء : $L_V = 2257\ kJ/kg$

التمرين الخامس :

يحتوي قدر على $1L$ من الماء عند درجة حرارة $\theta_1 = 18°C$.ولتسخينه يوضع القدر على صفيحة كهربائية مسخنة استطاعتها $P = 1200\ W$.

1. اذا كان مردود التسخين 65% احسب مدة التسخين الازمة لجعل الماء في حالة الغليان $(100°C)$.
2. يواصل التسخين لمدة $5min$ إضافية قبل رفع القدر من فوق صفيحة التسخين .

احسب حجم الماء المتبقي في القدر ؟

المعطيات :

✓ السعة الحرارية الكتلية للماء : $C_e = 4{,}18\ KJ/kg.K°$

✓ السعة الكتلية لتبخر الماء : $L_V = 2255\ kJ/kg$

✓ الكتلة الحجمية للماء : $\rho_e = 1kg.L^{-1}$

التمرين السادس :

ندخل في مسعر درجة حرارته $\theta_1 = 30°C$ كمية من الماء كتلتها $m_1 = 200\ g$ ودرجة حرارتها $\theta_2 = 60°C$ عند التوازن الحراري تصبح درجة الحرارة $\theta_3 = 50°C$.

1. أعط عبارة كمية الحرارة Q_1 المفقودة من طرف الماء واحسب قيمتها .
2. استنتج كمية الحرارة Q_2 المكتسبة من طرف المسعر ، وبين أن سعته الحرارية هي : $u_C = 418J/K$
3. نضع بعد ذلك في المسعر وعند درجة الحرارة $\theta_3 = 50°C$ قطعة من الجليد كتلتها $m_2 = 10\ g$ ودرجة حرارتها $\theta_0 = 0°C$ ، فتصبح درجة الحرارة عند التوازن هي θ_4 .

أ- اكتب عبارة كمية الحرارة Q_1 اللازمة لانصهار قطعة الجليد كليا ، واحسب قيمتها .

ب- اكتب عبارة كمية الحرارة Q_4 المكتسبة من طرف قطعة الجليد .

ج- باعتبار التوازن الحراري ، احسب درجة الحرارة θ_4 .

المعطيات :

✓ السعة الكتلية لانصهار الجليد : $L_f = 335\ Kj/kg$.

✓ السعة الحرارية الكتلية للماء : $C_e = 4{,}18\ Kj/kg.K°$

التمرين السابع :

تتكون الجملة المدروسة من قدر حديدي كتلته $m_{Fe} = 350\ g$ به حجما $V_e = 200\ ml$ من الماء المقطر تقدر درجة الحرارة الابتدائية للجملة (قدر + ماء) بـ $\theta_1 = 15°C$ ،

قدمنا للجملة (قدر + ماء) تحويلا حراريا قدره $Q = 15KJ$ فأصبحت درجة حرارتها النهائية θ_2 .

1. احسب قيمة m_e كتلة الماء المقطر .
2. احسب السعة الحرارية C للجملة (قدر + ماء) .
3. جد قيمة درجة الحرارة النهائية θ_2 للجملة (قدر + ماء) .

المعطيات :

✓ $C_e = 4185\ J/kg.°C$ ، $C_{Fe} = 460\ J/kg.°C$

✓ الكتلة الحجمية للماء : $\rho_e = 1kg.L^{-1}$

التمرين الثامن :

I) نخرج من ثلاجة قارورة بلاستيكية تحتوي على $m_g = 1\ kg$ من الجليد النقي درجة حرارته $\theta_i = -10°C$ وبعد ثلاثة ساعات يصبح الجليد كله ماء سائل درجة حرارته $\theta_f = 18°C$.

1. اذكر مختلف التحولات التي تطرأ على الجملة المدروسة .
2. أحسب قيمة التحويل الحراري الكلي Q_T اللازم لتحول الجليد ذي $\theta_i = -10°C$ الى الماء ذي $\theta_f = 18°C$.
3. احسب قيمة استطاعة التحويل P .

II) نضيف للماء السابق وهو عند درجة الحرارة $18°C$ قطعة من الالمنيوم كتلتها $m_{Al} = 300\ g$ ودرجة حرارتها $\theta = 30°C$.

➢ باعتبار (الماء + قطعة الألمنيوم) جملة معزولة طاقويا ، أحسب درجة الحرارة النهائية للجملة θ'_f .

المعطيات :

✓ السعة الكتلية لانصهار الجليد : $L_f = 333\ KJ/kg$

✓ السعة الحرارية الكتلية للماء : $C_e = 4185\ J/kg.°C$

✓ السعة الحرارية الكتلية للألمنيوم : $C_{Al} = 900\ J/kg.°C$

✓ السعة الحرارية الكتلية للجليد : $C_g = 2{,}1\ kJ/kg.°C$

✓ درجة انصهار الجليد : $\theta_F = 0°C$

التمرين التاسع :

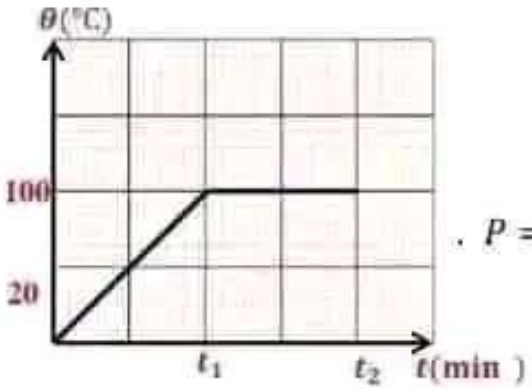
نريد تعيين مقاومة ناقل أومي R من اجل ذلك نقوم بغمرها في مسعر سعته الحرارية وما يحتويه من سائل $2500\ J/°C$ نمر تيارا في الناقل الأومي شدته ثابتة طوال التجربة وتقدر بـــ $5A$ ثم نعين مقدار التغير في درجة حرارة المسعر عبر الزمن فنتحصل على جدول القياسات التالي :

$\Delta\theta(°C)$	7,5	11,9	14,9	17,9	22,4	29,9
$t(\text{min})$	5	8	10	12	15	20

1. أرسم المنحنى البياني : $\Delta\theta = f(t)$.
2. أوجد العلاقة النظرية بين الطاقة الحرارية التي يكتسبها المسعر والطاقة الناتجة عن الناقل الأومي .
3. استنتج قيمة الناقل الأومي .

التمرين العاشر :

نضع $1kg$ من الماء في وعاء ونسخنه لمدة زمنية t_2 . يمثل البيان المقابل تغيرات درجة حرارة التسخين بدلالة الزمن $\theta = f(t)$

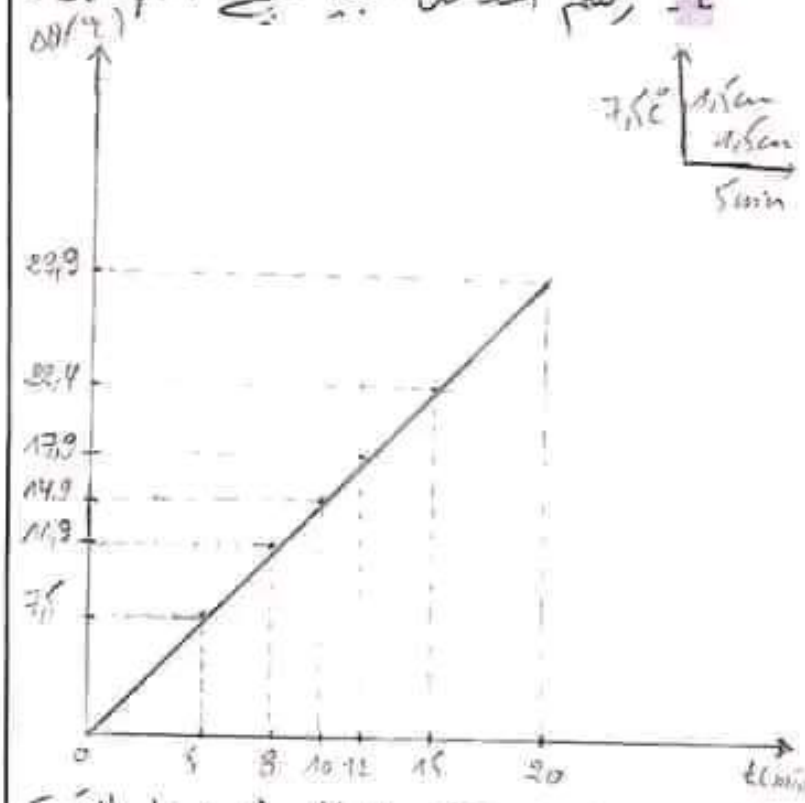


1. اشرح ماذا يحدث في المرحلتين (1) و (2) .
2. ماهي كمية الطاقة التي اكتسبها الماء أثناء تسخينه خلال المدة t_2 .
3. اذا قدرت استطاعة هذا التحويل خلال المدة t_2 بالمقدار $P = 4326{,}3\ W$.
   أ- احسب في هذه الحالة قيمة t_2 بالدقيقة .
   ب- استنتج قيمة t_1 .

المعطيات : $C_e = 4185\ J/kg.°C$ $L_V = 2261\ KJ/kg$

التمرين 09:

1- رسم المنحنى البياني $\Delta\theta = f(t)$:



2- إيجاد العلاقة النظرية بين الطاقة الحرارية التي يكتسبها المعدن والطاقة الناتجة عن الناقل الأومي:

$$Q = R.I^2.t = C.\Delta\theta \quad \ldots (1)$$

3- استنتاج قيمة R:

- البيان عبارة عن خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته الرياضية من الشكل:

$$\Delta\theta = a.t$$

حيث: a ميل البيان

$$a = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{22,9 - 7,5}{20 - 5}$$

$$a = 1,493\ °C/min = 0,025\ °C/s$$

من العلاقة (1) لدينا:

$$\frac{\Delta\theta}{t} = \frac{RI^2}{C} = a$$

ومنه:

$$R = \frac{C.a}{I^2}$$

$$R = \frac{2500 \times 0,025}{(5)^2}$$

$$\boxed{R = 2,5\ \Omega}$$

الأستاذ:

$$[R] = \frac{[C][a]}{[I]^2} = \frac{J}{C^\circ} \times \frac{C^\circ}{S} \times \frac{1}{A^2}$$

$$= \frac{J}{S.A} \times \frac{1}{A}$$

$$= \frac{C.V}{S.A} \times \frac{1}{A}$$

$$[R] = \frac{V}{A} = \Omega$$

$\frac{1C}{1S} = 1A$

C: كولوم
V: الفولط
S: الثانية
A: الأمبير

التمرين 10:

1- شرح ما يحدث في المرحلتين (1) و(2):

(1): تتغير درجة حرارة الماء من 0°C إلى 100°C في الزمن من 0min إلى t_1

(2): تتغير الحالة الفيزيائية للماء حيث يصبح بخار (حيث يغلي)

2- حساب كمية الطاقة التي اكتسبها الماء أثناء تسخينه خلال المدة t_2:

$$Q = m.L_v$$

$$Q = 1 \times 2261 \times 10^3$$

$$Q = 2,261 \times 10^6\ J$$

حلول تمارين سلسلة: الطاقة الداخلية

من إنجاز: الأستاذ بختاوي

التمرين 01:

- الحجم الذي ينبغي أن يأخذه هذا الشخص من كل صنف: $m = \rho_e . V$

- الماء البارد يكتسب تحويل حراري:

$$Q_1 = m_1 . c_e (\theta_f - \theta_1) = \rho_e . V_1 . c_e (\theta_f - \theta_1)$$

- الماء الساخن يفقد تحويل حراري:

$$Q_2 = m_2 . c_e (\theta_f - \theta_2) = \rho_e . V_2 . c_e (\theta_f - \theta_2)$$

- لا يوجد ضياع في الحرارة وبالتالي مجموع التحويلات معدوم:

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

وصلة: $\rho_e . V_1 . c_e (\theta_f - \theta_1) + \rho_e . V_2 . c_e (\theta_f - \theta_2) = 0$

$$V_1 (\theta_f - \theta_1) + V_2 (\theta_f - \theta_2) = 0$$

$$V_1 (37 - 18) + V_2 (37 - 60) = 0$$

$$19 V_1 - 23 V_2 = 0 \quad \ldots\ldots (1)$$

ولدينا: $V_1 + V_2 = 10L \quad \ldots (2)$

من (2): $V_1 = 10 - V_2$

نعوض في (1) نجد:

$$19 (10 - V_2) - 23 V_2 = 0$$

$$190 - 19 V_2 - 23 V_2 = 0$$

$$190 - 42 V_2 = 0$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{190}{42} = 4{,}5\,l$$

وصلة: $V_1 = 10 - 4{,}5 = 5{,}5\,l$

التمرين 02:

1- حساب كتلة الماء الذي يتجمد:

- قطعة الجليد تكتسب تحويل حراري:

$$Q = m c_g (0 - \theta_1) + m' L_f$$

حيث: m' كتلة الماء الذي يتجمد

$$m' = \frac{Q + m c_g \theta_1}{L_f}$$

$$= \frac{5{,}145 \times 10^3 - 50 \times 10^{-3} \times 2{,}10 \times 10^3 \times 20}{335 \times 10^3}$$

$$m' = 10 \times 10^{-3}\,kg \Rightarrow \boxed{m' = 10g}$$

2- كمية الحرارة اللازمة للحصول على ماء عند درجة حرارة $\theta_2 = 20°C$:

$$Q = m . c_g (0 - \theta_1) + m L_f + m c_e (20 - 0)$$

$$Q = m (20 c_g + L_f + 20 c_e)$$

ت.ع:

$$Q = 50 \times 10^{-3} (20 \times 2{,}10 \times 10^3 + 335 \times 10^3 + 20 \times 4{,}18 \times 10^3)$$

$$\boxed{Q = 23 \times 10^3\,J}$$

التمرين 03:

1- حساب الحجم الذي يشغله الغاز في الحالة الجزائية:

كمية المادة للغاز مذكورة في القانون الغازي التالي:

$$PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT}$$

ت.ع:

$$n = \frac{2 \times 10^5 \times 80 \times 10^{-3}}{8{,}314 \times 293} = 1{,}64\,mol$$

أ- حساب قيمة t_2 :

$$P = \frac{Q}{t_2} \Rightarrow t_2 = \frac{Q}{P}$$

ت.ع :

$$t_2 = \frac{2,261 \times 10^6}{4326,3}$$

$$t_2 = 522,6 \text{ s}$$

$$t_2 = 8,7 \text{ min}$$

ب- استنتاج t_1 :

متناسبة لدينا :

$4 \text{cm} \longrightarrow t_2 = 8,7 \text{min}$.

$8 \text{cm} \longrightarrow t_1$

$$t_1 = \frac{2 \times 8,7}{4} = 4,35 \text{ min}$$

التمرين 07

1 - حساب كتلة الماء بالقطر m_e :

لدينا : $\rho_e = \frac{m_e}{V_e}$

$\Rightarrow m_e = \rho_e \cdot V_e$

ت.ع :

$m_e = 1 \times 800 \times 10^{-3}$

$\boxed{m_e = 0,2\ kg}$

2 - حساب السعة الحرارية للجملة (قدر + ماء) :

$C = m_{Fc} \cdot c_{Fc} + m_e \cdot c_e$

ت.ع :

$C = 350 \times 10^{-3} \times 460 + 0,2 \times 4185$

$\boxed{C = 998\ J/C^\circ}$

3 - إيجاد قيمة درجة الحرارة النهائية θ_2 للجملة (قدر + ماء) :

- الجملة اكتسبت تحويل حراري φ :

$\varphi = C(\theta_2 - \theta_1)$

$\theta_2 = \frac{Q}{C} + \theta_1$

ت.ع :

$\theta_2 = \frac{15 \times 10^3}{998} + 15$

$\boxed{\theta_2 = 30\ C^\circ}$

- جليد $\xrightarrow{\text{تسخين}}$ جليد $\xrightarrow{\text{تغير الحالة}}$ ماء $\xrightarrow{\text{تسخين}}$ ماء

$m_g = 1kg$ $\quad m_g = 1kg$ $\quad m_g = 1kg$

$\theta_i = -10C^\circ$ $\quad \theta = 0C^\circ$ $\quad \theta_f = 18C^\circ$

(درجة الحرارة)

(تغير الحالة الفيزيائية)

$S \rightarrow L$

2 - حساب التحويل الحراري الكلي Q_T :

$Q_T = m_g c_g (0 - \theta_i) + m_g L_f + m_g \cdot c_e (\theta_f - 0)$

ت.ع :

$Q_T = 1 \times 2100\ (10) + 1 \times 333 \times 10^3 + 4185 \times 18$

$Q_T = 4,29 \times 10^5\ J$

3 - حساب قيمة واستطاعة التحويل P :

$P = \frac{Q}{t} = \frac{4,29 \times 10^5}{3 \times 3600} = 39,7\ W$

II - حساب درجة الحرارة النهائية للجملة (الماء + قطعة الألمنيوم) θ'_f :

باعتبار الجملة معزولة طاقويا :

$Q + Q_{Al} = 0$.

$m_e \cdot c_e (\theta'_f - \theta_f) + m_{Al} \cdot c_{Al} (\theta'_f - \theta_i) = 0$

$m_e \cdot c_e \cdot \theta'_f - m_e c_e \theta_f + m_{Al} \cdot c_{Al} \cdot \theta'_f - m_{Al} c_{Al} \theta_i = 0$

$\theta'_f (m_e c_e + m_{Al} \cdot c_{Al}) - (m_e c_e \theta_f + m_{Al} \cdot c_{Al} \theta_i) = 0$

$\theta'_f = \frac{m_e c_e \theta_f - m_{Al} \cdot c_{Al} \theta_i}{m_e c_e + m_{Al} \cdot c_{Al}}$

ت.ع :

$\theta'_f = \frac{1 \times 4185 \times 18 - 300 \times 10^{-3} \times 900 \times 30}{1 \times 4185 + 300 \times 10^{-3} \times 900} = 15,09 C^\circ$

التمرين 08

I -

1 - مختلف القوى التي تطبق على الجملة المدروسة :

$$t_v = \frac{13067\times10^{3} - (100\times5\times4185) + (5\times4185\times30)}{5\times1410} + \frac{(-5\times2257) + (100\times5\times1410)}{5\times1410}$$

$$t_v = 145\,°C$$

التمرين 03:

1. حساب مدة التسخين اللازمة لجعل الماء في حالة الغليان:

- كتلة الماء: $m = \rho_e . V = 1\,kg$
- الحرارة المكتسبة حتى الغليان:

$$Q = m\,c_e\,(100 - \theta_1)$$

$$Q = mc_e(100-\theta_1)$$

$$Q = 4180\,(100-18) = 342760\,J$$

ولدينا: $P = \frac{W_e}{t}$ و $Q = \frac{65}{100}.W_e$

$$\Rightarrow t = \frac{W_e}{P} = \frac{100\,Q}{65P}$$

ت.ع:

$$t = \frac{100\times342760}{65\times1200}$$

$$t = 439,45 = 7,32\,min$$

2. حساب حجم الماء المتبخر في المدة $5\,min$ خلال الحرارة المكتسبة:

$$W_e = P\times t = 1200\times5\times60$$

$$W_e = 3,6\times10^{5}\,J$$

$$V_2 = \frac{nRT_2}{P} = \frac{1,64\times8,314\times373}{2\times10^{5}}$$

$$V_2 = 25,4\times10^{-3}\,m^3$$

$$\boxed{V_2 = 25,4\,l}$$

2. طبيعة الحرارة اللازمة لهذا التسخين:

كتلة الغاز:

$$m = n\times M = 1,64\times28 = 46\,g$$

عند التسخين الغاز يكتسب تحويل حراري:

$$Q = m.c_p(\theta_2 - \theta_1)$$

ت.ع:

$$Q = 46\times10^{-3}\times1,04\times10^{3}\times80$$

$$\boxed{Q = 3,82\times10^{3}\,J}$$

التمرين 04:

1. حساب درجة الحرارة t_v لعنة الكتلة من الغاز:

كتلة الغاز m + Q ⟶ كتلة الماء m
$t_v = ??$ ، $t_e = 30\,°C$

- كتلة الماء:
  1- تغيير درجة الحرارة من t_e إلى $100°C$
  2- تغيير في الحالة الفيزيائية من السائل إلى الغاز (تبخر)
  3- تغيير في درجة الحرارة من $100°C$ إلى t_v

$$Q = m.c_e(100 - t_e) + m\,L_v + mc_v\,(t_v - 100)$$

$$Q = 100mc_e - mc_e t_e + mL_v + mc_v t_v - 100mc_v$$

ومنه:

$$t_v = \frac{Q - 100mc_e + mc_e t_e - mL_v + 100\,mc_v}{mc_v}$$

ت.ع:

$$Q' = \frac{65}{100} \times 3,6 \times 10^5 = 2,34 \times 10^5 \text{ J}$$

$Q' = m' L_v$

$$m' = \frac{Q'}{L_v} = \frac{2,34 \times 10^5}{2255 \times 10^3} = 0,103 \text{ kg}$$

ولدينا : $V' = \frac{m'}{\rho_e}$

$$V' = \frac{0,103}{1}$$

$$\boxed{V' = 0,103 \text{ L}}$$

حجم الماء المتبقي في القدر هو :

$$V = 1 - 0,103 = 897 \text{ ml}$$

التمرين 06 :

1 - عبارة كمية الحرارة Q_1 المفقودة من طرف الماء وحساب قيمتها :

$$Q_1 = m_1 . c_e (\theta_3 - \theta_2)$$

$$Q = 200 \times 10^{-3} \times 4180 \times (50 - 60)$$

$$Q = -8360 \text{ J}$$

2 - كمية الحرارة Q_2 المكتسبة من طرف المسعر :

عند التوازن الحراري نكتب :

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$\Rightarrow Q_2 = -Q_1 = 8360 \text{ J}$$

$$Q_2 = \mu_c (\theta_3 - \theta_1)$$

ومنه :

$$\mu_c = \frac{Q_2}{\theta_3 - \theta_1}$$

ت.ع :

$$\mu_c = \frac{8360}{50 - 30} = 418 \text{ J/K}$$

3 - أ - عبارة كمية الحرارة Q_3 اللازمة لانصهار قطعة الجليد كليا :

$$Q_3 = m_2 . L_f$$

$$Q_3 = 10 \times 10^{-3} \times 335$$

$$Q_3 = 3,35 \text{ KJ}$$

ب - عبارة كمية الحرارة Q_4 المكتسبة من طرف قطعة الجليد :

$$Q_4 = m_2 . c_e (\theta_4 - \theta_3) + m_2 L_f$$

ج - بتطبيق مبدأ التوازن الحراري نجد درجة الحرارة θ_4 :

$$Q_4 + Q_1' = 0$$

$$m_2 L_f + m_2 c_e (\theta_4 - \theta_3) + (\mu_c + m_1 c_e)(\theta_4 - \theta_3) = 0$$

$$(\theta_4 - \theta_3)(\mu_c + m_1 . c_e + m_2 c_e) = -m_2 L_f$$

ومنه :

$$\theta_4 = \frac{-m_2 L_f}{\mu_c + m_1 c_e + m_2 c_e} + \theta_3$$

ت.ع :

$$\theta_4 = \frac{-10 \times 10^{-3} \times 335 \times 10^3}{418 + 200 \times 10^{-3} \times 4180 + 10 \times 10^{-3} \times 4180} + 50$$

$$\boxed{\theta_4 = 47,4 \text{ °C}}$$