1- تذكير بمفهوم الطاقة الداخلية

- كل جسم يملك طاقة داخلية يرمز لها بـ E_i و وحدتها الجول (J) ، هذه الطاقة ناتجة عن حركة الدقائق المجهرية المكونة لهذا الجسم (طاقة حركية) و الأفعال الكهربائية المتبادلة بين الشحنات الشحنات الموجبة و السالبة المكونة للأفراد الكيميائية لهذا الجسم (طاقة كامنة كهربائية) .
- عندما يحدث تغير في البنية الداخلية للمادة على المستوى المجهري كحدوث تفاعل كيميائي أو يحدث تغير في الحالة الفيزيائية (انصهار ، تجمد ، .....) على المستوى العياني ، أو يحدث تغير في درجة الحرارة على المستوى العياني ، نقول أنه حدث تغير في الطاقة الداخلية لهذه المادة .
- للطاقة الداخلية مركبتين :
  - مركبة حرارية يرمز لها بـ E_{th} .
  - مركبة منسوبة للحالة الفيزيائية – الكيميائية .

• عبارة التحويل الحراري في حالة تغير درجة الحرارة :

- إذا ارتفعت (أو انخفضت) درجة حرارة جملة تتكون من مادة X ، تكون الجملة حتما اكتسبت (أو فقدت) طاقة بتحويل حراري Q ، يعبر عن مقدار هذا التحويل بالعلاقة :

$$Q = C(\theta_f - \theta_i) = mc_X(\theta_f - \theta_i)$$

حيث :

Q : مقدار التحويل الحرراي ، يقدر بالجول (J) .

m : كتلة المادة X ، تقدر بالكيلوغرام (kg)

θ_i : درجة الحرارة الابتدائية ، تقدر بالدرجة المئوية (^0C) .

θ_f : درجة الحرارة النهائية ، تقدر بالدرجة المئوية (^0C) .

c_X : السعة الحرارية الكتلية للمادة X وحدتها ($J/(kg.^0C)$) أو ($J/(kg.^0K)$) ، و هي ثابت يميز هذه المادة .

$C = mc$: السعة الحرارية للجملة عندما تتكون من المادة X فقط ، وحدتها ($J/(^0C)$) أو ($J/(kg.^0K)$) .

- إذا كانت الجملة تتكون من عدة مواد كتلها m_1 ، m_2 ، ..... m_n ، و سعاتها الحرارية الكتلية c_1 ، c_2 ، ..... ، c_n فإنه يعبر أن السعر الحررارية C للجملة بالعلاقة :

$$C = m_1c_1 + m_2c_2 + ... + m_nc_n$$

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني

• التوازن الحراري :

عندما نمزج جسمين سائلين (أو جسم سائل مع جسم صلب) مختلفين في درجة الحرارة ، فإن الجسم ذو درجة الحرارة الأكبر يقدم طاقة بتحويل حراري للجسم ذو درجة الحرارة الأقل ، فتنخفض درجة حرارة الجسم الأول في حين ترتفع درجة حرارة الجسم الثاني إلى أن تصبح متساويتين ، نقول عندئذ أنه حدث **توازن حراري** و عندها تبقى درجة حرارة الجملة المكونة من الجسمين المذكورين ثابتة ، نفس القول عند مزج عدة أجسام مختلفة في درجة الحرارة .

- إذا حدثت تحويلات طاقوية حرارية Q_1 ، Q_2 ، ..... بين مجموعة من الأجسام تنتمي إلى نفس الجملة ، يكون مجموع هذه التحويلات الطاقوية عند حدوث التوازن الحراري مساوي لمقدار التحويل الطاقوي Q بين الجملة المتكونة من الأجسام المذكورة و الوسط الخارجي ، أي :

$$Q_1 + Q_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots = Q$$

- إذا كانت الجملة المتكونة من الأجسام المذكورة معزولة طاقويا ($Q = 0$) يكون مجموع التحويلات الطاقوية الحادثة بين الأجسام المكونة لهذه الجملة معدوم أي :

$$Q_1 + Q_2 + \ldots\ldots\ldots = 0$$

- الجدول التالي يمثل قيمة السعة الحرارية الكتلية لبعض المواد :

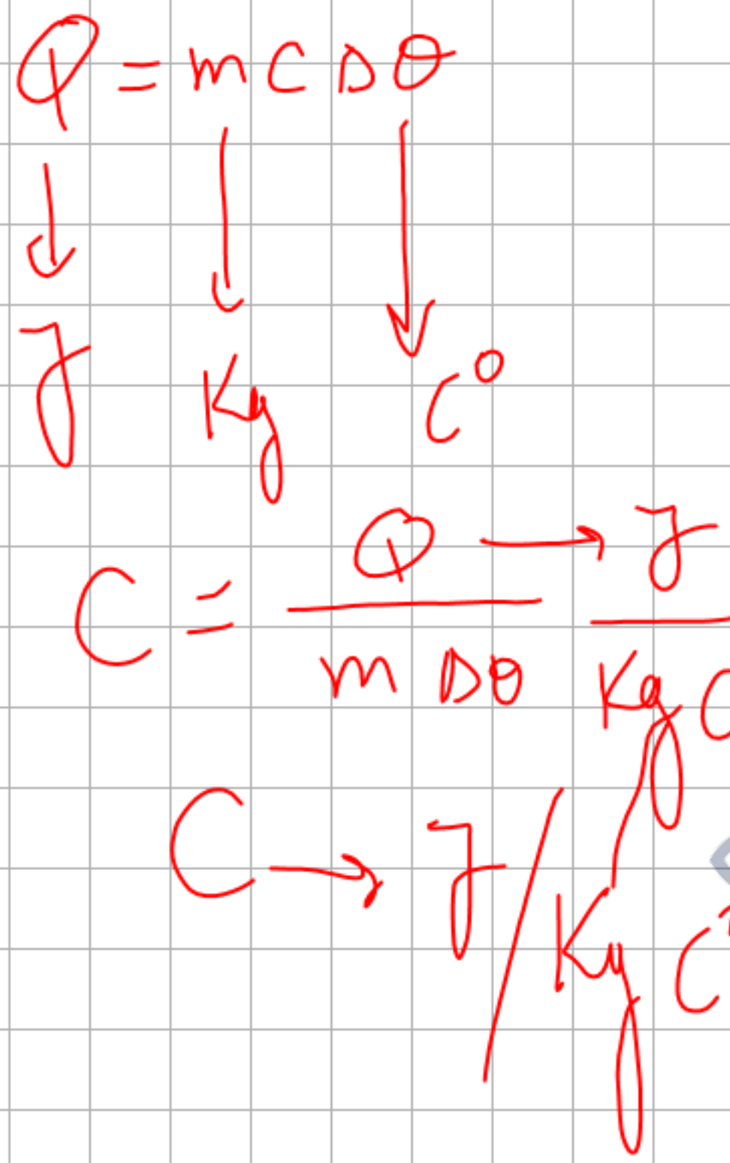
الحالة	المادة	c (J/kg.°K)
الصلبة	الألمنيوم (Al)	890
	النحاس (Cu)	380
	الجليد	2090
	الخشب	1700
السائلة	الماء	4185
الغازية	الأكسجين (O_2)	0.94

$C_{Al} = 890\ J/kg.°$

$C_{Cu} = 380\ J/kg.°$

$C_g = 2090\ J/kg.°$

$C_e = 4185\ J/kg.°$



- **عبارات التحويل الحراري Q في حالة تغير الحالة الفيزيائية للمادة :**

عندما يحدث تغير في الحالة الفيزيائية للمادة (انصهار ، تجمد ، تبخر ، تمييع) يصحب هذا التغير اكتساب أو فقدان طاقة نتيجة تغير في التأثيرات المتبادلة بين جسيمات هذه المادة ، علما أن درجة الحرارة أثناء التحول الفيزيائي تبقى ثابتة طيلة التحول .

الإنصهار (Fusion):

عند تحول مادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة (انصهار) من دون تغير في درجة الحرارة ، تكتسب هذه المادة طاقة بتحويل حراري قدره Q حيث :

$$Q = m L_f$$

Q : التحويل الحراري يقدر بالجول (J) .

m : كتلة الجسم تقدر بالكيلوغرام (kg) .

L_f : السعة الكتلية للانصهار وحدتها (J/kg) و هي الطاقة اللازمة لانصهار 1 kg من المادة الصلبة .

التجمد (Solidification):

عند تحول مادة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة (تجمد) من دون تغير في درجة الحرارة ، تقدم هذه المادة طاقة بتحويل حراري قدره Q حيث :

$$Q = - m L_f$$

التبخر (Vaporisation):

عند تحول مادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية (تبخر) من دون تغير في درجة الحرارة ، تكتسب هذه المادة طاقة بتحويل حراري قدره Q حيث :

$$Q = m L_v$$

L_v : السعة الكتلية لتغير للتبخر وحدتها (J/kg) و هي الطاقة اللازمة لتبخر 1 kg من المادة السائلة .

دروس الدعم
منصة التعليم الإلكتروني

التميع (Liquéfaction):

عند تحول مادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة (تميع) من دون تغير في درجة الحرارة ، تقدم هذه المادة طاقة بتحويل حراري قدره Q حيث :

$$Q = - m L_v$$

L_v : السعة الكتلية للتميع و هي مساوية للسعة الكتلة للتبخر عند نفس المادة ، وحدتها (J/kg) و هي الطاقة اللازمة لتمييع 1 kg من الغازية .

التمرين

قطعة جليد كتلتها $m = 200\ g$ درجة حرارتها (-50°C) نقوم بتسخينها متحولة إلى ماء (سائل) ثم بخار الماء درجة حرارته (150°C) .

1- أحسب مقدار التحويل الطاقوي في الحالات التالية :

- ارتفاع درجة حرارة الجليد من (-50°C) إلى (0°C) .
- انصهار الجليد و تحوله إلى ماء (سائل) .
- ارتفاع درجة حرارة الماء من 0°C إلى 100°C .
- تبخر الماء .
- ارتفاع درجة حرارة بخار الماء من 100°C إلى 150°C .

2- احسب مقدار التحويل الطاقوي الكلي اللازم لتحول قطعة الجليد ذات درجة الحرارة 50°C- إلى بخار ماء ذو درجة الحرارة 150°C .

3- أرسم بشكل كيفي المنحنى $\theta = f(t)$ خلال التحولات السابقة .

يعطى :

- السعة الحرارية الكتلية للماء : $c_e = 4180\ J/Kg.°K$
- السعة الحرارية الكتلية للجليد : $c_g = 2100\ J/Kg.°K$
- السعة الحرارية الكتلية لبخار الماء : $c_v = 2100\ J/Kg.°K$
- السعة الكتلة لانصهار الجليد : $L_f = 335\ kJ/Kg$
- السعة الكتلية لتبخر الماء : $L_v = 1960\ kJ/Kg$

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني

$$Q = m C \Delta\theta$$

تحول حراري

نرهمة

$\theta_f = ?$

ماء

$m = 1000\,g$

θ_f

$\Leftarrow$

تجربة 01

ماء $\rightarrow$ $m_2 = 500\,g$

$\theta_2 = 70^\circ C$

ماء $\rightarrow$ $500\,g = m_1$

$\theta_1 = 10^\circ C$

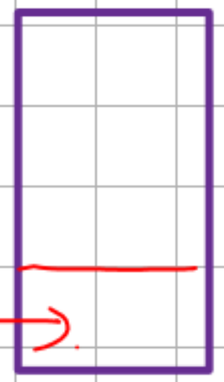
$\Rightarrow$

θ_f حرارة التوازن

$$\theta_f = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} = \frac{10 + 70}{2} = 40^\circ C$$

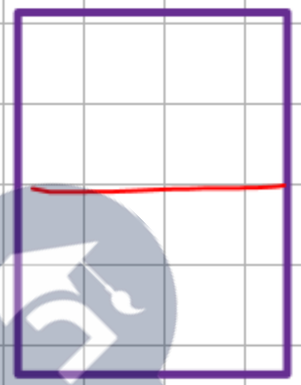
θ ، Q يتعلق بالكل

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



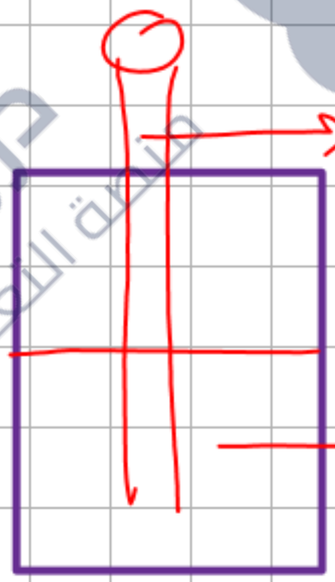
$m_2 = 100\,g$

$\theta_2 = 70^{\circ}C$



$m_1 = 500\,g$

$\theta_1 = 10^{\circ}C$



$\theta_f = ?$

$m = 600\,g$

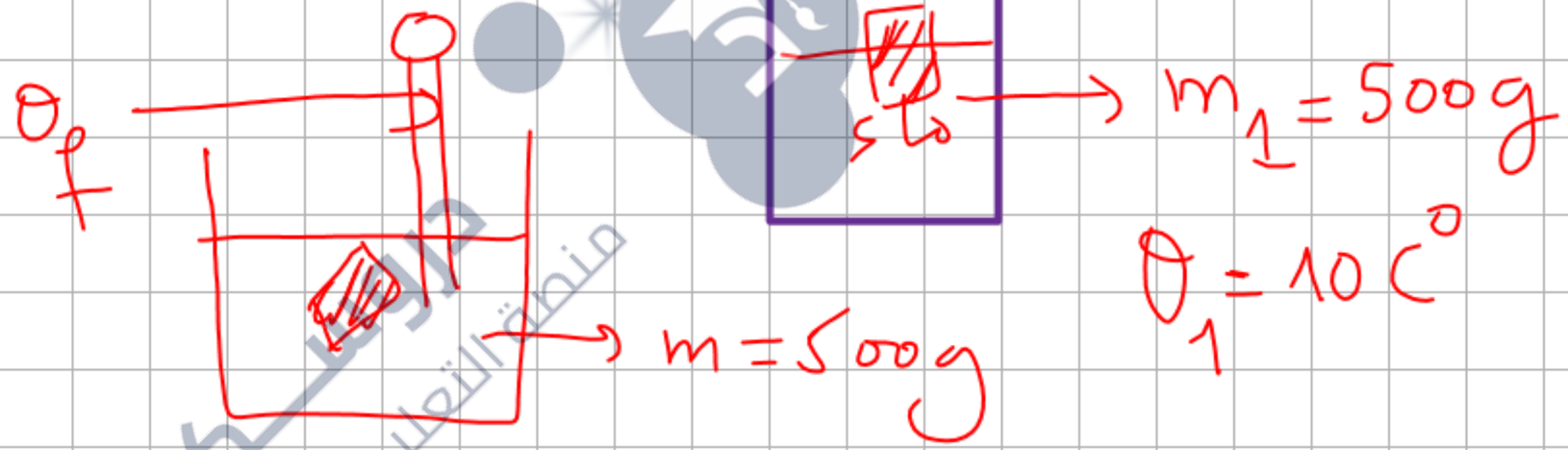
Q العمود الكافي

[3] يتعلق بـ الكتلة

دروس سنة
منصة التعليم الإلكتروني

قطعة من النحاس — $m_{Cu} = 100g$

$\theta_2 = 70C^\circ$



التحول الكهربائي Φ يتعلق بنوع المادة التي صنع

-

$$\varphi = m C \Delta\theta$$

النحول الحرارى φ يتعلق ب

أ- الحرارة $\Delta\theta$

ب- الكتلة m ← كتلة المادة

جـ- نوع المادة C ← السعة الحرارية الكتلية

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

θ_f ← حرارة النهاية للحالة

θ_i ← حرارة الابتدائية

$\Delta\theta$ و ΔT

$$Q = mC\Delta\theta = mC(\theta_f - \theta_i)$$

$$Q = C\Delta\theta$$

C (minuscule) سعة حرارية كتلية

C (Majuscule) السعة الحرارية فقط

$$\boxed{C = mC}$$

مثال: نمزج $m_1 = 500g$ من الماء درجة حرارته $\theta_1 = 10C^\circ$

مع $m_2 = 100g$ من ماء ساخن درجة حرارته $\theta_2 = 70C^\circ$

إذا علمت أن المجملة معزولة حدث تبادل حراري بين الماء البارد والماء الساخن فقط.

1- احسب درجة الحرارة النهائية للمجملة عند التوازن θ_f

نعطى: سعة حرارة كيلو للماء $Ce = 4185\ J/Kg$

البارد $Q_1 = m_1 C_e \Delta\theta = 0,5(4185)(\theta_f - 10)$

$2509,5\theta_f = 50205$

ساخن $Q_2 = m_2 C_e (\Delta\theta) = 0,1(4185)(\theta_f - 70)$

$\theta_f = \frac{50205}{2509,5} = 20$

(المعادلة معروفة) $Q_1 + Q_2 = 0$

$0,5(4185)(\theta_f - 10) + 0,1(4185)(\theta_f - 70) = 0$

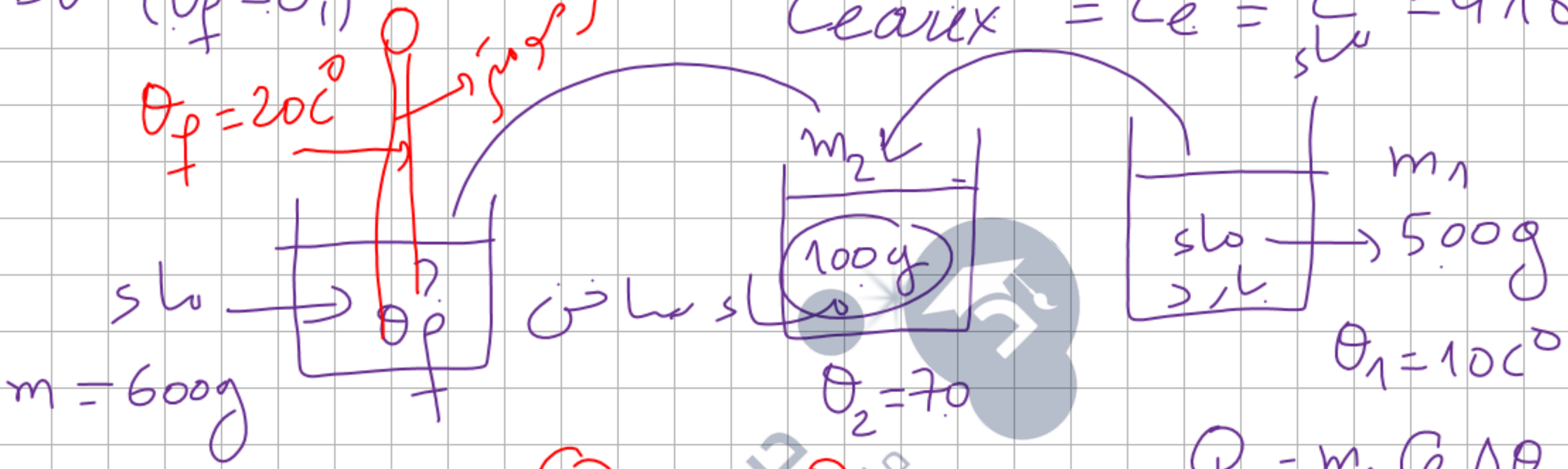
$2091(\theta_f - 10) + 418,5(\theta_f - 70) = 0$

$2091\theta_f - 20910 + 418,5\theta_f - 29295 = 0$

$2509,5\theta_f - 50205 = 0$

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

$C_{eau} = C_e = C_{Cu} = 4185$



$Q_1 + Q_2 = 0$

بارد

ساخن

$Q_1 = m_1 C_e \Delta\theta$

$Q_2 = m_2 C_e \Delta\theta$

$m_1 C_e (\theta_f - 10) + m_2 C_e (\theta_f - 70) = 0$

$0,5(4185)(\theta_f - 10) + 0,1(4185)(\theta_f - 70) = 0$

$2092,5(\theta_f - 10) + 418,5(\theta_f - 70) = 0$

تمرين : نأخذ داخل به $m_1 = 200g$ من الماء حرارته $\theta_1 = 12C^\circ$

ونضع له قطعة معدنية من النحاس كتلتها $m_{Cu} = 50g$

ودرجة حرارتها $\theta_2 = 80C^\circ$

1- أحسب درجة حرارة التوازن

عند التوازن علما أنه حدث تبادل حراري بين الماء والنحاس فقط (الحاوية معزولة حراريا)

$C_e = 4185 J/kg.C^\circ$; $C_{Cu} = 380 J/kg.C^\circ$

$$Q_{ماء} + Q_{نحاس} = 0$$

$m_1 = 200g$

$m_{cu} = 50g$

$Ce = 4185$

$C_{cu} = 380$

$Q_{sln} + Q_{cal} = 0$ (الخليط بعزول)

$m_1 Ce \Delta\theta + m_{cu} C_{cu} \Delta\theta = 0$ $\quad 12^\circ < \theta_f < 80^\circ$

$0,2(4185)(\theta_f - 12) + 0,05(380)(\theta_f - 80) = 0$

$837(\theta_f - 12) + 19(\theta_f - 80) = 0$

$837\theta_f - (837 \times 12) + 19\theta_f - (19 \times 80) = 0$

$837\theta_f - 10044 + 19\theta_f - 1520 = 0$

$856\theta_f - 11564 = 0$

$856\theta_f \geq 11564$

$\theta_f = \frac{11564}{856} = 13,509345794392$

$$Q_x = m_x C_x \Delta\theta = m_x C_x (\theta_f - \theta_i)$$

$$Q_{ماء} = Q_{eau} = Q_e = m_e C_e (\theta_f - \theta_i)$$

$$Q_{Cu} = m_{Cu} C_{Cu} \Delta\theta = m_{Cu} C_{Cu} (\theta_f - \theta_i)$$

$$Q_g = m_g C_g \Delta\theta = m_g C_g (\theta_f - \theta_i)$$

$C_{Cu} = 380 J/kg\,C^\circ$

الكمية اللازمة لرفع درجة حرارة 1kg من النحاس درجة مئوية واحدة

حيث m_e كتلة الماء

كتلة المسعر (تتكون من كاس + ساق + خلاط)

$C = m_{Cu} C_{Cu} + m_e C_e + m_g C_g$