

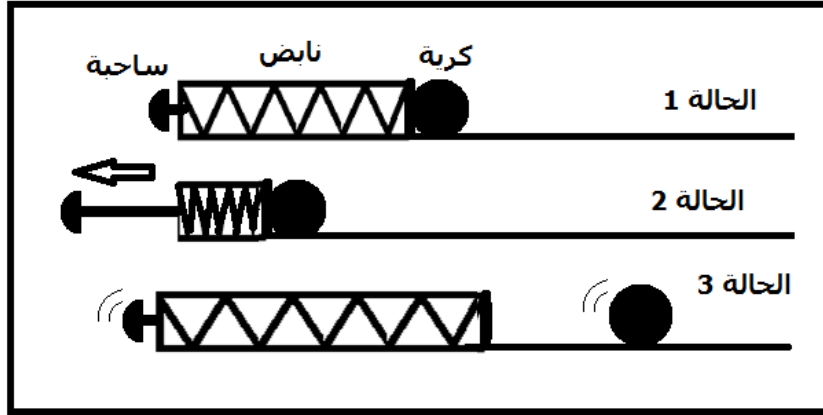


## الطاقة الداخلية و القياسات المسعرية

### التمارين التطبيقية

#### التمرين 1

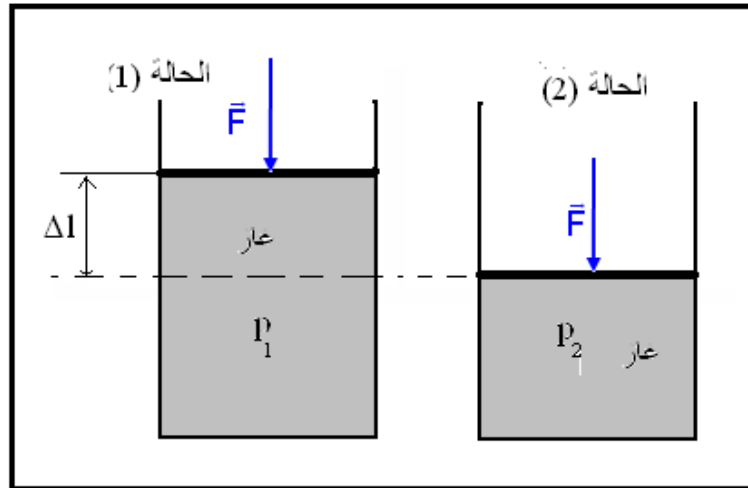
خلال لعبة الفليبير Flipper ، تقذف الكرة الفلزية بواسطة نابض حلزوني أفقي . في البداية يكون النابض والكرة في سكون ( الحالة 1 ) بالتأثير على الساحة ، يكبس النابض ( الحالة 2 ) نطلق الساحة ترمى الكرة ( الحالة 3 )



- 1 - بين الحالة 1 والحالة 2 ، ما شكل الطاقة المكتسبة من طرف النابض ؟
- 2 - عندما يقوم اللاعب بجر الساحة ، هل تتغير الطاقة الداخلية ؟
- 3 - ما شكل الطاقة المنتقلة إلى الكرة في الحالة 3 ؟ هل تغيرت الطاقة الداخلية ؟

#### التمرين 2

نعتبر كمية غاز محصور داخل أسطوانة كظيمة ( لا تسمح بتبادل الحرارة مع المحيط الخارجي ) ومسدودة بمكبس كظيم مقطعه . S



توجد كمية الغاز في الحالة (1) حيث ضغطها هو  $p_0$  . نطبق على المكبس ببطء قوة ثابتة  $\vec{F}$  فيأخذ هذا الأخير موضعا جديدا للتوازن بعد الانتقال  $\Delta l$  ، حيث يصبح ضغط الغاز هو  $p_2$  .

عند تحرير المكبس يتمدد الغاز لينتقل المكبس إلى وضعه البدئي .

1 - أحسب تغير الطاقة الحركية للغاز عند انتقاله من الحالة (1) إلى الحالة (2) .

2 - أحسب شغل القوة الضاغطة  $\vec{F}$  خلال الانتقال  $\Delta l$  ، نعطي :  $W(\vec{F}) = F \cdot \Delta l$

#### التمرين 3

نعتبر المجموعة { الأسطوانة ، المكبس } كظيمة أي لاتتبادل الحرارة مع الوسط الخارجي . المكبس شعاعه  $r = 4\text{cm}$  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  $F = 190\text{N}$  ، فينزلق المكبس ببطء وبسرعة ثابتة داخل الأسطوانة بدون احتكاك بمسافة  $\Delta l = 2\text{cm}$  حيث يصبح ضغط الغاز  $p_1$  وحجمه  $V_1$  ودرجة حرارته  $T_1$  .

1 - أحسب ضغط الغاز  $p_1$  في الحالة النهائية .

2 - أوجد تعبير شغل القوى التي يطبقها المحيط الخارجي على المكبس بدلالة  $p_1, V_1, V_0$  .

## الطاقة الداخلية و القياسات المسعرية

3 - أحسب تغير الطاقة الداخلية للغاز أثناء هذا التحول .

### التمرين 4

نغمر قطعة من الحديد درجة حرارتها  $\theta_2 = 200^\circ\text{C}$  في دلو يحتوي على الماء ، درجة حرارته  $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$  . التبادل الحراري بين الماء وقطعة الحديد هو  $Q$  .

- 1 - أرسم تبيانة مبينا منحى التبادل الحراري .
- 2 - أذكر التغيرات الفيزيائية الممكنة ملاحظتها .
- 3 - هل الطاقة الداخلية لقطعة الحديد ازدادت أم نقصت ؟
- 4 - كيف حدث هذا التحول الحراري ؟

### التمرين 5

نرسل قذيفة ، ذات كتلة  $m=12,0\text{kg}$  ، بسرعة بدئية  $640\text{m/s}$  تكوّن متجهتها زاوية مع الخط الأفقي .

- 1 - أحسب الطاقة الحركية للقذيفة لحظة إرسالها من النقطة O .
- 2 - نعتبر طاقة الوضع الثقالية للقذيفة منعدمة في المستوى الأفقي المار من O . ما قيمة الطاقة الميكانيكية للقذيفة لحظة إرسالها ؟
- 3 - تصل القذيفة إلى الهدف B يوجد في نفس المستوى الأفقي المار من O ، حيث طاقتها الحركية هي  $E_C=2150\text{J}$  . ما قيمة الطاقة الميكانيكية للقذيفة لحظة وصولها إلى الهدف B ؟
- 4 - هل هناك انحفاظ الطاقة الميكانيكية للقذيفة بين نقطة انطلاقها ونقطة وصولها إلى الهدف ؟ علل جوابك .
- 5 - أحسب تغير الطاقة الداخلية للقذيفة أثناء هذا التحول .

### التمرين 6

داخل وعاء يحتوي زيتا ، تدور ريشتان متصلتان بمروود محرك ينجز 100 دورة في الدقيقة ، علما أن عزم المزدوجة المحركة هي :  $M=140\text{N.m}$  .

أحسب تغير الطاقة الداخلية للمجموعة { الزيت ، الريشتان } بعد عشر دقائق من الاشتغال .  
نعتبر الوعاء معزولا حراريا .

### القياسات المسعرية

#### التمرين 1

يحتوي مسعر على 200g من الماء البارد درجة حرارته  $18^\circ\text{C}$  . ندخل في المسعر قطعة من الحديد كتلتها 100g ودرجة حرارتها  $80^\circ\text{C}$  .

- 1 - عند التوازن الحراري هل درجة الحرارة أصغر من  $18^\circ\text{C}$  ، أم أكبر من  $80^\circ\text{C}$  أم بينهما ؟
- 2 - نعتبر محتوى المسعر معزولا طاقويا وان التبادل الحراري يتم سوى بين الماء و قطعة الحديد . أحسب درجة الحرارة عند التوازن الحراري .

نعطي السعة الحرارية الكتلية :  $C_{\text{eau}} = 4,18\text{kJ.kg}^{-1}.\text{C}^{-1}$  و  $C_{\text{Fe}} = 450\text{J.kg}^{-1}.\text{C}^{-1}$

#### التمرين التجريبي 2

ندخل كمية من الماء كتلتها  $m_1 = 200\text{g}$  في المسعر ونعين درجة حرارتها  $\theta_1$  . نضيف بسرعة كمية من الماء الساخن كتلتها  $m_2 = 100\text{g}$  عند درجة الحرارة  $\theta_2$  . نحرك المزيج لمدة معينة ونعاين درجة الحرارة لهذا المزيج  $\theta$  .  
نسجل المعطيات في الجدول التالي :

$m_1 = 300\text{g}$	$m_2 = 400\text{g}$	$\theta_1 = 20^\circ\text{C}$	$\theta_2 = 61^\circ\text{C}$	$\theta = 42^\circ\text{C}$
---------------------	---------------------	-------------------------------	-------------------------------	-----------------------------

1 - ما شكل انتقال الطاقة التي تبرزه هذه التجربة ؟ حدد منحى هذا الانتقال .

شكل انتقال هذه الطاقة هو انتقال حراري . منحى الانتقال الحراري من الجسم الساخن إلى الجسم البارد .

2 - أعط تعبير الطاقة الداخلية للمجموعة المكونة من المسعر والماء البارد .

2 - أعط تعبير تغير الطاقة الداخلية للمجموعة المكونة من الماء الساخن .

3 - أعط تعبير تغير الطاقة الداخلية للمجموعة {المسعر ، الماء البارد ، الماء الساخن } .

#### تمرين التجريبي 3 : تعيين الحرارة الكتلية لفلز .

نغمر قطعة من الحديد كتلتها  $m_1$  في كأس يحتوي على الماء على أساس أن لا يكون هناك تماس بين القطعة وجوانب الكأس . تم نسخن محتوى الكأس .

نأخذ المسعر ونضع فيه كمية من الماء البارد  $m_2$  وننتظر حتى يتحقق التوازن الحراري داخل المسعر ونسجل درجة حرارة المجموعة {ماء بارد ، مسعر ولوازمه}  $\theta_2$  . ندخل قطعة الحديد بسرعة في المسعر مباشرة بعد معاينة

درجة حرارته  $\theta_2$  في الماء الساخن نحرك حتى نحصل على التوازن الحراري تم نعاين درجة الحرارة النهائية  $\theta$  .

نسجل المعطيات في الجدول التالي :

$m_1 = 122\text{g}$	$m_2 = 300\text{g}$	$\theta_1 = 76^\circ\text{C}$	$\theta_2 = 19,9^\circ\text{C}$	$\theta = 22,1^\circ\text{C}$
---------------------	---------------------	-------------------------------	---------------------------------	-------------------------------

## الطاقة الداخلية و القياسات المسعرية

- 1 - أعط تعبير الطاقة الداخلية للمجموعة المكونة من المسعر والماء البارد .
- 2 - أعط تعبير تغير الطاقة الداخلية لقطعة الحديد .
- 3 - أعط تعبير تغير الطاقة الداخلية للمجموعة {المسعر ، الماء البارد ، قطعة الحديد} .
- 4 - أعط تعبير الحرارة الكتلية C لقطعة الحديد واحسب قيمتها .

### التمرين التجريبي 4

تعيين الحرارة الكامنة لتغير الحالة لجسم صلب ( انصهار الجليد تحت الضغط الجوي ) .  
نفرغ في المسعر ذي السعة الحرارية  $\mu_c = 209 \text{ J.K}^{-1}$  كتلة  $m_0 = 335 \text{ g}$  من الماء ، ونعين درجة الحرارة  $\theta_1 = 19,0^\circ \text{C}$  للمجموعة .

نقيس الكتلة  $m_1 = 475,0 \text{ g}$  للمسعر بما فيه لوازم وماء .  
نضيف إلى محتوى المسعر قطعة جليد ، في بداية انصهارها ، درجة حرارتها  $\theta'_0 = 0^\circ \text{C}$  وذلك بعد تجفيفها .  
بعد التحريك نتخفظ درجة حرارة المزيج لتستقر عند القيمة  $\theta_2 = 12,2^\circ \text{C}$  .

- 1 - حدد منحى انتقال الحراري التي تبرزه هذه المناولة .
  - 2 - أعط تعبير الطاقة الداخلية للمجموعة المكونة من المسعر والماء .
  - 3 - لتكن  $m$  كتلة قطعة الجليد المستعملة . أحسب قيمة  $m$  .
  - 4 - يؤدي جزء  $Q'_2$  من كمية الحرارة  $Q_2$  المكتسبة من طرف قطعة الجليد إلى انصهارها عند  $0^\circ \text{C}$  . في حين يؤدي الجزء المتبقي من كمية الحرارة  $Q_2$  إلى رفع درجة الحرارة لكمية الجليد المنصهر من  $0^\circ \text{C}$  إلى القيمة  $\theta_2$  .
- 4 - 1 أعط تعبير  $Q'_2$  واستنتج تعبير تغير الطاقة الداخلية للمجموعة المكونة من قطعة الجليد بدلالة  $m, L_f, c_e, \theta'_0, \theta_2$  .  
4 - 2 استنتج قيمة  $L_f$  .

### تمارين توليفية

#### التمرين 1

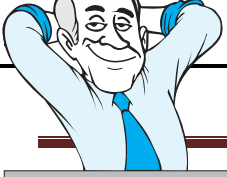
- نعتبر قطعة من الفضة كتلتها  $m = 15 \text{ g}$  ودرجة حرارتها  $\theta_1 = 20^\circ \text{C}$  .
- 1 - هل ذرات الفضة في الشبكة البلورية ساكنة ؟
  - 2 - ندخل قطعة الفضة في فرن درجة حرارته  $1500^\circ \text{C}$  . علما أن قطعة الفضة تبقى في الحالة الصلبة .  
أ - هل تتغير البنية البلورية للفضة ؟  
ب - فسر لماذا يمكن القول أن الطاقة الداخلية للفضة تزايدت عند إدخالها إلى الفرن ؟  
ج - فسر مجهريا كيفية تزايد الطاقة الداخلية للقطعة الفضة .
  - 3 - نرفع درجة حرارة الفرن إلى  $2210^\circ \text{C}$  حيث تنصهر قطعة الفضة كليا . فسر لماذا تزايدت الطاقة الداخلية لقطعة الفضة أثناء الانصهار ؟
  - 4 - لرفع درجة حرارة  $1,0 \text{ kg}$  من الفضة في الحالة الصلبة ب  $1,0^\circ \text{C}$  ينبغي منح طاقة بالانتقال الحراري قيمتها  $235 \text{ J}$  من جهة أخرى لتنصهر قطعة الفضة عند  $2210^\circ \text{C}$  ينبغي بدل طاقة قيمتها  $105 \text{ kJ}$  .  
أحسب تغير الطاقة الداخلية للقطعة عندما تنتقل من الحالة الصلبة  $\theta_1 = 20^\circ \text{C}$  إلى الحالة السائلة عند درجة الحرارة  $\theta_2 = 2210^\circ \text{C}$  ( نفترض أن التحول يحدث دون انتقال الطاقة بالشغل )

#### التمرين 2

- تسقط قطعة جليد كتلتها  $m = 2,00 \text{ g}$  من سحابة تتواجد على ارتفاع  $h = 610 \text{ m}$  من سطح الأرض . نفترض أن درجة حرارة قطعة الجليد تبقى ثابتة خلال سقوطها نحو الأرض  $\theta_1 = 0^\circ \text{C}$  وأنه لا يتم تبادل الطاقة مع الهواء خلال السقوط .  
نعطي سرعة انطلاق قطعة الجليد من السحابة  $V_1 = 3,40 \text{ m/s}$  وسرعة وصولها إلى سطح الأرض هي :  $V_2 = 12,1 \text{ m/s}$  .
- 1 - بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية أوجد سرعة وصول قطعة الجليد إلى سطح الأرض باعتبار أن جميع قوى الاحتكاك مهملة وأن  $g = 9,79 \text{ N/kg}$  خلال السقوط . ماذا تستنتج ؟
  - 2 - استنتج شغل قوى الاحتكاك خلال سقوط القطعة .
  - 3 - نعتبر أن القطعة تكتسب الشغل الذي أنجزته قوى الاحتكاك .  
أ - ما تأثير الطاقة المكتسبة على قطعة الجليد خلال السقوط ؟  
ب - علما أن انصهار  $1 \text{ kg}$  من الجليد عند  $0^\circ \text{C}$  يستلزم طاقة قدرها  $334 \text{ kJ}$  ، أحسب الكتلة  $m'$  التي انصهرت من قطعة الجليد .

#### التمرين 3

- نأخذ قطعة من جليد ، كتلتها  $m = 50 \text{ g}$  ، عند درجة الحرارة  $\theta_1 = -20^\circ \text{C}$  ، ونزودها بكمية من الحرارة  $Q = 5,45 \text{ kJ}$  .
- 1 - أحسب كتلة الماء السائل الذي ظهر .
  - 2 - ما هي كمية الحرارة اللازمة للحصول على ماء عند درجة الحرارة  $\theta_2 = 20^\circ \text{C}$  ؟



## الطاقة الداخلية و القياسات المسعرية

نعطي الحرارة الكتلية للجليد :  $C_g = 2,10 \text{kJ.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$  الحرارة الكتلية للماء :  $C_e = 4,18 \text{kJ.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$  الحرارة الكامنة لانصهار الجليد

$$L_{\text{fus}} = 335 \text{kJ.kg}^{-1} :$$

الأجوبة :  $m' = 10 \text{g}$  و  $Q = 23,0 \text{kJ}$

### التمرين 4

1 - ندخل في مسعر سعته الحرارية  $\mu = 200 \text{J.K}^{-1}$  ودرجة حرارته  $\theta_0$  ، كتلة  $m_1 = 100 \text{g}$  من الماء درجة حرارته  $\theta_1 = 25^\circ\text{C}$  .

تحت ضغط جوي عند التوازن الحراري تكون درجة حرارة المجموعة { المسعر + الماء } هي :  $\theta_f = 24^\circ\text{C}$  .

1 - 1 بين أن المسعر اكتسب طاقة حرارية ، تم اعط تعبيرها بدلالة  $\theta_f, \theta_0, \mu$  .

1 - 2 اعط تعبير الطاقة الحرارية التي فقدتها كتلة الماء بدلالة  $C_e, \theta_f, \theta_1, m_1$  ( الحرارة الكتلية للماء )

1 - 3 استنتج قيمة درجة حرارة المسعر البدئية  $\theta_0$  .

2 - نعتبر قطعة من الجليد كتلتها  $m_g = 80 \text{g}$  ودرجة حرارته  $\theta_g = -10^\circ\text{C}$  تحت الضغط الجوي .

2 - 1 احسب الطاقة الحرارية الدنوية واللازمة **للاصهار الكلي** لقطعة الجليد .

2 - 2 ندخل في المسعر السابق الذي يحتوي على  $m_2 = 200 \text{g}$  من الماء عند درجة حرارة  $\theta_2 = 20^\circ\text{C}$  قطعة الجليد السابقة

التي درجة حرارتها  $\theta_g = -10^\circ\text{C}$  ، تحت الضغط الجوي ، عند التوازن الحراري تستقر درجة الحرارة عند  $\theta_f = 0^\circ\text{C}$  . بين أن قطعة

الجليد تنصهر جزئياً . واستنتج كتلة الجليد المتبقي عند التوازن

نعطي : الحرارة الكتلية للجليد :  $C_g = 2,10 \text{kJ.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$  والحرارة الكتلية للماء :  $C_e = 4,18 \text{kJ.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$  والحرارة الكامنة لانصهار

$$L_{\text{fus}} = 335 \text{kJ.kg}^{-1}$$

### التمرين 5

نريد الحصول على  $1 \ell$  من الماء درجة حرارته  $\theta = 40^\circ\text{C}$  بمزج كميتين من الماء كتلتاهما  $m_1$  و  $m_2$  ودرجة حرارتهما على التوالي

$\theta_1 = 20^\circ\text{C}$  و  $\theta_2 = 80^\circ\text{C}$  في إناء كظيم .

1 - أحسب الكتلتين  $m_1$  و  $m_2$  . نعطي الكتلة الحجمية للماء السائل :  $\rho_{\text{eau}} = 1 \text{kg} / \ell$  .

2 - نسخن  $1 \ell$  من الماء درجة حرارته  $\theta = 40^\circ\text{C}$  إلى أن يتبخر كلياً عند درجة الحرارة  $\theta_e = 100^\circ\text{C}$  . أحسب كمية الحرارة

المكتسبة من طرف  $1 \ell$  من الماء خلال هذه العملية .

3 - نجعل كمية بخار الماء المحصل عليه عند درجة الحرارة  $\theta_e = 100^\circ\text{C}$  تتكاثف في إناء كظيم يحتوي على  $m_0 = 500 \text{g}$  من

الحليب ، فنلاحظ ارتفاع درجة حرارة الحليب من  $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$  إلى  $\theta_2 = 80^\circ\text{C}$  . أحسب الكتلة  $m'$  للبخار المتكاثف ، علماً أن

$$Q_c = 1000 \text{J}$$

الحرارة الكتلية للماء أو الحليب :  $C_e = 4,18 \text{kJ.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$  والحرارة الكامنة لتبخير الماء :  $L_v = 2250.10^3 \text{J.kg}^{-1}$

### التمرين 6

تعيين الحرارة الكامنة لتغير الحالة لجسم صلب ( انصهار الجليد تحت الضغط الجوي ) .

نفرغ في المسعر ذي السعة الحرارية  $\mu_c = 209 \text{J.K}^{-1}$  كتلة  $m_0 = 335 \text{g}$  من الماء ، ونعين درجة الحرارة  $\theta_1 = 19,0^\circ\text{C}$

للمجموعة .

نقيس الكتلة  $m_1 = 475,0 \text{g}$  للمسعر بما فيه لوازمه وماء .

نضيف إلى محتوى المسعر قطعة جليد ، في بداية انصهارها ، درجة حرارتها  $\theta'_0 = 0^\circ\text{C}$  وذلك بعد تجفيفها .

بعد التحريك نتخفظ درجة حرارة المزيج لتستقر عند القيمة  $\theta_2 = 12,2^\circ\text{C}$  .

نقيس الكتلة الجديدة  $m_2 = 510,2 \text{g}$  للمسعر ولوازمه ومحتواه .

1 - حدد منحى انتقال الحراري التي تبرزه هذه المناولة .

2 - أعط تعبير الطاقة الداخلية للمجموعة المكونة من المسعر والماء .

3 - لتكن  $m$  كتلة قطعة الجليد المستعملة . أحسب قيمة  $m$  .

4 - يؤدي جزء  $Q'_2$  من كمية الحرارة  $Q_2$  المكتسبة من طرف قطعة الجليد إلى انصهارها عند  $0^\circ\text{C}$  . في حين يؤدي

الجزء المتبقي من كمية الحرارة  $Q_2$  إلى رفع درجة الحرارة لكمية الجليد المنصهر من  $0^\circ\text{C}$  إلى القيمة  $\theta_2$  .

4 - 1 أعط تعبير  $Q'_2$  واستنتج تعبير تغير الطاقة الداخلية للمجموعة المكونة من قطعة الجليد بدلالة  $m, L_f, c_e, \theta'_0, \theta_2$  .

4 - 2 استنتج قيمة  $L_f$  .