

## Physique

Semestre d'automne 2024

Roger Sauser  
Guido Burmeister

<https://moodle.epfl.ch/course/view.php?id=14848>

# Série 11

## Exercice 1

On met en contact 10 g d'eau à 50 °C et 60 g de fer à 20 °C. Quelle est la température d'équilibre ? (Monard, chaleur ex.4-9 p.90)

## Exercice 2

Un vase de Dewar (bouteille thermos) contient 120 g d'eau à 21 °C. Si on y verse 50 g d'eau à 36 °C, l'équilibre s'établit à 25 °C. Déterminer la capacité thermique du récipient. (Monard, Chaleur ex. 4-12 p.90)

## Exercice 3

Une petite boule de plomb tombe sur le sol d'une hauteur de 40 m. Si toute la chaleur développée par le choc est prise par la boule, quelle est l'élévation de température qu'elle subit ? (Monard, Chaleur ex. 4-1 p.89)

## Exercice 4

Quelle quantité de chaleur faut-il soutirer à 1 dl de vapeur d'eau à 100°C pour en faire de la glace à −20°C ?

Application numérique :

$$\rho_{\text{vapeur}} = 0.59 \text{ kg m}^{-3}, c_{\text{eau}} = 4.18 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{K}^{-1}, c_{\text{glace}} = 2.06 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{K}^{-1}, \lambda_{\text{eau,vaporisation}} = 23 \cdot 10^5 \text{ J kg}^{-1}, \lambda_{\text{eau,fusion}} = 3.3 \cdot 10^5 \text{ J kg}^{-1}.$$

## Exercice 5

Quelle quantité de chaleur faut-il apporter à 10 g d'aluminium à 50 °C pour amener sa température à 2000 °C ?

## Exercice 6

On place un bloc de glace de masse  $m$ , à 0°C, dans un récipient de cuivre dont la masse est de 1 kg et la température de 100°C. Quel est l'état final du système dans les deux cas suivants ?

(a)  $m = 20 \text{ g}$

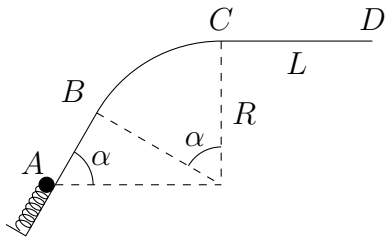
(b)  $m = 200 \text{ g}$

(Monard, chaleur ex. 5-2 p. 91)

## Exercice 7

Dans une casserole de fer dont la masse vaut 1 kg, il y a 500 g de glace (ou de neige). Le système a une température initiale de −10 °C. On met la casserole sur une plaque chauffante dont la puissance est de 1800 W (énergie fournie par unité de temps,  $1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$ ), jusqu'à ce que la glace ait été transformée en vapeur. En supposant les pertes de chaleur négligeables, calculez les quantités de chaleur dégagées par la plaque pour les diverses étapes du processus. Calculez aussi les durées de ces étapes. (Monard, chaleur ex. 5-1 p. 90)

## Exercice 8



Une bille de masse  $m$  est propulsée par un ressort de constante  $k$  sur un rail situé dans un plan vertical, formé d'un segment  $AB$  d'angle  $\alpha$  avec le sol, suivi d'un arc de cercle  $BC$ , de rayon  $R$  et dont le centre est à la même hauteur que  $A$ , et d'un segment horizontal  $CD$  de longueur  $L$ . La masse s'immobilise en  $D$ .

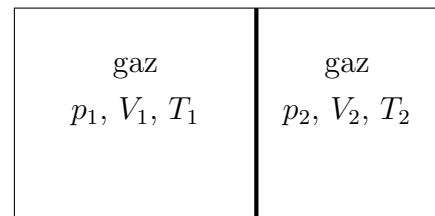
Sur le trajet de  $A$  à  $C$ , les frottements sont négligeables. Sur le trajet de  $C$  à  $D$ , un frottement constant s'exerce sur  $m$ .

Soit  $d_0$  la compression initiale du ressort.

- Si la masse ne décolle pas du rail, donner la condition sur  $d_0$  pour que  $m$  passe en  $C$ .
- Quelle est l'intensité de la force de frottement sur le tronçon  $CD$ ?
- Donner la condition sur  $d_0$  pour que  $m$  ne décolle pas du rail en  $B$ .

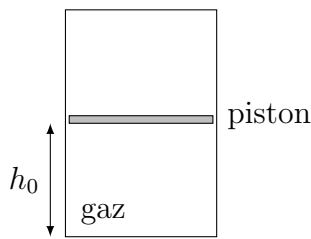
### Exercice 9

Deux gaz monoatomiques initialement à pression, volume et température  $p_1, V_1, T_1$  et  $p_2, V_2, T_2$  sont séparés par une cloison. Tout le dispositif est hermétique et isolé de l'environnement. La cloison est ensuite enlevée.



Calculez la pression et la température d'équilibre.

### Exercice 10



Une boîte de section horizontale  $S$ , hermétique et isolée, repose sur le sol. Un piston de masse  $m$  la sépare en deux parties, la partie inférieure contenant un gaz monoatomique, la partie supérieure étant vide. Lorsque le piston est bloqué à la hauteur  $h_0$ , la température du gaz est  $T_0$  et sa pression vaut  $p_0 = \frac{2mg}{S}$ .

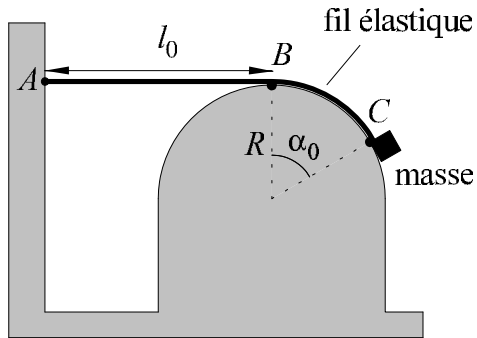
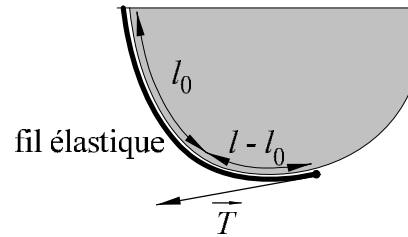
- Déterminer le nombre de molécules du gaz.

On débloque le piston. Il se déplace (sans frottement) et s'immobilise à une nouvelle hauteur.

- Déterminer la nouvelle pression du gaz. Donner la relation entre la hauteur du piston et la température du gaz.
- L'énergie interne du gaz a-t-elle changé? Sous quelle forme retrouve-t-on la différence d'énergie?
- Déterminer la nouvelle température du gaz.

### Exercice 11

Remarque préliminaire. Un fil est élastique si, en extension, il se comporte comme un ressort : la force de rappel a pour norme  $T = k(l - l_0)$ , où  $l$  est la longueur totale du fil en extension,  $l_0$  sa longueur au repos et  $k$  sa constante de rigidité (voir le dessin ci-contre).



On considère un fil élastique, de constante  $k$  et de longueur au repos  $l_0$ , fixé à un mur vertical en un point  $A$ . Le sommet  $B$  d'un demi-cercle de rayon  $R$  se trouve au niveau de  $A$  et à la distance  $l_0$ .

Depuis  $B$ , on tire alors sur le fil élastique le long du demi-cercle jusqu'à la position repérée par l'angle  $\alpha_0 = \pi/3$  et on y attache une masse. On lâche alors le fil.

Tous les frottements étant négligeables, déterminer la masse dans les cas suivants :

- (a) elle reste à l'équilibre en  $\alpha_0$  ;
- (b) elle remonte le long du demi-cercle et décolle au sommet  $B$ .

## Réponses

**Ex. 1**  $38.39^\circ\text{C}$ .

**Ex. 2**  $73.15 \text{ J K}^{-1}$ .

**Ex. 3**  $3.27 \text{ K}$ .

**Ex. 4**  $-182.2628 \text{ J}$ .

**Ex. 5**  $2.41 \cdot 10^4 \text{ J}$ .

**Ex. 6 (a)**  $68.41^\circ\text{C}$  **(b)**  $82 \text{ g}$  de solide.

**Ex. 7**  $0.147 \cdot 10^5 \text{ J}$ ,  $1.65 \cdot 10^5 \text{ J}$ ,  $2.53 \cdot 10^5 \text{ J}$ ,  $11.5 \cdot 10^5 \text{ J}$

**Ex. 8 (a)**  $d_0 \geq \sqrt{\frac{2mgR}{k}}$  **(b)**  $\frac{1}{L} \left( \frac{1}{2}kd_0^2 - mgR \right)$  **(c)**  $d_0 < \sqrt{\frac{3mgR \cos \alpha}{k}}$ .

**Ex. 9**  $\frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2}$  et  $\frac{N_1 T_1 + N_2 T_2}{N_1 + N_2}$ .

**Ex. 10 (a)**  $\frac{2mgh_0}{kT_0}$  **(b)**  $hT_0 = 2h_0T$  **(c)**  $E_{\text{pot}}$  **(d)**  $\frac{4}{5}T_0$ .

**Ex. 11 (a)**  $\frac{2\pi Rk}{3\sqrt{3}g}$  **(b)**  $\frac{kR\pi^2}{18g}$