Thermodynamique – chapitre 3

Correction du TD

I Cycle de transformation

1) solu

2) solu

3) solu

II Échauffement d'une bille en mouvement dans l'air

$g = 9{,}81\,\mathrm{m{\cdot}s^{-2}}$; $c = 0{,}4\,\mathrm{kJ{\cdot}kg^{-1}}$; $v_0 = 10\,\mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$; $h = 5\,\mathrm{m}$.

1) solu

2) solu

3) solu

III Détente de Joule Gay-Lussac

1) solu

2) solu

3) solu

4) solu

5) solu

6) solu

IV Calorimétrie du fer

1) a – solu

   b – solu

   c – solu

   d – solu

2) a – solu

   b – solu

V Transformation polytropique

1) solu

2) solu

3) solu

4) solu

5) solu

VI Comparaison entre transformations

1) Le système considéré est le gaz et l'enceinte autour. On s'intéresse à une transformation brusque. Le système n'a pas le temps d'échanger de l'énergie sous forme de transfert thermique avec l'extérieur : la transformation peut donc être considérée comme **adiabatique**. En revanche, comprimer un gaz rapidement le rend plus chaud (comme dans une pompe à vélo). La température du gaz va varier, la transformation **ne** sera donc **pas** isotherme.

   On ne peut rien dire sur T_1. On peut s'attendre à ce qu'elle soit supérieure à T_0 puisque l'on comprime rapidement le gaz.

2) À l'état 1, le système est à l'équilibre mécanique. La pression qui s'exerce sur le piston est alors la somme de la pression atmosphérique plus celle de la masse posée sur la section S du piston. On en déduit que :

$$\boxed{P_1 = P_0 + \frac{Mg}{S}}$$

3) Puisque cette transformation est considérée comme adiabatique :

$$\boxed{Q_{I\to 1} = 0}$$

   La transformation qu'il subit est monobare : tout au long de cette transformation, la pression extérieure est celle exercée par le piston sur le gaz qui est constante (la masse M est déposée en bloc). Ainsi,

$$W_{I\to 1} = -P_{\text{ext}}\Delta V \Leftrightarrow \boxed{W_{I\to 1} = -\left(P_0 + \frac{Mg}{S}\right)(V_1 - V_I)}$$

   Comme le gaz est parfait, il suit la première loi de Joule, donc

$$\Delta U_{I\to 1} = C_V \Delta T \Leftrightarrow \boxed{\Delta_{I\to 1} U = \frac{5}{2} nR(T_1 - T_I)}$$

   D'après le premier principe appliqué au système pendant la transformation $I \to 1$:

$$\Delta U_{I\to 1} = W_{I\to 1} \Leftrightarrow \boxed{\frac{5}{2} nR(T_1 - T_I) = -\left(P_0 + \frac{Mg}{S}\right)(V_1 - V_0)}$$

4) La pression P_1 est déjà connue. Pour déterminer la température T_1, on peut remplacer les volumes par $V_i = nRT_i/P_i$ dans l'expression du premier principe. Sachant que l'état initial est un état d'équilibre, on a $T_I = T_0$ et, **sans la masse**, $P_I = P_0$. Ainsi, on trouve

$$\frac{5}{2} nR(T_1 - T_I) = -nRP_1\left(\frac{T_1}{P_1} - \frac{T_I}{P_I}\right) \qquad \text{donc} \qquad \boxed{T_1 = \frac{2}{7}\left(\frac{5}{2} + \frac{P_1}{P_I}\right) T_I}$$

$$\Leftrightarrow \underbrace{nRT_1}_{P_1V_1} = \frac{2}{7}\left(\frac{5}{2} + \frac{P_1}{P_I}\right)\underbrace{nRT_0}_{P_0V_0} \quad \Leftrightarrow \quad \boxed{V_1 = \frac{2}{7}\left(\frac{5P_0}{2P_1} + 1\right) V_0}$$

5) On a négligé les transfert d'énergie thermique entre le gaz et l'extérieur.

   Cette transformation peut alors être qualifiée de **monobare** et **monotherme** (la température et la pression de l'extérieur ne varient pas). On peut aussi considérer que cette transformation est **isobare** car, comme la **transformation est lente**, le système sera à chaque instant à l'équilibre mécanique avec l'extérieur.

6) Dans l'état final, l'équilibre est complètement atteint : il y a équilibre thermique et mécanique. D'après la question précédente :

$$\boxed{T_2 = T_0} \qquad \text{et} \qquad \boxed{P_2 = P_0 + \frac{Mg}{S}}$$

   Le volume occupé par le gaz est imposé par la loi du gaz parfait :

$$\boxed{V_2 = \frac{nRT_2}{P_2} = \frac{nRT_0}{P_0 + \frac{Mg}{S}}}$$

7)
8) solu
9) solu
10) solu
11) solu

⁂ VII Chauffage d'une chambre

1) solu

2) solu

3) solu

4) solu

5) solu

6) solu

7) solu