Médian

Exercice 1 Calorimétrie

Une bouteille thermos peut être considérée comme un calorimètre, c'est à dire un système de faible capacité thermique et pouvant pratiquement isoler thermiquement son contenu du milieu extérieur.

1. Pourquoi qualifie-t-on une transformation ayant lieu dans un calorimètre, de isobare ? Montrer que pour un système subissant une telle transformation $\Delta H = Q$

On place une masse m = 580g d'eau dans la bouteille, on attend l'équilibre thermique et on mesure $\theta_1 = 20°C$. On ajoute ensuite une autre masse m = 580g d'eau à $\theta_2 = 80°C$ dans la bouteille, on attend à nouveau l'équilibre thermique et on mesure $\theta_{éq} = 49°C$.

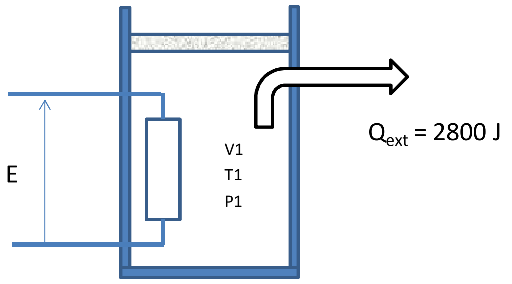
2. Quelle aurait été la température $\theta_{éq,0}$ si la capacité thermique de la bouteille était nulle ?
3. Déterminer la valeur de la capacité thermique C_t de la bouteille thermos utilisée.
4. En fait, on peut lire sur la notice fournie par le constructeur du calorimètre que la masse équivalente en eau de la bouteille et de ses accessoires est m_c=40g. Commenter cette valeur numérique.

Exercice 2

1. Chauffage d'un gaz à l'aide d'un élément électrique

Soit un système piston-cylindre contenant $V_1 = 0,5\ m^3$ d'azote à $P_1 = 400$ kPa et à $T_1 = 27°C$.

L'élément chauffant électrique est allumé, et un courant I = 2 A y circule pendant t = 5 min sous la tension E = 120 V. L'azote se détend de manière isobare. Au cours de cette transformation, l'ensemble {gaz, cylindre, élément chauffant} cède à l'extérieur un transfert thermique Q_{ext} = 2 800 J.



Calculer la masse m d'azote à l'intérieur du récipient

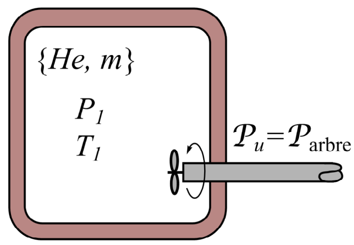
Déterminer la température finale T_2 de l'azote.

Données : $M(N_2)$ = 28 mol/g

$C_P = 1039\ J.K^{-1}.kg^{-1}$.

2. Utilisation d'un agitateur

Un réservoir rigide et adiabatique (calorifugé) contient m = 1 kg d'hélium à la température T_1 = 300 K et à la pression P_1 = 300 kPa. L'hélium est brassé à l'aide d'un agitateur de puissance utile 15 W. On le fait fonctionner pendant t = 30 min.



Calculer le travail reçu par le gaz.

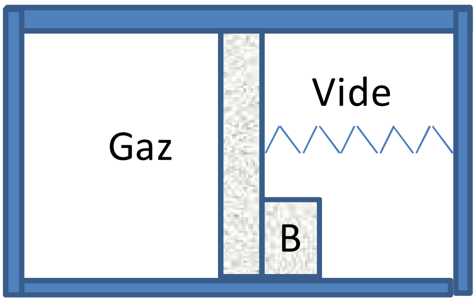
A partir de l'expression du premier principe, déterminer la température finale T_2.

Calculer la pression finale P_2 de l'hélium par la relation de Laplace.

Donnée : $\gamma = 1.4$, $C_V = 3116\ J.K^{-1}.kg^{-1}$

Exercice 3 Cas d'une force extérieure conservative

On considère un piston calorifugé mobile dans un cylindre calorifugé horizontal de section constante S = 500 cm². Le compartiment de gauche contient n = 0, 01 mole d'un gaz parfait de coefficient γ = 1, 40 et le compartiment de droite est soumis à un vide poussé. Le piston est relié par un ressort de raideur k = 10^{44} N.m^{-1}.



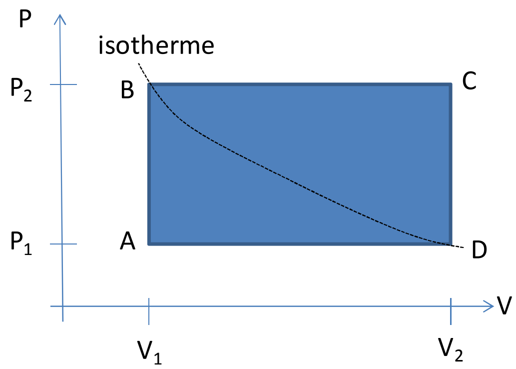
1. Initialement, le piston est coincé par une butée B, le ressort n'est pas tendu, la pression du gaz vaut P_0 = 0, 241 bar et sa température T_0 = 290 K. Calculer le volume V_0 occupé initialement par le gaz.

On supprime la butée B. Le système évolue vers un nouvel état d'équilibre. On cherche à déterminer l'allongement final du ressort, x_F , le volume final du gaz, V_F , sa pression finale, P_F , sa température finale, T_F , et le travail W qu'il a reçu.

2. En appliquant le PFD au piston au repos dans l'état final, donner le relation entre P_F , S, k et x_F .
3. Quelle est l'expression de l'équation d'état du gaz parfait dans l'état final ?
4. Appliquer le Premier Principe au gaz parfait (en fait {GP+piston}) et en déduire une relation entre T_F , T_0, n, , k et x_F.
5. Quelle est la relation liant le volume final V_F avec V_0, x_F et S ?

Exercice 4 Cycle, travail et chaleur

Une certaine masse d'air est enfermée dans un corps de pompe dans les conditions initiales (Point A sur le diagramme) : P_1 = 1 Bar, V_1 = 0,010 m3, T_1 = 273 K. On lui fait subir une série de transformations représentées par le rectangle ABCD. L'ordonnée de B est P_2 = 2 P_1 et l'abscisse de D est V_2 = 2 V_1.



Données : R = 8,31 J.K^{-1}. Mol^{-1}

γ = 1,42

M(air) = 29 g/mol

Cp = 992 J/K^{-1}.kg^{-1}

1. Calculer le travail échangé au cours du cycle ABCD.
2. Déterminer la température de l'air dans les états B, C et D.
3. Calculer la masse d'air m mise en jeu et déduisez en les quantités de chaleur mises en jeu pendant les transformations AB, BC, CD et DA.