

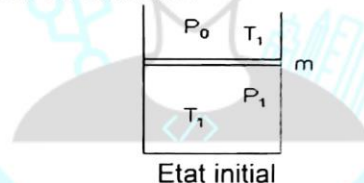
Rattrapage : SMIA
Thermodynamique : M5
(1 H 30 mn)

Barème : I : 3pts, II : 7pts, III : 4pts, IV: 6pts

I-) La tige d'un thermomètre à mercure est divisée en parties d'égale volume. Le mercure affleure à la division $n = -10$ dans la glace fondante, et à la division $n = +120$ à la température d'ébullition de l'eau pure, sous 760 mmHg (100°C). Quelle est, dans l'échelle de ce thermomètre, la température θ , correspondant au numéro n ? A.N : $n = 50$.

II-) Une mole d'un gaz parfait de masse molaire M , à la pression P_1 et à la température T_1 , est enfermée dans un cylindre vertical droit par un piston de masse m et de section S égale à la section du cylindre. Le piston est assujéti à se déplacer sans frottement dans une atmosphère de pression P_0 et de température T_1 et dans un champ de pesanteur $\vec{g}$ et R étant la constante des gaz parfait.

- on laisse le piston se déplacer lentement, calculer la pression finale P_f du gaz, le travail, W_a , et la quantité de chaleur, Q_a , échangés entre le gaz et le milieu extérieur ($T = \text{Cte} = T_1$).
- on le libère brusquement, calculer le travail, W_b , et la quantité de chaleur, Q_b , échangés entre le gaz et le milieu extérieur ($T = \text{Cte} = T_1$).
- Comparer W_a et W_b , Que peut-on conclure.



- III) Un gaz parfait monoatomique subit une compression isotherme qui le fait passer de la pression $P_0 = 1$ bar jusqu'à la pression $P_1 = 30$ bars. Il est ensuite détendu adiabatiquement jusqu'à la pression atmosphérique P_0 .
- Tracer dans le diagramme de Clapeyron la double transformation.
 - Calculer la température finale T_1 après cette double transformation en fonction de la température initiale $T_0 = 300$ K et $\gamma = 1,4$.
 - On recommence la même suite de deux opérations à partir de la température T_1 (compression isotherme jusqu'à la pression 30 bars et ensuite détente adiabatique jusqu'à la pression atmosphérique). Calculer la nouvelle température T_2 .
 - Trouver la formule générale permettant d'exprimer la température T_n atteinte après n doubles opérations successives, chacune de ces opérations étant, à partir de la température T_{n-1} précédemment atteinte. Calculer T_n pour $n = 3$.

IV-) Une machine frigorifique idéale fonctionne entre une source froide constituée par une masse $m = 100$ kg d'eau de température initiale $T_0 = 25^\circ\text{C}$ et l'atmosphère de température constante T_0 . Elle est alimentée par une puissance $P = 1\text{ kW}$.

- Donner le schéma de cette machine frigorifique en indiquant le travail (δW) et les quantités de chaleur (δQ_1 et δQ_2) échangés au cours d'un cycle et leur sens.
- Calculer le travail nécessaire W qu'il faudra fournir à la machine frigorifique pour que l'eau commence à se congeler ($T_F = 0^\circ\text{C}$).
- En déduire le temps nécessaire de fonctionnement de la machine pour que l'eau commence à se congeler ($T_F = 0^\circ\text{C}$).
- Calculer la durée supplémentaire pour que toute l'eau soit sous forme de glace.

Données : Chaleur massique de l'eau liquide $c = 4,2 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$.

Chaleur latente de liquéfaction à $T_F = 0^\circ\text{C}$: $L_f = 333 \text{ kJ.kg}^{-1}$.