

Concours d'entrée au 2nd cycle de la formation d'ingénieur

Epreuve de thermodynamique

Durée 2h

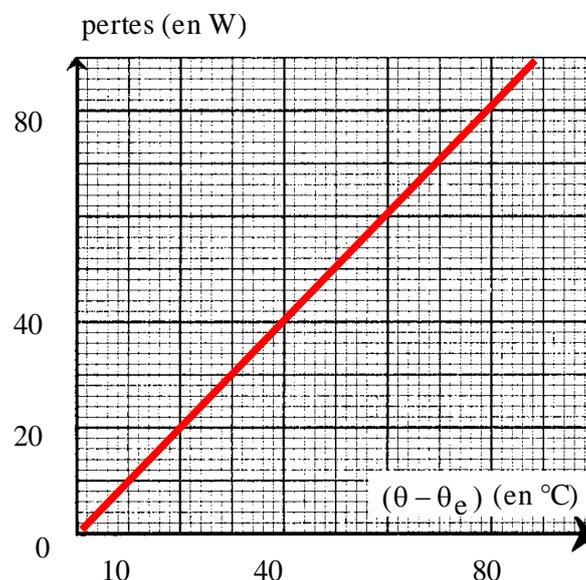
Documents non autorisés

Exercice 1 : (10 points)

On trouve, sur la fiche signalétique d'un chauffe eau à accumulation, les renseignements suivants :

- capacité du ballon : $V = 200 \text{ L}$;
- puissance de chauffage : $P = 2000 \text{ W}$.

La courbe ci-contre donne la valeur des pertes thermiques en fonction de l'écart de température $(\theta - \theta_e)$ entre l'eau du ballon (θ) et la température ambiante (θ_e) .



A - On néglige les pertes.

1^o question : Calculer l'énergie nécessaire pour amener l'eau de 10 °C à 60 °C sachant que l'on peut négliger la capacité thermique du ballon.

2^o question : En déduire la durée t_o nécessaire pour cette opération.

B - On tient compte des pertes liées à la réalisation technologique du ballon.

1^o question : A partir du graphique ci-dessous, exprimer en watts les pertes thermiques notées p , en fonction de l'écart de température $(\theta - \theta_e)$.

2^o question : a) Pour une masse m d'eau exprimer la quantité de chaleur nécessaire pour élever sa température de $d\theta$.

b) Exprimer la quantité de chaleur perdue pendant une durée dt .

c) En déduire que la quantité de chaleur fournie, par le chauffage, pendant une durée dt , est donnée par : $P dt = m c d\theta + a (\theta - \theta_e) dt$ avec a : constante déterminée à la question B 1^o)

3° question : Exprimer dt en fonction de $d\theta$, $(\theta - \theta_e)$, P , m , c et a .

En déduire la durée Δt nécessaire pour amener cette masse m d'eau de $\theta_e = 10^\circ\text{C}$ à $\theta = 60^\circ\text{C}$.

4° question : Comparer avec le résultat de A 2°). Conclure sur l'isolation du réservoir.

Données : $c_{\text{eau}} = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$: capacité thermique massique de l'eau (ou chaleur massique)

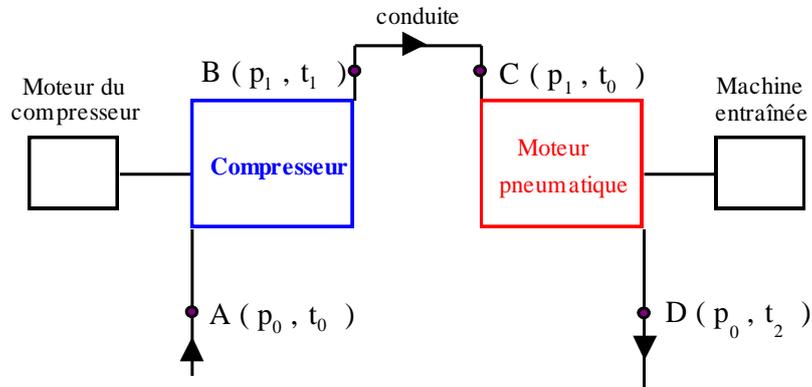
$\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg.m}^{-3}$: masse volumique de l'eau

$\theta_e = 10^\circ\text{C}$

on posera $\Delta t = \int_{t_1}^{t_2} dt$ et $\int_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{K d\theta}{A - B\theta} = \frac{K}{B} (\text{Ln}[A - B\theta])_{\theta_1}^{\theta_2}$

Exercice 2 (10 points)

Un compresseur alimente un moteur à air comprimé. L'air est assimilé à un gaz parfait. Une conduite relie le compresseur au moteur.



Toutes les transformations, dans les machines, sont supposées **réversibles** et **adiabatiques**. La vitesse d'écoulement est négligée. Dans la conduite, les échanges de chaleur sont **isobares** et **réversibles**.

L'air est aspiré, en A, à la pression p_0 , à la température t_0 régnant dans la pièce.

A la sortie B du compresseur, sa pression vaut p_1 , sa température t_1 .

Tout au long de la conduite, l'air se refroidit suffisamment pour qu'à l'entrée du moteur, en C, sa température soit à nouveau t_0 .

La détente dans le moteur ramène la pression à la valeur p_0 , la température à la sortie du moteur étant t_2 .

On donne :

$p_0 = 10^5 \text{ Pa}$	$p_1 = 8.10^5 \text{ Pa}$	$r = 287 \text{ J.kg}^{-1} . \text{K}^{-1}$
$t_0 = 20^\circ \text{C}$	$c_p = 10^3 \text{ J.kg}^{-1} . \text{K}^{-1}$	

1° question : Rappeler l'expression du coefficient γ intervenant dans l'équation d'une transformation adiabatique et réversible d'un gaz parfait, en fonction de c_p et r .

Calculer sa valeur numérique dans le cas présent.

2° question : Calculer les températures t_1 et t_2 .

3° question : Calculer la quantité de chaleur échangée par l'unité de masse d'air avec l'extérieur tout au long de la conduite BC.

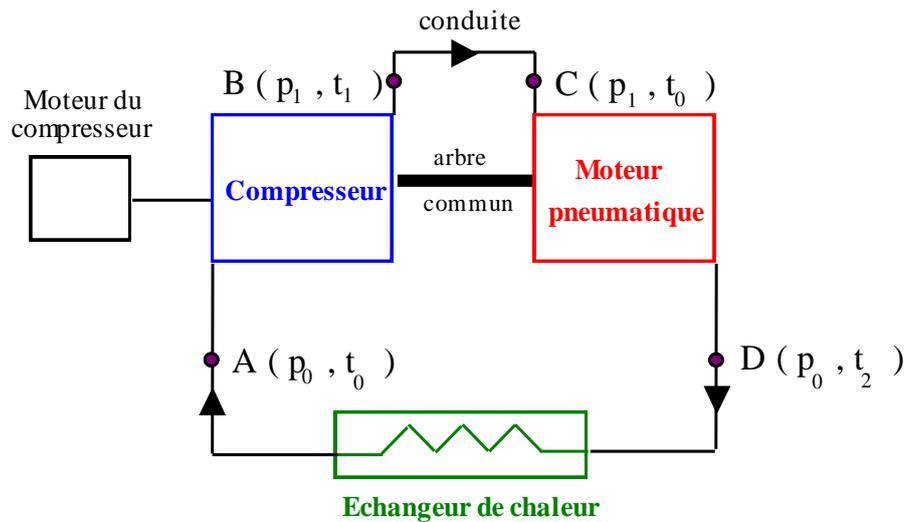
4° question : a) Établir l'expression théorique du travail fourni par la machine pour transvaser adiabatiquement une masse m de gaz d'une enceinte, où l'état est caractérisée par la pression p_A et la température t_A , dans une autre enceinte où l'état est caractérisé par la pression p_B et la température t_B .

b) Appliquer ce résultat au moteur pneumatique : calculer le travail W_2 .

c) Appliquer ce résultat au compresseur: calculer le travail W_1 .

d) En déduire le rendement mécanique du système : $\eta = \frac{|W_2|}{|W_1|}$.

5° question : On modifie le système pour réaliser la climatisation d'une salle. Le moteur du compresseur, le compresseur et le moteur pneumatique sont calés sur le même arbre (schéma ci-dessous).



L'air sortant du moteur pneumatique à la température t_2 sert à refroidir l'air d'un atelier. Il est réchauffé, à la pression constante p_0 , jusqu'à la température t_0 avant d'être recyclé dans le compresseur.

- Calculer la quantité de chaleur échangée par une masse d'air.
- Quel est le travail échangé par l'air au cours d'un cycle ?
- Définir et calculer le coefficient d'effet frigorifique (ou **coefficient de performance**).