

- Une rédaction ne se limitant pas à une suite de calculs est attendue
- Une copie non soignée ne sera pas corrigée
- Veillez à limiter les changements d'unités inutiles !

Exercice n° 1

Un **réfrigérateur** fonctionne entre une source froide de température constante $T_1 = -10^\circ\text{C}$ et une source chaude de température constante $T_2 = 27^\circ\text{C}$.

I.] Fonctionnement cyclique réversible de la machine selon un cycle de Carnot.

On note pour un cycle₁ de fonctionnement :

- W le travail total échangé par le fluide ;
 - Q_1 la chaleur échangée par le fluide avec la source froide ;
 - Q_2 la chaleur échangée par le fluide avec la source chaude.
1. Faire un schéma de la machine en indiquant dessus les signes de Q_1 , Q_2 et W . Justifier.
 2. Donner l'allure du cycle de Carnot dans le diagramme p, V (Clapeyron) et dans le diagramme T, S (entropique). Préciser le sens de parcours des cycles et indiquer les différentes transformations.
 3. Appliquer le premier principe de la thermodynamique à ce cycle. En déduire une relation entre Q_1 , Q_2 et W .
 4. En appliquant le deuxième principe de la thermodynamique à ce cycle, en déduire une relation entre Q_1 , Q_2 , T_1 et T_2 .
 5. A partir des questions précédentes et après avoir rappelé sa définition, établir la relation donnant l'efficacité $\varepsilon_{\text{rév}}$ de la machine en fonction de T_1 et T_2 .
 6. Calculer sa valeur numérique.

II.] Fonctionnement réel de la machine.

Dans le fonctionnement réel de la machine, on trouve une efficacité qui peut s'écrire sous la forme :

$$\varepsilon_{\text{réel}} = \frac{1}{1,2 \frac{T_2}{T_1} - 1}$$

1. Calculer la valeur numérique de l'efficacité $\varepsilon_{\text{réel}}$.
2. Comparer les valeurs des efficacités $\varepsilon_{\text{réel}}$ et $\varepsilon_{\text{rév}}$. Comment interprétez-vous cette comparaison ?

Exercice n° 2

Le taux d'humidité d'une buanderie est de 60%, cela signifie que la pression de la vapeur d'eau est égale à 60% de la pression de la vapeur d'eau saturée.

La température de la pièce (fermée) est de 20°C et ses dimensions $3\text{m} \times 4\text{m} \times 2,5\text{m}$. La pression de vapeur saturante de l'eau à 20°C est de 23 mbar.

1. Calculer le nombre de moles de vapeur d'eau présentes dans la buanderie.
2. Calculer le nombre de moles maximum de vapeur d'eau que peut contenir cette buanderie.
3. On renverse un litre d'eau sur le sol. Quelle quantité d'eau (en L) va pouvoir s'évaporer ?
On fera l'hypothèse que $1\text{L} \ll$ volume de la buanderie et que la vapeur d'eau est un GP.

Exercice n° 3

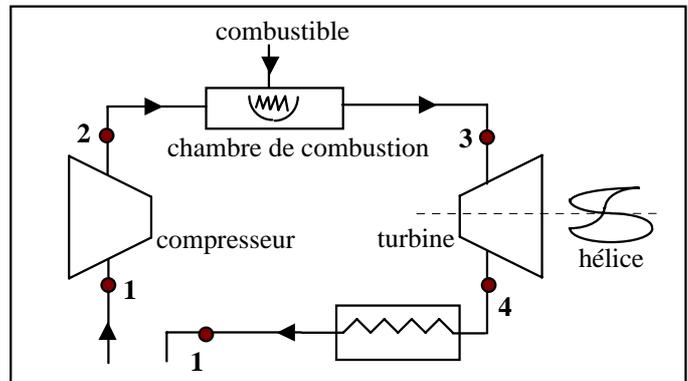
Changer de copie SVP

Cycle de Joule

Une turbine à gaz, à combustion externe, fonctionne avec de l'air, suivant le cycle de Joule, d'après le schéma ci-contre :

L'air, aspiré à la pression $p_1 = 1 \text{ bar}$ et à la température $T_1 = 20^\circ\text{C}$, est comprimé de façon adiabatique et réversible jusqu'à la pression $p_2 = 10 \text{ bar}$ et à la température T_2 .

Il pénètre, ensuite, dans la chambre de combustion où il reçoit, à pression constante, une quantité de chaleur $q = 433 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. La température atteinte est T_3 .



L'air parvient, ensuite, à la turbine où il subit une détente adiabatique et réversible jusqu'à la pression $p_4 = 1 \text{ bar}$ et à la température T_4 . Puis, il est refroidi, à pression constante, jusqu'à la température $T_1 = 20^\circ\text{C}$.

Rappels :

- Au cours d'une transformation d'un système de $1 \rightarrow 2$ au cours de laquelle le système échange de l'énergie sous forme de travail w et de chaleur q , le premier principe (ver.01) dit que $\Delta u = w + q$.
- Le premier principe (ver.02) s'écrit également $\Delta h = w_m + q$. Dans ce cas w_m est le travail fourni au système par les parties mobiles d'une machine dans laquelle 1 kg de fluide transite entre les états 1 et 2. On l'appelle travail « utile » ou « travail machine ». Dans tout ce qui suit, le terme travail fait référence à w_m .
- L'équation d'état pour un gaz parfait est $Pv=rT$ avec v : volume massique (m^3/kg) et r : la constante associée au gaz ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

1. On considère la masse $m = 1 \text{ kg}$ d'air. **Récapituler vos résultats sur l'annexe.**

a) Calculer les paramètres p , V , T pour les états 1, 2, 3, 4 et compléter l'annexe à rendre.

b) Représenter, sur l'annexe, ce cycle dans le diagramme de Clapeyron $p = f(V)$ en précisant les points et le sens de parcours.

c) Calculer les travaux w_{m12} , w_{m23} , w_{m34} , w_{m41} échangés avec le milieu extérieur.

d) Calculer le travail total W mis en jeu.

Données : $\gamma = 1,40$; $r = 287 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $c_p = 1006 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ (on admet que c_p est constante à toute température)

2. Calculer le rendement thermodynamique de cette turbine à gaz.

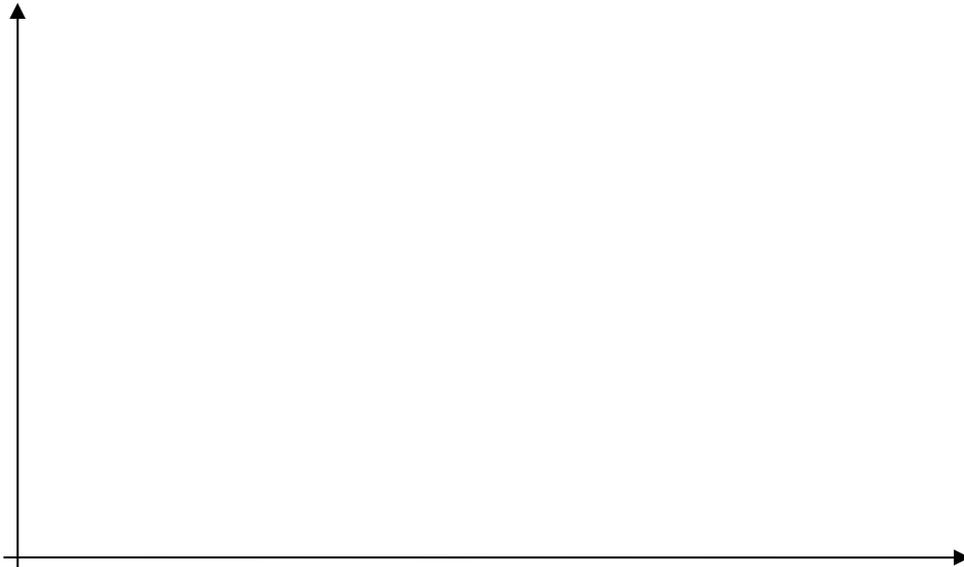
3. Calculer le rendement de Carnot de cette turbine à gaz et conclure en le comparant à la valeur trouvée à la question 2.

4. Sachant que le compresseur aspire 45 kg d'air par seconde, calculer la puissance théorique P de cette turbine sur l'arbre entraînant l'hélice.

5. En admettant un rendement mécanique de 78 %, calculer la puissance réelle P' de cette turbine.

NOM :**Prénom :**

	Etat 1	Etat 2	Etat 3	Etat 4
P (bar)				
V (m ³)				
T (K)				

Diagramme de Clapeyron

Etape	Nom de la transformation	$W_{m\ i \rightarrow j}$
1→2		
2→3		
3→4		
4→1		
	Total	