

Le sujet se décompose en 4 parties indépendantes. Les parties I et II seront traitées sur une même copie. Les parties III et IV seront rédigées ensemble sur une nouvelle copie.

I – Première partie: Etude d'un capteur solaire

1 – En utilisant la loi de Stephan, donner la relation entre l'émissivité (ou émittance) et la température de surface d'un récepteur corps gris. Définir chacun des termes que vous utilisez ainsi que les unités qui leur correspondent. Donner alors la relation entre le flux et la température de surface.

2 – Dans le cas particulier où le récepteur est un corps noir, que devient cette relation?

3 – Le capteur reçoit un flux solaire de 1kW. L'étude est réalisée en régime permanent. En tenant compte des pertes, on admet que seulement la moitié de la puissance est transférée à l'eau d'une source à chauffer et l'autre moitié est réémise par rayonnement.

a -En sachant que le capteur a une surface de 1 m^2 et que son coefficient d'émissivité est de 0,6, calculer sa température de surface. $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ SI}$

b – Calculer, pour $t=10\text{s}$, l'élévation de température de 500g d'eau chauffée avec ce capteur.

$$C_{\text{eau}} = 4,18 \text{ kJ/(kg.K)}$$

II – Deuxième partie: Rendement d'une machine thermique

Dans un moteur thermique, 10 moles de gaz ($\gamma = 1,4$) supposé parfait décrit de façon réversible le cycle de transformations suivantes:

- Compression isotherme: A_1 ($P_1 = 1 \text{ atm}$, $T_1 = 350 \text{ K}$) à A_2 ($P_2 = 8 \text{ atm}$, T_1)
- Echauffement isobare de l'état A_2 à l'état A_3 ($T_3 = 1400 \text{ K}$)
- Détente adiabatique réversible de l'état A_3 vers l'état A_4
- Refroidissement isobare de l'état A_4 vers l'état A_1 .

1 – Déterminer la pression, le volume et la température du gaz dans chacun des états A_1 , A_2 , A_3 et A_4 . Compléter la feuille jointe.

2 – Calculer le travail et la chaleur échangés au cours de chacune des transformations. Vérifier que sur le cycle les variations ΔU et ΔS de l'énergie interne et de l'entropie du gaz sont nulles. Compléter la feuille jointe.

3 – Quel est le rendement thermodynamique du cycle étudié?

4 – Représenter ce cycle dans un diagramme de Clapeyron (P , V) puis dans un diagramme entropique (T , S). Compléter la feuille jointe.

NOM :

Prénom : *DE COPIE*

II - Troisième partie: Changement de phase Liquide-vapeur

Tableau de valeurs en réponse aux questions de la deuxième partie du sujet.

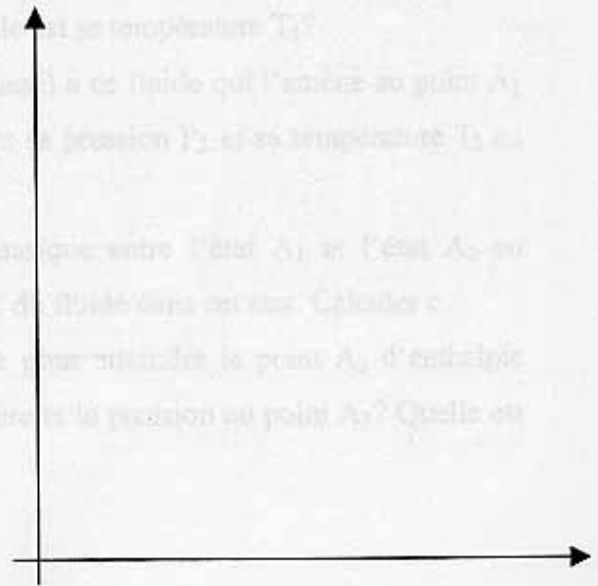
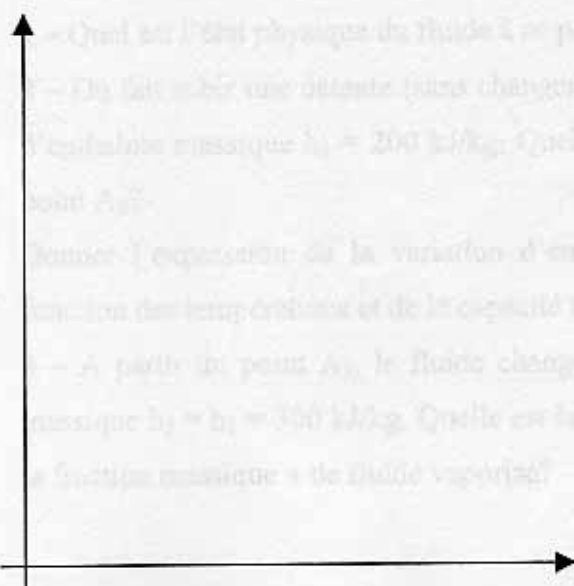
	PRESSION	TEMPERATURE	VOLUME
Etat A ₁			
Etat A ₂			
Etat A ₃			
Etat A ₄			

3 - Calculer la quantité de chaleur qu'il faudra fournir à 1 litre d'eau à 25 °C pour la

	W	Q	ΔU	ΔS
De A ₁ vers A ₂				
De A ₂ vers A ₃				
De A ₃ vers A ₄				
De A ₄ vers A ₁				
Sur le cycle				

Diagramme de Clapeyron

Diagramme entropique



CHANGER DE COPIE

III – Troisième partie: Changement de phase liquide-vapeur

1 – Calculer, dans les unités du système international, les variations d'enthalpie (ΔH), d'entropie (ΔS) et d'énergie interne (ΔU) d'un kilogramme d'eau liquide que l'on vaporise sous la pression atmosphérique. On néglige le volume molaire du liquide devant celui de la vapeur.

Données: Chaleur latente de vaporisation de l'eau à 100 °C: $L = 540 \text{ cal/g}$

Volume molaire de la vapeur d'eau à 100 °C et 1 atm: $v = 30,6 \text{ l/mol}$

Chaleur massique de l'eau liquide: $c = 1 \text{ cal / (g.K)}$

2 – Pensez-vous qu'il faille fournir plus d'énergie pour vaporiser (sous 1atm et 100°C) une mole d'eau dans un récipient fermé que dans un récipient ouvert? Argumenter votre réponse.

3 – Calculer la quantité de chaleur qu'il faudrait fournir à 1 litre d'eau à 25 °C pour la transformer en vapeur à 100 °C sous une atmosphère. Décomposer les étapes du calcul.

4 – La pression maximale de la vapeur d'eau entre 0°C et 130 °C est exprimée en fonction de la température T (en K) par la relation empirique de Rankine:

$$\ln P = A - \frac{5120}{T} \quad P \text{ s'exprime en atmosphère et } A \text{ est une constante.}$$

La chaleur latente de vaporisation loin du point critique peut s'exprimer par la formule de Renault:

$$L = 3335 - 2,91 \cdot T \quad \text{avec } L \text{ en kJ/kg}$$

a – Calculer le volume massique (en m^3 / kg) de la vapeur d'eau, à 100°C, sous la pression atmosphérique par la formule de Clapeyron

$$L = T \cdot u_v \cdot \frac{dP}{dT}$$

b – Comparer cette valeur à celle qui est donnée dans l'énoncé en volume molaire.

IV – Quatrième partie: Étude d'un fluide réfrigérant

Le fluide initialement se trouve au point A_1 ($h_1 = 300 \text{ kJ/kg}$, $P_1 = 20 \text{ bars}$).

1 – Quel est l'état physique du fluide à ce point? Quelle est sa température T_1 ?

2 – On fait subir une détente (sans changement de phase) à ce fluide qui l'amène au point A_2 d'enthalpie massique $h_2 = 200 \text{ kJ/kg}$. Quelle est alors sa pression P_2 et sa température T_2 au point A_2 ?

Donner l'expression de la variation d'enthalpie massique entre l'état A_1 et l'état A_2 en fonction des températures et de la capacité massique c du fluide dans cet état. Calculer c .

3 – A partir du point A_2 , le fluide change de phase pour atteindre le point A_3 d'enthalpie massique $h_3 = h_1 = 300 \text{ kJ/kg}$. Quelle est la température et la pression au point A_3 ? Quelle est la fraction massique x de fluide vaporisé?

Donner l'expression de la variation d'enthalpie entre l'état A₂ et l'état A₃ en fonction de x la fraction de fluide vaporisé et de L, la chaleur latente de vaporisation. Calculer L.

4 - Déterminer la variation d'enthalpie entre l'état A₂ et l'état A₄ qui correspondrait à une vaporisation complète du fluide.

HFC 134a

(1, 1, 1, 2 Tétrahydroéthane)

