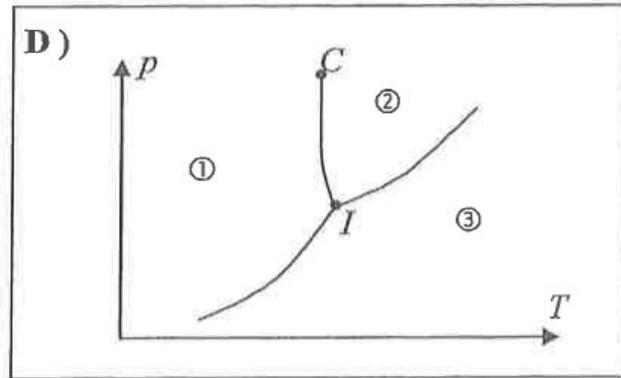
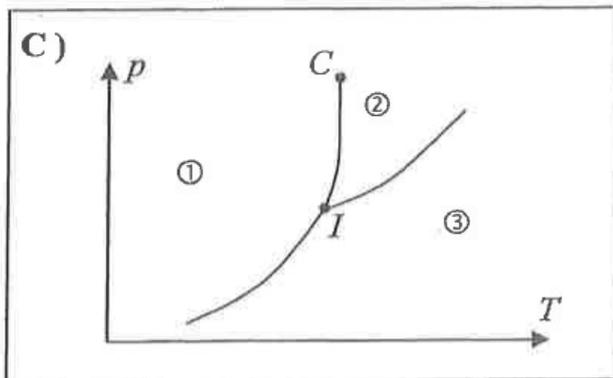
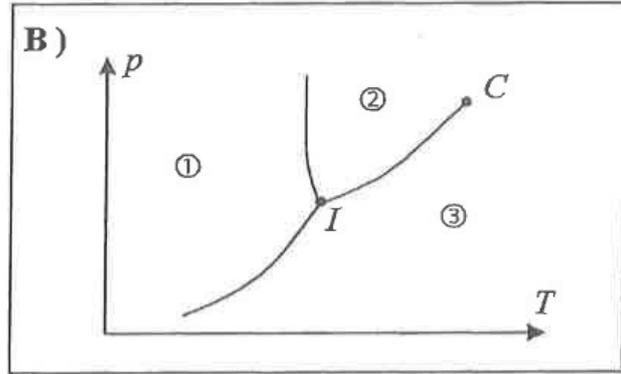
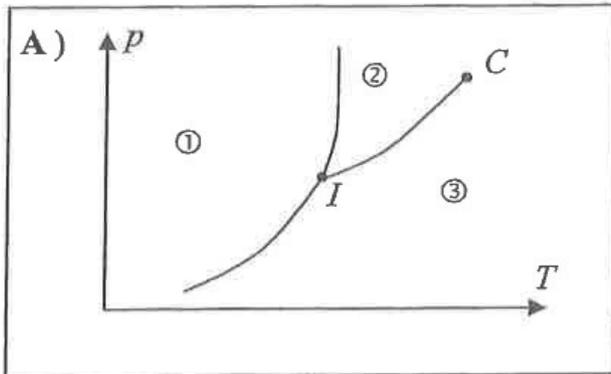


QCM Thermodynamique 1 .

Pour chaque question, il y a toujours au moins une réponse bonne . Plusieurs réponses peuvent être possibles .

Question 1

On s'intéresse aux changements d'état de l'eau, considéré comme étant un corps pur . Le diagramme d'état de l'eau est représenté par l'un des schémas ci-dessous, pour lequel, C représente le point critique et I le point triple . Quel est le schéma correct ?

**Question 2 :**

Pour le schéma choisi en question 1 , les régions ①, ② et ③ correspondent respectivement aux états :

- A) liquide, solide, vapeur
- B) solide, vapeur, liquide
- C) solide, liquide, vapeur
- D) vapeur, solide, liquide

Question 3 :

La courbe délimitant les domaines ② et ③ est :

- A) la courbe de condensation.
- B) la courbe de saturation.
- C) la courbe de vaporisation.
- D) la courbe de solidification.

Question 4 :

La courbe délimitant les domaines ① et ② est :

- A) la courbe de liquéfaction.
- B) la courbe de saturation.
- C) la courbe de fusion.
- D) la courbe de solidification.

Question 5 :

Les coordonnées du point triple sont : $p_1 = 613 \text{ Pa}$ et $T_1 = 273 \text{ K}$. On considère une masse m d'eau dans un état initial i caractérisé par la température $T_i = 273 \text{ K}$ et la pression p_i égale à la pression atmosphérique. On opère alors un échauffement isobare de la masse m . La manipulation cesse dès que la masse m a totalement changé d'état. On est alors dans l'état f , caractérisé par la température T_f , la pression p_f et le volume V_f .

- A) L'eau sous forme vapeur initialement s'est liquéfiée.
- B) L'eau sous forme liquide initialement s'est vaporisée.
- C) Dans l'état i , l'eau est à l'état de liquide saturant.
- D) Dans l'état f , l'eau est à l'état de vapeur saturante.

Question 6 :

La chaleur latente massique de changement d'état (définie positive) est par définition :

- A) La variation d'enthalpie d'un kg de corps pur passant d'un état 1 à un état 2 plus condensé à température constante .
- B) La variation d'entropie d'un kg de corps pur passant d'un état 1 à un état 2 plus condensé à température constante .
- C) La variation d'enthalpie d'un kg de corps pur passant d'un état 1 à un état 2 moins condensé à température constante .
- D) La variation d'entropie d'un kg de corps pur passant d'un état 1 à un état 2 moins condensé à température constante .

La chaleur latente massique de vaporisation, supposée constante dans la gamme de température utilisée, est l_v . La capacité calorifique massique de l'eau liquide est c_l . Le volume du liquide est toujours négligé devant le volume de la vapeur. r est la constante massique des gaz parfaits.

On s'intéresse aux transferts thermique Q et mécanique W , et aux variations d'énergie interne ΔU_{if} , d'enthalpie ΔH_{if} et d'entropie ΔS_{if} entre les états i et f . Ces différentes grandeurs vérifient les résultats suivants :

On rappelle la variation d'entropie massique d'un liquide passant d'une température T_1 à T_2 $\Delta s_{12} = c_l \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$

Question 7 :

A) $W = -p_f V_f$

B) $\Delta S_{if} = mc_l \ln \frac{T_f}{T_i} + m \frac{l_v}{T_f}$

C) $W = -(p_f - p_i) V_f$

D) $\Delta S_{if} = mc_l \ln \frac{T_f}{T_i} - m \frac{l_v}{T_f}$

Question 8 :

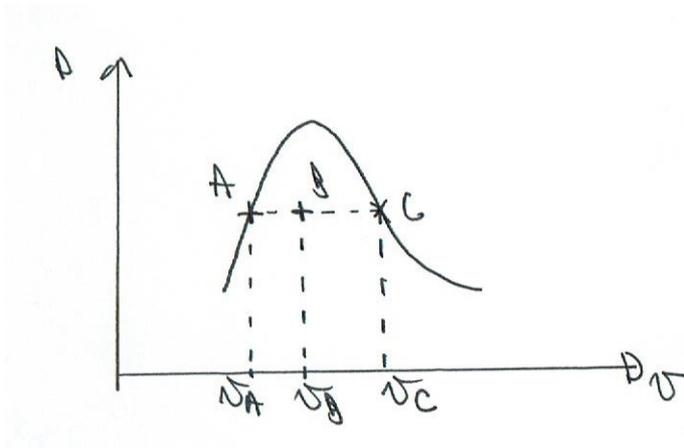
A) $\Delta H_{if} = mc_t(T_f - T_i) + ml_v$

B) $\Delta U_{if} = mc_t(T_f - T_i) + ml_v - p_i V_f$

C) $\Delta H_{if} = ml_v$

D) $\Delta U_{if} = mc_t(T_f - T_i) - p_f V_f$

On considère le diagramme de Clapeyron, l'eau peut être sous forme liquide, vapeur ou à l'équilibre liquide-vapeur . En abscisse figure le volume massique v . On note v_i , h_i et s_i les volume, enthalpies et entropie massiques aux différents points indiqués sur le schéma . M désigne la masse molaire de l'eau . $r = \frac{R}{M}$ Avec R constante des gaz parfaits .



Question 9 :

On appelle x le titre massique au point B .

A) $x = \frac{v_B - v_A}{v_C - v_A}$

B) $x = 1$

C) $x = \frac{v_B - v_A}{v_C - v_A}$

D) $x = \frac{v_C - v_B}{v_C - v_A}$

Question 10 :

A) $l_v = h_C - h_A$

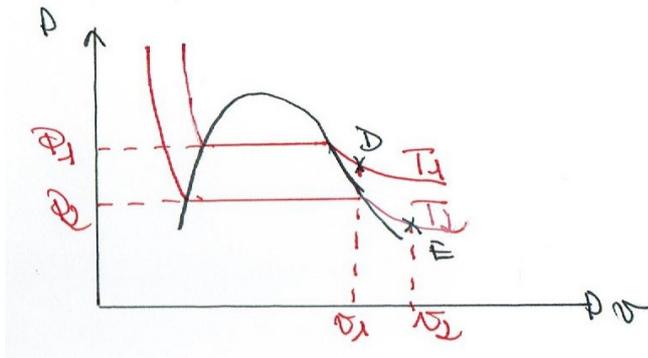
B) $\Delta h_{BC} = x l_v$

C) $l_v = h_A - h_C$

D) $\Delta h_{BC} = (1-x) l_v$

Question 11 :

On a tracé les deux isothermes T_1 et T_2 .



A) $\Delta h_{DE} = c_v(T_2 - T_1)$ avec $c_v = \frac{r}{\gamma - 1}$

B) $\Delta h_{DE} = c_p(T_2 - T_1) + P_2 v_2 - P_1 v_1$ avec $c_p = \frac{\gamma r}{\gamma - 1}$

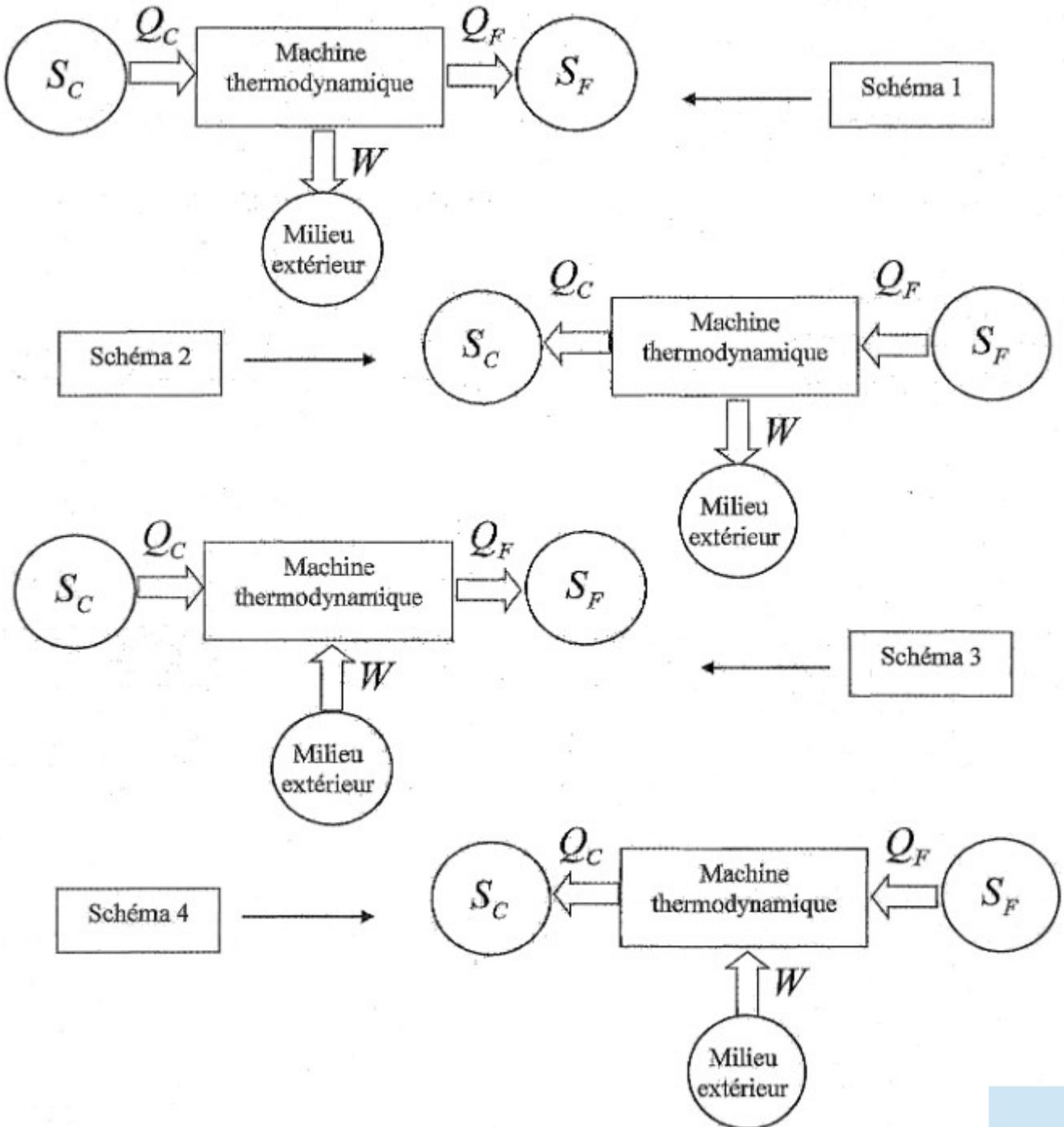
B) $\Delta h_{DE} = c_p(T_2 - T_1)$ avec $T_1 < T_2$

D) $\Delta h_{DE} = c_p(T_2 - T_1)$ avec $c_p = \frac{\gamma r}{\gamma - 1}$

Question 12 :

On s'intéresse au fonctionnement des machines dithermes thermodynamiques: moteur (M), machine frigorifique (MF) ou pompe à chaleur (PAC). On note S_C et S_F , T_C et T_F respectivement, la source chaude et la source froide, les températures de S_C et S_F . Au cours d'un cycle, on note W le travail mécanique reçu algébriquement par la machine de la part du milieu extérieur, et, Q_C et Q_F , respectivement, les transferts thermiques reçus par la machine de la part de S_C et S_F .

On considère les principes suivants où les flèches indiquent le sens réel des transferts entre la machine le milieu extérieur et les sources .



- A) Le schéma 1 est le principe du moteur.
- B) Le schéma 2 est le principe du moteur.
- C) Le schéma 3 est le principe de la pompe à chaleur.
- D) Le schéma 4 est le principe de la machine frigorifique.

Question 13 :

Pour le moteur :

A) $W > 0, Q_C > 0, Q_F < 0$

B) $W < 0, Q_C > 0, Q_F < 0$

C) $W < 0, Q_C < 0, Q_F > 0$

D) $W > 0, Q_C < 0, Q_F > 0$

Question 14 :

Pour la pompe à chaleur :

A) $W > 0, Q_C > 0, Q_F < 0$

B) $W < 0, Q_C > 0, Q_F < 0$

C) $W < 0, Q_C < 0, Q_F > 0$

D) $W > 0, Q_C < 0, Q_F > 0$

Question 15 :

Pour la machine frigorifique :

A) $W > 0, Q_C > 0, Q_F < 0$

B) $W < 0, Q_C > 0, Q_F < 0$

C) $W < 0, Q_C < 0, Q_F > 0$

D) $W > 0, Q_C < 0, Q_F > 0$

Question 16 :

On note η_M, η_{MF} et η_{PAC} les efficacités de M, MF et PAC. S^p l'entropie créée au cours d'un cycle. Les principes de la thermodynamique permettent d'obtenir :

A) $\eta_M = 1 + \frac{T_F}{T_C} - \frac{T_F S^p}{Q_C}$

B) $\eta_M = 1 - \frac{T_F}{T_C} - \frac{T_C S^p}{Q_F}$

C) $\eta_M = \frac{1}{1 + \frac{T_C}{T_F} + \frac{T_C S^p}{Q_F}}$

D) $\eta_M = 1 - \frac{T_F}{T_C} - \frac{T_F S^p}{Q_C}$

Question 17 :

A) $\eta_{PAC} = \frac{1}{1 + \frac{T_C}{T_F} + \frac{T_C S^p}{Q_F}}$

B) $\eta_{PAC} = 1 - \frac{T_F}{T_C} - \frac{T_F S^p}{Q_C}$

C) $\eta_{MF} = \frac{-1}{1 - \frac{T_C}{T_F} - \frac{T_C S^p}{Q_F}}$

D) $\eta_{PAC} = \frac{1}{1 - \frac{T_F}{T_C} - \frac{T_F S^p}{Q_C}}$

Un moteur thermique fonctionne réversiblement entre deux masses d'eau : une masse $m_1 = 600$ kg de température initiale $T_{01} = 360$ K et une masse $m_2 = 1000$ kg de température initiale $T_{02} = 300$ K

La capacité thermique massique de l'eau liquide vaut $c = 4,18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Le fonctionnement de la machine peut être décrit par une succession de cycles élémentaires.

Question 18 :

Le moteur cesse de fonctionner lorsque les deux masses d'eau ont atteint la même température T_{eq} . On a :

- A) $T_{eq} = T_{01} \frac{m_1}{m_1+m_2} T_{02} \frac{m_2}{m_1+m_2}$ B) $T_{eq} = \frac{T_{01} + T_{02}}{2}$
 C) $T_{eq} = \sqrt{T_{01} T_{02}}$ D) $T_{eq} = \frac{m_1 T_{01} + m_2 T_{02}}{m_1 + m_2}$

Question 19 :

Le travail W_f fourni à l'extérieur par le moteur pendant toute la durée du fonctionnement vérifie :

- A) $W_f = m_1 c (T_{eq} - T_{10}) + m_2 c (T_{eq} - T_{20})$ B) $W_f = m_1 c \ln\left(\frac{T_{eq}}{T_{10}}\right) + m_2 c \ln\left(\frac{T_{eq}}{T_{20}}\right)$
 C) $W_f = m_1 c (T_{10} - T_{eq}) + m_2 c (T_{20} - T_{eq})$ D) $W_f = m_1 c \ln\left(\frac{T_{10}}{T_{eq}}\right) + m_2 c \ln\left(\frac{T_{20}}{T_{eq}}\right)$

Question 20 :

Le rendement du moteur vaut :

- A) $\eta = 0,7$ B) $\eta = 0,1$
 C) $\eta = 1,2$ D) $\eta = 3$

Une machine thermique fonctionne en cycle fermé au cours duquel $n = 0,5$ mole d'un gaz supposé parfait subit entre trois états E_1 , E_2 , E_3 les transformations réversibles suivantes :

- $E_1 \rightarrow E_2$ une détente adiabatique ;
 $E_2 \rightarrow E_3$ une compression isotherme ;
 $E_3 \rightarrow E_1$ un réchauffement isobare.

On désigne par p_k , V_k et T_k les pressions, volumes et températures des états E_k , où $k = 1, 2$ ou 3 . La constante des gaz parfaits est $R \approx 8,3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ et $\gamma = C_{pm}/C_{vm}$ est le rapport de la capacité thermique molaire à pression constante sur la capacité thermique molaire à volume constant. On note respectivement Q et W la chaleur (transfert thermique) et le travail (transfert mécanique) reçus par le gaz au cours d'un cycle et Q_{ij} et W_{ij} respectivement la chaleur et le travail reçu par le gaz lors de la transformation menant de l'état E_i à l'état E_j .

On indique l'expression de l'entropie molaire S_m d'un gaz parfait de température T et de volume V :

$$S_m = C_{vm} \ln T + R \ln V + \text{Cte}$$

où Cte est une constante indépendante des paramètres d'état du gaz.

Question 21 :

L'état E_1 est caractérisé par $T_1 = 80^\circ\text{C}$ et $V_1 = 0,5 \text{ L}$. Calculer un ordre de grandeur de p_1 .

- A) $p_1 = 30 \text{ mbars}$ B) $p_1 = 3 \text{ bars}$ C) $p_1 = 30 \text{ bars}$ D) $p_1 = 300 \text{ bars}$

Question 22 :

Exprimer T_2 :

- A) $T_2 = \frac{V_1}{V_2} T_1$ B) $T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1$ C) $T_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\gamma T_1$ D) $T_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} T_1$

Question 23 :

Déterminer Q_{23} et Q_{31} :

A) $Q_{23} = nRT_2 \ln\left(\frac{V_3}{V_2}\right)$

B) $Q_{23} = nC_{pm}RT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_3}\right)$

C) $Q_{31} = nC_{pm}(T_1 - T_2)$

D) $Q_{31} = nRT_1 \ln\left(\frac{V_3}{V_1}\right)$

Question 24 :

Déterminer les variations d'entropie du gaz ΔS_{31} et ΔS_{23} respectivement entre les états $E_3 \rightarrow E_1$ et $E_2 \rightarrow E_3$.

A) $\Delta S_{31} = nR \ln\left(\frac{V_1}{V_3}\right)$

B) $\Delta S_{31} = nC_{pm} \ln\left(\frac{T_1}{T_2}\right)$

C) $\Delta S_{23} = nR \ln\left(\frac{T_3}{T_2}\right)$

D) $\Delta S_{23} = nR \ln\left(\frac{V_3}{V_2}\right)$

Question 25 :

Quels sont les signes de Q et de W ?

A) $Q > 0$

B) $Q < 0$

C) $W > 0$

D) $W < 0$

Question 26 :

Que vaut l'efficacité η de la machine, rapport du transfert d'énergie utile, compte tenu de la vocation de la machine, sur le transfert d'énergie nécessaire pour la faire fonctionner :

A) $\eta = 1 + \frac{Q_{23}}{Q_{31}}$

B) $\eta = 1 + \frac{Q_{31}}{Q_{23}}$

C) $\eta = \frac{1}{1 + Q_{31}/Q_{23}}$

D) $\eta = \frac{1}{1 + Q_{23}/Q_{31}}$

Question 27 :

Calculer l'efficacité η_m d'un cycle de Carnot fonctionnant entre les deux températures 175 K et 350 K pour une machine de même vocation.

A) $\eta_m = 25\%$

B) $\eta_m = 50\%$

C) $\eta_m = 75\%$

D) $\eta_m = 150\%$

Question 32 :

Calculer l'entropie créée $S^{(c)}$ durant la transformation.

$$A) S^{(c)} = \frac{nR}{\gamma - 1} \ln \left(\frac{T_f^2}{T_1 T_2} \right)$$

$$C) S^{(c)} = \frac{n\gamma R}{\gamma - 1} \ln \left(\frac{T_f^2}{T_1 T_2} \right)$$

$$B) S^{(c)} = \frac{nR}{\gamma} \ln \left(\frac{T_f^2}{T_1 T_2} \right)$$

$$D) S^{(c)} = n\gamma R \ln \left(\frac{T_f^2}{T_1 T_2} \right)$$

Question 33 :

Désormais, on suppose que \mathcal{P}_1 et \mathcal{P}_2 sont diathermanes et que \mathcal{P} est calorifugé. Le milieu extérieur, qui est toujours un pressostat de pression p_0 , devient également un thermostat de température T_e . Les conditions initiales sont inchangées : compartiment (I) à température T_1 , compartiment (II) à température T_2 et pressions p_0 identiques dans les deux compartiments. L'état final est l'état du système lorsqu'il n'évolue plus. Calculer la chaleur Q' reçue par le système des deux gaz entre l'état initial et l'état final.

$$A) Q' = \left(\frac{n\gamma R}{\gamma - 1} \right) (2T_e - T_1 - T_2)$$

$$C) Q' = \left(\frac{nR}{\gamma - 1} \right) (T_e - T_1 - T_2)$$

$$B) Q' = \left(\frac{nR}{\gamma - 1} \right) (T_e - T_1 - T_2)$$

$$D) Q' = \left(\frac{nR}{\gamma} \right) (2T_e - T_1 - T_2)$$

Question 34 :

Calculer l'entropie créée $S'^{(c)}$ durant cette transformation.

$$A) S'^{(c)} = \frac{nR}{\gamma - 1} \ln \left(\frac{T_e^2}{T_1 T_2} \right)$$

$$C) S'^{(c)} = \frac{n\gamma R}{\gamma - 1} \ln \left(\frac{T_e^2}{T_1 T_2} \right) - \frac{Q'}{T_e}$$

$$B) S'^{(c)} = \frac{nR}{\gamma} \ln \left(\frac{T_e^2}{T_1 T_2} \right)$$

$$D) S'^{(c)} = n\gamma R \ln \left(\frac{T_e^2}{T_1 T_2} \right) - \frac{Q'}{T_e}$$

Question 35 :

Dans un calorimètre contenant une masse d'eau $M = 1,00$ kg à la température $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$, on place un bloc de glace de masse $m = 500$ g à la température $\theta_0 = 0^\circ\text{C}$. l'ensemble est sous pression atmosphérique.

On appelle c_l la capacité thermique massique de l'eau liquide et L_f l'enthalpie massique de fusion de la glace à 0°C . On néglige la capacité thermique du calorimètre.

Dans l'état final, toute la glace n'a pas fondu, on appelle x la fraction massique de glace ayant fondu. x vérifie :

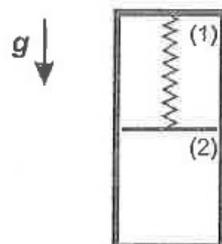
$$A) x = 1 - \frac{M c_l (\theta_1 - \theta_0)}{m L_f}$$

$$B) x = \frac{M c_l (\theta_1 - \theta_0)}{m L_f}$$

$$C) x = \frac{M c_l (\theta_0 - \theta_1)}{m L_f}$$

$$C) x = \frac{M c_l (\theta_1 - \theta_f) + m c_l (\theta_f - \theta_0)}{m L_f} \text{ avec } \theta_f > 0^\circ\text{C}$$

Un piston calorifugé de masse $m = 200$ g, de section S , suspendu à un ressort de raideur k , sépare initialement en deux volumes égaux V_i une enceinte adiabatique qui contient un gaz supposé parfait sous la pression p_i , à la température T_i . On note γ le rapport des capacités thermiques à pression et volume constants et $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ l'intensité du champ de pesanteur terrestre (Fig. ci-après). Le piston réalisant l'étanchéité, les deux compartiments sont isolés.



Question 36 :

Calculer la raideur du ressort dont l'allongement, dans l'état initial, est $a = 2 \text{ cm}$.

- A) $k = 100 \text{ N.m}^{-1}$ B) $k = 10 \text{ N.m}^{-1}$ C) $k = 1 \text{ N.m}^{-1}$ D) $k = 0,1 \text{ N.m}^{-1}$

Question 37 :

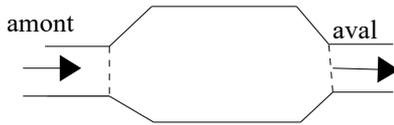
On suppose désormais que $a \approx 0$. Le piston étant maintenu dans sa position initiale, on vide l'enceinte contenant le ressort à l'aide d'une pompe et une fois le vide réalisé, on libère le piston qui se déplace alors vers le haut d'une hauteur b . Calculer la température T_2 du gaz restant dans le compartiment (2) (Fig. précédente).

- A) $T_2 = T_i + \frac{(\gamma - 1)T_i k b^2}{2p_i V_i}$ C) $T_2 = T_i - \frac{(\gamma - 1)T_i k b^2}{2p_i V_i}$
 B) $T_2 = T_i - \frac{\gamma T_i k b^2}{2p_i V_i}$ D) $T_2 = T_i - \frac{\gamma T_i k b^2}{p_i V_i}$

Question 38 :

Exprimer la nouvelle pression p_2 du gaz du compartiment (2) :

- A) $p_2 = \frac{k b}{S}$ B) $p_2 = p_i - \frac{k b}{S}$ C) $p_2 = \frac{k(a + b)}{S}$ D) $p_2 = p_i - \frac{k(a + b)}{S}$



On étudie l'écoulement d'un fluide (dont on négligera les variations d'énergie potentielle) dans un élément d'une machine thermique en régime stationnaire .

En amont , l'état du fluide est décrit par la pression P_1 , la température T_1 , le volume massique v_1 , la vitesse dans le référentiel d'étude c_1 , l'énergie interne massique u_1 et l'enthalpie massique h_1 .

On notera avec un indice 2 les grandeurs correspondantes pour le fluide en aval .

On note P_{th} la puissance thermique reçue par le fluide lors de l'écoulement d'amont en aval et P_u la puissance utile reçue par le fluide .

On note D_m le débit massique du fluide .

Question 39 :

Le travail des forces de pression exercées par le fluide situé en amont et aval du fluide situé dans l'élément considéré pendant dt s'écrit :

- A) $\delta W_P = (P_2 v_2 + P_1 v_1) D_m dt$ B) $\delta W_P = (P_1 v_1 - P_2 v_2) dt$
 C) $\delta W_P = (P_2 v_2 - P_1 v_1) D_m dt$ D) $\delta W_P = (P_1 v_1 - P_2 v_2) D_m dt$

Question 40 :

L'application du premier principe de la thermodynamique à un système fermé judicieusement choisi donne :

- A) $D_m (u_2 - u_1 + \frac{1}{2}(c_2^2 - c_1^2)) = P_{th} + Pu$ B) $D_m (h_2 - h_1 + \frac{1}{2}(c_2^2 - c_1^2)) = P_{th} + Pu$
 C) $D_m dt (h_2 - h_1 + \frac{1}{2}(c_2^2 - c_1^2)) = P_{th} + Pu$ C) $D_m (h_2 + h_1 + \frac{1}{2}(c_2^2 + c_1^2)) = P_{th} + Pu$

On s'intéresse au climatiseur d'un véhicule . Pour refroidir l'air intérieur du véhicule, un fluide frigorigène, l'hydrofluorocarbure HFC connu sous le code R134a effectue en continu des transferts énergétiques entre l'intérieur et l'extérieur du véhicule et le compresseur .

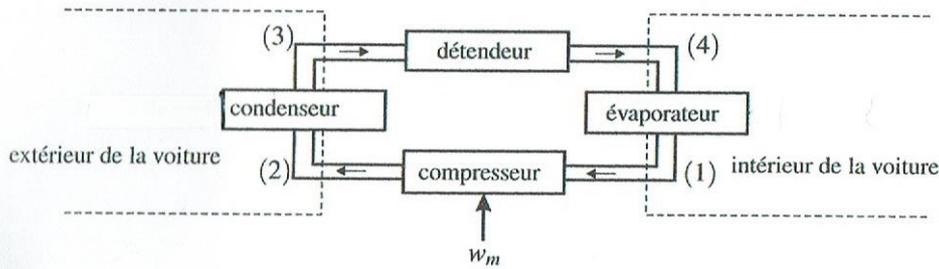
Sur le diagramme P est en bars, h en kJ.kg^{-1} et s en $\text{kJ.kg}^{-1} . \text{K}^{-1}$. On indicera avec un indice $i = 1,2,3$ ou 4 les enthalpies et entropies massiques aux points 1,2,3 et 4 du cycle . x_i désigne le titre massique en liquide au point i du diagramme .

Le transfert thermique reçu dans l'évaporateur permet la vaporisation isobare complète du fluide venant de (4) et conduit à de la vapeur à la température $T_1 = 5^\circ\text{C}$ et pression $P_1 = 3 \text{ bar}$: point (1) .

Le compresseur aspire la vapeur (1) et la comprime de façon isentropique jusqu'à la pression P_2 indiquée sur le diagramme ci-dessous .

Le fluide sortant du compresseur entre dans le condenseur dans lequel il est refroidi et totalement liquéfié de manière isobare jusqu'à la température $T_3 = 60^\circ\text{C}$: point (3) .

Le fluide sortant du condenseur est détendu dans le détendeur supposé adiabatique jusqu'à la pression de l'évaporateur P_1 . Le détendeur ne comporte aucune pièce mobile .



Après représentation du cycle répondre aux questions qui suivent .

Question 41 :

Dans l'état 1 le fluide est à l'état :

- A) Vapeur saturante
- B) équilibre liquide vapeur
- C) Liquide
- D) Vapeur sèche

Question 42 :

La température au point 2 et le travail massique reçu par le compresseur ont pour valeur .

- A) $T_2 = 70^\circ\text{C}$
- B) $w_m = 40\text{ kJ.kg}^{-1}$
- C) $T_2 = 60^\circ\text{C}$
- D) $w_m = 140\text{ kJ.kg}^{-1}$

Question 43 :

Au point 4 :

- A) $x_4 = 0,6 ; T_4 = 0^\circ\text{C}$
- B) $x_4 = 0,4 ; T_4 = 0^\circ\text{C}$
- C) $x_4 = 0,45 ; T_4 = 0^\circ\text{C}$
- D) $x_4 = 0,55 ; T_4 = 0^\circ\text{C}$

Question 44 :

L'efficacité de la climatisation vaut :

- A) $e = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1}$
- B) $e = \frac{h_2 - h_3}{h_1 - h_4}$
- C) $e = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$
- D) $e = \frac{h_2 - h_1}{h_1 - h_4}$

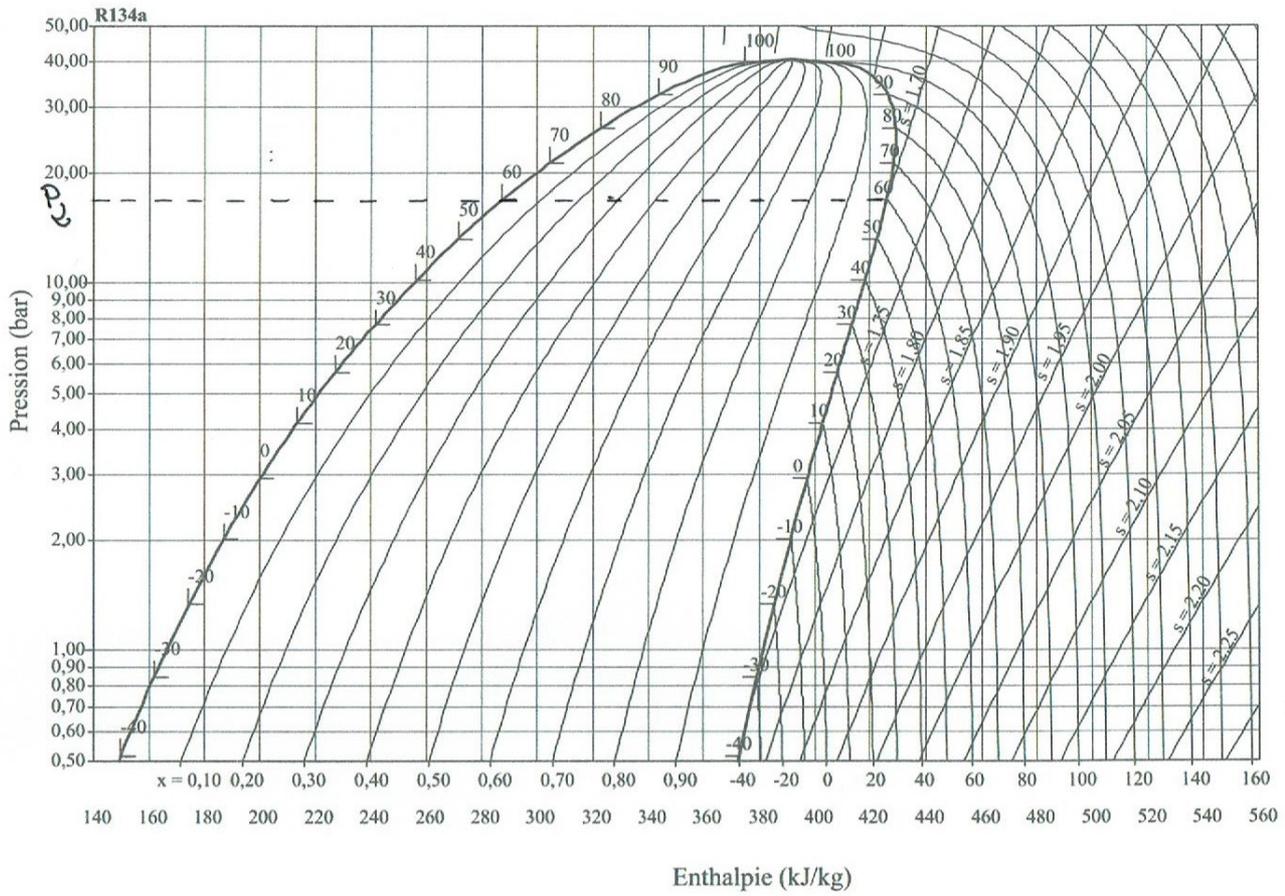


Diagramme enthalpique de l'hydrofluorocarbure HFC - R134a.