



السنة: الثانية ميكانيك
التاريخ: 12-05-2026
المدة: ساعة ونصف
المجموعة: (الافواج من 1 الى 3)

اللقب والاسم:
رقم التسجيل:
الفوج:
الموسم الجامعي: 2025-2026

تعليمات مهمة:
✓ على الطالب ملئ كل المعلومات المتعلقة بهويته.
✓ يمنع منعاً باتاً التنشيط في الورقة.
✓ يلتزم الطالب بالوقت المحدد لإجراء الامتحان.
✓ على الطالب أن يكتب بخط واضح ومفروق.
✓ كل محاولة للغش تعرض صاحبها إلى العقوبة.
✓ تنكر دائماً بأن فهم السؤال نصف الإجابة.

Corrigé type de module thermodynamique2

Questions de cours1 (3pts).

Répondre avec (Oui) ou (Non) et donner un exemple pour chaque système.

Nature du système	Echange d'énergie	Echange de matière	Exemple
Fermé	Oui (٥,١٢)	Non (٥,١٢)	Un circuit de refroidissement d'un réfrigérateur ou d'un moteur de voiture. (٥,١٢)
Ouvert	Oui (٥,١٢)	Oui-20 (٥,١٢)	Un réacteur chimique ouvert à l'air, un feu de bois. (٥,١٢)

Questions de cours2 (3 pts).

1- Quelle est la différence entre la machine thermique **monotherme** et la machine thermique **ditherme** ?

- la machine thermique **monotherme** : une seule source de chaleur.

$$\Delta U = 0 \Rightarrow Q + W = 0 \Rightarrow Q = -W$$

$$S_{\text{échangée}} = \frac{Q}{T} \Rightarrow S_{\text{créée}} = -\frac{Q}{T} \Rightarrow \frac{Q}{T} \leq 0 \Rightarrow W \geq 0$$

$(W \geq 0) \Rightarrow$ [Le travail se fait de l'extérieur vers la machine] $\Rightarrow$ [La machine monotherme est un système récepteur]

- la machine thermique **ditherme** : Deux sources de chaleur.



1^{er} Principe : $\Delta U = Q_1 + Q_2 + W = 0$ (cycle)

2nd Principe : inégalité de Clausius $\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} \leq 0$

2- Le cycle de Carnot est un cycle moteur **ditherme** idéal constitué de **deux transformations isotherme** et **deux transformations adiabatiques**.

Solution de L'exercice 1 : (4 pts)

A- La pression de la vapeur.

A partir du tableau de vapeur saturée (A-4)

$P(T_{sat@235^\circ}) = 3062.6 \text{ KPa}$

B- La qualité du mélange saturé (le titre).

$v_f = v_{f@235^\circ} = 0.001219 \frac{m^3}{kg}$ et $v_g = v_{g@235^\circ} = 0.065300 \frac{m^3}{kg}$

A partir du tableau de vapeur saturée (A-4)

$m_f = \frac{V_f}{v_f} = \frac{\frac{1}{4} \times 3}{0.001219} = 615.258 \text{ kg}$

$m_g = \frac{V_g}{v_g} = \frac{\frac{3}{4} \times 3}{0.065300} = 34.456 \text{ kg}$

$m_t = m_f + m_g = 615.258 + 34.456 = 649.714 \text{ kg}$

$X = \frac{m_g}{m_t} = \frac{34.456}{649.714} = 0.053$

C- La masse volumique

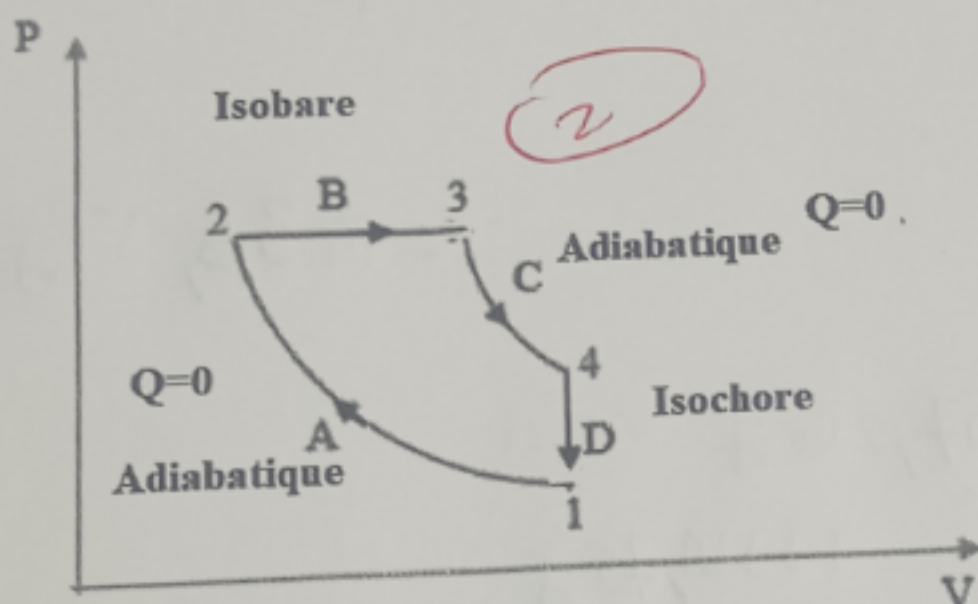


$$v_{mél@235C} = v_f + x(v_g - v_f) = 0.001219 + 0.0534 \times (0.065300 - 0.001219) \\ = 0.0046 \frac{m^3}{kg}$$

$$\rho_{mél@245C} = \frac{1}{v_{mél@235C}} = \frac{1}{0.0046} = 217.39 \frac{kg}{m^3}$$

Solution du l'exercice 2 : (6pts)

1-Le cycle sur le diagramme de Clapeyron :



* 2

- Transformation A :

$$V_1 = \frac{nRT_1}{P_1} = \frac{8.314 \times 298}{10^5} = 7.078 \cdot 10^{-3} m^3$$

$$V_2 = \frac{V_1}{a} = \frac{7.078 \cdot 10^{-3}}{9} = 0.805 \cdot 10^{-3} m^3$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma} = a^{\gamma} \Rightarrow P_2 = P_1 a^{\gamma} = 64.327 \cdot 10^5 Pas$$

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{nR} = T_1 a^{\gamma-1} = 684.4 K$$

-Transformation B :

$$P_3 = P_2 = a^{\gamma} \cdot P_1 = 64.327 \cdot 10^5 Pas$$

$$V_3 = \frac{V_4}{b} = \frac{V_1}{b} = \frac{7.078 \cdot 10^{-3}}{4} = 1.78 \cdot 10^{-3} m^3$$

$$T_3 = \frac{PV}{R} = \frac{a^{\gamma}}{b} T_1 = 1369.24 K$$

للإطلاع على علامات الامتحان، وتاريخ ومكان الامتبار، وتقديم مختلف الانشغالات الخاصة بالامتحانات تفضلوا بزيارة العناوين الإلكترونية التالية:



- Transformation C :

$$V_4 = V_1 = 7,068 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \quad (0,25)$$

$$P_4 = P_3 \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^\gamma = P_1 \left(\frac{a}{b} \right)^\gamma = 9,236 \times 10^5 \text{ Pas} \quad (0,25)$$

$$T_4 = T_1 \left(\frac{a}{b} \right)^\gamma = 786,426 \text{ K} \quad (0,25)$$

*3

Transformation A :

$$(0,25) \quad Q_A = 0 \quad W_A = C_V(T_2 - T_1) = \frac{R}{\gamma - 1} (a^{\gamma-1} - 1) T_1 = -8035,97 \text{ J} \quad (0,25)$$

Transformation B :

$$W_B = -P_2(V_3 - V_2) = -5757,26 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$Q_B = C_p(T_3 - T_2) = \frac{\gamma R}{\gamma - 1} (T_3 - T_2) = 19921,75 \text{ J} \quad (0,25)$$

Transformation C :

$$(0,25) \quad Q_C = 0 \quad W_C = C_V(T_4 - T_3) = \frac{R}{\gamma - 1} (T_4 - T_3) = -12113,78 \text{ J} \quad (0,25)$$

Transformation D :

$$Q_{BD} = C_V(T_1 - T_4) = -10151,93 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$W_D = 0 \quad (0,25)$$