

DS 4 : Chimie & Thermodynamique des systèmes ouvert & Transferts thermiques Éléments de correction

N°	Elts de rép.	Pts	Note
00-00	Titre de l'exo	0	0
0	éléments de réponse	0	0

01-07	Chimie		
01-03	Structure du soufre		
1	électron de cœur : $1s^2 2s^2 2p^6$ électron de valence : $3s^2 3p^4$	1	
2	$n = 3$ donc 3ième période, 6 électrons de valence donc colonne VI ou $6+10 = 16$ L'oxygène O qui a 6 électron de valence. O est plus électronégatif car au dessus.	1	
3	$\text{no}(\text{S}_2) = 0$, $\text{no}(\text{H}_2\text{S}) = -\text{II}$, $\text{no}(\text{SO}_2) = +\text{IV}$	1	
04-07	Thermochimie de la silice		
4	La condensation est une réaction de changement d'état de l'état gaz à l'état solide. La transformation inverse est la sublimation.	1	
5	L'état initial pour définir une enthalpie standard de formation est un corps dans l'état standard de référence. Or l'élément O est déjà dans son état standard de référence, et Si est thermodynamiquement le plus stable à 298 K sous forme solide.	1	
6	La variation d'une fonction d'état ne dépend que des états initial et final. Sur un cycle, l'état final est le même que l'état initial : donc la variation d'une fonction d'état est nulle.	1	
7	$\text{SiO}_2(\text{g}) \xrightarrow{\Delta_{\text{cond}} H^\circ(\text{SiO}_2)} \text{SiO}_2(\text{s})$ et $\text{SiO}_2(\text{g}) \xrightarrow{\Delta H_1^\circ} \text{Si}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad -\Delta_{\text{sub}} H^\circ(\text{Si}) \quad \text{Si}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\Delta H_f^\circ(\text{Si})} \text{SiO}_2(\text{s})$ d'où $\Delta_{\text{cond}} H^\circ(\text{SiO}_2) = \Delta H_1^\circ + \Delta H_f^\circ(\text{Si}) - \Delta_{\text{sub}} H^\circ(\text{Si})$ on en déduit $\Delta_{\text{cond}} H^\circ(\text{SiO}_2) = -216 \text{ kJ.mol}^{-1} < 0$. Cette réaction est effectivement exothermique.	1	

08-23	Climatisation		
08-13	Principe		
8	Le fluide R134a reçoit de la source froide un transfert thermique $Q_F > 0$ Le fluide R134a reçoit de la source chaude un transfert thermique $Q_C < 0$ Le fluide R134a reçoit du compresseur un travail $W > 0$ L'air pulsé peut être identifié à la source froide (on souffle de l'air froid dans l'habitable)	1	
9	Dans le condenseur le fluide R134a va se liquéfier. En se liquéfiant, en se liquéfiant il va céder de l'énergie $Q < 0$ or $Q_c < 0$ donc le condenseur est au contact de la source chaude et est traversé par le fluide R134a. Il permet le transfert thermique du fluide R134a vers la source chaude.	1	
10	Dans l'évaporateur le fluide R134a va s'évaporer. En se vaporisant le fluide reçoit de l'énergie donc $Q > 0$ or $Q_F > 0$ donc l'évaporateur est au contact de la source froide et est traversé par le fluide R134a. Il permet le transfert thermique de la source froide vers le fluide R134a.	1	
11	Dans le compresseur, la transformation idéale subie par le fluide est adiabatique et réversible. En effet un compresseur apporte un travail au fluide pour faire varier sa pression mais ne le réchauffe pas. S'il fonctionne de manière idéale sans frottement par exemple il peut fonctionner en sens inverse et donner une turbine. La transformation est donc isentropique. Si le fluide est un gaz parfait qui subit une transformation isentropique, alors il suit les lois de Laplace $pV^\gamma = \text{cte}$ qui donne pour la température $p^{1-\gamma}T^\gamma = \text{cte}$	1	
12	Dans le détendeur la transformation est aussi adiabatique, on n'échange pas de transfert thermique car on est pas en contact avec une source chaude ou froide. Si elle était idéale, elle serait aussi réversible.	1	
13	L'évaporateur est au contact de la source froide et reçoit de l'énergie. La source froide est l'air et l'eau de l'habitable qui va pouvoir de liquéfier en cédant de l'énergie pour former des gouttes d'eau ou se condenser pour former du givre.	1	
14-23	Etude du DIAGRAMME log(P), h (ANNEXE 1)		
14	identifier les zones L, L+G, et G. Pour un gaz parfait on a $\Delta h = c_p \Delta T$, donc une isotherme d'équation $\Delta T = 0$ est aussi une isenthalpe d'équation $\Delta h = 0$ qui est verticale. Si on est dans le domaine gaz, à faible pression et loin de la courbe de rosée, on remarque que les isothermes sont verticales.	1	

15	Le cycle est parcouru dans le sens trigonométrique, on peut prendre par exemple la réaction à basse pression au contact de la source froide, où $Q_F > 0$ donc h augmente.	1	
16	De 1 à 2, compresseur et isentropique De 2 à 3, condenseur et isobare De 3 à 4, détendeur et isenthalpe De 4 à 1, évaporateur et isobare	1	
17	Le compresseur suit une transformation isentropique, donc on a un compresseur calorifugé (adiabatique) et réversible (pas de frottement)	1	
18	on écrit le 1er principe industriel $\Delta h + \Delta e_m = w_u + q$ or adiabatique et sans variation d'énergie mécanique donc $w_u = \Delta h = h_2 - h_1 = 34 \text{ kJ.kg}^{-1} > 0$ ce qui est normal car le fluide reçoit un travail.	1	
19	on écrit le 1er principe industriel avec pas de variation d'énergie mécanique et pas de travail utile dans l'évaporateur donc $\Delta h = q$ donc $q_F = h_1 - h_4 = 132 \text{ kJ.kg}^{-1} > 0$ ce qui est normal car le fluide prend de l'énergie à l'air de l'habitable.	1	
20	efficacité est $e = \frac{q_F}{w_u} = 3,9$, il peut être plus grand que 1 car il ne s'agit pas d'une conversion d'énergie mais on utilise le travail du compresseur pour orienter le transfert thermique de la source froide vers la source chaude.	1	
21	Pour un climatiseur idéal on applique le 1er et 2nd principe sur un cycle : $\Delta U = Q_c + Q_F + W = 0$ et $\Delta S = \frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_F}{T_F} + 0 = 0$ avec $S_c = 0$ car réversible. Donc $e = \frac{Q_F}{W} = -\frac{Q_F}{Q_c + Q_F} = -\frac{1}{\frac{Q_c}{Q_F} + 1} = -\frac{1}{-\frac{T_c}{T_F} + 1} = \frac{1}{\frac{T_c}{T_F} - 1} = 4,3$ On a bien une valeur plus grande dans le cas réversible. Le cycle réalisé en annexe 1 n'est pas idéal à cause de la transformation dans le détendeur qui est irréversible, elle suit une isenthalpe différente d'une isentrope.	1	

22	Si l'évolution dans le compresseur est irréversible mais toujours adiabatique, alors $\Delta s = s_c > 0$ donc le point 2 est déplacé vers la droite, il faut fournir plus de travail w_u .	1	
23	La puissance fournie par le compresseur est $P_{comp} = D_m w_u = 5,1$ kW et le moteur fournit une puissance de $P_{mot} = 30$ kW donc la surconsommation est de $\frac{P_{comp}}{P_{mot}} = 0,17$	1	

	Conditionnement d'air d'une voiture		
	Loi empirique de Fourier : $\vec{j}_{th} = -\lambda \overrightarrow{\text{grad}T}$ avec la densité de courant thermique \vec{j}_{th} qui s'exprime en W.m^{-2} , le gradient de température $\overrightarrow{\text{grad}T}$ qui s'exprime en K.m^{-1} et donc la conductivité thermique λ qui s'exprime en $\text{W.K}^{-1}.\text{m}^{-1}$.	1	
	On est dans le cas à 1D en coordonnée cartésienne avec $T(x, y, z, t) = T(z, t)$, on est en régime permanent donc $T(z, t) = T(z)$. On effectue un bilan sur un élément de volume mésoscopique entre z et $z+dz$ de volume sdz qui donne $dH(t+dt) - dH(t) = \Phi(z)dt - \Phi(z+dz)dt$ donc $\rho s dz(h(t+dt) - h(t)) = -(\Phi(z+dz) - \Phi(z))$ donc $\rho s \frac{\partial h}{\partial t} = -\frac{\partial \Phi}{\partial z}$ donc $\frac{\partial \Phi}{\partial z} = -\rho s c \frac{\partial T}{\partial t} = 0$ donc $\Phi(z) = \Phi = \text{cte}$ $\Phi = \iint j_{th}(z) dx dy = j_{th} s = -\lambda s \frac{\partial T}{\partial z}$ donc $\frac{\partial T}{\partial z} = -\frac{\Phi}{\lambda s} = \text{cte}$, or les conditions aux limites sont T_{ext} en $z = 0$ et T_{int} en $z = e$ donc en intégrant la relation précédente entre 0 et e on obtient $T_{int} - T_{ext} = -\frac{e\Phi}{\lambda s}$ d'où $\Delta T = \frac{e}{\lambda s} \Phi$ et $R_{th} = \frac{e}{\lambda s}$	1	
	Association en série si elles sont traversées par le même flux Φ l'un après l'autre : donc 2 couches superposées, on a alors $R = R_1 + R_2$ Association en parallèle de 2 si elles ont les mêmes températures aux limites : donc 2 couches côte à côte, on a alors $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	1	
	$R_1 = \frac{e_1}{\lambda_1 l L}$, $R_2 = \frac{e_1}{\lambda_1 2(H-d)(l+L)}$, $R_3 = \frac{e_2}{\lambda_2 2d(l+L)}$	1	
	faire un schéma de 4 résistances en parallèles $R_1 // R_2 // R_3 // R_1$ on a donc $R_v = \frac{1}{2/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3}$	1	
	$R_v = \frac{1}{14 + 12 + 3450} = 2,9.10^{-4} \text{ K.W}^{-1}$ et $R_3 = \frac{e_2}{\lambda_2 2d(l+L)} = 2,9.10^{-4} \text{ K.W}^{-1}$ La quasi-totalité du flux thermique est perdu par la voiture via les vitres.	1	

	<p>Loi de Newton $j \cdot \vec{n} = h(T - T_o)$ avec \vec{n} le vecteur normal à l'interface solide/fluide orienté du solide vers le fluide, T_o la température du fluide.</p> <p>$\Phi = js = hs\Delta T$ donc $R = \frac{1}{hS}$. On doit ajouter en série de R_v une résistance R avant et après pour les interfaces air/solide à l'intérieur et à l'extérieur de la voiture.</p>	1	
	<p>On veut que la température intérieure soit constante donc on est en régime permanent donc $\Delta T = R_{tot}\Phi_{tot}$ donc $\Phi_{tot} = G\Delta T$ donc $np + P_1 = G(T_{int} - T_{ext})$ donc $P_1 = G(T_{int} - T_{ext}) - np$</p>	1	
	<p>en été $P_1 = -1800 \text{ W} < 0$ c'est une climatisation en hiver $P_1 = 4200 \text{ W} > 0$ c'est un chauffage pas besoin de conditionnement supplémentaire si $P_1 = 0$ donc $0 = G(T_{int} - T_{ext}) - np$ d'où $T_{ext} = T_{int} - \frac{np}{G} = 291 \text{ K} = 18 \text{ °C}$</p>	1	