

**DS-7 (CCINP-e3a) - Barème**

	👉	👍	👍👍
<b>Connaissance du cours</b>			
<b>Quantité de questions traitées</b>			
<b>Détail/Rigueur de la rédaction</b>			
<b>Utilisation appropriée de schémas</b>			
<b>Soin de la rédaction</b>			
<b>Commentaires pertinents</b>			

	Problème 1 : Quelques caractéristiques physiques de Mars (d'après CCS-TSI-2019)	élève	prof	max
<b>Q.19</b>	• $PV = nRT$ avec $P$ en $Pa$ , $V$ en $m^3$ , $n$ en $mol$ , $T$ en $K$ • $R$ en $J.K^{-1}.mol^{-1}$			1
<b>Q.20</b>	• $\rho = \frac{PM}{RT}$			0.5
<b>Q.21</b>	• P.F. Statique dans le référentiel martien galiléen à l'élément entre $z$ et $z + dz$ • $\frac{dP}{dz} = -\rho g_0$ • $P(z) = P_0 e^{-\frac{Mgz}{RT_0}}$ • BONUS si rappel des hypothèses $T = T_0 = cste$ et $g = g_0 = cste$			1.5(+0.5)
<b>Q.22</b>	• $P_0 = P_1 e^{\frac{Mgz_1}{RT_0}}$ • $P_0 \simeq 480 Pa$ • $P_0 \ll P^0 = 10^5 Pa$ • BONUS si non surprenant car gravité beaucoup plus faible sur Mars			1.5(+0.5)
<b>Q.23</b>	• $\rho(z) = \rho_0 e^{-\frac{Mgz}{RT_0}}$ avec $\rho_0 = \frac{P_0 M}{RT_0}$ • $\rho_0 = 1.19 \times 10^{-2} kg.m^{-3}$ • BONUS si très faible comparé à l'air sur Terre $\rho_{0,air} \simeq 1 kg.m^{-3}$ • BONUS si non surprenant avec une faible gravité			1(+1)
<b>Q.24</b>	• Hypothèses $T = T_0 = cste$ et $g = g_0 = cste$ probablement non valides			0.5
<b>Q.25</b>	• $H = \frac{RT_0}{Mg_0}$			0.5
<b>Q.26</b>	• $H = 10.9 km$ • $H_{Terre} = 8.36 km$ • Même ordre de grandeur : pur hasard !			1.5
<b>Total</b>				8

	Problème 2 : À propos de la structure interne de la Terre (d'après CCS-PSI-2024)	élève	prof	max
<b>Q.28</b>	• Schéma avec sens des échanges thermiques • Loi de Fourier $\vec{j}_{th} = -\lambda \frac{dT}{dr} \vec{e}_r$ • $\phi(r) = -4\pi r^2 \lambda \frac{dT}{dr}$			1.5
<b>Q.29</b>	• Si on néglige la radioactivité du noyau, alors $\phi = cste$ car on est en régime stationnaire en l'absence de source et de puits de chaleur • $\lambda = \frac{\phi_{th,pr}}{T_1 - T_2} \left[ \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right]$			1
<b>Q.30</b>	• $\lambda = 355 W.K^{-1}.m^{-1}$ • BONUS si cohérent avec métal (Fe, Ni dans le noyau)			0.5(+0.5)
<b>Q.31</b>	• Conduction surestimée $\Rightarrow \exists$ forcément convection dans le liquide			0.5
<b>Q.32</b>	• Schéma de la cristallisation entre $t$ et $t + dt$ • Bilan d'enthalpie à la couche comprise entre $r$ et $r + dr$ entre $t$ et $t + dt$ (ou premier principe à $P = cste$ car changement d'état à $P$ et $T$ constantes) • $d(\delta H) = \delta^2 Q$ • $d(\delta H) = \delta H(t + dt) - \delta H(t) = 0$ car stationnaire • $\delta^2 Q = [\phi(r) - \phi(r + dr)] dt - \mu_N 4\pi r^2 dr \Delta h_{sol}$ • $\phi_{th,d} = \phi(r) - \phi(r + dr)$ • $\frac{dr}{dt} = \tau$ • $\tau = -\frac{\phi_{th,d}}{\mu_N 4\pi r^2 \Delta_{sol} h}$ • Or $r \simeq R_1$ au niveau de la croissance de la graine (croissance très lente) $\Rightarrow$ $\tau = -\frac{\phi_{th,d}}{\mu_N 4\pi R_1^2 \Delta_{sol} h}$ • BONUS si $\tau > 0$ car $\Delta_{sol} h < 0$ (entropie baisse lors de la solidification)			4.5(+0.5)
<b>Q.33</b>	• Conversion $\tau = 9.5 \times 10^{-12} m.s^{-1}$ • $\Delta_{sol} h = -570 kJ.kg^{-1}$ • BONUS si bon ODG et écart non surprenant car $P$ et $T$ plus élevées !			1(+0.5)
<b>Total</b>				9

Problème 3 : Optimisation du rendement de cultures maraîchères (d'après CCS-TSI-2024)		élève	prof	max
Q.23	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schéma avec sens des échanges thermiques</li> <li><math>e \ll L, \ell \Rightarrow</math> invariances milieu et sources selon <math>y</math> et <math>z \Rightarrow T(x, t)</math></li> </ul>			1
Q.24	<ul style="list-style-type: none"> <li>1<sup>er</sup> principe appliqué à la tranche entre <math>x</math> et <math>x + dx</math> entre <math>t</math> et <math>t + dt</math></li> <li><math>d(\delta U) = \delta^2 Q + \delta^2 W</math> • <math>\delta^2 W = 0</math> car pas de variation de volume</li> <li><math>d(\delta U) = \rho c S \frac{\partial T}{\partial t} dt dx</math> • <math>\delta^2 Q = -S \frac{\partial j}{\partial x} dx dt</math> • Finalement <math>\frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{1}{\rho c} \frac{\partial j}{\partial x}</math></li> </ul>			3
Q.25	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le signe " - " traduit le fait que le flux chaleur va du chaud vers le froid</li> </ul>			0.5
Q.26	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\vec{j} = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \vec{u}_x</math></li> </ul>			0.5
Q.27	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>D = \frac{\lambda}{\rho c}</math> est le coefficient de diffusion (ou diffusivité) thermique, en <math>m^2 \cdot s^{-1}</math></li> </ul>			0.5
Q.28	<ul style="list-style-type: none"> <li>En ordre de grandeur : <math>\frac{T}{\tau} \simeq D \frac{T}{e^2}</math>, soit <math>\tau = \frac{\rho c e^2}{\lambda}</math> • <math>\tau \simeq 1000</math> s</li> <li>BONUS <math>\tau \ll</math> temps caractéristique de variation de température dans la journée <math>\Rightarrow</math> régime quasi-stationnaire (cf après)</li> </ul>			1(+0.5)
Q.29	<ul style="list-style-type: none"> <li>En régime stationnaire <math>\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0</math> • C.L. <math>\Rightarrow T(x) = \frac{T_e - T_i}{e} x + T_i</math></li> </ul>			1
Q.30	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\phi = \iint \vec{j} \cdot \vec{dS}</math> • <math>\phi = \frac{\lambda S (T_e - T_i)}{e}</math></li> </ul>			1
Q.31	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analogie avec la loi d'Ohm <math>U = \Delta V = RI</math>, on a <math>T_i - T_e = R_{th} \phi</math> • <math>R_{th} = \frac{e}{\lambda S}</math></li> <li><math>R_{th} = 1.6 \times 10^{-3} K \cdot W^{-1}</math></li> </ul>			1.5
Q.32	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>P_{th} = \phi</math> • Association résistances thermiques en série <math>\Rightarrow P_{th} = \phi = \frac{T_i - T_e}{R_{th} + R_{cc}}</math></li> <li><math>P_{th} = 5.4</math> kW • Puissance importante <math>\Rightarrow</math> chauffage serres coûteux sans soleil</li> </ul>			2
Q.33	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schéma de principe du cycle • BONUS si températures sur le schéma</li> <li>BONUS si signes des grandeurs sur le schéma</li> <li>Chambre froide au niveau de l'évaporateur • zone où fluide le plus froid</li> </ul>			1.5(+1)
Q.34	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>W &gt; 0</math> car récepteur • <math>Q_c &lt; 0</math> et <math>Q_f &gt; 0</math> car le fluide cède de la chaleur à l'ext. dans le condenseur et en récupère dans l'évaporateur</li> <li>BONUS si sens inverse des échanges spontanés</li> </ul>			1(+0.5)
Q.35	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>e = COP = \frac{Q_f}{W}</math> • BONUS si mention des signes de <math>Q_f</math> et <math>W</math></li> </ul>			0.5(+0.5)
Q.36	<ul style="list-style-type: none"> <li>1<sup>er</sup> ppe indus. sur un cycle en régime stat. appliqué au fluide en écoulement</li> <li>Variation s'annule sur un cycle car grandeur d'état • <math>0 = W + Q_f + Q_c</math></li> <li>2<sup>nd</sup> ppe indus. sur un cycle en régime stat. appliqué au fluide en écoulement (ou égalité de Clausius car réversible) • <math>0 = \frac{Q_f}{T_f} + \frac{Q_c}{T_c}</math> • <math>e_C = \frac{T_f}{T_c - T_f}</math></li> <li>En réalité, la transformation est réversible, donc <math>e &lt; e_C</math></li> </ul>			3.5
Q.37	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>e_C = 6.57</math> • Surestimé car <math>e_{réel} \simeq 3</math> ou <math>4</math> • BONUS si <math>e &gt; 1</math> cohérent</li> </ul>			1(+0.5)
Q.38	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cycle correct • Points 1 à 7 figurés sur le diagramme</li> </ul>			1
Q.39	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cycle récepteur dans le sens anti-horaire (cf "trigo-frigo")</li> </ul>			0.5
Q.40	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 <math>\rightarrow</math> 4 correspond au palier de changement d'état liquide-vapeur</li> <li>3 : liquide saturé et 4 : vapeur saturée</li> </ul>			1
Q.41	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lecture directe <math>x_v \simeq 0.3</math></li> <li>BONUS si calcul à partir du théorème des moments</li> </ul>			0.5(+0.5)
Q.42	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\Delta h = w_i + q</math></li> </ul>			0.5
Q.43	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de pièce mobile dans l'évaporateur <math>\Rightarrow w_{61} = 0</math></li> <li><math>q_f = h_1 - h_6</math> • <math>q_f = 146</math> kJ.kg<sup>-1</sup></li> </ul>			1.5
Q.44	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>q_c = h_5 - h_2</math> • <math>q_c = -186</math> kJ.kg<sup>-1</sup> • BONUS si signe cohérent</li> </ul>			1(+0.5)
Q.45	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compresseur adiabatique <math>\Rightarrow q = 0</math> • <math>w_i = h_2 - h_1</math> • <math>w_i = 40</math> kJ.kg<sup>-1</sup> &gt; 0</li> </ul>			1.5
Q.46	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>e = 3.65</math></li> </ul>			0.5
Q.47	<ul style="list-style-type: none"> <li>Puissance thermique extraite de la chambre froide : <math>\mathcal{P}_{th,f} = D_m q_f</math></li> <li><math>\mathcal{P}_{th,f} = 23.4</math> kW • BONUS si ordre de gr. cohérent pour petit moteur</li> </ul>			1(+0.5)
<b>Total</b>				28.5
<b>TOTAL</b>				45.5