

DS-7 (CCINP-e3a) - Barème

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

	Problème 1 : Quelques caractéristiques physiques de Mars (d'après CCS-TSI-2019)	élève	prof	max
Q.19	• $PV = nRT$ avec P en Pa , V en m^3 , n en mol , T en K • R en $J.K^{-1}.mol^{-1}$			1
Q.20	• $\rho = \frac{PM}{RT}$			0.5
Q.21	• 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)
Q.22	• $P_0 = P_1 e^{\frac{Mgz_1}{RT_0}}$ • $P_0 \simeq 480 Pa$ • $P_0 \ll P^0 = 10^5 Pa$ • BONUS si non surprenant car gravité beaucoup plus faible sur Mars			1.5(+0.5)
Q.23	• $\rho(z) = \rho_0 e^{-\frac{Mgz}{RT_0}}$ 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)
Q.24	• Hypothèses $T = T_0 = cste$ et $g = g_0 = cste$ probablement non valides			0.5
Q.25	• $H = \frac{RT_0}{Mg_0}$			0.5
Q.26	• $H = 10.9 km$ • $H_{Terre} = 8.36 km$ • Même ordre de grandeur : pur hasard !			1.5
Total				8

	Problème 2 : À propos de la structure interne de la Terre (d'après CCS-PSI-2024)	élève	prof	max
Q.28	• 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
Q.29	• 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
Q.30	• $\lambda = 355 W.K^{-1}.m^{-1}$ • BONUS si cohérent avec métal (Fe, Ni dans le noyau)			0.5(+0.5)
Q.31	• Conduction surestimée $\Rightarrow \exists$ forcément convection dans le liquide			0.5
Q.32	• 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)
Q.33	• 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)
Total				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"> Schéma avec sens des échanges thermiques $e \ll L, \ell \Rightarrow$ invariances milieu et sources selon y et $z \Rightarrow T(x, t)$ 			1
Q.24	<ul style="list-style-type: none"> 1^{er} principe appliqué à la tranche entre x et $x + dx$ entre t et $t + dt$ $d(\delta U) = \delta^2 Q + \delta^2 W$ • $\delta^2 W = 0$ car pas de variation de volume $d(\delta U) = \rho c S \frac{\partial T}{\partial t} dt dx$ • $\delta^2 Q = -S \frac{\partial j}{\partial x} dx dt$ • Finalement $\frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{1}{\rho c} \frac{\partial j}{\partial x}$ 			3
Q.25	<ul style="list-style-type: none"> Le signe " - " traduit le fait que le flux chaleur va du chaud vers le froid 			0.5
Q.26	<ul style="list-style-type: none"> $\vec{j} = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \vec{u}_x$ 			0.5
Q.27	<ul style="list-style-type: none"> $D = \frac{\lambda}{\rho c}$ est le coefficient de diffusion (ou diffusivité) thermique, en $m^2 \cdot s^{-1}$ 			0.5
Q.28	<ul style="list-style-type: none"> En ordre de grandeur : $\frac{T}{\tau} \simeq D \frac{T}{e^2}$, soit $\tau = \frac{\rho c e^2}{\lambda}$ • $\tau \simeq 1000$ s BONUS $\tau \ll$ temps caractéristique de variation de température dans la journée \Rightarrow régime quasi-stationnaire (cf après) 			1(+0.5)
Q.29	<ul style="list-style-type: none"> En régime stationnaire $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0$ • C.L. $\Rightarrow T(x) = \frac{T_e - T_i}{e} x + T_i$ 			1
Q.30	<ul style="list-style-type: none"> $\phi = \iint \vec{j} \cdot \vec{dS}$ • $\phi = \frac{\lambda S (T_e - T_i)}{e}$ 			1
Q.31	<ul style="list-style-type: none"> Analogie avec la loi d'Ohm $U = \Delta V = RI$, on a $T_i - T_e = R_{th} \phi$ • $R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$ $R_{th} = 1.6 \times 10^{-3} K \cdot W^{-1}$ 			1.5
Q.32	<ul style="list-style-type: none"> $P_{th} = \phi$ • Association résistances thermiques en série $\Rightarrow P_{th} = \phi = \frac{T_i - T_e}{R_{th} + R_{cc}}$ $P_{th} = 5.4$ kW • Puissance importante \Rightarrow chauffage serres coûteux sans soleil 			2
Q.33	<ul style="list-style-type: none"> Schéma de principe du cycle • BONUS si températures sur le schéma BONUS si signes des grandeurs sur le schéma Chambre froide au niveau de l'évaporateur • zone où fluide le plus froid 			1.5(+1)
Q.34	<ul style="list-style-type: none"> $W > 0$ car récepteur • $Q_c < 0$ et $Q_f > 0$ car le fluide cède de la chaleur à l'ext. dans le condenseur et en récupère dans l'évaporateur BONUS si sens inverse des échanges spontanés 			1(+0.5)
Q.35	<ul style="list-style-type: none"> $e = COP = \frac{Q_f}{W}$ • BONUS si mention des signes de Q_f et W 			0.5(+0.5)
Q.36	<ul style="list-style-type: none"> 1^{er} ppe indus. sur un cycle en régime stat. appliqué au fluide en écoulement Variation s'annule sur un cycle car grandeur d'état • $0 = W + Q_f + Q_c$ 2nd ppe indus. sur un cycle en régime stat. appliqué au fluide en écoulement (ou égalité de Clausius car réversible) • $0 = \frac{Q_f}{T_f} + \frac{Q_c}{T_c}$ • $e_C = \frac{T_f}{T_c - T_f}$ En réalité, la transformation est réversible, donc $e < e_C$ 			3.5
Q.37	<ul style="list-style-type: none"> $e_C = 6.57$ • Surestimé car $e_{réel} \simeq 3$ ou 4 • BONUS si $e > 1$ cohérent 			1(+0.5)
Q.38	<ul style="list-style-type: none"> Cycle correct • Points 1 à 7 figurés sur le diagramme 			1
Q.39	<ul style="list-style-type: none"> Cycle récepteur dans le sens anti-horaire (cf "trigo-frigo") 			0.5
Q.40	<ul style="list-style-type: none"> 3 \rightarrow 4 correspond au palier de changement d'état liquide-vapeur 3 : liquide saturé et 4 : vapeur saturée 			1
Q.41	<ul style="list-style-type: none"> Lecture directe $x_v \simeq 0.3$ BONUS si calcul à partir du théorème des moments 			0.5(+0.5)
Q.42	<ul style="list-style-type: none"> $\Delta h = w_i + q$ 			0.5
Q.43	<ul style="list-style-type: none"> Pas de pièce mobile dans l'évaporateur $\Rightarrow w_{61} = 0$ $q_f = h_1 - h_6$ • $q_f = 146$ kJ.kg⁻¹ 			1.5
Q.44	<ul style="list-style-type: none"> $q_c = h_5 - h_2$ • $q_c = -186$ kJ.kg⁻¹ • BONUS si signe cohérent 			1(+0.5)
Q.45	<ul style="list-style-type: none"> Compresseur adiabatique $\Rightarrow q = 0$ • $w_i = h_2 - h_1$ • $w_i = 40$ kJ.kg⁻¹ > 0 			1.5
Q.46	<ul style="list-style-type: none"> $e = 3.65$ 			0.5
Q.47	<ul style="list-style-type: none"> Puissance thermique extraite de la chambre froide : $\mathcal{P}_{th,f} = D_m q_f$ $\mathcal{P}_{th,f} = 23.4$ kW • BONUS si ordre de gr. cohérent pour petit moteur 			1(+0.5)
Total				28.5
TOTAL				45.5