

Partie A : caractéristiques d'une bobine réelle

	Qualité du générateur	barème	points
A-1.	linéarité si $i \leq 100 \text{ mA}$ ____ (0.5) Eg = 9 V ____ (0.5) Rg = 50 Ω ____ (0.5) Icc = 180 mA ____ (0.5)	2	
A-2.	$i = E_g / (R + R_g) \leq 100 \text{ mA} \Rightarrow R \geq 40 \Omega$	1	
	Etude rapide du bobinage		
A-3.	$R = \rho l / S \Rightarrow l = \sigma S R \approx 474 \text{ m}$ ____ (1) défauts cristal, impuretés, soudures... $\Rightarrow R \text{ réelle} > R \text{ th.}$ ____ (1)	2	
A-4.	$I = E_o / Z = E_o / \Rightarrow \omega_{\text{rés.}} = 1 /$	2	
A-5.	$\phi(i/u) = 0$ à la résonance $\omega = 1 /$ ____ (0.5) propriétés indpt de r ____ (0.5)	1	
A-6.	les deux bornes du GBF ne sont pas équivalentes, la « noire » est reliée à la terre ; de même pour l'oscillo, d'où risque de court-circuit si l'oscillo prélève une tension n'importe où... ____ (1) montage : R « à la fin », reliée à la borne noire du GBF, qui sera aussi la tension de réf. pour l'oscillo... ____ (1)	2	
A-7.	ellipse aplatie ou mesure de ϕ à l'oscillo numérique	1	
A-8.	$L \approx 90 \text{ mH}$	1	
	Comportement à basse fréquence		
A-9.	$G_{\text{eff}} =$ ____ (1) (ou : valeur qui en continu fournirait la même puissance moyenne à R) $V_a = Z.I$ et $V_b = R.I \Rightarrow Z = R.(V_a / V_b)$ ____ (0.5) R assure une charge suffisante au GBF, et aussi évite d'avoir à utiliser un multimètre en ampèremètre (résistance non négligeable) ____ (0.5)	2	
A-10.	exploitation graphique $\Rightarrow$ droite $\Rightarrow Z^2$ en fct de f^2	1	
A-11.	calcul Z et explication : tracé droite ou reg. lin. ____ (2) valeur L par pente : $L \approx 90 \text{ mH}$ ____ (1) valeur r par ordonnée à l'origine : $8 \pm 0,5 \Omega$ ____ (1)	4	
A-12.	dès que f n'est pas très basse, $L\omega \gg r$ et $Z \approx jL\omega$ ____ (1)	1	
	TOTAL partie A :	20	

Partie B : mouvements de particules chargées

	Accélération	barème	points
B-1.	$f = qE$ accélère $\Rightarrow qU > 0$ _____ (1) th. Ec $\Rightarrow v =$ _____ (1)	2	
B-2.	$1 \text{ V} \Rightarrow \approx 5,9.10^5 \text{ m/s}$ _____ (0.5) $1 \text{ kV} \Rightarrow \approx 1,9.10^7 \text{ m/s}$ _____ (0.5) $1 \text{ MV} \Rightarrow \approx 5,9.10^8 \text{ m/s}$ _____ (0.5) $1 \text{ MV} \Rightarrow \text{non, } v > c$ _____ (0.5)	2	
	Fusion		
B-3.	$V = Q / (4\pi\epsilon_0 r)$ _____ (0.5) $E_p (q \text{ dans } V) = qV = qQ / (4\pi\epsilon_0 r)$ _____ (0.5)	1	
B-4.	$E_{\text{méca}} = \text{cste} \Rightarrow E_c \text{ init. min.} = E_p(r \text{ min.}) = qQ / (4\pi\epsilon_0 r)$ (rq. : correspond à un paramètre d'impact nul, non demandé)	2	
B-5.	A.N. : $K_0 \approx 1,44 \text{ MeV}$	1	
	Mvmt dans B		
B-6.	$mg \leq 10^{-24} \text{ N}$ et $qvB \geq 10^{-17} \text{ N}$	1	
B-7.	$\mathbf{f} \perp \mathbf{v} \Rightarrow$ puissance nulle $\Rightarrow v = \text{cste}$ _____ (0.5) $\mathbf{f} \perp \mathbf{B}$ donc ne modifie $\mathbf{v}$ que dans le plan $\perp \mathbf{B}$, or $\mathbf{v}_0$ est $\perp \mathbf{B}$, donc à tt instant ultérieur $\mathbf{v} \perp \mathbf{B}$ (sanctionner si manque $\mathbf{v}_0 \perp \mathbf{B}$) _____ (1.5)	2	
B-8.	$m v^2 / R = q vB \Rightarrow R = mv / q B$	2	
B-9.	$v \approx 7.10^6 \text{ m/s} \approx 0,023 c \Rightarrow$ calcul classique OK	1	
B-10.	$v \perp \mathbf{u}_z$ inchangée + mvmt circ. $\perp B \Rightarrow$ hélice cyl. de pas cst	1	
	Générateur		
B-11.	$I = 0 \Rightarrow A2$ se charge négativement et $A1$ positivement $\Rightarrow$ apparition d'un champ $\mathbf{E}$ orienté vers $A2$ $\Rightarrow$ forces électrostatiques qui repoussent les e^- vers $A1$ et les cations vers $A2$, donc à l'opposé des forces magnétiques ; E augmente avec la charge des armatures, et les forces électrostatiques augmentent jusqu'à équilibrer les forces magnétiques ; les particules ne sont plus déviées.	2	
B-12.	$\mathbf{F}_E + \mathbf{F}_B = 0$ soit $q\mathbf{E} + q\mathbf{v} \wedge \mathbf{B} = \mathbf{0}$ d'où $\mathbf{E} = -\mathbf{v} \wedge \mathbf{B}$.	2	
B-13.	A.N. : $E = 1000 \text{ V/m} \Rightarrow V_{A1} - V_{A2} = E.D = 10 \text{ V}$	1	
	TOTAL partie B :	20	

Partie C : turbine à gaz

	Ordres de grandeurs	barème	points
C-1.	consommation de fuel = 180 kg / h _____ (1) masse CO ₂ rejeté = 540 kg / h _____ (1)	2	
	Commentaires qualitatifs		
C-2.	adiabatique ⇒ calorifugation _____ (0.5) ET rapidité _____	1	
C-3.	allure du cycle (<i>moduler note selon qualité schéma</i>)	2	
	Rendement théorique		
C-4.	Cp molaire = $\gamma R / (\gamma - 1) \Rightarrow c_p = m / M$ Cp ≈ 1083 J / kg / K	1	
C-5.	Laplace ⇒ $T_2 = T_1 (p_1/p_2)^{[(1-\gamma)/\gamma]} = x T_1$ et $T_4 = T_3 / x$	2	
C-6.	1 ^{er} ppe ⇒ $-w = q_{23} + q_{41} = c_p (T_3 - T_2 + T_1 - T_4)$ _____ (1.5) $-w = c_p T_3 (1 - 1/x) + c_p T_1 (1 - x)$ _____ (0.5)	2	
C-7.	$d(-w)/dx = 0$ pr $x =$ _____ (1) $x \approx 1,82$ _____ (1)	2	
C-8.	$p_2 \approx 9,53$ bar _____ (1) $T_2 \approx T_4 = 523$ K _____ (0.5+0.5)	2	
C-9.	$q_{23} \approx 462$ kJ / kg _____ (1) $-w \approx 208$ kJ / kg _____ (1) $\eta = -w / q_{23} \approx 0,45$ _____ (1)	3	
C-10.	$m(\text{fuel}) = 200$ kg / h _____ (0.5) $m(\text{CO}_2) = 600$ kg / h _____ (0.5)	1	
C-11.	Le rendement n'est pas optimal, mais le travail utile fourni par le gaz qui traverse l'installation est maximal ; on voit que pour augmenter le rendement, il faudrait augmenter significativement la pression (20 ou 30 bars). Il faudrait faire circuler plus de gaz sous plus forte pression, ce qui créerait des contraintes technologiques supplémentaires.	2	
C-12.	Le rendement réel est toujours inférieur au rendement réversible théorique : les transformations réelles ne sont pas parfaitement adiabatiques ni réversibles, les gaz ne sont pas parfaits, il y a un travail d'admission et un travail d'échappement non nuls qui diminuent le travail utile...	1	
	Cycle avec échangeur		
	<i>rq. : $x' < x$ sinon $T_4 = T_2$ et l'échangeur n'a plus lieu d'être</i> <i>échangeur isenthalpique ⇒ $T_4' - T_2 = T_4 - T_2' = \Delta T$</i>		
C-13.	$\eta' = -w' / q_{2'3}$	1	
C-14.	$-w'$ présente un max. assez plat autour de $x' = 1,82$, tandis que η' présente un max. autour de $x' = 1,25$. A la différence du cas précédent, on pourra choisir x' pour avoir le meilleur rendement, sans être obligé de travailler à haute pression. Il faudra cependant augmenter le débit d'air. On choisira $x' \approx 1,25$ (ou un peu plus pour ne pas trop diminuer $-w'$).	2	

C-15.	$x' \approx 1,25 \Rightarrow \eta' \approx 0,52 \approx 1,16 \eta \Rightarrow$ la consommation de fuel et le rejet de CO ₂ sont divisés par 1,16 , soit une diminution de 13 à 14 %.	<i>l</i>	
	<i>TOTAL partie C :</i>	25	

	Chimie structurale	barème	points
D-1.	C : 1s ² 2s ² 2p ² ____ (1) Hund : ____ (0.5) dans B ____ (0.5)	2	
D-2.	même structure de valence ____ (0.5) ½ cond. ____ (0.5)	1	
D-3.	règle de l'octet ____ (0.5) 2 exemples ____ (0.5)	1	
D-4.	tétraèdre ____ (0.5) 1 exemple ____ (0.5)	2	
D-5.	C=O (mésoformes acceptées) ____ (0.5) linéaire ____ (0.5) O=C=O (mésoformes acceptées) ____ (0.5) linéaire ____ (0.5)	1	
D-6.	tendance de l'atome le + Enég. à accaparer e ⁻ de liaison ____ (0.5) Enég ↑ ⇒ caractère oxydant ↑ ou ruptures hétéro ou ... ____ (0.5)	1	
D-7.	CO : p non nul ____ (1) CO ₂ : p total nul ____ (1) (démonstration : barycentres des charges ou somme des p des liaisons)	2	
	Thermochimie		
D-8.	ΔrH < 0 ⇔ réaction exoénergétique et v-v ____ (0.5) standard ____ (0.5) corps simples constitutifs dans état std de réf. à T ____ (1)	2	
D-9.	Δ _{atom} H (C _n H _{2n+2}) = (n-1) H _{Liais} (C-C) + 2(n+1) H _{Liais} (C-H)	1	
D-10.	C _n H _{2n+2} + (3n+1)/2 O ₂ ⇔ nCO ₂ + (n+1)H ₂ O ____ (0.5) cycle : → nC _{gaz} + (2n+2)H _{gaz} → nC _{graph.} + (n+1)H ₂ ... ____ (1.5) bilan : ΔrH = -574.n -245 kJ/mol ____ (2)	4	
D-11.	si d(ΔrH)/dξ = 0, alors ΔH = n. ΔrH et Q lib. = -ΔH ____ (0.5) q(n) = -ΔrH.1000 / (14n+2) = (574n +245) / (14n+2) MJ/kg ____ (0.5) (accepter q(n) = -(574n...))	1	
D-12.	en MJ/kg : q(1) = 51,2 ; q(3) = 44,7 ; q(4) = 43,8	1	
D-13.	n(CO ₂ dégagé) = X = n.4,2.80 / (-574.n -245) X(1) = 0,41 ; X(3) = 0,51 ; X(4) = 0,52	2	
D-14.	meilleur rendement massique et moindre pollution pour n faible	1	
	Solutions		
D-15.	CO ₂ -6- HCO ₃ ⁻ -10- CO ₃ ²⁻	1	
D-16.	[CO ₃ ²⁻] = [HCO ₃ ⁻]/1000 ⇒ 0,4 mg/L de CO ₃ ²⁻ ⇒ très minoritaire	2	
D-17.	acide et base ____ (0.5) ampholyte ____ (0.5) algues consomment CO ₂ ⇒ dpct de l'éq. 2HCO ₃ ⁻ vers la droite donc formation de CO ₃ ²⁻ puis précipitation de CaCO ₃ ____ (0.5) CO ₂ dissous ↓ ⇒ dpct de l'éq. de dissolution ⇒ CO ₂ atmo ↓ ____ (0.5)	2	
D-18.	CO ₃ ²⁻ + 6 H ₂ O + 6 e ⁻ ↔ CH ₃ OH + 8 OH ⁻ ____ (0.5) (6,25.10 ¹⁸ e ⁻ / s ⇒) 0,2 g de méthanol par heure ____ (1) H ⁺ ⇒ MeOH oxydé en CO ₂ , ou : oxyd. par H ⁺ ⇒ dégag ^t H ₂ ____ (0.5)	2	
D-19.	anode(oxyd.) Pt MeOH CO ₃ ²⁻ H ₂ O ₂ H ₂ O Pt cathode(réd.) ____ (1) (ou dessin avec bechers...) « pôle + » de la pile = départ de i = arrivée d'e ⁻ ⇒ réduction donc « pôle + » = cathode, et vice-versa ____ (1)	2	
D-20.	CO ₃ ²⁻ + 8 H ⁺ + 6 e ⁻ ↔ CH ₃ OH + 2 H ₂ O ____ (0.5) E = E ^{1°} + (0,06/6)log([CO ₃ ²⁻][H ⁺] ⁸ /[CH ₃ OH]) ____ (0.5) H ₂ O ₂ + 2 H ⁺ + 2 e ⁻ ↔ 2 H ₂ O ____ (0.5) E = E ^{2°} + (0,06/2)log([H ₂ O ₂][H ⁺] ²) ____ (0.5)	2	
D-21.	CH ₃ OH + 3 H ₂ O ₂ + 2 OH ⁻ ↔ CO ₃ ²⁻ + 6 H ₂ O ____ (0.5) favorisée par excès de OH ⁻ ____ (0.5) égalité des E ⇒ K = 10 ¹⁸⁸ (pour la réaction équilibrée avec OH ⁻) ____ (1)	2	
	TOTAL partie D :	35	