

DS3 (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 : Étude d'un condensateur

	PARTIE A. – ÉTUDE D'UN MICROPHONE ÉLECTROSTATIQUE. D'après Centrale TSI	élève	prof	max
1)	<ul style="list-style-type: none"> Deux plans de symétrie (Mxy) et (Mxz) contenant $M : \vec{E}(M) // \vec{u}_x$ Invariance par toute translation selon \vec{u}_y et $\vec{u}_z : \vec{E}(M) = E(x) \vec{u}_x$ 			1
2)	<ul style="list-style-type: none"> (Oyz) est Π_{Sym} des charges • $\vec{E}(M') = \text{sym}/(Oyz) \vec{E}(M)$ donc $\vec{E}(M') = -\vec{E}(M)$ • Schéma 			2
3)	<ul style="list-style-type: none"> Définition surface de Gauss • Schéma Décomposition flux + nullité sur surface latérale $\phi(\vec{E}/S_G) = 2\phi(\vec{E}/\text{Base Sup})$ • $\phi(\vec{E}/\text{Base Sup}) = 2E(x)S$ • $Q_{\text{int}} = \sigma S$ $E(x) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ si $x > 0$ et $E(x) = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ si $x < 0$ 			3.5
4)	<ul style="list-style-type: none"> $\vec{E}(M) = \vec{0}$ si $x < 0$ • $\vec{E}(M) = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{u}_x$ si $0 < x < e$ • $\vec{E}(M) = \vec{0}$ si $x > e$ BONUS si champ \vec{E} uniforme dans espace $0 < x < e$. 			2
5)	<ul style="list-style-type: none"> Thm circulation ou $\vec{E} = -\text{grad } V$ $V_{P_1} - V_{P_2} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} e$ • $V_{P_1} - V_{P_2} = \frac{q}{S\epsilon_0} e$ • $C = \frac{\epsilon_0 S}{e}$ 			2

II. Introduction d'une plaque métallique entre les deux armature du condensateur

1)	<ul style="list-style-type: none"> On suppose $\sigma > 0 : P_1$ chargée + attire les e^- et P_2 chargée - les repousse donc $\sigma_A < 0$ et $\sigma_B > 0$ • \mathcal{P} neutre électriquement : $\sigma_A = -\sigma_B$ 			1.5
2)	<ul style="list-style-type: none"> Thm de superposition • $\vec{E}(x) = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{u}_x + \frac{\sigma_A}{2\epsilon_0} \vec{u}_x - \frac{\sigma_B}{2\epsilon_0} \vec{u}_x = \vec{0}$ $\sigma_A = -\sigma$ 			1.5
3)	<ul style="list-style-type: none"> $\vec{E}(x) = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{u}_x - \frac{\sigma_A}{2\epsilon_0} \vec{u}_x - \frac{\sigma_B}{2\epsilon_0} \vec{u}_x = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{u}_x$ si $x \in [0, x_0]$ $\vec{E}(x) = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{u}_x + \frac{\sigma_A}{2\epsilon_0} \vec{u}_x + \frac{\sigma_B}{2\epsilon_0} \vec{u}_x = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{u}_x$ si $x \in [x_0 + d, e]$ $\vec{E} = \vec{0}$ dans $\mathcal{P} \implies V(x_0) = V(x_0 + d)$ Thm circulation ou $\vec{E} = -\text{grad } V \implies u_c = \frac{\sigma}{\epsilon_0} x_0 + \frac{\sigma}{\epsilon_0} (e - x_0 - d) = \frac{\sigma}{\epsilon_0} (e - d)$ 			2
4)	<ul style="list-style-type: none"> $u_c = \frac{q}{S\epsilon_0} (e - d) \implies C' = \frac{\epsilon_0 S}{e - d}$ BONUS $C' > C_0$: la capacité augmente. 			1

III. Réponse du circuit électrique en régime permanent sinusoïdal

1)	<ul style="list-style-type: none"> $C = \frac{\epsilon_0 S}{e} \frac{1}{1+x_1/e} \approx \frac{\epsilon_0 S}{e} (1 - \frac{x_1}{e}) = C_0 - C_0 x_1/e$ • $C_1 = C_0 \frac{x_1}{e}$ 			1
2) a)	<ul style="list-style-type: none"> $i = \frac{d(Cu_c)}{dt} = C \frac{du_c}{dt} + u_c \frac{dC}{dt}$ 			0.5
2) b)	<ul style="list-style-type: none"> $u = Ri = RC \frac{du_c}{dt} + Ru_c \frac{dC}{dt}$ • $u_c = U_0 - u$ donc $u = -RC \frac{du}{dt} + R(U_0 - u) \frac{dC}{dt} \implies RC \frac{du}{dt} + u \left(1 + R \frac{dC}{dt}\right) = RU_0 \frac{dC}{dt}$ 			1.5
3)	<ul style="list-style-type: none"> $\frac{dC}{dt} = C_0 \omega \frac{x_1}{e} \sin(\omega t)$ • On suppose $RC_0 \omega \frac{x_1}{e} \ll 1$ • $RC \approx RC_0$ d'où $RC_0 \frac{du}{dt} + u = RC_0 U_0 \omega \frac{x_1}{e} \sin(\omega t) \implies \frac{du}{dt} + \omega_0 u = U_0 \omega \frac{x_1}{e} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$ 			2

ÉTUDE D'UN MICROPHONE ÉLECTROSTATIQUE. D'après Centrale TSI (suite)		élève	prof	max
4)	<ul style="list-style-type: none"> • Domaine complexe $\underline{u}(t) = U e^{j\varphi_u} e^{j\omega t}$ • $(j\omega + \omega_0) \underline{u}(t) = -j\omega U_0 \frac{X_1}{e} e^{j\omega t} \implies \underline{u}(t) = \frac{-j\omega}{j\omega + \omega_0} U_0 \frac{X_1}{e} e^{j\omega t}$ • $U = \underline{u}(t) = \frac{\omega}{\sqrt{\omega_0^2 + \omega^2}} U_0 \frac{X_1}{e}$ 			1.5
5)	<ul style="list-style-type: none"> • Assymptote BF ($\omega \ll \omega_0$) : $U \approx \frac{\omega}{\omega_0} U_0 \frac{X_1}{e} \implies 20 \log U = 20 \log \left(U_0 \frac{X_1}{e} \right) + 20 \log \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)$ • Assymptote HF ($\omega \gg \omega_0$) : $U \approx U_0 \frac{X_1}{e} \implies 20 \log U = 20 \log \left(U_0 \frac{X_1}{e} \right)$ • Bon comportement dans la zone 10 Hz - 10⁴ kHz • BONUS si mesure pente $BF = \frac{8}{\log(70) - \log(30)} = 22$ dB/décade cohérent • BONUS Le microphone est analogue à un filtre passe-haut 			2.5
6)	<ul style="list-style-type: none"> • Assymptote BF et HF se coupent en $\omega = \omega_0$ • $f_0 = \omega_0 / 2\pi = 70$ Hz • $C_0 = \frac{1}{2\pi f_0 R} = 2,3 \times 10^{-7}$ F = 230 nF 			1.5
7)	<ul style="list-style-type: none"> • $\omega_R = \sqrt{\frac{k_e}{m}}$ • On lit $f_R = \omega_R / 2\pi = 2.10^4$ Hz • $\sqrt{\frac{k_e}{m}} = 2\pi f_R = 1,3.10^5$ rad.s⁻¹ 			1.5
Total				28.5

Problème 2 : À propos de mécanique dans le film "Fast and furious". CCINP MP 2021		élève	prof	max
1)	<ul style="list-style-type: none"> Schéma avec $-\vec{F}$ Schéma avec \vec{R}_1 et \vec{R}_2 en I_1 et I_2 Schéma avec $m\vec{g}$ en G 			1.5
2)	<ul style="list-style-type: none"> TCI : $\vec{F} + m_0\vec{g} + \vec{R}_0 = m_0 \frac{d\vec{V}}{dt} = \vec{0}$ $N_0 - m_0g = 0$ et $F - T_0 = 0$ Loi de Coulomb : $T_0 = f_0N_0 = f_0m_0g$ $F = f_0m_0g$ 			2
3) a)	<ul style="list-style-type: none"> $\frac{dE_c}{dt} = 0$ $P(\vec{R}_1) = P(\vec{R}_2) = 0$ $P_m = \vec{F} \cdot \vec{V}$ 			1.5
3) b)	<ul style="list-style-type: none"> $P_m = f_0m_0gV = 950 \text{ kW}$ $P_m = 1300 \text{ ch}$ Ce chiffre est trop élevé et totalement iréaliste. 			1.5
4) a)	<ul style="list-style-type: none"> $J_\Delta \frac{d\omega}{dt} = M_\Delta$ J_δ: moment d'inertie du solide / à l'axe de rotation Δ ω : vitesse angulaire de rotation M_Δ projection des moment des forces appliquées au solide sur axe de rotation. 			1.5
4) b)	<ul style="list-style-type: none"> Roue arrière : \vec{R}_1 en I_1, poids et liaison pivot Roue avant : \vec{R}_2 en I_2, poids, pivot Roue avant : $\vec{\Gamma} = \Gamma \vec{e}_y$ 			1.5
4) c)	<ul style="list-style-type: none"> Roue arrière : $J_1 \frac{d\omega_1}{dt} = (-d/2)\vec{e}_z \wedge (N_1\vec{e}_z + T_1\vec{e}_x) \cdot \vec{e}_y = (-d/2)T_1$ $\omega_1 = \text{Cste} \implies T_1 = 0$ Roue avant : $J_2 \frac{d\omega_2}{dt} = (-d/2)\vec{e}_z \wedge (N_2\vec{e}_z + T_2\vec{e}_x) + \Gamma_m \vec{e}_y \cdot \vec{e}_y = (-d/2)T_2 + \Gamma_m$ $\omega_2 = \text{Cste} \implies \Gamma_m = T_2 \frac{d}{2}$ BONUS Moment du poids = 0 BONUS Moment des liaisons pivot = 0 			3
5) a)	<ul style="list-style-type: none"> TCI appliqué à voiture sur \vec{e}_x $2m_1 \frac{dV}{dt} = -F + T_1 + T_2 = 0$ $F = T_2$ 			1.5
5) b)	<ul style="list-style-type: none"> $\Gamma_m = F \frac{d}{2} = f_0m_0g \frac{d}{2}$ $\Gamma_m = 4500 \text{ N.m}$ 			1
6) a)	<ul style="list-style-type: none"> C'est une action intérieure au système étudié 			0.5
6) b)	<ul style="list-style-type: none"> TCI Appliqué à voiture sur $\vec{e}_z \implies N_1 + N_2 = 2m_1g = mg$ $N_1 - N_2 = T_2h/b = f_0m_0gh/b$ $N_1 = \frac{mg}{2} + \frac{f_0m_0gh}{2b}$ $N_2 = \frac{mg}{2} - \frac{f_0m_0gh}{2b}$ 			2
7) a)	<ul style="list-style-type: none"> C'est la roue avant BONUS Roue arrière ne glisse jamais ($T_1 = 0$) 			1
7) b)	<ul style="list-style-type: none"> $T_2 < f_s N_2 = f_s \left(\frac{mg}{2} - \frac{f_0m_0gh}{2b} \right)$ $T_2 = F = f_0m_0g$ donc $m_0 < m \frac{f_s}{2f_0(1+f_s \frac{h}{2b})} = m_{0,\text{max}}$ 			1.5
7) c)	<ul style="list-style-type: none"> $m_{0,\text{max}} = 3,2 \cdot 10^3 \text{ kg} = 3,2 \text{ tonnes}$ Ordre de grandeur réaliste BONUS La roue avant ne glisse probablement pas 			1.5
8) a)	<ul style="list-style-type: none"> $T_2 = 0$ $T_1 = \Gamma_m \frac{d}{2}$ TCI à voiture conduit à $T_1 = F = f_0m_0g$ 			1.5
8) b)	<ul style="list-style-type: none"> La roue arrière risque de glisser BONUS Roue avant ne glisse jamais 			1
8) c)	<ul style="list-style-type: none"> Même calcul qu'en 7) b) : $m'_0 < m \frac{f_s}{2f_0(1-f_s \frac{h}{2b})} = m'_{0,\text{max}}$ BONUS $m'_{0,\text{max}} > m_{0,\text{max}}$: meilleure adhérence avec traction arrière 			1
8) d)	<ul style="list-style-type: none"> $m'_{0,\text{max}} = 4,6 \cdot 10^3 \text{ kg} = 4,6 \text{ tonnes}$ Adhérence améliorée mais Γ_m inchangé 			1
Total				26

TOTAL 26,5