

Nom :	DS4					
	APP	ANA	REA	VAL	COM	RCO
Prénom :						
EXERCICE 1 – Propagation du son						
1. Onde acoustique : onde de pression et de vitesse.						•
2. Propagation dans les milieux matériels. Onde de gravité, ondes sismiques.						••
3. Fréquences audibles entre 20 Hz et 20 kHz. $f_{\text{ultrasons}} > 20 \text{ kHz}$ .						••
4. Diffraction : avec $f \sim 300 \text{ Hz}$ , $c = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ et $a \sim 1 \text{ m}$ , $\theta \sim \frac{\pi}{2}$ .	•	•	•		•	•
5. Principe du sonar : mesure du temps d’aller-retour d’une impulsion sonore.					••	
6. $L = \frac{c_{\text{mer}} \tau}{2} = 375 \text{ m}$ .			••			
7. $T = \frac{\Delta t}{2,5}$ , d’où $f = 6,25 \text{ kHz}$ .			•			
8. $\Delta x = c_{\text{mer}} \Delta t = 60 \text{ cm}$ .			••			
9. $x_{\text{front}} = c_{\text{mer}} t = 15 \text{ m}$ et $x_{\text{fin}} = c_{\text{mer}} t - \Delta x = 14,4 \text{ m}$ + schéma.			•		•	
10. Schéma + décalage temporel : $\frac{L}{c_{\text{mer}}} = \frac{\tau}{2} = 250 \text{ ms}$ .			•		•	
11. $[R] = \text{M} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{T}^{-2} \cdot \text{N}^{-1} \cdot \Theta^{-1}$ , d’où $c = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ .			••			
12. $c_0 = 341 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .			•			
13. On a $\frac{\Delta T}{T_0} \ll 1$ , d’où $\Delta c \approx c_0 \frac{\Delta T}{2T_0} = 0,59 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .		•	•			
EXERCICE 2 – Viseur de casque TopOwl						
1. Composante électrique de la force de Lorentz : $\vec{F}_E = -e\vec{E}$ .						••
2. Schéma. $V_a - V_c = +U > 0$ .	••					
3. $v_0 = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}} = 26,5 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \sim 0,1c$ : traitement classique ok.			••	•		
4. Repère $(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ orthonormé direct : règle de la main droite.						•
5. Composante magnétique de la force de Lorentz : $\vec{F}_B = -e\vec{v} \wedge \vec{B}$ .						••
6. La composante magnétique ne travaille pas + TEC, $\ \vec{v}\  = \text{cste}$ .						••
7. Schéma $\vec{v}_0$ , $\vec{B}$ et $\vec{F}_B$ .			•			
8. $R = \frac{m_e v_0}{eB}$ .			••			
9. $\ddot{x} = \frac{eB}{m_e} \dot{z}$ et $\ddot{z} = -\frac{eB}{m_e} \dot{x}$ .			••			
10. Avec $\dot{x} \ll \dot{z}$ , $\dot{z} \approx v_0$ , d’où : $z_S = h$ et $\dot{z}_S = v_0$ ; $x_S = \frac{eBh^2}{2m_e v_0}$ et $\dot{x}_S = \frac{eBh}{m_e}$ .		••				
11. Mouvement rectiligne et uniforme.					•	
12. Schéma de la trajectoire complète, cf. correction détaillée.					••	
13. $B = \frac{m_e v_0}{eh} \frac{2}{2L+h} X = 6 \text{ mT}$ .		••				
14. $\ddot{v}_z + \omega_c^2 v_z = 0$ , avec $\omega_c = \frac{eB}{m_e}$ , d’où $v_z(t) = v_0 \cos \omega_c t$		••				
15. $\sin(\omega_c \Delta t) = \frac{\omega_c h}{v_0}$ .		••				
16. $v_{z,S} = v_0 \sqrt{1 - (\frac{\omega_c h}{v_0})^2} = 0,98 v_0 \approx v_0$ avec $B = 6 \text{ mT}$ .		•		•		
EXERCICE 3 – Inversion de la molécule d’ammoniac						
1. Double puits de pot. symétrique, $x = \pm b$ (éq. stable) et $x = 0$ (éq. instable).	••					
2. État lié : oscillations périodiques entre $x_1$ et $x_2$ + schéma.					••	
3. $\mathcal{E}_m > V_0$ .		•				
4. $\vec{F}(x) = -\frac{dV}{dx} \vec{e}_x$ .						•
5. Représentation de $\vec{F}(x)$ , cf. correction détaillée.			•			
6. $\vec{F}(x) = -\frac{4V_0}{b^2} x \left( \frac{x^2}{b^2} - 1 \right) \vec{e}_x$ .			••			
7. En $x_{\text{éq}}$ , $\frac{dV}{dx} = 0$ ( $\pm b, 0$ ) ; $\frac{d^2V}{dx^2} > 0$ : stable ( $\pm b$ ), $\frac{d^2V}{dx^2} < 0$ : instable (0).			•			•
8. L’énergie mécanique est constante, le mouvement est conservatif.	•				•	
9. Position $x = b$ . Avec $\varepsilon = \frac{x-b}{b}$ , petites oscillations si $ \varepsilon  \ll 1$ .	•			•		
10. $V(x) \approx \frac{4V_0}{b^2} (x-b)^2$ .			••			
11. $\ddot{x} + \frac{8V_0}{mb^2} x = \frac{8V_0}{mb}$ : oscillateur harmonique.			••			
12. $\omega_0 = \sqrt{\frac{8V_0}{mb^2}}$ , $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = 15 \text{ THz}$ .			••			
13. À 300 K $k_B T \approx 26 \text{ meV} \approx \frac{V_0}{10}$ : inversion impossible. $T_0 = \frac{V_0}{k_B} = 2900 \text{ K}$ .		••				
Présentation de la copie					••	
TOTAL	APP	ANA	REA	VAL	COM	RCO
Nombre total de points	7	14	29	3	13	15
Nombre de points obtenus						

COMMENTAIRES :

$\eta =$     %;     $\tau =$     %;    /81