



Concours Biologie et Géologie
Epreuve de Physique
Corrigé

Partie A

A-I- Partie Préliminaire.

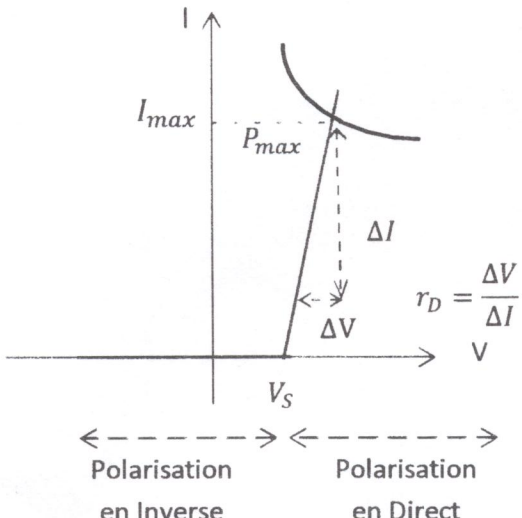
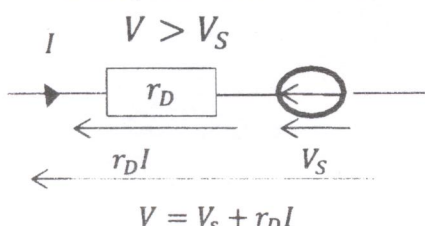
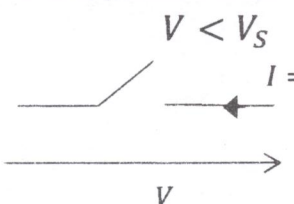
A-I-1 Exemple 1: Onde sonore émise par un haut-parleur. On met en évidence le phénomène progressif à l'aide d'un microphone relié à un oscilloscope.	2.5
A-I-2 Equation de propagation d'Alembert. La solution générale est la superposition de deux ondes se propagent suivant deux sens opposés $x > 0$ et $x < 0$. La solution générale: $\psi(x, t) = f\left(t - \frac{x}{c}\right) + g\left(t + \frac{x}{c}\right)$	0.5 1.5 1
A-I-3 C représente la vitesse de propagation de l'onde et elle s'exprime en; ms^{-1}	0.5 0.5
A-I-4 Onde transversale: les variations temporelles et spatiales se font perpendiculairement à la direction de propagation. Exemples: Corde vibrante, ondes électromagnétiques. - Onde longitudinale: la fonction d'onde varie suivant la direction de propagation. Exemples: Ondes sonores, ondes mécaniques le long d'un ressort. Les ondes sonores et électromagnétiques sont planes, progressives et harmoniques. - Ondes sonores peuvent être en général caractérisées par la surpression $p(x, t)$ et la vitesse de vibration $u(x, t)$ Ondes électromagnétiques sont caractérisées par les vecteurs champs électriques $\vec{E}(x, t)$ et magnétiques $\vec{B}(x, t)$.	0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5
A-I-5 $\psi_1(x, t) = a \cos(\omega(t - \frac{x}{c}))$ et $\psi_2(x, t) = a \cos(\omega(t + \frac{x}{c}))$ $\frac{\partial^2 \psi_1(x, t)}{\partial x^2} = -a \frac{\omega^2}{c^2} \psi_1(x, t)$ et $\frac{\partial^2 \psi_1(x, t)}{\partial t^2} = -a \omega^2 \psi_1(x, t)$ $\frac{\partial^2 \psi_1(x, t)}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \psi_1(x, t)}{\partial t^2}$, de même pour $\psi_2(x, t)$ Les deux fonctions se propagent dans des sens opposés avec une célérité de C pour $\psi_1(x, t)$ et pour $\psi_2(x, t)$.	1.5 1.5
A-I-6 $\psi(x, t) = \psi_1(x, t) + \psi_2(x, t)$ $\Leftrightarrow \psi(x, t) = a \cos(\omega(t - \frac{x}{c})) + a \cos(\omega(t + \frac{x}{c}))$ On a $\cos a + \cos b = 2 \cos(\frac{a+b}{2}) \cos(\frac{a-b}{2})$ D'où: $\psi(x, t) = 2a \cos(\frac{\omega x}{c}) \cos \omega t$ Les deux variables x et t sont indépendantes alors l'onde est stationnaire: il n'y a plus de propagation.	2 0.5

A-II- Interférences des ondes sonores.

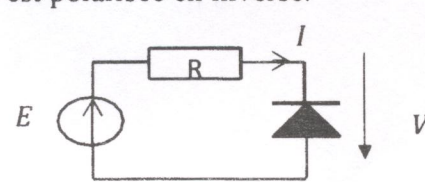
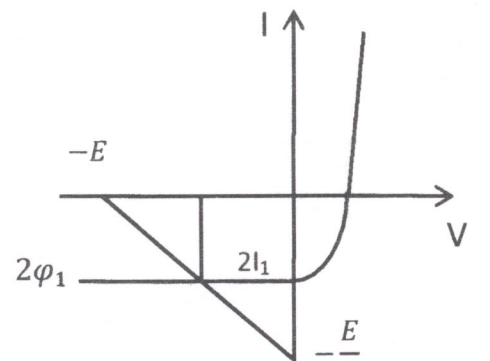
A-II-1 En déplaçant le micro sur l'axe Ox on observe que l'amplitude de la tension U délivrée par le micro passe successivement par des maximums et des minimums.		1
A-II-2 Au point M(x) à l'instant t on a: $p_1(x, t) = p_0 \cos(\omega(t - \frac{x}{c}))$ et $p_2(x, t) = p_0 \cos(\omega(t - \frac{d-x}{c}))$		1.5 2
A-II-3	A-II-3-1 La surpression résultante $p(x, t)$ en un point M: $p(x, t) = p_1(x, t) + p_2(x, t)$ $\Leftrightarrow p(x, t) = 2p_0 \cos(\omega(t - \frac{d}{2c})) \cos(\omega(\frac{d}{2c} - \frac{x}{c}))$	2.5
	A-II-3-2 Points d'amplitude minimale: $\frac{2\pi}{\lambda}(x_k - \frac{d}{2}) = (2k + 1)\frac{\pi}{2}$ $\Leftrightarrow (x_k - \frac{d}{2}) = (2k + 1)\frac{\lambda}{4}$ $\Leftrightarrow x_k = \frac{d}{2} + (2k + 1)\frac{\lambda}{4}$ Points d'amplitude maximale: $\frac{2\pi}{\lambda}(x_k - \frac{d}{2}) = \pi k$ ou $2\pi k$ $\Leftrightarrow (x_k - \frac{d}{2}) = k\frac{\lambda}{2}$ $\Leftrightarrow x_k = \frac{d}{2} + k\frac{\lambda}{2}$	2 2
A-II-4 Entre deux maxima: $x = \frac{d}{2} + k\frac{\lambda}{2}$ et $x_{k+1} = \frac{d}{2} + (k+1)\frac{\lambda}{2}$ $\Delta x = x_{k+1} - x_k = \frac{\lambda}{2}$ On sait d'où $\lambda = 17 \text{ cm}$ et $\lambda = \frac{c}{f}$ ce qui donne: $f = 1400 \text{ s}^{-1}$		2.5
A-II-5 L'échovibratoire du point 1 milieu de $[A_1, A_2]$ est à amplitude maximale. $x = \frac{d}{2} + k\frac{\lambda}{2}, k = 0 \Rightarrow x_0 = \frac{d}{2}$		
A-II-6	A-II-6-1 $\varphi_1 = (\omega(t - \frac{d-x}{c}) - \frac{\pi}{2})$ et $\varphi_2 = (\omega(t - \frac{x}{c}))$ $\Delta\varphi = (\varphi_2 - \varphi_1) = \omega(\frac{x}{c} + \frac{x}{c} - \frac{d-x}{c} - \frac{e}{v})$ $\Leftrightarrow \Delta\varphi = \omega(\frac{2x}{c} - \frac{d}{c} + \frac{e}{c} - \frac{e}{v})$ $\Leftrightarrow \Delta\varphi = \frac{\omega}{c}(2x - d + e(1 - \alpha))$ avec $\alpha = \frac{c}{v}$ $\Leftrightarrow \Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(2x - d + e(1 - \alpha))$	2.5
	A-II-6-2 L'introduction du liquide à changer le trajet de p_2 par contre le trajet de p_1 reste inchangé d'où l'apparition d'une différence de marche $\delta = (2x - d + e(1 - \alpha))$. Les points qui correspondent à des maxima: $\delta = \frac{k\lambda}{2} \Delta\varphi = 2k\pi, \delta = \delta_2 - \delta_1$ $x'_k = \frac{d}{2} + k\frac{\lambda}{2} - \frac{e}{2}(1 - \alpha)$ en particulier pour $k = 0$ on a: $x'_0 = \frac{d}{2} - \frac{e}{2}(1 - \alpha)$. Le déplacement s'effectue de A_2 vers A_1 : $(1 - \alpha) > 0$ alors $x'_0 < \frac{d}{2}$	2 1
		0.5
	A-II-6-3 $V = \frac{c}{1 - (\frac{d-2x'_0}{e})}$ $x'_0 = \frac{d}{2} - d_1$ ce qui nous donne: $V = \frac{c}{1 - (\frac{2d_1}{e})} > C$ $\frac{d_1}{e} = 0.386$ donc $V = 1490.7 \text{ ms}^{-1}$	2.5
	A-II-6-4 Le liquide utilisé c'est l'eau	1.5

Partie B

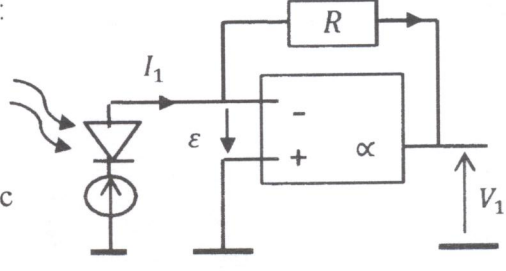
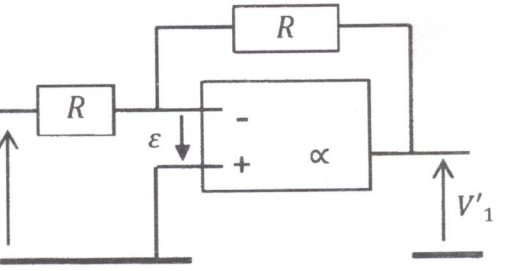
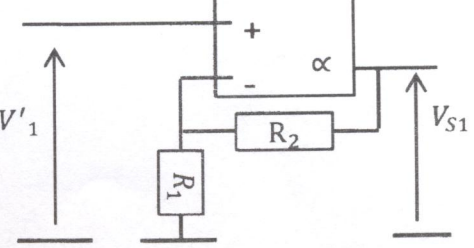
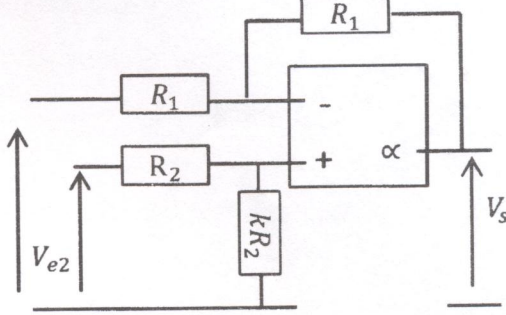
B-I- Caractéristiques électriques d'une photodiode à l'obscurité

B-I-1 	1.5 1 1
B-I-2 Diode polarisée en direct: $V > V_S$  $V = V_S + r_D I$ Diode polarisé en inverse: $V < V_S$  $I = 0$	2 1
B-I-3 La puissance maximale admise dans la diode $P_{max} = VI$ avec $P_{max} = 21mW$ ce qui nous donne $21 = VI \Leftrightarrow I = \frac{21}{V}$. C'est l'équation d'une branche d'hyperbole. I_{max} c'est l'intersection entre les deux fonctions: $V = 0.7 + 30I$ et $V = \frac{21}{I}$ ce qui donne: $30I^2 + 0.7I - 21 = 0$ C'est une équation du second degré dont la solution: $I = I_{max} \approx 0.03A$	1.5 1.5

B-II- Caractéristiques électriques d'une photodiode.

B-II-1 D'après la caractéristique de la photodiode on remarque que le courant I est proportionnel au flux ϕ lorsque la photodiode est polarisée en inverse:	1.5
B-II-2 B-II-2-1 La Photodiode est polarisée en inverse. 	2.5
B-II-2-2 	1.5 1 1

B-III- Etude de quelques circuits associés à la photodiode

B-III-1	B-III-1-1 L'amplificateur utilisé est idéal alors: $i^+ = i^- = 0$ et $V^+ = V^-$ donc $\varepsilon = 0$ Dans la maille on a : $V_1 + RI_1 + \varepsilon = 0$ avec $\varepsilon = 0$ Ce qui donne nous donne $V_1 = -RI_1$ 	2
	B-III-1-2 Le courant I_1 et la tension V_1 sont de signes opposés pour les remettre de même signes on propose d'utiliser un second étage inverseur: On a: $V^+ = \frac{V_1 + V'_1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}}$ et $V^- = 0$ Comme $V^+ = V^- = 0 \Rightarrow \frac{V_1}{R} + \frac{V'_1}{R}$ ce qui donne: $V_1 = -V'_1$ 	1 1 1
B-III-2	$V^- = \frac{V_{S1} + 0}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}}$ et $V^+ = V'_1$ ce qui donne: $\frac{V_{S1}}{R_2} = (\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1})V'_1$ $\frac{V_{S1}}{V'_1} = R_2(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}) \Leftrightarrow \frac{V_{S1}}{V'_1} = \frac{R_1 + R_2}{R_1}$ 	1 1 1
B-III-3	B-III-3-1 $V^- = \frac{V_S + V_{e1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$ et $V^+ = \frac{V_{e2} + 0}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{kR_2}}$ $V^- = \frac{V_S + V_{e1}}{2}$ et $V^+ = \frac{kV_{e2}}{k+1}$ Or $V^+ = V^- \Rightarrow \frac{V_S + V_{e1}}{2} = \frac{kV_{e2}}{k+1}$ $V_S = \frac{2kV_{e2}}{k+1} - V_{e1}$ (1) 	1 1 1
	B-III-3-2 On veut écrire sous la forme: $V_S = G_d \cdot V_d + G_c \cdot V_c$ avec $V_d = V_{e1} - V_{e2}$ et $V_c = (V_{e1} + V_{e2}) / 2$ $V_S = G_d(V_{e2} - V_{e1}) + G_c(V_{e1} + V_{e2}) / 2$ $\Leftrightarrow V_S = (G_d - \frac{G_c}{2})V_{e1} + (G_d + \frac{G_c}{2})V_{e2}$ (2) (1)=(2) $\Rightarrow \begin{cases} -G_d + \frac{G_c}{2} = -1 \\ G_d + \frac{G_c}{2} = \frac{2k}{k+1} \end{cases}$ $2G_d = \frac{2k}{k+1} + 1 \Rightarrow G_d = \frac{1}{2}(\frac{3k+1}{k+1})$ $G_c = -1 + \frac{2k}{k+1} \Rightarrow G_c = \frac{k-1}{k+1}$ Le montage fonctionne en amplificateur différentiel lorsque: $G_c = 0 \Rightarrow k = k_0 = 1$ B-III-3-3 Lorsque $k = k_0(1 + a)$ et pour $k_0 = 1$ on a alors: $k = (1 + a)$	1 1 1 1

$\Rightarrow G_C = \frac{1+a-1}{1+a+1} = \frac{a}{a+2}$ et $G_d = \frac{1}{2} \left(\frac{3+3a+1}{a+2} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{3a+4}{a+2} \right)$	1
$\frac{G_d}{G_C} = \frac{3a+4}{2a}$	1
$(TRMC) = \left(\frac{3a+4}{2a} \right)$	1

Partie C

C-I Partie Préliminaire

C-I-1	L'équation fondamentale de l'hydrostatique pour un fluide de masse volumique ρ la variation: $dP = -\rho g dz$	1
C-I-2	C-I-2-1 Lorsque la force $\vec{F}$ dérive d'un potentiel U on a: $\vec{F} = -\overrightarrow{\text{grad}}U$ En tenant compte du fait que la force $\vec{F}$ dérive d'un potentiel U et que l'écoulement est permanent: $\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = 0$ $(-\overrightarrow{\text{grad}}U - \overrightarrow{\text{grad}}P) = \rho(\overrightarrow{\text{grad}}\frac{v^2}{2})$ $\Rightarrow (-\overrightarrow{\text{grad}}(U + P) \cdot \vec{dl} = \rho(\overrightarrow{\text{grad}}\frac{v^2}{2}) \cdot \vec{dl}$ $\Leftrightarrow (-\overrightarrow{\text{grad}}(U + P + \rho\frac{v^2}{2}) \cdot \vec{dl} = 0$ $-\left(\frac{\partial(U+P+\rho\frac{v^2}{2})}{\partial x} dx + \frac{\partial(U+P+\rho\frac{v^2}{2})}{\partial y} dy + \frac{\partial(U+P+\rho\frac{v^2}{2})}{\partial z} dz \right) = 0$ $\Leftrightarrow d\left(U + P + \rho\frac{v^2}{2} \right) = 0$ $U + P + \rho\frac{v^2}{2} = C^{te}$ C-I-2-2 $U = \rho g z$ qu'on remplace dans l'équation précédente on a: $P + \rho\frac{v^2}{2} + \rho g z = C^{te}$	1 1 1 1 1 1

C-II Le débitmètre de Venturi

C-II-1	L'équation de continuité entre les deux points A et B: $S_A v_A = S_B v_B$. La vitesse dans le col $v_B = \frac{S_A}{S_B} v_A \Rightarrow v_B = \left(\frac{D}{d} \right)^2 v_A \Rightarrow v_B = 9v_A$	1 1
C-II-2	La relation fondamentale de la dynamique entre le point A' et B' nous donne: $P_{A'} - P_{B'} = \rho_m g(Z_{A'} - Z_{B'}) \rightarrow (eq1)$	1
C-II-3	La relation fondamentale de la dynamique entre le point A et A' nous donne: $P_A - P_{A'} = \rho_e g(Z_A - Z_{A'}) \rightarrow (eq2)$	1
C-II-4	La relation fondamentale de la dynamique entre le point B et B' nous donne: $P_B - P_{B'} = \rho_e g(Z_B - Z_{B'}) \rightarrow (eq3)$	1
C-II-5	En faisant la somme: $(eq1) + (eq2) + (eq3)$ on a: $P_A - P_B = (\rho_m - \rho_e)g(Z_{A'} - Z_{B'}) \Rightarrow P_A - P_B = (\rho_m - \rho_e)gh$	1
C-II-6	Théorème de Bernoulli entre les deux points A et B: $\frac{v_A^2 - v_B^2}{2} + \frac{P_A - P_B}{\rho} + g(Z_A - Z_B) = 0$ Or $Z_A = Z_B$ et $v_B = 9v_A$ et $\rho = \rho_e$ Donc $v_A = \sqrt{\frac{(\rho_m - \rho_e)gh}{40\rho_e}}$	2

C-II-7 Le débit volumique: $q_v = S_A v_A = \frac{\pi D^2}{4} \sqrt{\frac{(\rho_m - \rho_e)gh}{40\rho_e}}$	2
---	---

C-III Application: La pression sanguine

C-III-1 Sachant que les effets de viscosité sont faibles, on peut utiliser le théorème de Bernoulli. En plus, les vitesses de circulation dans ces artères sont petites et sensiblement égales, d'où : $P_{\text{cerveau}} + [\rho g h_{\text{cerveau}}] = P_{\text{coeur}} + [\rho g h_{\text{coeur}}] = P_{\text{pied}}$	2
C-III-2 $h_{\text{cerveau}} = 1.8 \text{ m}$ et $h_{\text{coeur}} = 1.3 \text{ m}$ $P_{\text{pied}} - P_{\text{coeur}} = 13.5 \text{ KPa}$ et $P_{\text{coeur}} - P_{\text{cerveau}} = 4.1 \text{ KPa}$ Or : $P_c = 100 \text{ mm Hg} = 13.3 \text{ KPa}$ d'où: $P_{\text{cerveau}} = 62 \text{ mm Hg} = 8.3 \text{ KPa}$ et $P_{\text{pied}} = 200 \text{ mm Hg} = 26.6 \text{ KPa}$	1.5 1.5
C-III-3 Un anévrisme se présente schématiquement sous la forme d'une dilatation locale d'une artère. La section S_A est supérieure à la section S_B . La vitesse du sang en A est donc plus petite que la vitesse en B. La pression P_A est donc supérieure à P_B . Dans la région saine de l'artère, P_B équilibre la pression des tissus extérieure, il apparaît donc que l'excès de pression en A accroît la fragilité de l'artère au niveau de l'anévrisme et favorise sa rupture.	2
C-III-4 Dans le cas d'une artère partiellement bouchée à pression en A est inférieure à la pression en B. Ce qui implique un risque de pincement et accroît la probabilité d'une thrombose.	2