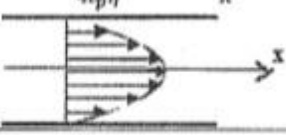
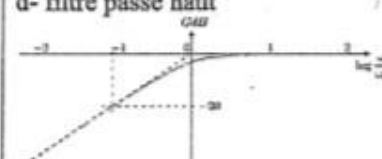
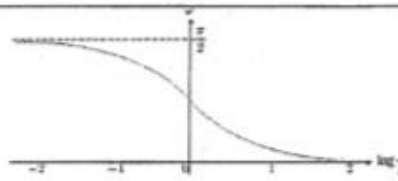
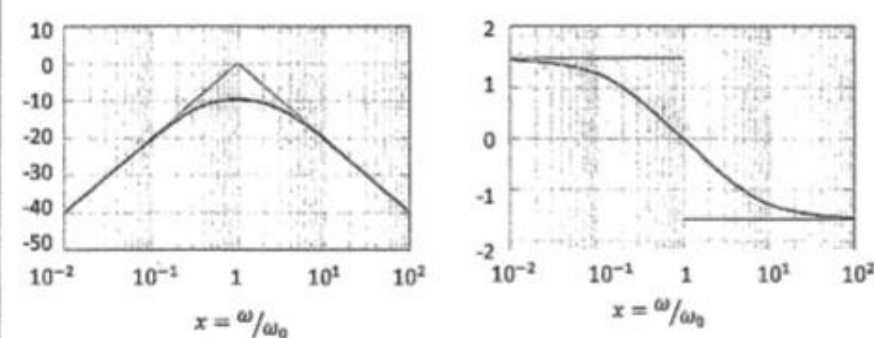


Corrigé Epreuve de Physique BG
Juin 2019

Partie I : Diffusion de l'oxygène dans l'eau			Note
1.	1.1	D est le coefficient de diffusion, $[D]$ s'exprime en $m^2.s^{-1}$. Le signe (-) indique que les particules diffusent des zones les plus concentrées vers les zones les moins concentrées.	1 1 1
	1.2	$\phi(r) = - \int j(r) 2\pi r dr = -4\pi r^2 j(r)$	3
	1.3	$j(r) = -D \frac{\partial n}{\partial r} = -\frac{\phi(r)}{4\pi r^2} \Rightarrow \frac{\partial n}{\partial r} = \frac{\phi(r)}{4\pi D r^2} \Rightarrow n(r) = -\frac{\phi(r)}{4\pi D r} + cte$ $n(\infty) = n_0$ d'où $n(r) = n_0 - \frac{\phi(r)}{4\pi D r}$	2
2.	2.1	$n_1 = n(R) = n_0 - \frac{\phi(R)}{4\pi D R} = n_0 - \frac{N_A R^2}{3D} \mathcal{M} \Rightarrow \mathcal{M} = \frac{\phi(R)}{\frac{4}{3}\pi R^3 \rho_e N_A}$ $\mathcal{M}$ s'exprime en $mol.kg^{-1}.s^{-1}$.	2
	2.2	Mesure le taux horaire de consommation de dioxygène par la bactérie.	2
	2.3	$n_1 = n_0 - \frac{R^2 \mathcal{M} N_A}{3D} > 0 \Rightarrow R < R_c = \sqrt{\frac{3D n_0}{\mathcal{M} \rho_e N_A}}$	2
	2.4	AN: $\mathcal{M} = \frac{3D n_0}{N_A R_c^2} = 18.75 \cdot 10^{-3} mol.kg^{-1}.s^{-1}$; $n_1 = 1.02 \cdot 10^{10} m^{-3}$	1
Partie II : Mesure de débit			
3.	3.1	$div(\vec{v}) = 0$; $\frac{\partial(\rho_e v)}{\partial x} + \frac{\partial \rho_e}{\partial t} = 0$	1
	3.2	Fluide incompressible $\rho_e = cte \Rightarrow \frac{\partial(v)}{\partial x} = 0$, champs de vitesse à flux conservatif $\Rightarrow Q = cte$	1
	3.3	$Q = L.H.v$	1
4.	4.1	$\frac{1}{2}\rho_e v^2 + p + \rho_e g z = cte$ Ecoulement stationnaire et irrotationnel Multiplions par le volume V : $\frac{1}{2}V\rho_e v^2 + pV + V\rho_e g z = cte$: pV travail des forces de pression ; $V\rho_e g z$ énergie potentielle de pesanteur ; $\frac{1}{2}V\rho_e v^2$ énergie cinétique, $\frac{1}{2}V\rho_e v^2 + pV + V\rho_e g z = E_m$ conservation de l'énergie mécanique.	1 1
	4.2	$\frac{1}{2}\rho v^2 + p_0 = \frac{1}{2}\rho v_A^2 + p_A + \rho g z_A$ $v_A = 0, p_A = p_0$ et $z_A = z_0$; $p_0 + \rho g z_0 + 0 = p_0 + 0 + \frac{1}{2}\rho v_{libre}^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gz_0}$; $\Rightarrow Q = LH\sqrt{2gz_0}$ AN: $Q = 20.78 m^3.s^{-1}$	1
5.	5.1	En un point de la surface libre. $\frac{1}{2}\rho v^2 + p_0 + \rho g H = cte$ or $p_0 = cte$ $\Rightarrow H + \frac{v^2}{2g} = cte = H_0$	1
	5.2	$H_0 = H + \frac{v^2}{2g} \Rightarrow Q = L.H.v = \sqrt{2gH^2L^2(H_0 - H)}$	1
	5.3	$\frac{dQ}{dH} = 0$ nous donne $H = H_M = \frac{2}{3}H_0$; $H_0 = 3.15 m \rightarrow H_M = 2.1 m$	2
	5.4	$Q_M = \sqrt{2gL^2\left(\frac{2}{3}H_0\right)^3}$; $v_M = \frac{Q_M}{LH_M}$; AN $Q_M = 38.5 m^3.s^{-1}$; $v_M = \frac{3Q_M}{2LH_0} = 4.58 m.s^{-1}$	2
	5.5	$Q = cte$; $v_1 < v_2 \rightarrow H_f > H_T$ $v_1 < v_c < v_2 \rightarrow H_f > H_{max} > H_T$	2

		Partie III : Phénomène de porosité	
6.	6.1	$\frac{\partial p}{\partial x} = \eta \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial v}{\partial r} \right)$ $F(x) = G(r). \text{ Egalité assurée si les deux membres sont égaux à une constante } C.$ $\frac{\partial p}{\partial x} = B \quad \text{et} \quad \eta \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial v}{\partial r} \right) = B$ $\frac{\partial p}{\partial x} = B \Rightarrow p = Bx + C \Rightarrow \Delta p = p_1 - p_2 = -Bl_p \Rightarrow B = \frac{\Delta p}{l_p}$	2
	6.2	$\eta \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial v}{\partial r} \right) = B \Rightarrow \frac{\partial v}{\partial r} = \frac{B}{2\eta} r + \frac{A}{r} \Rightarrow v = \frac{B}{4\eta} r^2 + A \ln r + D$ Vitesse finie en : $r = 0, \Rightarrow A = 0 \Rightarrow v = \frac{B}{4\eta} r^2 + D$ $v(r = R) = 0; \Rightarrow D = -\frac{B}{4\eta} R^2 \text{ ce qui donne } v = -\frac{B}{4\eta} \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right)$	2
	6.3	$v_{Max} : \frac{\partial v}{\partial r} = 0 \Rightarrow v_{Max} = -\frac{B}{4\eta} R^2 \Rightarrow v = v_{Max} \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right); v_{Max} > 0 \Rightarrow B < 0$ $\Rightarrow p$ fonction décroissante de x	1 1 1
	6.4	$v = -\frac{\Delta p}{4l_p \eta} R^2 \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right)$ 	1 1 1
	6.5	$Q_p = \int_0^{d/2} 2\pi r dr v(r) = \frac{C\pi}{2\eta} \int_0^{d/2} r \left(r^2 - \frac{d^2}{4} \right) dr = -\frac{C\pi}{128\eta} d^4 = \frac{\pi d^4 \Delta p}{128 \mu l_p} \quad (C = -\frac{\Delta p}{l_p})$	
7.	7.1	$Q_p = \frac{\pi}{128\eta} \frac{\Delta P}{l_p} d^4$ $\phi_p = \frac{\text{volume totale des pores}}{\text{volume milieu poreux}} = \frac{n \frac{\pi d^2}{4} l_p}{A l_p} = n \frac{\pi d^2}{4A}$ $Q_t = n \frac{\pi}{128\eta} \frac{\Delta P}{l_p} d^4 = \phi_p \frac{A d^2 \Delta P}{32\eta l_p}$	2
	7.2	$\frac{Q_t}{A} = \frac{\kappa \Delta P}{\eta l_p} \rightarrow K = \frac{\phi_p d^2}{32} \text{ s'exprime en } m^2$	2
8.		$Q_d = \frac{\kappa \rho_e g h}{\eta l_p}; \quad Q_d = 0.0027 m^3.s^{-1}$	2
		Partie IV : Sédimentation des particules dans l'eau	
9.	9.1	- Le poids : $\vec{p} = m\vec{g} = \rho_s V_s \vec{g}$ - Poussée d'Archimède : $\vec{\pi} = g \rho_e \frac{4}{3} \pi R_s^3 \vec{u}_z = \rho_e V_s \vec{u}_z$ - Force de frottement : $\vec{F} = -6\pi\eta R_s \vec{v}$	1
	9.2	$m \frac{d\vec{v}}{dt} = \rho_s V_s \vec{g} + \rho_e V_s \vec{u}_z - 6\pi\eta R_s \vec{v} \Rightarrow m \frac{dv}{dt} + 6\pi\eta R_s v = mg \left(\frac{\rho_e}{\rho_s} - 1 \right) \Rightarrow$ $\frac{dv}{dt} + \frac{v}{\tau} = g \left(\frac{\rho_e}{\rho_s} - 1 \right); \quad \tau = \frac{m}{6\pi\eta R_p} = \frac{2}{9} R_s^2 \frac{\rho_s}{\eta} \text{ durée du régime transitoire}$	2
	9.3	$v(t) = g \left(\frac{\rho_e}{\rho_s} - 1 \right) \tau \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$	2
	9.4	$v_l = g \left(\frac{\rho_e}{\rho_s} - 1 \right) \tau \Rightarrow v_l = \frac{2}{9} R_s^2 \frac{g}{\eta} (\rho_e - \rho_s); \quad \Delta t_s = \frac{h_b}{ v_l }$	2
10.	10.1	Il caractérise un écoulement, en particulier la nature de son régime (laminaire, transitoire, turbulent).	2

10.2		Sable	Sable fin	Argile 1	Argile 2	3
	Diamètre	2mm	1mm	10 ³ µm	10µm	
	v _t	13.33 ms ⁻¹	3.33 ms ⁻¹	3,33.10 ⁻² ms ⁻¹	3,33.10 ⁻⁴ ms ⁻¹	
	Δt _s	0,15 s	0,66s	60 s	6000 s	
	R _e	6,64.10 ³	3,33.10 ³	3,3	3,33.10 ⁻³	
10.3	Voir ligne 4 du tableau					2
10.4	$R_e \leq 5 \Rightarrow R_{min} = \frac{5\eta}{\rho_s v_t } = 12,9 \mu m \quad v_t = \frac{h_b}{\Delta t_s}$					3
Partie V : Un modèle thermodynamique d'une salle blanche						
11.	11.1	L'énergie interne d'un gaz parfait ne dépend que de la température.				1
	11.2	Transformation isochore : $V_2 = V_1 \quad \Delta U_{12} = Q_{12} = C_v \Delta T$ on a : $C_v = \frac{R}{\gamma - 1}$ $\Rightarrow T_2 = \frac{(\gamma - 1)Q_{12}}{R} + T_1 = 297,4 K, \quad P_2 = P_1 \frac{T_2}{T_1} = 1,008.10^5 Pa$				1
	11.3	$V_3 = V_1 \frac{T_3}{T_1}; V_3 = 20,13 m^3$				1
12.	12.1	$W_{23} = -P_2 V_2 \ln \frac{V_3}{V_2}$ AN : $W_{23} = 7474 J$; $\Delta U = 0 \Rightarrow Q_{23} = -W_{23}$				3
	12.2	$\Delta S_{23} = \int_2^3 \frac{\delta Q}{T} = \frac{Q_{23}}{T_3}$; On a $Q_{th} = -Q_{23}$ ce qui donne : $\Delta S_{th} = -\frac{Q_{23}}{T_3}$ $\Delta S_{th} = -25,16 J.K^{-1}$				2
	12.3	$(\Delta S_{23})_{tot} = \Delta S_{23} + \Delta S_{th} = 0 \Rightarrow$ transformation 2 → 3 réversible				2
13.	13.1	$\Delta S'_{23} = \Delta S_{23}$, la variation d'entropie ne dépend pas du chemin suivi				2
	13.2	$\Delta S'_{th} = \frac{Q'_{th}}{T_2}$ or $Q'_{th} = Q'_{23} = W'_{23} = -P_3(V_3 - V_2) = P_1(V_2 - V_3)$ $W'_{23} = 0,13.10^5 J \Rightarrow \Delta S'_{th} = \frac{-W'_{23}}{T_2} = 43,77 J.K^{-1}$ $(\Delta S'_{23})_{tot} = \Delta S'_{23} + \Delta S'_{th} > 0$				2
	13.3	$(\Delta S'_{23})_{tot} > 0$ d'après le second principe la transformation est irréversible				2
Partie VI: Circuit régulateur						
14.		$v_2 = \frac{1}{C} \int i_c dt \Rightarrow i_c = C \frac{dv_2}{dt}$ $v_2 = Ri_R \Rightarrow i_R = \frac{v_2}{R}$ $i_1 = i_R + i_c$ $v_1 = Ri_1 + \frac{1}{C} \int i_1 dt + v_2 \Rightarrow \frac{dv_1}{dt} = R \frac{di_1}{dt} + \frac{i_1}{C} + \frac{dv_2}{dt}$ $\frac{dv_1}{dt} = \frac{dv_2}{dt} + RC \frac{d^2 v_2}{dt^2} + \frac{v_2}{RC} + \frac{dv_2}{dt} + \frac{dv_2}{dt}$ $\frac{d^2 v_2}{dt^2} + \frac{3}{RC} \frac{dv_2}{dt} + \frac{1}{(RC)^2} v_2 = \frac{1}{(RC)^2} \frac{dv_1}{dt}$ $\frac{d^2 v_2}{dt^2} + a\omega_0 \frac{dv_2}{dt} + \omega_0^2 v_2 = \omega_0 \frac{dv_1}{dt}$ $\omega_0 = \frac{1}{RC}$ et $a = 3$				1
15.	15.1	$v_1 = E$ d'où $\frac{d^2 v_2}{dt^2} + 3\omega_0 \frac{dv_2}{dt} + \omega_0^2 v_2 = 0$				1
	15.2	L'équation caractéristique : $r^2 + 3\omega_0 r + \omega_0^2 = 0$ $\Delta = 9 \omega_0^2 - 4 \omega_0^2 = 5 \omega_0^2 > 0 \Rightarrow$ régime apériodique				1
	15.3	$v_2(t) = Ae^{r_1 t} + Be^{r_2 t}$ $r_1 = (-3 - \sqrt{5})\omega_0$ et $r_2 = (-3 + \sqrt{5})\omega_0$ $v_2(t) = e^{-3t}(Ae^{-\sqrt{5}\omega_0 t} + Be^{\sqrt{5}\omega_0 t})$				1
16.	16.1	a- $H(j\omega) = \frac{Z_R}{2Z_R + Z_C} = \frac{R}{2R + \frac{1}{jC\omega}} = \frac{jRC\omega}{1 + 2jRC\omega}$				1
		b- $H(j\omega) = \frac{jx}{1 + 2jx}$				1
		c- $G_v = 20 \log H(j\omega) = 20 \log \frac{x}{\sqrt{1 + 4x^2}}; \varphi = \text{Arctg} \frac{1}{2x}$				2

	d- filtre passe haut 		1 1
16.2	a- $Z_{AB} = R + \frac{1}{jC\omega}$ $Z_{BC} = \frac{R}{1+jRC\omega}$ b- $H(j\omega) = \frac{\frac{Z_R Z_C}{Z_R + Z_C}}{\frac{Z_R Z_C}{Z_R + Z_C} + Z_R + Z_C} = \frac{Z_R Z_C}{Z_R^2 + Z_C^2 + 3Z_R Z_C}$ $H(j\omega) = \frac{\frac{R}{jC\omega}}{R^2 - \frac{1}{C^2 \omega^2} + \frac{3R}{jC\omega}} = \frac{\frac{R^2}{jRC\omega}}{R^2 - \frac{R^2}{R^2 C^2 \omega^2} + \frac{3R^2}{jRC\omega}} = \frac{1}{jRC\omega - \frac{j}{RC\omega} + 3}$ $\omega_0 = \frac{1}{RC}$ et $x = \frac{\omega}{\omega_0}$ $H(j\omega) = \frac{1}{j(x - \frac{1}{x}) + 3} = \frac{\frac{1}{3}}{1 + \frac{j}{3}(x - \frac{1}{x})} \Rightarrow \begin{cases} H_0 = \frac{1}{3} \\ Q = \frac{1}{3} \end{cases}$ c- $G_p = 20 \log H(j\omega) = \frac{1}{\sqrt{9 + (x - \frac{1}{x})^2}}$ et $\varphi = \text{Arctg} -\frac{1}{3}(x - \frac{1}{x})$	1 1 2 1 1	
	d-  $x = \omega/\omega_0$	1 1	

Filtre de second ordre passe bande

Filtre de second ordre passe bande