



Concours Biologie et Géologie
Epreuve de Physique

Problème 1

A- Pression de l'atmosphère

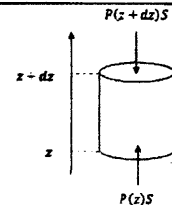
I- Relation fondamentale de l'hydrostatique

$$1-P(z)S - P(z+dz)S - dm g = 0 \Rightarrow dm = \rho dV \Rightarrow dm = \rho dz S$$

$$P(z)S - P(z+dz)S - \rho dz S g = 0$$

$$D'où P(z) - P(z+dz) - \rho dz S g = 0$$

$$P(z) - P(z+dz) = \rho g dz \quad \frac{P(z) - P(z+dz)}{dz} = \rho g \frac{dP}{dz} = -\rho g$$



3

$$2-PV = nRT_0; n = \frac{m}{M_a} \Rightarrow PV = \frac{\rho_a V}{M_a} RT_0; \quad \rho_a = \frac{PM_a}{RT_0} \quad \text{AN: } \rho_a = 1.2 \text{ kgm}^{-3}$$

2

$$3-\rho_a = \frac{PM_a}{RT_0} \Rightarrow \frac{dP}{dz} = -\frac{PM_a}{RT_0} g \Rightarrow \frac{dP}{P} = -\frac{M_a g}{RT_0} dz$$

2

II La température de l'atmosphère est constante

$$4.1- \int \frac{dP}{P} = - \int \frac{M_a g}{RT_0} dz \Leftrightarrow \ln P = - \frac{M_a g}{RT_0} z + cte \Rightarrow P(z) = P_0 \exp\left(-\frac{M_a g}{RT_0} z\right) \quad P(z=0) = P_0$$

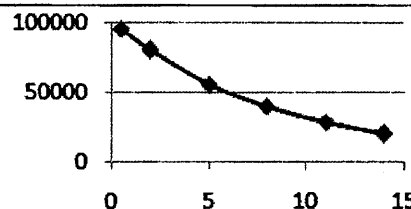
2

$$4.2-H_0 = \frac{RT_0}{M_a g} \text{AN: } H_0 = 8.67 \text{ km}$$

1

4.3

z (km)	0.5	2	5
P (Pa)	95620	80450	56170
z (km)	8	11	14
P (Pa)	40260	28484	20152



III- La température de l'atmosphère est variable

5 La pression diminue quand la température diminue. En effet, la pression n'est que la mesure du poids de la colonne au-dessus de soi. L'air est moins est lourd, plus faible est la pression. Un gaz se refroidit lorsqu'on baisse sa pression.

1

$$6 T(z) = T_0 - \lambda z \Rightarrow \frac{dP}{P} = -\frac{Mg}{RT} dz \Rightarrow \frac{dP}{P} = -\frac{Mg}{R(T_0 - \lambda z)} dz \Rightarrow \int \frac{dP}{P} = \frac{Mg}{R} \int \frac{dz}{T_0 - \lambda z}$$

$$\ln P = \frac{Mg}{\lambda R} \ln(T_0 - \lambda z) + cte \Rightarrow P(z) = P_0 \left(1 - \frac{\lambda z}{T_0}\right)^\beta \quad \text{avec } \beta = \frac{Mg}{\lambda R}$$

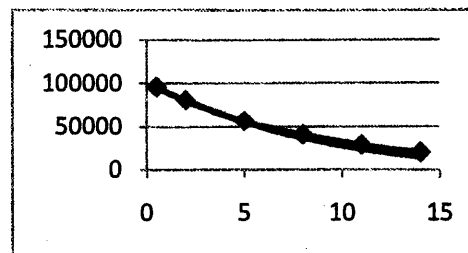
2

$$7- z = 0.5 \text{ km}; \frac{\Delta P}{P} = \frac{95620 - 945000}{95620} = 1.1\%$$

$$z = 2 \text{ km}; \frac{\Delta P}{P} = \frac{80450 - 79300}{80450} = 1.4\%$$

$$z = 5 \text{ km}; \frac{\Delta P}{P} = \frac{56170 - 54800}{56170} = 2.4\%$$

$$z = 8 \text{ km}; \frac{\Delta P}{P} = \frac{40260 - 36700}{40260} = 8.8\%$$



2

B- Chute d'une goutte d'eau

8 Deux phases : Une phase transitoire pour un temps compris entre 0 et 13s ou le mouvement de la goutte est accélérée avec une vitesse qui augmente avec le temps t.

- une phase permanente pour un temps t > 13s ou le mouvement de la goutte devient uniforme et la vitesse est constante.

1

$$9 \tau = 5 \text{ ms}$$

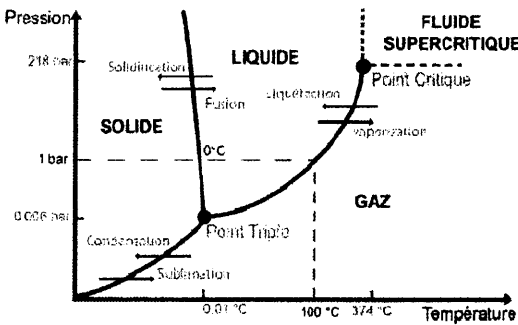
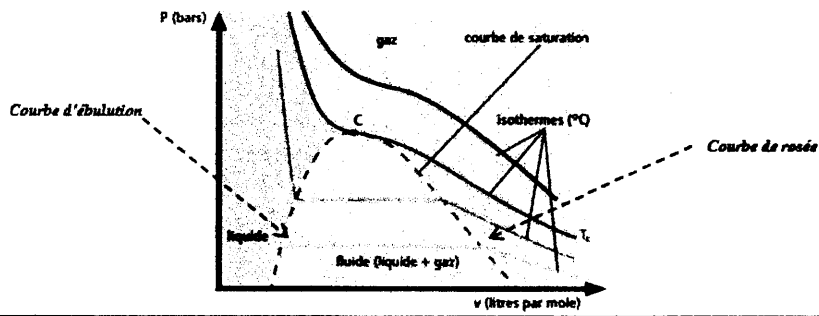
1

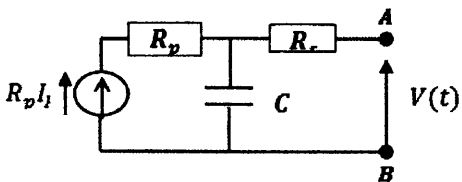
$$10 V_{GL} = 30 \text{ m.s}^{-1}$$

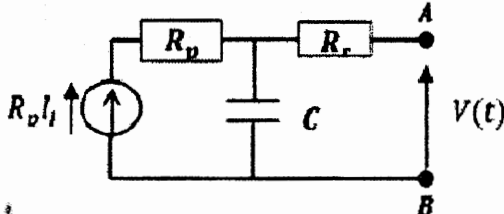
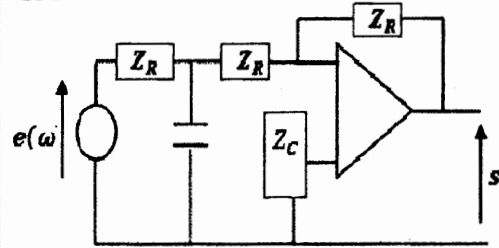
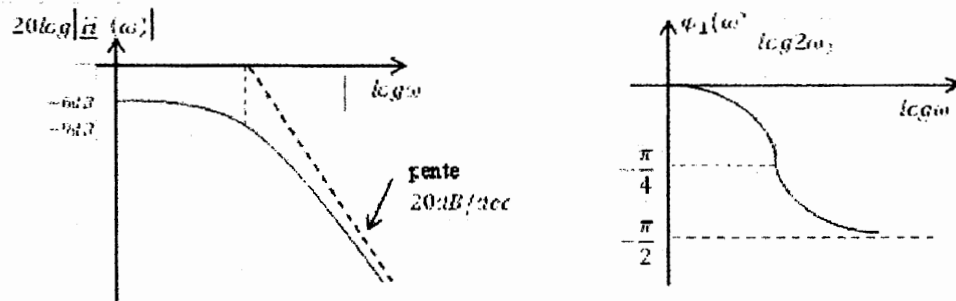
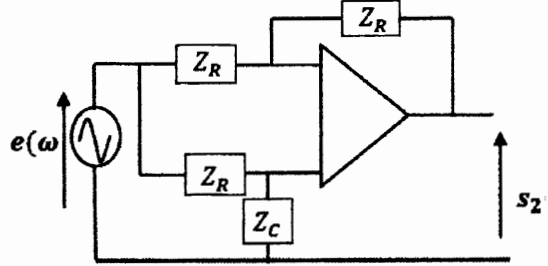
1

$$11 \frac{P}{\Pi} = \frac{\rho_e}{\rho_a} = 1000 \gg 1 \text{ d'où } P \gg \Pi \text{ donc poussée d'Archimède négligée devant le poids.}$$

1

12	$\vec{P} + \vec{\Pi} + \vec{f} = m\vec{a} \Rightarrow -mg + 6\pi\eta a V_G = -m \frac{dV_G}{dt}$ $\frac{dV_G}{dt} = 0 \Rightarrow 6\pi\eta a V_{GL} = mg \Rightarrow \eta = \frac{mg}{6\pi a V_{GL}}$ avec $m = \rho_e \frac{4}{3}\pi a^3 \Rightarrow \eta = \frac{2a^2 g}{9V_{GL}} = 1.81 \cdot 10^{-5} SI$	2												
C Changement de phases de l'eau. Diagrammes d'équilibre														
13		3												
14	Voir courbe	2												
15	T: point triple, caractéristique intrinsèque de l'eau pur. L'eau coexiste sous ces trois phases. C: point critique, propriété de l'eau. Au-delà de ce point, la transition de la phase liquide, vapeur n'est plus observée. La phase liquide et vapeur n'est plus observées., il s'agit de l'état fluide.	2												
16-		3												
17	Pour $T = T_C$ l'isotherme critique présente un point d'inflexion et le palier disparaît; la transition entre les phases liquide et vapeur n'est plus observée. L'eau se trouve à l'état super critique.	1												
18	$V = V_l + V_v \text{ et } V = mv; V_l = m_l v_l; V_v = m_v v_v \Rightarrow mv = m_l v_l + m_v v_v; v = \frac{m_l}{m} v_l + \frac{m_v}{m} v_v$ $X_v = \frac{m_v}{m} \text{ et } X_l = \frac{m_l}{m} = 1 - X_v \Rightarrow v = X_v v_v + (1 - X_v) v_l \Leftrightarrow v = X_v (v_v - v_l) + v_l$ $X_v = \frac{v - v_l}{v_v - v_l}$	2												
19-	$H = H_l + H_v; H = mh; H_l = m_l h_l; H_v = m_v h_v \Rightarrow mh = m_l h_l + m_v h_v;$ $h = \frac{m_l}{m} h_l + \frac{m_v}{m} h_v = \frac{m_v}{m} \text{ et } X_l = \frac{m_l}{m} = 1 - X_v \Rightarrow h = X_v h_v + (1 - X_v) h_l$ $\Rightarrow h = X_v (h_v - h_l) + h_l \Leftrightarrow X_v = \frac{h - h_l}{h_v - h_l}$	1												
20-	$L_{vap}(T) = h_v(T) - h_l(T)$	1												
C- Etude thermodynamique de l'air humide														
21-	$n = n_a + n_e; P_0 V = nRT; \frac{P_a V}{RT} = n_a \text{ et } \frac{P_v V}{RT} = n_v$ $P_0 V = (\frac{P_a V}{RT} + \frac{P_v V}{RT}) RT$ ce qui nous donne: $P_0 = P_a + P_v$	1												
22-	$P_a V = \frac{m_a}{M_a} RT \text{ et } P_v V = \frac{m_v}{M_v} RT$ On pose : $R_a = \frac{R}{M_a} \text{ et } R_v = \frac{R}{M_v}$; on aura alors: $P_a V = m_a R_a T$ et $P_v V = m_v R_v T$ AN: $R_a = 287 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ et $R_v = 462 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$	2												
23-	$P_s = 1706 \text{ Pa}$ à $T = 288 \text{ K}; P_v = \varepsilon P_s = 1450 \text{ Pa}$ avec $\varepsilon = 0.85$ $m_v = \frac{P_v V}{R_v T} = 10.8 \text{ g} \quad m_a = \frac{(P_0 - P_v) V}{R_a T} = 1210 \text{ g}$	2												
24-	$q = \frac{m_v}{m_a} \Leftrightarrow q = \frac{P_v R_a}{P_a R_v}$ On a : $P_0 - P_v = P_a$ et on pose $A = \frac{R_a}{R_v} = 0.62 \Rightarrow P_0 = P_v (1 + \frac{A}{q})$	2												
25-	$\varepsilon = 1 \Rightarrow P_v = \varepsilon P_s \Rightarrow q = A \frac{P_s}{P_0 - P_s}$ <table><tr><td>$P_s (Pa)$</td><td>610</td><td>880</td><td>1227</td><td>1706</td><td>2337</td></tr><tr><td>$10^3 q_s$</td><td>3.8</td><td>5.4</td><td>7.6</td><td>10.6</td><td>14.6</td></tr></table>	$P_s (Pa)$	610	880	1227	1706	2337	$10^3 q_s$	3.8	5.4	7.6	10.6	14.6	2
$P_s (Pa)$	610	880	1227	1706	2337									
$10^3 q_s$	3.8	5.4	7.6	10.6	14.6									

$P_s(Pa)$	31 3	4274	5727	7377	9715	
$10^3 q_s$	20	27.1	37.7	48.7	65.8	
26-1 La seconde loi de Joule: $dH = mc_p dT$; $\Delta H_a = m_a c_{pa}(T - T_r)$; $\Delta H_v = m_v c_{pv}(T - T_r) + m_v l_v$ $\Delta H = \Delta H_a + \Delta H_v \Leftrightarrow \Delta H = m_a \left[c_{pa}(T - T_r) + \frac{m_v}{m_a} c_{pv}(T - T_r) + \frac{m_v}{m_a} l_v \right]$ $\Leftrightarrow \Delta H = m_a [c_{pa}(T - T_r) + q(c_{pv}(T - T_r) + l_v)] \Rightarrow \Delta h = \frac{H}{m} \Leftrightarrow \Delta h =$ $= \frac{[c_{pa}(T - T_r) + q(c_{pv}(T - T_r) + l_v)]}{1 + q}$						2
26-2 $m_a = 1 \text{ kg} \Rightarrow \Delta H^* = [c_{pa}(T - T_r) + q(c_{pv}(T - T_r) + l_v)]$ d'où: $\Delta h = \frac{\Delta H^*}{1+q}$						1
Problème 2						
Partie A						
A-I Propagation d'une onde électromagnétique dans le vide						
1- L'onde est polarisée rectilignement suivant l'axe $\vec{Ox}$						1
2 $k = \frac{\omega}{c}$ et $\vec{k} = \frac{\omega}{c} \vec{e}_z$						1
3- $\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(\omega t - kz) \vec{e}_x$; $\vec{B} = \frac{\vec{k} \wedge \vec{E}}{c} = \frac{E_0}{c} \cos(\omega t - kz) \vec{e}_y$						1
4 $\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} = -k^2 \vec{E}$; $\frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = -\frac{\omega^2}{c^2} \vec{E} \Rightarrow \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}$						1
5 $\vec{R} = \frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0} \Leftrightarrow \vec{R} = \frac{E_0^2}{c\mu_0} \cos^2(\omega t - kz) \vec{e}_z \Rightarrow \vec{R} = c\epsilon_0 E_0^2 \cos^2(\omega t - kz) \vec{e}_z \Rightarrow \langle \vec{R} \rangle = \frac{c\epsilon_0 E_0^2}{2} \vec{e}_z$						2
6 $\langle P \rangle = P_m = \frac{c\epsilon_0 E_0^2}{2} S$						1
7 $E_0 = \sqrt{\frac{P_m}{c\epsilon_0 S}} = 3 \text{ kV.m}^{-1}$						1
A.II Polarisation de l'onde						
8 $n_x = \frac{c}{v_x}$ et $n_y = \frac{c}{v_y}$ ($\vec{Ox}$) axe lent et ($\vec{Oy}$) axe rapide $V_x < V_y \Rightarrow n_x > n_y$						2
9 $E_{2x} = E_0 \cos(\omega t - \varphi_x)$; $\varphi_x = \frac{2\pi n_x}{\lambda} e$ et $E_{2y} = E_0 \sin(\omega t - \varphi_y)$; $\varphi_y = \frac{2\pi n_y}{\lambda} e$						2
10 $\varphi = \varphi_y - \varphi_x = \frac{2\pi}{\lambda} (n_y - n_x) e$						2
11 $\left(\frac{E_{2y}}{E_0 \sin \alpha}\right)^2 + \left(\frac{E_{2x}}{E_0 \cos \alpha}\right)^2 - 2 \left(\frac{E_{2y}}{E_0 \sin \alpha}\right) \left(\frac{E_{2x}}{E_0 \cos \alpha}\right) \cos \varphi = \sin^2 \varphi$						1
12 (a) $\varphi = \pi \Rightarrow \left(\frac{2E_{2y}}{E_0 \sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{2E_{2x}}{E_0 \sqrt{2}}\right)^2 - 2 \left(\frac{2E_{2y}}{E_0 \sqrt{2}}\right) \left(\frac{2E_{2x}}{E_0 \sqrt{2}}\right) = 0$ Polarisation rectiligne (b) $\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \left(\frac{2E_{2y}}{E_0 \sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{2E_{2x}}{E_0 \sqrt{2}}\right)^2 = 1$ Polarisation circulaire - (a) $\varphi = \pi$, la lame est demi-onde, - (b) $\varphi = \frac{\pi}{2}$, la lame est quart-d'onde.						2
13-1 P_1 et P_2 croisés $P_1 \perp P_2$						1
13-2 Oui il y a extinction de l'onde transmise: les lignes neutres sont // à P_1 et à P_2 .						1
14-1 Polarisation elliptique						1
14-2 Montage composé de: Source, polariseur, analyseur, lame anisotrope, détecteur: on tourne l'analyseur l'intensité I détectée passe par un maximum et un minimum.						1
Partie B						
B.I Circuit équivalent d'un capteur optique						
15- 			16- $R_p I_p = V_{R_p} + V(t)$ avec $V_{R_p} = R_p i$ et $i = C \frac{dV(t)}{dt} \Rightarrow$ $R_p I_p = C \frac{dV(t)}{dt} + V(t)$ $V(t) = A \exp\left(-\frac{t}{R_p C}\right) + R_p I_p A$ à $t = 0 \Rightarrow V(t) =$ $R_p I_p \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{R_p C}\right)\right]$ car $V(t = 0) = 0$			2+2
17.1 En régime sinusoïdal le circuit est remplacé par le circuit complexe suivant:			$V_p(j\omega) = Z_C I \Leftrightarrow I = \frac{V_p(j\omega)}{Z_C}$ $Z_{R_p} I_p = Z_{R_p} I + V_p(j\omega) = \frac{Z_{R_p}}{Z_C} V_p(j\omega) + V_p(j\omega)$			2

	$V_p(j\omega) \left[1 + \frac{Z_{Rp}}{Z_C} \right] = Z_{Rp} I_p \Rightarrow V_p(j\omega) = \frac{Z_{Rp} I_p}{\left[1 + \frac{Z_{Rp}}{Z_C} \right]}$ $\Leftrightarrow V_p(j\omega) = \frac{\frac{R_p}{jC\omega}}{\frac{1}{jC\omega} + R_p} I_p \Rightarrow V_p(j\omega) = \frac{R_p}{1 + jCR_p\omega} I_p$		
17-2 Filtre passe-bas. La fréquence de coupure : $ V_p(j\omega) = \frac{R_p I_p }{\sqrt{2}} \Rightarrow \omega_c CR_p = 1 \Rightarrow f_c = \frac{1}{2\pi CR_p}$			2
B.II Filtre à Amplificateur			
18-1 Courant borne inverseuse $i^- = 0$, Courant borne non inverseuse $i^+ = 0$ - Tension entre bornes d'entrées $\varepsilon = V^- - V^+ = 0$ - Résistance d'entrée $R_e = \infty$ et une résistance de sortie $R_s = 0$ - Un gain différentiel très grand			2
18-2 $V^- = V^+ = 0, \quad V^- = \frac{\frac{s_1(\omega)}{Z_R} + \frac{V_N}{Z_R}}{\frac{1}{Z_R} + \frac{1}{Z_R}} = 0 \Leftrightarrow \underline{s_1(\omega)} = -V_N$ $V_N = \frac{\frac{e(\omega)}{Z_R}}{\frac{1}{Z_R} + \frac{1}{Z_R} + \frac{1}{Z_C}} = \frac{\frac{e(\omega)}{Z_R}}{\frac{2}{Z_R} + \frac{1}{Z_C}} = \frac{Z_C e(\omega)}{2Z_C + Z_R}$ $\underline{H_1(\omega)} = \frac{s_1(\omega)}{e(\omega)} = -\frac{Z_C}{2Z_C + Z_R} = -\frac{1}{2 + jRC\omega}$		3	
18-3 $\omega_0 = \frac{1}{RC}$ et $x = \frac{\omega}{\omega_0}$; $\underline{H_1(\omega)} = \frac{1}{2+jx} \Rightarrow \underline{H_1(\omega)} = \frac{1}{\sqrt{4+x^2}} \text{tg} \varphi_1 = -\frac{x}{2}$			3
18.4 			4
Filtre passe-bas			
B.III Etude d'un circuit déphaseur			
19.1 $V^- = \frac{\frac{s_2(\omega)}{Z_R} + \frac{e(\omega)}{Z_R}}{\frac{1}{Z_R} + \frac{1}{Z_R}} \Leftrightarrow V^- = \frac{s_2(\omega) + e(\omega)}{2}$ $V^+ = \frac{\frac{e(\omega)}{Z_R}}{\frac{1}{Z_R} + \frac{1}{Z_C}} \Leftrightarrow V^+ = \frac{Z_C e(\omega)}{Z_C + Z_R} \quad V^- = V^+$ $\underline{H_2(\omega)} = \frac{s_2(\omega)}{e(\omega)} = \frac{(Z_C - Z_R)}{(Z_C + Z_R)} \Rightarrow \underline{H_2(\omega)} = \frac{1 - jRC\omega}{1 + jRC\omega}$		3	
19-2 $ \underline{H_2(\omega)} = 1 \text{ et } \text{tg} \varphi_2 = -2RC\omega \quad \text{Arg} \underline{H_2(\omega)} = \varphi_2(\omega) = \text{Arctg}(-2RC\omega)$			3
19-3 C'est un circuit déphaseur			1
19-4 On choisit le circuit 2, il semble le plus adapté pour mesurer une tension électrique de fréquence variable car la tension pour toutes les fréquences passent vers la sortie.			2