

BACCALAURÉAT — SÉRIE C
Physique-Chimie — Session 2019
Corrigé détaillé

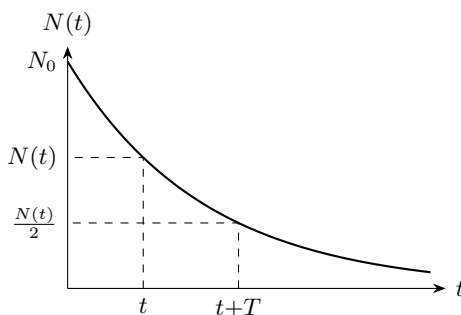
CHIMIE 8 points

Partie A : vérification des connaissances

1. Appariement

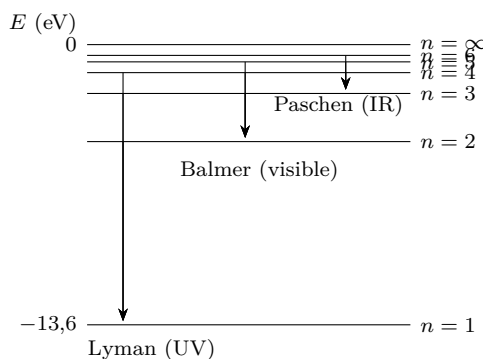
1 = c. La constante d'acidité K_a du couple AH/A^- ($\text{AH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$) : $K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{AH}]}$.

2 = d. Loi de décroissance radioactive $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$. La demi-vie T vérifie $N(t+T) = \frac{N(t)}{2}$, d'où $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$ (soit $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$).



3 = b. Pour $\alpha A + \beta B \rightleftharpoons \gamma C + \delta D$, la constante d'équilibre est $K = \frac{[C]_{eq}^\gamma [D]_{eq}^\delta}{[A]_{eq}^\alpha [B]_{eq}^\beta}$.

d = 1. Niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène : un électron absorbe un photon pour monter d'un niveau p à $n > p$, ou en émet un pour descendre. $\Delta E = E_0 \left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right) = \frac{hc}{\lambda}$, d'où $\frac{1}{\lambda} = \frac{E_0}{hc} \left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right)$; comparé à Balmer $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right)$, on a $R_H = \frac{E_0}{hc}$.



2. Schéma à compléter

$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2^+ + \text{OH}^-$. L'atome d'azote porte un doublet non liant, ce qui confère aux amines un caractère basique (Brønsted-Lowry).

3. Questions à choix multiples

3.1 = $a \cdot 3$. Pour un mélange équimolaire, le rendement d'estérification (5 %, 60 % ou 67 %) diminue quand la classe de l'alcool augmente : pour un alcool *secondaire*, il vaut **60 %**.

3.2 = $b \cdot 3$. $\lambda = \frac{hc}{E_n - E_p}$ est maximale si $E_n - E_p$ est minimale, c'est-à-dire pour $n = p + 1$. Les plus petits écarts sont $E_2 - E_1$, $E_3 - E_2$, $E_4 - E_3$; le plus petit est $E_4 - E_3$. La plus grande longueur d'onde émise appartient donc à la **série de Paschen**.

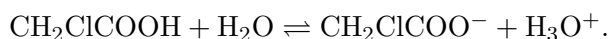
Partie B : application des connaissances

1.

$-\log C_0 = -\log(5 \cdot 10^{-2}) = 1,30$. Comme $\text{pH} > -\log C_0$, l'acide monochloroéthanoïque est un **acide faible**.

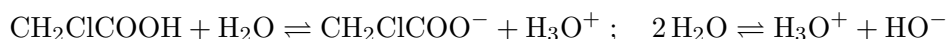
Méthode. Reconnaître la force d'un acide à partir du pH : calculer $-\log C_0$. Si $\text{pH} = -\log C_0$, l'acide est totalement dissocié : acide *fort*. Si $\text{pH} > -\log C_0$, la dissociation est partielle : acide *faible*. (Raisonnement symétrique pour une base avec $14 + \log C_0$.)

2.



3. a.

Autoprotolyse (acide faible, dissociation limitée) :



Espèces : ions H_3O^+ , OH^- , $\text{CH}_2\text{ClCOO}^-$; molécules CH_2ClCOOH , H_2O .

$$\bullet [\text{H}_2\text{O}] = \frac{1000}{18} = 55,6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}. \quad \bullet [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,1} = 7,94 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

$$\bullet [\text{OH}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{7,94 \cdot 10^{-3}} = 1,26 \cdot 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

• Électroneutralité $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{CH}_2\text{ClCOO}^-] + [\text{OH}^-]$, avec $[\text{OH}^-] \ll [\text{H}_3\text{O}^+]$: $[\text{CH}_2\text{ClCOO}^-] = 7,94 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

• Conservation $C_A = [\text{CH}_2\text{ClCOOH}] + [\text{CH}_2\text{ClCOO}^-]$: $[\text{CH}_2\text{ClCOOH}] = 5 \cdot 10^{-2} - 7,94 \cdot 10^{-3} = 4,21 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

$$\text{b. } \text{p}K_a = \text{pH} - \log \frac{[\text{CH}_2\text{ClCOO}^-]}{[\text{CH}_2\text{ClCOOH}]} = 2,1 - \log \frac{7,94 \cdot 10^{-3}}{4,21 \cdot 10^{-2}} = 2,82.$$

4.

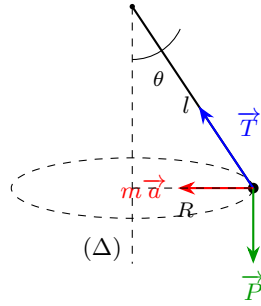
Dosage : $\text{CH}_2\text{ClCOOH} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{CH}_2\text{ClCOO}^- + \text{H}_2\text{O}$. À la demi-équivalence $\text{pH} = \text{p}K_a$ et $V_B = \frac{V_{BE}}{2}$. À l'équivalence $C_A V_A = C_B V_{BE}$, d'où $V_B = \frac{C_A V_A}{2 C_B} = \frac{5 \cdot 10^{-2} \times 20 \cdot 10^{-3}}{2 \times 0,1} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 5 \text{ mL}$.

PHYSIQUE 12 points

Partie A : vérification des connaissances

1. Questions à choix multiples

a. **Vrai.** Pendule conique : boule de masse m , fil de longueur l , en mouvement circulaire uniforme autour de (Δ).



$a_T = 0$ (uniforme), $a = a_N = R\omega^2$ avec $R = l \sin \theta$, donc $a = l\omega^2 \sin \theta$. PFD : $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$ donne

$$\begin{cases} T \sin \theta = ml\omega^2 \sin \theta \\ T \cos \theta = mg \end{cases} \quad ; \text{ en divisant : } \frac{1}{\cos \theta} = \frac{l\omega^2}{g}.$$

b. Vrai. L'effet photoélectrique est l'émission d'électrons par un métal recevant de l'énergie rayonnante.

c. Vrai. En mouvement circulaire uniforme, l'accélération est normale et vaut $R\omega^2$ ($a_T = 0$).

d. Faux. Un RLC série est en résonance quand $X_L = X_C$; alors $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ est minimale et vaut R .

2. Texte à trous

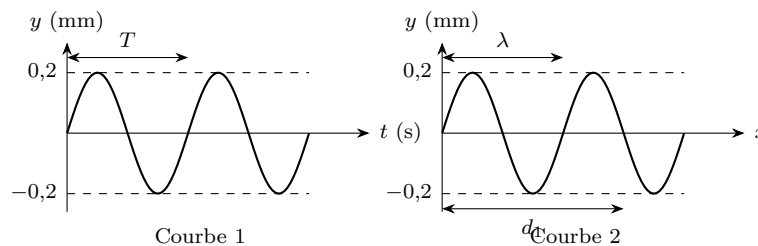
Un ébranlement est *transversal* lorsque la perturbation du milieu élastique est *perpendiculaire* à la direction de propagation.

Partie B : application des connaissances

1.

Courbe 1 ($y-t$) : période $T = 2 \cdot 10^{-3}$ s. Courbe 2 ($y-x$) : longueur d'onde λ . D'où $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\lambda}{2 \cdot 10^{-3}} = 500\lambda$ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Piège classique. Deux sinusôides qui se ressemblent, deux grandeurs différentes : la courbe $y(t)$ (élongation d'un point au cours du temps) donne la *période* T , la courbe $y(x)$ (photo de la corde à un instant) donne la *longueur d'onde* λ . Vérifier l'axe des abscisses avant toute lecture.



2.

$y_O(t) = a_m \sin(\omega t + \varphi)$ avec $\omega = \frac{2\pi}{T} = 1000\pi$, $a = 2 \cdot 10^{-4}$ m. Comme $y_O(0) = 0$, $\varphi = 0$:
 $y_O(t) = 2 \cdot 10^{-4} \sin(1000\pi t)$.

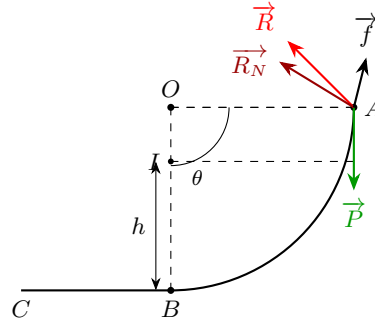
3.

M reproduit O avec le retard $t_M = \frac{d}{v} = \frac{12,5}{500\lambda}$: $y_M(t) = y_O(t - t_M) = 2 \cdot 10^{-4} \sin\left(1000\pi t - \frac{25\pi}{\lambda}\right)$.

4.

$\frac{\lambda}{T} = \frac{d_1}{t_1}$, d'où $t_1 = \frac{d_1}{\lambda} T$. La courbe 2 donne $\frac{d_1}{\lambda} = \frac{6}{4}$, donc $t_1 = \frac{6}{4} T = 3 \cdot 10^{-3}$ s.

Partie C : résolution d'un problème



1. a.

Référentiel terrestre galiléen, système = solide de masse m . TEC entre A et B : $\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = W_{\vec{P}} + W_{\vec{R}}$. La réaction normale ne travaille pas ($\vec{R}_N \perp \vec{dl}$), $W_{\vec{f}} = -f \cdot \widehat{AB}$. Avec $v_A = 0$, $\widehat{AB} = r\theta$, $OI = r \cos \theta$ et $h = r(1 - \cos \theta)$:

$$\frac{1}{2}mv_B^2 = mgr(1 - \cos \theta) - fr\theta \Rightarrow v_B = \sqrt{2r \left[g(1 - \cos \theta) - \frac{f}{m}\theta \right]}.$$

Méthode. Théorème de l'énergie cinétique sur une piste courbe : $\Delta E_c = \sum W$. La réaction normale ne travaille jamais (perpendiculaire au déplacement) ; le frottement travaille sur la *longueur du chemin* ($r\theta$ pour un arc, pas la corde) ; le poids sur la *dénivellation* $h = r(1 - \cos \theta)$, lue par projection sur la verticale.

b. Entre B et C (horizontal, $W_{\vec{P}} = 0$) : $\frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = -f \cdot BC = -2fr$, d'où

$$v_C = \sqrt{2r \left[g(1 - \cos \theta) - \frac{f}{m}(\theta + 2) \right]}.$$

2. a.

En C, $v_C = 0$: $g(1 - \cos \theta) - \frac{f}{m}(\theta + 2) = 0$, d'où $f = \frac{mg(1 - \cos \theta)}{\theta + 2}$.

b. $f = \frac{60 \times 10 \times (1 - \cos \frac{\pi}{4})}{\frac{\pi}{4} + 2} \approx 63,1$ N.

c. $v_B \approx \sqrt{2 \times 5 \left[10 \left(1 - \cos \frac{\pi}{4} \right) - \frac{63,1}{60} \times \frac{\pi}{4} \right]} \approx 4,59$ m · s⁻¹.