

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

CHIMIE 8 points

Partie A : vérification des connaissances

1. Texte à trous

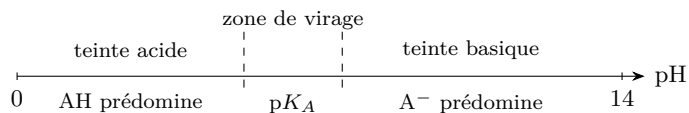
Lorsque les noyaux de certains *atomes* se désintègrent, ils émettent d'une part des *particules*, d'autre part un *rayonnement* électromagnétique de très courte *longueur* d'onde.

2. Question à réponse construite

À la suite d'une émission radioactive, un noyau père se transforme en un noyau fils, qui peut être instable et se transformer à son tour jusqu'à obtenir un noyau stable. On appelle **famille radioactive** l'ensemble formé par le noyau père et ses descendants.

3.

a) Vrai. Un indicateur coloré est une solution dont l'acide et la base conjuguée ont des teintes différentes ; sa *zone de virage* est l'intervalle de pH où il change de teinte.



Exemple :

Nom	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Bleu de bromothymol (BBT)	jaune	6,0 – 7,6	bleu

b) Faux. Les niveaux d'énergie (eV) de l'atome d'hydrogène sont $E_n = \frac{-13,6}{n^2}$ ($n \in \mathbb{N}^*$). Le niveau le plus bas $E_1 = -13,6$ eV ($n = 1$) est le niveau fondamental (état le plus stable).

c) Vrai. La température d'ébullition d'un solvant augmente après ajout d'un soluté non volatil. L'élévation ébulliométrique $\Delta T_{eb} = K_{eb} \frac{n_{\text{soluté}}}{m_{\text{solvant}}} = K_{eb} \frac{m_{\text{soluté}}}{M_{\text{soluté}} m_{\text{solvant}}}$: ΔT_{eb} est inversement proportionnelle à la masse molaire du soluté.

d) Faux. Deux erreurs : le volume molaire s'exprime en L/mol (et non mol/L) ; et cette loi s'applique aux *gaz parfaits* (dans les CNTP, $1,013 \cdot 10^5$ Pa et 0°C , une mole occupe 22,4 L).

e) Faux. Pour $\alpha A + \beta B \rightleftharpoons \gamma C + \delta D$, la constante d'équilibre $K = \frac{[C]_{eq}^\gamma [D]_{eq}^\delta}{[A]_{eq}^\alpha [B]_{eq}^\beta}$ ne dépend que de la réaction considérée et de la température.

Partie B : application des connaissances

1.

Pour $2\text{NO}_2 \longrightarrow 2\text{NO} + \text{O}_2$ (un seul réactif), $v = k[\text{NO}_2]^n$ (n = ordre global). Des mesures :

$$\begin{cases} 0,39 = k(0,85)^n \\ 0,65 = k(1,10)^n \\ 1,38 = k(1,6)^n \end{cases}$$

En divisant (2) par (1) : $\frac{0,65}{0,39} = \left(\frac{1,10}{0,85}\right)^n$, d'où $n = \frac{\ln(0,65/0,39)}{\ln(1,10/0,85)} = 2$. La réaction est d'ordre global 2.

Constante de vitesse : $k = \frac{v}{[\text{NO}_2]^2}$, en $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. Avec (3) : $k = \frac{1,38}{(1,6)^2} = 0,54 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

Méthode. Déterminer un ordre de réaction à partir de mesures $(v, [A])$: écrire $v = k[A]^n$ pour deux mesures et faire le *quotient* — k s'élimine et $n = \frac{\ln(v_2/v_1)}{\ln([A]_2/[A]_1)}$. Vérifier avec une troisième mesure, puis en déduire k , dont l'unité dépend de l'ordre.

2.

Loi de vitesse : $v = 0,54 [\text{NO}_2]^2$. Or $v = -\frac{1}{2} \frac{d[\text{NO}_2]}{dt}$, d'où $-\frac{d[\text{NO}_2]}{[\text{NO}_2]^2} = 2k dt$. En intégrant : $\frac{1}{[\text{NO}_2]} - \frac{1}{[\text{NO}_2]_0} = 2k t = 1,08 t$.

3.

À $t_{1/2}$, $[\text{NO}_2] = \frac{[\text{NO}_2]_0}{2}$: $\frac{2}{[\text{NO}_2]_0} - \frac{1}{[\text{NO}_2]_0} = 2k t_{1/2}$, d'où $t_{1/2} = \frac{1}{2k[\text{NO}_2]_0} = \frac{1}{2 \times 0,54 \times 1,10} = 0,84 \text{ s}$.

Rappel de cours. Le temps de demi-réaction dépend de l'ordre : pour l'ordre 1, $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$ est *indépendant* de la concentration initiale (cas de la radioactivité) ; pour l'ordre 2, $t_{1/2}$ est inversement proportionnel à $[A]_0$ — c'est même un test expérimental pour distinguer les deux ordres.

4.

Pour $[\text{NO}_2] = \frac{1}{4}[\text{NO}_2]_0$: $\frac{4}{[\text{NO}_2]_0} - \frac{1}{[\text{NO}_2]_0} = 2k t$, soit $t = \frac{3}{2k[\text{NO}_2]_0} = \frac{3}{2 \times 0,54 \times 1,10} = 2,52 \text{ s}$.

PHYSIQUE 12 points

Partie A : vérification des connaissances

1. Appariement

$$A_1 = B_2 ; \quad A_4 = B_4 ; \quad A_2 = B_5 ; \quad A_3 = B_1.$$

Toute mesure comporte une incertitude. L'**incertitude absolue** ΔX est l'écart maximum entre la valeur mesurée et la valeur exacte (nombre concret ; ex. $L = 100 \pm 5 \text{ cm}$). L'**incertitude relative** $\frac{\Delta X}{X}$ est sans unité (souvent en %) ; ex. $m = 2,12 \pm 0,25 \text{ g}$ donne $\frac{0,25}{2,12} = 12 \%$.

Expérience de Melde (corde tendue entre un vibreur et une poulie) :



Figure 1

Pour certaines fréquences, on observe des **fuseaux** fixes (onde stationnaire) :

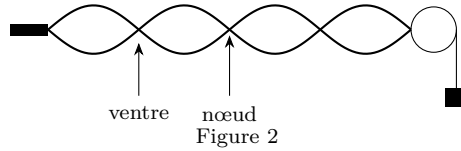
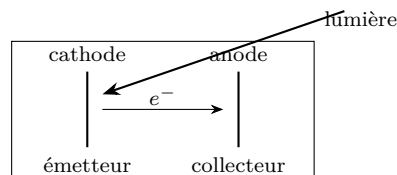


Figure 2

Les **nœuds** sont les points d'amplitude nulle ; les **ventres**, les points d'amplitude maximale.

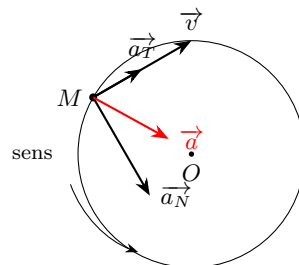
2.

La tension à appliquer entre anode et cathode d'une cellule photoélectrique pour annuler le courant est le **potentiel d'arrêt**. La cathode éclairée émet des électrons (effet photoélectrique), captés par l'anode (potentiel positif) : il en résulte un faible courant.



3.

Pour un mouvement circulaire uniformément accéléré, $\vec{a} = \vec{a}_N + \vec{a}_T$ ($\vec{a}_N$ centripète, $\vec{a}_T$ tangentiel de même sens que $\vec{v}$) : $\vec{a}$ est orienté vers l'intérieur de la courbure sans être centripète.

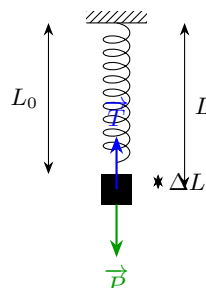


Partie B : application des connaissances

1.

Phase 1 : l'ascenseur est en mouvement rectiligne uniformément accéléré (MRUA). **Phase 2** : mouvement rectiligne uniforme (vitesse constante). **Phase 3** : mouvement rectiligne uniformément décéléré/ralenti (MRUD/MRUR).

2.



a. TCI : $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$, soit $-mg + k(L - L_0) = ma$, d'où $L = \frac{m}{k}(g + a) + L_0$.

b. Phase 1 (MRUA) : $a = \frac{v^2 - v_0^2}{2(x - x_0)} = \frac{6^2}{2 \times 6} = 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, d'où $L = \frac{0,3}{30}(10 + 3) + 0,2 = 0,33 \text{ m} = 33 \text{ cm}$.

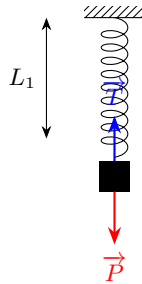
Phase 2 ($a = 0$) : $L = \frac{m}{k}g + L_0 = \frac{0,3}{30} \times 10 + 0,2 = 0,3 \text{ m} = 30 \text{ cm}$.

Phase 3 (MRUD) : $a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 6}{2,5} = -2,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, d'où $L = \frac{0,3}{30}(10 - 2,4) + 0,2 = 0,276 \text{ m} = 27,6 \text{ cm}$.

Méthode. Dynamique dans un ascenseur : établir d'abord la relation générale par le TCI (ici $L = \frac{m}{k}(g + a) + L_0$), puis calculer a phase par phase avec la cinématique — $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$ si l'on connaît la distance, $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ si l'on connaît la durée — en respectant le *signe* de a (négatif en freinage).

Partie C : résolution d'un problème

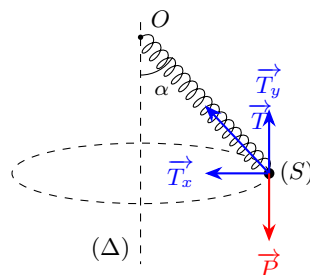
1.



À l'équilibre $\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$: $-mg + k(L_1 - L_0) = 0$, d'où $k = \frac{mg}{L_1 - L_0} = \frac{0,2 \times 10}{0,3 - 0,2} = 20 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$.

2.

Le ressort-pendule tourne autour de l'axe vertical (Δ), la masse S décrivant un cercle horizontal (rayon $R = L_2 \sin \alpha$).



$a_T = 0$ (uniforme), $a = a_N = L_2\omega^2 \sin \alpha$. PFD $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$ donne $\begin{cases} T = mL_2\omega^2 & (1) \\ T \cos \alpha = mg & (2) \end{cases}$.

b.1 De (2) : $k(L_2 - L_0) \cos \alpha = mg$, d'où $L_2 = \frac{mg}{k \cos \alpha} + L_0 = \frac{0,2 \times 10}{20 \times \cos 30^\circ} + 0,2 = 0,315 \text{ m} = 31,5 \text{ cm}$.

b.2 En divisant (1) par (2) : $\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{L_2\omega^2}{g}$, d'où $\omega = \sqrt{\frac{g}{L_2 \cos \alpha}} = \sqrt{\frac{10}{0,315 \times \cos 30^\circ}} = 6,05 \text{ rad/s}$.

b.3 $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{6,05} = 1,04 \text{ s}$.