

# Corrigé bac 2019 - Série D

## 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.

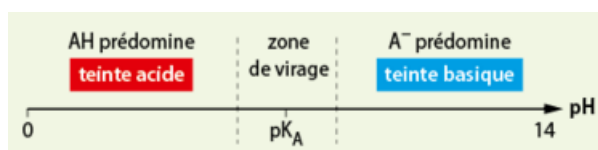
#### 2 Question à réponse construite

À la suite d'une émission radioactive, un noyau père se transforme en un autre noyau : noyau fils. Ce dernier peut être instable. Dans ce cas, il va à son tour se transformer en un autre noyau et ainsi de suite jusqu'à ce que l'on obtienne un noyau stable.

On appelle famille radioactive, l'ensemble formé par le noyau père et ses descendants (noyaux fils).

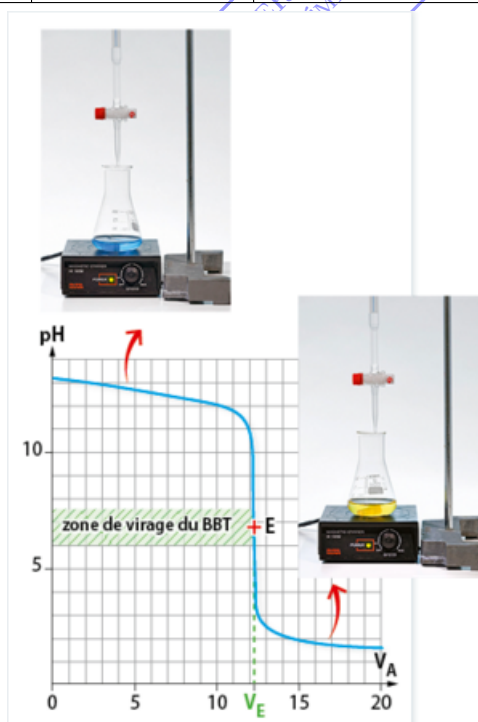
#### 3 a. Vrai

Un **indicateur coloré** est une solution contenant un couple dont l'acide et la base conjuguée ont des teintes différentes. Sa **zone de virage** correspond à l'intervalle de pH dans lequel il passe d'une teinte à l'autre.



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 en eV de l'atome d'hydrogène sont donnés par la formule :

$$E_n = \frac{-13,6}{n^2} \quad \text{où } n \text{ est un entier strictement positif.}$$

Le niveau d'énergie le plus bas  $E_1 = -13,6$  eV obtenu pour  $n = 1$ , correspond au niveau fondamental de l'atome d'hydrogène. C'est l'état le plus stable.

**c. Vrai**

La température d'ébullition d'un solvant augmente après l'addition d'un soluté non volatil.

On appelle **élévation ébulliométrie** l'augmentation  $\Delta T_{eb}$  de la température d'ébullition de la solution  $T_{eb}$  par rapport à celle du solvant pur  $T_{eb}^*$  :

$$\Delta T_{eb} = T_{eb} - T_{eb}^* = K_{eb} \times \frac{n_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}} \quad \text{où } K_{eb} \text{ est la constante ébulliométrique du solvant.}$$

Comme  $m_{\text{soluté}} \ll m_{\text{solution}}$ , on a alors :  $\Delta T_{eb} = K_{eb} \times \frac{n_{\text{soluté}}}{m_{\text{solvant}}}$ .

La concentration  $C = \frac{n_{\text{soluté}}}{m_{\text{solvant}}}$  est appelée molalité (à ne pas confondre avec molarité).

En remplaçant  $n_{\text{soluté}}$  par  $\frac{m_{\text{soluté}}}{M_{\text{soluté}}}$ , on obtient :  $\Delta T_{eb} = K_{eb} \times \frac{m_{\text{soluté}}}{M_{\text{soluté}} \times m_{\text{solvant}}}$

On en déduit que l'élévation ébulliométrie  $\Delta T_{eb}$  est inversement proportionnelle à la masse molaire moléculaire du soluté.

**d. Faux.**

Deux erreurs figurent dans cette la phrase 3.d.

- **Première erreur : unité du volume molaire**  
Le volume molaire s'exprime en L/mol et non en mol/L.
- **Deuxième erreur : cette loi s'applique aux gaz parfaits**

En d'autres mots, à pression et à température données, tous les gaz parfaits ont le même volume molaire. Ainsi, dans les conditions normales de température et de pression (CNTP :  $1,013 \times 10^5$  Pa et  $0^\circ$ ), une mole d'un gaz parfait occupe invariablement 22,4 litres.

#### Les hypothèses du modèle du gaz parfait



e. Faux

Soit la réaction suivante :  $\alpha A + \beta B \rightleftharpoons \gamma C + \delta D$  où  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et  $\delta$  sont des nombres stœchiométriques et A, B, C et D des réactifs et produits.

La constante d'équilibre  $K = \frac{[C]_{eq}^\gamma \cdot [D]_{eq}^\delta}{[A]_{eq}^\alpha \cdot [B]_{eq}^\beta}$  d'une réaction dépend uniquement de la réaction chimique considérée et de la température.

## Partie B : application des connaissances

1

### Un petit rappel de cours

Pour une réaction impliquant deux réactifs, A et B tels que  $aA + bB = \text{Produits}$ , la **vitesse de réaction** est proportionnelle au produit des concentrations des réactifs affectée chacune d'un exposant :  $v = k[A]^\alpha \times [B]^\beta$ .

La constante de proportionnalité  $k$ , dépend de la température et est appelée **constante de vitesse**.

Les exposants  $\alpha$  et  $\beta$  sont les **ordres partiels de réaction**.

La somme de  $\alpha$  et  $\beta$  est l'**ordre global de la réaction**.

Les ordres de réaction ne sont pas nécessairement les coefficients stœchiométriques de l'équation chimique. Ils ne peuvent être déterminés que de façon expérimentale.

### • Déterminons l'ordre global de cette réaction

La loi de vitesse de la réaction  $2\text{NO}_2 \longrightarrow 2\text{NO} + \text{O}_2$  est de la forme :

$$v = k \times [\text{NO}_2]^n$$

où  $k$  est la constante de vitesse de la réaction et  $n$  l'ordre partiel de la réaction.

Cette réaction ayant un seul réactif :  $\text{NO}_2$ , l'ordre partiel de la réaction  $n$  est également l'ordre global.

On obtient le système d'équations :

$$\begin{cases} 0,39 = k \times (0,85)^n & (1) \\ 0,65 = k \times (1,10)^n & (2) \\ 1,38 = k \times (1,6)^n & (3) \end{cases}$$

En divisant membre à membre l'équation (2) par l'équation (1), on a :  $\frac{0,65}{0,39} = \left(\frac{1,10}{0,85}\right)^n$ .

D'où  $\ln\left(\frac{0,65}{0,39}\right) = n \ln\left(\frac{1,10}{0,85}\right)$ . Donc  $n = \frac{\ln\left(\frac{0,65}{0,39}\right)}{\ln\left(\frac{1,10}{0,85}\right)} = 2$ .

La réaction est d'ordre global 2.

### • Déterminons la constante de vitesse $k$

Comme  $v = k \times [\text{NO}_2]^2$ , alors  $k = \frac{v}{[\text{NO}_2]^2}$ .

L'analyse dimensionnelle de  $k$  donne :

$$[k] = \frac{[v]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^2} = \frac{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{\text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}} = \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}.$$

A.N.

En remplaçant  $n$  par 2 dans l'équation (3), on obtient :  $k = \frac{1,38}{(1,6)^2} = 0,54 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

## 2 • Loi de vitesse cette réaction

La loi de vitesse de cette réaction est alors :  $v = 0,54 \times [\text{NO}_2]^2 \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$ .

### • Loi intégrée de la réaction

$$v = k \times [\text{NO}_2]^2.$$

Or  $v = -\frac{1}{2} \frac{d[\text{NO}_2]}{dt}$  (2 est le coefficient stoechiométrique de  $\text{NO}_2$  dans la réaction chimique  $2\text{NO}_2 \longrightarrow 2\text{NO} + \text{O}_2$ ).

On en déduit que  $-\frac{1}{2} \frac{d[\text{NO}_2]}{dt} = k \times [\text{NO}_2]^2$ .

D'où :  $-\frac{d[\text{NO}_2]}{[\text{NO}_2]^2} = 2k dt$ .

En intégrant membre à membre l'égalité précédente,  $\int_0^t -\frac{d[\text{NO}_2]}{[\text{NO}_2]^2} = \int_0^t 2k dt$

On obtient la loi intégrée de la réaction :  $\frac{1}{[\text{NO}_2]} - \frac{1}{[\text{NO}_2]_0} = 2k t$ .

Ou encore :  $\frac{1}{[\text{NO}_2]} - \frac{1}{[\text{NO}_2]_0} = 1,08 t$

## 3 Le temps de demi-réaction $t_{\frac{1}{2}}$ d'un réactif est le temps requis pour que la concentration de ce réactif diminue de moitié :

Pour  $t = t_{\frac{1}{2}}$ ,  $[\text{NO}_2] = \frac{[\text{NO}_2]_0}{2}$ .

La loi intégrée de la réaction appliquée à  $t = t_{\frac{1}{2}}$ , devient :  $\frac{2}{[\text{NO}_2]_0} - \frac{1}{[\text{NO}_2]_0} = 2k t_{\frac{1}{2}}$ .

$$\text{D'où } t_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2k \times [\text{NO}_2]_0}.$$

$$\underline{\text{AN}} : t_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2 \times 0,54 \times 1,10} = 0,84 \text{ s.}$$

**4** On cherche  $t$  tel que  $[\text{NO}_2] = \frac{25}{100}[\text{NO}_2]_0 = \frac{1}{4}[\text{NO}_2]_0$ .

La loi intégrée de la réaction devient :  $\frac{1}{\frac{1}{4}[\text{NO}_2]_0} - \frac{1}{[\text{NO}_2]_0} = 2kt$ .

$$\text{D'où } t = \frac{3}{2k \times [\text{NO}_2]_0}.$$

$$\underline{\text{AN}} : t = \frac{3}{2 \times 0,54 \times 1,10} = 2,52 \text{ s.}$$

## PHYSIQUE points

### Partie A : vérification des connaissances

**1**  $A_1 = B_2$

$A_4 = B_4$

Toute mesure comporte une incertitude. On peut l'exprimer sous forme relative ou absolue.

- **L'incertitude absolue  $\Delta X$**  est l'écart maximum possible (en valeur absolue) entre la valeur mesurée et la valeur exacte  $X$ . L'incertitude absolue s'exprime dans les unités de la grandeur mesurée : c'est donc un nombre concret.

Par exemple si l'on mesure une longueur  $L = 100 \pm 5 \text{ cm}$ , alors la valeur réelle de la longueur mesurée peut être comprise entre 95 cm et 105 cm. La valeur 5 cm est l'incertitude absolue sur la mesure.

- **L'incertitude relative  $\frac{\Delta X}{X}$**  est le rapport de l'incertitude absolue par la mesure. L'incertitude relative n'a pas d'unité : c'est donc un nombre abstrait. On l'exprime habituellement en pourcentage

Par exemple, si l'on mesure une masse  $m = 2,12 \pm 0,25 \text{ g}$  alors l'incertitude relative est :  $\frac{0,25}{2,12} = 0,12 = 12\%$ .

Ainsi  $2,12 \pm 0,25 \text{ g}$  pourrait aussi s'écrire  $2,12 \pm 12\%$

$A_2 = B_5$

$A_3 = B_1$

Si l'on réalise l'expérience de Melde qui consiste à tendre une corde entre un vibreur et une poulie (figure 1.)

vibreux

VALÉRIEN EBERLIN  
PROFESSEUR DE MATHÉMATIQUES  
FRANCE

Figure 1

on observe, pour certaines fréquences du vibreur, la formation de fuseaux fixes sur la corde (figure 2.)

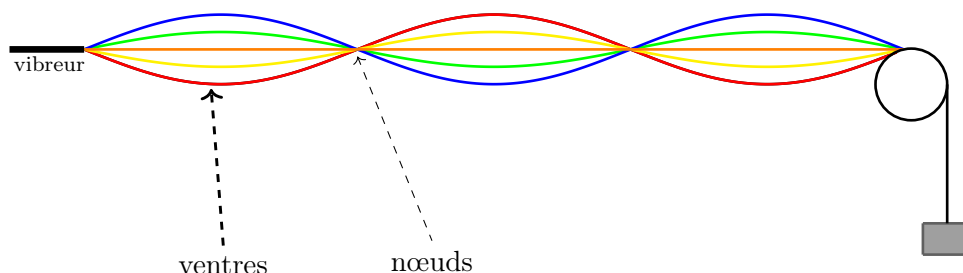


Figure 2

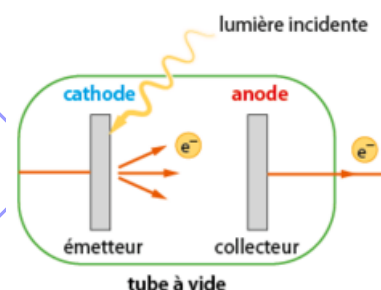
Les **nœuds** sont les endroits où l'amplitude de l'onde stationnaire est nulle.  
Les **ventres** sont les endroits où l'amplitude de l'onde stationnaire est maximale.

2

La tension électrique qu'il faut appliquer entre l'anode et la cathode d'une cellule photoélectrique pour annuler le courant photoélectrique est **le potentiel d'arrêt**.

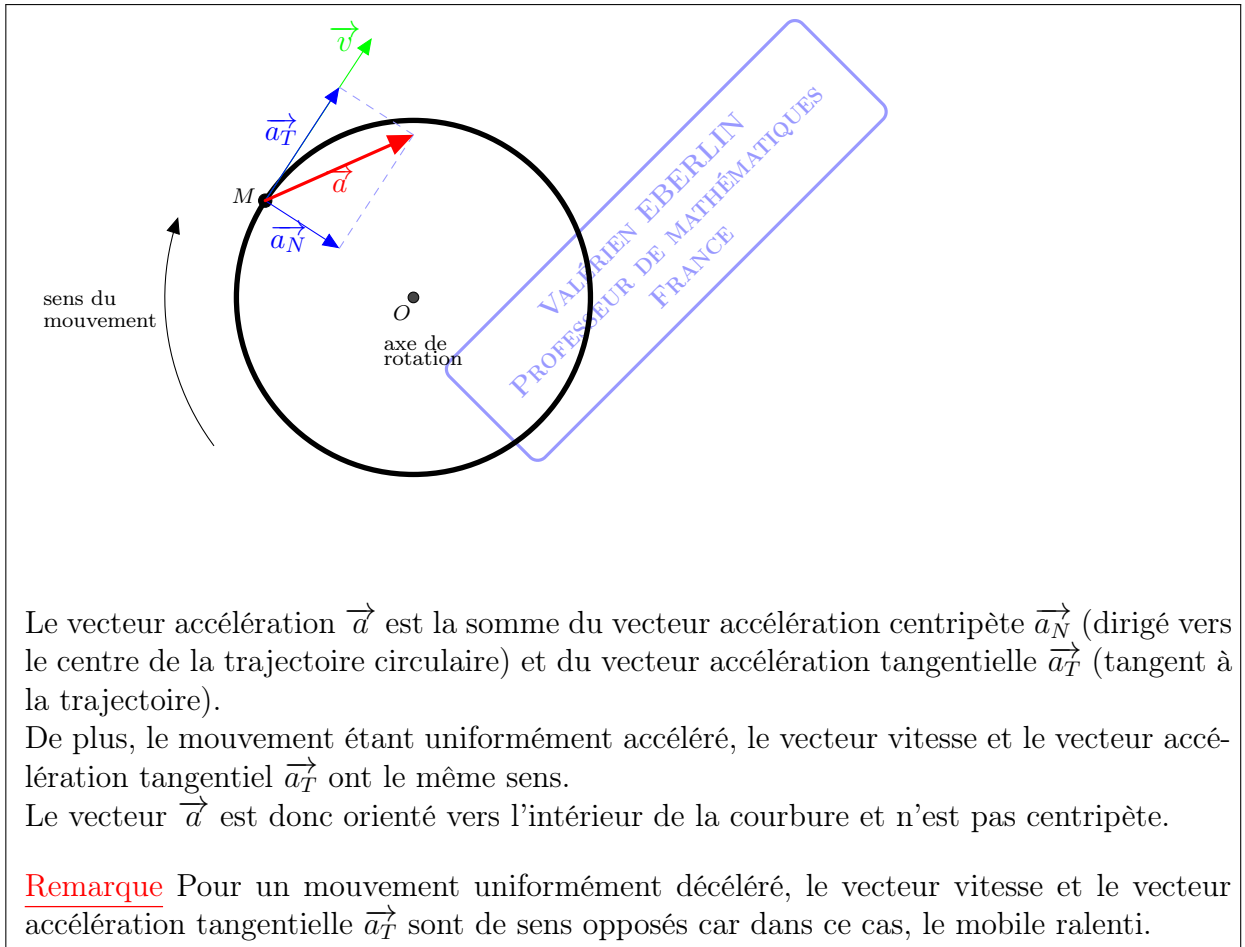
Une **cellule photoélectrique** est un dispositif qui engendre un courant électrique sous l'effet de la lumière.

Lorsqu'elle est éclairée par une lumière convenable, la cathode émet des électrons (c'est l'effet photoélectrique). Ces électrons sont captés par l'anode qui est portée à un potentiel positif. Il en résulte dans le circuit extérieur un courant de faible intensité qui peut être décelé par un ampèremètre.



3

VALÉRIEN EBERLIN  
PROFESSEUR DE MATHÉMATIQUES  
FRANCE



Le vecteur accélération  $\vec{a}$  est la somme du vecteur accélération centripète  $\vec{a}_N$  (dirigé vers le centre de la trajectoire circulaire) et du vecteur accélération tangentielle  $\vec{a}_T$  (tangent à la trajectoire).

De plus, le mouvement étant uniformément accéléré, le vecteur vitesse et le vecteur accélération tangentielle  $\vec{a}_T$  ont le même sens.

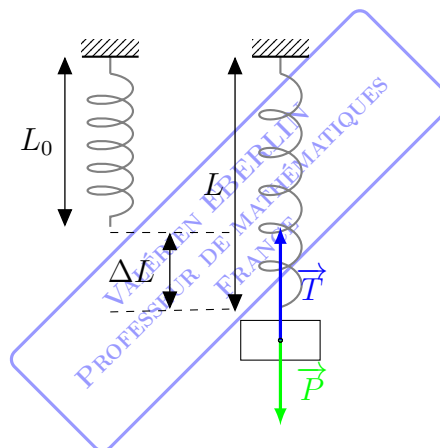
Le vecteur  $\vec{a}$  est donc orienté vers l'intérieur de la courbure et n'est pas centripète.

**Remarque** Pour un mouvement uniformément décéléré, le vecteur vitesse et le vecteur accélération tangentielle  $\vec{a}_T$  sont de sens opposés car dans ce cas, le mobile ralentit.

## Partie B : application de connaissance

- 1
  - Phase 1 : l'ascenseur effectue un **Mouvement Rectiligne Uniformément Accéléré (MRUA)** car l'ascenseur se déplace en ligne droite avec une accélération constante.
  - Phase 2 : l'ascenseur effectue un **mouvement rectiligne uniforme** car l'ascenseur se déplace en ligne droite et à vitesse constante.
  - Phase 3 : l'ascenseur effectue un **Mouvement Rectiligne Uniformément décéléré (MRUD)** on dit aussi **Mouvement Rectiligne Uniformément Ralenti (MRUR)** car l'ascenseur se déplace en ligne droite avec une décélération constante.

2



a. D'après le Théorème du Centre d'Inertie (TCI) :  $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$

$$\text{D'où : } -mg + k(L - L_0) = ma$$

$$k(L - L_0) = m(a + g)$$

$$\text{On en déduit que : } L = \frac{m}{k}(g + a) + L_0$$

b. Déterminons la longueur du ressort au cours de la première phase

Le mouvement rectiligne étant uniformément accéléré (MRUA), l'accélération  $a > 0$ , est une constante.

- $a = \text{constante}$
- $v = at + v_0$
- $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$

De l'expression de la vitesse  $v = at + v_0$ , on en déduit que  $t = \frac{v - v_0}{a}$ .

En remplaçant  $t := \frac{v - v_0}{a}$  dans l'équation horaire :

$$x = \frac{1}{2}a \left( \frac{v - v_0}{a} \right)^2 + v_0 \frac{v - v_0}{a} + x_0$$

$$\text{D'où } a = \frac{v^2 - v_0^2}{2(x - x_0)}.$$

A.N.

$$x_0 = 0; v_0 = 0.$$

$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2(x - x_0)} = \frac{v^2}{2x} = \frac{6^2}{2 \times 6} = 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}.$$

$$\text{D'où : } L = \frac{m}{k}(g + a) + L_0 = \frac{0,3}{30}(10 + 3) + 0,2 = 0,33 \text{ m} = 33 \text{ cm}.$$

Déterminons la longueur du ressort au cours de la deuxième phase

$$a = 0.$$

$$L = \frac{m}{k}g + L_0.$$

A.N.

$$L = \frac{0,3}{30} \times 10 + 0,2 = 0,3 \text{ m} = 30 \text{ cm}.$$

Déterminons la longueur du ressort au cours de la troisième phase

Le mouvement rectiligne étant uniformément décéléré (MRUA), l'accélération  $a < 0$ , est une constante.

- $a = \text{constante}$
- $v = at + v_0$

De l'expression de la vitesse  $v = at + v_0$ , on en déduit que  $a = \frac{v - v_0}{t}$ .

A.N.

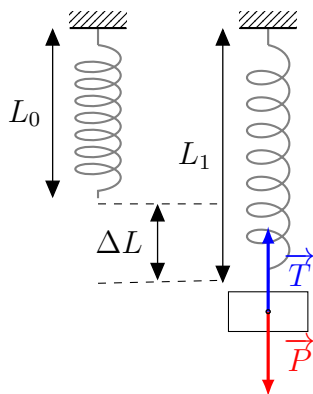
$$v_0 = 6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; \quad v = 0.$$

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 6}{2,5} = -2,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}.$$

$$\text{D'où : } L = \frac{m}{k}(g + a) + L_0 = \frac{0,3}{30}(10 - 2,4) + 0,2 = 0,276 \text{ m} = 27,6 \text{ cm.}$$

## Partie C : Résolution d'un problème

1



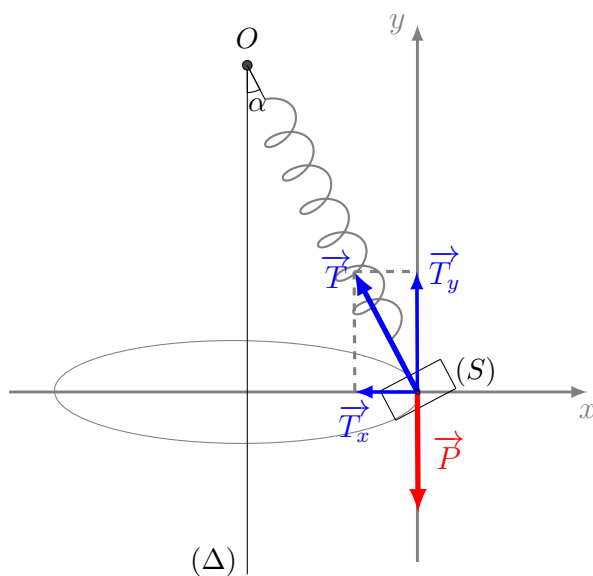
$$\text{À l'équilibre } \vec{P} + \vec{T} = 0 \iff -mg + k(L_1 - L_0) = 0.$$

$$\text{D'où } k = \frac{mg}{L_1 - L_0}.$$

A.N.

$$k = \frac{0,2 \times 10}{0,3 - 0,2} = 20 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

2



Le solide  $S$  décrivant un cercle, l'accélération tangentielle  $\vec{a}_T$  est nulle. D'où  $a = a_N = R\omega^2$  où  $R$  est le rayon du cercle.

Or  $\sin \alpha = \frac{R}{L_2}$  ou encore  $R = L_2 \sin \alpha$ . On en déduit que  $a = a_N = L_2 \omega^2 \sin \alpha$

D'après le principe fondamental de la dynamique :

$$\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$$

$$\text{D'où } \begin{pmatrix} 0 \\ -mg \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -T \sin \alpha \\ T \cos \alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -mL_2 \omega^2 \sin \alpha \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\text{On en déduit que : } \begin{cases} T = mL_2 \omega^2 & (1) \\ T \cos \alpha = mg & (2) \end{cases}$$

**b.1** En considérant l'équation (2) :  $T \cos \alpha = mg \iff k(L_2 - L_0) \cos \alpha = mg$ .

$$\text{D'où } L_2 = \frac{mg}{k \cos \alpha} + L_0.$$

A.N.

$$L_2 = \frac{0,2 \times 10}{20 \times \cos 30^\circ} + 0,2 = 0,315 \text{ m} = 31,5 \text{ cm}.$$

**b.2** En divisant membre à membre l'équation (1) par l'équation (2), on obtient :

$$\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{L_2 \omega^2}{g}.$$

$$\text{D'où } \omega = \sqrt{\frac{g}{L_2 \cos \alpha}}.$$

A.N.

$$\omega = \sqrt{\frac{10}{0,315 \times \cos 30^\circ}} = 6,05 \text{ rad/s}.$$

**b.3**  $T = \frac{2\pi}{\omega}.$

A.N.

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

VALÉRIEN EBERLIN  
PROFESSEUR DE MATHÉMATIQUES  
FRANCE