Lycées : Houmt Souk II - Sidi zekri - Erriadh	DEVOIR DE CONTROLE N°3 Sciences physiques	4ème M.-T. & Sc.Exp. Durée : 2H — 15/04/2011

Chimie :	pH des solutions aqueuses dosage	Physique :	Oscillateur mécanique

CHIMIE(7 Points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C. Le produit ionique de l'eau est Ke = 10^{-14}.

Exercice N°1

L'ammoniac de formule NH_3 qu'on peut noter B. La valeur de son pK_b est égale à 4,8.
On prépare une solution aqueuse (S) d'ammoniaque de pH = 10,8 et de molarité C inconnue.

1°) a- Justifier que l'ammoniac est une base faible.
b- Dresser le tableau descriptif d'évolution de la réaction de d'ionisation de l'ammoniac dans l'eau, en fonction de son avancement volumique.
c- Exprimer le taux d'avancement final τ_f en fonction de C et y_f où y_f représente l'avancement volumique final.

2°) En précisant les approximations nécessaires, montrer que :
a- $[OH^-] = y_f$
b- $[B] = C$.
c- Montrer que la constante d'acidité Ka peut s'écrire sous la forme : $Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{Ke}C$.

3°) Déduire que l'expression du pH de cette solution est : $pH = \frac{1}{2}(pKa + pKe + \log C)$

4°) Déterminer la valeur de :
a- la molarité C ;
b- la concentration molaire de chacune des entités chimiques, autre que l'eau, présentes dans cette solution.

5°)
a- Montrer que le taux d'avancement final peut s'écrire $\tau_f = \sqrt{\frac{Ke}{KaC}}$.
b- Déduire l'effet d'une dilution sur la valeur de τ_f.

Exercice N°2

A un volume $V_B = 16\ cm^3$ d'une solution d'hydroxyde de potassium KOH (base forte) de molarité C_B, on ajoute 30 cm^3 d'eau. On étudie par la suite la neutralisation du mélange obtenu par une solution d'acide chlorhydrique de molarité $C_A = 0{,}1 mol.L^{-1}$.
A l'aide d'un pH-mètre, on suit l'évolution du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V_A de la solution acide ajoutée. On obtient les résultats u tableau suivants :

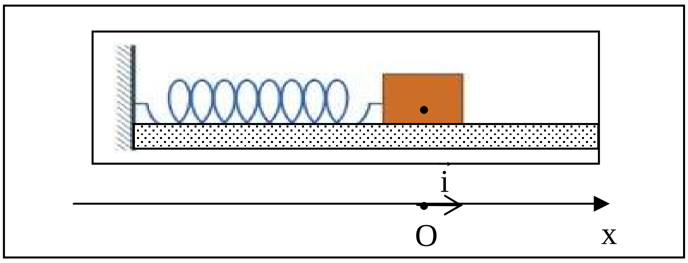
$V_A(cm^3)$	0	10	20	25
pH	12,6 3	12,25	7,0	2,15

1°) Donner le schéma annoté du dispositif expérimental utilisé.
2°) Ecrire l'équation de la réaction qui a lieu au cours de ce dosage.
3°) a- Préciser, en le justifiant, le caractère de la solution obtenue à l'équivalence. Déduire du tableau, le volume V_{AE} et la valeur pH_E du pH à l'équivalence.
b- Déterminer la molarité C_B de la solution d'hydroxyde de potassium.
4°) a- Retrouver, par le calcul, la valeur du pH pour $V_A = 0\ cm^3$
b- Donner l'allure de la courbe pH = f(V_A).

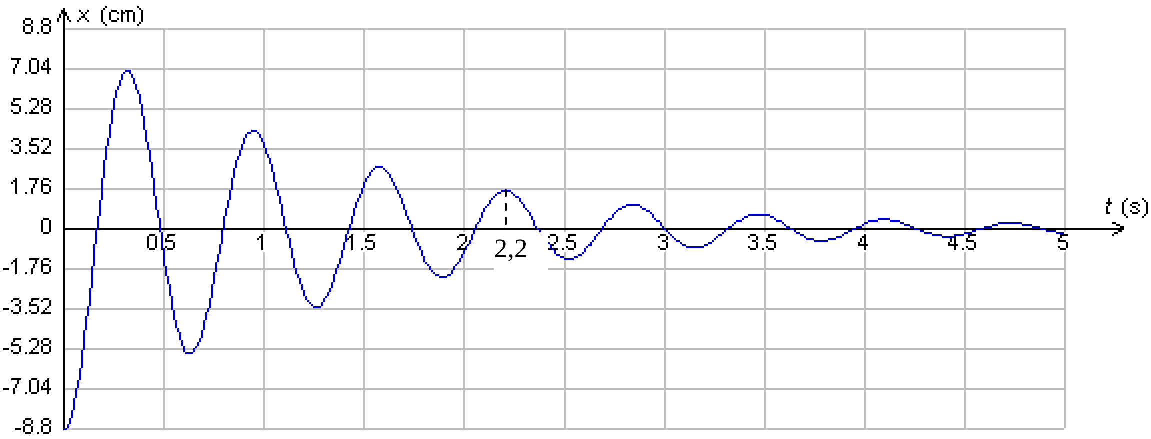
PHYSIQUE **(13Points)**

On considère un pendule élastique horizontale constitué d'un solide (S) de masse m= 0,2 kg et d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable, et de raideur K = 20 $N.m^{-1}$ (voir figure ci-dessous).

I- *O*n écarte S, vers la gauche, de sa position d'équilibre d'une distance **d** et l'abandonne sans vitesse initiale.



1) Calculer la pulsation et la fréquence propres de l'oscillateur.
2) Sachant que (S) est soumis à une force de frottement visqueux $\vec{f} = -h\,v\,\vec{i}$ ($\vec{v}$ étant la vitesse de (s)) . Etablir l'équation différentielle reliant l'abscisse x de (S) dans (o, $\vec{i}$) (o : position d'équilibre du centre d'inertie de (s)) , sa dérivée première et sa dérivée seconde .
3) On donne l'enregistrement de l'élongation x suivant :



a- Donner la nature de l'oscillateur et préciser le régime des oscillations.

b- Exprimer l'énergie mécanique E du système $\{solide + ressort\}$ en fonction de m , K , x et v .

c- Déterminer la variation de l'énergie les instant t_1 = 0 s et t_2 = 2,2 s .Interpréter cette variation.

II- *P*our entretenir les oscillations de (S), on excite l'oscillateur à l'aide d'une force excitatrice $\vec{F} = 5{,}4\sin(\omega t + \frac{\pi}{2})\vec{i}$.

1) Donner l'équation différentielle de mouvement de (S) en x(t). Déduire que cette équation différentielle de (S) peut s'écrire sous la forme : $m\frac{dv}{dt} + hv + k\int vdt = F$

2) Sachant que la solution de cette équation différentielle est $v(t) = V_m\sin(\omega t + \varphi_v)$
Pour une valeur ω_1 = 12,5 $rad.s^{-1}$ de la pulsation on donne la construction de Fresnel incomplète relative à l'équation différentielle en v(t) sur l'annexe à rendre avec la copie.
Tel que le vecteur $\overrightarrow{AB}$ représente la fonction $m\frac{dv}{dt}$.

a- Montrer que $V_m = 4\ ms^{-1}$.

b- ◆ Que représente le vecteur $\overrightarrow{OA}$?

◆ Compléter la construction de Fresnel et représenter l'axe des phases.

c- Déterminer la valeur du coefficient de frottement h et le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_F - \varphi_v$

d- On donne la puissance moyenne d'un oscillateur électrique analogue $P = U.I.\cos(\varphi_u - \varphi_i)$

Donner, par analogie la puissance mécanique moyenne de cet oscillateur. Calculer sa valeur.

3) On fait varier la pulsation ω on constate que pour une valeur ω_2, V_m est maximale .

a- Préciser, l'état de l'oscillateur à cette pulsation.

b- Déduire la valeur de ω_2.

c- Déterminer V_m pour $\omega = \omega_2$.

d- Tracer l'allure de la courbe $V_m = f(w)$ en précisant les valeurs particulières.

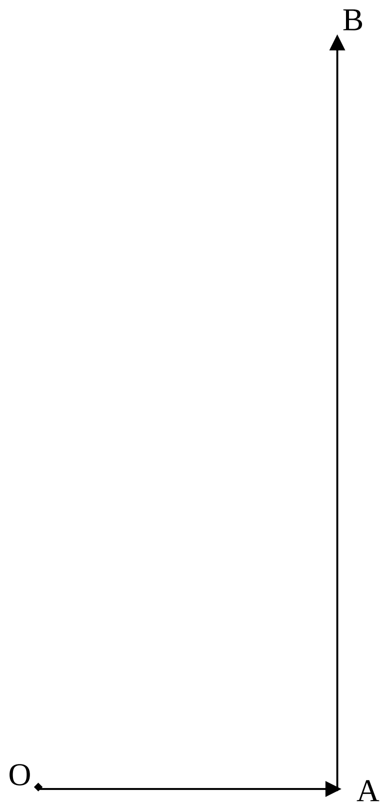
e- A l'aide d'une constructeur de Fresnel, montrer que pour $\omega = \omega_2$ l'équation différentielle s'ecrit : $m\frac{dv}{dt} + k\int vdt = 0$.

f- Déduire que le système $\{solide + ressort\}$ est conservatif.

Bon Courage

Annexe

Nom :…………………… ; Prénom :……………… Classe………



Echelle : 1cm ⟶ 1 N

Correction du devoir de contrôle N° 3 10-11

Chimie

Exercice N°1

1°) a- Justifions que l'ammoniac est une base faible.
-1,75 < pK_b < 15,75 alors l'ammoniac est une base faible. **(0,25 pt)**
b- Dressons le tableau descriptif d'évolution.

Etat du système	Avancement volumique	NH_3	+ H_2O	$\rightleftarrows$	NH_4^+	+ OH^-
initial	0	C	excès			$[OH^-]_e$
Final	y_f	C- y_f	excès		y_f	$y_f + [OH^-]_e$

(0,5 pt)

c- Exprimons le taux d'avancement final τ_f.

$\tau_f = \frac{y_f}{C}$ **(0,25 pt)**

2° a- Montrons que $[OH^-] = y_f$

$$[OH^-]_{total} = [OH^-]_{base} + [OH^-]_{eau}$$
$$[OH^-]_{total} = [OH^-]_{base} + [H_3O^+]_{eau}$$

La solution est suffisamment basique pH > 8 alors $[H_3O^+]_{eau} << [OH^-]_{total}$. L'équation devient

$[OH^-]=[BH^+]= y_f$ **(0,25 pt)**

b- Montrons que [B] = C

La base étant faible étant suffisamment faible ($\tau_f << 1$) alors $[B]=C$ **(0,25 pt)**

c- Etablissant la constante d'acidité Ka.

On a $K_a = \frac{[H_3O^+][NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{[H_3O^+]C}{[OH^-]} = \frac{[H_3O^+]^2 C}{K_e}$ **(0,25 pt)**

3°) Etablissons l'expression du pH

$\log K_a = 2\log[H_3O^+] + \log C - \log K_e$ d'où $pH = \frac{1}{2}(pKe + pK_a + \log C)$ **(0,5 pt)**

4°) a- Déterminons la valeur de C

$\log C = 2pH - pK_e - pK_a = 2pH - pK_e - (pK_e - pK_b) = 2pH - 2pK_e + pK_b) = -1{,}6$

d'où $C = 10^{-1,6} = 2{,}5.10^{-2}$ mol. L^{-1}. **(0,5 pt)**

b- Déterminons les concentrations des espèces chimiques, autres que l'eau, présentes dans la solution

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-10,8} = 1{,}58.10^{-11} mol.L^{-1}$$

$$[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]} = 10^{-3,2} = 6{,}310^{-4} mol.L^{-1}$$

(0,75 pt)

$$[BH^+] = [OH^-] - [H_3O^+_*] \approx 6{,}310^{-4} mol.L^{-1}$$

$$[B] = C - [BH^+] = 2{,}510^{-2} - 6{,}310^{-4} = 2{,}4310^{-2} mol.L^{-1}$$

5°)a- Etablissons l'expression du taux d'avancement final.

On $\tau_f = \dfrac{y_f}{C}$ et $K_a = \dfrac{[H_3O^+]^2 C}{K_e}$. On peut tirer $[H_3O^+] = \sqrt{\dfrac{K_a K_e}{C}}$ qu'on remplace dans l'expression de τ_f. On trouve $\tau_f = \sqrt{\dfrac{Ke}{KaC}}$ ..**(0,25 pt)**

b- Déduisons l'effet d'une dilution sur la valeur de τ_f.

D'après l'expression de τ_f, si la valeur de la concentration diminue alors τ_f augmente cela est en accord avec la loi de modération car la dilution favorise la réaction de dissociation de la base et par suite, τ_f augmente.

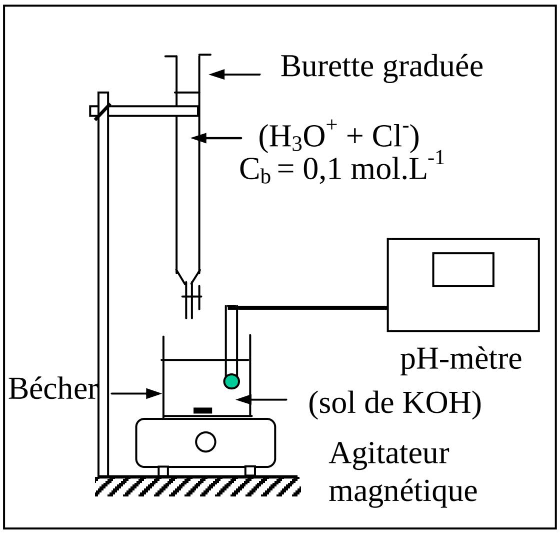
(0,25 pt)

Exercice N°2

I-

1°) Donnons le schéma annoté du dispositif expérimental utilisé.

(0,5 pt)



2°) Ecrivons l'équation de la réaction

$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$ + chaleur **(0,25 pt)**

3°) a- Précisons, en le justifiant, le caractère de la solution obtenue à l'équivalence et Déduisons du tableau, le volume V_{AE} et la valeur pH_E du pH à l'équivalence.

A l'équivalence acido-basique, on a $n_b = n_a$. Les espèces chimiques présentes à cet équilibre sont : K^+, Cl^- et H_3O^+, OH^- de l'eau . K^+et Cl^- sont inertes alors $[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7}\ mol.L^{-1}$ à 25 °C

donc pH = 7 d'où la solution a un caractère neutre à l'équivalence. **(0,5 pt)**

D'après le tableau le point d'équivalence E(20 mL, 7). **(0,25 pt)**

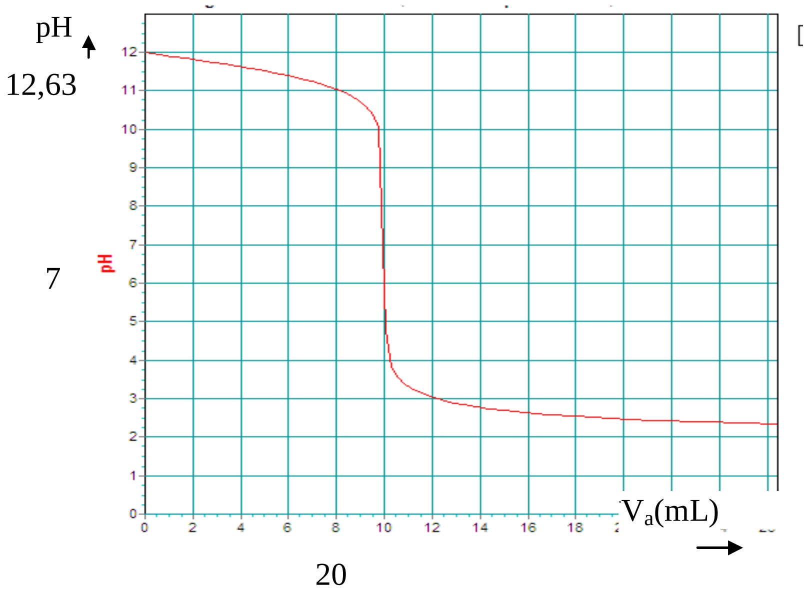
b- Déterminer la molarité C_b de la solution d'hydroxyde de potassium.

A l'équivalence acido-basique, on a $n_b = n_a$ donc $C_B.V_B = C_A.V_{AE}$ d'où $C_B = \dfrac{C_A V_{AE}}{V_B} = 0,125\ mol.L^{-1}$

(0,5 pt)

4°) a- Retrouvons, par le calcul, la valeur du pH pour $V_A = 0\ cm^3$.

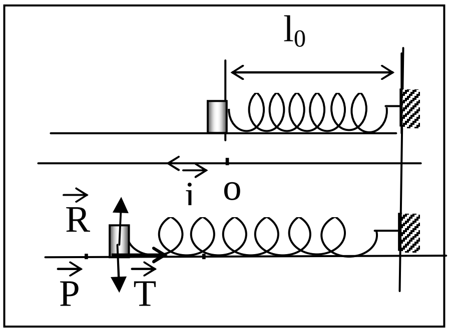
KOH étant une base forte alors pH = $pK_e + \log C'_B = pK_a + \log \dfrac{C_B.V_B}{V_B + V_e} = 12,63$ **(0,5 pt)** b- **(0,5 pt)**



Physique

I- (4,75 points)

1°) Calculons la pulsation et la fréquence propres de l'oscillateur.



$\omega_O = \sqrt{\dfrac{K}{m}} = 10\,\text{rad.s}^{-1}$ $\quad N = \dfrac{\omega}{2\pi} = \dfrac{5}{\pi} = 1{,}59\,\text{Hz}$ **(1 pt)**

2°) Etablissons l'équation différentielle.

Bilan des forces

$\vec{T}$, $\vec{P}$, $\vec{R}$ et $\vec{f}$: forces extérieures.

On applique la R.F.D au système $\{S\}$

$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$

$\vec{f}$ est la force de frottement $\vec{f} = -h\vec{v}$

$\vec{f} + \vec{R} + \vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$ après projection T + f = ma $\Leftrightarrow$ – Kx- hv = ma

$m\dfrac{d^2x}{dt^2} + h\dfrac{dx}{dt} + Kx = 0$ **(1,5 pt)**

3°) a- Donnons la nature de l'oscillateur et préciser le régime des oscillations.

Le solide S est abandonné à lui-même, l'amplitude de ses oscillations diminue au cours du temps alors il s'agit d'un oscillateur libre en régime pseudopériodique. **(0,5 pt)**

b- Exprimons l'énergie mécanique E du système $\{\text{solide} + \text{ressort}\}$ en fonction de m , K , x et v .

$E = E_c + E_{pe} = \dfrac{mv^2}{2} + \dfrac{Kx^2}{2}$ **(0,5 pt)**

c- Déterminons la variation de l'énergie les instant $t_1 = 0$ s et $t_2 = 2{,}2$ s et interprétons cette variation.

$\Delta E = \dfrac{1}{2}K(X_m^2 - X_{Om}^2) = (1{,}76^2 - 8{,}8^2).10^{-4} = -74{,}34.10^{-4}$ J **(0,75 pt)**

La variation d'énergie est due la force de frottement qui transforme une partie de l'énergie mécanique en chaleur. **(0,5 pt)**

II- (8,25 points)

1°) Donnons l'équation différentielle de mouvement de (S) en x(t) et déduisons celle en v(t).

On $m\frac{d^2x}{dt^2}+h\frac{dx}{dt}+Kx=F$ **(0,25 pt)** or $v=\frac{dx}{dt}$ et $x=\int vdt$ **(0,5 pt)**

peut écrire alors $m\frac{dv}{dt}+hv+k\int vdt=F$

2°) a- Montrons que $V_m = 4\ ms^{-1}$.

D'après la construction, $m\omega V_m$ est représenté par 10 cm alors selon l'échelle, $m\omega V_m = 10$ N

Donc $V_m=\frac{10}{0{,}2.12{,}5}=4\,ms^{-1}$ **(0,75 pt)**

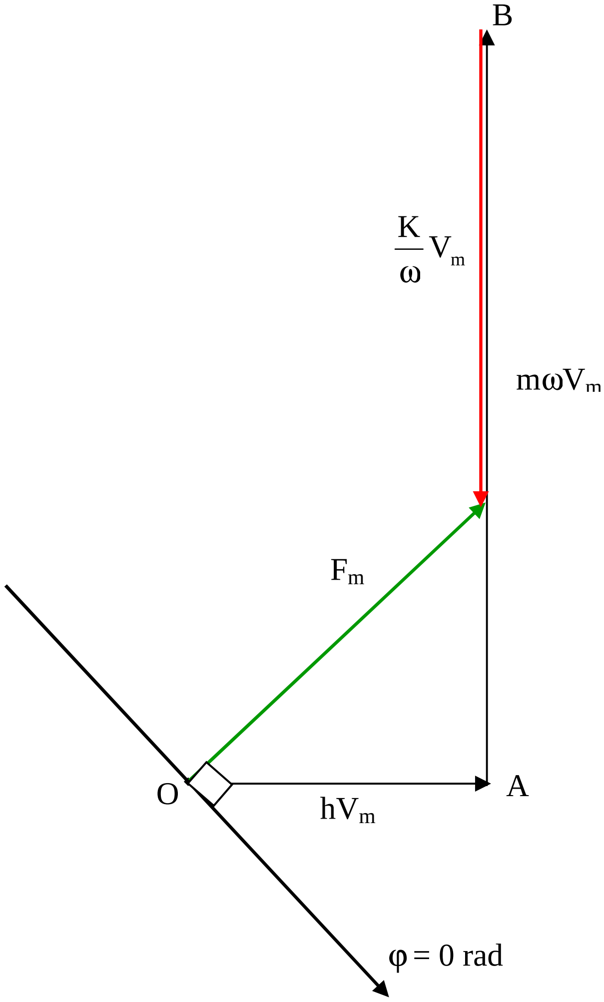
b- ◆ La fonction $m\frac{dv}{dt}$ est en quadrature avance de phase sur la fonction **hv** alors le vecteur $\overline{BA}$ est perpendiculaire au vecteur $\overrightarrow{OA}$ d'où le vecteur $\overrightarrow{OA}$ représente la fonction hv. **(0,5 pt)**

◆ Complétons la construction de Fresnel et représenter l'axe des phases.

On trace le vecteur qui représente la fonction F. Il est représenté par 5,4 cm

Puis on on complète par le vecteur qui représente la fonction $K\int vdt$

(0,75 pt)



c- Déterminons la valeur du coefficient de frottement h et celle du déphasage $\Delta\varphi=\varphi_F-\varphi_v$

d'après l'échelle $hV_m = 4$ N d'où $h = 1$ kg.s^{-1} **(0,75 pt)**

$$tg(\varphi_F - \varphi_V) = \frac{m\omega_e - \dfrac{K}{\omega_e}}{h} = 0{,}9 \text{ d'où } \varphi_F - \varphi_V \approx 43^\circ$$ **(0,75 pt)**

d- Donnons, par analogie, la puissance moyenne de l'oscillateur mécanique.

$$P_m = \frac{F_m.V_m}{2}.\cos(\varphi_F - \varphi_V) \approx 7{,}8 \text{ W}$$ **(0,75 pt)**

3°) a- Précisons, l'état de l'oscillateur à cette pulsation.

A cette fréquence l'amplitude de la vitesse est maximale alors l'oscillateur est en résonance de vitesse. **(0,5 pt)**

b- Déduisons la valeur de ω_2.

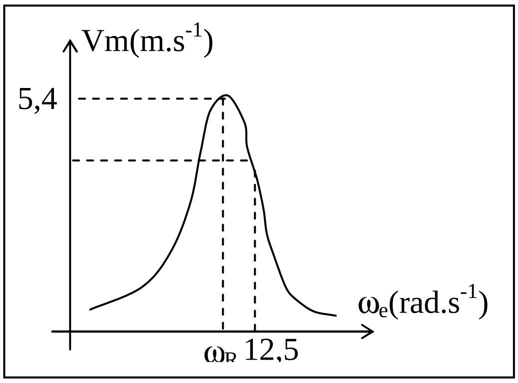
A résonance de vitesse $\omega = \omega_0$ alors $\omega_2 = \omega_0 = 10$ Hz. **(0,5 pt)**

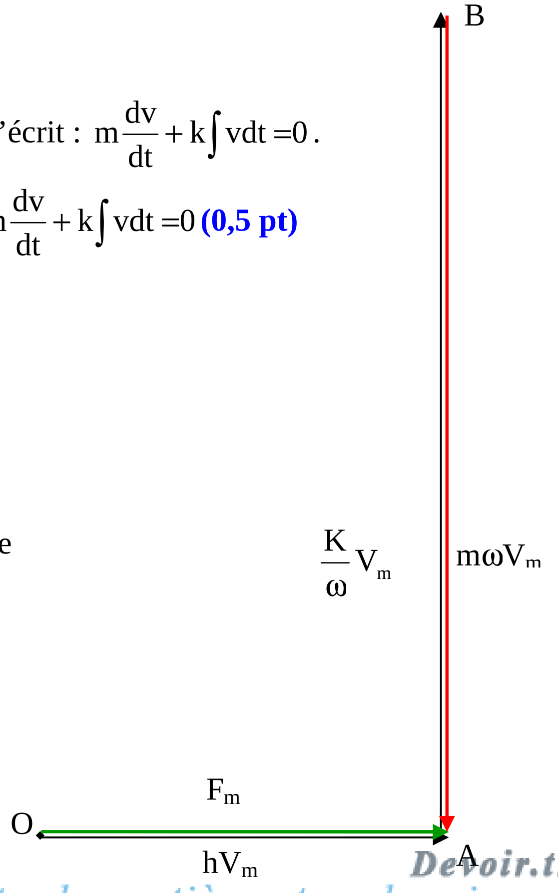
c- Déterminons V_m pour $\omega = \omega_2$.

A la résonance de vitesse $F_m = hV_m$ d'où $V_m = \dfrac{F_m}{h} = 5{,}4$ m.s^{-1}. **(0,75 pt)**

d- Traçons l'allure de la courbe $V_m = f(w)$

(0,5 pt)





e- Montrons que pour $\omega = \omega_2$ l'équation différentielle s'écrit : $m\dfrac{dv}{dt} + k\displaystyle\int vdt = 0$.

D'après la construction, $F_m = hV_m$ alors $hv = f \Leftrightarrow f - hv = m\dfrac{dv}{dt} + k\displaystyle\int vdt = 0$ **(0,5 pt)**

f- Déduisons que le système $\{solide + ressort\}$ est conservatif. L'équation précédente correspond à celle d'un oscillateur mécanique libre non amorti d'où le système est conservatif. **(0,5 pt)**