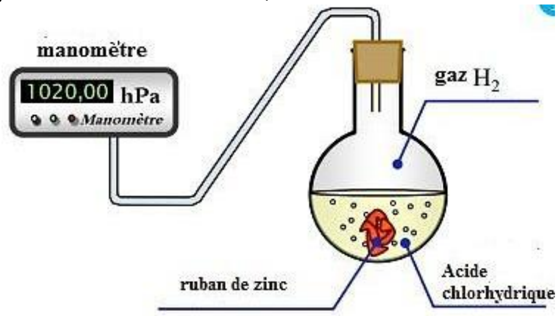
Examen blanc – Epreuve de Sciences Physiques – 4 heures

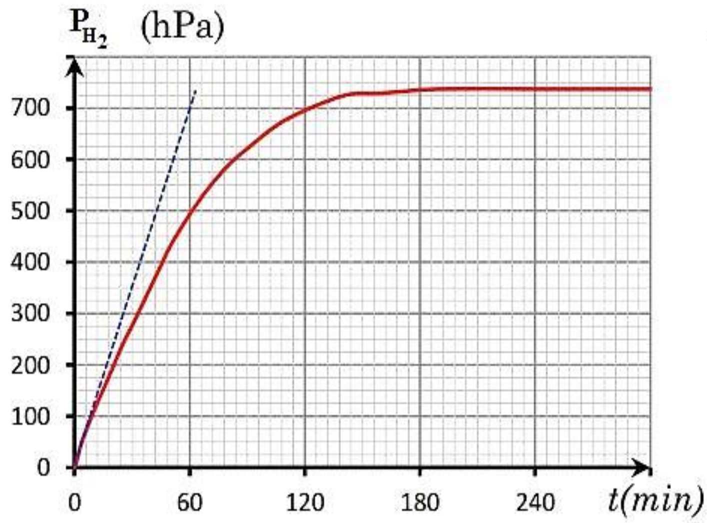
Exercice n°1 :

Pour étudier la cinétique de la réaction de l'acide chlorhydrique avec le zinc, on introduit dans un ballon de volume constant V, la masse m = 0,5 g de zinc en poudre $Zn_{(S)}$ et on y verse à l'instant t_o= 0, le volume V_A= 75 mL d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ de concentration C_A = 0,4 mol.L^{-1}. On mesure à chaque instant t la pression P à l'intérieur du ballon à l'aide d'un capteur de pression.



Données :

- On considère que tous les gaz sont parfaits.
-Toutes les mesure ont été prises à 20°C
- On rappelle l'équation d'état des gaz parfaits : P.V = n.R.T
- La masse molaire atomique du zinc : M(Zn) = 65,4 g.mol^{-1}.
-Les couples qui interviennent sont : H_3O^+/H_2 et Zn^{2+}/Zn



1) Ecrire l'équation bilan de la réaction étudié.
2) Calculer les quantités de matière initiaux n_i (H_3O^+) et n_i (Zn). En déduire le réactif limitant
3) Déterminer la quantité de matière maximale x_{max} de dihydrogène.
4) Montrer que la quantité de matière x(t) du dihydrogène formé au cours de la réaction s'écrit : $x(t) = 1{,}01.10^{-5}P_{H_2}(t)$ avec P_{H_2} en (hPa)
5) Calculer la composition molaire du système chimique à l'instant t= 60 min.
6) Calculer le volume libéré de dihydrogène V (H_2) à l'instant t=60 min. (Sachant que Vm = 24.mol.l^{-1})
7) Déterminer, en justifiant votre réponse, le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.
8) Vérifier la vitesse volumique de la réaction à l'instant t_0=0 est : $\vartheta_0 = 1{,}58.10^{-3}$ mol.L^{-1}.min^{-1}
9) Sachant que la vitesse volumique à l'instant t_1 = 60 min, est : $\vartheta_1 = 1{,}02.10^{-3}$ mol.L^{-1}.min^{-1} ; D'après les résultats obtenus, Expliquer pourquoi la vitesse diminue au cours de la réaction.

Exercice n°2 :

On dispose de cinq flacons contenant des solutions aqueuses différentes, mais de même concentration C = 10^{-2} mol/L :

* l'acide éthanoïque (A) ;
*l'acide chlorhydrique (B) ;
*le chlorure de potassium (C) ;
*l'hydroxyde de potassium (D) ;
*l'ammoniaque (E).

Les étiquètes A, B, C, D et E de ces flacons ont été mélangées lors d'un rangement.

1) <u>Identification des solutions.</u>

a) Le pH de la solution de D est égal à 12. Le dosage de D par B donne un pH égal à 7 à l'équivalence. Identifier D et B.
b) Au cours du dosage de D par A, le pH à l'équivalence est égal à 8,2. Identifier A.
c) Le pH de la solution C est égal à 7. Identifier C.
d) Déduire des questions précédentes, la nature de la solution E.

2) <u>Détermination du pKa du couple NH_4^+/NH_3.</u>

On désire déterminer le pKa du couple NH_4^+/NH_3. Le pH de la solution d'ammoniaque est 10,6.

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'ammoniac avec l'eau.

b) Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans la solution. Déduire le pKa du couple NH_4^+/NH_3.

3) Préparation de solution tampon.

a) On veut préparer une solution tampon à partir de la solution d'ammoniac et de l'acide chlorhydrique. Calculer le volume V_A d'acide chlorhydrique à ajouter à V_B = 25 mL de la solution d'ammoniac pour obtenir la solution tampon.

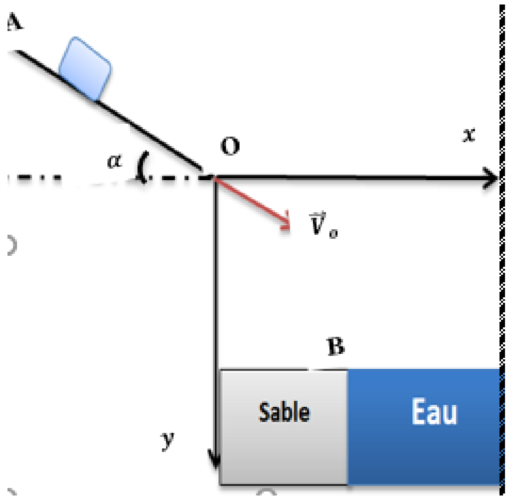
b) Citer les propriétés du mélange obtenu.

Exercice n°3 :

Les toboggans dans les piscines permettent aux nageurs de glisser et de plonger dans l'eau. On modélise un toboggan par une piste AO. On modélise le nageur par un solide (S) de centre d'inertie G et de masse m (Figure 1).

Données : $\alpha = 30°$; $AO = 20\ m$; $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$; $m = 70\ kg$, $f = 70\ N$

Les coordonnées de points B est : x_B = 7 m et y_B = 7 m



I-Etude le mouvement du solide (S) sur la partie AO :

Le solide (S) part de la position A supposée confondue avec G, à l'instant t = 0, sans vitesse initiale, et glisse avec frottement sur la piste AO. On étudie le mouvement de G dans le repère terrestre $R\ (A, \vec{i'}, \vec{j'})$ supposé galiléen.

1) Par application de la deuxième loi de Newton : trouver l'expression de l'accélération est :

$a_G = g\sin(\alpha) - \frac{f}{m}$ et déduire la nature du mouvement

2) Ecrire l'équation horaire du mouvement x(t)

3) Déterminer t_0 l'instant d'arrive le solide (S) au point O,

4) Calculer V_0 la vitesse du solide (S) au point O.

II- Etude le mouvement du (S) dans le champ de pesanteur uniforme ; associé au repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$

Le solide (S) arrive au point O avec une vitesse de valeur V_0= 12,5 $m.s^{-1}$, pour le quitter à un instant supposé comme nouvelle origine des temps. On néglige toutes les frottements.

1) En appliquant la 2ème loi de Newton, trouver les équations horaires du mouvement x(t) et y(t).

2) Déduire l'expression littérale de l'équation de la trajectoire :

3) Vérifier que le solide (S) ne tombe pas dans le sable.

4) Déterminer la vitesse V_G du solide (S) à l'instant T_P = 4s.

III- Etude le mouvement vertical du solide (S) dans l'eau ; dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$:

Le solide (S) poursuit son mouvement dans l'eau, avec une vitesse verticale $\vec{v}$. Il subit en plus de son poids à :

- Une force de frottement de fluide : $\vec{f'} = -\lambda . v^2\, \vec{j} = -140 . v^2\, \vec{j}$
- La poussée d'Archimède F_A d'intensité F_A= 637 N.

On considère l'instant d'entrée de (S) dans l'eau comme nouvelle origine des temps.

1) En utilisant l'équation aux dimensions, déterminer la dimension de la constante λ.

2) Montrer que la vitesse $v(t)$ de G vérifie l'équation différentielle suivante : $\frac{dv}{dt} + \frac{1}{\tau} v^2 = A$

Déduire la valeur de τ et A

3) Calculer valeur de la vitesse limite V_ℓ.

Exercice n°4 :

Le but de cet exercice est d'étudier les oscillations libres d'un oscillateur mécanique

On considère un solide de masse m = 250 g pouvant glisser sans frottement le long d'un axe $(O, \vec{i})$ horizontal, le solide est attaché à un ressort dont la raideur vaut k =10 N. m^{-1}; l'autre extrémité du ressort est fixée rigidement. Le plan horizontal contenant le centre d'inertie G du solide est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

1) Oscillateur non amorti

Dans cette partie, on néglige toute force de frottement.

a) Etablir l'équation différentielle en x qui régit le mouvement du centre d'inertie G de la masse.

b) La solution de cette équation différentielle a pour expression $x(t) = X_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$ où X_m et φ sont des constantes et T_0 la période propre de l'oscillateur. Déterminer l'expression de T_0 en fonction de m et k et calculer sa valeur.

c) À la date $t_0 = 0$, le centre d'inertie G du solide passe par le point d'abscisse $x_0 = 2$ cm avec une vitesse de valeur algébrique $V_0 = -0,2$ m.s^{-1}. Déterminer X_m et ϕ.

2) **Oscillateur amorti**

Dans cette partie, la force de frottement est donnée par $\vec{f} = -\alpha\vec{v}$ où α est une constante positive. On tire cette fois la masse sur une distance de 2 cm vers les abscisses positives et on la libère sans vitesse initiale.
Un dispositif approprié a permis de tracer la courbe donnant les variations de x = f(t) (figure 2) et les courbes donnant les variations de l'énergie cinétique Ec(t) de la masse et de l'énergie potentielle élastique Ep(t) du ressort (figure 3).

a) En se référant à la figure 2, donner la valeur de la pseudo-période T du mouvement de G. Comparer sa valeur à celle de la période propre T_0.

b) En se référant aux figures 2 et 3 **(voir figure)**, préciser parmi les courbes A et B celle qui représente Ep(t).

c) Vérifier graphiquement que le rapport $\frac{X_m(T)}{X_m(0)} = \frac{X_m(2T)}{X_m(T)} = a$ où a est une constante à déterminer.

d) Sachant que $a = e^{-\frac{\alpha T}{2m}}$, calculer, en SI, la valeur de α.

Sur la figure 3 sont repérés deux instants particuliers notés t_1 et t_2, calculer le travail des forces de frottements entre ces deux instants t_1 et t_2.

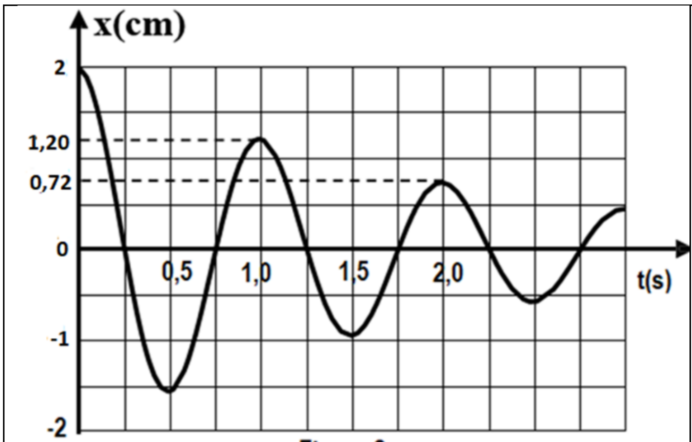


Figure 2

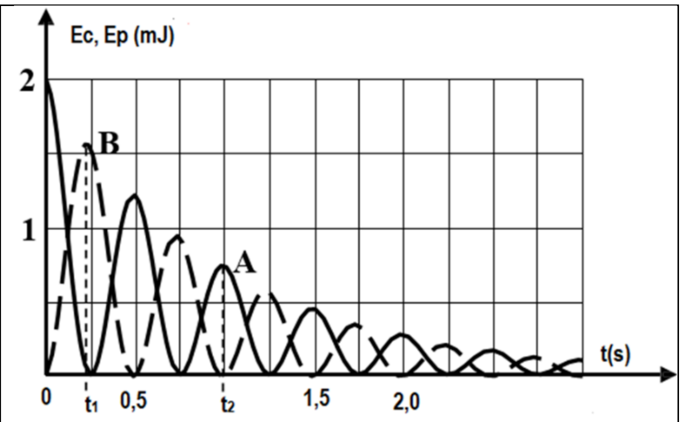


Figure 3

Exercice n°5 :

Le circuit électrique de la figure 1 comprend :

- un générateur de tension continu de f.é.m. E ;
- un interrupteur K ;
- une bobine d'inductance L et de résistance r=12Ω ;
- un résistor de résistance R=60Ω.

Un oscilloscope à mémoire permet de visualiser le graphe de la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor (voir figure 2).

1.
 1.1. Pourquoi le graphe enregistré indique-t-il l'évolution de l'intensité *i* du courant au cours du temps ?
 1.2. Quel est l'ordre de grandeur de la durée du régime transitoire ?

2.
 2.1. Etablir l'équation différentielle en i(t) du circuit
 2.2. La solution de cette équation différentielle est : $i(t)=I_0\left(1-e^{\frac{-t}{\tau}}\right)$. Préciser l'expression de I_0 et donner l'expression de la constante de temps τ.

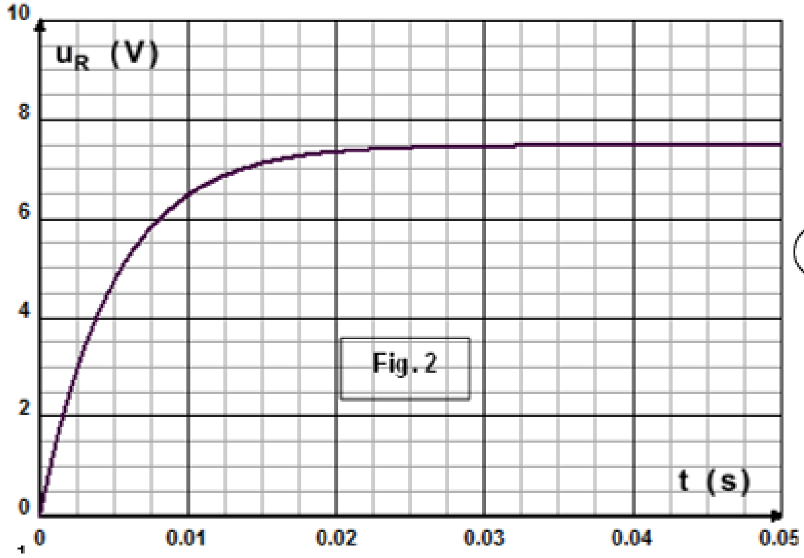
3. Déterminer à partir du graphe :
 3.1. La f.é.m. E ;
 3.2. La constante de temps τ du circuit en précisant la méthode utilisée.
 3.3. En déduire la valeur de l'inductance L.

4.

4.1. Montrer que la tension aux bornes de la bobine peut s'écrire sous la forme :

$$u_L = 1{,}5 + 7{,}5e^{-200t} \text{ en V}$$

4.2. On ouvre l'interrupteur K. Quel phénomène observe-t-on ? Interpréter.



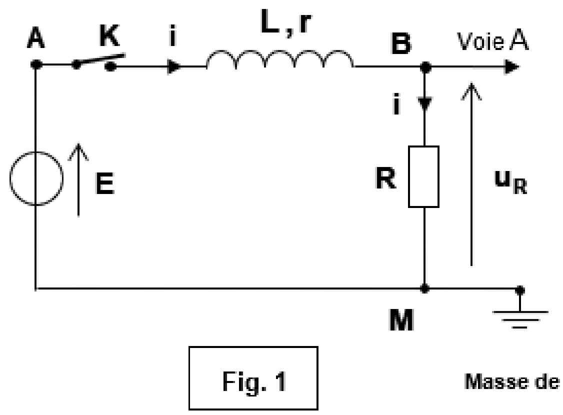


Fig. 1