

## Indications et consignes générales

\*Le devoir comporte deux exercices de chimie et trois exercices de physique sur 6 pages .

\* Toute application numérique doit être précédée d'une expression littérale.

\*Tout résultat doit être justifié.

### Chimie : 9 points

#### EXERCICE 1 "6 points" On donne $K_e=10^{-14}$

Dans l'eau distillée on dissout séparément deux bases l'une B<sub>1</sub> (inconnue) et l'autre NH<sub>3</sub> (ammoniac) .  
On obtient deux solutions aqueuses respectivement (S<sub>1</sub>) et (S<sub>2</sub>) de même concentration C et de pH respectives  
**pH(S<sub>1</sub>)=12 et pH(S<sub>2</sub>)=10,6**

1°) Comparer la force des deux bases .

2°) a- Dresser le tableau volumique d'avancement relatif à la réaction de la base B avec l'eau .

b- Montrer que le taux d'avancement final s'écrit  $\tau_f = \frac{10^{pH-pK_e}}{C}$

3°) A un volume V<sub>1</sub> de la solution (S<sub>1</sub>) on ajoute de l'eau pour obtenir **100 ml** d'une solution notée ( S'<sub>1</sub>) et de concentration  $C' = \frac{C}{20}$

a-Déterminer V<sub>1</sub> .

b-Indiquer le protocole expérimentale pour réaliser cette dilution en indiquant la verrerie utilisée.

c-La mesure du pH de la solution ( S'<sub>1</sub>) est **pH( S'<sub>1</sub>) =pH( S<sub>1</sub>) - log 20**

Montrer que le taux d'avancement final  $\tau_f$  avant dilution et  $\tau'_f$  après dilution ne change pas.

d-Déduire que la base B est une base forte.

e-Vérifier que **C=10<sup>-2</sup> mol.L<sup>-1</sup>**

4°) a-Calculer le taux d'avancement final  $\tau_{2f}$  qui accompagne la dissociation de l'ammoniac dans l'eau.

b- En déduire que cette base est faiblement ionisée dans l'eau.

c-Etablir l'expression de la constante de basicité K<sub>b</sub> en fonction de  $\tau_{2f}$  et la concentration C

d-Déduire la valeur de K<sub>b</sub> du couple (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NH<sub>3</sub>)

5°) A un volume V<sub>2</sub> de la solution de NH<sub>3</sub> on ajoute sans variation notable du volume une masse m d'hydroxyde de sodium . Quel est l'influence de cet ajout sur la dissociation de l'ammoniac

II°) On mélange un volume V<sub>B</sub> =**20 mL** de la solution (S<sub>2</sub>) de base faible avec V<sub>A</sub> =**5mL** d'une solution de chlorure d'hydrogène (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>) de concentration C<sub>A</sub>=**2.10<sup>-2</sup> mol.L<sup>-1</sup>**. Le pH du mélange obtenue est **pH'=9,2**

1°) Ecrire l'équation de la réaction acide base ayant lieu sachant que les couples mis en eux sont (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NH<sub>3</sub>) et (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>/Cl<sup>-</sup>)

2°)a-Calculer la quantité de matière initiale des réactifs

b-Dresser le tableau descriptif d'avancement du système .

3°) a-Calculer le taux d'avancement finale de la réaction acide base mis en jeu

b- Calculer la constante d'équilibre K de cette réaction

c-Que peut on conclure ?

#### EXERCICE N°2 "3 points"

On donne volume molaire des gaz V<sub>m</sub>=**24 L.mol<sup>-1</sup>**

I°) On dissout un volume V<sub>1</sub> de chlorure d'hydrogène HCl gazeux(monoacide fort) dans l'eau pour obtenir une solution (S<sub>A</sub>) de volume V=**200 mL**

1°) Ecrire l'équation de la réaction d'ionisation du ide chlorure d'hydrogène HCl dans l'eau .

2°) Donner l'expression du pH de cette solution en fonction de la concentration C<sub>A</sub>.

II°) On dose un volume  $V_A=10\text{mL}$  de la solution ( $S_A$ ) par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (monobase forte) de concentration  $C_B$ .

1°) a-En exploitant la courbe déterminer le pH de la solution ( $S_A$ ) d'acide chlorhydrique

b- Les coordonnées du point d'équivalence.

2°) a-Déduire la valeur de la concentration  $C_A$  de la solution ( $S_A$ ).

b- Le volume  $V_1$  du chlorure d'hydrogène HCl utilisé pour préparer la solution ( $S_A$ ).

c-la concentration  $C_B$  de la solution d'hydroxyde de sodium.

III°) On dilue **p fois** un volume  $V_A =10\text{mL}$  de la solution ( $S_A$ ) on obtient une solution ( $S'_A$ )

1°) Montrer que les valeurs du pH de la solution ( $S_A$ ) et ( $S'_A$ ) vérifient la relation

$\text{pH}(S'_A) - \text{pH}(S_A) = \log p$

2°) Déterminer **p** pour que  $\text{pH}(S'_A)=2$

3°) La solution ( $S'_A$ ) est dosée par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH de concentration

$C_B=0,05 \text{ mol L}^{-1}$ . Représenter sur la **figure 1** de l'annexe la nouvelle allure de la courbe traduisant l'évolution du pH du milieu réactionnel en fonction de  $V_B$  versé de la solution de NaOH en précisant les coordonnées des points remarquables

**Physique: 11 points**

### Exercice 1 "2 points"

Etude d'un document scientifique

Application de la résonance.

C'est grâce au phénomène de résonance que l'on capte de manière sélective une station radiophonique. L'antenne d'un récepteur radio est reliée à un circuit RCL d'inductance  $L$  et de capacité  $C$  réglable.

Une onde radio reçue par l'antenne crée aux bornes du dipôle RLC une tension excitatrice  $u(t)=U_m \sin(2\pi Nt)$  avec  $N$  la fréquence de la station reçue.

L'antenne capte les signaux électriques provenant d'un très grand nombre de stations. Pour suivre une émission radio particulière il faut privilégier une fréquence au détriment des autres. Pour cela on règle la valeur de  $C$  de façon que le récepteur n'entre en résonance d'intensité qu'avec l'émission fréquence

$N = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  Sa réponse aux autres fréquences est négligeable.

On peut par exemple, suivre les émissions de la radio nationale du Tunis sur les fréquences :  $N_1=6.10^5 \text{ Hz}$  Sur la bande des ondes moyennes (MW) et  $N_2=94.10^6 \text{ Hz}$  Sur la bande des fréquences modulées (FM). On utilise un récepteur radio dont la fréquence propre du dipôle RLC est  $6.10^5 \text{ Hz}$  lorsque la valeur de l'inductance est  $L_1=100\text{mH}$  Les allures des courbes de résonance sont représentées Dans l'annexe à rendre avec la copie :

Questions :

1°) Préciser ce qui produit la tension excitatrice aux bornes du dipôle RLC.

2°) Déterminer la capacité  $C_1$  du dipôle RLC lorsqu'on écoute avec le récepteur radio indiqué dans le texte les émissions de la radio nationale de Tunis sur la bande des ondes moyennes.

3°) Préciser en le justifiant si la valeur de  $R$  est plus faible lorsqu'on écoute les émissions de la radio nationale : sur la bande des ondes moyennes ou sur celles des fréquences modulées.

### Exercice 2 "5 points"

Un oscillateur mécanique est constitué

\*D'un ressort  $R$  à spires non jointives de constante de raideur  $K= 40 \text{ N.m}^{-1}$  et de masse négligeable.

\*D'un solide de masse  $m$  de centre d'inertie  $G$  pouvant coulisser sur un plan horizontal  $A$  l'équilibre le centre d'inertie  $G$  du solide coïncide avec l'origine  $O$  du repère  $(O, \vec{i})$ . La position du solide à un instant  $t$  est repéré par son abscisse  $x(t)$  dans ce repère.

Au cours de son déplacement le solide ( $S$ ) est soumis à une force de frottement visqueux  $\vec{f} = -h \cdot \vec{v}$  ou  $h$  est une constante positive et  $\vec{v}$  est le vecteur vitesse instantanée du centre d'inertie  $G$  du solide. Les oscillations de ( $S$ ) sont entretenues par un électroaimant qui exerce une force excitatrice de fréquence  $N$  réglable et d'amplitude constante, de phase initiale  $\varphi_F$  constante dont l'expression peut s'écrire

$$\vec{F} = Fm \cdot \sin(2\pi Nt + \varphi_F) \vec{i}.$$

I°) 1°) Sur la figure 2 de la feuille annexe représenter les forces s'exerçant sur le solide (S) .

2°) Etablir l'équation différentielle qui régit les variations de  $x(t)$  .

3°) Quelle est le rôle énergétique de l'électroaimant ?

II°) La solution de cette équation différentielle est  $x(t) = X_m \sin(2\pi N t + \varphi_x)$

Pour une certaine valeur  $N = N_1$  imposé par l'excitateur, on a représenté sur la figure 3 de la feuille annexe les oscillations de  $F(t)$  et de  $T(t)$  en fonction du temps.

1°) En exploitant le graphe Déterminer

a- L'expression de  $F(t)$

b- L'expression de  $T(t)$

2°) a- Déduire l'expression de  $x(t)$  .

b- Montrer que l'oscillateur est le siège de résonance de vitesse

c- Quelle est la valeur de la puissance mécanique . En déduire que la valeur de la masse est  $m = 0,1 \text{ kg}$

3°) a- Sur la feuille annexe on donne le tableau de la figure 4 utiliser l'analogie Electrique- mécanique pour compléter le tableau de la figure 4 .

N.B La construction de Fresnel est représentée sans souci d'échelle.

b- Exploiter la construction de Fresnel relative à l'oscillateur mécanique pour montrer que le coefficient de frottement de frottement  $h = 1 \text{ kg.s}^{-1}$

c- En déduire la valeur de la puissance mécanique

d- Rappeler l'expression de l'énergie mécanique du système (Ressort + Solide) . Montrer qu'à la fréquence  $N_1$  l'énergie est constante .

III°) Pour une valeur  $N_2$  de  $N$  on remarque que l'amplitude de la tension  $T_m$  passe par une valeur maximale

1°) a- Montrer que l'oscillateur est en état de résonance d'élongation.

b- Comparer  $N_2$  à  $N_1$  . justifier

2°) On rappelle que l'amplitude de la vitesse est donnée par la relation

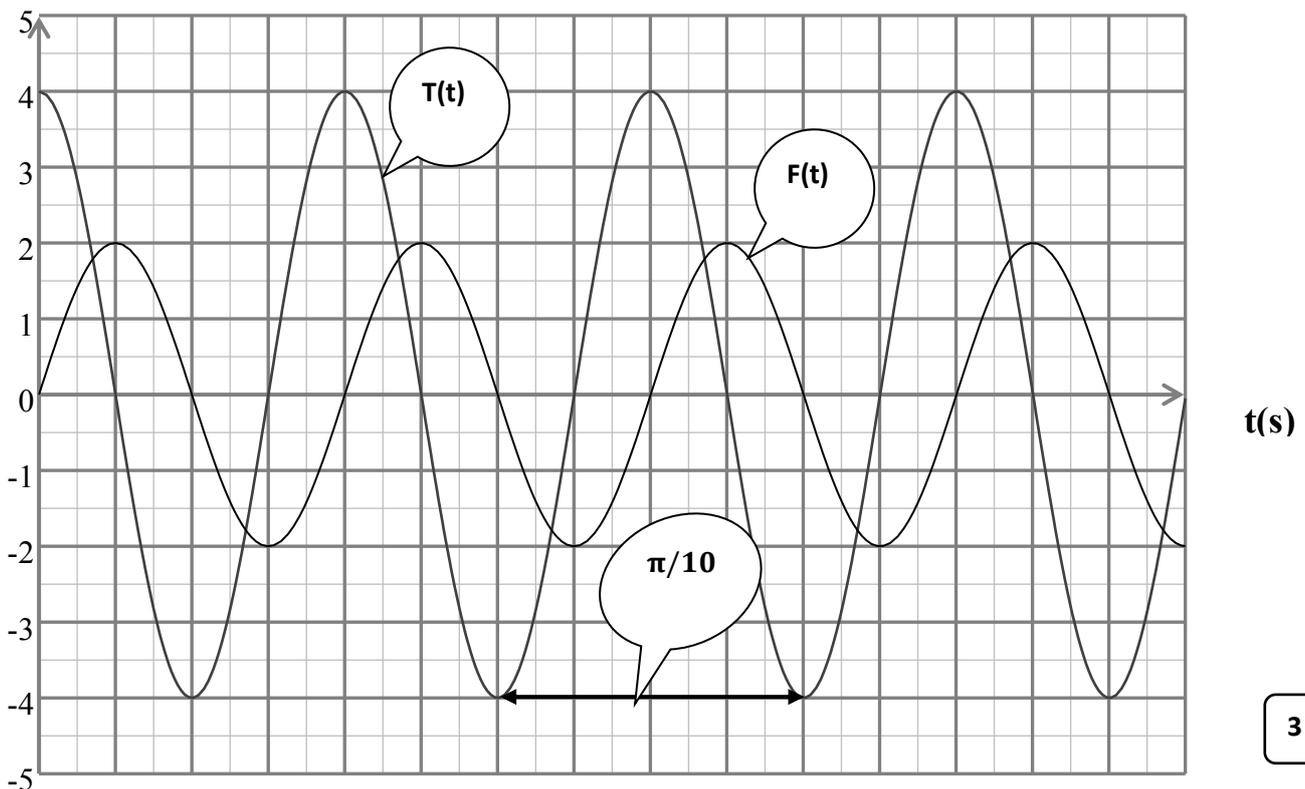
$$V_m = \frac{F_m}{\sqrt{h^2 + (m\omega - \frac{k}{\omega})^2}}$$

a- Déterminer l'expression de l'amplitude de l'élongation  $X_m$ .

b- Etablir l'expression de la fréquence de résonance d'élongation en fonction de  $N_1, m,$  et  $h$  et déduire la valeur limite  $h_0$  du coefficient du frottement c- Calculer la valeur de la fréquence  $N_2$ .

3°) sur le même graphe , tracer l'allure de  $x_m = f(N)$  amplitude de la tension en fonction de  $N$

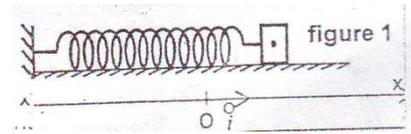
$v_m = f(N)$  amplitude de la force de frottement en fonction de  $N$  en précisant les valeurs particuliers



### Exercice 3 "4points"

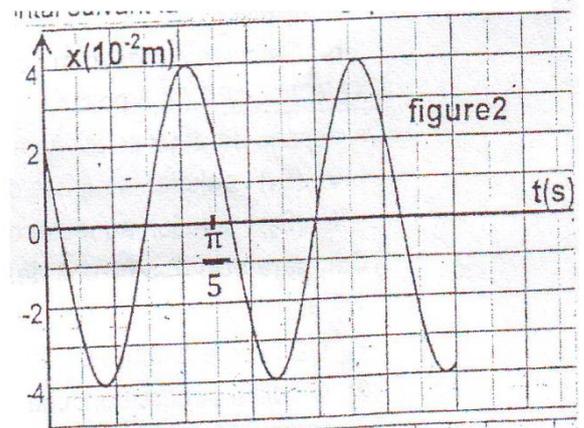
1°) Un pendule élastique est formé d'un solide de masse  $m$  soudé à l'extrémité d'un ressort (R) à spires non-positives d'axe horizontal et de constante de raideur  $K$ , l'autre extrémité est liée à un support fixe. Le solide (S) est susceptible de se déplacer sur le plan horizontal suivant la direction  $x'x$  sans frottement. A l'équilibre le centre d'inertie  $G$  du solide (S) coïncide avec  $O$  origine du repère  $(o, \vec{i})$  avec  $\vec{i}$  dirigé vers le sens de l'allongement de (R). On écarte (S) de sa position d'équilibre en le déplaçant suivant  $x'x$  d'une distance  $d$  puis on l'abandonne à lui-même sans vitesse, le solide se met à osciller.

1°)a- Montrer que les oscillations du pendule sont libres et sinusoïdales.



b- Montrer que la période des oscillations ne dépend de la distance  $d$ .

2°) Un dispositif d'enregistrement permet de tracer la courbe  $x=f(t)$  (figure 2)



pas

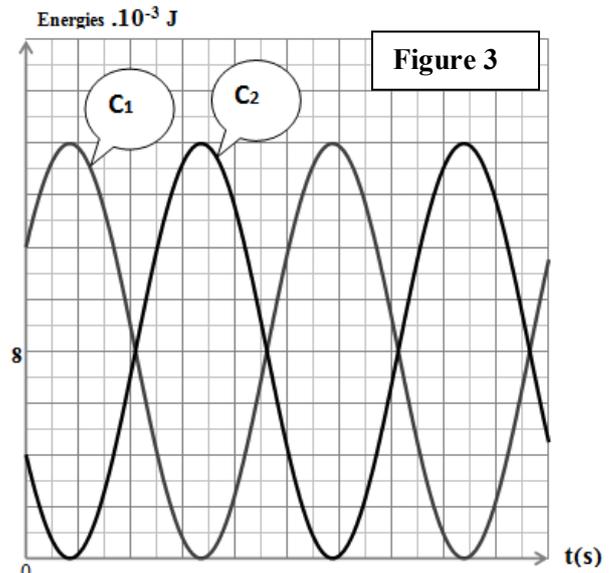
a- Déterminer à partir du graphe l'équation horaire du mouvement  $x(t)$ .

b- Déduire la vitesse  $V_0$  à  $t=0s$  et la distance  $d$ .

3°) On donne des courbes des variations de l'énergie cinétique  $E_c$  et de l'énergie potentielle élastique  $E_p$  (figure 3)

a- Identifier les courbes  $C_1$  et  $C_2$

b- Déduire la valeur de  $K$  et celle de  $m$ .



II/ Le solide (S) de masse  $m=200g$  est soumis à une force de frottement  $\vec{f} = -h\vec{v}$  ou  $h$  est une constante positive.

1°) Ecrire l'équation différentielle régissant les variations de l'abscisse  $x$  de  $G$  au cours du mouvement.

2°) On donne les enregistrements  $x=f(t)$  pour différentes valeurs de  $h$ . (Voir annexe)

- Expérience n°1 :  $h=0,5 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$
- Expérience n°2 :  $h=9 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$
- Expérience n°3 :  $h=5 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$
- Expérience n°4 :  $h=1 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$

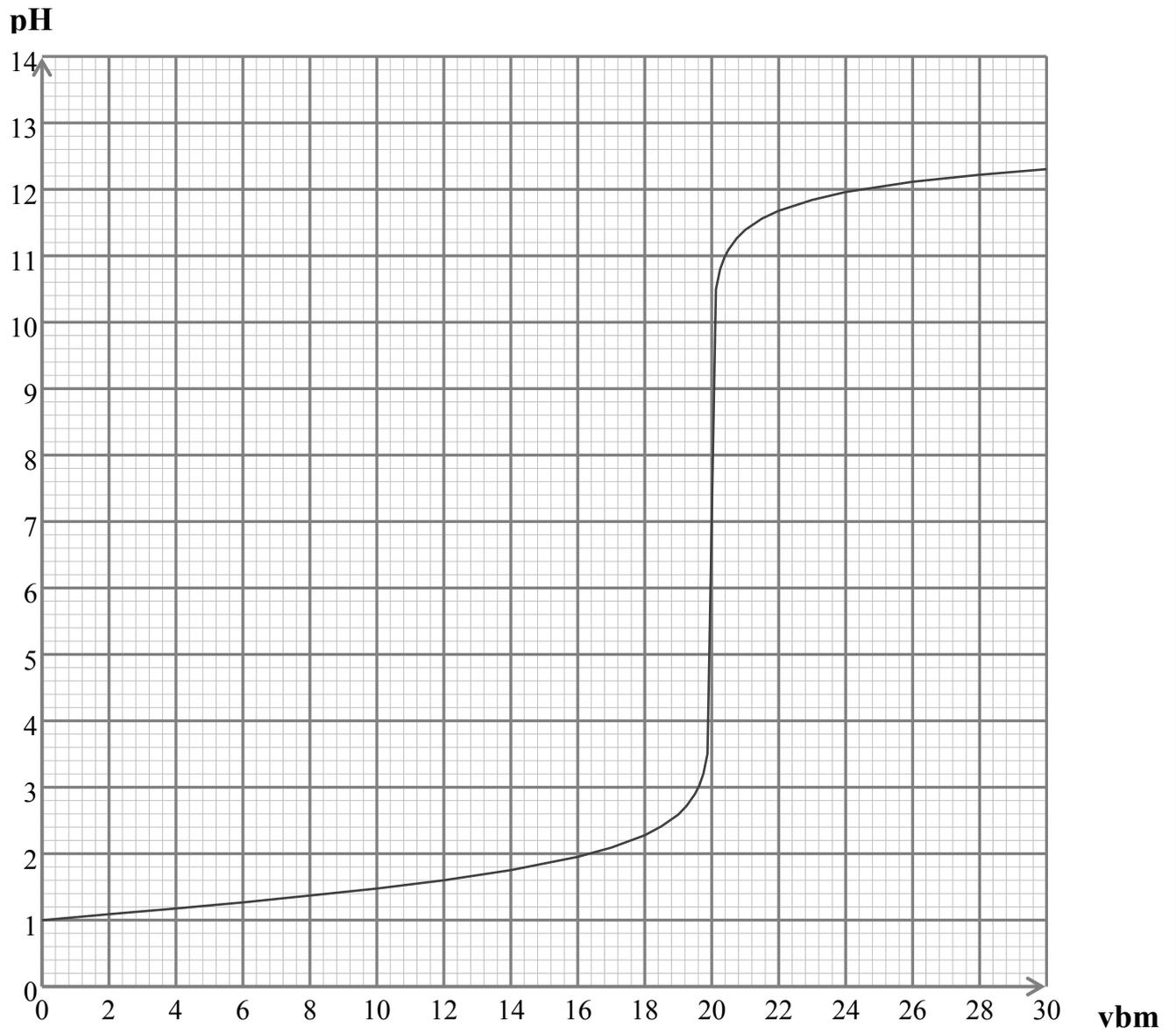
faire correspondre avec justification, l'expérience avec la valeur de  $h$  correspondante en donnant à chaque fois le régime correspondant.

3°) Pour l'expérience qui correspond à l'enregistrement (d).

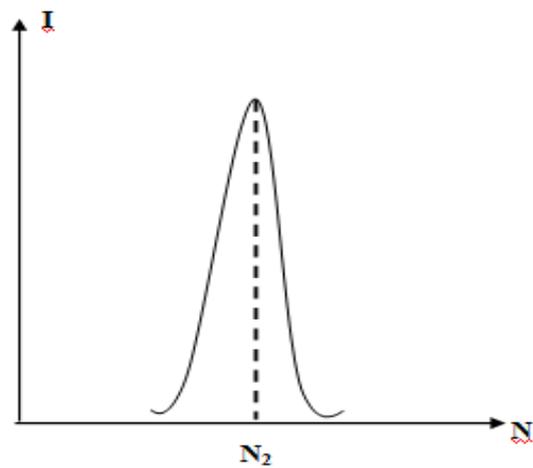
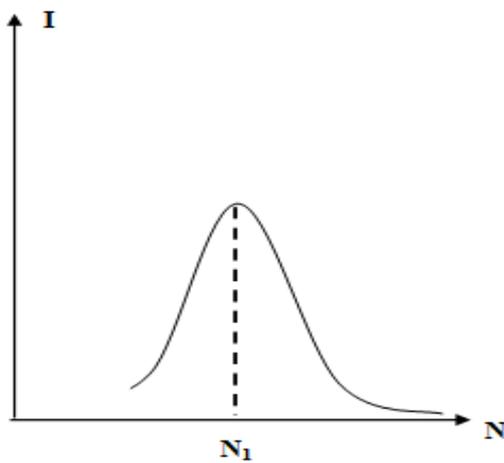
a- Déterminer la vitesse de passage de  $G$  pour le point  $O$  à la date  $t_1 = \frac{\pi}{20} s$

b- Déduire le travail de la force de frottement entre  $t_0=0s$  et  $t_1$

**Exe 2 chimie**

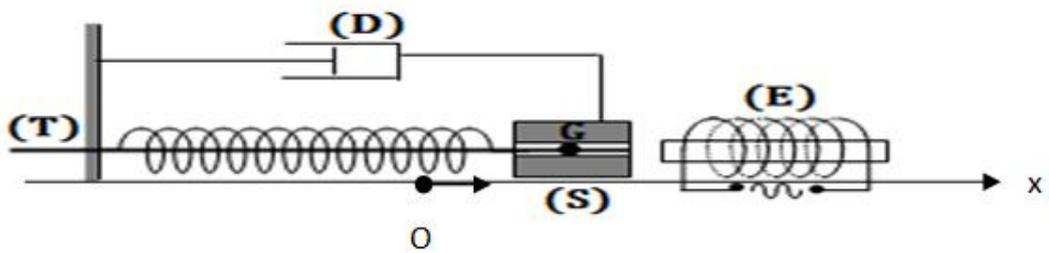


**Exercice 1 Phy**



**Exer 2 phy**

	Oscillateur électrique	Oscillateur mécanique
Equation différentielle	$L \frac{di}{dt} + R i + \frac{1}{C} \int i dt = u(t)$	
Construction de Fresnel	Résonnance d'intensité  <div style="text-align: center;">  </div>	..... .....



**Exercice 3 Physique**

