

**CONCOURS D'ENTREE AUX GRANDES ECOLES MILITAIRES****EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES****PHYSIQUE N°1****A. ELECTRICITE**

On monte en série un condensateur de capacité  $C = 4\mu F$  et une bobine de résistance  $R = 500\Omega$ , d'inductance  $L = 1mH$ . On alimente cette portion de circuit à l'aide d'un générateur imposant la tension  $u = U\sqrt{2}\cos(\omega t)$  de valeur efficace  $U = 220V$  et de pulsation égale à  $\omega = 100\pi \text{ rad.s}^{-1}$ .

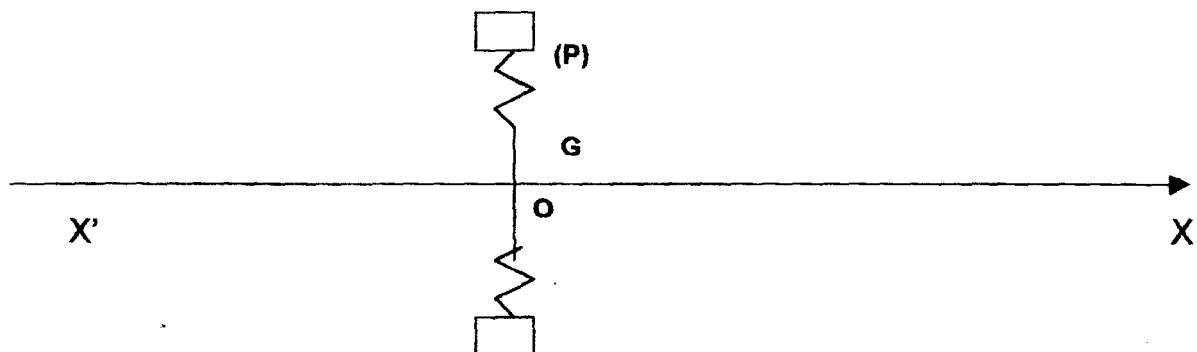
1. Etablir l'équation donnant  $u$  en fonction de  $\frac{di}{dt}$ ,  $i$  et  $q = \int idt$  (charge du condensateur)
2. En utilisant la construction de Fresnel, en déduire les expressions et les valeurs numériques des grandeurs suivantes :
  - a) L'avance de phase  $\varphi$  du courant sur la tension
  - b) L'impédance  $Z$  de la portion de circuit étudiée
  - c) La valeur efficace de l'intensité du courant ;
3. Pour quelle valeur  $\omega_0$  de  $\omega$  le déphasage  $\varphi$  est-il nul ? Quelles sont alors les valeurs de l'impédance et de l'intensité du courant ?  
Calculer également les valeurs de la fréquence et de la période du courant.
4. On pose  $Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 RC}$ . Etablir les relations

$$\tan \varphi = Q \left( \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right) \quad \text{et} \quad \frac{Z}{R} = \sqrt{1 + Q^2 \left( \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)^2} = -Q$$

En vous aidant des résultats des questions précédente, donner l'allure des courbes représentatives de  $\tan \varphi$  et de  $\frac{Z}{R}$  en fonction de  $X = \frac{\omega}{\omega_0}$

**B. MECANIQUE**

Une plaque P plane, indéformable, de masse m, peut se déplacer parallèlement à elle même suivant une direction x'x normale à son plan.



Ecartée à une distance  $x$  de sa position d'équilibre, on admettra que le centre d'inertie  $G$  ( $G$  coïncide avec l'origine  $O$  de  $x$  dans la position d'équilibre) est soumis à l'action des seules forces suivantes, dirigées suivant  $x$  :

- Une force de rappel élastique  $F = -kx$
- Une force de frottement proportionnelle à la vitesse  $F' = -\lambda v$
- Une force (produit par le passage d'un courant alternatif dans un dispositif solidaire de la plaque) dont l'expression en fonction du temps est :  $f = F \cos(\omega t)$

- 1) Etablir l'équation reliant  $f, \frac{dv}{dt}, v$ , et  $x = \int v dt$ .
- 2) Mettre cette équation sous une forme analogue à l'équation trouvée au (1) de la partie A, la résoudre à l'aide de la construction de Fresnel et en déduire :
  - a) l'avance de phase  $\varphi$  de la vitesse  $v$  sur la force  $f$  ;
  - b) la valeur maximale  $V_m$  de la vitesse ;
  - c) L'expression de  $z_m = \frac{F}{V_m}$

**A.N :**  $\omega = 100\pi \text{ rad.s}^{-1}; F = 10 \text{ N}; m = 0,01 \text{ kg}; \lambda = 10 \text{ kg.s}^{-1}$  et  $k = 3920 \text{ N.m}^{-1}$

- 3) Pour quelle valeur  $\omega_0$  de  $\omega$  le déphasage  $\varphi$  est-il nul ? quelle est alors la valeur de  $V_{m0}$  ?
- 4) On pose  $Q_m = \frac{m\omega_0}{\lambda} = \frac{K}{\lambda\omega_0}$ . Calculer  $\tan \varphi$  et  $\frac{z_m}{\lambda}$  en fonction de  $Q_m, \omega$  et  $\omega_0$ .

Tracer l'allure des courbes représentatives en fonction du rapport  $\frac{\omega}{\omega_0}$ .

C. Montrer les analogies mathématiques des deux problèmes. Comparer les équations établies en A/1 et B/1. Que remarque-t-on à l'examen des résultats de A/4 et B/4 ?

Comment pourrait-on appeler la grandeur  $z_m$  ?

On se propose de dresser un tableau récapitulatif des analogies

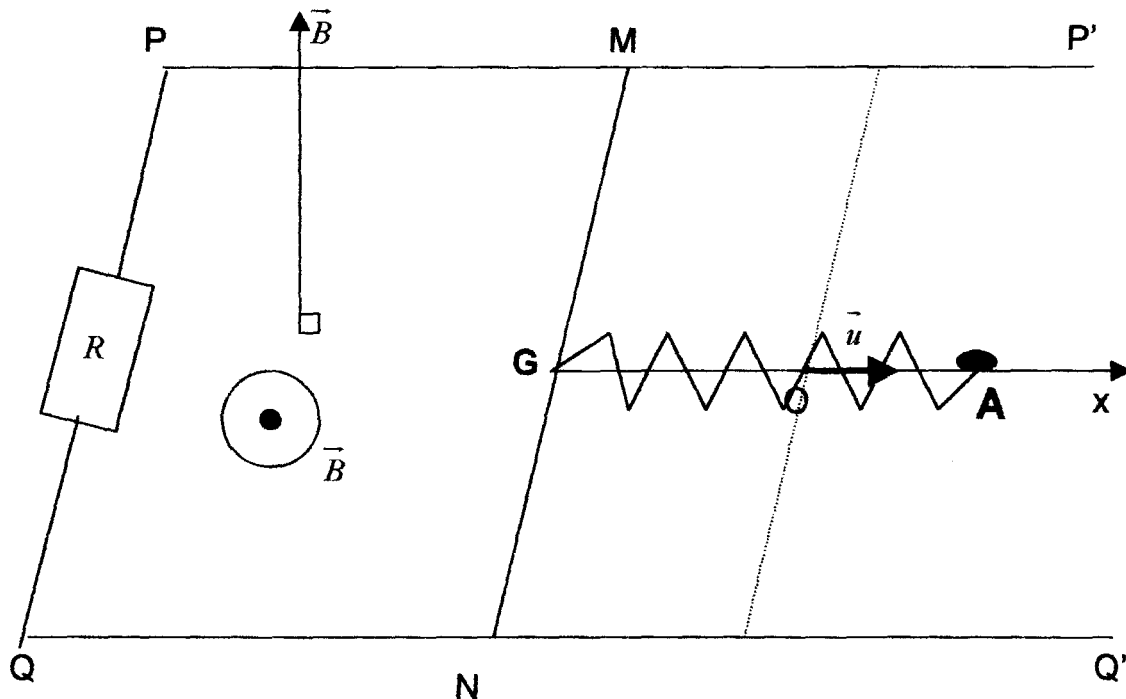
Compléter les cases vides du tableau suivant :

Grandeurs électriques	$R$	$L$	$C$	$i$	$q$
Grandeurs mécaniques					

**PHYSIQUE N°II**

Une tige métallique MN, homogène, de masse  $m$ , peut glisser sans frottement sur deux rails métalliques, parallèles et horizontaux, PP' et QQ'. La distance entre les rails est  $l$ . Un conducteur ohmique de résistance  $R$  relie les extrémités P et Q des rails. Les résistances électriques des rails et de la tige MN sont négligeables par rapport à  $R$ . Le milieu G de la tige MN est relié à l'extrémité isolée électriquement d'un ressort, de masse négligeable à spires non jointives, de raideur  $k$  - l'axe du ressort est parallèle aux rails. Lorsque la tige MN est en équilibre, en l'absence de toute force extérieure, G est en un point O. Soit Ox l'axe de vecteur unitaire  $\vec{u}$ , confondu avec l'axe du ressort et orienté vers l'extérieur du cadre PMNQ.

L'ensemble du dispositif est placé dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$ , ascendant, perpendiculaire au plan des rails. A la date  $t_0 = 0$ , la tige MN écartée de sa position d'équilibre d'une  $x_0$  (voir figure) est lâchée, sans vitesse initiale. A une date  $t$ ,  $\vec{OG} = x\vec{u}$  par convention on oriente le conducteur MN de N vers M.



- $\vec{u}$  = vecteur unitaire
- l'extrémité A du ressort est fixe

1. Quelle est en tout point de la tige MN la valeur du champ électromoteur à la date  $t$ , en fonction de la vitesse de la tige.
2. Montrer que le courant n'a pas toujours le même sens. Quelle est la valeur algébrique de son intensité ?

3. En utilisant le principe fondamental de la dynamique, établir l'équation du mouvement de la tige. Que devient ce mouvement lorsque  $R$  est trop grand ? Lorsqu'on diminue la valeur de  $R$  ?

### PHYSIQUE N°III

Lire attentivement le texte ci dessous et répondre aux questions.

« la lumière nous a révélé la dualité des ondes et des corpuscules, nous faisant ainsi profondément pénétrer dans les arcanes du monde physique. Nous avons déjà rappelé plus haut que la lumière avait tour à tour été conçue comme un flux de corpuscules (conception de Newton) et comme une propagation d'ondes, et nous avons vu Augustin Fresnel faire triompher la conception ondulatoire d'une manière qui, pendant longtemps, a pu paraître définitive. Mais le début de notre siècle devait nous apporter la surprise d'un renouveau de la conception corpusculaire de la lumière. L'étude du phénomène photoélectrique, où l'on voit un métal soumis à une irradiation expulser des électrons, a conduit à reconnaître que ce phénomène suit des lois tout à fait incompatibles avec la conception ondulatoire des rayonnements. Comme Einstein l'a montré dès 1905, tout passe comme si une lumière de fréquence  $\nu$  était formée de grains d'énergie de valeur  $h\nu$ .  $h$  étant la constante de quanta de Planck. Ainsi renaissait sous une forme nouvelle, adaptée aux conceptions de la théorie des quanta, la vieille hypothèse que la lumière est formée de corpuscules, corpuscules auxquels on n'a pas tardé à donner le nom de « photons ». L'idée d'Einstein s'est avérée très féconde : elle a permis d'expliquer un grand nombre de faits que la théorie ondulatoire ne pouvait parvenir à interpréter... Fallait-il en conclure que Newton avait raison contre Fresnel ?

Non, certes, car les phénomènes d'interférence et de diffraction sont là pour nous montrer la nécessité de conserver, au moins partiellement, une image ondulatoire de la lumière et la définition même des photons fait intervenir la fréquence qui est une notion ondulatoire. Il faut donc de toute nécessité chercher à trouver une sorte compromis entre l'aspect granulaire et l'aspect ondulatoire de la lumière.... »

D'après la lumière dans le monde physique : Louis De Broglie

### QUESTIONS :

1. Quelle expression contenue dans ce texte pourrait être retenue comme titre de celui ci ?
2. Quels sont les deux aspects (ou conceptions) de la lumière qui sont exposés dans ce texte ?
3. Pour chaque conception de la lumière, dire (ou citer) les phénomènes physiques (cités dans le texte) et qui la soutiennent.  
Expliquez brièvement et de manière succincte chacun de ces phénomènes physiques.

4. Pour chaque savant cité dans le texte, dire la conception de la lumière qu'il défend. (autrement dit classer les en deux groupes )
  - Les partisans de la conception ondulatoire
  - Les partisans de la conception corpusculaire
5. Relever dans le texte la phrase « conciliante » qui montre qu'aucune de ces deux conceptions ne peut aller sans l'autre.
6. Le photon ou grain d'énergie d'Einstein est-il corpuscule en onde ?
7. En 1924, Louis De Broglie (auteur de ce texte et prix Nobel en 1929) a suggéré : « à toute particule en mouvement, peut être associé une onde »

De Broglie serait-il alors partisan de l'une ou l'autre de ces deux conceptions ou serait-il l'homme du compromis ?

**NB:** Cette hypothèse de Louis De Broglie a reçu une confirmation expérimentale.

Lorsque C. Davisson et S. Germer, en 1927 ont montré qu'un faisceau d'électrons peut-être diffracté par un cristal, comme le sont les rayons X.

**CHIMIE N°1 :**

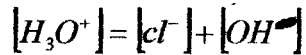
Pour étudier la réaction de saponification de l'éthanoate d'éthyle on mélange  $200 \text{ cm}^3$  d'une solution aqueuse d'éthanoate d'éthyle à  $5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$  et  $200 \text{ cm}^3$  d'une solution d'hydroxyde de sodium à  $5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$ . On déclenche le chronomètre au moment du mélange et on stoppe la réaction de saponification dans la prise d'essai (A) en l'introduisant dans  $20 \text{ cm}^3$  d'une solution à  $2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$  d'acide sulfurique. On ajoute quelques gouttes de phénolphtaleine à la solution (B) obtenue et on dose l'excès d'acide sulfurique et l'acide éthanoïque présents dans (B) par une solution à  $5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$  d'hydroxyde de sodium. Quand la phénolphtaleine rosit, on lit la valeur du volume équivalent  $V$  d'hydroxyde de sodium (en  $\text{cm}^3$ ). On obtient les résultats suivants en fonction du temps  $t$  en (min).

t	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
V	12,15	12,9	13,4	13,7	14,0	14,2	14,4	14,5	14,65	14,75

- Montrer que les ions  $H_3O^+$  apportés par les  $20 \text{ cm}^3$  de la solution d'acide sulfurique sont en excès par rapport aux ions  $OH^-$  présents dans  $10 \text{ cm}^3$  du mélange à la date  $t=0 \text{ min}$ . Calculer  $V$  pour  $t=0 \text{ min}$
- Expliquer pourquoi la réaction de saponification est arrêtée lorsqu'on verse la prise d'essai du mélange dans l'acide sulfurique.
- Montrer que, quelle que soit la date  $t$  à laquelle a lieu la prise d'essai, la quantité d'ions  $H_3O^+$  en excès présents dans (B) est toujours le même. Calculer le volume de solution d'hydroxyde de Sodium  $V'$  qu'il faut verser pour neutraliser cet excès d'ions  $H_3O^+$ .
- Exprimer en fonction de  $V$  et  $V'$  à une date  $t$  considérée, la quantité d'ions  $CH_3COO^-$  présents dans  $10 \text{ cm}^3$  de prise d'essai.
- Déduire du résultat précédent la concentration du mélange en ion éthanoate à une date  $t$  (l'exprimer en fonction de  $V$  et  $V'$ ). Calculer  $[CH_3COO^-]$  pour chaque valeur de  $t$  correspondant à une mesure.
- Calculer la vitesse de formation des ions  $CH_3COO^-$  à la date  $t= 20 \text{ min}$  (l'exprimer en  $\text{mol.l}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ).

**CHIMIE N°II****A.**

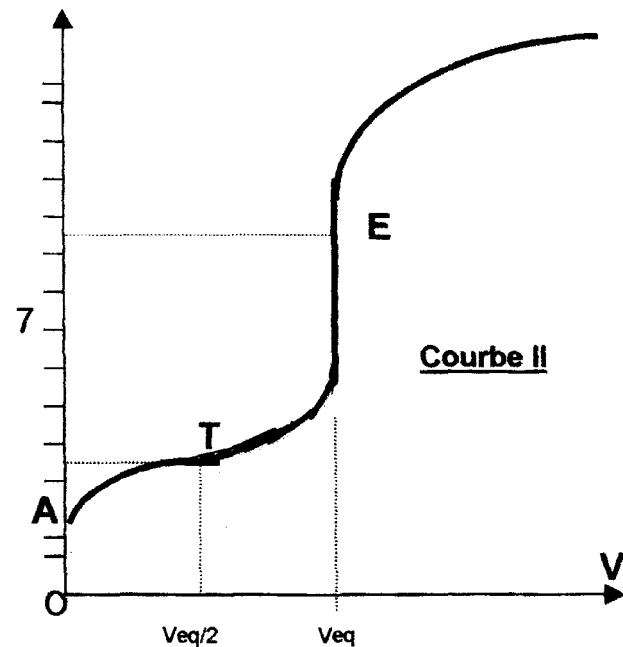
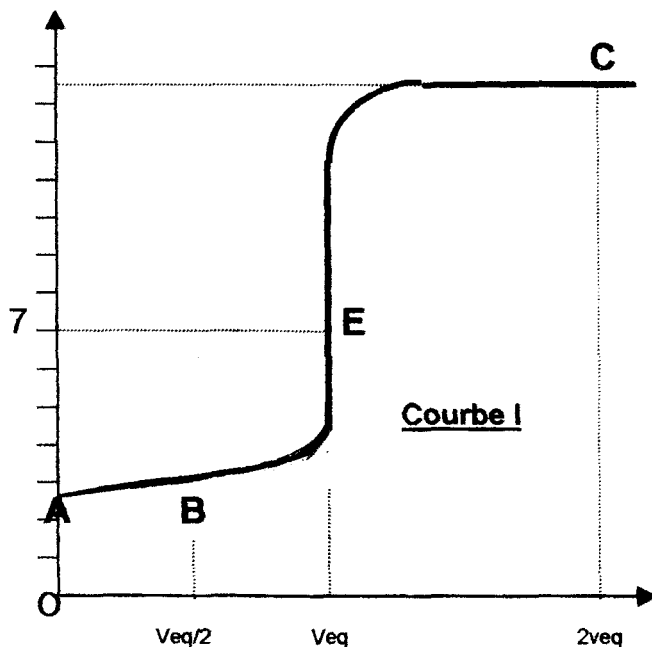
L'équation d'électroneutralité dans une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $c = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$  s'écrit :



Dire qu'on néglige la concentration des ions  $H_3O^+$  provenant de la dissolution de l'eau revient en définitive à négliger le terme  $[OH^-]$  dans l'équation d'électroneutralité ci dessus. Pourquoi cela revient-il au même ?

**B.** La dissolution totale de  $HNO_3$  (acide fort) dans une solution contenant  $10^{-8} \text{ mol.l}^{-1}$  crée une concentration en ions  $H_3O^+$  égale à  $10^{-8} \text{ mol.l}^{-1}$ .

Le pH de cette solution devrait donc être 8, mais c'est pH basique. Où est l'erreur ? Comment faudrait-il raisonner ?

**C.**

On note  $C_a$  la concentration des deux acides et  $C_b$  concentration de la base forte.

**C.1.** Les courbes ci-dessus représentent les courbes de neutralisation d'un monoacide faible et d'un monoacide fort par une base forte. Laquelle correspond au monoacide faible.

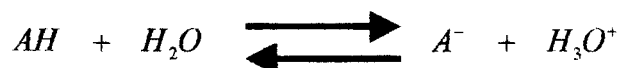
**C.2.** Quelles sont les relations qui donnent la valeur du pH en chacun des points A, B, E et C de la courbe (I), ainsi qu'aux points A, T, E de la courbe (II).

**C.3.** On donne  $\cdot NH_4^+ / NH_3$   $PK_{a=9,2}$ ,  $CH_3COOH / CH_3COO^-$   $PK_a = 4,7$   
 $HCOOH / HCOO^-$   $PK_a = 3,8$

lequel de  $NH_4^+$ ,  $CH_3COOH$ ,  $HCOOH$  est susceptible d'être le monoacide faible dosé.

**NB** : On admettra les approximations suivantes.

**Pour une solution d'acide faible :**



**électroneutralité** :  $[H_3O^+] = [A^-] + [OH^-]$

$$[OH^-] \ll [A^-] \Rightarrow [H_3O^+] \approx [A^-]$$

**Conservation**

$$C_a = [AH] + [A^-]$$

$$[A^-] \ll [AH] \Rightarrow C_a = [AH]$$

**Pour une solution de base faible :**



**électroneutralité** :  $[OH^-] = [H_3O^+] + [BH^+]$

$$[H_3O^+] \ll [OH^-] \Rightarrow [BH^+] \approx [OH^-]$$

**Conservation** :  $[BH^+] + [B] = C_b$

$$[BH^+] \ll [B] \Rightarrow [B] \approx C_b$$