

**BAC PREPA SESSION 2021**  
**PHYSIQUE**  
**SUJET N° I (global)**

**A-THEORIE**

**1) Définir les termes suivants :** la chute libre, ondes électromagnétiques (SM) ; le courant alternatif ; tension efficace ; intensité efficace ; force de Lorentz ; champ magnétique ; oscillateur élastique (SM) ; radioactivité ; interférence ; potentiel d'arrêt ; l'effet photoélectrique ; projectile ; satellite géostationnaire ; famille radioactive ; interférences lumineuses ; la diffraction ; la demi-vie radioactive ; la fission ; la fusion et la transmutation

**2) Enoncer :**

a) Les lois de Newton (4 lois) ; b) La relation fondamentale de la dynamique et le théorème de l'énergie cinétique ; c) les lois de Kepler ; d) La loi de LORENTZ ; e) la loi de Laplace ; f) la loi de LENZ ; g) la loi de Faraday ; h) la loi de Faraday-Lenz ; i) le théorème de Huyghens (SM) ; j) Les postulats de BOHR (SM) ; les lois de conservation d'une désintégration nucléaire ; k) loi de conservation de l'énergie mécanique ; l) les lois de la chute libre ; m) la règle du flux maximal.

**3) Expliquer :**

a) La notion d'apesanteur ou d'impesanteur ; b) le phénomène des interférences des ondes lumineuses (caractère ondulatoire de la lumière) ; c) la dualité de la lumière (formule à l'appui) ; d) le phénomène de diffraction de la lumière ; e) le phénomène d'induction électromagnétique ; f) le principe du transformateur et indiquer son rôle ; g) le phénomène d'auto-induction ; h) La mise en évidence de l'émission photoélectrique (caractère corpusculaire de la lumière) ; i) la mise en évidence du champ magnétique.

**4) Citer :**

a) Les applications de la loi de Lorentz ; b) Les applications de la loi de Laplace ; c) Les applications de l'induction électromagnétique ; d) les applications de la résonance électrique ; e) les applications de l'effet photoélectrique ; f) les application pratiques de la radioactivité.

**5) Etude comparative (analogie) entre :**

a) Mouvement rectiligne uniforme et mouvement rectiligne uniformément varié  
b) Spectre magnétique d'un aimant droit et d'un solénoïde.  
c) Une force électrostatique  $\vec{F}_e$  et une force magnétique  $\vec{F}_m$   
d) Oscillateur mécanique et oscillateur électrique (SM).

**B-PRATIQUE**

**I/**Un solide homogène de masse  $m = 100 \text{ g}$  est abandonné sans vitesse initiale au sommet d'un plan incliné d'angle  $\alpha = 30^\circ$  par rapport à l'horizontale. A la fin de sa descente son énergie cinétique  $E_c$  vaut  $12,8 \text{ J}$ . Les frottements sur le plan sont équivalents à une force unique de module égale au dixième du poids du solide. On donne  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- 1) Exprimer puis calculer l'accélération du centre d'inertie G du solide.
- 2) Ecrire l'équation horaire du mouvement de son centre d'inertie.
- 3) Calculer la durée du mouvement de son centre d'inertie.
- 4) Calculer la distance d parcourue.

**II/** On considère deux portions de circuits AB et BD placées en série et parcourues par un courant alternatif sinusoïdal de fréquence 50 Hz et d'intensité efficace 1,25 A. AB est un conducteur ohmique de résistance  $R_1$ . Dans BD, la tension présente une avance de phase  $\varphi = \frac{\pi}{3}$  rad sur l'intensité. On donne :  $U_{AD} = 173,2$  V et  $U_{AB} = U_{BD}$ . En utilisant la construction de Fresnel :

- 1) Trouver la relation entre  $R_1$  et  $R_2$  ( $R_2$  est la résistance de la portion BD) ;
- 2) Trouver la relation entre  $U_{AD}$  et  $U_{AB}$ .
- 3) Dédire de ces deux relations les valeurs de  $R_1$ ,  $R_2$  et  $U_{AB}$ .
- 4) Quelle est alors l'inductance de la résistance inductive dans la portion de circuit BD ?

**III/** On considère le dispositif de Young pour lequel  $a = 1$  mm ;  $D = 2$  m. Le système est éclairé par une source monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ .

- 1) Décrire le phénomène observé sur l'écran placé à  $D = 2$  m.
- 2) Qu'appelle-t-on frange centrale ? Où se trouve-t-elle sur l'écran ?
- 3) La distance qui sépare le milieu de la 7<sup>ème</sup> frange noire située d'un côté de la frange centrale du milieu de la 2<sup>ème</sup> frange noire située de l'autre côté est de 10,4 mm.
  - a) Définir et calculer l'interfrange
  - b) En déduire la longueur d'onde de la radiation utilisée.
- 4) La source émet à présent deux radiations dont l'une a pour longueur d'onde  $\lambda = 0,65 \mu\text{m}$ , l'autre ayant une longueur d'onde  $\lambda'$  inconnue. On constate que la dixième frange brillante de  $\lambda$  et la treizième frange brillante de  $\lambda'$  comptées à partir de la frange centrale coïncident, la frange centrale étant numérotée zéro, calculer  $\lambda'$ .
- 5) On utilise maintenant une source de lumière blanche dont les radiations ont des longueurs d'onde sont comprises entre  $\lambda_{\min} = 0,400 \mu\text{m}$  et  $\lambda_{\max} = 0,800 \mu\text{m}$ . Quelles sont les longueurs d'onde des radiations visibles qui sont éteintes au point M, sachant que  $OM = x = 7,3$  cm.

**IV/** Le noyau d'Astate  $^{211}_{85}\text{At}$  est radioactif de type  $\alpha$ . Sa demi-vie est  $T = 7$  h.

- 1-a) Donner la composition du noyau d'Astate.
- b) Ecrire l'équation traduisant la désintégration radioactive de l'astate.
- 2) On considère un échantillon contenant  $N_0 = 4 \cdot 10^{21}$  noyaux radioactifs de l'Astate à l'instant  $t = 0$  s.
  - a) Calculer l'activité radioactive de l'échantillon à la date  $t_1 = 21$  h.
  - b) Calculer la masse de l'échantillon restant au bout de  $t_2 = 14$  h.

On donne quelques noyaux  $^{209}_{83}\text{Bi}$  ;  $^{212}_{84}\text{Po}$  ;  $^{211}_{85}\text{At}$  ;  $^{222}_{86}\text{Rn}$  ;  $^{223}_{87}\text{Fr}$

$M(\text{At}) = 211 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;  $\ln 2 = 0,69$  ; Nombre d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

**Proposés : M. René Alpha DELAMOU professeur de physique.**

**Contacts : (+224) 621622120/669095097/657717039**

**Facebook : Les sciences physiques avec Mr René**

# CORRIGE DU SUJET

## A. THEORIE.

### 1- Définition des termes :

• La chute libre : C'est le mouvement d'un corps qui n'est soumis qu'à la seule action de son poids.

• Les ondes électromagnétiques (EM) : ce sont des ondes résultant de la propagation simultanée d'un champ électrique  $\vec{E}$  et d'un champ magnétique  $\vec{B}$  orthogonaux, en phase et de même fréquence.

$$E = E_m \cos 2\pi f t \text{ et } B = B_m \cos 2\pi f t$$

• Le courant alternatif : c'est un courant électrique périodique dont l'intensité est une fonction sinusoïdale du temps.  $i = I_m \cos(\omega t + \varphi)$

• La tension efficace : On appelle tension efficace d'un courant alternatif, la tension continue qui, appliquée aux bornes d'un même conducteur ohmique  $\gamma$  produit pendant chaque période la même quantité de chaleur.

Elle est mesurée par le voltmètre.  $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

• Intensité efficace : on appelle intensité efficace d'un courant alternatif, l'intensité d'un courant continu qui, passant dans le même conducteur ohmique  $\gamma$  produit pendant chaque période la même quantité de chaleur.

Elle est mesurée par l'ampèremètre.  $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$

• Force de Lorentz : c'est la force exercée par une particule chargée en mouvement dans un champ magnétique

$$\vec{F} = q \vec{v} \wedge \vec{B}$$

• Champ magnétique : c'est une région de l'espace où une aiguille aimantée ou un porteur de charge est soumis à une force magnétique.

②

• Oscillateur élastique (SM): C'est un dispositif mécanique constitué d'un solide de masse  $m$  fixé à l'extrémité d'un ressort de raideur  $K$  qui, écarté de sa position d'équilibre et lâché, peut effectuer des mouvements d'oscillation.

• La radioactivité: c'est la transformation spontanée d'un noyau instable (radioactif) en un autre noyau avec émission de particules et de l'énergie.

• Interfrange: c'est la distance qui sépare les milieux de deux franges consécutives de même nature.  $\lambda = \frac{\lambda D}{a}$

• Potentiel d'arrêt:

C'est la différence de potentiel qu'il faut appliquer entre la cathode et l'anode d'une cellule photovoltaïque pour freiner les électrons à l'anode.  $|U_0| = \frac{E_{cmax}}{e}$

• L'effet photoélectrique: c'est l'extraction des électrons d'un métal convenablement éclairé.

• Projectile: c'est un solide lancé dans le vide et soumis à la seule action de son poids dont la trajectoire est rectiligne ou parabolique.

• Satellite géostationnaire: c'est tout satellite qui évolue dans le plan équatorial et qui paraît immobile par rapport à un observateur terrestre.

• Famille radioactive: c'est l'ensemble des noyaux radioactifs issus d'un seul noyau instable (noyau père) et qui, par une série de désintégrations en cascade, aboutissent à un noyau stable (le plomb).

Il y a 4 familles

- la famille de l'Uranium ( $^{238}_{92}\text{U}$ )
- la famille du Thorium ( $^{232}_{90}\text{Th}$ )
- la famille de l'actinium ( $^{227}_{89}\text{Ac}$ )
- la famille de Neptunium ( $^{237}_{93}\text{Np}$ )

## • Interférences lumineuses;

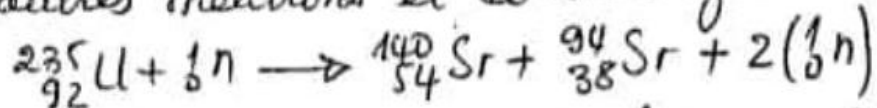
C'est la superposition de deux ondes lumineuses issues d'une même source.

• La diffraction : c'est la modification du trajet d'une onde lumineuse lorsqu'elle traverse un trou de diamètre inférieur à sa longueur d'onde ( $d \leq \lambda$ ).

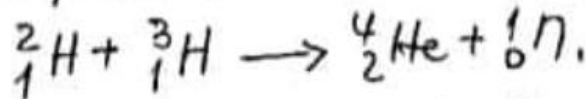
• La demi-vie radioactive : La demi-vie ou période radioactive d'un nucléide, est le temps au bout duquel la moitié de ce noyau radioactif s'est désintégré.

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

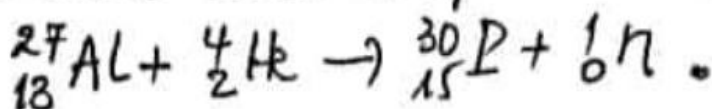
• La fission nucléaire : est une réaction nucléaire provoquée au cours de laquelle un noyau s'écartere (sous le choc d'un neutron) en deux noyaux légers avec libération d'autres neutrons et de l'énergie.



• La fusion nucléaire : est une réaction nucléaire au cours de laquelle deux noyaux légers s'unissent pour former un noyau plus lourd avec libération de beaucoup d'énergie.



• La transmutation : est une réaction nucléaire au cours de laquelle un noyau se transforme en un autre quand il entre en choc avec une particule  $\alpha$  (helium  ${}_2^4\text{He}$ ).



④

2) Énoncez les lois et théorèmes;a) Les lois de Newton• 1<sup>ère</sup> loi ou principe d'inertie :

« Dans un référentiel galiléen, le mouvement du centre d'inertie d'un solide isolé ou pseudo-isolé est rectiligne et uniforme »

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

• 2<sup>ème</sup> loi ou théorème du centre d'inertie :

« Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle de toutes les forces appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre d'inertie »

$$\sum \vec{F} = m \vec{a}_G$$

• 3<sup>ème</sup> loi ou principe des interactions :

« Lorsque deux corps A et B sont en interaction, la force  $\vec{F}_{A \rightarrow B}$  exercée par A sur B est égale et directement opposée à la force  $\vec{F}_{B \rightarrow A}$  exercée par B sur A »

$$\vec{F}_{A \rightarrow B} = - \vec{F}_{B \rightarrow A}$$

• 4<sup>ème</sup> loi ou loi de l'attraction universelle :

« Deux corps A et B de masses  $m_A$  et  $m_B$  exercent l'un sur l'autre des forces attractives directement opposées et dirigées suivant la droite (AB) dont l'intensité commune est proportionnelle au produit de leurs masses et inversement proportionnelle au carré de leur distance »

$$F = K \frac{m_A m_B}{r^2}$$

## b) La relation fondamentale de la dynamique :

« Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle de toutes les forces appliquées à un solide, est égale à la dérivée de son vecteur quantité de mouvement par rapport au temps »

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$$

5)

### • Le théorème de l'énergie cinétique :

« La variation pour une durée donnée de l'énergie cinétique d'un solide en translation dans un référentiel galiléen est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces appliquées à ce solide pendant la même durée »

$$\Delta E_c = \sum W(\vec{F})$$

### c) Les lois de Kepler :

#### • 1<sup>ère</sup> loi ou loi des orbites elliptiques :

« Dans un repère de Copernic, la trajectoire d'une planète est une ellipse dont le soleil occupe l'un des foyers »

#### • 2<sup>ème</sup> loi ou loi des aires :

« Le segment de droite reliant le soleil à la planète balaie des aires égales pendant des durées égales. »

#### • 3<sup>ème</sup> loi ou loi des périodes :

« Pour toutes les planètes, le rapport du carré de la période de révolution ( $T$ ) au cube du demi-grand axe ( $r$ ) de la trajectoire est constant »

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{KM} = \text{cte}$$

d) La loi de Lorentz : « une particule de charge  $q$  animée d'une vitesse  $\vec{v}$  et placée dans un champ magnétique  $\vec{B}$  est soumise à une force magnétique dite force de Lorentz »

$$\vec{F} = q \vec{v} \wedge \vec{B}$$

e) La loi de Laplace : « Une portion de conducteur de longueur  $l$ , parcourue par un courant d'intensité  $I$  et placée dans un champ magnétique  $\vec{B}$  est soumise à une force électromagnétique dite force de Laplace »

$$\vec{F} = I \vec{l} \wedge \vec{B}$$

6)

f) La loi de Lenz :

« Le phénomène d'induction électromagnétique est tel que par ses effets, il s'oppose à la cause qui lui donne naissance »

g) La loi de Faraday :

« La force électromotrice (f.e.m) induite est égale à l'opposée de la dérivée du flux magnétique par rapport au temps »

$$e = - \frac{d\phi}{dt} (V)$$

h) Loi de Faraday - Lenz :

« La f.e.m auto-induite est proportionnelle à l'opposée de la dérivée de l'intensité  $i$  du courant par rapport au temps »

$$e = - L \frac{di}{dt} (V)$$

i) Le théorème de Huyghens (SH) :

« Le moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe quelconque  $\Delta'$  est égal à son moment d'inertie par rapport à un axe  $\Delta$  parallèle à  $\Delta'$  et passant par le centre d'inertie du solide, augmenté du produit de la masse du solide par le carré de la distance des deux axes ».

$$J_{\Delta'} = J_{\Delta} + md^2$$

j) Les postulats de BOHR (SH) : au nombre de trois (3)

- 1<sup>er</sup> postulat : « les variations d'énergie de l'atome sont quantifiées »
- 2<sup>e</sup> postulat : « L'atome ne peut exister que dans certains états bien définis caractérisés par un niveau d'énergie »
- 3<sup>e</sup> postulat : « Un photon de fréquence  $\nu_{n,p}$  est émis lorsqu'un atome effectue une transition entre les énergies  $E_n$  et  $E_p$  telles que :  $|E_n - E_p| = h\nu_{n,p}$  »

⑦ \* Les lois de conservation d'une désintégration nucléaire:  
Il y a 4 lois de conservation:

- Conservation du nombre de charge  $Z$   
« Au cours d'une réaction nucléaire donnée, le nombre de charge se conserve »
- Conservation du nombre de nucléons  $A$  ou de masse  $A$   
« Au cours d'une réaction nucléaire donnée, le nombre de nucléons se conserve »
- Conservation de la quantité de mouvement  $\vec{P}$ :  
« Au cours d'une réaction nucléaire, la quantité de mouvement se conserve »
- Conservation de l'énergie totale ( $E = mc^2 + \frac{1}{2}mv^2$ ).  
« Au cours d'une réaction nucléaire donnée, l'énergie totale se conserve »

k) La loi de conservation de l'énergie mécanique:

« L'énergie mécanique d'un système en mouvement en l'absence de tout frottement se conserve »

$$\Delta E_M = 0 \Rightarrow E_{Mf} = E_{Mi} \Rightarrow \Delta E_M = 0$$

l) Les lois de la chute libre:

- 1<sup>ère</sup> loi: « Dans le vide, au même lieu, tous les corps ont même mouvement de chute »
- 2<sup>ème</sup> loi: « Le mouvement de chute d'un corps est un mouvement rectiligne de direction verticale »
- 3<sup>ème</sup> loi: « Le mouvement de chute d'un corps lâché sans vitesse initiale est un mouvement rectiligne uniformément accéléré d'accélération  $\vec{a} = \vec{g}$  »

m) La règle du flux maximal: « un circuit plan parcouru par un courant d'intensité  $i$ , placé dans un champ magnétique et libre de se déplacer, est en position d'équilibre stable lorsque le flux qui traverse sa face sad est maximal »

8

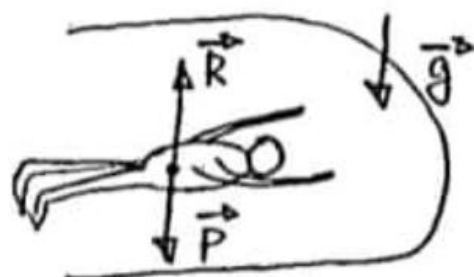
### 3) Explication des phénomènes et expériences

#### a) Notion d'apesanteur ou d'impesanteur:

L'apesanteur est l'absence des effets de la pesanteur.

• Considérons un astronaute en mouvement dans l'espace à l'intérieur de la cabine d'un satellite dont le moteur est éteint.

- L'astronaute est soumis :
  - à son poids  $\vec{P} = m\vec{g}$
  - à la réaction  $\vec{R}$  du plancher



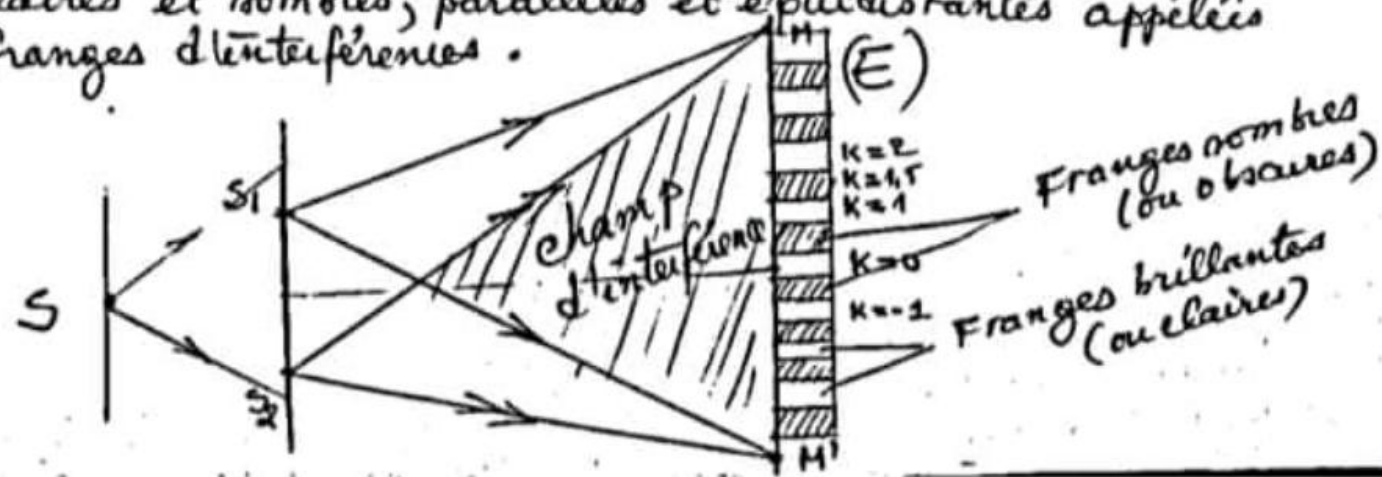
- Le Théorème du centre d'inertie (TCI) appliqué à l'astronaute donne :  $\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}_G \Rightarrow \vec{R} = m\vec{a}_G - m\vec{g}$   
Le moteur étant éteint  $\vec{a} = \vec{g} \Rightarrow \vec{R} = m\vec{g} - m\vec{g} = \vec{0}$   
Soit ;  $\boxed{\vec{R} = \vec{0}}$

• L'Astronaute n'a besoin d'aucun appui pour rester à l'équilibre "il flotte" : on dit qu'il est en état d'apesanteur ou d'impesanteur.

#### b) Phénomène des interférences des ondes lumineuses (Caractère ondulatoire de la lumière)

##### Expérience de Young

- Eclairons deux sources  $S_1$  et  $S_2$  par une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ .
- Chacune de ces deux sources diffracte la lumière émise par S.
- Dans la région commune aux deux rayons diffractés, on observe sur un écran le phénomène des interférences lumineuses caractérisé par la présence dans bandes alternativement claires et sombres, parallèles et équidistantes appelées franges d'interférences.



c) La dualité de la lumière ou dualité onde-corpuscule  
 Elle stipule que la lumière est à la fois onde et corpuscule.  
 Et donc, la lumière possède :

- un caractère ondulatoire caractérisé par une longueur d'onde ( $\lambda$ )
- un caractère corpusculaire caractérisé par une quantité de mouvement ( $P$ )

Rélation entre onde et corpuscule : soit  $\begin{cases} E = h \frac{c}{\lambda} \\ E = mc^2 = mc \cdot c \end{cases}$

$$\begin{cases} E = \frac{hc}{\lambda} \\ E = P \cdot c \end{cases} \text{ car } P = mc \Leftrightarrow E = E \Leftrightarrow \frac{hc}{\lambda} = P \cdot c$$

Donc ;  $\boxed{P = \frac{h}{\lambda}}$  — onde.  
 corpuscule

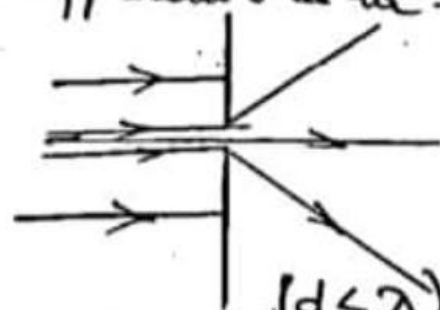
d) Le phénomène de diffraction de la lumière :

Eclairons un trou de diamètre réglable  $d$  par une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ .

- Si le diamètre d'ouverture  $d > \lambda$ , on observe un faisceau cylindrique
- Mais le diamètre d'ouverture  $d \leq \lambda$ , on observe un faisceau divergent : c'est le phénomène de diffraction de la lumière.



faisceau cylindrique ( $d > \lambda$ )

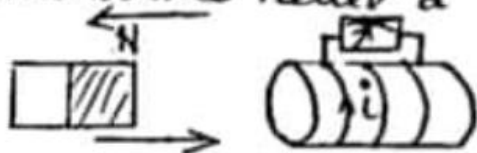


$[d \leq \lambda]$   
 faisceau divergent  
 (diffraction)

(10)

## e) Le phénomène d'induction électromagnétique:

- Considérons un aimant droit à côté d'une bobine reliée à un milliampermètre.
- Le déplacement relatif de l'aimant (inducteur) par rapport à la bobine (induit) provoque dans celle-ci l'apparition d'un courant induit ou d'une f.e.m. induite. Ce courant s'annule dès que cesse le déplacement; c'est le phénomène d'induction électromagnétique.

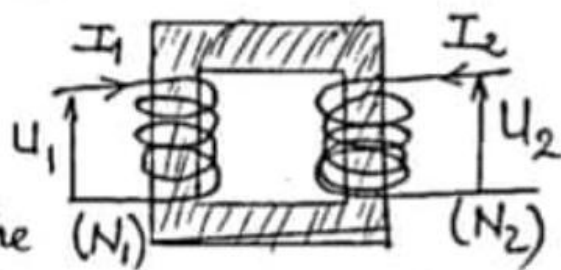


## f) Le principe (fonctionnement) du transformateur et son rôle.

Le transformateur est un quadripôle, capable de faire varier un courant alternatif. Il comprend deux (2) bornes d'entrée (circuit primaire) et deux bornes de sortie (circuit secondaire) enroulées sur une carcasse métallique.

• Principe: le transformateur fonctionne grâce au phénomène d'induction électromagnétique.

La variation du courant dans le primaire provoque une variation du flux qui se propage ensuite dans le secondaire via la carcasse (canalisatrice). Cette variation du flux dans le secondaire provoque donc l'apparition d'un courant induit  $I_2$ .



• Rôle: Le transformateur fait varier le courant alternatif.

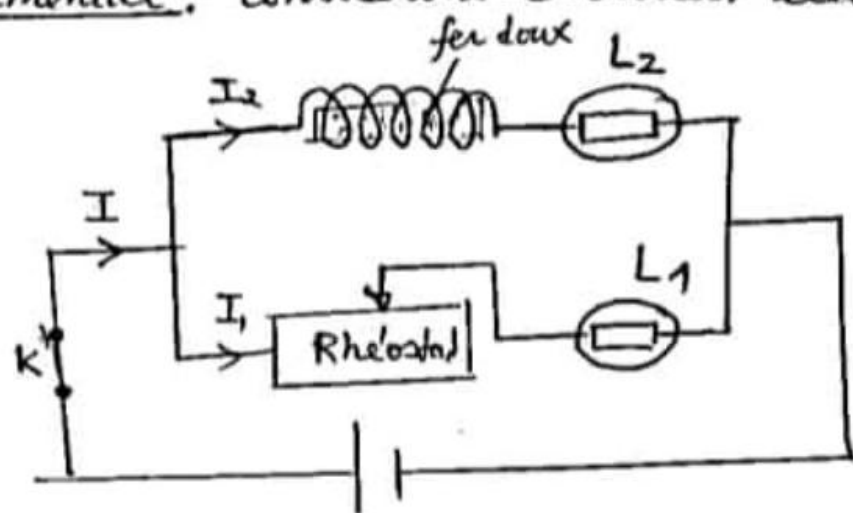
$$\text{Son rapport } K = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

- Si  $K > 1 \Rightarrow U_2 > U_1$ : le transformateur est élévateur de tension
- Si  $K < 1 \Rightarrow U_2 < U_1$ : le transformateur est abaisseur de tension
- Si  $K = 1 \Rightarrow U_2 = U_1$ : le transformateur est dit d'isolement.

g) Le phénomène d'auto-induction :

(Retard à l'établissement du courant dans un circuit)

• Dispositif expérimental : considérons le circuit électrique suivant.



• Observation :

- Lorsque l'on ferme l'interrupteur K,  $L_1$  s'allume instantanément tandis que  $L_2$  s'allume progressivement.
- Si l'on ouvre K,  $L_1$  s'éteint brusquement tandis que  $L_2$  s'éteint progressivement.

• Interprétation : L'allumage ou l'extinction progressive de la lampe  $L_2$  est donc dû à la bobine. Nous dirons que : Une bobine placée dans un circuit s'oppose à l'établissement du courant ou à sa rupture ; c'est le phénomène d'auto-induction.

• Conclusion : La variation du courant provoque : dans la bobine, la variation <sup>du</sup> flux propre qui va engendrer une f. e. m. auto-induite ou un courant auto-induit qui, par ses effets, va s'opposer à la cause qui lui donne naissance ; C'est le phénomène d'auto-induction ou self-induction.



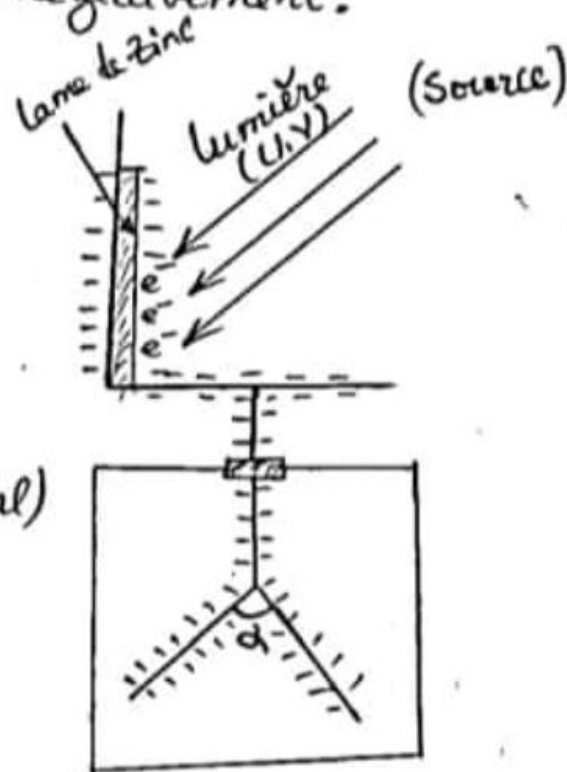
2)

### h) La mise en évidence de l'émission photoélectrique (Aspect corpusculaire de la lumière) :

• Plaçons une lame de zinc bien décapée sur le plateau d'un électroscope initialement chargé négativement.

• Si nous éclairons la lame de zinc avec une radiation monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$  riche en rayon Ultraviolet (U.V), l'électroscope se décharge.

• Nous dirons que le déchargement de l'électroscope est dû à l'extraction des électrons de la lame de zinc (métal) quand elle est éclairée : c'est le phénomène d'effet photoélectrique.

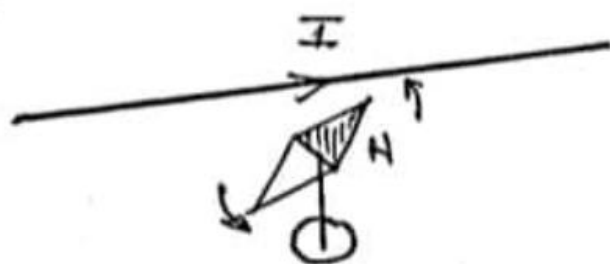


### i) Mise en évidence du champ magnétique :

#### Expérience d'Oersted :

• Un conducteur (fil rectiligne) parcouru par le courant provoque la rotation d'une aiguille aimantée (boussole) placée à son voisinage.

• Nous dirons que la rotation de l'aiguille est due à un champ magnétique créé au voisinage du fil lorsqu'il est parcouru par le courant.



⑬

#### 4) Citons:

##### a) Les applications de la loi de Lorentz:

- La déflexion magnétique (postes télévisuels, écrans à faisceau d'électrons)
- Le spectromètre de masse (il permet de trier les ions)
- Le cyclotron (accélérateur de particules chargées)
- Le filtre de vitesse.

##### b) Les applications de la loi de Laplace:

- La balance de Cotton
- la roue de Barlow
- le haut-parleur électrodynamique
- le moteur électrique en courant continu
- les voltmètres et ampèremètres magnéto-électriques.

##### c) Les applications de l'induction électromagnétique:

- Les transformateurs
- les alternateurs
- les courants de Foucault

d) L'application pratique de la résonance électrique:  
Elle trouve son application en radioélectricité en recherchant la résonance aiguë.

Pour capter une station, on règle d'abord la fréquence propre du récepteur à la fréquence propre de la station.

##### e) Les applications pratiques de l'effet photoélectrique:

- L'ouverture automatique des portes
- La mise en marche des escaliers roulants
- Les cinémas sonores
- les signaux d'alarmes (détection du niveau d'eau, les incendies)
- Les panneaux solaires
- Dénombrement d'objets dans les édifices commerciaux.

14) f) Les applications de la radioactivité (des radionucléides)

- En biologie et en médecine :
  - Radiothérapie (traitement des cancers)
  - Scintigraphie (Thyroïdienne)
  - radiostérilisation.
- En industrie :
  - Contrôle des soudures (gammagraphie)
- En Agronomie et agroalimentaire :
  - Modification génétique
  - Etude de l'absorption d'engrais à l'aide d'un traceur radioactif
- Datation des corps :
  - Par le carbone 14 ( $^{14}_6\text{C}$ )
  - Par la méthode potassium (K) - Argon (Ar)
  - Par l'uranium ( $^{238}_{92}\text{U}$ ) - Plomb ( $^{206}_{82}\text{Pb}$ )
- Construction des centrales nucléaires et des armes nucléaires.

Bonus :

Repondre par Vrai ou faux :

- 1-1- Lorsqu'un mobile est animé d'un movt circulaire uniforme
- a) Le vecteur vitesse est constante F ( $\vec{v} \neq \text{cte}$  | direction change)
  - b) la valeur de la vitesse est constante V | sens change
  - c) L'accélération est nulle F ( $\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n$  si  $a_t = 0 \Rightarrow a = a_n = \frac{v^2}{R}$ )
- 1-2- Un mouvement est accéléré si
- a)  $a > 0$  F
  - b)  $v > 0$  F
  - c)  $av > 0$  V

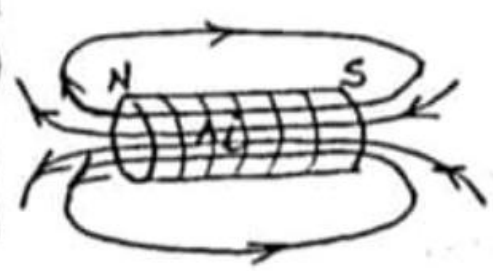
(15)

## 5/ Etude comparative ou analogie entre:

a) Mouvement rectiligne uniforme (MRU) et Mouvement rectiligne uniformément varié (MRUV)

| types<br>Critères                         | Mouvement rectiligne<br>uniforme (MRU)                                                                                                                                                                                                                    | Mouvement rectiligne<br>uniformément varié (MRUV)                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Définitions                               | Un mobile est animé d'un MRU si sa trajectoire est une droite et sa vitesse est constante $v = cte$                                                                                                                                                       | Un mobile est animé d'un MRUV si sa trajectoire est une droite et son accélération constante $[a = cte]$                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Caractéristiques<br>et équations horaires | <p>Dans un MRU :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'accélération est nulle</li> <li>- la vitesse est constante</li> <li>- l'abscisse est une fonction affine du temps</li> </ul> $a = 0$ $v = cte$ $x = vt + x_0$ $e_1 = e_2 = e_n = v\theta$ | <p>Dans un MRUV :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'accélération est constante</li> <li>- la vitesse est une fonction affine du temps</li> <li>- l'abscisse est une équation du 2<sup>nd</sup> degré</li> </ul> $a = cte$ $v = at + v_0$ $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$ $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$ $e_2 = e_1 = e_n - e_{n-1} = a\theta^2$ |

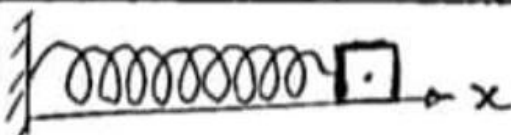
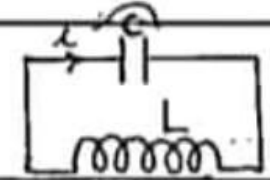
b) Spectre magnétique d'un aimant droit et d'un solénoïde

|              |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                       |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Aimant droit | <p>les lignes de champs sortent en divergeant du pôle nord de l'aimant, le contournent, l'enveloppent dans tout l'espace et convergent vers le pôle sud</p>                                                                               |  |
| Solénoïde    | <p>• A l'extérieur du solénoïde les lignes de champ sortent en divergeant de la face nord pour converger vers la face sud.<br/>• A l'intérieur, les lignes de champs sont parallèles et se dirigent de la face sud vers la face nord.</p> |  |

(16) c) La force électrique  $\vec{F}_e = q\vec{E}$  et la force magnétique  $\vec{F}_m$ .

| Types<br>critères | Force électrique ( $\vec{F}_e$ )                                                     | Force magnétique ( $\vec{F}_m$ )                                                                 |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Définitions       | c'est la force qui agit sur une particule chargée dans un champ électrique $\vec{E}$ | c'est la force exercée par une particule chargée en mouvement dans un champ magnétique $\vec{B}$ |
| Expressions       | $\vec{F}_e = q\vec{E} \Rightarrow F_e =  q E$                                        | $\vec{F}_m = q\vec{v} \wedge \vec{B}$<br>$=  F_m  =  q vB \sin \alpha$                           |
| particularité     | La force $\vec{F}_e$ s'exerce sur une particule chargée au repos ou en mouvement     | La force $\vec{F}_m$ agit seulement sur les particules chargées en mouvement                     |

d) Oscillateur mécanique et oscillateur électrique

| Types<br>critères          | Oscillateur mécanique                                                               | Oscillateur électrique                                                                |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Schémas<br>du dispositif   |  |  |
| Equation<br>différentielle | $\ddot{x} + \frac{K}{m}x = 0$                                                       | $\ddot{q} + \frac{1}{LC}q = 0$                                                        |
| solution de<br>l'équation  | $x = x_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$                                                | $q = Q_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$                                                  |
| Vitesse<br>instantanée     | $v = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$                                                       | $i = \frac{dq}{dt} = \dot{q}$                                                         |
| Inertie                    | $m$ (masse)                                                                         | $L$ (inductance)                                                                      |
| Pulsation<br>propre        | $\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}}$                                                     | $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$                                                      |
| terme de<br>rappel         | $K$                                                                                 | $\frac{1}{C}$                                                                         |
| Énergie<br>émagasinée      | $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}Kx^2$                                             | $E = \frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$                                      |

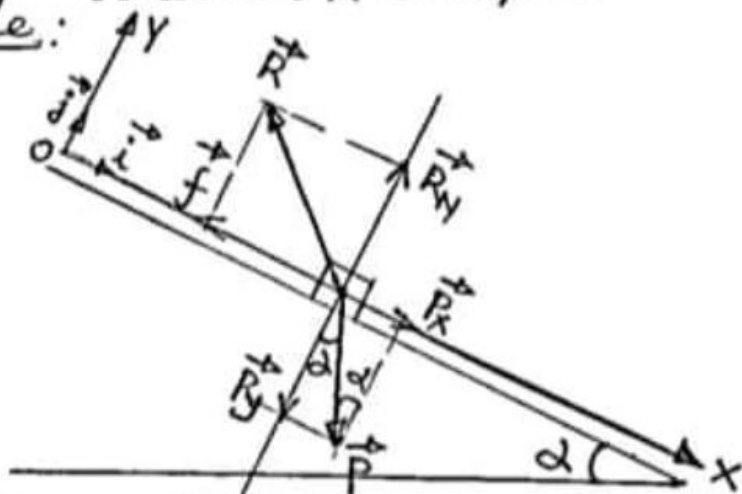
## B-PRATIQUE

### I/ Mécanique

$m = 100\text{ g} = 0,1\text{ kg}$ ;  $v_0 = 0$ ;  $\alpha = 30^\circ$ ;  $E_c = 12,8\text{ J}$ ;  $f = \frac{P}{10}$   
 $g = 10\text{ m.s}^{-2}$ .

1) Exprimez et calculez l'accélération  $a_G$

- Système à étudier: un solide homogène
- Référentiel d'étude: terrestre supposé galiléen.
- Repère d'étude:  $R(O, \vec{x}, \vec{y})$
- Bilan des forces: le poids  $\vec{P} = m\vec{g}$  du solide  
la réaction  $\vec{R}$  de la pente
- Schema d'étude:



Le TCI appliqué au solide donne en module suivant  $OX$ :

$-f + P_x = m a_G$ ; or  $P_x = mg \sin \alpha$ ; donc:  $-f + mg \sin \alpha = m a_G$

soit:  $a_G = g \sin \alpha - \frac{f}{m}$ ; mais  $f = \frac{P}{10} = \frac{mg}{10}$  N

Alors:  $a_G = g \sin \alpha - \frac{mg}{10m} \Rightarrow \boxed{a_G = g \left( \sin \alpha - \frac{1}{10} \right)} \text{ (m/s}^2\text{)}$

• Application numérique:  $a_G = 10 \left( \sin 30^\circ - \frac{1}{10} \right) = 4 \text{ m/s}^2$   
 $\boxed{a_G = 4 \text{ m.s}^{-2}}$

2) Equation horaire du mouvement:  $v_0 = 0$  et  $a > 0$

donc le MRUA:  $x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t + x_0$

En posant  $x_0 = 0$  et  $v_0 = 0 \Rightarrow \boxed{x(t) = 2 t^2} \text{ (m)}$

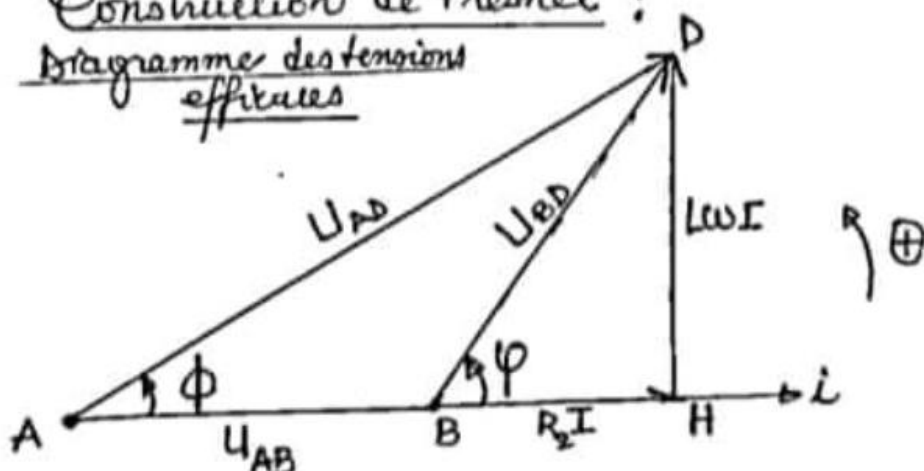
(18)

3) Calcul de la durée de son mouvement:On sait que:  $v = \frac{dx}{dt} = 4t \Rightarrow v = 4t \text{ (m/s)}$ D'autre part:  $E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(4t)^2 = 8mt^2$ Donc:  $t = \sqrt{\frac{E_c}{8m}} \text{ (s)}$ 

$$\text{AN: } t = \sqrt{\frac{12,8}{8 \times 10^{-1}}} = \sqrt{\frac{128}{8}} = 4 \text{ s} \Rightarrow \boxed{t = 4 \text{ s}}$$

4) Calcul de la distance d. parcourue:

$$\text{Elle est donnée par: } d = 2t^2 = 2(4)^2 \Rightarrow \boxed{d = 32 \text{ m}}$$

II/ Oscillations électriques forcées:Circuits AB et BD en série;  $N = 50 \text{ Hz}$ ;  $I = 1,25 \text{ A}$ AB = conducteur ohmique  $R_1$ BD:  $u$  en avance de  $\varphi = \frac{\pi}{3}$  rad sur  $i$  |  $U_{AD} = 173,2 \text{ V}$   
 $U_{AB} = U_{BD}$ Construction de Fresnel:Diagramme des tensions efficaces1) Relation entre  $R_1$  et  $R_2$ : d'après la construction,

$$\cos \varphi = \frac{BH}{BD} = \frac{R_2 I}{U_{BD}}; \text{ or } U_{BD} = U_{AB} = R_1 I; \text{ donc: } \cos \varphi = \frac{R_2 I}{R_1 I} = \cos \frac{\pi}{3}$$

$$\text{Donc: } \boxed{R_1 = 2R_2 \text{ ou } R_2 = \frac{1}{2}R_1}$$

2) Relation entre  $U_{AD}$  et  $U_{AB}$ :D'après le théorème d'Al-Kashi:  $U_{AD}^2 = U_{AB}^2 + U_{BD}^2 + 2U_{AB}U_{BD}\cos\varphi$ Mais:  $U_{BD} = U_{AB}$ 

$$\text{Alors: } U_{AD}^2 = U_{AB}^2 + U_{AB}^2 + 2U_{AB}^2 \cos \varphi \Leftrightarrow U_{AD}^2 = 2U_{AB}^2 (1 + \cos \varphi)$$

19) Rappel:  $\cos^2 a = \frac{1 + \cos 2a}{2}$  ou  $\cos^2 \frac{a}{2} = \frac{1 + \cos a}{2}$

Donc:  $\cos^2 \frac{\varphi}{2} = \frac{1 + \cos \varphi}{2} \Rightarrow 1 + \cos \varphi = 2 \cos^2 \frac{\varphi}{2}$

Mais:  $U_{AD}^2 = 2 U_{AB}^2 (1 + \cos \varphi)$

Alors:  $U_{AD}^2 = 2 \cdot U_{AB}^2 \times 2 \cos^2 \frac{\varphi}{2} \Rightarrow U_{AD} = 2 U_{AB} \cos \frac{\varphi}{2}$

Soit:  $U_{AD} = 2 U_{AB} \cdot \cos \frac{\pi}{3} = 2 U_{AB} \cos \frac{\pi}{6} = 2 U_{AB} \times \frac{\sqrt{3}}{2}$

Donc:  $U_{AD} = \sqrt{3} U_{AB}$

3) Déduisons-en les valeurs de  $R_1$ ,  $R_2$ , et  $U_{AB}$

De la relation précédente: 1

$U_{AB}$  est telle que:  $U_{AD} = \sqrt{3} U_{AB} \Rightarrow U_{AB} = \frac{U_{AD}}{\sqrt{3}} = \frac{173,2}{1,732} = 100 \text{ V}$

Donc:  $U_{AB} = 100 \text{ V}$

•  $R_1$  est telle que:  $U_{AB} = R_1 I \Rightarrow R_1 = \frac{U_{AB}}{I} = \frac{100}{1,25} = 80 \Omega$

Donc:  $R_1 = 80 \Omega$

•  $R_2$  est telle que:  $R_1 = 2 R_2 \Rightarrow R_2 = \frac{R_1}{2} = \frac{80}{2} = 40 \Omega$

Donc:  $R_2 = 40 \Omega$

4) Calcul de l'inductance de la portion BD

Méthode graphique

•  $\sin \varphi = \frac{L \omega I}{U_{BD}} \Rightarrow L = \frac{U_{BD} \sin \varphi}{\omega I}$

$L = \frac{U_{BD} \sin \varphi}{2 \pi f I} \text{ (H)}$

$L = \frac{100 \cdot \sin \frac{\pi}{3}}{314 \times 1,25} = 0,22 \text{ H}$

$L = 0,22 \text{ H}$

•  $\tan \varphi = \frac{L \omega I}{R_2 I} \Rightarrow L = \frac{R_2 \tan \varphi}{2 \pi f}$

$L = \frac{40 \tan \frac{\pi}{3}}{314} = 0,22 \text{ H}$

Méthode analytique

dans la portion BD

$Z_B = \sqrt{R_2^2 + (L \omega)^2} \Rightarrow L = \frac{1}{\omega} \sqrt{Z_B^2 - R_2^2}$

Mais:  $U_{BD} = Z_B I = U_{AB} = R_1 I$

$\Rightarrow Z_B = R_1 = 2 R_2$

Alors:  $L = \frac{1}{\omega} \sqrt{(2 R_2)^2 - R_2^2} = \frac{1}{\omega} \sqrt{3 R_2^2}$

$L = \sqrt{3} \frac{R_2}{\omega} \text{ (H)}$

AN)  $L = 1,732 \times \frac{40}{314} \Rightarrow L = 0,22 \text{ H}$

(20)

### III / Optique ondulatoire :

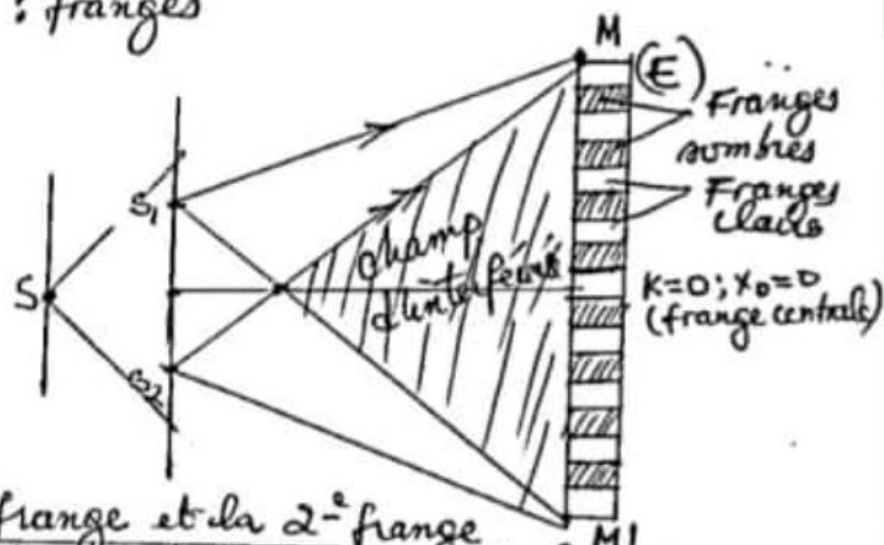
$a = 1 \text{ mm}$  ;  $D = 2 \text{ m}$  ; le système éclairé par la radiation  $\lambda$ .

#### 1) Phénomène observé sur l'écran à $D = 2 \text{ m}$ :

Lorsque le système est éclairé par une source monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ , on observe une figure d'interférence lumineuse caractérisée par la présence sur l'écran des bandes ~~alternatives~~ alternativement claires et sombres, parallèles et équidistantes appelées : franges.

#### 2) La frange centrale :

C'est une frange brillante d'abscisse et d'ordre nulles (voir figure). Elle se trouve au milieu de l'écran.



#### 3) La distance entre la 7<sup>e</sup> frange et la 2<sup>e</sup> frange noire situées de part et d'autre de la frange centrale est $\Delta X = 10,4 \text{ mm}$

##### a) L'interfrange :

• Définition : c'est la distance qui sépare les milieux de deux franges consécutives de même nature.

• Valeur : la distance entre les deux franges est  $\Delta X = X_{(7)} - X_{(-2)}$ .

1<sup>re</sup> abscisse d'une frange obscure

est :  $X = (K + \frac{1}{2})\lambda$ , donc :

- Pour la 7<sup>e</sup> frange noire :

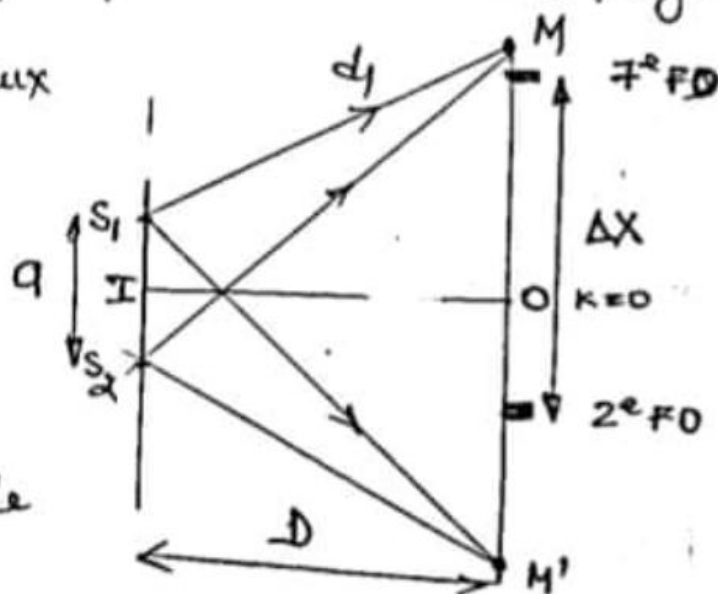
$$K = n - 1 = 7 - 1 = 6 \Rightarrow X_{(7)} = 6,5\lambda$$

- Pour la 2<sup>e</sup> frange noire (située de l'autre côté de la frange centrale)

$$K = 2 - 1 = 1 \Rightarrow X_{(-2)} = -1,5\lambda$$

La distance  $\Delta X$  devient :  $\Delta X = X_{(7)} - X_{(-2)} = 6,5\lambda - (-1,5\lambda)$

$$\Delta X = 8\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{\Delta X}{8} \quad \text{AN!} \quad \lambda = \frac{10,4}{8} = 1,3 \text{ mm} \Rightarrow \lambda = 1,3 \text{ mm}$$



21

b) Déduisons - en la longueur d'onde  $\lambda$ .

On sait que:  $\Delta = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{\Delta \cdot a}{D} \text{ (m)}$

AN:  $\lambda = \frac{1,3 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}}{2} = 0,65 \cdot 10^{-6} \text{ m} \Rightarrow \boxed{\lambda = 0,65 \mu\text{m}}$

4) La source émet deux radiations de longueurs d'onde

$\lambda = 0,65 \mu\text{m}$  et  $\lambda'$  inconnue.

On constate la coïncidence entre la 10<sup>e</sup> FB de  $\lambda$  et la 13<sup>e</sup> FB de

$\lambda'$ . Calculons  $\lambda'$

L'abscisse d'une frange brillante est:  $x = K \frac{\lambda D}{a}$

- Pour la 10<sup>e</sup> frange brillante de  $\lambda$ :  $x_{(10)} = 10 \frac{\lambda D}{a}$

- Pour la 13<sup>e</sup> frange brillante de  $\lambda'$ :  $x_{(13)} = 13 \frac{\lambda' D}{a}$

Il y a coïncidence lorsque:  $x_{(10)} = x_{(13)} \Leftrightarrow 10 \frac{\lambda D}{a} = 13 \frac{\lambda' D}{a}$

Soit:  $10\lambda = 13\lambda' \Rightarrow \boxed{\lambda' = \frac{10}{13}\lambda} \text{ (}\mu\text{m)}$

AN:  $\lambda' = \frac{10}{13} \times 0,65 = 0,5 \mu\text{m} \Rightarrow \boxed{\lambda' = 0,5 \mu\text{m}}$

5) On utilise une source de lumière blanche dont  $0,400 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,800 \mu\text{m}$

Calcul des longueurs d'onde des radiations éteintes en H

sachant que  $OH = x = 7,3 \text{ cm}$ .

Si les radiations donnent un minimum d'intensité en H (éteintes en H), alors elles donnent des franges sombres.

On sait que: L'abscisse d'une frange sombre  $x = (K + \frac{1}{2}) \frac{\lambda D}{a}$

La longueur d'onde devient:  $\lambda = \frac{x \cdot a}{D(K + \frac{1}{2})}$

Mais:  $0,400 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,800 \mu\text{m}$

$4 \cdot 10^{-7} \text{ m} \leq \lambda \leq 8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ ; remplaçons  $\lambda$ , jusqu'à trouver K

donc:  $4 \cdot 10^{-7} \leq \frac{x \cdot a}{D(K + \frac{1}{2})} \leq 8 \cdot 10^{-7} \quad / \times \left(\frac{1}{x \cdot a}\right)$

$\frac{4 \cdot 10^{-7}}{x \cdot a} \leq \frac{1}{D(K + \frac{1}{2})} \leq \frac{8 \cdot 10^{-7}}{x \cdot a} \quad / \times (D)$

$\frac{4D}{x \cdot a} \cdot 10^{-7} \leq \frac{1}{K + \frac{1}{2}} \leq 10^{-7} \frac{8D}{x \cdot a} \quad / \text{ l'inverse}$

(max)

$$10^7 \frac{\lambda \cdot q}{80} \leq k + \frac{1}{2} \leq 10^7 \frac{\lambda \cdot q}{40} \quad / + (-\frac{1}{2})$$

$$\frac{10^7 \lambda \cdot q}{80} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{10^7 \lambda \cdot q}{40} - \frac{1}{2}$$

$$\text{AN: } \frac{10^7 \cdot 7,3 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3}}{8 \times 2} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{10^7 \cdot 7,3 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3}}{4 \times 2} - \frac{1}{2}$$

$$4 \leq k \leq 8,6 \Rightarrow k = \{4; 5; 6; 7; 8\}$$

Donc  $\lambda = \frac{\lambda \cdot q}{D(k + \frac{1}{2})}$

Pour  $k = 4$  :  $\lambda = \frac{7,3 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3}}{2(4 + \frac{1}{2})} = 0,8 \mu\text{m}$

On en déduit :

| k                      | 4    | 5    | 6    | 7    | 8     |
|------------------------|------|------|------|------|-------|
| $\lambda(\mu\text{m})$ | 0,80 | 0,66 | 0,56 | 0,48 | 0,429 |

#### IV / Physique nucléaire.

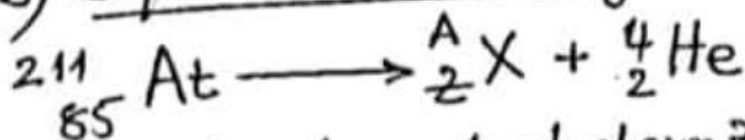
Le noyau d'Astate  $^{211}_{85}\text{At}$  est radioactif  $\alpha$  ;  $T = 7\text{h}$

1-a) Composition du noyau d'Astate

Soit  $^{211}_{85}\text{At}$   $\Rightarrow \begin{matrix} A=211 \\ Z=85 \end{matrix} \Rightarrow \begin{matrix} N=A-Z=211-85 \end{matrix}$

|                                        |
|----------------------------------------|
| $N = 126$ neutrons<br>$Z = 85$ protons |
|----------------------------------------|

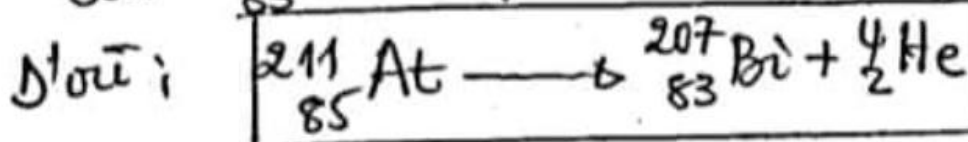
b) Equation de désintégration



- Conservation du nombre de charge  $Z$  :  $85 = Z + 2 \Rightarrow Z = 83$

- Conservation du nombre de nucléons  $A$  :  $211 = A + 4 \Rightarrow A = 207$

Soit  $^{207}_{83}\text{X}$  correspond au Bismuth  $^{207}_{83}\text{Bi}$



2) Un échantillon radioactif de l'Astato renferme  
 $N_0 = 4 \cdot 10^{21}$  noyaux à  $t = 0$

a) Calcul de l'activité radioactive de l'échantillon

$$t_1 = 21h$$

• La loi de décroissance appliquée à l'activité à la date  $t_1$  est :  $A_1 = A_0 e^{-\lambda t_1}$

• L'activité :  $A_0 = \lambda N_0$  et la demi-vie ;  $T = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T}$

$$\text{soit : } A_1 = A_0 e^{-\lambda t_1} = \lambda N_0 e^{-\lambda t_1} = \frac{\ln 2}{T} \cdot N_0 e^{-\lambda t_1}$$

$$\text{D'où : } \boxed{A_1 = \frac{\ln 2}{T} \cdot N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T} t_1}}$$

• On sait que pour  $t = nT$  ;  $e^{-\lambda t} = \frac{1}{2^n}$

• Or :  $T = 7h$  et  $t_1 = 21h$

• Donc :  $t_1 = 21h = 3 \times 7h = 3T \Rightarrow t_1 = 3T$

• Ainsi : pour  $t_1 = 3T$  ;  $e^{-\lambda t} = e^{-\frac{\ln 2}{T} t_1} = \frac{1}{2^3}$

$$\text{D'où : } A_1 = \frac{\ln 2}{T} \times N_0 \times \frac{1}{2^3} \Rightarrow \boxed{A_1 = \frac{N_0 \ln 2}{8T}} \quad (Bq)$$

$$\text{AN : } A_1 = \frac{4 \cdot 10^{21} \cdot 0,693}{8 \times 7 \times 3600} = \frac{2,772 \cdot 10^{18}}{201,6} = 1,375 \cdot 10^{16} Bq$$

$$\boxed{A_1 = 1,375 \cdot 10^{16} Bq}$$

b) Calcul de la masse de l'échantillon restant au bout de  $t_2 = 14h$

• La loi de décroissance appliquée au nombre de noyaux est :  $N = N_0 e^{-\lambda t}$

Au bout de  $t_2 = 14h = 2 \times 7h = 2T$  ;  $e^{-\lambda t_2} = \frac{1}{2^2}$

c4)

$$\text{donc: } N = N_0 \times \frac{1}{2^2} = \frac{N_0}{4}$$

- La relation entre la masse  $m$ , le nombre de noyaux  $N$  et le nombre d'avogadro  $N^0$  est:

$$\begin{cases} \text{à } t=0: N_0 = N^0 \frac{m_0}{M} \\ \text{à } t>0: N = N^0 \frac{m}{M} \end{cases} ; \text{ donc: } \begin{cases} N = \frac{N_0}{4} \\ N = N^0 \frac{m}{M} \end{cases}$$

$$\text{soit: } N^0 \frac{m}{M} = \frac{N_0}{4} \Rightarrow \boxed{m = \frac{M \cdot N_0}{4 N^0}} \text{ (g)}$$

$$\text{AN: } m = \frac{211 \times 4 \cdot 10^{21}}{4 \times 6,02 \cdot 10^{23}} = 35,0498 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

$$\text{Donc: } \boxed{m \approx 0,35 \text{ g}}$$

**Avez-vous pensé à ce travail dans cette dernière minute des examens ? Non !**

Alors nous vous prions de recommander **Les sciences physiques avec Mr René** à vos ami(e)s, vos frères et sœurs des classes inférieures, dites-leurs que **Les sciences physiques avec Mr René** rendent toutes les choses faciles en physique de la 7<sup>ème</sup> Année jusqu'en Terminale ! Aidez-les à aimer et à s'abonner de notre page, soyez reconnaissant, le meilleur reste encore à venir.

Avec **Les sciences physiques avec Mr René**, la physique n'est-elle pas facile ?

Bonne chance aux différents examens, nous vous aimons, nous ferons tout pour vous aider, vous soutenir par le biais des possibilités que nous possédons

CETTE PAGE EST GENEEREE PAR Mr RENE APHA DELAMOU, Médecin et professeur de physique

**Contacts : (+224)**

621622120/669095097/657717039

**Facebook : Les sciences physiques avec Mr René**



**I/** Un solide homogène de masse  $m = 100 \text{ g}$  est abandonné sans vitesse initiale au sommet d'un plan incliné d'angle  $\alpha = 30^\circ$  par rapport à l'horizontale. A la fin de sa descente son énergie cinétique  $E_c$  vaut  $12,8 \text{ J}$ . Les frottements sur le plan sont équivalents à une force unique de module égale au dixième du poids du solide. On donne  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- 1) Exprimer puis calculer l'accélération du centre d'inertie  $G$  du solide.
- 2) Ecrire l'équation horaire du mouvement de son centre d'inertie.
- 3) Calculer la durée du mouvement de son centre d'inertie.
- 4) Calculer la distance  $d$  parcourue.

# B-Pratique

## I/Mécanique

$$m = 100 \text{ g}; \alpha = 30^\circ; v_0 = 0$$

$$E_c = 12,8 \text{ J}; f = \frac{P}{10} \text{ N}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2.$$

### 1) Accélération du centre d'inertie G du solide

- système à étudier: un solide homogène.

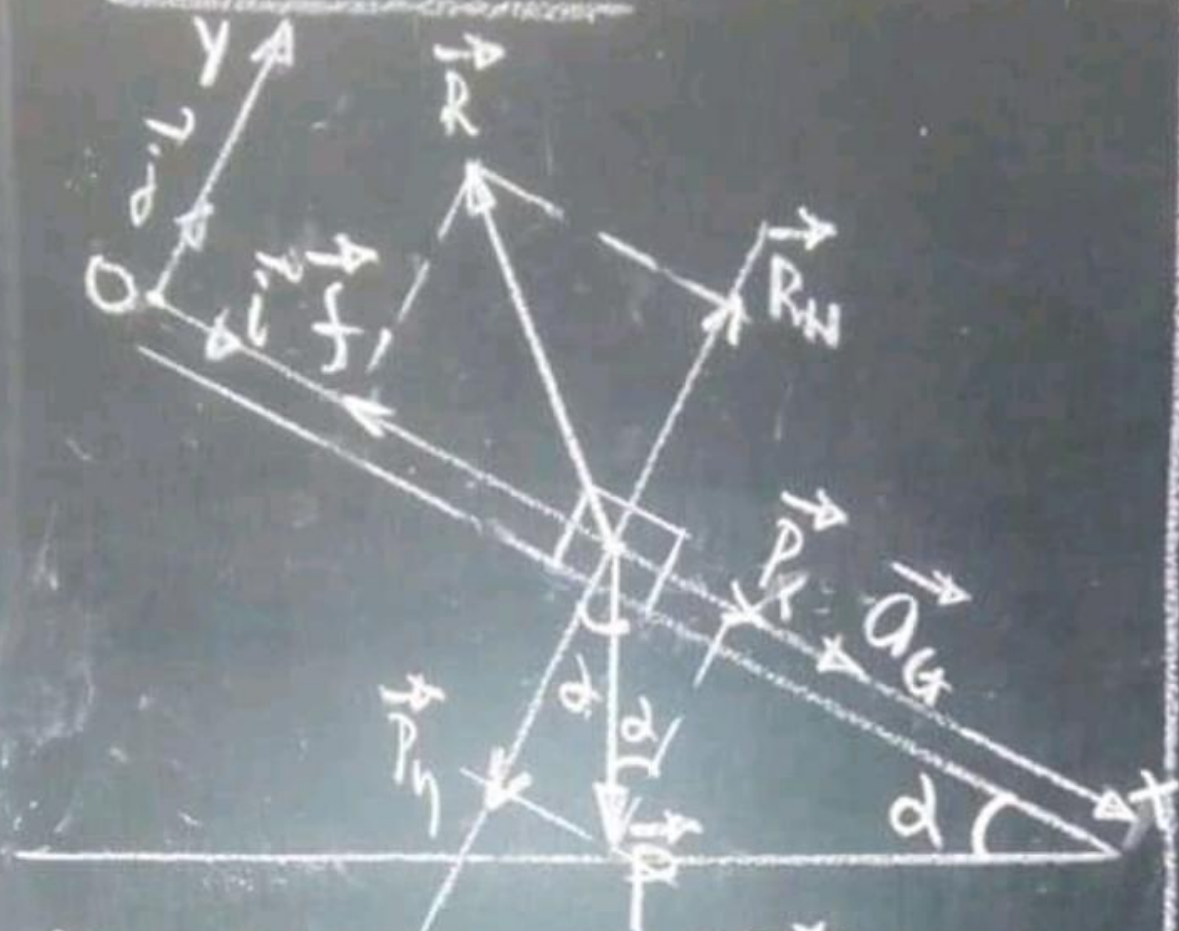
- Reférentiel d'étude: terrestre (galiléen)

- Repère:  $R(0, \vec{i}, \vec{j})$

- Bilan des forces

- Le poids  $\vec{P} = m\vec{g}$  du solide
- La réaction  $\vec{R}$  du plan

• Schéma d'étude :



• D'après le TCI :  $\sum \vec{F} = m \vec{a}_G$

Soit :  $\vec{P} + \vec{R} = m \vec{a}_G$

• suivant l'axe Ox et en module

$$-f + P_x = m a_G$$

$$\text{Or : } P_x = mg \sin \alpha$$

$$\text{Donc : } -f + mg \sin \alpha = m a_G$$

$$\text{d'où : } a_G = g \sin \alpha - \frac{f}{m}$$

$$\text{Maia: } f = \frac{P}{10} = \frac{mg}{10} \quad (11)$$

$$\text{Donc: } a_G = g \sin \alpha - \frac{mg}{10m}$$

$$\text{Donc: } \boxed{a_G = g \left( \sin \alpha - \frac{1}{10} \right)} \quad (\text{m/s}^2)$$

$$\text{AN: } a_G = 10 \left( \sin 30^\circ - \frac{1}{10} \right) = 10 \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{10} \right)$$

$$\boxed{a_G = 4 \text{ m/s}^2}$$

2) Equation horaire du mouvement

On constate que  $v_0 = 0$  et  $a_G > 0$   
alors le mvt est RUA.

$$\text{Donc: } x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t + x_0$$

Prenons 0 comme origine:  $x_0 = 0$

Parti sans vitesse,  $v_0 = 0$

$$\text{Donc: } x(t) = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \times 4 t^2$$

$$\text{Soit: } \boxed{x(t) = 2 t^2} \quad (\text{m})$$

3) Calcul de la durée du mouvement

On sait que la vitesse :

$$v = \frac{dx}{dt} = 4t \Rightarrow \underline{v = 4t \text{ (m/s)}}$$

D'autre part :  $E_c = \frac{1}{2} m v^2$

$$\text{donc : } E_c = \frac{1}{2} m (4t)^2 = 8 m t^2$$

$$\text{Donc : } \boxed{t = \sqrt{\frac{E_c}{8m}}} \text{ (s)}$$

$$\underline{\text{AN}} : t = \sqrt{\frac{12,8}{8 \times 10^{-1}}} = \sqrt{\frac{128}{8}}$$

$$\Rightarrow \boxed{t = 4 \text{ s}}$$

4) Distance d parcourue :

1<sup>ère</sup> méthode :

$$\text{On sait que : } \boxed{d = \frac{v t^2}{2} \text{ (m)}}$$

$$\text{Pour } t = 4 \text{ s, } d = \frac{2(4)^2}{2}$$

$$= \boxed{d = 32 \text{ m}}$$

2<sup>ème</sup> méthode (si exigée)

D'après le TEC:  $\Delta E_c = \sum W(\vec{F})$

$$E_c - E_{c0} = W(\vec{P}) + W(\vec{R})$$

$$E_{c0} = 0 \text{ car } v_0 = 0$$

$$\text{or } W(\vec{P}) = mgh = mgd \sin \alpha$$

$$W(\vec{R}) = W(\vec{f}) = -fd \text{ car } W_{R_H} = 0$$

$$\text{Donc: } E_c = mgd \sin \alpha - fd$$

$$E_c = d(mg \sin \alpha - f)$$

$$\text{Mais: } f = \frac{mg}{10} \text{ (N)}$$

$$\text{Alors: } E_c = d(mg \sin \alpha - \frac{mg}{10})$$

$$E_c = mdg(\sin \alpha - \frac{1}{10})$$

Donnée:  $E_c = m d a_G$

Donc:  $d = \frac{E_c}{m a_G} \text{ (m)}$

Alors:  $d = \frac{12,8}{10^3 \times 4} = \frac{128}{4}$

$d = 32 \text{ m}$

**F: @RENEPHYSIQUE**



**Sujet :**

**A-Théorie :**

- 1) Énoncez le théorème des axes parallèles et écrivez son expression **(2,5 points)**
- 2) Expliquez le phénomène de diffraction de la lumière **(2,5 points)**

**B-Pratique :**

Résoudre les exercices suivants tout en encadrant les formules, les résultats et en mettant les unités convenables.

**I/Un peu de cinématique (4 points)**

Un train est animé d'un mouvement rectiligne uniforme de vitesse  $V$  sur une voie ferrée. Si sa vitesse augmente de 10 km/h, il gagne 40 minutes sur la durée de son trajet. Par contre, si sa vitesse diminue de 10 km/h, il perd une heure sur la durée de son trajet. Déterminer :

- 1) La vitesse de train en km/h **(2 pts)** ;
- 2) La durée  $t$  de son trajet en heure **(1 pt)** ;
- 3) La distance totale parcourue par le train en km **(1 pt)**

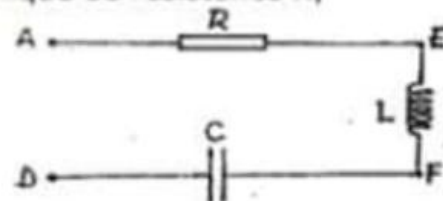
**II/Aimes-tu les oscillations électriques ? (7 points)**

Un circuit série comprend entre ses bornes, A et D, un conducteur ohmique de résistance  $R$ , une self pure d'inductance  $L$  et un condensateur de capacité  $C$ .

(figure)

Différentes mesures des grandeurs efficaces fournissent les résultats suivants :

$I = 0,2 \text{ A}$  ;  $U_{AD} = 220 \text{ V}$  ;  $U_{AE} = 20 \text{ V}$  ;  $U_{EF} = 380 \text{ V}$ . l'effet inductif l'emporte sur l'effet capacitif.



- 1) Calculer les impédances :
  - a) aux bornes AE du conducteur ohmique **(0,5 pt)**
  - b) aux bornes EF de la bobine **(0,5 pt)**
  - c) aux bornes AD du circuit RLC **(0,5 pt)**
  - d) aux bornes DF du condensateur. **(1,5 pts)**
- 2) Calculer le déphasage de la tension par rapport à l'intensité du courant. **(1 pt)**
- 3) Un courant de pulsation 400 rad/s traversant le circuit est en phase avec la tension aux bornes de ce circuit.

En déduire les valeurs de  $L$ ,  $C$  et de la pulsation  $\omega$  du courant initial **(3 points)**

**III/Tomas Young le médecin physicien (4 points)**

On réalise une expérience d'interférences lumineuses en éclairant deux trous distants de  $a = 0,4 \text{ mm}$  par une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ .

- 1) Décrire le phénomène observé sur un écran E placé à  $D = 1 \text{ m}$  des trous. **(1 pt)**
- 2-a) Établir l'expression de la différence de marche entre les rayons  $S_1M$  et  $S_2M$  en un point M de l'écran tel que  $OM = x$ . **(1 pt)**
- b) En déduire l'expression de l'interfrange et calculer sa valeur sachant que  $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$ . **(1 pt)**
- c) À quelle distance de la frange centrale O, sont situés le centre P de la 4<sup>ème</sup> frange brillante et le centre Q de la 6<sup>ème</sup> frange sombre ? **(1 pt)**

Soyez tranquille dans la tête !

Bonne chance !

**Chargé des cours : M. René Alpha DELAMOU professeur de physique.**

**Contacts :** (+224) 621622120/669095097/657717039

**Facebook :** Les sciences physiques avec Mr René

## A-THEORIE

1) Théorème des axes parallèles (théorème de Huyghens):

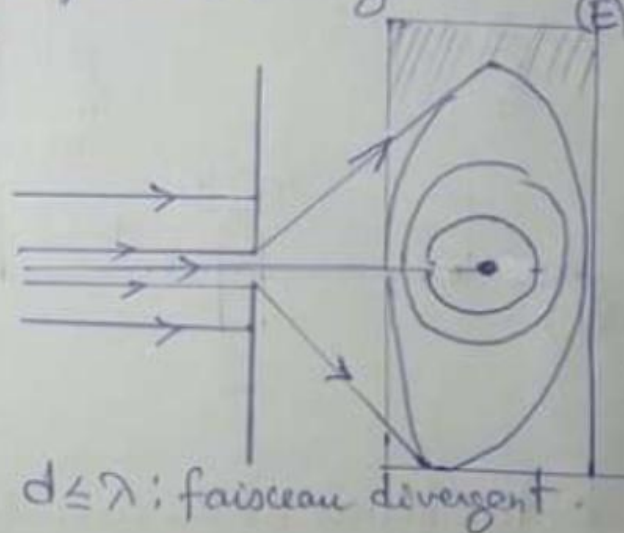
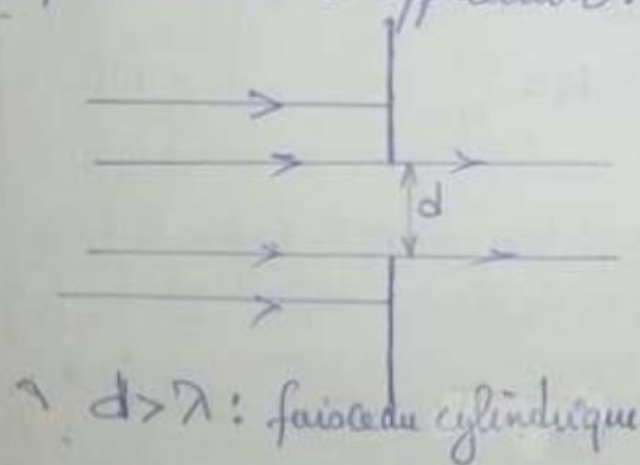
a) Énoncé: « Le moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe quelconque  $\Delta'$  est égal à son moment d'inertie par rapport à l'axe  $\Delta$ , parallèle à  $\Delta'$  et passant par son centre de gravité, augmenté du produit de la masse du solide par le carré de la distance des deux axes » 2,5 pt

b) Expressions: 
$$J_{\Delta'} = J_{\Delta} + md^2$$

2) Phénomène de diffraction de la lumière:

Eclairons un trou de diamètre  $d$  réglable à l'aide d'une source de lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ .

- Si le diamètre d'ouverture  $d > \lambda$ , on obtient un faisceau cylindrique (parallèle)
- Mais si le diamètre  $d \leq \lambda$ , on obtient un faisceau divergent: c'est le phénomène de diffraction.



## B-PRACTIQUE

I/ La cinématique:

Train (TRU) avec la vitesse  $V$

1) Calcul de la vitesse du train:

Le mouvement étant uniforme;  $x = vt + x_0 = vt$  avec  $t_0 = 0$   
 dans les deux cas:  $\begin{cases} \text{si } V_1 = V + 10 \text{ km/h alors } t_1 = (t - 40) \text{ min} \\ \text{si } V_2 = V - 10 \text{ km/h alors } t_2 = (t + 1) \text{ h} \end{cases}$

soit  $\begin{cases} x = vt - \frac{4V}{6} - \frac{40}{6} + 10t \\ x = vt + V - 10 - 10t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -\frac{4V}{6} - \frac{40}{6} + 10t = 0 \quad (1) \\ V - 10 - 10t = 0 \quad (2) \end{cases}$  car  $x = vt$

soit:  $V - \frac{4V}{6} - \frac{40}{6} - 10 = 0 \Rightarrow \boxed{V = 50 \text{ km/h}} \quad 1 \text{ pt}$

2) Durée t du trajet ; se(2) :  $v - 10 - 10t = 0$

$10t = v - 10 \Rightarrow \boxed{t = \frac{v}{10} - 1} \text{ (h)} ; \boxed{t = 4 \text{ h}} \quad 1 \text{ pt}$

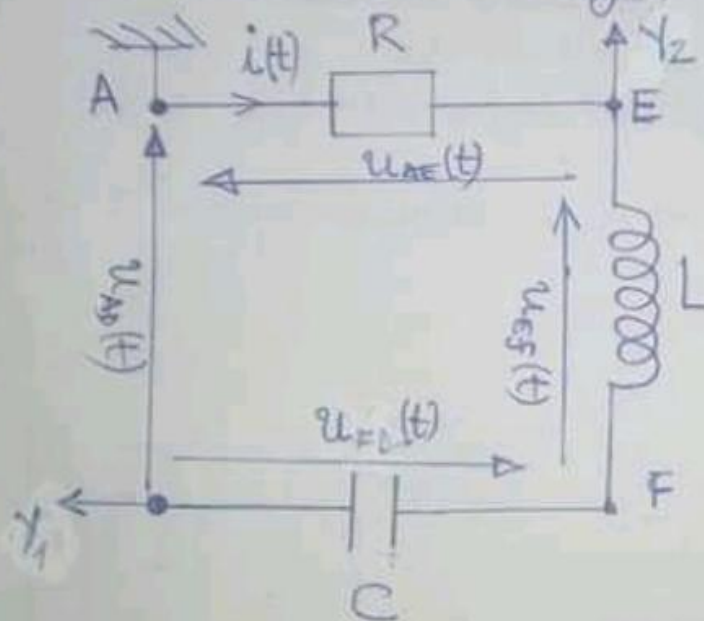
3) Distance parcourue par le train en km :

$x = vt = 50 \times 4 = 200 \text{ km} \Rightarrow \boxed{x = 200 \text{ km}} \quad 1 \text{ pt}$

## II/Oscillations électriques forcées :

$I = 0,2 \text{ A}$  ;  $U_{AD} = 220 \text{ V}$  ;  $U_{AE} = 20 \text{ V}$  ;  $U_{EF} = 380 \text{ V}$   
circuit inductif.

Schéma de montage :



1) Calcul des impédances :

Appliquons la loi d'Ohm :

a) Aux bornes AE du conducteur

Ohmique :

$U_{AE} = Z_R I = R I \Rightarrow \boxed{R = \frac{U_{AE}}{I}} \text{ (}\Omega\text{)}$

AN :  $R = \frac{20}{0,2} \Rightarrow$

$\boxed{R = 100 \Omega}$

(0,5 pt)

b) Aux bornes EF de la bobine :

$U_{EF} = Z_L I \Rightarrow \boxed{Z_L = \frac{U_{EF}}{I}} \text{ (}\Omega\text{)}$

AN :  $Z_L = \frac{380}{0,2} \Rightarrow$

$\boxed{Z_L = 1900 \Omega}$

0,5 pt

c) Aux bornes AD du circuit RLC série :  $U_{AD} = Z I \Rightarrow \boxed{Z = \frac{U_{AD}}{I} = 1100 \Omega}$

d) Aux bornes FD du condensateur : La tension  $U_{FD}$  n'étant pas connue, utilisons la relation des impédances :

- Conducteur ohmique ;  $Z_R = R$  (1)

- Bobine ;  $Z_L = L\omega$  (2)

- Condensateur :  $Z_C = \frac{1}{C\omega}$  (3)

- L'ensemble (RLC) :  $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$  (4)

$\Rightarrow \begin{cases} Z_R^2 = R^2 & (1) \\ Z_L^2 = (L\omega)^2 & (2) \\ Z_C^2 = (\frac{1}{C\omega})^2 & (3) \end{cases}$

$Z^2 = R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2$  (4)

De la relation (4), on a :  $Z^2 = R^2 + (L\omega)^2 - 2(L\omega)(\frac{1}{C\omega}) + (\frac{1}{C\omega})^2$

Soit :  $Z^2 = R^2 + Z_L^2 - 2\frac{L}{C} + Z_C^2$  ; mais :  $Z_L = L\omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega}$  et  $Z_C = \frac{1}{C\omega} \Rightarrow$

$C = \frac{1}{Z_C \omega}$  ; alors :  $Z^2 = R^2 + Z_L^2 - 2 \times \frac{Z_L}{\omega} \times \frac{Z_C \omega}{1} + Z_C^2$

D'où :  $Z_C^2 - 2Z_L Z_C + R^2 + Z_L^2 - Z^2 = 0 \quad 1 \text{ pt}$

Ainsi :  $Z_c^2 - 2 \times 1900 Z_c + 100^2 + 1900^2 - 1100^2 = 0$

$$Z_c^2 - 3800 Z_c + 2,41 \cdot 10^6 = 0$$

$$\Delta = 2190$$

Donc :  $Z_{c1} = 805 \Omega$   
 $Z_{c2} = 2995 \Omega$

Le circuit étant inductif

$$Z_L > Z_c$$

$$Z_c = 805 \Omega < Z_L$$

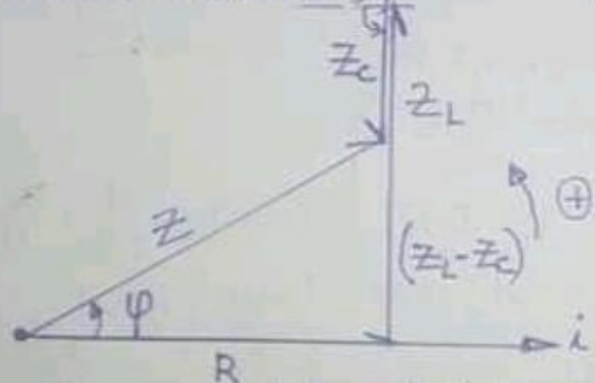
$$Z_c = 2995 \Omega > Z_L \text{ (à rejeter)}$$

D'où :  $Z_c = 805 \Omega$  0,5 pt

2) Calcul du déphasage  $\varphi$  entre la tension et l'intensité

Diagramme de Fresnel

(Circuit inductif)



Donc :  $\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_c}{R}$  1 pt

$$\tan \varphi = \frac{1900 - 805}{100} = 10,95$$

$$\varphi = \tan^{-1}(10,95)$$

$$\varphi \approx 84,8^\circ$$

3) Un courant de pulsation  $\omega_0 = 400 \text{ rad/s}$  traversant le circuit est en phase avec la tension  $U_{AB}$ .

Déduisons-en les valeurs de  $L$ ,  $C$  et de  $\omega$  du courant initial

Lorsque  $U_{AB}$  et  $i$  sont en phase, nous sommes à la résonance :

Or à la résonance :

- La réactance du circuit est nulle :  $L\omega_0 - \frac{1}{C\omega_0} = 0 \Rightarrow LC = \frac{1}{\omega_0^2}$  (1)

- De la relation précédente :  $Z^2 = R^2 + Z_L^2 - \frac{2L}{C} + Z_c^2$  (2)

soit  $LC = \frac{1}{\omega_0^2}$  1 pt

$$\frac{L}{C} = \frac{1}{2} (Z_L^2 + Z_c^2 + R^2 - Z^2)$$
 1 pt

Donc  $LC = \frac{1}{(400)^2}$

$$\frac{L}{C} = \frac{1}{2} (1900^2 + 805^2 + 100^2 - 1100^2)$$

$$LC = 6,25 \cdot 10^{-6} \Rightarrow$$

$$\frac{L}{C} = 1,529 \cdot 10^6$$

$$C \approx 2 \mu\text{F}$$

(2 pt)

$$L \approx 3,06 \text{ H}$$

La pulsation  $\omega$  du courant initial devient :  $Z_L = L\omega \Rightarrow \omega = \frac{Z_L}{L}$

AN :  $\omega = \frac{1900}{3,06} \Rightarrow \omega \approx 621 \text{ rad/s}$  1 pt

ou encore  $\omega = \frac{1}{Z_c \times C} \approx 621 \text{ rad/s}$ . NB :  $N = \frac{\omega}{2\pi} \approx 100 \text{ Hz}$ .

④

④

④



④

④



④

④

④

④

④

④



④

④

④

④



④

④

④

④

④

④

**Exercice 10 :**

On se propose de déterminer la résistance  $r$  et l'inductance  $L$  d'une bobine. Pour cela, on monte en série une résistance  $r = 7 \, \Omega$  et la bobine. L'ensemble est alimenté par une tension sinusoïdale de fréquence 50 Hz et de valeur efficace  $U = 24 \, \text{V}$ .

On mesure les tensions efficaces  $U_1$  et  $U_2$  respectivement aux bornes de  $R$  et aux bornes de la bobine. On obtient :  $U_1 = 8 \, \text{V}$  et  $U_2 = 19,6 \, \text{V}$ . En déduire les valeurs de  $r$  et  $L$ .

**Réponses :**  $r = 7 \, \Omega$  ;  $L = 50 \, \text{mH}$ .

**$R = 7 \, \text{Ohms}$**

**Exercice 11 :**

Un dipôle ( $R, L, C$ ) série est constitué d'un conducteur ohmique de résistance  $R = 50 \, \Omega$ , d'une bobine d'inductance

### Exercice (10) :

On se propose de déterminer  $r$  et  $L$  d'une bobine.

On monte en série  $R = 7\ \Omega$  et la bobine  $(r, L)$

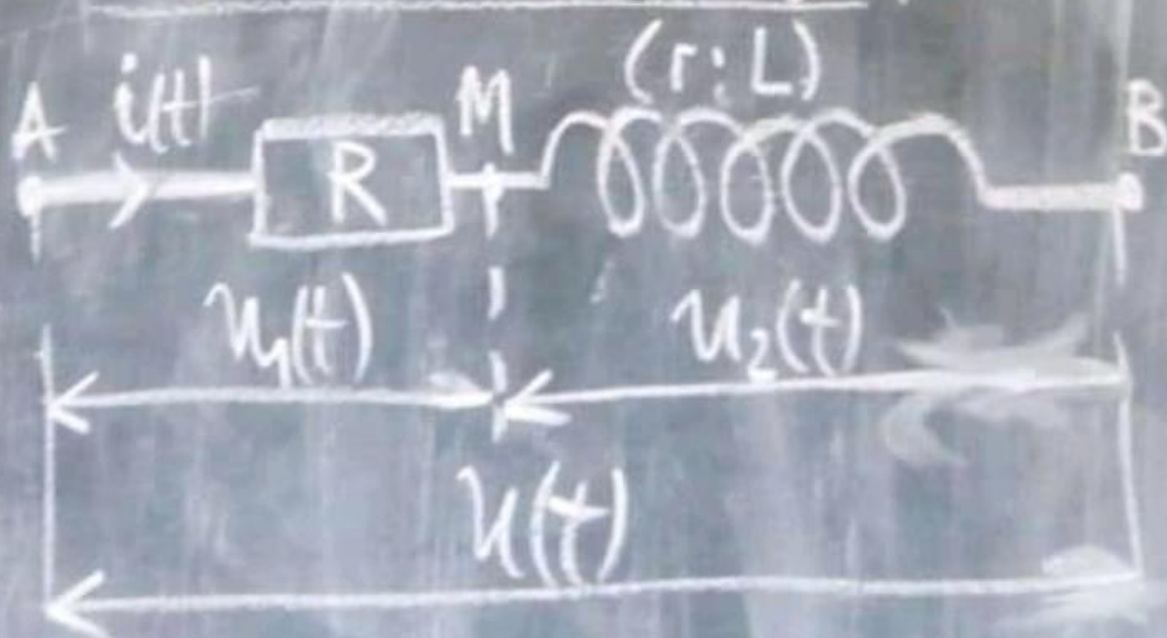
L'ensemble  $\left| \begin{array}{l} f = 50\text{ Hz} \\ U = 24\text{ V} \end{array} \right.$

Aux bornes de  $R$   $\left| U_1 = 8\text{ V} \right.$

Aux bornes de la bobine  $\left| U_2 = 19,6\text{ V} \right.$

Déduisons-en les valeurs de  $r$  et  $L$

Schema de montage ;



## a) Méthode analytique (par calcul)

Appliquons la loi d'Ohm  
aux bornes de chaque composant;

- la résistance pure :  $U_1 = RI$  (1)

- la bobine :  $U_2 = Z_b I = (\sqrt{r^2 + (L\omega)^2}) I$

- l'ensemble du circuit :  $U = Z I$

$$U = (\sqrt{(R+r)^2 + (L\omega)^2}) I \quad (3)$$

$$\Rightarrow U_1^2 = R^2 I^2 \quad (1)$$

$$U_2^2 = [r^2 + (L\omega)^2] I^2 \quad (2)$$

$$U^2 = [(R+r)^2 + (L\omega)^2] I^2 \quad (3)$$

Admettons (3) :

$$U^2 = [(R+r)^2 + (L\omega)^2] I^2$$

$$= [R^2 + 2Rr + r^2 + (L\omega)^2] I^2$$

$$U^2 = R^2 I^2 + 2I^2 Rr + [1^2 + (\omega)^2] I^2$$

$$U^2 = U_1^2 + 2I^2 Rr + U_2^2$$

$$2I^2 Rr = U^2 - U_1^2 - U_2^2$$

$$\text{Or : } U_1 = RI \Rightarrow I = \frac{U_1}{R}$$

$$\text{Dnc : } 2 \cdot \frac{U_1^2}{R^2} \cdot R \cdot r = U^2 - U_1^2 - U_2^2$$

$$2U_1^2 r = R(U^2 - U_1^2 - U_2^2)$$

$$\text{Dnc : } r = \frac{R(U^2 - U_1^2 - U_2^2)}{2U_1^2} \quad (\Omega)$$

$$\text{AN : } r = \frac{7(24^2 - 8^2 - 19,6^2)}{2 \times 8^2}$$

$$= \frac{894,88}{128} = 6,99 \Omega$$

$$r \approx 7 \Omega$$

L'inductance  $L$  est telle que !  
dans (2) :

$$U_2^2 = [r^2 + (\omega L)^2] I^2$$

$$\Rightarrow r^2 + (\omega L)^2 = \left(\frac{U_2}{I}\right)^2$$

$$L^2 \omega^2 = \left(\frac{U_2}{U_1} \frac{U_1}{R}\right)^2 - r^2$$

$$L^2 = \frac{1}{\omega^2} \left[ \left(\frac{U_2 R}{U_1}\right)^2 - r^2 \right]$$

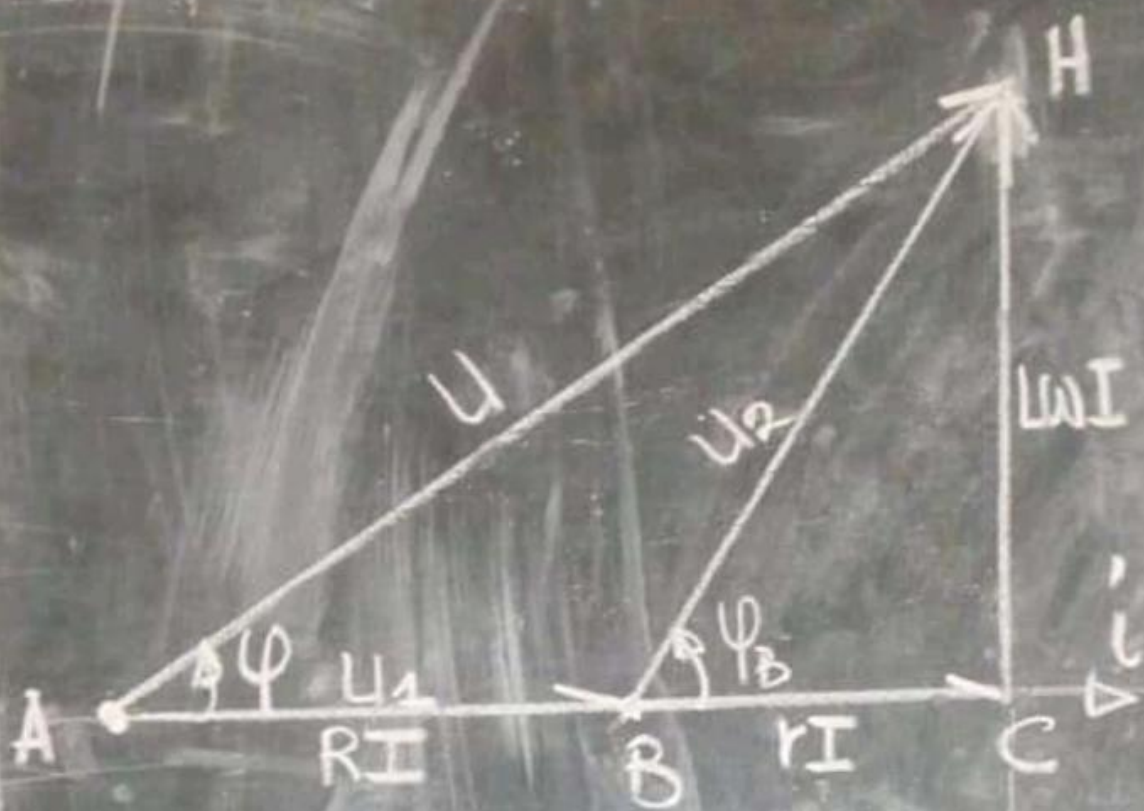
$$L = \frac{1}{\omega} \sqrt{\left(\frac{U_2 R}{U_1}\right)^2 - r^2} \quad (H)$$

$$L = \frac{1}{314} \sqrt{\left(\frac{196}{8} \times 7\right)^2 - 7^2} = \frac{\sqrt{245,12}}{314}$$

$$L = 0,04986 H \approx 50 \cdot 10^{-3} H$$

$$L = 50 mH$$

5) Méthode graphique  
 Réalisons la construction  
 de Fresnel



On sait que :

$$u^2 = u_1^2 + u_2^2 + 2u_1 u_2 \cos \varphi_B$$

$$\Rightarrow \cos \varphi_B = \frac{u^2 - u_1^2 - u_2^2}{2u_1 u_2}$$

C'est-à-dire :  
 dans le triangle ACH :

Pythagore donne :

$$AH^2 = AC^2 + CH^2$$

$$U^2 = (U_1 + rI)^2 + (L\omega I)^2$$

$$U^2 = U_1^2 + 2U_1 rI + (rI)^2 + (L\omega I)^2$$

$$U^2 = U_1^2 + 2U_1 rI + I^2(r^2 + (L\omega)^2)$$

$$U^2 = U_1^2 + 2U_1 rI + U_2^2$$

$$U^2 = U_1^2 + U_2^2 + 2U_1 rI$$

or ds BCIH :  $\cos \varphi_B = \frac{rI}{U_2}$

$$rI = U_2 \cos \varphi_B$$

$$U^2 = U_1^2 + U_2^2 + 2U_1 U_2 \cos \varphi_B$$

$$\underline{\text{AKI}} : \cos \varphi_B = \frac{24^2 - 8^2 - 19,6^2}{2 \times 8 \times 19,6}$$

$$= \frac{127,84}{313,6}$$

$$\cos \varphi_B = 0,41$$

Dans le triangle BCH.

$$\cos \varphi_B = \frac{rI}{U_2} = \frac{r \times \frac{U_1}{R}}{U_2} = \frac{r U_1}{R U_2}$$

$$r U_1 = R U_2 \cos \varphi_B$$

$$\boxed{r = \frac{R U_2 \cos \varphi_B}{U_1}}$$

$$r = \frac{7 \times 19,6 \times 0,41}{8} = 7,03 \, \Omega$$

$$\boxed{r \approx 7 \, \Omega}$$

L'inductance L est telle que

$$\sin \varphi_B = \frac{L \omega I}{U_2} \Rightarrow L \omega I = U_2 \sin \varphi_B$$

$$L \omega \frac{U_1}{R} = U_2 \sin \varphi_B$$

$$L \omega U_1 = R U_2 \sin \varphi_B$$

$$L = \frac{R U_2 \sin \varphi_B}{U_1 \omega}$$

$$\text{Hais: } \cos^2 \varphi_B + \sin^2 \varphi_B = 1$$

$$\Rightarrow \sin \varphi_B = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_B}$$

$$L = \frac{2U_2 \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_B}}{4, \omega} \quad (H)$$

$$L = \frac{7 \times 19,6 \sqrt{1 - (0,41)^2}}{8 \times 314}$$

$$= 0,0498 \text{ H} \approx 0,05 \text{ H}$$

$$L \approx 50 \text{ mH}$$

## Sujet 1

### .....A-Théorie.....

- 1) Montrer que si un mobile est animé d'un mouvement rectiligne uniformément varié entre deux instants  $t_0$  et  $t$ , son abscisse s'écrit :  $\Delta x = v_m t$  où  $v_m$  = vitesse moyenne
- 2) Enoncer la loi Lenz et la loi de Laplace
- 3) Citer quelques applications pratiques de l'effet photoélectrique

### .....B-Pratique.....

**I-/** Les équations paramétriques (en unités S.I.) d'un mobile M se déplaçant dans un plan muni d'un repère orthonormé  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  sont : 
$$\begin{cases} x = 3t \\ y = -t^2 + 2t \end{cases}$$

- 1) Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire du mobile, quelle est sa nature ?
- 2) Calculer la vitesse du mobile au sommet de sa trajectoire
- 3) Calculer la vitesse du mobile au point d'ordonnée  $y = 1$  m.
- 4) Calculer l'accélération du mobile. Pour quelle(s) valeur(s) de  $t$  le mouvement est-il accéléré ? Retardé ?

**II-/** Soit un dipôle électrique dont la nature exacte est inconnue. On envisage les hypothèses suivantes, le dipôle est :

- Une bobine de résistance  $r$  et d'inductance  $L$
- Un résistor de résistance  $R$  et un condensateur de capacité  $C$  en série.
- Un conducteur ohmique de résistance  $R$

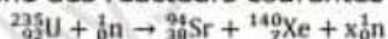
On alimente ce dipôle par une tension continue.

En régime permanent, un courant constant traverse ce dipôle.

On alimente ensuite le dipôle par un courant sinusoïdal de fréquence 50 Hz. On mesure une intensité efficace de 0,6 A. Une tension efficace de 120 V, une puissance moyenne dissipée de 36 W.

Déterminer la nature des éléments composant le dipôle et les valeurs de ses paramètres.

**III-/** Dans une «pile atomique», une des réacteurs courantes est la suivante :



- 1) Déterminer, en les justifiant, les valeurs de  $Z$  et de  $x$ .
- 2) a) Calculer la perte de masse.  
b) Calculer, en joule et en MeV, l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235.
- 3) Calculer l'ordre de grandeur de l'énergie libérée par la fission de 5 g d'uranium 235.

Données : Masses des nucléides

| Nucléides    | ${}^{235}\text{U}$ | ${}^{92}\text{Sr}$ | ${}^{140}\text{Xe}$ | ${}^1_0\text{n}$ |
|--------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------|
| Masses(en u) | 235,04392          | 93,91536           | 139,91879           | 1,0086611        |

1 MeV =  $1,6022 \cdot 10^{-13}$  J,  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s ;  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>.

## Sujet (1)

### A) Théorie :

1) Montrons que si un mobile est animé d'un MRUV entre  $t_0$  et  $t$ , son abscisse s'écrit :

$$\Delta x = v_m t$$

L'abscisse d'un mobile animé d'un MRUV est :

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

$$x - x_0 = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$$

$$\Delta x = \left(\frac{1}{2}at + v_0\right)t \quad (1)$$

La vitesse moyenne entre  $t_0$  et  $t$  est  $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t - t_0} = \frac{x - x_0}{t}$  (car  $t_0 = 0$ )

$$v_m = \frac{\frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 - x_0}{t}$$

$$v_m = \frac{1}{2}at + v_0 \quad (2)$$

En reportant (2) ds (1), on a :

$$\Delta x = v_m t$$

B- Pratique :

I / Cinématique :

Sont les équations paramétriques M :

$$\begin{cases} x = 3t \\ y = -t^2 + 2t \end{cases}$$

1) Equation de la trajectoire :

$$\begin{cases} x = 3t \\ y = -t^2 + 2t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t = \frac{x}{3} \\ y = -\left(\frac{x}{3}\right)^2 + 2\left(\frac{x}{3}\right) \end{cases}$$

$$\text{Donc : } \boxed{y = -\frac{1}{9}x^2 + \frac{2}{3}x}$$

Nature : la trajectoire est une parabole.

2) Vitesse du mobile au sommet de la trajectoire

$$\text{On sait que : } v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$\text{or } v_x = \frac{dx}{dt} = (3t)' = 3$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = (-t^2 + 2t)' = -2t + 2$$

$$\text{Au sommet } \begin{cases} v = v_x \\ v_y = 0 \end{cases}$$

$$\text{Donc : } \boxed{v = v_x = 3 \text{ m/s}}$$

3) Vitesse du mobile au point d'ordonnée  $y = 1 \text{ m}$

On sait que :

$$y = \sqrt{(3)^2 + (-2t+2)^2}$$

$$\text{soit : } y = \sqrt{9 + (-2t+2)^2}$$

$$\text{or : } y = -t^2 + 2t = 1 \text{ m}$$

$$-t^2 + 2t - 1 = 0$$

$$\Rightarrow \underline{t = 1 \text{ s}}$$

$$\text{donc : } y = \sqrt{9 + (-2 \times 1 + 2)^2}$$

$$\boxed{y = 3 \text{ m/s}}$$

4) Calcul de l'accélération du mobile

$$\text{On sait que : } a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

$$\text{Mais } a_x = \frac{dv_x}{dt} = (3)' = 0$$

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} = (-2t+2)' = -2$$

$$\text{Alors : } a = \sqrt{(0)^2 + (-2)^2}$$

$$\text{donc : } \boxed{a = 2 \text{ m/s}^2}$$

Valeurs de  $t$  pour lesquelles le mouvement est accéléré ou retardé

Étudions pour cela le signe du produit scalaire  $a \cdot v$ .

$$\text{donc : } a \cdot v = a_x v_x + a_y v_y$$

$$a \cdot v = (0)(3) + (-2)(-2t+2)$$

$$\underline{a \cdot v = 4t - 4}$$

$$\text{Ponon } a \cdot v = 0 \Rightarrow t = 1 \text{ s}$$

Donc le tableau de signe

| $t$         | 0       | 1   | $+\infty$ |
|-------------|---------|-----|-----------|
| $a \cdot v$ | -       | 0   | +         |
| $v$         | Mvt     | Mvt | Mvt       |
|             | retardé |     | accéléré  |

• Pour  $t \in [0, 1[$  ;  $a \cdot v < 0$   
le mvt est retardé

• Pour  $t \in ]1, +\infty[$  ;

$a \cdot v > 0$  = le mvt est accéléré

## II) Oscillations électriques forcées

Un dipôle de nature  
inconnue à déterminer

Hypothèses

- Bobine ( $r, L$ )
- Résistor ( $R$ )
- + Condensateur ( $C$ )  
en série
- Conducteur  
ohmique ( $R$ )

Test

- Courant continu | Il y a passage  
de courant
- Courant alternatif |  $N = 50 \text{ Hz}$   
 $I = 0,6 \text{ A}$   
 $U = 120 \text{ V}$   
 $P = 36 \text{ W}$

Nature du dipôle :

• En courant continu, il y a  
passage du courant, donc  
le dipôle est sûr :

- la bobine ( $r, L$ )
- le conducteur ohmique ( $R$ )

Mais le condensateur est  
éliminé parce qu'il ne  
laisse passer le courant  
en courant continu.

• En courant alternatif, on  
compare  $Z$  et  $R'$

• Si  $Z = R' \Rightarrow$  Résistor ( $R$ )

• Si  $Z \neq R' (Z > R') \Rightarrow$  une bobine

avec  $Z > R'$  mais

la loi d'Ohm :  $U = ZI$

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{120}{0,6} = 200 \Omega$$

$$Z = 200 \Omega$$

• Imm  $R'$  mais

la puissance moyenne :

$$P = UI \cos \varphi$$

$$P = ZI^2 \times \frac{R'}{Z} = R'I^2$$

$$\Rightarrow R' = \frac{P}{I^2} = \frac{36}{(0,6)^2} = 100 \Omega$$

$$R' = 100 \Omega$$

On conclut que  
 $Z \neq R' (Z > R')$  la

dipôle est donc, la bobine (1, L)

Valeurs de r et L;

Pour r, on a;

$$r = R' = 100 \Omega$$

Pour L, on a;

$$Z = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2}$$

$$Z^2 = r^2 + L^2 \omega^2$$

$$L^2 = \frac{Z^2 - r^2}{\omega^2}$$

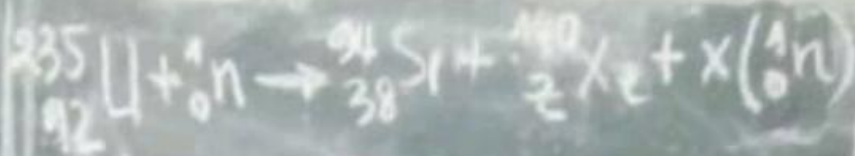
$$\text{Donc: } L = \frac{1}{\omega} \sqrt{Z^2 - r^2}$$

$$\text{AN: } L = \frac{1}{314} \sqrt{200^2 - 100^2}$$

$$\text{Donc: } L \approx 0,55 \text{ H}$$

### III / Physique nucléaire

Soit la réaction suivante;



1) Déterminons les valeurs de Z et X

- Conservation en nombre de charge

$$92 + 0 = 38 + Z + X \times 0$$

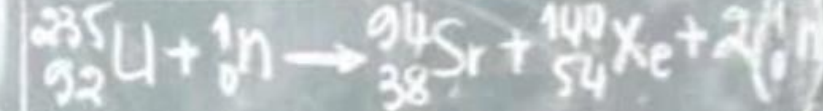
$$92 = 38 + Z \Rightarrow Z = 54$$

- Conservation en nombre de masse A

$$235 + 1 = 94 + 140 + X$$

$$236 = 234 + X \Rightarrow X = 2$$

Donc la réaction devient :



2-a) Calcul de la perte de masse

$$\Delta m = \sum m_{\text{après}} - \sum m_{\text{avant}}$$

$$\Delta m = m_{\text{Sr}} + m_{\text{Xe}} + 2m_{\text{n}} - (m_{\text{U}} + m_{\text{n}})$$

$$\Delta m = m_{\text{Sr}} + m_{\text{Xe}} + m_{\text{n}} - m_{\text{U}} \quad (1)$$

$$\text{AN: } \Delta m = 93,91536 + 139,91879 + 1,0086641 - 235,04392$$

$$\Delta m = 234,8428411 - 235,04392$$

$$\Delta m = -0,2010789 \text{ u}$$

$\Delta m < 0$  : il y a perte de masse

1) 5) Calcul de l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'U 235 en joule puis en MeV

On sait que :  $\Delta E = \Delta mc^2$

soit :  $\Delta E = -0,2011089 \text{ u} c^2$

$\Delta E < 0$  : la réaction est exoénergétique.

A donc :  $|\Delta E| = 0,2011089 \text{ u} c^2$

En MeV, mais :  $1 \text{ u} c^2 = 931,5 \text{ MeV}$

$\Rightarrow |\Delta E| = 0,2011089 \times 931,5 \text{ MeV}$

2) a)  $|\Delta E| \approx 187,3 \text{ MeV}$

En joule, mais :  $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

$\Rightarrow |\Delta E| = 187,3 \times 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

$= 299,68 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

ant m)  $|\Delta E| \approx 3 \cdot 10^{-11} \text{ J}$

4) 3) Calcul de l'énergie libérée par 5g d'U 235 :

879 soit :  $E = N \cdot |\Delta E|$  ; mais  $N = \frac{m}{M}$

92 Alon :  $E = \frac{m}{M} \cdot |\Delta E| \text{ (MeV)}$

AN)  $E = 6,022 \cdot 10^{23} \times \frac{5}{235} \times 187,3$

mane  $E \approx 2,4 \cdot 10^{24} \text{ MeV}$

**Sujet :**

**A-THEORIE : (5 points)**

- 1) Expliquez le phénomène d'induction électromagnétique (2,5 pts)
- 2) Énoncez la troisième loi de Kepler et démontrez son expression (2,5 pts)

**B-PRATIQUE : (15pts)**

**I)** On considère un cascadeur à moto sur un trajet ABC. Ce trajet comporte une partie rectiligne et horizontale AB et un tremplin BC incliné d'un angle  $\beta$  par rapport à l'horizontale.

On étudie le mouvement du centre d'inertie G de l'ensemble (cascadeur-moto).

Le cascadeur part du point A sans vitesse initiale à la date  $t_0$  et arrive au point B à la date  $t_B$  avec une vitesse  $V_B$ . Le mouvement sur le trajet AB est rectiligne et uniformément varié. Ensuite, il aborde le tremplin avec la vitesse acquise en B. Sur ce tremplin, le mouvement est maintenu uniforme. Au point C, il quitte le tremplin et effectue un saut dans l'air pour atterrir au point D (voir figure). On néglige les frottements et on prend  $g = 10 \text{ m/s}^2$

Données :  $t_0 = 0 \text{ s}$  ;  $t_B = 6 \text{ s}$  ;  $V_B = 30 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $\beta = 30^\circ$  ;  $h = OC = 3 \text{ m}$

**1) Etude du mouvement sur AB (1,5pts)**

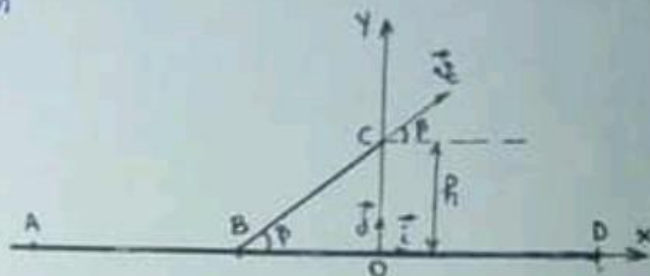
- 1-1-Faire le bilan des forces s'exerçant sur le solide et les représenter
- 1-2-Établir littéralement les équations horaires de son mouvement
- 1-3-Calculer l'accélération de son centre d'inertie.

**2) Etude du mouvement sur le tremplin BC (1pt)**

- 2-1-Faire le bilan des forces s'exerçant sur le solide et les représenter
- 2-2-Montrer que  $V_C = V_B$

**3) Etude du mouvement au-delà du point C (3 pts)**

- 3-1-Données les coordonnées du vecteur vitesse  $\vec{V}_C$  dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ .
- 3-2-Énoncer le théorème du centre d'inertie.
- 3-3-Établir littéralement puis numériquement les lois horaires  $x(t)$  et  $y(t)$  du mouvement du solide G
- 3-4-En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire du solide G.
- 3-5-Déterminer :
  - 3-5-1-L'altitude maximale atteinte par le solide G
  - 3-5-2-Les coordonnées du point de chute D.



**II)** On donne la perméabilité du vide  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ S.I}$

1) Une bobine de longueur  $\ell = 40 \text{ cm}$ , de rayon  $r = 2 \text{ cm}$  et d'inductance  $L$ , comportant 250 spires est parcourue par un courant d'intensité  $I = 5 \text{ A}$ .

- a) Cette bobine est considérée comme un solénoïde vrai ou faux ? Justifier votre choix. (0,5 pt)
- b) Déterminer les caractéristiques du vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  créé au centre du solénoïde par le passage du courant  $I$ . (1 pt)

c) Calculer l'inductance  $L$  du solénoïde. (0,5 pt)

d) Calculer le flux propre du champ  $\vec{B}$  à travers ce solénoïde. (0,5 pt)

2) On fait tourner la bobine autour d'un axe perpendiculaire à  $(\Delta)$  d'un mouvement uniforme de fréquence  $N = 50 \text{ Hz}$ .

- a) Donner l'expression du flux sinusoïdal  $\Phi(t)$  à travers la bobine sachant qu'à l'instant  $t = 0$ ,  $\alpha_0 = 0$  (0,5 pt)
- b) Montrer que la bobine est le siège d'une f.é.m. auto-induite. Donner son expression  $e(t)$  et son amplitude  $E_m$  (1pt)

c) En déduire la valeur efficace de cette f.é.m. et la période  $T$  du mouvement. (1pt) On rappelle que  $X_e = \frac{x_m}{\sqrt{2}}$

**III) EXTRAIT DU BAC SE 2012**

Un proton de masse  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  et de charge  $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  arrive sur une grille A avec une énergie cinétique  $E_{cA} = 2 \text{ eV}$  et perpendiculaire à la grille. La grille A est placée parallèlement à une seconde grille B ; A et B sont distants de  $2 \text{ cm}$ .

On établit entre les deux grilles A et B une tension :  $U_{AB} = 1000 \text{ V}$ .

- 1) Faire le bilan des forces s'exerçant sur le proton et les représenter
- 2) Calculer la vitesse du proton en A. (1 pt)
- 3) Déterminer la valeur du champ électrique existant entre les grilles A et B (1 pt)
- 4) Calculer l'énergie cinétique et la vitesse du proton en B (1 pt)
- 5) Calculer la durée du parcours de A et B (1 pt)

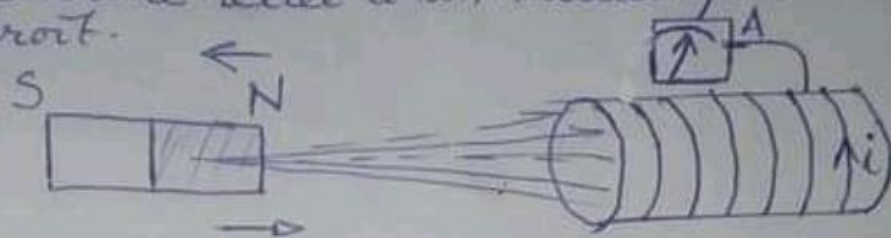
## Corrigé

### A-THEORIE

1) Le phénomène d'induction électromagnétique: (2,5 pts)

a) Dispositif expérimental:

Considérons une bobine reliée à un milliampèremètre et un aimant droit.



b) Observation: Le déplacement relatif de l'aimant droit (inducteur) par rapport à la bobine (induit) provoque une déviation de l'aiguille du microampèremètre. La déviation s'arrête dès que cesse le déplacement de l'aimant droit.

c) Interprétation: La déviation de l'aiguille du microampèremètre est due à l'apparition d'un courant induit dans la bobine: c'est le phénomène d'induction électromagnétique.

d) Conclusion: Le déplacement relatif de l'aimant provoque une variation du flux magnétique à travers la bobine, provoquant ainsi l'apparition d'un courant induit et d'une force électromotrice (f.e.m.): c'est le phénomène d'induction électromagnétique.

2) Énonçons la 3<sup>e</sup> loi de Kepler et démontrons son expression: (2,5 pts)

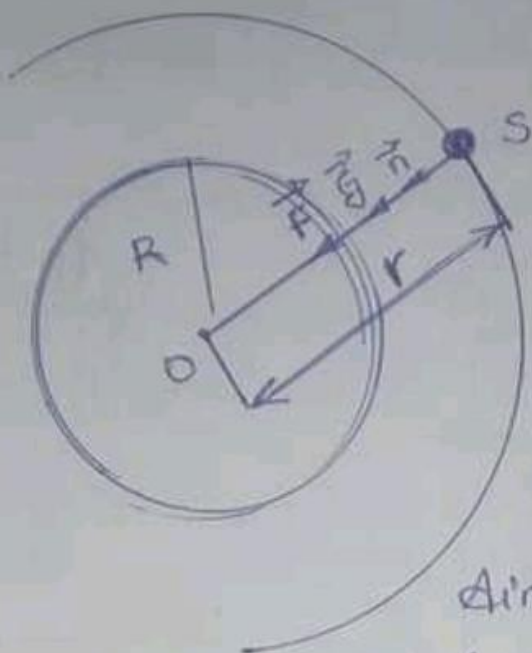
2-1- Énoncé: « pour toutes les planètes, le rapport du carré de la période de révolution ( $T$ ) au cube du demi-grand axe ( $r$ ) de la trajectoire est constant » 1,25

2-2- Démonstration:

Considérons un satellite (s) de masse  $m$  en orbite autour d'un astre à la distance  $r$  du centre de celui-ci.

2

Le satellite est soumis à la seule force de gravitation:  $\vec{F} = m\vec{g}$  dans le référentiel considéré.



Le TCI donne:  $F = ma$   
 de la loi de Newton:  $F = K \frac{Mm}{r^2}$

donc:  $ma = K \frac{Mm}{r^2}$

soit:  $a = K \frac{M}{r^2}$  (1)

Le mouvement de S étant uniforme:  $a = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$

or:  $\omega = \frac{2\pi}{T}$

donc:  $a = \frac{4\pi^2}{T^2} r$  (2)

Ainsi (1) = (2) donne:  $K \frac{M}{r^2} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$

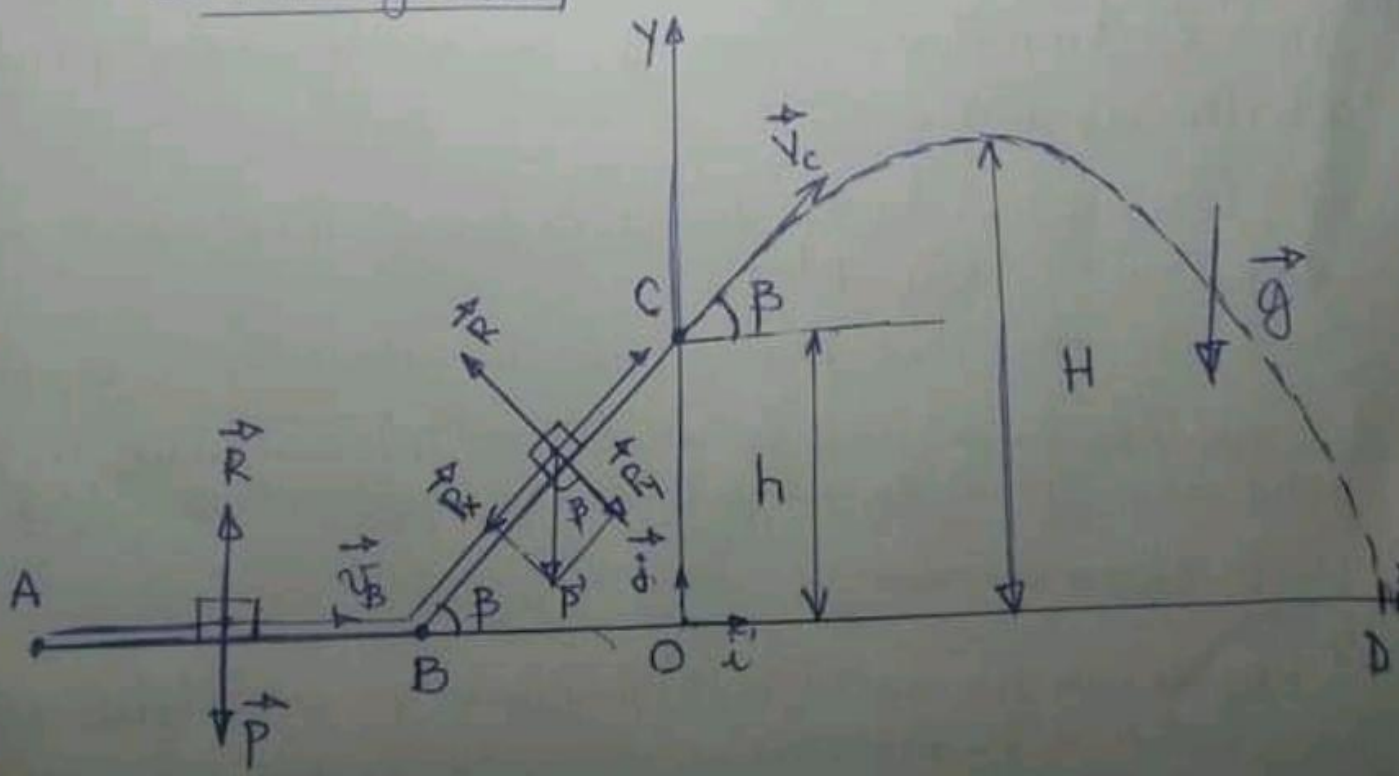
D'où:  $\boxed{\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{KM} = \text{cte}}$

425

### B-Pratique:

I/Mécanique: Le cascadeur à Moto.

- Sur AB (MRUV):  $t_0 = 0s$ ;  $t_B = 6s$ ;  $v_B = 30m/s$ ;
  - Sur BC (MRU):  $v_C = v_B$ ;  $\beta = 30^\circ$ ;  $g = 10m/s^2$ ;  $h = OC = 3m$
- Le système d'étude est le cascadeur + la moto  
schema genéral:

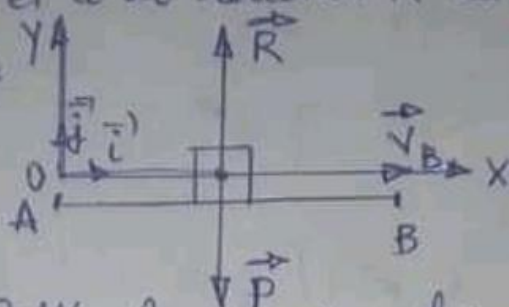


(3)

## 1) Etude du mouvement sur AB (1,5 pt)

1-1- Bilan des forces: Le système cascadeur + moto est soumis à son poids  $\vec{P} = m\vec{g}$  et à la réaction  $\vec{R}$  du plan

Schéma d'étude



(0,5 pt)

1-2- Expressions littérales des équations horaires:

Le mvt est uniformément varié, on a:

$$a = \text{cte} ; v_B = at_B + v_A ; x_B = \frac{1}{2} at_B^2 + v_A t + x_A$$

A  $t_0 = 0$  s;  $v_A = 0$  et partant de A;  $x_A = 0$

(0,5 pt)

Soit  $\boxed{a = \text{cte} ; v_B = at_B ; x_B = \frac{1}{2} at_B^2}$

1-3- Calcul de l'accélération de son centre d'inertie:

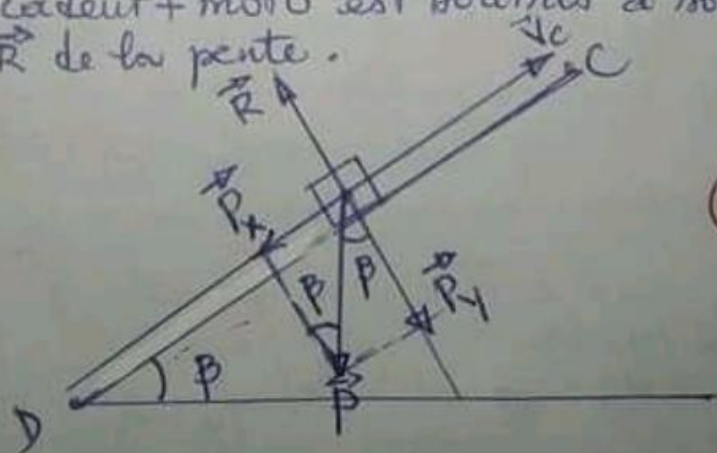
soit:  $v_B = at_B \Rightarrow \boxed{a = \frac{v_B}{t_B}} \text{ (m/s}^2\text{)} ; a = \frac{30}{6} = 5 \Rightarrow \boxed{a = 5 \text{ m/s}^2}$

(0,5 pt)

## 2) Etude du mouvement sur le tremplin BC (2 pt)

2-1- Bilan des forces et schéma d'étude:

Le système cascadeur + moto est soumis à son poids  $\vec{P} = m\vec{g}$  et à la réaction  $\vec{R}$  de la pente.



(1 pt)

2-2- Montrons que  $v_C = v_B$ : Comme le mouvement du cascadeur + moto est uniforme sur BC, alors  $\boxed{v_C = v_B = 30 \text{ m/s}}$

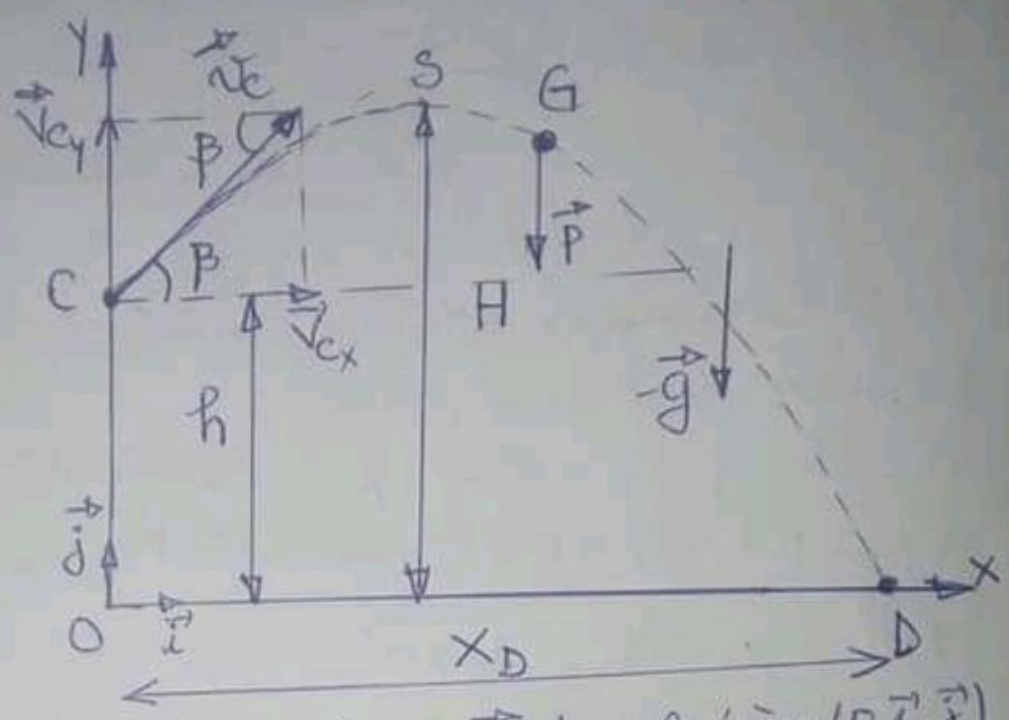
(1 pt)

④

### 3) Etude du mouvement au-delà du point C (3pts)

Au point C, il quitte le tremplin et effectue un saut dans l'air pour atterir au point D.

Il n'est soumis qu'à la seule action de son poids  $\vec{P} = m\vec{g}$



3-1- Coordonnées du vecteur-vitesse  $\vec{v}_c$  dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$

$$\vec{v}_c \begin{cases} v_{cx} = v_c \cos \beta = 30 \cos 30^\circ = 25,98 \text{ (m/s)} \\ v_{cy} = v_c \sin \beta = 30 \sin 30^\circ = 15 \end{cases} \Rightarrow \vec{v}_c \begin{cases} v_{cx} = 26 \text{ (m/s)} \\ v_{cy} = 15 \text{ (m/s)} \end{cases} \quad (0,5 \text{ pt})$$

3-2- Théorème du centre d'inertie :

« Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle de toutes les forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre d'inertie »

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a}_G \quad (0,5 \text{ pt})$$

3-3- Equations horaires  $x(t)$  et  $y(t)$  du mvt du solide G.

D'après le TCI :  $\sum \vec{F} = \vec{P} = m \vec{a} \Leftrightarrow \vec{a} = \vec{g}$   
suivant les axes  $\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases} ; \vec{OG}_0 \begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = h \end{cases}$

d'où :  $\begin{cases} x(t) = (v_c \cos \beta)t \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_c \sin \beta)t + h \end{cases} \quad (0,5 \text{ pt})$

Application numérique :  $\begin{cases} x(t) = 26t \\ y(t) = -5t^2 + 15t + 3 \end{cases} \text{ (m)}$

⑤ 3-4- Déduisons - en l'équation cartésienne de la trajectoire

On sait que : 
$$\begin{aligned} X &= (V_c \cos \beta) t \\ Y &= -\frac{1}{2} g t^2 + (V_c \sin \beta) t + h \end{aligned} \Rightarrow t = \frac{X}{V_c \cos \beta}$$

D'où : 
$$Y = -\frac{g}{2 V_c^2 \cos^2 \beta} X^2 + X \tan \beta + h$$

Application numérique : 
$$Y = -\frac{10}{2(26)^2} X^2 + X \tan 30^\circ + 3$$
 (0,5 pt)

D'où : 
$$Y = -7,4 \cdot 10^{-3} X^2 + 0,577 X + 3$$

3-5- Déterminer :

3-5-1- L'altitude maximale atteinte par le solide G

On sait que :  $Y = -\frac{1}{2} g t^2 + (V_c \sin \beta) t + h$  et  $v_y = \frac{dy}{dt} = -gt + V_c \sin \beta$

À l'altitude maximale (point S) :  $v_y = 0$  et  $Y = H$

soit  $t_s = \frac{V_c \sin \beta}{g}$   
 $H = -\frac{1}{2} g \left( \frac{V_c \sin \beta}{g} \right)^2 + V_c \sin \beta \left( \frac{V_c \sin \beta}{g} \right) + h \Rightarrow H = \frac{V_c^2 \sin^2 \beta}{2g} + h$  (0,5 pt)

AN :  $H = \frac{15^2}{2 \times 10} + 3 \Rightarrow H = 14,25 \text{ m}$

3-5-2- Les coordonnées du point de chute D

Au point de chute (point D) :  $\begin{cases} X = X_D \\ Y_D = 0 \end{cases}$  soit D  $\begin{vmatrix} X_D \\ 0 \end{vmatrix}$

soit :  $-7,4 \cdot 10^{-3} X_D^2 + 0,577 X_D + 3 = 0$

$\Delta = (0,577)^2 - 4(-7,4 \cdot 10^{-3})(3) = 0,333 + 0,0888 \Rightarrow \sqrt{\Delta} = 0,65$

soit  $X_{D1} = \frac{-0,577 - 0,65}{2(-7,4 \cdot 10^{-3})} = \frac{1,227}{14,8} \cdot 10^3 = 82,9 \text{ m}$

(0,5 pt)

$X_{D2} = \frac{-0,577 + 0,65}{2(-7,4 \cdot 10^{-3})} = -\frac{7,3 \cdot 10}{14,8} < 0$  à rejeter

D'où : 
$$D \begin{vmatrix} X_D = 82,9 \\ Y_D = 0 \end{vmatrix} \text{ (m)}$$

## II / Electromagnétisme / Auto induction;

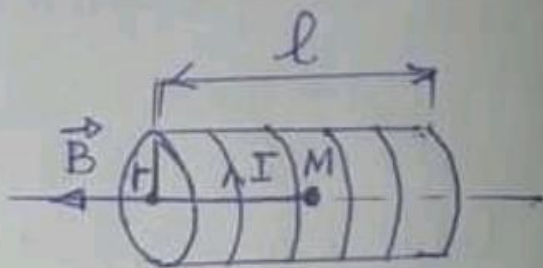
On donne:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ S.I.}$

1) Une bobine:  $l = 40 \text{ cm}$ ;  $r = 2 \text{ cm}$ ;  $N = 250$  spires;  $I = 5 \text{ A}$

a) Vrai; justification: la bobine est considérée comme un solénoïde long si  $\frac{l}{r} > 10$ . soit  $\frac{l}{r} = \frac{40}{2} = 20 \Rightarrow \left[ \frac{l}{r} > 10 \right] (0,5 \text{ pt})$

b) Caractéristiques du champ magnétique  $\vec{B}$  à l'intérieur du solénoïde

- Point d'application: centre M du solénoïde
- Direction: selon l'axe du solénoïde
- Sens: de la face sud vers la face nord
- Intensité:  $B = \mu_0 \frac{N}{l} I$  (T) (1 pt)



AN:  $B = 4 \times 3,14 \cdot 10^{-7} \frac{250}{4,10^{-1}} \times 5 = 3,925 \cdot 10^{-4} \text{ T} \Rightarrow \boxed{B \approx 4 \cdot 10^{-4} \text{ T}}$

c) Calcul de l'inductance L:  $\begin{cases} \Phi = LI \\ \Phi = NBS \end{cases} \Rightarrow L = \mu_0 \frac{N^2}{l} S$

où:  $S = \pi r^2$  et  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ S.I.}$  (0,5 pt)

D'où:  $\boxed{L = \frac{\mu_0 (2\pi N r)^2}{l}} \text{ (H)} ; L = \frac{10^{-7} (2 \times 3,14 \times 250 \times 2 \cdot 10^{-2})^2}{4,10^{-1}}$

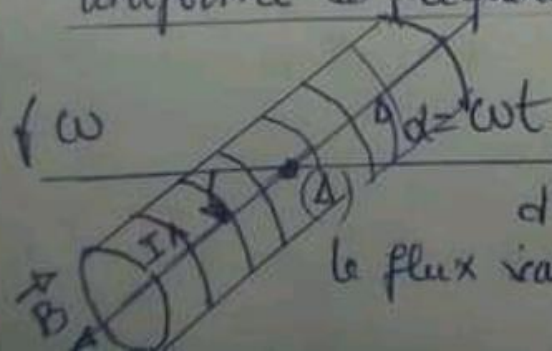
Donc:  $\boxed{L = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ H}}$

d) Calcul du flux propre du champ  $\vec{B}$  à travers ce solénoïde

On sait que:  $\boxed{\Phi = LI} \text{ (Wb)} (0,5 \text{ pt})$

AN:  $\Phi = 2,5 \cdot 10^{-4} \times 5 \Rightarrow \boxed{\Phi = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}}$

2) On fait tourner la bobine autour d'un axe ( $\Delta$ ) de mvt uniforme de fréquence  $f = N = 50 \text{ Hz}$ .



a) Expression du flux sinusoïdal

La bobine tourne d'un mvt uniforme d'angle  $\alpha = \omega t$  avec  $\alpha_0 = 0$  à  $t_0 = 0$

le flux varie donc et devient

$\boxed{\Phi(t) = NBS \cos(\omega t)}$  (1 pt)

7) b) Montrons que la bobine est le siège d'une f.e.m. auto-induite.  
Le flux  $\phi(t) = NBS \cos \omega t$  est variable, donc la bobine est le siège d'une f.e.m. auto-induite  $e = - \frac{d\phi}{dt}$ .

Expression de la f.e.m. auto-induite et son amplitude  $E_m$

$$e = - \frac{d\phi}{dt} = - (NBS \cos \omega t)' = -NBS(-\omega \sin \omega t)$$

d'où :  $\boxed{e(t) = NBS\omega \sin \omega t}$  (V) (0,5 pt)

En posant  $S = \pi r^2$  et  $\omega = 2\pi f \Rightarrow e(t) = 2\pi^2 r^2 NBf \sin 2\pi f t$

d'amplitude :  $\boxed{E_m = NBS\omega = 2\pi^2 NBf r^2}$  (V) (0,5 pt)

c) Déduisons-en la valeur efficace de cette f.e.m. auto-induite

On sait que :  $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} \Rightarrow E = \frac{2\pi^2 NBf r^2}{\sqrt{2}}$

d'où :  $\boxed{E = \pi^2 \sqrt{2} NBf r^2 = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}}}$  (V) (0,5 pt)

AN1  $E = 1,41 \cdot (3,14)^2 \cdot 2,5 \cdot 10^2 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10 \cdot (2 \cdot 10^{-2})^2 = 2,78 \cdot 10^{-2} \text{ V}$

$\boxed{E = 27,8 \text{ mV}}$

Calcul de la période  $T$  du mouvement :

On sait que :  $\boxed{T = \frac{1}{f}} \text{ (s)} ; T = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ s} \Rightarrow \boxed{T = 20 \text{ ms}}$

### III / Mécanique / champ électrostatique

Un proton :  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ;  $E_A = 2 \text{ eV}$  ;

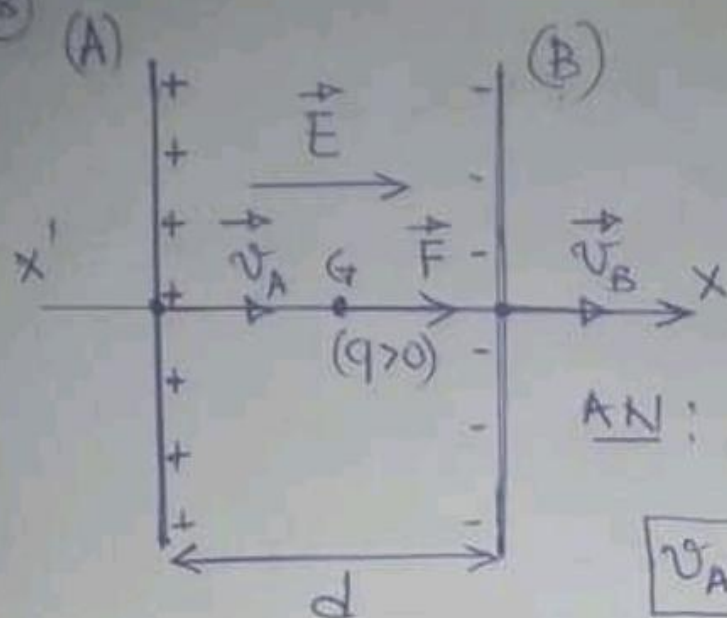
$d = 2 \text{ cm}$  ;  $U_{AB} = 1000 \text{ V}$ .

1) Bilan des forces et schéma d'étude :

Les forces appliquées au proton sont :

- Le poids  $\vec{P} = m\vec{g}$
- La force électrostatique  $\vec{F} = q\vec{E}$  avec  $\vec{P} \ll \vec{F}$ , (1 pt)

8)



2) Calcul de la vitesse du proton en A.

On sait que:  $EC_A = \frac{1}{2} m_p v_A^2$

Donc:  $v_A = \sqrt{\frac{2EC_A}{m_p}}$  (m/s) (1 pt)

AN:  $v_A = \sqrt{\frac{2 \times 2 \times 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,67 \cdot 10^{-27}}} = 1,9576 \cdot 10^4$

$v_A \approx 1,96 \cdot 10^4 \text{ m/s}$

3) Valeur du champ électrique entre les grilles A et B.

On sait que:  $E = \frac{U_{AB}}{d}$  (V.m<sup>-1</sup>)  $\Rightarrow E = \frac{1000}{2 \cdot 10^{-2}} = \frac{10^5}{2} = 0,5 \cdot 10^5$

$E = 5 \cdot 10^4 \text{ V.m}^{-1}$  (1 pt)

4) Energie cinétique et la vitesse du proton en B.

Le TEC entre A et B donne:  $EC_B - EC_A = qU_{AB}$

$EC_B = EC_A + qU_{AB}$  (J); (0,5 pt)

$EC_B = 2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} + 1,6 \cdot 10^{-19} \times 10^3 = 10^{-19} (1600 + 3,2) = 1603,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$EC_B = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ J}$ ; soit  $EC_B = \frac{1,6 \cdot 10^{-16}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \Rightarrow EC_B = 1000 \text{ eV}$

La vitesse est telle que:

$v_B = \sqrt{\frac{2EC_B}{m_p}}$  (m/s);  $v_B = \sqrt{\frac{2 \times 1,6 \cdot 10^{-16}}{1,67 \cdot 10^{-27}}} = 4,377 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

Donc:  $v_B \approx 4,4 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1}$  (0,5 pt)

5) Calcul de la durée du parcours A et B.

On constate que  $v_B > v_A$ , le mouvement du proton est accéléré entre A et B, donc  $v_B = v_A + at$

$d = x = \frac{1}{2} at^2 + v_A t \Rightarrow \begin{cases} a = \frac{v_B - v_A}{t} \\ d = \frac{1}{2} \left( \frac{v_B - v_A}{t} \right) t^2 + v_A t \end{cases}$

Donc:  $t = \frac{2d}{v_A + v_B}$  (s);  $t = \frac{2 \times 2 \cdot 10^{-2}}{1,96 \cdot 10^4 + 4,4 \cdot 10^6} = \frac{4}{4,4196} \cdot 10^{-6} \Rightarrow t = 9 \cdot 10^{-7}$  (1 pt)

## Exercice ①

Lorsqu'on applique une tension continue  $U_1 = 6\text{ V}$  aux bornes d'une bobine, celle-ci est traversée par un courant d'intensité  $I_1 = 0,5\text{ A}$ . Si la tension appliquée est sinusoïdale, de fréquence  $50\text{ Hz}$  et de valeur efficace  $U = 13\text{ V}$ , l'intensité efficace du courant est  $I = 1\text{ A}$ .

Déduire de ces mesures la résistance  $R$  et l'inductance  $L$  de la bobine.

Réponses ;  $R = 12\ \Omega$

$L = 15,9\text{ mH}$

## Exercice (2) :

On remet une résistance  $R$  et un condensateur de capacité  $C$ , montés en série, à une d.d.p. alternative sinusoïdale de valeur efficace

ue)  $U = 120 \text{ V}$ , de fréquence  $f = 50 \text{ Hz}$ .

Un ampèremètre thermique indique

$I = 2,4 \text{ A}$ . Un voltmètre

thermique branché aux bornes

de la résistance indique  $U_1 = 96 \text{ V}$ .

Calculer :

1°) L'impédance du circuit et la valeur de la résistance.

2°) La capacité du condensateur et la tension efficace à ses bornes.

Réponse : 1)  $Z = 50 \Omega$ ;  $R = 40 \Omega$

2)  $C = 106 \mu\text{F}$

## Exercice 1

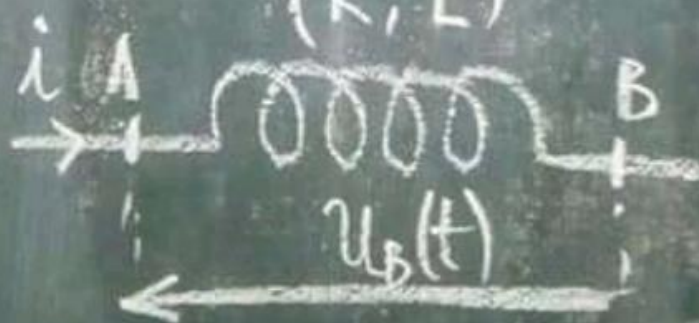
Une bobine ( $R; L$ )

Courant continu  $\left| \begin{array}{l} U_1 = 6 \text{ V} \\ I_1 = 0,5 \text{ A} \end{array} \right.$

Courant alternatif  $\left| \begin{array}{l} \text{Tension} \\ \text{efficace} \end{array} \right. \left| \begin{array}{l} f = 50 \text{ Hz} \\ U = 13 \text{ V} \\ I = 1 \text{ A} \end{array} \right.$

Calcul de  $R$  et de  $L$

Schéma de montage  
( $R; L$ )



o Une bobine traversée par un courant continu se comporte comme un résistor;

La loi d'Ohm donne:  $U = RI_1$

Soit la résistance  $R = \frac{U_1}{I_1} \text{ (}\Omega\text{)}$

AN:  $R = \frac{6}{0,5} = \frac{6}{\frac{1}{2}} = 6 \times 2 = 12 \Omega$

$$\Rightarrow \boxed{R = 12 \Omega}$$

En courant alternatif, la loi d'Ohm donne:  $U = ZI$

L'impédance:  $Z = \frac{U}{I} = \frac{13}{1} = 13 \Omega$

Or pour un dipôle R, L série

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} \Leftrightarrow Z^2 = R^2 + (L\omega)^2$$

L'inductance est telle que:

$$(L\omega)^2 = Z^2 - R^2 \Rightarrow L^2 = \frac{Z^2 - R^2}{\omega^2}$$

Donc:  $\boxed{L = \frac{1}{2\pi f} \sqrt{Z^2 - R^2}} \text{ (H)}$

AN:  $L = \frac{1}{314} \sqrt{13^2 - 12^2} = \frac{\sqrt{25}}{314}$   
 $= 0,0159 \text{ H}$

$$L \geq 16 \text{ mH}$$

### Exercice (2)

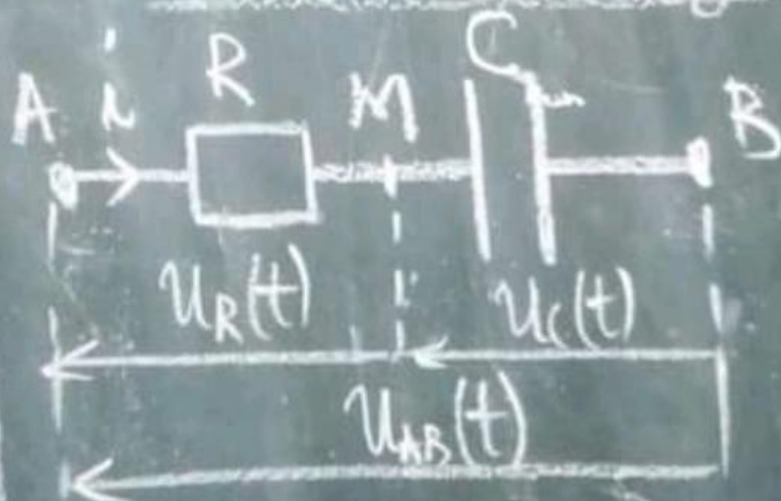
Un circuit (R, C) série

• L'ensemble (R, C)  $\left| \begin{array}{l} U = 120 \text{ V} \\ f = 50 \text{ Hz} \end{array} \right.$

• Résistance  $\left| \begin{array}{l} U_1 = 96 \text{ V} \\ I = 2,4 \text{ A} \end{array} \right.$

1) Calcul de l'impédance  $Z$  du circuit et la valeur  $R$  de la résistance

schéma de montage :



• La loi d'Ohm aux bornes du circuit RC série

permet de calculer

l'impédance  $Z$ , soit :

$$U = ZI \Rightarrow \boxed{Z = \frac{U}{I}}$$

$$\text{AN: } Z = \frac{120}{2,4} = 50 \Omega$$

$$\text{Donc: } \boxed{Z = 50 \Omega}$$

• la loi d'Ohm aux bornes  
de la résistance  $R$  donne :

$$U_1 = RI \Rightarrow \boxed{R = \frac{U_1}{I}}$$

$$\text{AN: } R = \frac{96}{2,4} = 40 \Omega$$

$$\text{Donc: } \boxed{R = 40 \Omega}$$

2) Calcul de la capacité  
 $C$  du condensateur et  
la tension efficace à ses  
bornes

Pour un dipôle (RC) série,  
l'impédance  $Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2}$

$$\text{Soit : } Z^2 = R^2 + \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2$$

La capacité C est telle que :

$$\left(\frac{1}{C\omega}\right)^2 = Z^2 - R^2 \Rightarrow C^2 = \frac{1}{\omega^2(Z^2 - R^2)}$$

$$\text{D'où : } \boxed{C = \frac{1}{2\pi f \sqrt{Z^2 - R^2}}} \text{ (F)}$$

$$\begin{aligned} \text{Avec : } C &= \frac{1}{314 \sqrt{50^2 - 40^2}} = \frac{1}{314 \sqrt{900}} \\ &= \frac{1}{30 \times 314} = \frac{1}{3 \times 3,14} \cdot 10^{-3} \\ &= 0,106 \cdot 10^{-3} = 106 \cdot 10^{-6} \text{ F} \end{aligned}$$

$$\text{D'où : } \boxed{C = 106 \mu\text{F}}$$

La tension efficace à ses bornes est donnée par :

$$\boxed{U_C = Z_C I = \frac{I}{C\omega}} \text{ (V)}$$

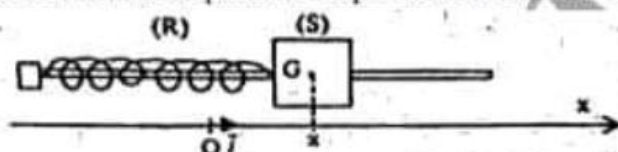
$$\begin{aligned}\underline{\text{Ans:}} \quad U_c &= \frac{2,4}{1,06 \cdot 10^{-4} \times 3,14 \cdot 10^2} \\ &= \frac{240}{3,3284} = 72,1\end{aligned}$$

$$\boxed{U_c = 72,1 \text{ V}}$$

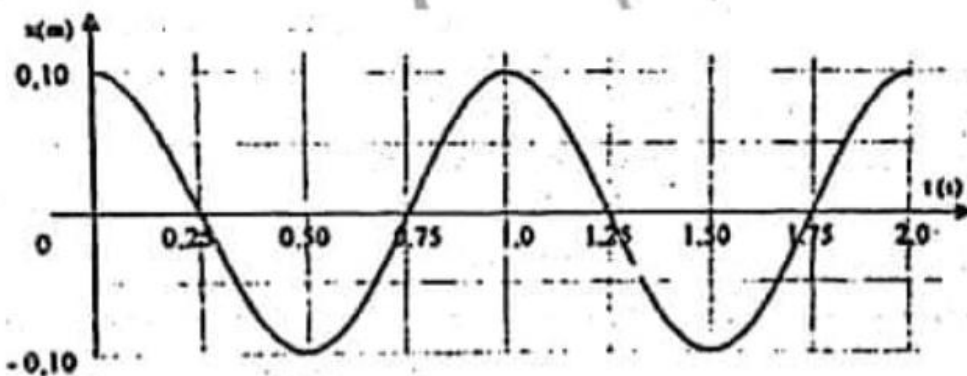
**Exercice 16 :**

Un solide (S) de masse  $m$ , de centre d'inertie G, peut glisser sans frottement sur une tige horizontale. Il est accroché à un ressort (R) à spires non jointives, de raideur  $k = 4,0 \text{ N.m}^{-1}$ .

Lorsque le solide (S) est à l'équilibre, son centre d'inertie G se situe à la verticale du point O, origine de l'axe des abscisses. Le solide est écarté de 10 cm de sa position d'équilibre et abandonné sans vitesse initiale à la date  $t = 0 \text{ s}$ .



On procède à l'enregistrement des positions successives de G au cours du temps par un dispositif approprié. On obtient la courbe ci-dessous.



1) Reproduire sur la copie le schéma du dispositif expérimental ci-dessus puis représenter et nommer les forces les forces en G, sans souci d'échelle, s'exerçant sur le solide (S).

2) Etablir l'équation différentielle régissant le mouvement de son centre d'inertie G.

3) Une solution de l'équation différentielle peut s'écrire sous la forme  $x(t) = X_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$

Où  $X_m$  est l'amplitude des oscillations et  $\varphi$  la phase initiale

3-1-Retrouver l'expression de la période propre  $T_0$  en fonction de  $m$  et  $k$ .

3-2-Déterminer  $X_m$ ,  $T_0$ ,  $\omega_0$  et  $\varphi$ .

3-3-En déduire l'équation horaire du mouvement.

3-4-Déterminer l'instant auquel le solide repasse en O, après l'instant initial.

3-5-Calculer la valeur de la masse  $m$  du solide (S)

Réponses : 3-3)  $x = 0,10\cos(2\pi t)$  ; 3-4)  $t = 0,75 \text{ s}$  ; 3-5)  $m = \frac{k}{\omega_0^2} = 101,3 \text{ g}$

## Exercice 16

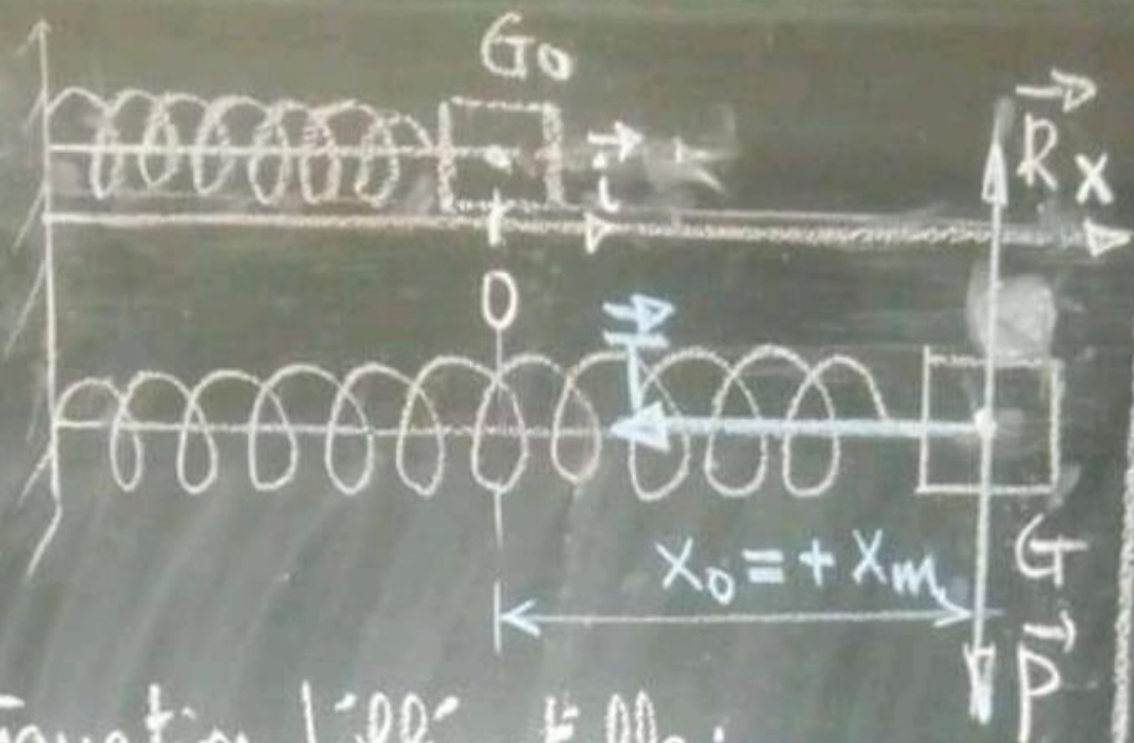
Un solide (S) de masse (m) est accroché à un ressort de raideur (K), peut glisser sans frottement avec  $K = 4,0 \text{ N/m}$ ,  $x_m = 10 \text{ cm}$  et lâché à  $v_0 = 0$  à  $t = 0$

1) Représenter les forces et schéma d'étude

Le pendule élastique est soumis :

- Au poids  $\vec{P} = m\vec{g}$  du solide
- À la réaction  $\vec{R}$  du support
- À la tension  $\vec{T}$  du ressort.

D'où le schéma :



2) Equation différentielle:

D'après le T(I):  $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}_G$

Suivant Ox:  $\vec{T} = m\vec{a}_G = m\ddot{x}\vec{i}$

De norme:  $-T = m\ddot{x}$

Or:  $T = Kx$

Donc:  $-Kx = m\ddot{x}$

D'où:  $\boxed{\ddot{x} + \frac{K}{m}x = 0}$

3) soit une solution de l'équation différentielle:

$$x(t) = x_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$$

### 3-1- Expression de la période $T_0$ en fonction de $m$ et $K$

On sait que:  $x = x_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$

- la vitesse:  $v = \frac{dx}{dt} = -x_m \cdot \frac{2\pi}{T_0} \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$

- l'accélération:  $a = \frac{dv}{dt} = \ddot{x}$

$$a = \left[ -x_m \frac{2\pi}{T_0} \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right) \right]' = \ddot{x}$$

$$\ddot{x} = -x_m \frac{4\pi^2}{T_0^2} \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$$

$$\ddot{x} = -\frac{4\pi^2}{T_0^2} \left[ \underbrace{x_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)}_x \right]$$

$$\Rightarrow \ddot{x} = -\frac{4\pi^2}{T_0^2} x \Rightarrow \ddot{x} + \frac{4\pi^2}{T_0^2} x = 0 \quad (1)$$

$$\text{Or:} \quad \ddot{x} + \frac{K}{m} x = 0 \quad (2)$$

Pour identification

$$\frac{4\pi^2}{T_0^2} = \frac{k}{m} \Rightarrow T_0^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k}$$

d'où:  $\boxed{T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}} \text{ (s)}$

3-2- Déterminons

les valeurs de

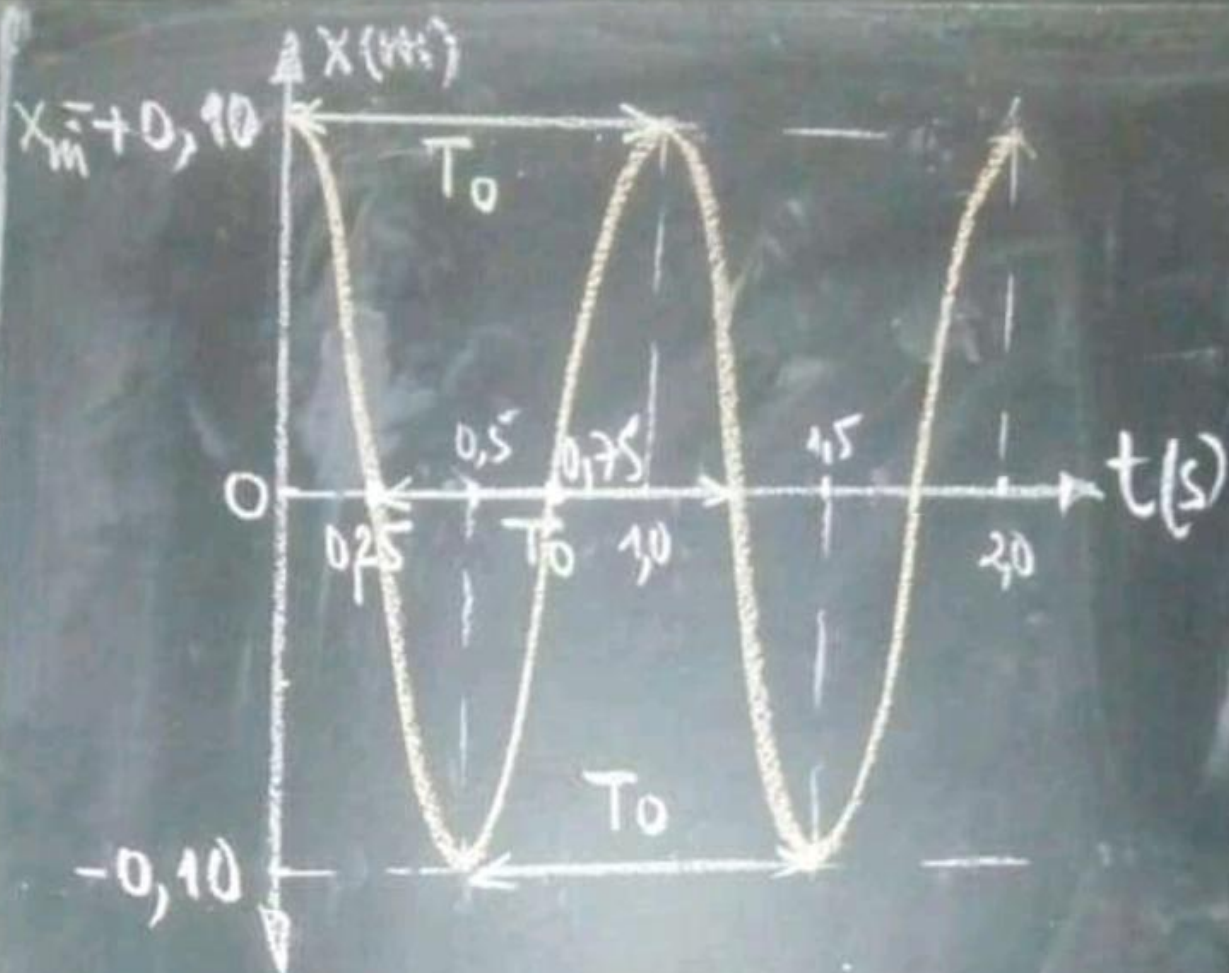
$x_m, T_0, \omega_0$  et  $\varphi$

Exploitions pour  
cela la forme

$$x = f(t).$$

Pour  $x_m$

- 1) Elle correspond à l'amplitude des
- 2) oscillations



donc :  $x_m = \pm 0,10 \text{ m}$

comme le ressort est écarté à  $t = 0$

alors :  $x_m = +0,10 \text{ m}$

Pour  $T_0$  : Elle correspond à deux passages du ressort ds le m sens,

donc :  $T_0 = 1,0 \text{ s}$

Pour  $\omega_0$  : On sait que :  $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$

$$\boxed{\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}} \text{ (rad/s)}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{1} = 2\pi \text{ rad/s}$$

$$\boxed{\omega_0 = 6,28 \text{ rad/s}}$$

Pour  $\varphi$  :

Elle dépend des conditions initiales ( $x_0$  et  $v_0$  à  $t=0$ )

Soient  $\left\{ \begin{array}{l} x = x_m \cos(\omega_0 t + \varphi) \\ v = -x_m \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi) \end{array} \right.$

À  $t=0$

$$x_0 = x_m \cos \varphi = x_0$$

$$v_0 = -x_m \omega_0 \sin \varphi = 0$$

$$= \begin{cases} \cos \varphi = 1 \\ \sin \varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \boxed{\varphi = 0}$$

3-3-Equation

horaire du mouvement

Soit

$$x(t) = x_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

mais :

$$x_m = 0,10 \text{ m}$$

$$\omega_0 = 2\pi \text{ rad/s}$$

$$\varphi = 0$$

Alors :

$$\boxed{x(t) = 0,10 \cos(2\pi t)}$$

3-4-Instant auquel le solide repasse en 0 ; graphiquement

Après  $t=0$ , le solide passe

à  $t_1 = 0,25 \text{ s}$  et repasse à  $\boxed{t = 0,75 \text{ s}}$

### 3-5- Calcul de la masse m du solide

On sait que :

$$\omega_0^2 = \frac{K}{m}$$

$$\Rightarrow m = \frac{K}{\omega_0^2} \quad (\text{kg})$$

$$m = \frac{4}{(2\pi)^2} = \frac{4}{4\pi^2} = \frac{1}{\pi^2} = 0,1014$$

$$\boxed{m \approx 0,10 \text{ Kg}}$$

Calculer le nombre total de tours décrits par les ions et leur énergie à la sortie du cyclotron.

**Exercice 18:**

Un spectrographe de masse schématisé ci-contre, on se propose de séparer les ions  ${}^6\text{Li}^+$  et  ${}^7\text{Li}^+$  de masses respectives. Les ions  $\text{Li}^+$  pénètrent en O dans le champ électrique uniforme créée par la tension  $U$  qui règne entre les deux plaques verticales  $(P_1)$  et  $(P_2)$  pour y être accélérés jusqu'en A.

1) Les ions  ${}^6\text{Li}^+$  et  ${}^7\text{Li}^+$  sortent en A du champ électrique avec des vitesses respectives  $v$  et  $v'$ . Leur vitesse en O est négligeable devant  $v$  et  $v'$ . Etablir la relation :

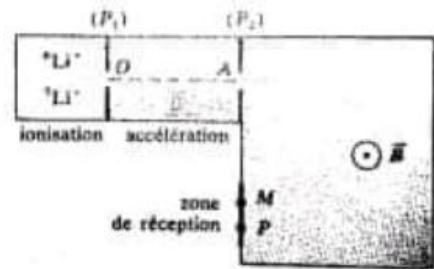
$$\frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{m'}{m}}$$

2) Les ions  $\text{Li}^+$  pénètrent en A dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  orthogonal au plan du schéma et parviennent dans la zone de réception indiquée.

- a) Exprimer les rayons de courbures des trajectoires décrites par les ions  $\text{Li}^+$
- b) Exprimer la distance MP entre les deux types d'ions à leur arrivée dans la zone de réception, en fonction de  $B$ ,  $m$ ,  $m'$ ,  $U$  et de la charge élémentaire.

Application numérique :  $U = 1,00.10^4 \text{ V}$  ;  $B = 2,00.10^{-1} \text{ T}$  ;  $m = 6 \text{ u}$  ;  $m' = 7 \text{ u}$  ;  $1 \text{ u} = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$  ;  $e = 1,60.10^{-19} \text{ C}$

**Réponses : 2-b)  $MP = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{8U}{e}} (\sqrt{m'} - \sqrt{m}) = 2,8 \text{ cm}$**



# Exercice 18 :

On se propose de séparer  ${}^6\text{Li}^+$  et  ${}^7\text{Li}^+$

$$U = 1,00 \cdot 10^4 \text{ V} ; B = 2,00 \cdot 10^{-4} \text{ T} ; m = 6 \text{ u}$$

$$m' = 7 \text{ u} ; 1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} ; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

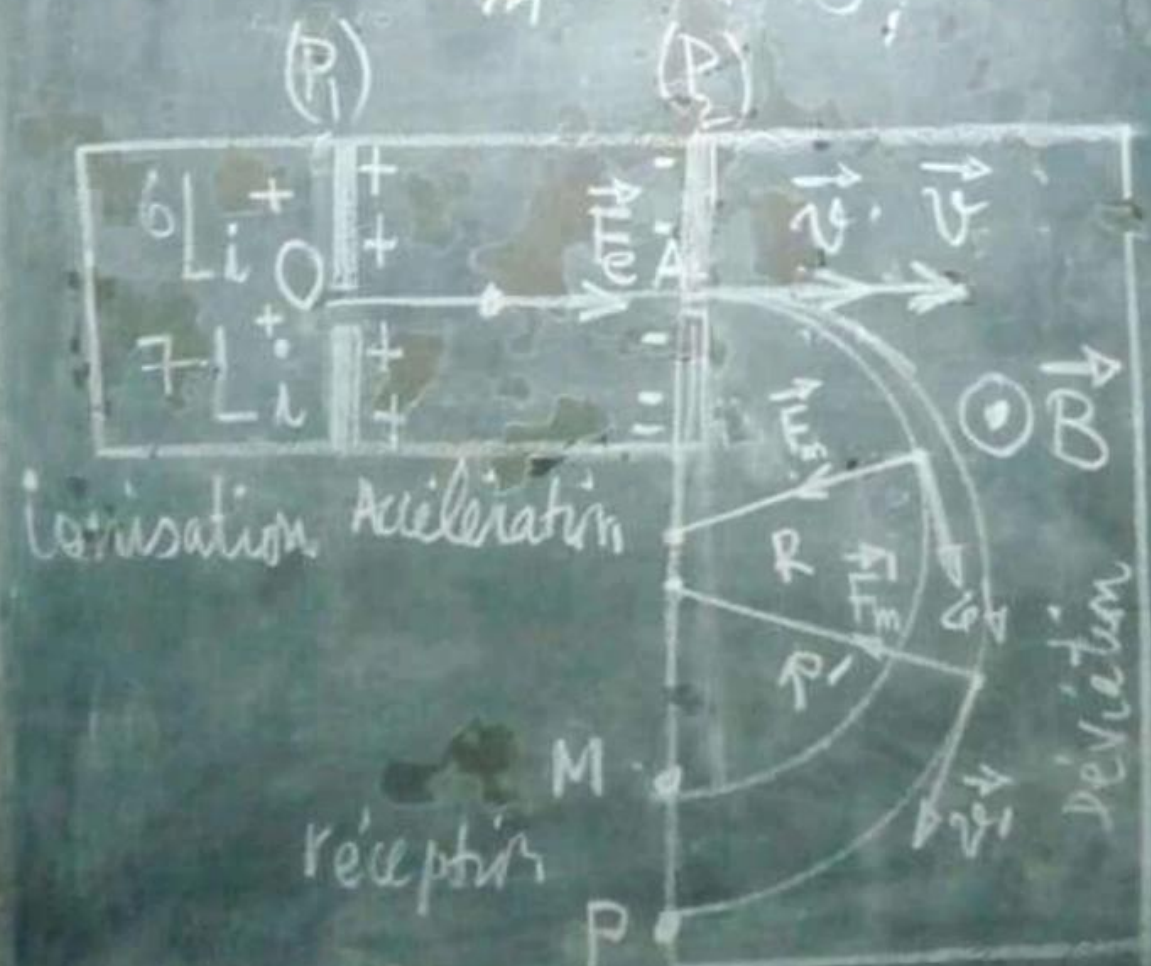
Dans la chambre d'accélération entre

$P_1$  et  $P_2$  les ions  $\text{Li}^+$  sont soumis à

la force électrique  $\vec{F}_e = q\vec{E}$ .

Dans la chambre de déviation, ils sont

soumis à  $\vec{F}_m = q\vec{v} \wedge \vec{B}$ .



1) Établissons la relation

$$\frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{m'}{m}}$$

Appliquons le TEC dans la chambre d'accélération :

$$E_A - E_0 = W_{F_e} = F_e d$$

$$\frac{1}{2} m v_A^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = q E \cdot d$$

$$\text{Or } v_0 = 0 ; E d = U$$

$$\text{Donc : } \frac{1}{2} m v_A^2 = q U$$

$$\text{Pour } {}^6\text{Li}^+ ; v_A = v \text{ et } q = +e$$

$$\boxed{\frac{1}{2} m v^2 = e U \quad (1)}$$

$$\text{Pour } {}^7\text{Li}^+ ; v_A = v' \text{ et } q = +e$$

$$\boxed{\frac{1}{2} m' v'^2 = e U \quad (2)}$$

$$\text{En posant } (1) = (2)$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m'v'^2 = e\hbar$$

$$\Rightarrow mv^2 = m'v'^2$$

$$\Rightarrow \frac{v^2}{v'^2} = \frac{m'}{m}$$

$$\left(\frac{v}{v'}\right)^2 = \frac{m'}{m}$$

$$\text{Donc: } \left| \frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{m'}{m}} \right|$$

2) Les ions  $\text{Li}^+$  pénètrent  
dans le champ magnétique  
en A

a) Exprimons les rayons  
de courbure des trajectoires

$$\text{D'après le TCI:}$$

$$\sum \vec{F} = \vec{F}_m = m\vec{a}$$

$$(\text{de norme: } F_m = ma)$$

$$\text{Or: } F_m = qvB \sin \alpha$$

$$\text{Hence } \vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow \sin \alpha = 1$$

$$F_m = q \cdot v \cdot B$$

$$\text{Et } a = a_n = \frac{v^2}{R}$$

$$\text{Also: } qvB = m \frac{v^2}{R}$$

$$\Rightarrow R = \frac{mv}{qB} = \frac{mv}{eB}$$

$$\text{Pour } {}^6\text{Li}^+ : R = \frac{mv}{eB}$$

$$\text{Pour } {}^7\text{Li}^+ : R' = \frac{m'v'}{eB}$$

$$\text{Or } \begin{cases} \frac{1}{2}mv^2 = eU \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{2}m'v'^2 = eU \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} \\ v' = \sqrt{\frac{2eU}{m'}} \end{cases} \quad (v > v')$$

$$m' > m \Rightarrow v > v'$$

Donc

$$\begin{cases} R = \frac{m \cdot \sqrt{\frac{2eU}{m}}}{eB} \\ R' = \frac{m' \cdot \sqrt{\frac{2eU}{m'}}}{eB} \end{cases}$$

AM et

$$AP = A$$

$$= \frac{1}{2} M$$

Mais

$$MP =$$

soit :

$$MP =$$

$$= \frac{2}{3} B$$

Donc

$$\begin{cases} R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um}{e}} \\ R' = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um'}{e}} \end{cases}$$

$R' > R$  les ions  $Li^+$  touchent donc la zone de réception en P

b) Exprimons la distance MP

Les ions  $Li^+$  décrivent des demi-cercles de diamètre

AM et AP tel que :

$$AP = AM + MP$$

$$\Rightarrow MP = AP - AM$$

$$\text{Mais : } AP = 2R'$$

$$AM = 2R$$

$$MP = 2(R' - R)$$

soit :

$$MP = 2 \left( \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um'}{e}} - \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um}{e}} \right)$$

$$= \frac{2}{B} \left( \sqrt{\frac{2U}{e}} \times \sqrt{m'} - \sqrt{\frac{2U}{e}} \times \sqrt{m} \right)$$

$$= \frac{2}{B} \sqrt{\frac{2U}{e}} (\sqrt{m'} - \sqrt{m})$$

touchent

ption en P

stance MP

vent des

$$MP = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2U}{e}} (\sqrt{m'} - \sqrt{m})$$

## Application numérique

$$B = 2,00 \cdot 10^1 \text{ T}; \quad e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$U = 1,00 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$m = 6u = 6 \times 1,67 \cdot 10^{-27} = 10,02 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m' = 7u = 7 \times 1,67 \cdot 10^{-27} = 11,69 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\Rightarrow MP = \frac{1}{2 \cdot 10^1} \sqrt{\frac{8 \cdot 10^4}{1,6 \cdot 10^{-19}}} \left( \sqrt{11,69 \cdot 10^{-27}} - \sqrt{10,02 \cdot 10^{-27}} \right)$$

$$= 5 \cdot 10^{-11} \sqrt{50} \cdot \sqrt{10^{-27}} \left( \sqrt{11,69} - \sqrt{10,02} \right)$$

$$= 5 \sqrt{50} \times \sqrt{10} \cdot 10^{-3} (3,419 - 3,165)$$

$$= 5 \cdot 10 \times 2,236 \times 0,254$$

$$= 2,83972 \cdot 10^{-2}$$

$$MP = 2,84 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$MP \simeq 2,84 \text{ cm}$$

**Exercice 33 :**

- 1) Quel est le nombre de spires  $N$  d'une bobine de longueur  $l=30$  cm et de diamètre  $d = 5$  cm ayant une inductance  $L=0,01$  H. On suppose le champ magnétique uniforme.
- 2) Quelle est l'énergie électromagnétique emmagasinée dans la bobine permettant la durée de l'établissement du courant de la valeur 0 à la valeur  $i=1,4$  A ?

**Réponses :  $N = 1100$  spires ;  $E_m = 9,8 \cdot 10^{-3}$  J**

**Exercice 34 :**

Exo 33 :

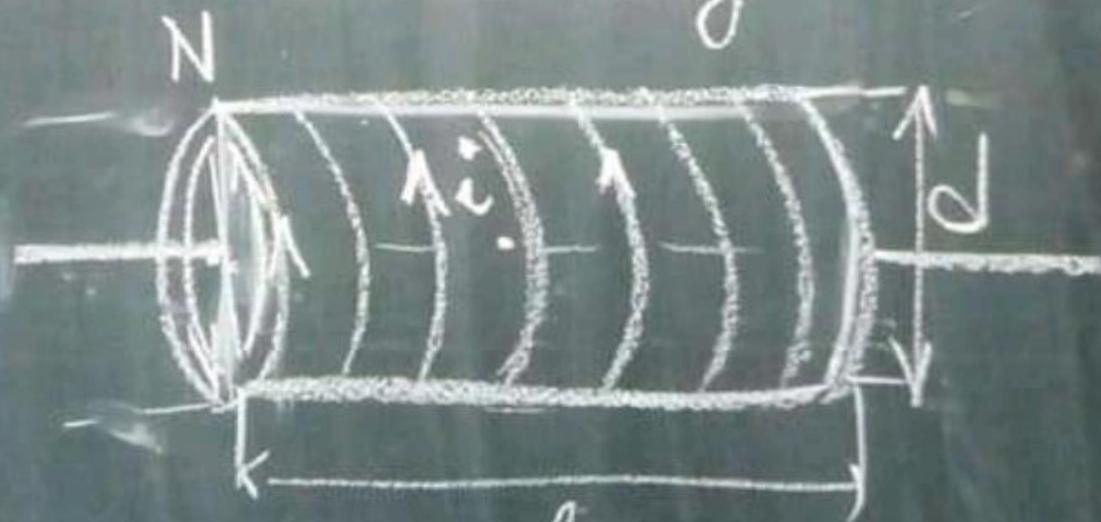
1) Calcul du nombre de spires ;  
sachant  $l = 30 \text{ cm}$  ;  $d = 5 \text{ cm}$ .

$$L = 0,01 \text{ H}$$

Vérifions si la bobine est un  
solénoïde long.

$$\text{Soit : } \frac{l}{r} = \frac{l}{\frac{d}{2}} = \frac{30 \text{ cm}}{\frac{5 \text{ cm}}{2}} = \frac{30 \text{ cm}}{2,5 \text{ cm}} = 12$$

$\frac{l}{r} > 10 \Rightarrow$  la bobine est un  
solénoïde long.



On sait que :  $\phi = Li$  et  $\phi = NBS$

$$\Phi = \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = NBS = N\mu_0 n i S$$

$$L = N \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{l} \cdot \pi r^2$$

$$L = 4\pi^2 N^2 r^2 \times \frac{10^{-7}}{l}$$

$$L = 4\pi^2 N^2 \frac{d^2}{4} \cdot \frac{10^{-7}}{l}$$

$$L \cdot l = \pi^2 N^2 d^2 \cdot 10^{-7}$$

$$N^2 = \frac{L \times l}{10^{-7} \pi^2 d^2}$$

$$= \frac{10^6 \times 10 L \times l}{\pi^2 d^2}$$

$$= 1 \quad N = \frac{10^3}{\pi d} \sqrt{10 L \times l} \quad (\text{spiral})$$

$$N = \frac{10^3}{3,14 \times 5 \cdot 10^{-2}} \sqrt{10 \times 10^{-2} \times 3 \cdot 10^{-1}}$$

$$N = \frac{1 \cdot 10^4}{15,70} \sqrt{3} = \frac{1,732 \cdot 10^4}{15,7}$$

$$= \frac{17320}{15,7} = 1103 \text{ spires}$$

$$\boxed{N = 1103 \text{ spires}}$$

2) Calcul de l'énergie  
magnétique emmagasinée  
dans la bobine pour  $i = 1,4 \text{ A}$

On sait que :

$$\boxed{E_m = \frac{1}{2} L i^2} \quad (J)$$

AN :  $E_m = \frac{1}{2} \times 10^{-2} (1,4)^2$

$$\boxed{E_m = 9,8 \cdot 10^{-3} \text{ J}}$$

# **M. DELAMOU RENÉ**



**PDG des sciences  
physiques avec Mr  
René**

**+224621622120**

**Le Prof du Web**

