AZ-C.P.G.E
CENTRE AL ZAHRAWI
CLASSES PREPARATOIRES
AUX GRANDES ECOLES

3.14
15926
53589
79323
84626
43383
27950

C.P.G.E
CLASSES PRÉPARATOIRES
AUX GRANDES ECOLES ABULCASIS

CONCOURS D'ADMISSION EN MATHS-SUP MPSI

ÉPREUVE DE PHYSIQUE-CHIMIE

ANNÉE SCOLAIRE 2023-2024

DURÉE 3H

(Calculatrice autorisée)

- On veillera à une présentation et une rédaction claires et soignées des copies. Il convient en particulier de rappeler avec précision les références des questions abordées.
- Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en indiquant clairement les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.
- Si un résultat donné par l'énoncé est non démontré, il peut néanmoins être admis pour les questions suivantes.

MECANIQUE :

Dans tout ce problème on fait l'étude dans un référentiel terrestre R(o,x,y,z) considéré Galiléen muni de la base orthonormée directe ($\overrightarrow{ex}, \overrightarrow{ey}, \overrightarrow{ez}$), l'axe $\overrightarrow{oz}$ est vertical ascendant.

On prendra l'intensité du champ de pesanteur $g = 10\ m/s^2$.

PARTIE 1 : LE TIR HISTORIQUE DE ACHRAF HAKIMI.

Le 25 janvier 2022 le joueur de l'équipe de foot bal du Maroc Achraf Hakimi marque un coup franc d'une distance $d_2 = 30\ m$ face au Malawi lors de la coupe d'Afrique des nations.

Le ballon passe juste au-dessus du mur formé par les joueurs de Malawi qui est de hauteur $h_1 = 2\ m$ et situé à une longueur $d_1 = 12\ m$ du tireur, le ballon arrive à la lucarne juste au-dessous de la barre transversale du but à la hauteur $h_2 = 2{,}44\ m$.

L'objectif de cette étude est d'estimer la vitesse initiale du tir V_o, pour cela on utilise un model simplifié dans lequel on néglige les frottements de l'air et on considère le ballon comme un point matériel de masse m.

Le vecteur vitesse initiale à une composante v_{ox} suivant l'axe $\overrightarrow{ox}$ de direction tireur-but horizontale et une composante v_{oz} suivant l'axe $\overrightarrow{oz}$ vertical ascendant : $\vec{V}_o = v_{ox}\,\overrightarrow{ex} + v_{oz}\,\overrightarrow{ez}$.

A l'instant $t = 0$ le ballon se trouve au pont de tir qui est confondue avec L'origine O du référentiel d'étude.

On donne les figures suivantes :

figure1 :

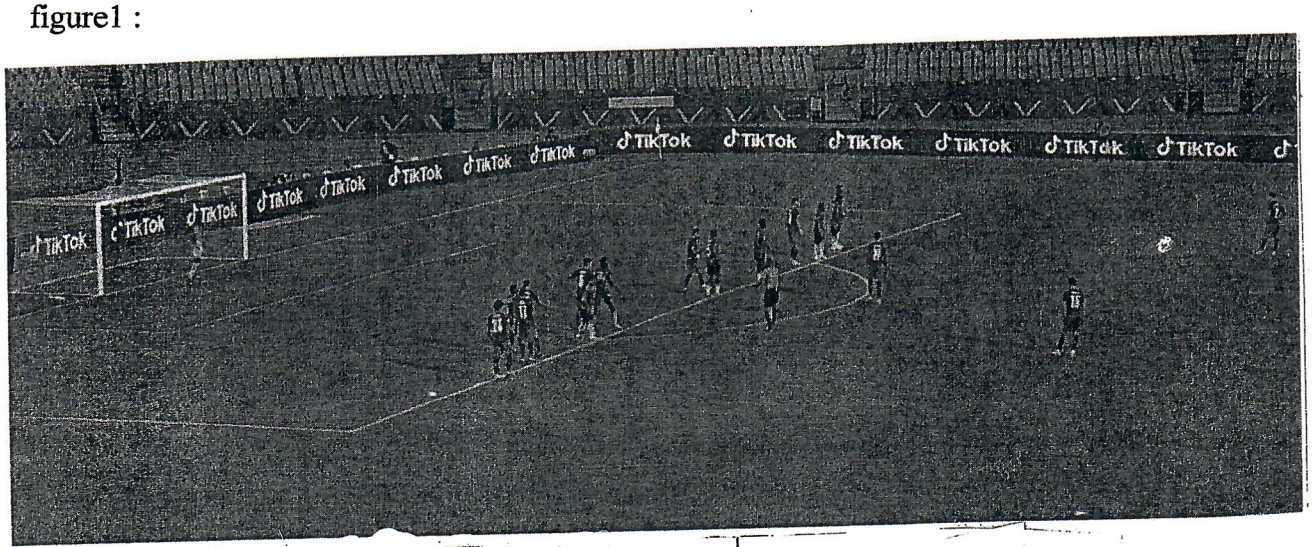
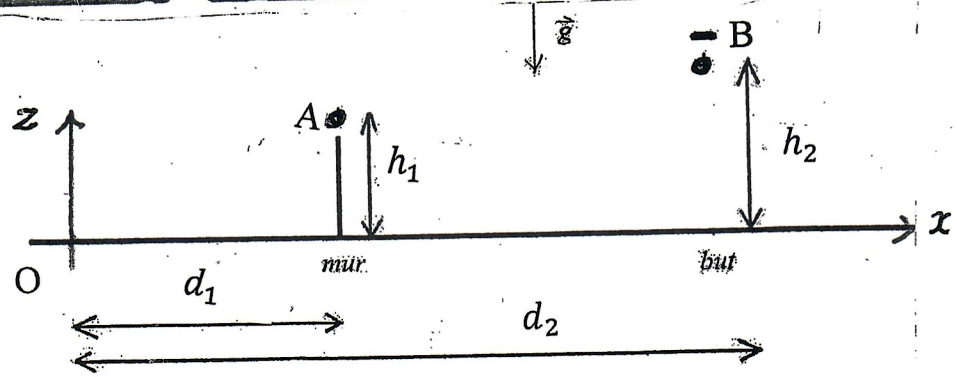


Figure 2



1- Donnez la définition d'un référentiel Galiléen.

2- On appliquant le principe fondamental de la dynamique appliqué sur le ballon, déterminez les équations différentielles du mouvement du ballon vérifiées par $x(t)$, $y(t)$ et $z(t)$.

3- Montrez que le mouvement du ballon se trouve dans le plan (xoz) .

4- Trouvez complètement les équations horaires $x\,(t)$ et $z\,(t)$.

5- Déterminez l'équation de la trajectoire $z(x)$. quelle est sa nature ?

6- On utilisant la (figure 2) , déterminez deux équations reliant v_{ox} , v_{oz} , h_1 , h_2 , d_1 et d_2.

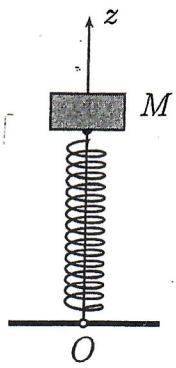
7- Montrez que $v_{oz} = \frac{h_1}{d_1} v_{ox} + \frac{g d_1}{2 v_{ox}}$ et $v_{ox} = \sqrt{\frac{g(d_2^2 d_1 - d_2 d_1^2)}{2(d_2 h_1 - h_2 d_1)}}$

8- Calculez les valeurs numériques de v_{ox} et v_{oz} .

9- Calculer la valeur numérique de V_o en m/s puis en km/heure , commentez.

10- On peut améliorer le model précèdent par considération de force de frottements de l'air pour s'approcher de la vitesse initiale réelle V_{or} , à votre avis la vitesse initiale réelle V_{or} réalisée par Ashraf est elle supérieure ou inférieure à V_o?
justifiez votre réponse..

PARTIE 2 : OSCILLATEUR VERTICAL



On étudie une masse m, supposée ponctuelle, posée sur un ressort vertical comme sur la figure ci-contre (il n'y a aucun support, la masse repose directement sur le ressort, celui-ci étant contraint à se déplacer verticalement avec la masse). La constante de raideur du ressort est notée k et sa longueur à vide l_0. L'axe Oz est ascendant et l'origine O est prise sur Terre, à la base du ressort.

A - ETUDE DYNAMIQUE :

1. (a) Donner l'expression de la force de rappel du ressort en fonction de z et des données de l'énoncé.
   (b) Déterminer l'expression de z_{eq}, position de la masse m lorsqu'elle est à l'équilibre.

2. Équation du mouvement :
   Déterminer l'équation différentielle du mouvement et la mettre sous la forme
   $$\ddot{z} + \omega_0^2 z = \omega_0^2 z_{eq}$$ en précisant l'expression de ω_0.

3. Chute de la masse sur le ressort : on enlève la masse du ressort puis on la laisse tomber sur le ressort (on suppose que le ressort est contraint à rester vertical). Au moment où la masse entre en contact avec le ressort, elle se déplace à $\vec{v}_0 = -v_0\vec{e}_z$. On a appliqué un peu de colle sous la masse : par conséquent, elle demeure collée au ressort et oscille verticalement.
   (a) On écrit l'équation du mouvement sous la forme :

   $$z(t) = z_m \cos(w_o t + \varphi) + z_{eq}$$

   Quelle est la signification physique de z_m, on utilisant les conditions initiales ,Trouvez son expression en fonction des données.

   (b) Exprimez l'altitude maximale z_{max} et l'altitude minimale z_{min} atteintes par la masse en Fonction des données.

   Faire une application numérique ,on donne : $m = 0{,}25\ \text{kg}$; $v_0 = 1\ \text{m.s}^{-1}$; $l_0 = 40\ \text{cm}$, $k = 25\ \text{N.m}^{-1}$

B - ETUDE ENERGITIQUE :

1- On prenant une référence nulle en $z = l_o$, donnez l'expression de l'énergie potentielle élastique et de pesanteur de la masse en fonction de $z(t)$ et des données.
2- Justifiez que l'énergie mécanique E_m de la mase est constante, quelle est sa valeur en fonction des données ?.
3- Ecrire l'expression de E_m en fonction de $z(t)$ et $\dot{z}(t)$,en déduire l'équation différentielle du mouvement trouvée dans la partie A.

ELECTRICITE :

A – préliminaire :

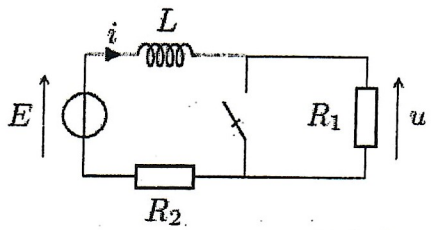
On dit qu'un dipôle électrique linéaire est dans un état statique s'il est alimenté par une tension constante et le régime permanant est atteint , dans cet état toutes les grandeurs électriques sont constantes dans le temps.

1- Ecrire la relation entre la tension aux bornes d'un dipôle électrique et l'intensité du courant qui le traverse pour une bobine parfaite et un condensateur parfait .
2- On utilisant les relations précédentes justifiez qu'en régime statique qu'une bobine parfaite est équivalente à un interrupteur fermé et le condensateur parfait est équivalent à un interrupteur ouvert. faire un schéma.

B – surtension dans un circuit inductif :

L'objectif de cet exercice est d'étudier la surtension qui apparaît aux bornes de l'interrupteur lorsque l'on ouvre un circuit inductif.

On considère le circuit ci-dessous. On prendra E =10 V, $R_1 = 50\ k\Omega$, $R_2 = 1.0\ k\Omega$.



L'interrupteur étant fermé on l'ouvre brusquement à l'instant t = 0 et on étudie l'évolution du circuit pour $t \geq 0$.

1- Déterminer, sans résoudre d'équation différentielle, l'expression de l'intensité qui traverse la bobine une fois le régime permanent atteint. On notera i_∞ cette valeur.
2- En déduire l'expression de u_∞ de u en régime permanent.
3- Etablir l'équation différentielle vérifiée par i(t).
4- Déterminer l'expression de la constante de temps τ du circuit.
5- On cherche la solution de l'équation sous la forme :

$$i(t) = \quad A\left(1 + \frac{R_1}{R_2}e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

Déterminez l'expression de A en fonction des données sans passer par l'équation différentielle.

6- On se place à l'instant $t = 0^+$ juste après l'ouverture de l'interrupteur, déterminez l'expression de $u(t = 0^+)$ en fonction des données ,
7- Calculez sa valeur numérique, la comparez à la valeur de E , commentez.
8- Ecrire l'expression de u(t) tracez l'allure de sa courbe.

OPTIQUE :

A- Généralités :

1- Enoncez les lois de Snell-Descartes relatives à la réflexion et la réfraction de la lumière en les accompagnant avec des schémas.

2- On considère un rayon monochromatique qui arrive sur un dioptre plan séparant deux milieux homogènes d'indices de réfraction n_1 et n_2 avec $n_1 > n_2$, le rayon est incident dans le milieux d'indice n_1 sous un angle d'incidence i_1.

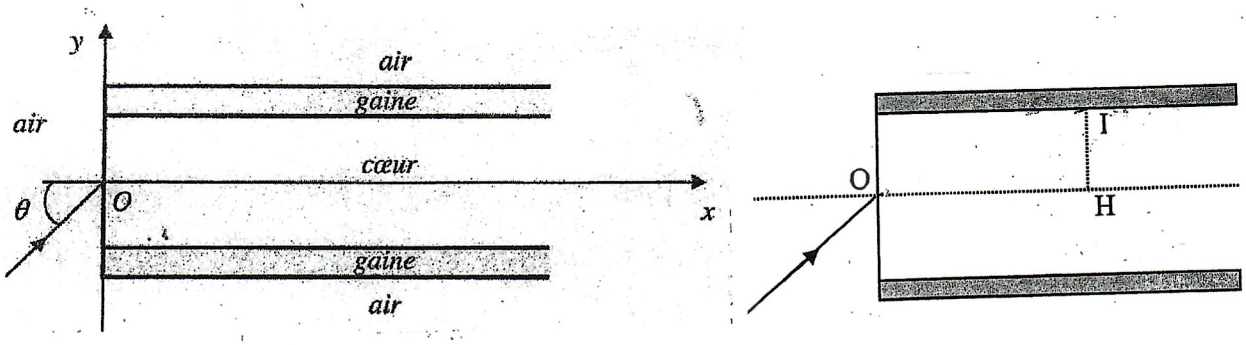
a-Montrez qu'il existe un angle limite i_{1L} au dessus du quel on aura aucune réfraction.

b-Exprimez i_{1L} en fonction de n_1 et n_2 , cet angle sera-t-il le même pour toutes les lumières monochromatiques ?.Justifiez votre réponse.

c- Que se passe-t-il si n_1 est supérieur à n_{1L} représentez cette situation sur un schéma.

B – Application : Fibre optique à saut d'indice :

Une fibre optique à saut d'indice, représentée sur la figure ci-dessous est constituée d'un cœur cylindrique transparent d'indice $n_c = 1{,}50$ et de rayon r_c entouré d'une gaine transparente d'indice $n_g = 1{,}48$. L'axe Ox de la fibre est normal au dioptre air-cœur. En raison de la symétrie de révolution de la fibre autour de l'axe Ox, on se restreint à une étude dans le plan (xOy).



1) Un rayon lumineux monochromatique se propageant dans l'air, situé dans le plan (xOy) pénètre dans le cœur de la fibre en O avec un angle d'incidence θ. Faites un schéma sur lequel vous représenterez le rayon réfracté dans le cœur de la fibre. On note I le point d'intersection de ce rayon avec le dioptre cœur-gaine. Justifier qu'il existe un angle limite en I, noté i_L à partir duquel le rayon lumineux subit une réflexion totale dans le cœur de la fibre optique. Exprimer i_L en fonction de n_c et de n_g.

2) On appelle angle d'acceptance, noté θ_L, l'angle d'incidence à l'entrée de la fibre pour lequel l'angle d'incidence sur le dioptre cœur-gaine est l'angle limite i_L. Monter que :

$$n_a . \sin\theta_l = \sqrt{{n_c}^2 - {n_g}^2}$$

Montrer que le rayon reste confiné dans le cœur si l'angle θ est inférieur à l'angle θ_L. Calculer la valeur de θ_L. L'indice de l'air vaut $n_a = 1{,}00$.

CHIMIE

1) Les éléments chimiques fluor, chlore, brome et iode : F, Cl, Br et I appartiennent à la 17-ème colonne de la classification périodique des éléments. Quel est le nom de cette famille ?

2) L'acide fluoridrique HF est un acide faible dont le pka vaut 3,2.

a) tracer le diagramme de prédominance des espèces HF et F^- en fonction du pH.

b) tracer également le diagramme de répartition ou de distribution de ces mêmes espèces en fonction du pH.

3) le sulfure d'hydrogène H_2S est un diacide dont les pka successifs sont $pka_1=7$ pour le couple H_2S/ HS^- et $pka_2=12$ pour le couple HS^-/S^{2-}.

Tracer à nouveau le diagramme de prédominance des espèces.

4) On considère les couples Ox/Red suivants :

I_2/I^-, I_3/I^-, IO^-_3/I_2 et $S_4O_6^{2-}/ S_2O_3^{2-}$

a) écrire les demi-équations électroniques relatives à chacun de ces couples.

b) L'ion IO^-_3 peut oxyder I^- pour donner I_2. Ecrire l'équation-bilan de cette réaction ?

c) I_2 peut oxyder lion thiosulfate $S_2O_3^{2-}$ pour donner I^- et l'ion tétrathionate $S_4O_6^{2-}$.

Ecrire à nouveau l'équation-bilan de cette réaction ?