Avec

LA SOLUTION

On sait ce qui peut se passer au Bac

AVANT – PROPOS

Le présent fascicule <La Solution au BAC S> a été rédigé par des Professeurs Certifiés des Sciences Physiques ayant l'expérience des classes des Terminales scientifiques.

Pour chaque chapitre au programme, nous avons ciblé des exercices de fixation (vérification puis application des connaissances) et des exercices tirés des sujets de Baccalauréat.

Nous rappelons qu'à l'examen du Baccalauréat :

- ✓ l'épreuve commune aux séries C et E durent 3 heures. Elle comporte 4 exercices dont 2 de physique notés sur 10 et 2 de chimie notés sur 10. Le coefficient pour ces séries est 5.
- ✓ l'épreuve de la série D dure 3 heures et comporte 4 exercices dont 2 de physique notés sur 10 et 2 de chimie notés sur 10. Pour cette série, le coefficient est 4.
- ✓ l'épreuve ne porte pas uniquement sur les notions abordées en classe de Terminale mais sur l'ensemble du programme du second cycle de l'enseignement secondaire.

Conseils aux candidats

Les Sciences Physiques représentent une matière importante au Baccalauréat des séries C, D et E.

La réussite de cette épreuve nécessite l'observation de deux comportements importants et complémentaires :

Avant l'examen

Une préparation méthodique et sérieuse du candidat tout au long de l'année qui exige :

- un apprentissage régulier et approfondi du cours,
- la résolution systématique des exercices d'application directe du cours,
- la résolution d'exercices déjà proposés à l'épreuve du BAC.

A l'examen

Une organisation réfléchie du candidat qui exige :

- d'avoir sur lui, tout le matériel nécessaire (matériel de dessin, calculatrice, stylos ....),
- de prendre le temps de lire entièrement tous les exercices,
- de commencer par l'exercice qui lui semble le plus facile,
- de rédiger correctement, c'est-à-dire :
  - ✓ présenter correctement sa feuille,
  - ✓ écrire lisiblement (assez gros et aéré),
  - ✓ faire des schémas grands, propres et clairs,
  - ✓ encadrer les résultats littéraux,
  - ✓ souligner les résultats numériques après les avoir écrits avec le bon nombre de chiffres significatifs,
  - ✓ ne pas oublier les unités.

Bonne chance à tous.

Que DIEU vous aide à faire bon usage de notre fascicule et qu'il puisse vous apporter les connaissances dont vous avez besoin.

Les auteurs :

M. KONE Djiratié, Professeur Certifié des Sciences Physiques.

M. TUO Dolourou, Professeur Certifié des Sciences Physiques.

TABLE DES MATIERES

SUJETS

Matière page

Mécanique

1. Cinématique..... 1- 3
2. Mouvement du centre d'inertie..... 4 - 7
3. Interaction gravitationnelle.....8 - 10
4. Mouvement dans un champ uniforme.....11 - 17
5. Oscillateurs mécaniques libres.....18 - 21

Electromagnétique.

6. Champ magnétique.....22 - 23
7. Mouvement d'une particule dans un champ B.....24 - 27
8. Loi de Laplace..... 28 - 31
9. L'induction magnétique.....32 - 34
10. Auto- induction..... 35 -36
11. Montages dérivateur et intégrateur.....37 -38
12. Oscillations électriques libres circuit LC.....39 -41
13. Circuit RLC en régime sinusoïdal forcé..... 42 - 46

Physique nucléaire

14. Réaction nucléaire.....47- 49

Chimie organique

15. Alcools, Aldéhydes et cétones..... 50 - 51
16. Amines..... 52
17. Acides carboxyliques et fonctions dérivées.....53 - 56
18. Acides α-aminés..... 57 - 58

Chimie générale

19. Solutions aqueuses, notion de pH..... 59
20. Acides forts, Bases fortes réactions acides
    Réaction acides forts- bases fortes } ---------- 60 - 62
21. Acide faibles, bases faibles
    Couples acide/base : classification } ---------- 63 - 65
22. Réactions acido-basique ; solution tampon..... 66- 68

CORRECTIONS ..... 69 - 156

SUJETS

PHYSIQUES

CINEMATIQUE DU POINT MATERIEL

EXERCICE 1

L'équation horaire du mouvement d'un mobile sur un axe $(O, \vec{i})$ est : $x = 4t^2 - 2t + 1$.

1. Déterminer l'expression de la vitesse V_x en fonction du temps.
2. Donner les caractéristiques du vecteur accélération $\vec{a}$.
3. Quelle est la nature du mouvement ?
4. A quelle date le mobile change-t-il de sens ? Préciser le sens du vecteur vitesse avant et après ce changement.

Quelle est alors la position du mobile ?

EXERCICE 2

La position d'un point M dans un repère d'espace $(O, \vec{i}, \vec{j})$ est donnée par $\begin{cases} x = 2t^2 - 2 \\ y = 4t^2 - 2 \end{cases}$

1. Trouver les expressions des composantes des vecteurs vitesse et accélération en fonction du temps.

   Calculer la valeur de l'accélération.
2. Déterminer l'équation cartésienne y(x) du mouvement de M.
3. Quelle est la nature du mouvement ?

EXERCICE 3

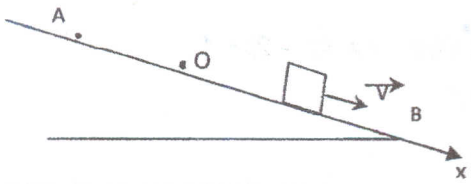
Dans un repère $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ les composantes du vecteur accélération $\vec{a}$, du vecteur vitesse $\vec{V_0}$ à t =0 et la position M_0 à t=0 d'un mobile M sont :

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = 0 \\ a_z = -2 \end{cases} \qquad \vec{V_0} \begin{cases} V_{0x} = 2 \\ V_{0y} = 0 \\ V_{0z} = 5 \end{cases} \qquad \overrightarrow{OM_0} \begin{cases} x_0 = 1 \\ y_0 = 0 \\ z_0 = 3 \end{cases}$$

1. Déterminer les équations horaires x(t), y(t), z(t) du mouvement de M.
2. Donner la nature du mouvement sur l'axe (Ox), sur l'axe (Oz).
3. Montrer que le mouvement est plan et préciser ce plan.
4. Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire et donner la nature du mouvement.
5. Déterminer les coordonnées $V_x(t)$, $V_y(t)$, $V_z(t)$ du vecteur vitesse $\vec{V}$ à une date t quelconque.
6. Calculer la valeur de la vitesse à t = 3s.
7. Déterminer la date à laquelle le mobile passe au sommet de sa trajectoire.
8. Déterminer les intervalles de temps pour lesquels le mouvement est accéléré ou retardé.
9. A quelle date le mobile rencontre-t-il le plan Z=-1

EXERCICE 4

Un mobile a été lâché sans vitesse initiale au plus haut sommet d'une pente en un point A.
L'enregistrement des positions du centre d'inertie G à des intervalles de temps égaux τ = 80ms a été déclenché à une date quelconque en O que l'on prend pour origine des temps et des espaces.



G_i	G_0	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6
X_i (cm)	0	10,72	24	39,24	58,24	79,2	102,72
V_i (m/s)							
a_i(m/s^2)							

1. Après avoir précisé les formules utilisées pour les calculs de V_i et a_i en G_i, compléter le tableau.
2. Déduire du tableau l'accélération du mobile et donner la nature mouvement.
3. Calculer la valeur V_o de la vitesse à t = 0.
4. Etablir les équations horaires v(t) et x(t) du mouvement du mobile.
5. Déterminer la date à laquelle le mobile a été abandonné en A et calculer l'abscisse x_A de A.
6. On donne x_B = 120cm, abscisse du B (voir figure).
6.1. Calculer la distance AB et déduire la valeur V_B de la vitesse du mobile en B.
6.2. Calculer la date à laquelle le mobile arrive en B.

EXERCICE 5

Un automobiliste roule sur un tronçon rectiligne à la vitesse de 130km.h^{-1}. Soudain un obstacle apparaît sur la voie à une distance D = 120m. Le conducteur freine immédiatement et réduit la vitesse à 105 Km.h^{-1} au bout de θ =1s.
1. Calculer la valeur de la décélération (accélération négative), supposé constante.
2. Si l'on suppose que la décélération reste constante, à quelle distance de l'obstacle la voiture va-t-elle s'arrêter ?
3. On suppose que le conducteur commence à freiner 1s après l'apparition de l'obstacle et impose la décélération précédente au mouvement de l'automobile.
A quelle distance de l'obstacle va-t-elle s'arrêter ?

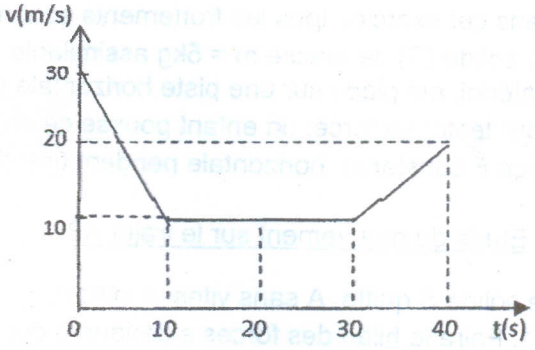
EXERCICE 6

Un mobile M décrit une trajectoire munie d'un repère $(O, \vec{i})$; son vecteur accélération est constant et a pour valeur a = 2m/s^2.
A la date t = 0s le mobile part d'un point M_0 d'abscisse x_0 avec une vitesse V_0 = -1m/s.
1. A l' instant t_1 = 3s le mobile passe au point M_1 d'abscisse x_1 = 5m.
Déterminer l'abscisse x_0 et la vitesse V_1 en x_1
2. Ecrire les équations horaires du mouvement du mobile.
3. A la date τ = 2s, un autre mobile M' part du point d'abscisse x' = 5 m avec un mouvement rectiligne uniforme de vitesse V' = 4 m/s.
3.1. Déterminer l'équation horaire du mobile M' dans les mêmes repères de temps et d'espace que M.
3.2. Déterminer l'instant t_r et l'abscisse x_r de rencontre des deux mobiles.

EXERCICE 7

Un véhicule roule à la vitesse constante V = 108km/h sur une route rectiligne. A l'instant t, vu l'état de la route, Il commence à modifier le mouvement.
Sur la figure ci-dessous on représente le graphe V= f(t)

1. Donner en le justifiant la nature du mouvement sur chaque phase.
2. Déterminer les équations horaires du mouvement sur chaque phase. (On prendra pour origine des dates et des espaces le début de chaque phase)
3. Calculer la distance parcourue sur chaque phase et déduire la distance totale parcourue.
4. Si la dernière phase se prolonge, à quelle date le véhicule atteint la vitesse de 108km/h.
5. Reprendre la question 2 en prenant pour origine des dates le début de la phase et pour origine des espaces le début de la modification du mouvement. Recalculer la distance totale précédemment calculée.



EXERCICE 8

Le mouvement d'un ascenseur se décompose en trois phases.
- La première est uniformément accélérée de durée $t_1 = 5s$ avec une vitesse initiale nulle.
-La deuxième est uniforme avec une vitesse $V_2 = 1m.s^{-1}$ sur une hauteur $h_2 = 12m$.
-la troisième est uniformément retardée jusqu'à l'arrêt et de durée $t_3 = 3s$.

1. Etablir les équations horaires z(t) du mouvement de l'ascenseur sur chaque phase en considérant les phases indépendamment.
2. Calculer la hauteur h parcourue pendant la montée ainsi que la durée de cette montée.
3. Construire le diagramme des vitesses V = f(t).

EXERCICE 9

On donne les équations horaires d'un mobile M par rapport au repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j})$

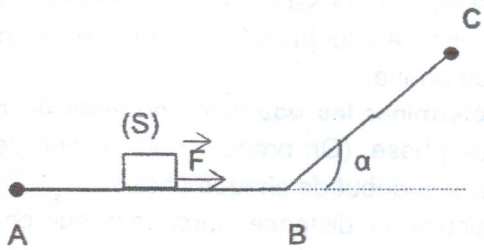
$$\overrightarrow{OM} \begin{cases} X = a.\cos\omega t \\ Y = a.\sin\omega t \end{cases} \qquad a = 10cm \text{ et } \omega = 10 \text{ rad/S}$$

1. Déterminer les coordonnées du vecteur vitesse à une date t et calculer la valeur de V.
2. Déterminer l'équation de la trajectoire du mobile et donner la nature de son mouvement.
3. A partir de la base de Frenet donner les caractéristiques du vecteur accélération.
4. Calculer la période T et la fréquence N du mouvement du mobile.

MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE

EXERCICE 1

Dans cet exercice tous les frottements sont négligés.
Un solide (S) de masse m = 5kg assimilable à un point matériel, est placé sur une piste horizontale de longueur AB.
Pour tester sa force, un enfant pousse ce solide avec une force $\vec{F}$ constante, horizontale pendant une durée Δt = 3s.



1. Etude du mouvement sur le trajet AB

Le solide S quitte A sans vitesse initiale.
1.1. Faire le bilan des forces extérieures qui s'exercent sur S et les représenter sur un schéma sans échelle.
1.2. En utilisant le théorème du centre d'inertie, exprimer l'intensité a du vecteur accélération de S en fonction de F et m. En déduire la nature du mouvement.
1.3. A la fin de la période de lancement, le solide S a une vitesse V_B = 6 m/s au point B.
Calculer la valeur numérique de $\vec{F}$.
1.4. Calculer la distance de lancement AB et le travail effectué par l'enfant.

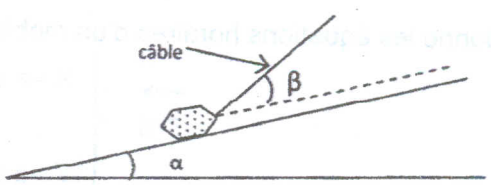
2. Etude du mouvement sur le trajet BC

Arrivé en B, le solide doit s'élever sur un plan incliné d'un angle α = 30° par rapport à l'horizontale.
Quelle distance AB = L devrait parcourir le solide S sur le plan incliné avant de s'arrêter.

On prendra g = 10N/kg

EXERCICE 2

Une caisse de masse m = 200 kg est tiré suivant une ligne de plus grande pente d'un plan incliné par l'intermédiaire d'un câble faisant un angle β avec celle-ci. Les propriétés sont telles que tout système de poids $\vec{P}$ effectuant un mouvement sur ce plan est soumis à une force de frottement $\vec{f}$ telle que f = 0,09P de même direction que le mouvement et de sens opposé.

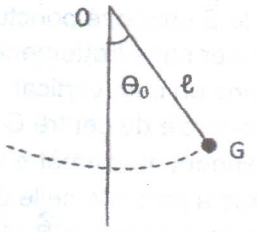


1. Le mouvement du câble étant uniforme de vitesse V =10 Km.h^{-1}. Déterminer la tension T du câble
On donne α=20°, β=30°, g=10m.S^{-1}.

2. On augmente la tension T du câble
2.1. Quelle est la nature du mouvement de la caisse ?
2.2. Donner l'expression de l'accélération en fonction de m, g, α, β et T.
2.3. Déterminer la nouvelle valeur de la tension T du câble si la vitesse passe de 10 Km.h^{-1} à 20Km.h^{-1} sur une distance de 10 m.
2.4. Calculer la puissance exercée par la tension du câble lorsque la vitesse est 15 Km.h^{-1}.

EXERCICE 3

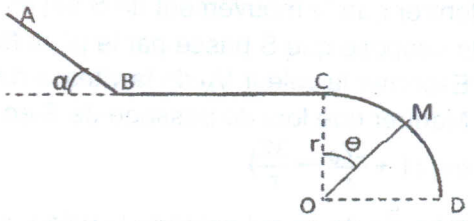
Une bille d'acier de masse m est suspendue par un fil inextensible de longueur ℓ. Le pendule ainsi constitué est écarté d'un angle θ_0 de sa position d'équilibre puis abandonné sans vitesse initiale.
Il effectue des oscillations autour de sa position d'équilibre.
On néglige les frottements et la masse du fil.
A l'instant où la bille passe par sa position d'équilibre :



1. Déterminer en appliquant le théorème de l'énergie cinétique la valeur littérale de la vitesse en fonction de g, ℓ et θ_0.
2. En déduire l'expression de l'accélération normale.
3. En appliquant le théorème du centre d'inertie, montrer que l'accélération tangentielle est nulle à la position d'équilibre.

EXERCICE 4

Au sommet d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale, on abandonne sans vitesse initiale un solide S de masse m = 1kg. Les forces de frottement sur les tronçons AB et BC sont constantes et équivalentes à une force opposée au déplacement et de norme f = 2,5N. *On donne g= 10m/s²* .



1. Etude du mouvement sur le trajet AC

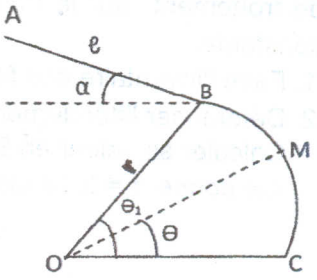
1.1. Représenter les forces extérieures appliquées sur S entre A et B et entre B et C.
1.2. Exprimer l'accélération a_1 de S entre A et B en fonction de m ; g ; f ; AB et α puis la calculer.
1.3. Exprimer la vitesse V_B de S au point B en fonction de m ; g ; f ; AB et α puis la calculer avec AB=16m.
1.4. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, exprimer la vitesse V_C du solide au point C en fonction de V_B ; f ; m et BC puis calculer avec BC = 8 m.
1.5. Calculer l'accélération a_2 de S entre B et C puis en déduire la durée Δt du trajet BC.

2. Etude du mouvement sur le trajet CD

Du point C, le solide aborde sans frottements une glissière circulaire de centre O et de rayon r = 10m.
2.1. Exprimer la vitesse V_M de S au point M en fonction de g, r, v_C et l'angle $\theta = (\overrightarrow{OC} ; \overrightarrow{OM})$.
2.2. Exprimer la norme R de la réaction de la glissière sur S en fonction de m ; g ; r ; V_C et θ.
2.3. Déterminer la valeur θ_0 de l'angle θ et la vitesse de S lorsqu'il quitte la glissière.

EXERCICE 5

Une glissière est formée de deux parties :
AB est un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontal, de longueur AB= ℓ = 1m
BC est une portion de cercle de centre O, de rayon r = 2 m et d'angle $\theta_1 = (\overrightarrow{OC} ; \overrightarrow{OB}) = 60°$.
Dans tout le problème on prendra g = 10 $m.s^{-2}$ et on négligera les frottements.

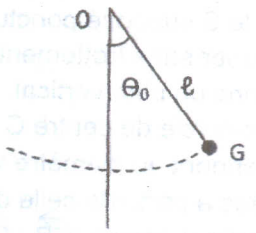


1. Un solide ponctuel de masse m = 100g quitte A sans vitesse. Exprimer et calculer la vitesse V_B en B.
2. Le solide aborde la partie circulaire de la glissière avec la vitesse V_B. Exprimer pour un point M du cercle tel que $\theta = (\overrightarrow{OC} ; \overrightarrow{OM})$, la vitesse V_M en fonction de V_B, r, g et θ.
3.

3.1. Donner l'expression de la réaction R de la glissière sur le solide au point M en fonction de V_B, r, g, m, θ_1 et θ.
3.2. Déterminer la valeur θ_0 de l'angle θ et la vitesse du solide lorsqu'il quitte la glissière.

EXERCICE 3

Une bille d'acier de masse m est suspendue par un fil inextensible de longueur ℓ. Le pendule ainsi constitué est écarté d'un angle Θ_0 de sa position d'équilibre puis abandonné sans vitesse initiale.
Il effectue des oscillations autour de sa position d'équilibre.
On néglige les frottements et la masse du fil.

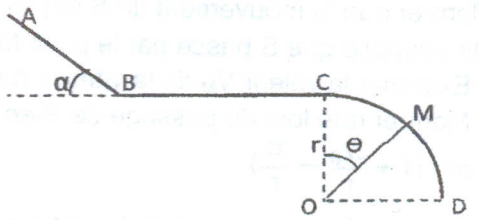


A l'instant où la bille passe par sa position d'équilibre :

1. Déterminer en appliquant le théorème de l'énergie cinétique la valeur littérale de la vitesse en fonction de g, ℓ et Θ_0.
2. En déduire l'expression de l'accélération normale.
3. En appliquant le théorème du centre d'inertie, montrer que l'accélération tangentielle est nulle à la position d'équilibre.

EXERCICE 4

Au sommet d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale, on abandonne sans vitesse initiale un solide S de masse m = 1kg. Les forces de frottement sur les tronçons AB et BC sont constantes et équivalentes à une force opposée au déplacement et de norme f = 2,5N. *On donne g= 10m/s²* .



1. Etude du mouvement sur le trajet AC

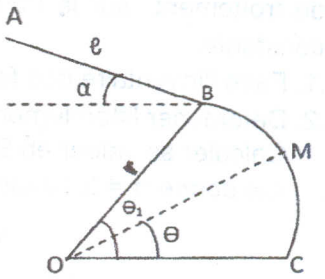
1.1. Représenter les forces extérieures appliquées sur S entre A et B et entre B et C.
1.2. Exprimer l'accélération a_1 de S entre A et B en fonction de m ; g ; f ; AB et α puis la calculer.
1.3. Exprimer la vitesse V_B de S au point B en fonction de m ; g ; f ; AB et α puis la calculer avec AB=16m.
1.4. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, exprimer la vitesse V_C du solide au point C en fonction de V_B ; f ; m et BC puis calculer avec BC = 8 m.
1.5. Calculer l'accélération a_2 de S entre B et C puis en déduire la durée Δt du trajet BC.

2. Etude du mouvement sur le trajet CD

Du point C, le solide aborde sans frottements une glissière circulaire de centre O et de rayon r = 10m.
2.1. Exprimer la vitesse V_M de S au point M en fonction de g, r, v_C et l'angle $\Theta = (\overrightarrow{OC} ; \overrightarrow{OM})$.
2.2. Exprimer la norme R de la réaction de la glissière sur S en fonction de m ; g ; r ; V_C et Θ.
2.3. Déterminer la valeur Θ_0 de l'angle Θ et la vitesse de S lorsqu'il quitte la glissière.

EXERCICE 5

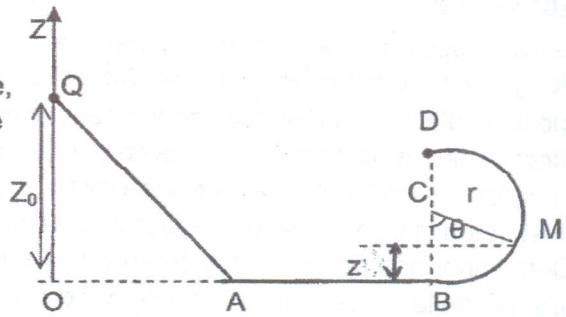
Une glissière est formée de deux parties :
AB est un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontal, de longueur AB= ℓ = 1m
BC est une portion de cercle de centre O, de rayon r = 2 m et d'angle $\Theta_1 = (\overrightarrow{OC} ; \overrightarrow{OB}) = 60°$.
Dans tout le problème on prendra g = 10 $m.s^{-2}$ et on négligera les frottements.



1. Un solide ponctuel de masse m = 100g quitte A sans vitesse. Exprimer et calculer la vitesse V_B en B.
2. Le solide aborde la partie circulaire de la glissière avec la vitesse V_B. Exprimer pour un point M du cercle tel que $\Theta = (\overrightarrow{OC} ; \overrightarrow{OM})$, la vitesse V_M en fonction de V_B, r, g et Θ.
3.

3.1. Donner l'expression de la réaction R de la glissière sur le solide au point M en fonction de V_B, r, g, m, Θ_1 et Θ.
3.2. Déterminer la valeur Θ_0 de l'angle Θ et la vitesse du solide lorsqu'il quitte la glissière.

EXERCICE 6



Un solide S supposé ponctuel, posé sur la piste ci-contre, peut glisser sans frottement sur cette piste. La trajectoire reste dans un plan vertical. La portion BD de la piste est un demi-cercle de centre C et de rayon r où B et D appartiennent au diamètre vertical. Les côtes Z sont mesurées à partir de celle de A prise comme origine. On appelle θ l'angle $(\overrightarrow{CB} ; \overrightarrow{CM})$, M étant le point de la trajectoire de côte z.

Du point Q de côte Z_0, on lâche le solide sans vitesse initiale.

1. Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.
2. Exprimer la valeur littérale V_A de la vitesse en A en fonction de g et Z_0.
3. Montrer que le mouvement de S est rectiligne et uniforme sur le trajet AB.
4. On suppose que S passe par le point M.

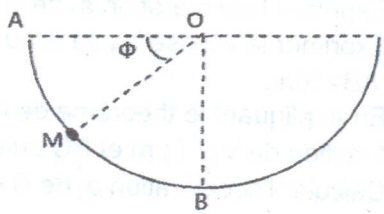
4.1. Exprimer la valeur V_M de la vitesse de S lors de son passage au point M en fonction de g, Z_0 et z.

4.2. Montrer que lors du passage de S en M l'intensité R de la réaction de la piste sur S peut s'écrire :

$R = mg\left(1 + \frac{2Z_0}{r} - \frac{3z}{r}\right)$

4.3. Déduire de ce qui précède la valeur minimale du rapport $\frac{Z_0}{r}$ pour que S puisse atteindre D.

EXERCICE 7



On étudie le mouvement d'un solide S supposé ponctuel de masse m qui glisse sur une piste semi-circulaire de rayon r situé dans le plan vertical. Le solide est lâché en A sans vitesse initiale. Sa position est repérée à chaque instant par l'angle φ. (voir figure)

1. On suppose que le solide glisse sans frottements.

1.1. Faire le bilan des forces extérieures exercées sur S et les représenter.

1.2. Exprimer la vitesse V_M de S au point M en fonction de g, r et φ.

1.3. Quelle est la valeur de φ au point B ?

En déduire la valeur V_B de la vitesse de S en B.

1.4. On associe au point M le repère de Frenet $(M, \vec{\tau}, \vec{n})$.

En appliquant le théorème du centre d'inertie, exprimer l'intensité de la force exercée par la piste sur le solide en fonction de m, g et φ. Calculer sa valeur numérique en B.

2. En réalité le solide S arrive en B avec une vitesse égale à $V_B = 5{,}71\ m.s^{-1}$. Il existe donc des forces de frottement sur le trajet AB, de même direction que le vecteur vitesse instantané et d'intensité constante.

2.1. Faire l'inventaire des forces extérieures exercées sur S et les représenter.

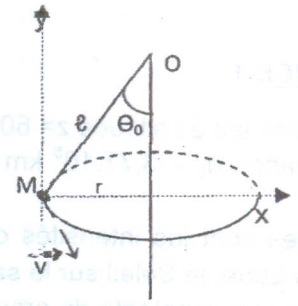
2.2. Déterminer littéralement l'expression de la force de frottement.

Calculer sa valeur en B.

On donne π = 3,14 rad.

EXERCICE 8

Un pendule est constitué d'une boule de masse m = 100g accrochée au bout d'un câble de longueur ℓ et de masse négligeable ; l'autre extrémité du câble étant accroché à un poteau vertical. On fait tourner la boule autour du poteau avec une vitesse constante V. Le câble fait alors un angle θ_0 avec le poteau.



1.

1.1. Calculer l'intensité de la tension T du câble.

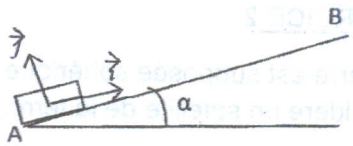
1.2. Déterminer l'expression de la vitesse V de la boule en fonction de ℓ, θ_0, T et m (intensité du champ de pesanteur).
Calculer V. On donne : g = 10 θ_0 = 60 ℓ = 20 cm

2. Déterminer l'expression de la vitesse angulaire ω en fonction de ℓ, T et m. Calculer sa valeur en rad/s puis en tr/min.

EXERCICE 9

On dispose d'un plan incliné dont la ligne de plus grande pente AB fait un angle α avec l'horizontale. Un mobile M de masse m = 200g est lancé vers le haut à partir de A avec une vitesse $\vec{V}$ parallèle à AB, et de valeur $V_A = 12\ m.S^{-1}$.

Une force de frottement $\vec{f}$, de norme constante, dirigée en sens contraire du mouvement, s'exerce sur le solide M à la montée et à la descente.



On prendra pour origine des temps l'instant du lancement pour tout le mouvement du solide (montée et descente).

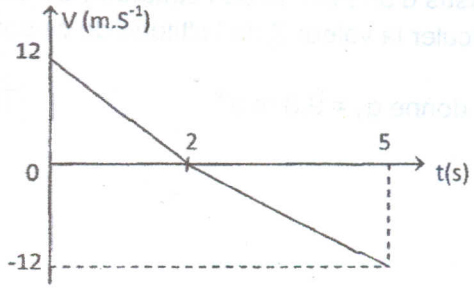
Les deux mouvements seront étudiés dans le repère $(A, \vec{i}, \vec{j})$; $\vec{i} \,//\, \vec{AB}$ *On prendra* $g = 10\ m.S^{-2}$

1. Après avoir fait l'inventaire des forces s'exerçant sur le solide M, en montée, puis en descente, établir les expressions littérales des accélérations a_1 (montée) et a_2 (descente) en fonction de m, g, f α.

Quelle est la nature du mouvement dans chaque cas ?

2. En déduire les expressions des vitesses V_1 (montée) et V_2 (descente) en fonction de a_1, a_2, V_A et t.

3. Un relevé de la valeur algébrique de la vitesse de M en fonction du temps nous donne la courbe ci-contre



3.1. A partir du relevé, déterminer les valeurs numériques de a_1 et a_2.

3.2 En déduire les valeurs numériques de f et α.

3.3 Calculer la vitesse de M quand il repasse en A et vérifier que la variation d'énergie mécanique du système M, est égale au travail des forces de frottement $\vec{f}$.

INTERACTION GRAVITATIONNELLE

EXERCICE 1

Un satellite est à l'altitude z= 600 km au- dessus de la Terre. Sa masse est m = 5t. Le satellite est situé à la distance $d_L = 3{,}77.10^5$ km du centre de la Lune et à la distance $d_S = 1{,}49.10^8$ km du centre du soleil.

1. Quelles sont les intensités des forces de gravitation $\vec{F_T}$, $\vec{F_L}$ et $\vec{F_S}$ exercées respectivement par la Terre, la Lune, le Soleil sur le satellite ? Conclure.

Données : La constante de gravitation universelle est $G = 6{,}67.10^{-11}$ unités SI.

Les masses de la Terre, de la Lune, du soleil sont respectivement : $M_T = 5{,}98.10^{24}$ kg ;

$M_L = 7{,}34.10^{22}$ kg $\quad M_S = 1{,}98.10^{30}$ kg

Le rayon de la Terre R = 6400 km.

2. Le satellite s'éloigne de la Terre dans la direction de la Lune.

Jusqu'à quelle distance d, mesurée à partir du centre de la Terre, peut- on négliger au millième près la force de gravitation lunaire ?

(La distance centre de la Terre – centre de la lune est D = 384000 km).

EXERCICE 2

La terre est supposée sphérique de rayon R = 6400 km. Elle tourne sur elle-même en 24 heures. On considère un satellite de la terre, décrivant une trajectoire circulaire de centre O, à l'altitude Z.

1.

1.1 Définir le référentiel d'étude du mouvement du satellite.

1.2 Représenter sur un schéma la ou les force(s) appliquée(s) au satellite.

1.3 Déterminer l'accélération du satellite en fonction de G, M_T, Z et R.

1.4 Montrer que son mouvement est uniforme.

2. Exprimer en fonction de l'accélération de la pesanteur g_0 au niveau de la mer, de l'altitude Z et du rayon R :

2.1 L'accélération du satellite.

2.2 La vitesse du satellite.

2.3 La période T du satellite.

3. L'orbite circulaire du satellite est dans le plan de l'équateur. Le satellite reste constamment au dessus d'un point M de l'équateur. On dit qu'il est géostationnaire.

Calculer la valeur Z de l'altitude de ce satellite géostationnaire.

On donne $g_0 = 9{,}8$ m.s^{-2} $\quad T_0 = 86\,400$ s (Période de la terre)

EXERCICE 3

On se propose de déterminer la masse de Jupiter en étudiant le mouvement de ses principaux satellites : I_0, Europe, Ganymède et Gallisto. Le mouvement d'un satellite de masse m, est étudié dans un repère ayant son origine au centre de Jupiter. On supposera que Jupiter et ses satellites ont une répartition de masse à symétrie sphérique. Le satellite se déplace à la distance r du centre de Jupiter.

1. Déterminer la nature de son mouvement puis l'expression de sa vitesse v en fonction de r, de la masse M de Jupiter et de la constance de gravitation K.

2. En déduire l'expression de la période T du satellite. Vérifier la 3ème loi de Kepler.

3. Les périodes de révolution des principaux satellites de Jupiter ont été déterminés et ont pour valeurs suivantes :

	I_0	Europe	Ganymède	Gallisto
T en heures	42,5	85,2	171,7	400,5
r.10^3 km	422	671	1070	1883

a) Représenter le graphe $T^2 = f(r^3)$ avec 1 cm pour 10^{11} s^2 et 1cm pour 4.10^{26} m^3. Conclure.
b) Déterminer la masse de Jupiter. On donne K = $6,67.10^{-11}$ SI.

EXERCICE 4

On suppose que la Terre possède une répartition à symétrie sphérique de masse.
1. Etablir l'expression du champ de gravitation $\mathcal{G}$ de la Terre à l'altitude z en fonction de G, M_T, R_T et z.

2. Montrer qu'à l'altitude z le champ de gravitation $\mathcal{G}$ est donné par la relation :

$\mathcal{G} = \mathcal{G}_0 \frac{R_T^2}{(R_T+z)^2}$, avec $\mathcal{G}_0$ = champ de gravitation au sol.

3. On place, à l'aide d'une fusée, un satellite assimilable à un point matériel de masse m, sur une orbite circulaire à l'altitude z.
   a. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.
   b. Etablir l'expression de la vitesse du satellite en fonction de $\mathcal{G}_0$, du rayon de la Terre R_T et de l'altitude z.
   Calculer la vitesse du satellite pour z = 10^3 km. (données : $\mathcal{G}_0$ = 9,8 m.s^{-2} R_T = 6400 km)
   c. Quelle est la période de révolution de ce satellite ?

4. Un satellite géostationnaire reste constamment à la verticale d'un même point de la surface de la Terre.
   a. Définir un satellite géostationnaire.
   b. Quelle est la période d'un tel satellite ?
   c. Exprimer l'altitude du satellite en fonction de sa période T, du champ $\mathcal{G}_0$ et du rayon R_T de la Terre. Calculer la valeur de l'altitude du satellite.
   d. Déduire que son orbite est nécessairement contenue dans le plan de l'équateur.

EXERCICE 5

On considère, dans un référentiel géocentrique, un satellite S de masse m gravitant autour de la Terre d'un mouvement uniforme sur une orbite supposée circulaire de rayon r et située dans un plan sensiblement équatorial.

1. On utilisera la valeur $\mathcal{G}_0$ de l'intensité de la pesanteur sur la Terre supposée sphérique, de rayon R et de masse M. En utilisant la loi d'attraction universelle, exprimer la vitesse angulaire ω_s de S en fonction de r, $\mathcal{G}_0$ et R.

2. Calculer ω_s ainsi que la période T_s avec les valeurs approchées suivantes :
$R = 6{,}40.10^6$ m ; $\mathcal{G}_0 = 9{,}81$ N.kg^{-1} ; $r = 3{,}85.10^8$ m (résultats avec trois chiffres significatifs).

3. Compte tenu de la vitesse angulaire de rotation de la Terre sur elle-même que l'on calculera, verra- t-on de la Terre, le satellite S se déplacer vers l'Est ou vers l'Ouest ? Justifier votre réponse.

4. Calculer l'accélération « a » subie par le satellite dans son mouvement orbital.
En déduire sa masse m si la force attractive terrestre vaut environ 2.10^{20} N.

5. Connaissiez vous déjà ce satellite par d'autres sources d'informations (presse, télévision, etc) ?

EXERCICE 6

On suppose que la Terre est sphérique, de rayon R, de masse M, et qu'elle possède une répartition de masse à symétrie sphérique.

1. Une masse m = 10 kg pratiquement ponctuelle est placée à sa surface.
Quelle force de gravitation subit- elle ?
En déduire le champ de gravitation $\mathcal{G}_0$ de la Terre à l'altitude zéro.

2. Sachant qu'à l'altitude z au dessus de la Terre, le champ de gravitation $\mathcal{G}$ est donné par la relation :

$$\mathcal{G} = \mathcal{G}_0 \frac{R_T^2}{(R_T+z)^2}$$

Montrer que si z est très faible devant R_T, $\mathcal{G}$ est pratiquement fonction affine de z.

3. Soit deux points A et B ; A est à l'altitude $z_A = 0$, B est à l'altitude $z_B = 10$ km au dessus du point B' de la surface de la Terre, la distance AB' = d = 10 km.
3.1 Quel est l'angle entre $\vec{\mathcal{G}}_A$ et $\vec{\mathcal{G}}_B$?
3.2 Quelle est la déviation relative $\frac{\mathcal{G}_B - \mathcal{G}_A}{\mathcal{G}_A}$?
3.3 Que peut- on en déduire relativement au champ de gravitation dans une zone de dimensions réduites ?

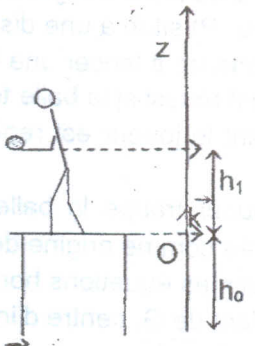
Données :

- ✓ Constante de gravitation universelle $G = 6{,}67.10^{-11}$SI.
- ✓ Masse de la Terre $M = 5{,}98.10^{24}$ kg.
- ✓ Rayon de la Terre R = 6380 km.
- ✓ Si α est un nombre sans dimension, très inférieur à 1, alors $(1 + \alpha)^n \approx 1 + n\alpha$.

MOUVEMENT DANS CHAMPS UNIFORMES

MOUVEMENT DANS LE CHAMP DE PESANTEUR $\vec{g}$

EXERCICE 1



Du dessus d'une table de hauteur h_0 = 1m un enfant lance verticalement une balle à partir de ses mains situées à une hauteur h_1 = 0,75m du dessus de la table vers le haut avec une vitesse $V_0 = 12 m.s^{-1}$ (voir schéma).

1. Etablir l'équation horaire z(t) du mouvement de la balle dans le repère $(O, \vec{k})$.
   (La balle est lancée à une date considérée comme origine des dates)
2. A quelle hauteur du point de lancement s'élève la balle avant de descendre ?
3. Au bout de combien de temps passe-t-elle au niveau de la table ? Avec quelle vitesse ?
4. Quelle est la durée mise par la balle pour aller du point de lancement au sol ?
5. Calculer la vitesse de chute de la balle au sol.

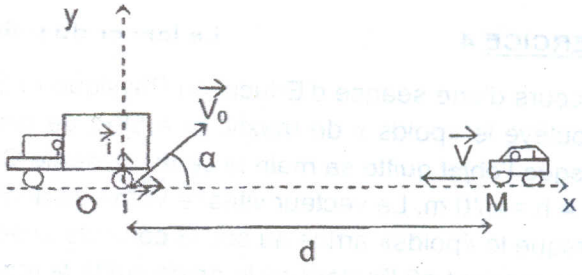
On prendra g = 9,8 $m.s^{-2}$ et on négligera la réaction de l'air.

EXERCICE 2

Un gravier assimilable à un point G est projeté par le pneu d'un camion vers l'arrière dans un plan (Ox, Oy). A l'instant t = 0, le gravier est projeté en O avec une vitesse $\vec{V_0}$ faisant un angle α = 37° par rapport à l'axe (Ox).

On négligera la réaction de l'air et prendra g = 9,8 $m.s^{-2}$; V_0= 12$m.s^{-1}$.

1. Etablir les équations horaires $x_G(t)$ et $y_G(t)$ du mouvement de G.
2. Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire du gravier et déterminer la hauteur maximale à laquelle le gravier s'élève.
3. Le gravier vient frapper une voiture qui suit le camion selon l'axe (Ox) en un point M de son pare-brise. A l'instant initial ou le gravier est projeté, le point M est à la distance d = 44m de l'axe Oy.



La voiture suit le camion avec une vitesse constante V = 90 km/h.

3.1. Etablir les équations horaires $x_M(t)$ et $y_M(t)$ du mouvement de M.

3.2. Déterminer la date à laquelle se produit l'impact du gravier sur le pare-brise.

3.3. En déduire la hauteur à laquelle se trouve le point M au dessus du sol.

4. si le gravier rate la voiture à quelle distance du camion tombera- t-il si on suppose que celui-ci roule à la vitesse constante $V_0 = 12 m.s^{-1}$?

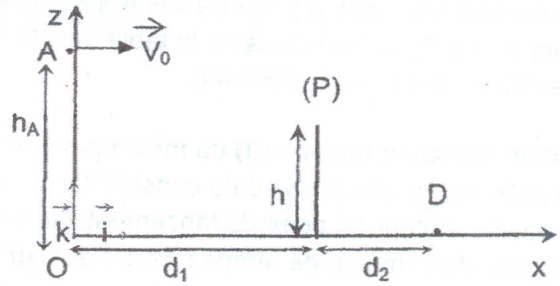
EXERCICE 3

Une partie de jeu est organisée pour amuser des enfants en vacances.
Le poteau (P) situé à une distance $d_1 = 12m$ de O a une hauteur h = 0,9m. On prendra $g = 9,8m.s^{-2}$.
Le jeu consiste à lancer une balle à partir d'un point situé sur la verticale OZ.
L'essai est réussi si la balle tombe au sol au-delà du point D situé à une distance $d_2 = 4m$ du poteau.
Cependant le joueur est repêché et bénéficie d'un autre essai si la balle tombe entre le poteau et le point D.

1. Un joueur frappe la balle horizontalement à partir du point A avec une vitesse $\vec{V_0}$ à une date t_o considérée comme origine des dates.

1.1. Etablir les équations horaires x(t) et z(t) du mouvement de G, centre d'inertie, de la balle dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{k})$.

1.2. Déduire l'équation cartésienne de la trajectoire de la balle.



2. La balle tombe en un point E sur la sol.

2.1. Exprimer les coordonnées de E en fonction de g, h_A et V_0.

2.2. Déterminer en fonction de g, h_A, d_1 et d_2 la condition sur V_0 pour que le service du joueur réussisse.

2.3. Faire l'application numérique.

3. Le centre d'inertie G de la balle passe à une hauteur h' = 10cm du poteau.

3.1. L'essai est-il réussi ?

3.2. Calculer la vitesse V_P avec laquelle la balle passe au dessus du poteau.

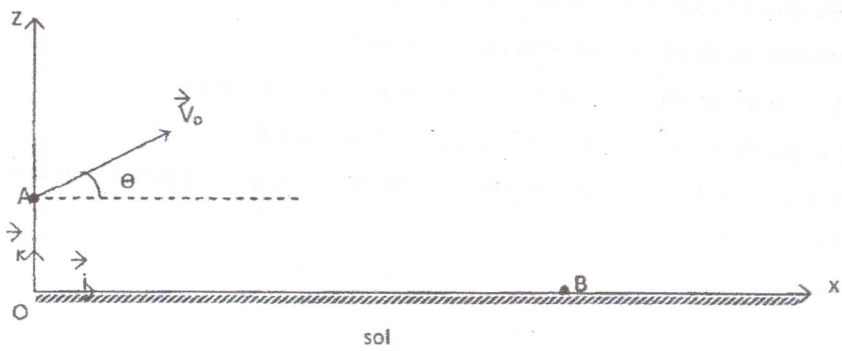
3.3 Sur un schéma clair représenter la trajectoire de la balle dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{k})$ avec les vecteurs vitesse $\vec{V_O}$ et $\vec{V_P}$.

4. Donner la condition sur V_0 qui permet à la balle de passer au dessus du poteau.

5. Déduire de ce qui précède la condition sur V_0 qui emmène un joueur à reprendre son essai.

EXERCICE 4 — Le lancer du poids

Au cours d'une séance d'Education Physique et Sportive (EPS), Yao est choisi comme premier lanceur. Il soulève le «poids » de masse m = 5Kg, de centre d'inertie G et le lance dans l'espace de réception.
Lorsque l'objet quitte sa main le centre d'inertie G se trouve au point A tel que
OA = h =1,70 m. Le vecteur vitesse $\vec{V_0}$ fait un angle θ avec le plan horizontal.
Lorsque le «poids» arrive au sol, G coïncide avec le point B.
(On prendra t =0 l'instant où le poids quitte la main)



On néglige l'action de l'air et on prendra $g = 9,8\ m.s^{-2}$

1. Etablir les équations horaires du mouvement de G dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{k})$, puis l'équation cartésienne de la trajectoire.

2. Donner la nature de la trajectoire et la tracer qualitativement.

Yao effectue trois essais et on retient la meilleure performance.

3. Premier essai : $\theta = 30°$, $OB = X_1 = 8,74$ m

3.1. Déterminer l'expression de :

3.1.1. la vitesse V_0 en fonction de g, θ, X_1 et h

3.1.2. la hauteur maximale H_{max} par rapport au sol atteint par le «poids».

3.2. Calculer la valeur numérique de V_0 et de H_{max}.

4. Deuxième essai : $\theta = 45°$, V_0 a la même valeur qu'au premier lancer et $OB = X_2$.
Déterminer X_2. Comparer X_1 et X_2.

5. Troisième essai : $\theta = 60°$, $V_0 = 8,60\ m.s^{-1}$ et $OB = X_3$

5.1. Déterminer X_3.

5.2. Comparer X_2 et X_3.

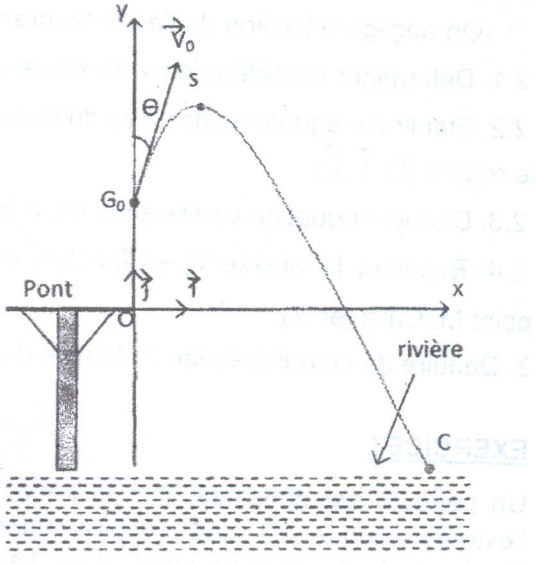
6.

6.1. Quel est le meilleur essai ?

6.2. Pour une vitesse initiale donnée, comment doit-on lancer le «poids» pour obtenir la meilleure performance ?

EXERCICE5 Le saut de l'ange

Pour se baigner, des enfants sautent du point O d'un pont et plongent dans la rivière dont le niveau est 3 m plus bas, on se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie d'un plongeur. On négligera dans tout l'exercice le mouvement de rotation du plongeur autour de son centre d'inertie G ainsi que les frottements avec l'air. Le repère d'étude est $(O, \vec{i}, \vec{j})$.



Après s'être lancé, le plongeur quitte le pont qui sert de tremplin à la date $t = 0$ avec un vecteur vitesse $\vec{V_0}$ incliné de $\theta = 30°$ par rapport à la verticale. Son centre d'inertie est alors au point G_0 de coordonnées $x_0 = 0$ m, $y_0 = 1$ m.

1. Etablir les équations horaires x(t) et y(t) du mouvement du centre d'inertie dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$.
En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire.

2. Le plongeur est au sommet de sa trajectoire au point S d'abscisse $x_s = 1,1$ m. Déterminer :

2.1. L'expression de V_0 en fonction x_s, g et θ, puis calculer sa valeur.

2.2. L'ordonnée du sommet S.

3. Le plongeur pénètre dans l'eau en C. (on prendra $V_0 = 5\ m.s^{-1}$)

3.1. Déterminer la distance d entre les verticales passant par O et C.

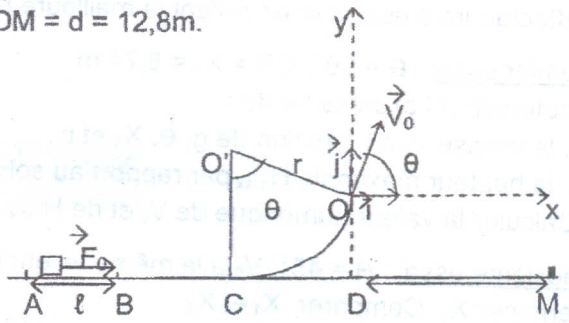
3.2. Calculer la durée du saut.

3.3. Déterminer la valeur de sa vitesse en C.
(On appliquera le théorème de l'énergie cinétique).
On prendra $g = 9,8\ m.s^{-2}$.

EXERCICE 6

On désire détruire une cible placée au point M à l'aide d'un solide de masse m = 500g lancé avec une force $\vec{F_0}$ appliquée entre A et B. On donne AB = ℓ = 5m, DM = d = 12,8m.

La piste de lancement est telle qu'entre A et B les frottements sont assimilables à une force $\vec{f}$ opposée au mouvement d'intensité f =3 N ; le reste de la piste est parfaitement lisse. La portion ABC est rectiligne horizontale et la portion CO est un arc de cercle



de centre O' et de rayon r= 1m tel que $(\overset{\frown}{O'C, O'O}) = \theta = 60°$.

Le solide est assimilable à un point matériel de centre d'inertie G.

1. On suppose que le solide quitte le point A avec une vitesse nulle ; en utilisant le théorème de l'énergie cinétique :

1.1. Exprimer la vitesse V_B du solide en B en fonction de F_0, f, ℓ et m.

1.2. Montrer que la vitesse V_C du solide en C est égale à V_B

1.3. Exprimer la vitesse V_0 du solide en O en fonction de V_C, r, g et θ ; puis en fonction de F_0, f, ℓ, m, r, g et θ.

2. Le solide quitte la piste au point O avec la vitesse V_0 à une date prise comme origine des dates.

(On négligera l'action de l'air et on prendra g = 10 $m.s^{-2}$)

2.1. Déterminer l'accélération a du solide dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$.

2.2. Etablir les équations horaires du mouvement du centre d'inertie G du solide dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$.

2.3. Donner l'équation cartésienne de la trajectoire du centre d'inertie du solide dans le repère.

2.4. Exprimer la vitesse V_0 en fonction de d, g, r et θ pour que le solide puisse détruire sa cible au point M. Calculer V_0.

3. Déduire de ce qui précède l'intensité de la force $\vec{F_0}$ qui permet au solide d'atteindre la cible.

EXERCICE7

Un pendule est constitué d'un fil inextensible de masse négligeable de longueur ℓ = 62,50 cm à l'extrémité duquel est fixée une bille supposée ponctuelle et de masse m = 10g.

On écarte le pendule de sa position d'équilibre d'un angle $\theta_0 = (\vec{O'A}, \vec{O'O}) = 60°$ et on l'abandonne sans vitesse initiale en A.

1.

1.1. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, exprimer la vitesse V_M de la bille au point M en fonction de g, ℓ, θ et θ_0. Calculer sa valeur pour θ= 30°.

1.2. En déduire l'expression de la vitesse V_0 de la bille au point O en fonction de g, ℓ et θ_0.

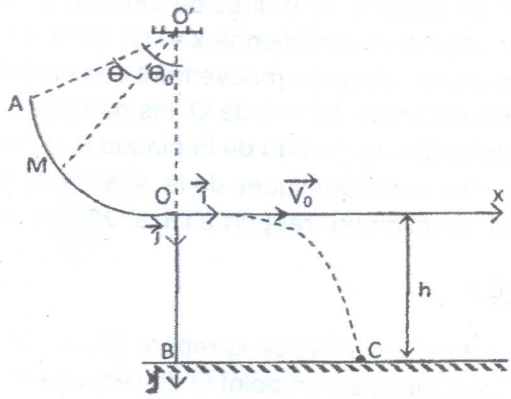
2.

2.1. En utilisant le théorème du centre d'inertie, exprimer l'intensité de la tension T_M du fil en M en fonction de m, g, θ et θ_0. La calculer pour θ = 30°.

2.2. En déduire l'expression de l'intensité T_O de la tension au point O en fonction de m, g, θ_0 et calculer sa valeur pour $\theta = 30°$.

3. Au passage de la bille par le point O, le fil se casse.

La bille n'est plus soumise qu'à l'attraction de la Pesanteur g.



3.1. Etablir les équations horaires du mouvement de la bille dans le système d'axe (Ox, Oy) et déduire l'équation cartésienne de la trajectoire.

3.2. Calculer l'abscisse x_c du point de chute C de la bille sur le sol horizontal. *on donne : OB = h = 1,80 m.*

4. Le vecteur vitesse V_C fait avec le sol horizontal un angle $\beta = (\vec{i}, \vec{V_C})$

4.1. Déterminer les coordonnées V_{Cx} et V_{Cy} du vecteur $\vec{V_C}$ au point de chute C et calculer la valeur de β.

4.2. Exprimer puis calculer la valeur de la vitesse V_C au point de chute de la bille.

MOUVEMENT DANS UN CHAMP ELECTROSTATIQUE $\vec{E}$

EXERCICE 1

1. Un électron de charge q = -e de masse $m_e = 9{,}1.10^{-31}$Kg pénètre dans un champ électrique uniforme en O avec une vitesse pratiquement nulle. Les plaques A et C créant le champ $\vec{E}$ sont soumises à une tension $U_{AC} = V_A - V_C > 0$. (voir figure 1)

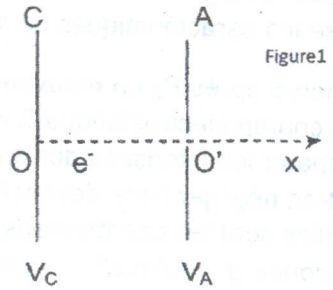


Figure1

1.1. Représenter les vecteurs champs électrostatiques $\vec{E}$ et la force électrostatique $\vec{f}$ agissant sur l'électron.

1.2. Etablir les équations horaires du mouvement de l'électron.

1.3. Etablir l'expression de la vitesse de l'électron à son arrivée en O'. La calculer pour $U_{AC} = 10^3$V.

1.4. Calculer le temps mis par l'électron pour atteindre le point O'.

1.5. Déduire de ce qui précède la distance OO'.

2. Une particule α ($^4_2H_e^{2+}$) de masse m et de charge q est émise en O au niveau d'une plaque verticale A avec une vitesse nulle. Une différence de potentiel U_{AB} est établie entre les plaques A et B distante de d= 50cm. (voir fig_2)

N.B : Le poids de la particule est négligeable devant la force éclectique entre les plaques A et B.

2.1. Calculer la valeur de la tension U_{AB} pour que les particules émises arrivent au niveau de la plaque B avec une vitesse $V = 10^4 m.s^{-1}$.

(*On donne : charge élémentaire $e = 1{,}6.10^{-19}$ C, $1u = 1{,}66.10^{-27}$ Kg*)

2.2. Représenter sur le schéma le vecteur champ électrostatique $\vec{E}$

2.3. Déterminer les caractéristiques du vecteur accélération des particules entre les plaques A et B et donner la nature du mouvement.

2.4. Quelle sera la nature du mouvement des particules au delà de B ? Calculer le temps mis par les particules entre A et B.

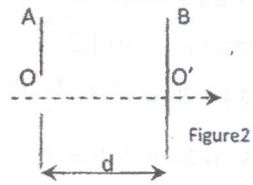
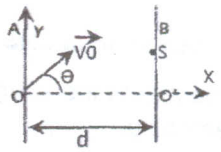


Figure2

3. Les particules de la question 2 sont émises cette fois-ci en O sur la plaque A avec une vitesse $\vec{V_0}$ faisant un angle $\theta = 30°$ avec l'horizontale (voir figure 3).

Figure3



3.1. Etablir les équations horaires du mouvement des particules.

3.2. Etablir l'équation cartésienne $x = f(y)$ de la trajectoire des particules.

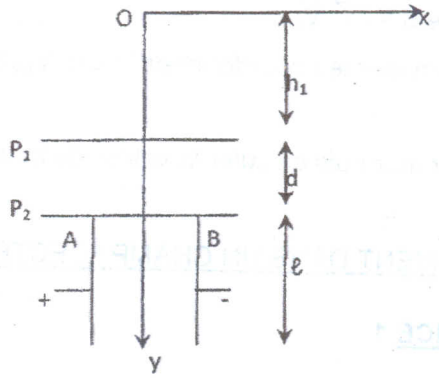
3.3. Quelle est la nature du mouvement des particules entre les plaques.

3.4. A quelle distance $O'S = a$ de O' les particules sortent du champ électrostatique au niveau de la plaque B (S représente le point de sortie).

3.5. Donner les caractéristiques de la vitesse de sortie V_S en S. (intensité et direction par rapport à l'axe OO') et calculer le temps mis par les particules entre O et S.

EXERCICE 2

On utilisera dans cet exercice le repère (O,x,y). Un solide ponctuel (S) de masse m= 0,1g et de charge $q = 5.10^{-7}C$ est placé en un point O de l'espace (voir figure).



1. Le solide (S) est abandonné sans vitesse initiale en O.

1.1. Décrire le mouvement de (S) entre O et P_1 et donner l'équation de son mouvement.

1.2. Calculer la durée Θ_1 du parcours et la vitesse V_1 en P_1 avec h_1=19,6cm.

2. P_1 et P_2 sont deux grilles horizontales chargées. Arrivé à l'intérieur des grilles, le solide ponctuel est freiné par la force électrique due au champ créé par les deux grilles.

2.1. Préciser, en le justifiant, le signe de chaque grille.

2.2. Le mouvement du solide entre les plaques P_1 et P_2 est supposé rectiligne uniforme.

En déduire les caractéristiques de la force électrique F_e puis de la ddp $U = V_{P1}-V_{P2}$ pour d=5,4cm.

3. (S) amorce après P_2 un mouvement entre deux plaques parallèles verticales A et B entre lesquelles règne un champ électrostatique E = 980 V/m

3.1. Comparer les intensités des forces de pesanteur et électrostatique. Peut-on négliger l'une devant l'autre ?

3.2. Quelles sont les coordonnées du point de sortie K du solide ponctuel (S).

On donne $g = 9,8m.s^{-2}$ $\ell = 16\ cm$

EXERCICE 3

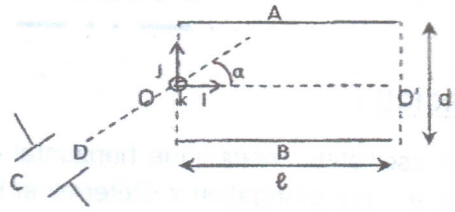
Un condensateur plan est constitué de deux plaques parallèles métalliques rectangulaires horizontales A et B de longueur ℓ et séparées par une distance d.

On raisonnera dans le repère $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$.

Un faisceau homocinétique de protons émis en C à vitesse nulle est accéléré entre les points C et D situés dans le plan $(O, \vec{i}, \vec{j})$. Il pénètre en O en formant un angle α avec $\vec{i}$ dans le champ $\vec{E}$ uniforme entre les plaques A et B du condensateur.

1. Après avoir indiqué en le justifiant le signe de V_D-V_C, calculer en fonction de $U= V_D-V_C$ la vitesse v_D des protons. Calculer sa valeur. (*On donne : U = 1000V, $m_p = 1,67.10^{-27}Kg$, $e = 1,6.10^{-19}$ C*).

2. Quelle est la nature du mouvement des protons entre D et O.
(On négligera le poids des protons)
Déduire la valeur v_O de la vitesse des protons à leur arrivée en O.



3. Indiquer en le justifiant le signe de V_A-V_B tel que le faisceau puisse passer par le point O' (ℓ, 0, 0).

4. Donner l'équation de la trajectoire des protons dans le répère $\mathcal{R}$ en fonction de U, U'= V_A-V_B, α et d.
Quelle est la nature du mouvement des protons ?
Donner l'expression de U' en fonction de U, α, ℓ et d qui permet de réaliser la sortie en O'.
Calculer U' pour α = 30°, ℓ = 20 cm et d = 7cm.

5. Dans le cas où la tension U' a la valeur précédemment calculée, déterminer à quelle distance minimale du plateau supérieur passe le faisceau de protons.

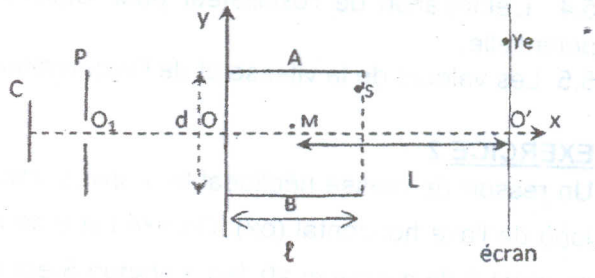
EXERCICE 4

1. La cathode C d'un oscilloscope électronique émet des électrons dont la vitesse à la sortie est négligeable. Les électrons accélérés arrivent à l'anode (P) et la traversent par l'ouverture O_1.
On établit la ddp U_0=V_P-V_C.

1.1. Déterminer le signe de U_0 pour que les électrons soient effectivement accélérés entre (C) et (P).

1.2. Déterminer l'expression de la vitesse v_0 des électrons en fonction de e, U_0 et m à leur passage en O_1.

1.3. Quelle est la nature du mouvement des électrons au delà de P entre O_1 et O.



2. Les électrons pénètrent en O entre les armatures horizontales A et B d'un condensateur. Les armatures de longueur ℓ sont distantes de AB = d.
On établit entre elles une tension positive U= V_A-V_B = 500 V (*O est à égale distance des deux armatures A et B*)

2.1. Représenter sur un schéma le vecteur champ électrostatique $\vec{E}$ et la force électrique $\vec{f}$ agissant sur les électrons entre A et B.

2.2. Déterminer l'accélération des électrons entre les deux plaques A et B.

2.3. Etablir les équations horaires du mouvement des électrons entre les deux plaques dans le système d'axe (Ox, Oy) et montrer que l'équation de leur trajectoire est de la forme $y = kx^2$ où k est une constante fonction de U, U_0 et d.

2.4. La tension U est constante et U_0 peut varier

2.4.1. Exprimer en fonction de ℓ, d et U la condition sur U_0 pour que les électrons puissent sortir du condensateur sans heurter une armature.

2.4.2. Calculer alors la valeur limite U_{0m} de U_0. *On donne d= 2cm, ℓ= 4cm.*

3. L'écran de l'oscilloscope est situé à une distance L = 40cm du centre de symétrie M des plaques. Pour y parvenir les électrons doivent passer par un trou S situé à une distance h de l'armature A à la sortie du condensateur.

3.1. Exprimer l'expression de U_0 en fonction de d, ℓ, h et U ; la calculer pour h = 0,75cm.

3.2. Exprimer la déviation Y_e en fonction de U_0, U, ℓ, L et d.
La calculer.

OSCILLATIONS MECANIQUES

EXERCICE 1

1. Un oscillateur mécanique horizontal est soumis à une force de rappel proportionnelle et de sens contraire à son élongation x. Déterminer l'équation différentielle du mouvement.
2. Montrer que $x = a.\sin(\omega t + \varphi)$ est une solution de l'équation différentielle.
3. En déduire l'expression de la période propre de l'oscillateur.
4. Montrer que l'énergie mécanique totale de l'oscillateur au passage par l'origine a même valeur qu'au point d'élongation maximale.
5. Application :

Un solide de masse m pouvant glisser sans frottement sur un support horizontal est fixé à un ressort de raideur $k = 48\ N.m^{-1}$. Son élongation x, mesurée à partir de sa position d'équilibre, est donnée par $x = a.\sin(8t - 3,14)$. Pour faire osciller la masse, on lui fournit une énergie de 0,24 J.

Déterminer :

5.1 La masse m du solide.

5.2 L'amplitude du mouvement.

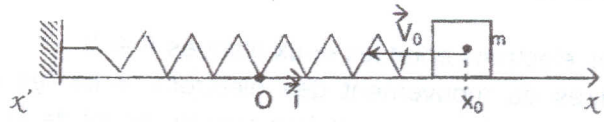
5.3 La vitesse maximale de l'oscillateur.

5.4 L'élongation de l'oscillateur pour laquelle l'énergie cinétique est égale à la moitié de l'énergie potentielle.

5.5 Les valeurs de la vitesse et de l'accélération lorsqu'on lui fournit cette énergie de 0,24 J.

EXERCICE 2

Un ressort de masse négligeable à spires non jointives et de raideur $K = 10n.m^{-1}$ peut se déplacer le long de l'axe horizontal (ox). On fixe l'une de ses extrémités en A et l'on accroche à l'autre extrémité un objet S de masse m =0,1kg. Lorsque S est en équilibre, la projection sur (x'x) de son centre d'inertie G coïncide avec l'origine O des abscisses. A l'instant t =0, G a pour abscisse x_0 = 2cm et l'on communique à l'objet une vitesse V_0 dirigée suivant l'axe du ressort (voir schéma) et de valeur $0,4m.s^{-1}$

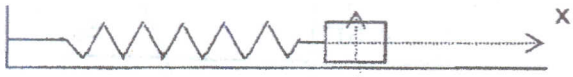


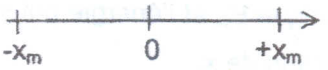
1. Faire le bilan des forces s'exerçant sur le solide et les représenter sur un schéma.
2. En appliquant le théorème du centre d'inertie, établir l'équation différentielle du mouvement de G.
3. En déduire l'équation horaire du mouvement de G en précisant les valeurs numériques de l'amplitude, de la pulsation et de la phase φ à l'origine.
4. Donner les expressions de la vitesse et de l'accélération de l'objet.
5. Montrer que l'énergie mécanique du système est constante et calculer sa valeur.

EXERCICE 3

On considère un ressort de raideur k = 10 $N.m^{-1}$. On place une masse m = 100g à l'extrémité libre du ressort.

La masse peut glisser sans frottement sur la table horizontale.





A la date t = 0, le centre de gravité G de la masse m est lâchée en x_m sans vitesse.

1. Quelles sont les formes d'énergie que possède le système masse + ressort ?
2. L'une des formes d'énergie a été représentée sur la figure ci- dessous.

2.1 Quelle est l'énergie représentée sur ce graphe ? Justifier.

2.2 Où se trouve le mobile à la date 0,25 s ? Justifier.

2.3 Où se trouve le mobile à la date 0,5 s ? Justifier.

2.4 Reproduire le graphique et tracer en vert l'allure de l'énergie complémentaire à celle déjà représentée en précisant son nom. Puis représenter en bleu l'allure de l'énergie mécanique.

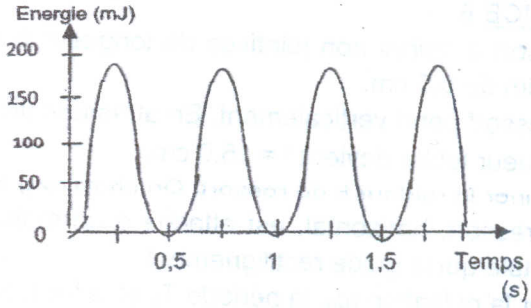
2.5 De quel type d'oscillations s'agit- il ? Justifier.

2.6 Déterminer la valeur de x_m.

3. Déterminer l'équation différentielle du mouvement de G en appliquant le principe de la conservation de l'énergie mécanique.

En déduire l'équation horaire du mouvement de G.

4. Déterminer la valeur de la période T.



EXERCICE 4

On dispose d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur k. A l'une de ses extrémités, on accroche un solide (S) pouvant glisser sans frottements sur une tige horizontale passant par son centre. On étudie le mouvement du centre d'inertie G du solide dans le repère $(O, \vec{i})$, O étant la position de G à l'équilibre.

On donne : m = 0,2 kg k = 5$N.m^{-1}$ x_0 = + 3cm $|v_0|$ = 0,1 $m.s^{-1}$

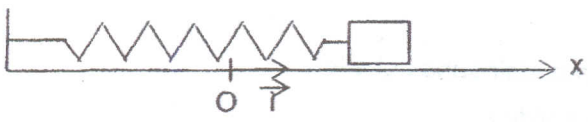
On écarte (S) de sa position d'équilibre et on le libère sans vitesse initiale. A l'instant t = 0 choisi comme origine des temps, son abscisse est x_0, son vecteur vitesse $\vec{v_0}$ est dirigé vers la position d'équilibre.

1. Calculer l'énergie mécanique de l'oscillateur à t = 0.
2. En appliquant le principe de la conservation de l'énergie mécanique, déterminer :

2.1 La vitesse de (S) au passage par la position d'équilibre.

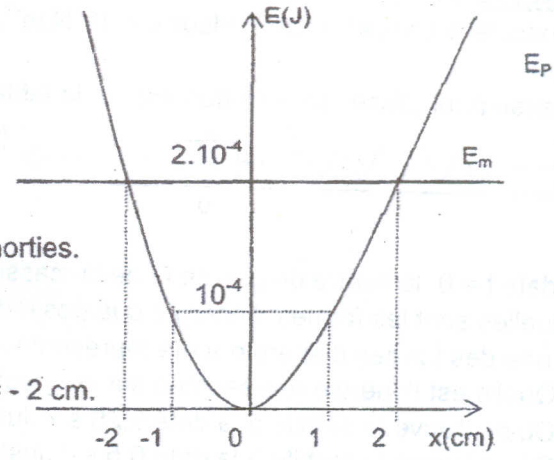
2.2 Les positions de G pour lesquelles la vitesse s'annule.

3. Sachant que l'équation différentielle du mouvement est $m.\ddot{x} + k.x = 0$, en déduire l'équation horaire du mouvement en respectant le choix de l'origine des dates précisée plus haut.



EXERCICE 5

On considère un pendule élastique, de masse m et de raideur k, mobile sur un axe horizontal (A, i). La figure donne l'énergie mécanique E_m et l'énergie potentielle E_P du système en fonction de x.



1. Montrer que le système effectue des oscillations non amorties.
2. En déduire l'amplitude du mouvement.
3. Déterminer la raideur du ressort.
4. Calculer la valeur de l'énergie cinétique pour x = 0 et x = - 2 cm.
5. La période des oscillations est égale à 0,628 s.

Déterminer la vitesse de l'extrémité du ressort lorsque l'élongation est égale à + 1 cm.

EXERCICE 6

Un ressort à spires non jointives de longueur à vide l_0 = 10,0 cm, peut être allongé ou raccourci au maximum de 8,5 cm.

1. Le ressort pend verticalement. En attachant un objet de masse m = 100 g à son extrémité inférieure, sa longueur totale devient l = 15,0 cm.

Déterminer la raideur k du ressort. On choisira g = 9,8 m.s^{-2}.

2. Le ressort, horizontal, est attaché à un mobile de masse m = 100 g et posé sur une règle à air horizontale qui le guide rectilignement.

Calculer la pulsation ω_0, la période T_0 et la fréquence N_0 des oscillations.

3. Le mobile est écarté de sa position d'équilibre. L'abscisse de son centre d'inertie G est alors égale à x_0 = 5,5 cm.

Indiquer la loi horaire du mouvement dans les cas suivants :

3.1 Le mobile est lâché sans vitesse initiale à la date t = 0.

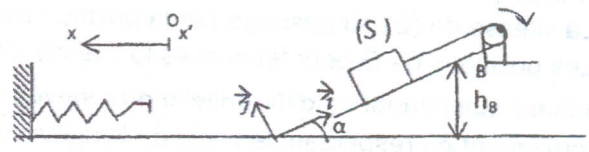
3.2 Le mobile est lâché sans vitesse initiale et passe pour la première fois par sa position d'équilibre à la date t = 0.

3.3 A la date t = 0, le mobile a une vitesse initiale et se déplace vers les x croissants, telle qu'il subisse ensuite son raccourcissement maximal.

EXERCICE7

Dans tout l'exercice, on négligera les frottements et on assimilera le solide(S) à un point matériel.

1. Tiré par un câble actionné par un moteur, un solide (S) de masse m=3kg, gravite un plan incliné d'un angle α = 30°par rapport à l'horizontale.



Sa vitesse V est constante.

1.1. Faire un bilan de toutes les forces qui s'appliquent au solide et les représenter sur un schéma clair sans échelle.

1.2. Calculer la valeur R de la réaction du plan sur le solide.

2. Subitement le câble se casse.

2.1. Décrire les deux phases du mouvement de (S) sur le plan incliné après la cassure.

2.2. En supposant que (S) était monté jusqu'en B, d'altitude h_B = 1,5m, calculer la vitesse V_A de passage de (S) en A.

3. Le solide continue son mouvement sur le plan horizontal contenant le point A, en O, heurte un ressort de raideur $k = 1000N.m^{-1}$, fixé par son autre extrémité.

3.1. Quelle est la vitesse V_0 de (S) juste avant le choc ?

3.2. Quelle est l'énergie mécanique de (S) juste avant le choc, sachant que son énergie potentielle de pesanteur y est nulle ?

4. Dès que le choc se produit, (S) reste solidaire du ressort. Il effectue des oscillations autour du point O,origine de l'axe x'x, parallèle au sol horizontal. On prendra comme origine des temps , l'instant du choc.

4.1. Déterminer l'amplitude X_m du mouvement de l'oscillateur.

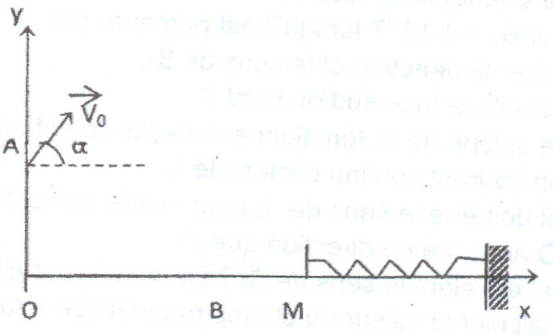
4.2. Etablir l'équation différentielle du mouvement de l'oscillateur. En déduire sa pulsation et la loi horaire de son mouvement.

4.3. Déterminer la durée de deux oscillations.

EXERCICE 8

Une piste de lancement de " poids" aménagée présente l'aspect représenté sur la figure. La piste de lancement est parfaitement lisse de sorte à minimiser les forces de frottement.

" Le poids" est une boule d'acier de masse m = 500 g. Le ressort de constante de raideur K à spires non jointives est de masse négligeable.



1. Un sportif lance le "poids" à partir du point A Avec une vitesse V_0.

1.1. Etablir les équations horaires du mouvement de la boule dans le repère [o, i , j] en prenant pour origine des dates l'instant de lancement.

1.2. Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire dans le repère donné.

1.3 Donner cette équation avec les valeurs numériques : on donne pour cela $y_A = 1m$, $\alpha = 30°$, $g = 10\ m.s^{-2}$.

2. La boule tombe exactement au point B avec la vitesse V_B.

Après la chute elle glisse jusqu'au point M ou elle entre collision avec le ressort qui effectue un mouvement de va et vient en 0,25s et subit un raccourcissement de 20 cm.

2.1 Etablir l'équation différentielle du mouvement.

2-2-1 Que représente 0,25s pour le mouvement du pendule constitué.

Que représente le raccourcissement de 20 cm pour le mouvement du pendule.

2-2-2 Calculer alors la constante de raideur K du ressort et établir l'équation horaire du mouvement du pendule en prenant pour origine des dates et des espaces l'instant de la collision.

3- En utilisant la conservation de l'énergie, calculer :

3-1 La vitesse V_M de la boule en M.

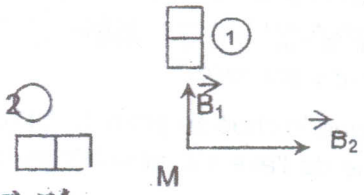
3-2 La vitesse V_B.

4. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique calculer la vitesse de lancement V_O de la boule en A.

CHAMP MAGNÉTIQUE

EXERCICE 1

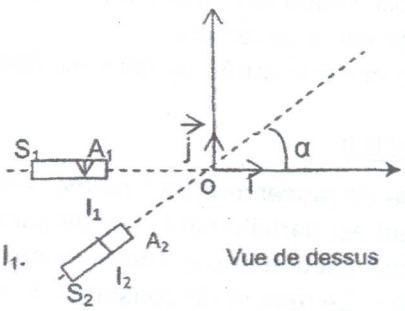
En un point M de l'espace se superpose deux champs $\vec{B_1}$ et $\vec{B_2}$ créés par deux aimants dont les directions sont orthogonales.
Leurs intensités sont respectivement $B_1 = 3$ mT et $B_2 = 4$ mT.



1. Donner les pôles des deux aimants.
2. Représenter graphiquement le champ résultant B. Calculer B et $\alpha = (\vec{B_1}, \vec{B})$.

EXERCICE 2

Deux solénoïdes identiques S_1 et S_2 sont disposés comme le montre la figure. Leurs axes se coupent en O à la même distance $d = OA_1 = OA_2$ des faces les plus proches et font un angle $\alpha = 45°$.

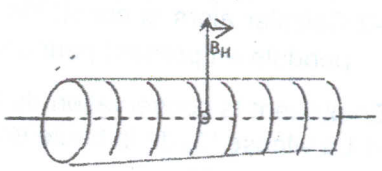


1. Le solénoïde S_1 crée en O un champ magnétique $\vec{B_1}$ de valeur $B_1 = 4.10^{-3}$T lorsqu'il est parcouru par un courant d'intensité I_1. Préciser la direction et le sens de B_1.
A_1 est-elle la face sud ou nord ?
2. Le solénoïde S_1 fonctionne dans les conditions précédentes, on fait passer dans le solénoïde S_2 un courant continu d'intensité I_2.
Quel doit être le sens de I_2 pour que le camp magnétique total $\vec{B} = \vec{B_1} + \vec{B_2}$ créé par les deux solénoïdes en O ait la même direction que $\vec{j}$?
Quel est alors le sens de $\vec{B_2}$? La face A_2 est-elle SUD ou NORD ?
3. Calculer la valeur du champ magnétique total B ainsi que l'intensité I_2 sachant que $I_1 = 1{,}2$ A.

EXERCICE 3

1. Un solénoïde est constitué d'un enroulement de fil de diamètre d = 1mm recouvert de vernis isolant d'épaisseur négligeable et de résistance. Les spires sont jointives et assimilées à des cercles de rayon R = 2,5cm.
1.1. Calculer le nombre n de spires par mètre du solénoïde.
1.2. La longueur de fil de cuivre utilisé est L = 62,8m. Calculer la longueur ℓ de ce solénoïde.
Peut-on le considérer comme infiniment long ? Justifier la réponse.

2. Le solénoïde est branché aux bornes d'un générateur de courant continu de f.é.m.12V et de résistance interne r=3Ω. La résistance du solénoïde est r'= 9Ω.



2.1. En appliquant la loi de Pouillet ($I = \frac{\sum \text{f.e.m} - \sum \text{f.c.e.m}}{\sum \text{résistances}}$), calculer l'intensité du courant dans le solénoïde.
2.2. Calculer le champ magnétique B_0 à l'intérieur du solénoïde.

3. Le solénoïde est maintenant placé dans un endroit où règne un champ magnétique uniforme horizontal de valeur $B_H = 2.10^{-5}$T. En absence de courant électrique, une aiguille aimantée placée au centre du solénoïde s'oriente perpendiculairement à l'axe du solénoïde. On établit un courant continu d'intensité I = 0,01A.
3.1. Sur un schéma clair, représenter le vecteur champ magnétique B résultant.
3.2. De quel angle θ dévie l'aiguille aimantée.

EXERCICE4

1. Une bobine de longueur ℓ = 60cm et de diamètre d = 4cm comporte N= 1200 spires est parcourue par un courant d'intensité I = 500mA (voir schéma)

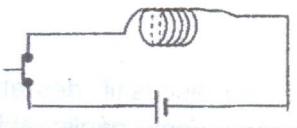
1.1. Pour quelle raison peut-on considérer cette bobine comme un solénoïde très long ?

1.2. Reproduire le schéma :

1.2.1. En précisant le sens du courant dans la bobine

1.2.2. En dessinant quelques lignes de champ dans la bobine

1.2.3. En dessinant le vecteur champ magnétique B dans la bobine.



2. On désire déterminer la relation entre la valeur du champ $\vec{B}$ à l'intérieur d'un solénoïde et le courant I qui le traverse.

On dispose pour cela de deux solénoïdes S_1 et S_2 ayant respectivement n_1= 510 spires par mètre et n_2= 1015 spires par mètre. On mesure la valeur du champ magnétique $\vec{B}$ à l'intérieur de chaque solénoïde en faisant varier l'intensité du courant I qui le traverse. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessus.

	I(A)	1	1,5	2	2,5	3
S_1	B_1(mT	640	960	1280	1600	1900
S_2	B_2(mT	1250	1900	2500	3160	3820

2.1. Faire un schéma annoté du dispositif expérimental.

2.2. Tracer sur le même graphe les deux courbes B = f(t). Echelle : 1cm ⟶ 0,5A 1cm ⟶ 500mT

2.3. Montrer à partir des courbes que le champ magnétique $\vec{B}$ à l'intérieur d'un solénoïde est proportionnel à l'intensité I du courant qui le traverse.

Calculer les rapports K_1 et K_2 pour les solénoïdes S_1 et S_2 qui existe entre B et I.

2.4. On exprime la perméabilité du vide par $\mu_0 = 4.\pi.10^{-7}$ (unité SI).

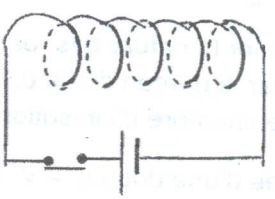
2.4.1. Calculer le rapport $\frac{k}{n}$ de chaque solénoïde, le comparer à μ_0 et conclure.

2.4.2. Donner alors l'expression du champ magnétique à l'intérieur d'un solénoïde traversé par un courant I.

3. Calculer le champ magnétique B à l'intérieur du solénoïde étudié dans la question 1.

EXERCICE 5

On dispose d'un solénoïde s de longueur ℓ possédant un nombre n de spires par mètre. Ce solénoïde est branché aux bornes d'une pile débitant un courant d'intensité I.



Sur un schéma clair, représenter :

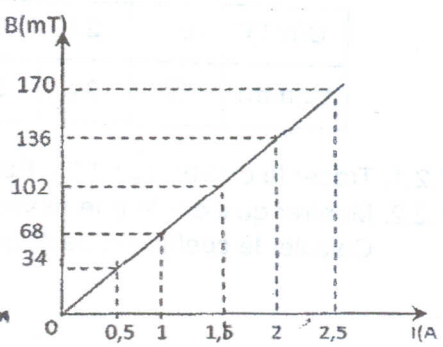
1.1. Le sens du courant dans le solénoïde.

1.2. Des lignes de champ à l'intérieur et à l'extérieur du solénoïde.

1.3. Quelle conclusion peut-on tirer de l'observation de ce spectre quant à la nature du champ magnétique à l'intérieur du solénoïde ?

Justifier la réponse et représenter le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ à l'intérieur du solénoïde.

2. On veut déterminer le nombre de spires N du solénoïde S ; pour cela on réalise l'expérience suivante : un montage en série est réalisé avec le solénoïde, un générateur, un conducteur ohmique à résistance variable et un ampèremètre. Une sonde a effet hall reliée à un tesla mètre est placée au centre du solénoïde. On fait varier le courant délivré par le générateur et on suit la variation du champ magnétique dans le solénoïde. Les résultats obtenus nous ont permis de tracer la courbe suivante.



2.1. Montrer à partir de la courbe qu'il existe une relation de proportionnalité entre le champ magnétique B et l'intensité I du courant.

2.2. Exprimer le champ B en fonction de I et K (pente de la courbe). Calculer K

3.

3.1. Donner l'expression du champ magnétique B en fonction de μ_0, n et I.

3.2. Déduire de ce qui précède le nombre N de spires du solénoïde

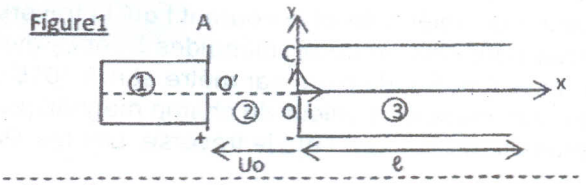
n = nombre de spires par mètre *On donne : $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$SI.* ℓ = 40 cm

MOUVEMENT DANS UN CHAMP MAGNETIQUE UNIFORME

EXERCICE 1

Dans la partie 1 du dispositif, des atomes de Lithium sont ionisés en ion Li^+. Ils pénètrent avec une vitesse considérée comme négligeable par l'orifice O' dans la chambre 2 où la tension U_0 établie entre A (anode) et C (cathode) les accélère. Ils ressortent par l'orifice O et pénètrent alors dans l'enceinte 3 où règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$. Les ions lithium sont constitués des isotopes $^6Li^+$ et $^7Li^+$ de masses respectives m_1 et m_2.

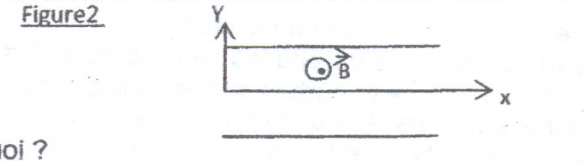
Figure1



1. Exprimer les vitesses V_1 et V_2 des ions respectifs $^6Li^+$ et $^7Li^+$.

2. Déterminer dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ l'équation cartésienne de la trajectoire des dans la chambre 3 et montrer que l'ordonnée de sortie Y_S peut s'exprimer en fonction de U_0, E et ℓ.
Ce dispositif permet-il de séparer les isotopes ? Pourquoi ?

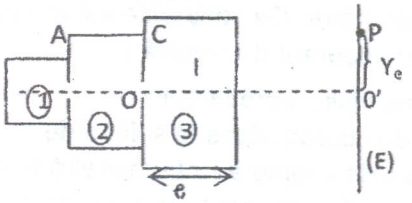
Figure2



3. On supprime le champ $\vec{E}$ dans la chambre 3 et on y établit un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ comme l'indique la figure2.
Montrer que dans le champ $\vec{B}$ chacun des ions est animé d'un mouvement circulaire uniforme dont on déterminera le rayon en fonction de B, e, U_0 et m.
Quel est l'avantage de ce dispositif par rapport au premier ?

EXERCICE 2

Pour déterminer la nature des particules X^{n+}, un groupe d'élèves utilise cet appareil mis à leur disposition par le garçon de labo.



① est une chambre d'ionisation.

② est dotée d'une ddp $U_0 = V_A - V_C > 0$.

③ est dotée d'un champ magnétique $\vec{B}$ de largeur ℓ.

€ est un écran fluorescent.

1. Quand on introduit les particules X dans la chambre ① branchée au courant du secteur il apparaît une tâche en un point P de l'écran (E).

1.1. Donner le rôle de chaque chambre.

1.2. L'expérience consiste à faire varier la valeur du champ $\vec{B}$ de la chambre ③ et mesurer la déviation $Y_e = O'P$ en fonction de B.

Les résultats obtenus par les élèves sont consignés dans le tableau suivant :

B(mT)	10	20	30	40	50	60	70
Y_e(mm)	17	34	51	68	85	102	119

1.2.1. Tracer la courbe $Y_e = f(B)$. Echelle : 1cm pour 10mT et 1cm pour 10 mm

1.2.2. Montrer qu'il existe une relation de proportionnalité entre Y_e et B.
Calculer le coefficient de proportionnalité K en unité SI.

2. Les particules quittent la chambre ① avec une vitesse nulle pour la chambre ②.
On néglige leur poids.

2.1. Donner la nature du mouvement des particules dans la chambre ②.

2.2. Déterminer l'expression de la vitesse V_0 des particules en fonction de n, e, U_0 et m. (masse d'une particule) en O.

3. Les particules pénètrent dans la chambre ③avec la vitesse $\vec{V_0}$.

3.1. Montrer que les particules effectuent dans la chambre ③un mouvement circulaire uniforme de rayon R qu'il faut exprimer en fonction de n, e, U_0, V_0 et m.

3.2. Les particules sortent de la chambre ③en un point S pour l'écran. Quelle est la nature de leur mouvement au-delà de S.

3.3. Reprendre le schéma en traçant la trajectoire des particules de la chambre ①au point P sur l'écran.

4. Le prolongement de la trajectoire des particules au-delà de S passe par le centre de symétrie I du champ magnétique B. I est situé à une distance L de l'écran (E).
L'angle α = (IO' ; IP) est appelé angle de déviation magnétique

4.1. Représenter L et α sur le schéma.

4.2. Exprimer tanα en fonction de Y_e et L et montrer que $\sin\alpha = \frac{\ell}{R}$ On suppose que α est très petit et l'approximation suivante $\tan\alpha \simeq \sin\alpha$ est admissible.

4.3. Exprimer la déviation magnétique Y_e en fonction de n, e, B, ℓ, m et V_0.

4.4. Déduire l'expression de Y_e en fonction de n, e, B, ℓ, m et U_0.

5. On donne $U_0 = 2{,}07.10^4$V, ℓ = 10cm, L= 50cm, $m= 6{,}64.10^{-27}$Kg, $e = 1{,}6.10^{-19}$C.
Calculer n et identifier la particule X^{n+} dans la liste suivante : K^+, He^{2+} (particules α), $A\ell^{3+}$.

EXERCICE 3

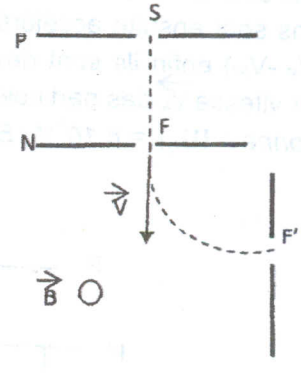
Des ions $^{14}N^+$ de masse $m = 14m_O$ pénètre avec une vitesse négligeable dans un accélérateur par le trou S. Ils sont accélérés par une différence de potentiel réglable $U = V_P - V_N$ établie entre P et N. Ils parviennent en F.

1. Déterminer la vitesse d'un ion en F. On donne $e = 1{,}6.10^{-19}$C, U = 1000V

2. A la sortie de F, les ions pénètrent dans un déviateur magnétique où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure.

2.1. Quel doit être le sens de $\vec{B}$ pour que les ions atteignent la fente F'.

2.2. Déterminer la nature du mouvement des ions dans le déviateur.



3. Pour atteindre F' les ions décrivent un quart de cercle de rayon R =5cm

3.1. Exprimer R en fonction de m, e, B et U.

3.2. Calculer la valeur de U pour que les ions puissent parvenir en F'.

4. Pour collecter des ions $^AN^+$ en F', on règle U à la valeur de 718V.
Déterminer A.
On donne $m_O = 1{,}67.10^{-27}$Kg, B = 0,3T.

EXERCICE 4

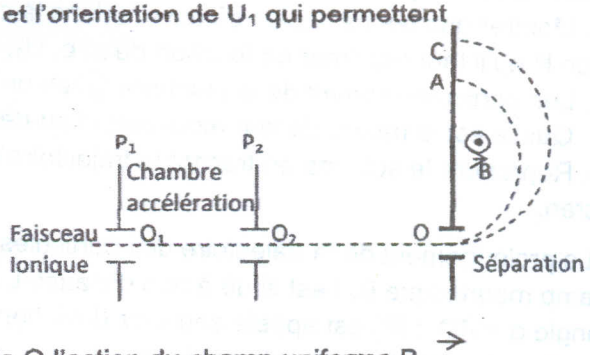
Dans cet exercice, on négligera le poids des particules devant les autres forces.
On désire séparer les isotopes du chlore (Cl) à l'aide d'un spectrographe de masse. Les ions chlore $^{35}_{17}Cl^-$ et $^{x}_{17}Cl^-$ sont produits dans une chambre d'ionisation puis dirigés vers une chambre d'accélération entre P_1 et P_2. Au-delà du point O, les ions sont alors séparés grâce à un champ magnétique uniforme $\vec{B}$.

1. La tension entre P_1 et P_2 est $|U_1| = 10^4 V$

1.1. Préciser sur un schéma le sens du champ électrique et l'orientation de U_1 qui permettent une accélération des ions.

1.2. Les deux sortes d'ions pénètrent en O_1 avec une vitesse négligeable. Montrer que ceux-ci ont la même énergie cinétique à la sortie en O_2.
Calculer la vitesse V_1 de sortie des ions $^{35}_{17}Cl^-$ en O_2

1.3. Exprimer la vitesse V_2 des ions $^{x}_{17}Cl^-$ en fonction de V_1 et x.



2. Après O_2, les ions passent en O et subissent au-delà de O l'action du champ uniforme B

2.1. On suppose qu'entre O_2 et O il ya le vide ; montrer que les ions passent en O avec les mêmes vitesses V_1 et V_2.

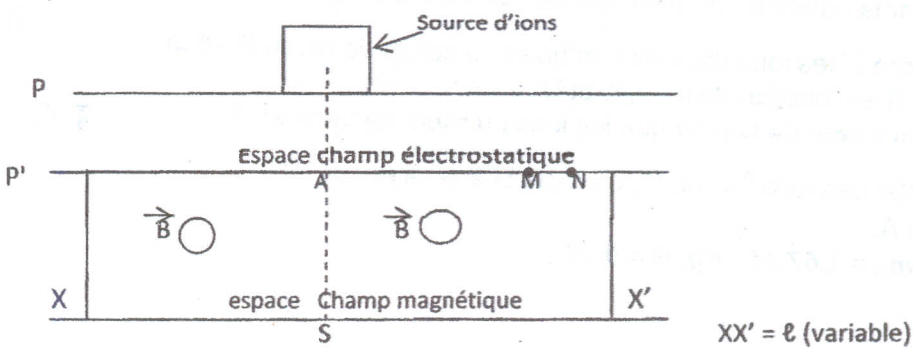
2.2. Montrer qu'au-delà de O les ions décrivent un mouvement plan, uniforme et circulaire de rayons respectifs R_1 et R_2 dont on précisera les expressions.
Calculer R_1.

3. Les ions $^{35}_{17}Cl^-$ et $^{x}_{17}Cl^-$ décrivent des demi-cercles et arrivent respectivement en A et C distants de d = 2,4 cm sur un écran.
Déduire la valeur de x.

EXERCICE 5

L'uranium contient essentiellement deux isotopes : ^{235}U et ^{238}U. Pour réaliser leur séparation :
Les ions sont ionisés en U^+ dans une chambre d'où ils sortent avec une vitesse négligeable.
Les ions sont ensuite accélérés entre deux plaques P et P' entre lesquelles on maintient une tension $U_0 = (V_P - V_{P'})$ enfin ils sont déviés dans un champ magnétique uniforme de vecteur $\vec{B}$, orthogonal au vecteur vitesse $\vec{v_A}$ des particules, à la sortie du champ électrique.

On donne : $|U_0| = 8.10^3 V$; $B=0,2T$; $e=1,6.10^{-19}$ C ; $m_1(^{235}U) = 3,90.10^{-25} kg$; $m_2(^{238}U) = 3,95.10^{-25} kg$



XX' = ℓ (variable)

1.

1.1. Représenter le champ électrique $\vec{E}$ et donner le signe de U_0.

1.2. Calculer les vitesses $\vec{V_1}$ et $\vec{V_2}$ acquises par les ions $^{235}U^+$ et $^{238}U^+$ au point A.

2.

2.1. Préciser le sens de $\vec{B}$ pour que les ions puissent parvenir en M et N.

2.2. Déterminer la nature du mouvement des particules dans le champ $\vec{B}$.
(On admettra que la trajectoire est plane)

2.3. Calculer la distance MN séparant les impacts en M et N.

3. Entre les plaques X et X' on maintient la même tension U_0 en plus du champ $\vec{B}$, les ions $^{235}U^+$ sortent de la zone en S après avoir suivi une trajectoire rectiligne entre A et S.

3.1. Des deux plaques X et X' quelle est celle qui est portée au plus haut potentiel ?
Justifier la réponse.

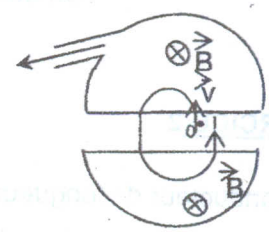
3.2. Représenter sans échelle les forces qui agissent sur un ion $^{235}U^+$.

3.3 Montrer que le mouvement des ions est rectiligne uniforme de vitesse v_1 et calculer la distance ℓ_0 à maintenir entre les plaques X et X' pour réaliser la sortie de ces ions en S.

4. Vers quelle plaque (X ou X') les ions sont déviés si ℓ est supérieur à ℓ_0 ; si ℓ est inférieur à ℓ_0

EXERCICE 6 TC

La figure ci-dessous représente un cyclotron. Les « Dee » sont placés horizontalement dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ de valeur B = 1,5T. Des protons sont accélérés à chaque passage entre les « Dee » par un champ électrique alternatif. Ils décrivent à l'intérieur des «Dee » des demi-cercles à vitesse constante.



1. Quel est le rôle du champ magnétique uniforme $\vec{B}$.

2. Etablir l'expression du rayon d'un demi-cercle en fonction de B, v(vitesse d'un proton), m (masse du proton) et q(sa charge).
Quelle est la durée t du parcours d'un demi-cercle ?
Montrer que cette durée est indépendante du rayon et qu'elle doit correspondre à la période du champ électrique alternatif entre les deux Dee.
(On négligera la durée de transfert dans l'intervalle entre les deux Dee)

3. Calculer la fréquence du champ électrique alternatif entre les «Dee».

4. Déterminer l'énergie cinétique d'un proton à un instant t en fonction de q, B, m et le rayon R du demi-cercle

5. Le rayon des «Dee» est R = 0,7m. Déterminer en eV l'énergie maximale E_{max} que peut acquérir un proton à sa sortie du cyclotron.

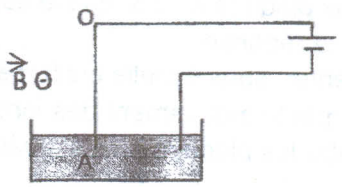
6. Déterminer la tension constante U avec laquelle il aurait fallu accélérer le proton pour acquérir la même énergie.

On donne : $m = 1,67.10^{-27}Kg$; $q = 1,6.10^{-19}C$

LOI DE LAPLACE

EXERCICE 1

Un fil de cuivre rigide, rectiligne et homogène de longueur ℓ peut se mouvoir dans un plan vertical autour de son extrémité O. L'autre extrémité A plonge dans un bac de mercure qui assure la circulation d'un courant d'intensité I. Le dispositif est plongé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$.



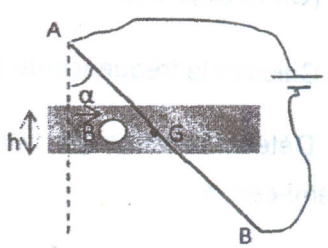
1. Dire ce qui se passe lorsque :
   1.1. I = 0, B # 0 ;
   1.2. I # 0, B = 0 ;
   1.3. I # 0, B # 0 ;
   1.4. On permute les bornes du générateur.

2. On néglige la longueur de la partie de la tige située dans le mercure. On admet d'autre part que la force de Laplace s'exerce le long de la tige de poids $P = 8.10^{-2}N$.
Calculer dans ce cas la déviation angulaire θ lorsqu'elle atteint sa position d'équilibre.

On donne $I = 6A$; $B = 2.10^{-2}T$; $\ell = 10Cm$.

EXERCICE 2

Un conducteur de longueur ℓ et de masse m est susceptible de tourner autour d'un axe horizontal passant par le point A. Initialement le conducteur a une position d'équilibre verticale.
Dans le champ $\vec{B}$ sa position d'équilibre fait un angle α avec la verticale lorsqu'il est parcouru par un courant d'intensité I (voir figure).



1. Expliquer cette inclinaison et donner le sens du vecteur champ $\vec{B}$.
2. Faire l'inventaire de toutes les forces extérieures qui agissent sur la tige et les représenter.
3. Ecrire la condition d'équilibre de la tige et déduire l'expression de l'intensité I du courant en fonction de B, h, g ,m et α.
4. Calculer I. *On donne : $m = 20g$; $g = 10N.kg^{-1}$; $h = 5cm$; $B = 0.5T$; $\alpha = 30°$ (G = centre d'inertie de la tige)*

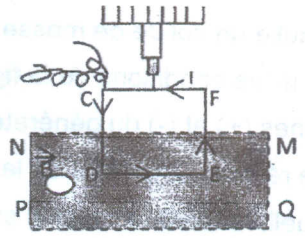
EXERCICE 5 (Les Rails de Laplace)

EXERCICE 3

On néglige le champ magnétique terrestre. Un cadre rectangulaire CDEF indéformable comportant N = 100 spires, est suspendu à un dynamomètre (voir figure). Il se trouve partiellement plongé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ qui restera perpendiculaire au plan vertical du cadre. On admettra que le champ est limité par le rectangle MNPQ et que CF = DE = ℓ = 5cm.

Lorsqu'on établit un courant d'intensité I = 5A, l'ensemble prend une position d'équilibre et l'indication du dynamomètre augmente de 0,5N.

On supposera que les fils destinés à amener le courant ne perturbent pas l'équilibre du cadre dont le plan reste fixe.



1. Montrer que quelque soient le sens du courant et celui du champ magnétique, les forces s'exerçant sur les brins verticaux du cadre n'ont aucune action sur son équilibre.

2. Déterminer :

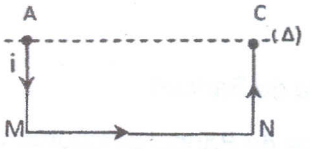
2.1. Le sens du vecteur champ magnétique $\vec{B}$.

2.2. La valeur B du champ magnétique.

3. Que se passera-t-il si le cadre est entièrement plongé dans le champ magnétique avec le même courant.

EXERCICE 4 TC

Un conducteur rigide AMNC est mobile sans frottement autour d'un axe horizontal (Δ) passant par A et C.



1. Le cadre est en équilibre sous l'action de son poids et de la réaction de l'axe.
Quelle est la position dans l'espace du plan AMNC ?

2. En étudiant les forces de Laplace sur les trois côtés du cadre placé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, indiquer en justifiant la réponse dans lequel des trois cas suivants le cadre quitte sa position d'équilibre initiale.

- **Premier cas** : $\vec{B}$ est parallèle à MN et dirigé de M vers N.
- **deuxième cas** : $\vec{B}$ a une direction perpendiculaire au plan vertical contenant Δ et est sortant.
- **troisième cas** : $\vec{B}$ est vertical et dirigé de MN vers AC.

3. Dans le cas où le cadre prend une nouvelle position d'équilibre écartée du plan vertical d'un angle α, déterminer les caractéristiques de la force électromagnétique appliquée sur chacun de ses trois côtés.

4. Faire l'inventaire de toutes les forces extérieures appliquées au cadre et écrire sa condition d'équilibre.

En déduire α.

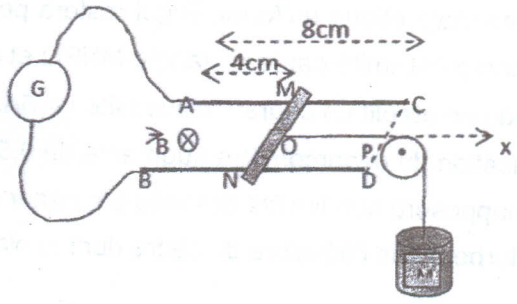
On donne: AM = CN = a = 6cm ; MN = ℓ = 12cm ; $\mu = 5.10^{-2} kg.m^{-1}$; i = 1A; B = 0.2T; g = 10N.kg^{-1}

EXERCICE 5 (Les Rails de Laplace)

Le générateur G délivre un courant continu d'intensité I= 5A.

La tige de cuivre MN de masse m est homogène. Elle peut glisser sans frottement sur les rails AB et DC lorsqu'elle est parcourue par un courant. L'ensemble étant placé dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme créé par un aimant en U.

On donne : m= 5g, B= 0,1T, g= 9,8m.s^{-2}, MN= l=5 cm.



1. Pour réaliser l'équilibre on suspend à l'autre extrémité de la poulie un solide de masse M.

1.1. Dans les conditions de la figure, indiquer les bornes (+) et (-) du générateur pour que le courant puisse réaliser l'équilibre de la tige en O.

1.2. Quelle masse M faut-il suspendre à l'extrémité du fil de la poulie pour que la tige reste en équilibre ?

2. On coupe le fil de la poulie et on inverse les armatures de l'aimant.

2.1. Décrire le mouvement de la tige.

2.2. Calculer l'accélération a du mouvement de la tige.

2.3. Calculer la vitesse V_p de la tige à son arrivée en P ; en déduire le temps mis entre O et P.

3. Pour maintenir l'équilibre de la tige après la coupure du fil on doit incliner les rails d'un angle α.

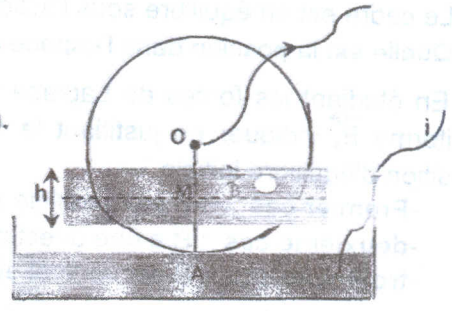
3.1. Doit-on incliner les rails vers le côté AB où le côté CD ? Justifier votre choix.

3.2. Calculer α sachant que le champ magnétique $\vec{B}$ reste toujours perpendiculaire aux rails.

3.3. Calculer α si $\vec{B}$ reste perpendiculaire à la verticale après l'inclinaison des rails dans le sens indiqué.

EXERCICE 6 TC (la roue de Barlow)

L'extrémité inférieur d'une roue de Barlow parcourue par un courant d'intensité I = 5A est placée dans l'entrefer d'un aimant en U créant un champ magnétique uniforme B = 0.2T orthogonal au plan de la roue.
Hauteur de l'entrefer : h = 2 cm. Cette roue effectue180 tours par minute et le milieu du segment soumis à l'action du champ magnétique est situé à la distance OM = 15cm de l'axe de rotation.



1. Refaire la figure en indiquant de manière précise la direction et le sens de la force magnétique ainsi que le sens de rotation de la roue.

2. Calculer la valeur de l'intensité de la force magnétique qui fait tourner la roue.

3. Calculer le travail de cette force en un tour de roue.

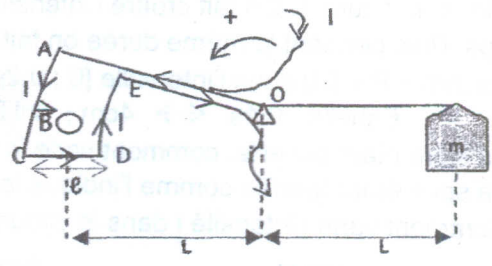
4. Calculer la puissance mécanique du moteur ainsi constitué.

EXERCICE 7 (Balance de Cotton)

On se propose de déterminer la valeur du champ magnétique dans l'entrefer d'un aimant en U.

Pour cela on utilise le dispositif appelé balance de Cotton (voir figure). Le circuit électrique permettant de faire circuler le courant électrique n'est pas représenté.

On place différentes masses marquées dans le plateau de droite et on détermine l'intensité I nécessaire pour rétablir l'équilibre de la balance. Les résultats des mesures sont consignés dans le tableau ci-dessous :



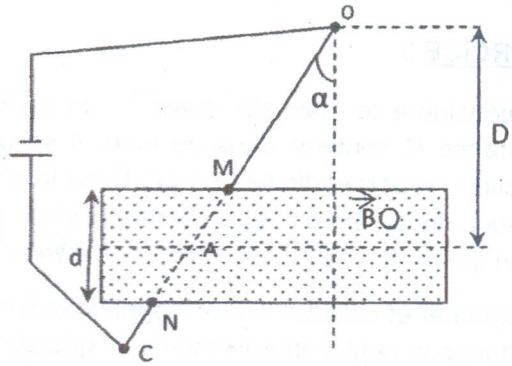
m(mg)	5	10	15	20	25	30
I(A)	0,74	1,50	2,35	3,20	3,90	4,80

1. Indiquer sur un schéma clair le sens du champ magnétique créé par l'aimant.
2. Montrer que les forces de Laplace s'exerçant sur les portions de circuit AC et DE n'ont aucune influence sur l'équilibre de la balance.
3. Déterminer l'expression de l'intensité I du courant en fonction de B, g, ℓ, et m.
4. Tracer le graphe de la fonction I = f(m).
5. Déduire de cette courbe la valeur B du champ magnétique.

On prendra g= 9,78 m.s^{-2} ℓ = 2.9cm

EXERCICE 8

Un conducteur OC de longueur ℓ de masse m est parcouru par un courant d'intensité I et plongeant dans une zone de largeur d où règne un champ $\vec{B}$ uniforme perpendiculaire au plan de la figure est incliné d'un angle α sur la verticale au point de suspension O et en équilibre. (voir figure)



1. Trouve le sens de $\vec{B}$.
2. Exprimer littéralement:
   2.1. La longueur ℓ' du conducteur situé dans le champ en fonction de d et α.
   2.2. L'intensité F de la force de Laplace.
   2.3. La distance OA en fonction de D et de α où D est la dénivellation entre le milieu A de MN et le point O.
3. Par application du théorème des moments, montrer que l'équation d'équilibre s'écrit : $\sin^3\alpha - \sin\alpha + K = 0$ avec $K = \frac{2IdDB}{mg\ell'}$.
4. Calculer ℓ', F, OA, et K

sachant que : d = 5cm ; α = 11,5° ; I = 2A ; B = 0,1T ; D= 0,75m ; m =8 g et g= 10m.s^{-2}.

INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE

EXERCICE 1

On considère une spire circulaire de surface S placée dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ comme l'indique la figure 1. On fait croître l'intensité de $\vec{B}$ de 0 à 0,1T en 0,1s selon une fonction linéaire du temps. Puis pendant la même durée on fait décroitre jusqu'à 0 l'intensité de la même manière.

1. Exprimer B = f(t) dans l'intervalle [0 ; 0,2s] puis tracer la courbe correspondante.
   Echelle : 0,1s $\leftrightarrow$ 4cm ; 0,1T $\leftrightarrow$ 2cm
2. La spire étant ouverte, comment varie la tension U_{AC} entre t = 0 et t = 0,2S ?
3. La spire étant fermée comme l'indique la figure2 et sa résistance est notée R.
   Comment varie l'intensité i dans le circuit ? En le justifiant on schématisera le sens du courant.

Figure 1

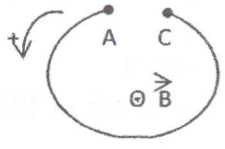
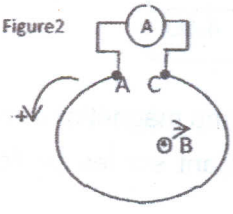


Figure2



EXERCICE 2

Un cadre rectangulaire d'aire S = 600cm^2 comporte 200 spires. Ce cadre est placé perpendiculairement au champ magnétique $\vec{B}$ (fig 1)
On fait varier l'intensité du champ magnétique comme l'indique la courbe de la figure2

1. Donner l'expression du flux magnétique à travers le cadre en fonction de B.
2. On relie les extrémités du fil conducteur constituant le cadre à un milliampèremètre ; la résistance du cadre vaut 10Ω.

Indiquer sur un schéma clair le sens du courant induit dans le cadre et calculer son intensité.

Figure1

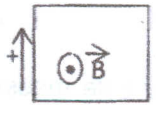
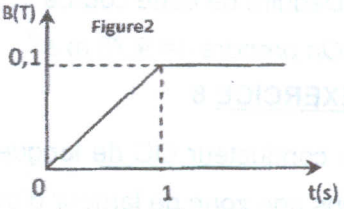


Figure2

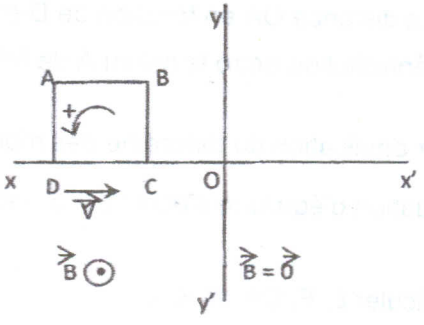


EXERCICE 3

On considère le dispositif suivant : un cadre carré ABCD de côté a, formé par un conducteur de résistance R contenu dans un plan. Il se déplace vers O avec une vitesse V constante suivant la direction xx' perpendiculaire à yy'. Dans le plan précédant existe un champ magnétique $\vec{B}$ à gauche de yy' nul à droite. On choisit un sens arbitraire positif sur le cadre de B vers A.

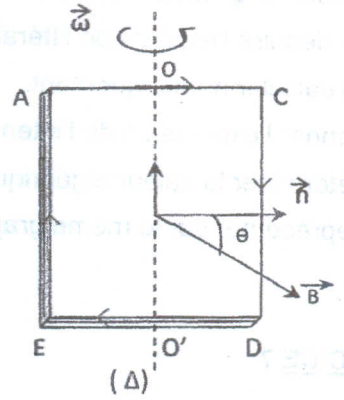
On donne B =0,2T ; a = 10cm ; V =20m.S^{-1} ; R = 0,25Ω.

1. Exprimer et calculer le flux magnétique à travers le cadre pendant son déplacement jusqu'à ce que son côté BC coïncide avec yy'.
   Un courant circule-t-il dans le cadre ?
2. On choisit pour instant initial t_0 = 0, l'instant où BC est confondu avec yy'.
   2.1. Calculer le temps t_1 au bout duquel AD coïncide avec yy'.
   2.2. Exprimer le flux à travers le cadre pendant ce déplacement et la f.é.m. en fonction de B, a, V et t pour 0< t < t_1
   2.3. Calculer l'intensité du courant induit et préciser son sens.



EXERCICE 4 (principe de l'alternateur)

Un cadre indéformable ACDE, d'aire S comporte N spires, peut tourner autour d'un axe (Δ) passant par les milieux des côtés AC et DE. Ce cadre est placé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orthogonal à (Δ). Les spires sont orientées dans le sens ACDE. La normale au plan du cadre fait un angle θ, orienté autour de l'axe (Δ, $\vec{k}$), avec la direction de $\vec{B}$.



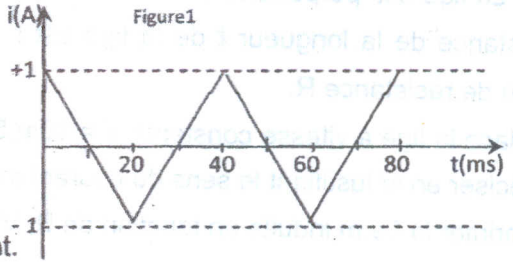
1. Exprimer le flux du champ magnétique à travers une spire puis à travers l'ensemble de la bobine.
2. La bobine tourne à la vitesse angulaire constante ω autour de (Δ). Montrer qu'il apparaît dans la bobine une f.é.m. induite sinusoïdale. Préciser l'amplitude de cette f.é.m.
3. Application numérique : N =150, S = 900cm^2, B = 0,6T, ω = 300tr.min^{-1} Calculer l'amplitude de la f.é.m.

EXERCICE 5

Un solénoïde de longueur ℓ = 40 cm comporte N_1 =400 spires. Il est parcouru par un courant d'intensité i(t) variable avec le temps. La courbe représentant la fonction i(t) est donnée par la figure 1.

1. Donner l'expression du champ magnétique B(t) créé à l'intérieur du solénoïde.

Figure1



2. On dispose à l'intérieur du solénoïde, une petite bobine comme l'indique la figure 2. La bobine a N_2= 50 spires d'aire S.
Calculer la f.é.m. induite e créée dans la bobine lorsque le solénoïde est parcouru par le courant alternatif i(t) précédant.

Figure2

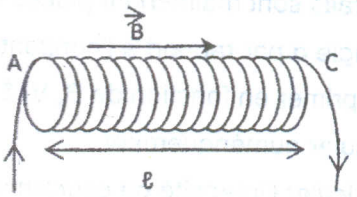


3. Représenter la fonction e = f(t).
On donne : $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$SI ; S=5cm^2

EXERCICE 6

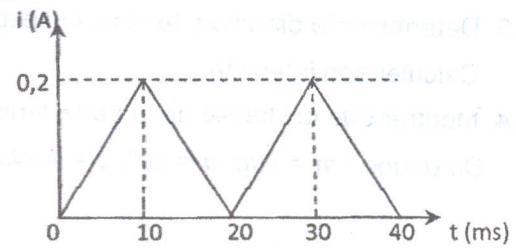
Soit un solénoïde (A,C) de résistance négligeable supposé idéal de longueur ℓ = 12 cm, de rayon moyen r = 2cm comprenant n = 2500 spires par mètre. Le circuit dans ce solénoïde est orienté arbitrairement de A vers C. (voir fig1) *On donne : $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ SI*

Figure 1



1. Le solénoïde est placé dans un champ magnétique $\vec{B}$, parallèle à son axe dont l'intensité croît au cours du temps.
1.1. Montrer que le solénoïde est le siège d'une f.é.m induite.
1.2. Les bornes A et C du solénoïde étant court-circuitées, indiquer en le justifiant sur un schéma clair, le sens que prend le courant induit.

Figure2



2. Le solénoïde est maintenant parcouru par un courant périodique dont l'intensité varie au cours du temps comme l'indique la figure 2.

2.1. Etablir l'expression littérale du flux propre du solénoïde.

En déduire l'expression littérale du coefficient d'inductance L.

La calculer numériquement.

2.2. Donner l'expression de l'intensité i du courant qui parcourt le solénoïde pour t ϵ [0 ; 20].

2.3. Déterminer la valeur algébrique de la f.é.m. auto induite e pendant ce temps.

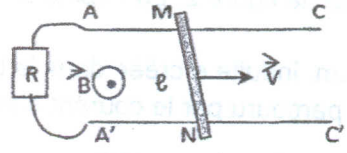
2.4. Représenter sur le même graphe les variations de i et de e en fonction du temps.

EXERCICE 7

1. Une tige MN, homogène de masse m peut glisser sans frottements le long des rails métalliques AC et A'C' séparées d'une distance ℓ et placées sur un plan horizontal où règne un champ magnétique $\vec{B}$ sortant. La tige est perpendiculaire aux rails.(voir figure1)

La résistance de la longueur ℓ de la tige est r = 0,5Ω. Les deux rails sont reliés par un conducteur ohmique de résistance R.

Figure 1



On déplace la tige à vitesse constante V = 10m.S^{-1} de AA' vers CC'.

1.1. Préciser en le justifiant le sens du courant induit.

1.2. Exprimer la f.é.m induite en fonction de B, V, ℓ.

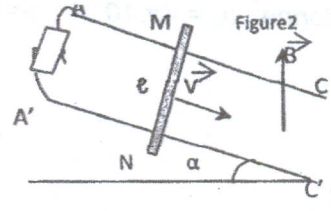
La calculer numériquement.

1.3. Calculer l'intensité du courant induit.

1.4. Montrer qu'une force électromagnétique est créée et donner ses caractérisfiques.

On donne : B = 1T, R = 0,5Ω, ℓ = 20cm

Figure2



2. Les rails sont maintenant placés dans un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale, de AA' vers CC'. (voir figure2).

2.1. Exprimer en fonction de B, V, ℓ et α la f.é.m induite.

La calculer numériquement.

2.2. Calculer l'intensité du courant induit.

2.3. Déterminer la direction, le sens et l'expression de la force magnétique.

Calculer son intensité.

2.4. Montrer que la vitesse de la barre tend vers une valeur limite V_m qu'il faut calculer.

On donne : m = 20g, α = 30°, g = 10N.kg

AUTO INDUCTION

EXERCICE 1

Un circuit contient une bobine longue de 50cm comportant 1000 spires de diamètre moyen d= 5cm.

1. Calculer l'inductance de cette bobine.
2. A la fermeture du circuit, l'intensité du courant varie linéairement de 0 à 6A en 0,5s.
   Etablir l'expression de l'intensité du courant en fonction du temps. Calculer la f.é.m d'auto-induction.

EXERCICE 2

L'établissement du courant dans une bobine obéit à la loi suivante : $i = 2(1-e^{-0,5t})$ avec i en ampère et t en seconde.

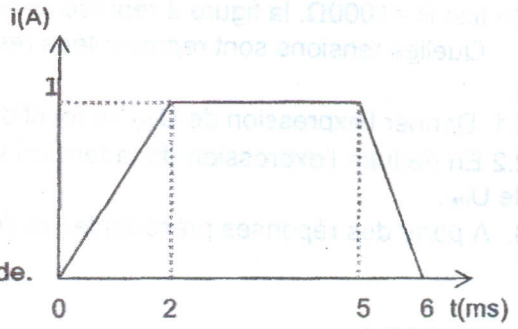
1. A l'instant t = 0, la f.é.m d'auto-induction vaut -0,5V. Calculer l'inductance de la bobine.
2. Calculer l'énergie stockée dans la bobine lorsque le régime permanent est établi.

EXERCICE 3

On donne $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ SI

Soit un solénoïde de longueur l = 40 cm, comportant 1250 spires par mètre, de rayon R = 2 cm, parcouru par un courant I = 5A

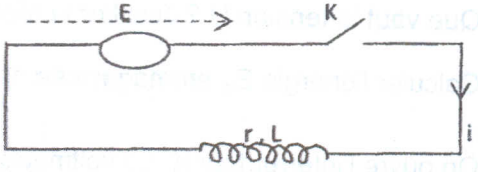
1. Calculer le champ magnétique créé au centre O du solénoïde par le passage du courant.
2. En supposant le champ magnétique uniforme à l'intérieur du solénoïde, calculer le flux propre de ce solénoïde.
   En déduire son inductance L.



3. Le solénoïde est à présent parcouru par un courant d'intensité variant en fonction du temps comme l'indique la figure. Déterminer la f.é.m. auto-induite e qui apparaît aux bornes de la bobine pour chacune des trois phases et tracer le graphe e = f(t) pour t ∈ [0 ; 6ms].

EXERCICE 4

Un circuit comprend en série un générateur de force électromotrice 6V et une bobine d'inductance L=10mH et de résistance r = 2 Ω.



1. On ferme l'interrupteur K.

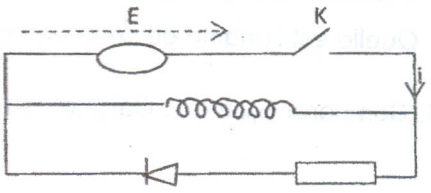
Etablir la relation entre E, L, r, i et $\frac{di}{dt}$.

En déduire la valeur I_m du courant en régime permanent.

2. Calculer alors l'énergie stockée dans la bobine.
3. On ouvre l'interrupteur K.

Qu'observe-t-on entre les contacts de l'interrupteur ?

4. Que devient l'énergie précédemment stockée dans la bobine?

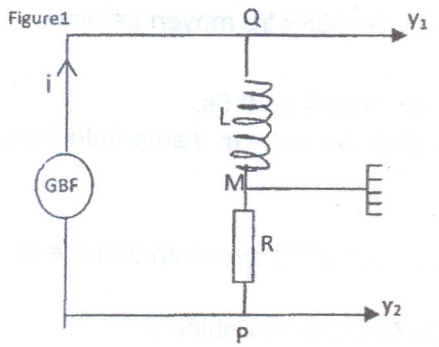


5. Pour éviter le phénomène observé à l'ouverture du circuit, on place en parallèle avec la bobine une diode en série avec un conducteur ohmique.
   Quel rôle joue la diode ? Quel rôle joue le conducteur ohmique.

EXERCICE 5

On se propose de déterminer l'inductance L d'une bobine. On réalise le montage suivant:

Figure1



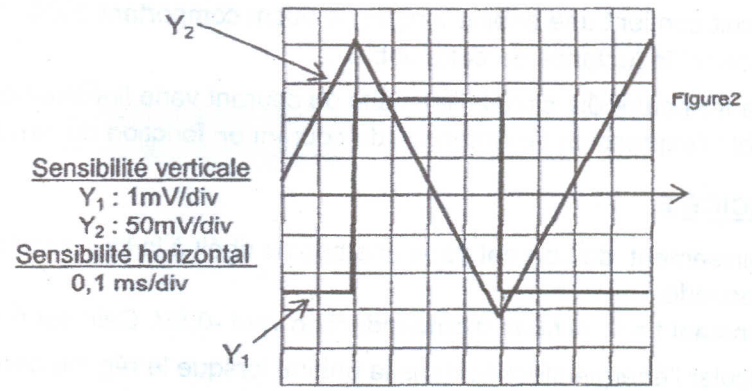


Figure2

Sensibilité verticale
Y_1 : 1mV/div
Y_2 : 50mV/div
Sensibilité horizontal
0,1 ms/div

On fixe R =1000Ω, la figure 2 représente les oscillogrammes obtenus.

1. Quelles tensions sont représentées respectivement par les oscillogrammes des voies Y_1 et Y_2.
2.
2.1. Donner l'expression de U_{PM} en fonction de l'intensité i (t) du courant et la résistance R.
2.2 En déduire l'expression de la tension U_{QM} en fonction de R, L, et de la drivée par rapport au temps de U_{PM}.
3. A partir des réponses précédentes et de l'oscillogramme pour t ϵ [0 ; 0,2ms], calculer L.

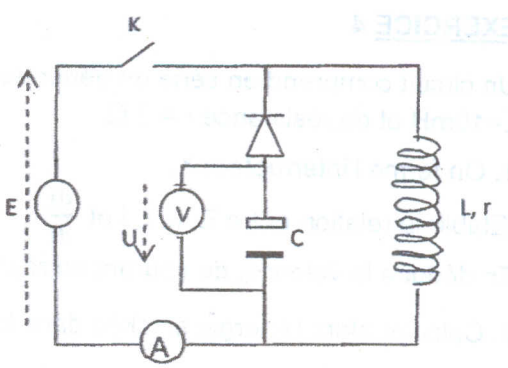
EXERCICE 6

On réalise le montage schématisé sur la figure ci-dessous.

On ferme l'interrupteur K et l'ampèremètre indique une intensité i = 1A en régime permanent.

Données : C= 32µF

L= 11,5mH



1. Que vaut la tension U ? Justifier la réponse.
2. Calculer l'énergie E_m emmagasinée dans la bobine.
3. On ouvre l'interrupteur K. Le voltmètre indique une tension U = 14,5V. La diode empêche le condensateur de se charger dans la bobine.
   Calculer l'énergie E_C emmagasinée dans le condensateur.
   Quelle est l'origine de cette énergie.
4. Comparer E_m et E_C. Calculer le rendement de l'opération. Qu'est devenue la différence E_m- E_C

MONTAGE DERIVATEUR – MONTAGE INTEGRATEUR

EXERCICE 1

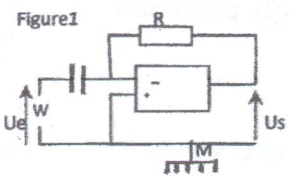
On réalise le montage schématisé sur la figure 1. L'A.O est parfait et fonctionne en régime linéaire.

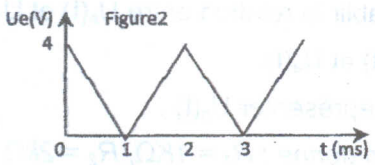
V_{sat} =±13V. On donne R = $10^4\Omega$ et C = 0,1µF.

La tension d'entrée est représentée sur la figure 2.

1. Etablir la relation entre U_e et U_s.

3. Calculer la fréquence N de la tension d'entrée U_e.





3. Pour t ϵ [0 ; 1ms],

3.1. Établir l'expression littérale de U_e= f(t) en fonction de U_{emax} et de la fréquence N.

3.2. Déduire l'expression littérale de U_S en fonction de R, C, U_{emax} et N.

4. Exprimer en fonction de V_{sat}, R, C et U_{emax} la fréquence limite N_0 pour laquelle le fonctionnement de l'AO reste linéaire.

5. Compléter le graphe U_e = f(t) en représentant la tension de sortie U_s.

EXERCICE 2

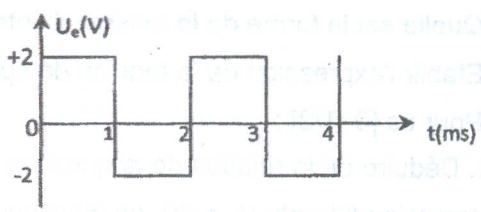
On applique à un montage intégrateur une tension d'entrée U_e carrée, représenté ci-dessous :

1. Quelles sont l'amplitude et la période T de U_e ?

2. Faire le schéma du montage.

3. On obtient à la sortie une tension triangulaire U_s.

3.1. Etablir la relation entre U_e, R, C et la dérivée $\frac{du_s}{dt}$.



3.2. Déduire l'expression de U_s pendant la première demi- période sachant qu'à t =0, U_s =0.

4. Pour quelle valeur de t, U_s prend pour la première fois sa valeur minimale ?

Calculer la capacité C du condensateur sachant cette valeur minimale est -10V.

On donne R = 4KΩ.

EXERCICE 3

Dans le montage de la figure ci-dessous (figure 1), les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits et $V_{sat} = \pm 13V$.

1. On considère le premier étage du montage. Exprimer $U_1(t)$ en fonction de R_1, R_2, et $U_e(t)$.
2. La tension $U_e(t)$ est représentée sur la figure 2.
Représenter $U_1(t)$.
3. On considère maintenant l'étage 2 du montage.
Etablir la relation entre $U_s(t)$ et $U_1(t)$, puis entre $U_s(t)$ et $U_e(t)$.
4. Représenter $U_s(t)$.

On donne : $R_1 = 1K\Omega$, $R_2 = 2k\Omega$ et $C = 0,5\mu F$

Figure1

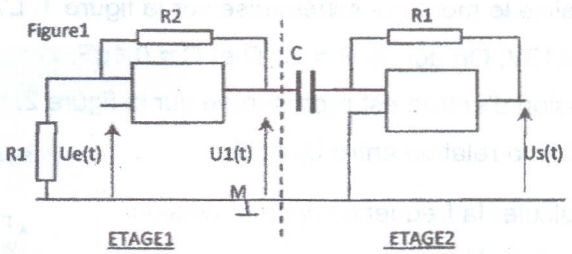
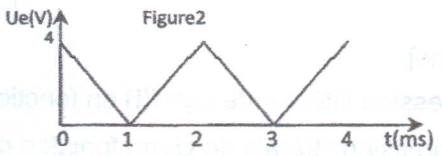


Figure2



EXERCICE 4

On étudie un montage intégrateur. L'A.O est parfait et fonctionne en régime linéaire.

On donne : $V_{sat} = \pm 13V$, $R = 10K\Omega$, $C = 100nF$ et $U_0 = 6V$.

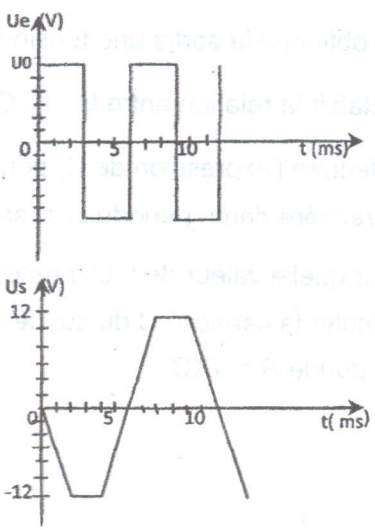
Les variations en fonction du temps des tensions d'entrée U_e et de sortie U_s sont représentées ci-dessous.

1. Faire le schéma du montage. Noter sur ce schéma les branchements de l'oscillographe pour visualiser U_e sur la voie A et U_s sur la voie B.
2. Quelle est la forme de la tension d'entrée ? Préciser sa période T et sa fréquence N.
3. Etablir l'expression de la tension de sortie U_s en fonction de R, C et U_e.
4. Pour t ϵ [0 ;T/2] :

4.1. Déduire de la relation de la question précédente, l'expression littérale $U_s = f(t)$ en fonction de R, C et U_0 sachant que $U_s = 0$ pour $t = 0$.

4.2. Calculer la valeur de U_s pour $t = T/2$. Comparer cette valeur à la valeur lue sur la courbe et expliquer la différence.

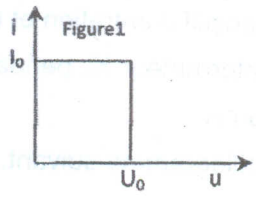
4.3. Comment doit-on modifier la valeur de U_0 pour que l'A.O fonctionne effectivement en régime linéaire ?



OSCILLATIONS ELECTRIQUES DANS UN CIRCUIT L C

EXERCICE 1

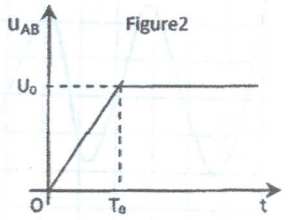
Un générateur de courant G possède la caractéristique représentée sur la figure 1.Il délivre un courant d'intensité constante I_0 pour toute valeur de u inférieure à U_0 = 12V.



1. Lorsque K est en position 1 (fig3), le condensateur de capacité C = 10μF se charge par l'intermédiaire du générateur ; les variations de la tension U_{AB} aux bornes du condensateur en fonction du temps sont données sur la figure 2.

1.1. Quelle est la charge Q_0 prise par le condensateur en régime permanent ?

1.2. Quelle est alors l'énergie emmagasinée par le condensateur ?



2. Etablir pour $0 < t \leq T_0$, la relation entre I_0, t, C et U_{AB}.
Déduire de cette relation et de la figure3 la valeur de I_0.
On donne T_0 = 60ms.

3. Le condensateur C étant chargé, on bascule K en 2 à une date considérée comme nouvelle date d'origine.

Etablir la relation entre q_A, $\frac{dq_A}{dt}$, $\frac{d^2q_A}{dt^2}$, R, L et C.

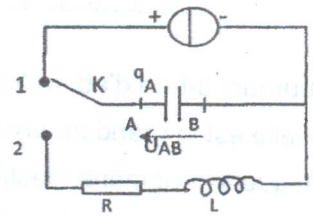


Figure 3

4.

4.1. Dans l'hypothèse où R est très grande, donner l'allure de $q_A(t)$ pour t > 0. Comment peut-on qualifier cette décharge ?

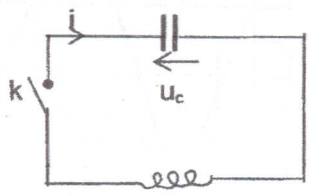
4.2. Dans l'hypothèse où R est faible, le circuit est le siège d'oscillations électriques faiblement amorties de pseudo-période T_0 = 8ms.
En déduire l'allure de $q_A(t)$ et la valeur de l'inductance L de la bobine.

4.3. Que faut-il faire pour avoir un régime périodique d'oscillations électriques libres.
Donner l'allure de $q_A(t)$.

EXERCICE 2

On considère le montage de la figure ci-dessous.
Le condensateur est préalablement chargé sous une tension U_0 = 6V. A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K . L'intensité du courant est positive lorsque le courant circule dans le sens indiqué sur la figure.

1. Etablir l'équation différentielle de la charge q du condensateur.
2. Déterminer la charge initiale Q_0 du condensateur.
3. Calculer la pulsation ω_0, la période T_0 et la fréquence N_0 de l'oscillateur.
4. La solution générale de l'équation différentielle du circuit est : $q = Q_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$
Déterminer Q_m et φ. Donner alors les expressions de q(t) et i(t).
5. Montrer que l'énergie de l'oscillateur est constante ; la calculer.

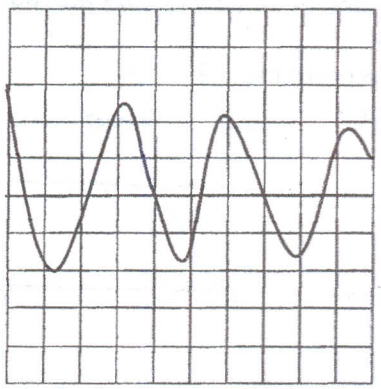


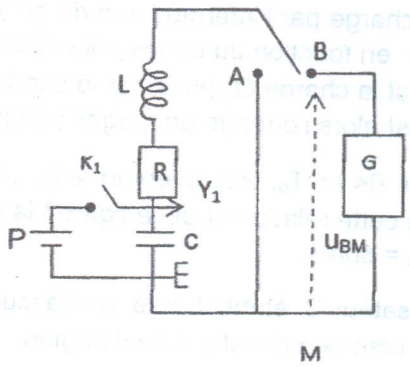
EXERCICE 3

On dispose du matériel suivant : une bobine d'inductance L inconnue et une résistance R = 13Ω ; un condensateur de capacité C = 0,3µF ; un interrupteur K_1 et un commutateur K_2, une pile de f.e.m E = 6V ; un dispositif d'entretien et un oscilloscope. On réalise le montage ci - dessous.

1. On ferme l'interrupteur K_1 pendant quelques secondes, K_2 reste ouvert. On ouvre K_1 puis on ferme K_2 sur la position A.

On obtient l'oscillogramme suivant.





1.1. Pourquoi a-t-on d'abord fermé K_1 ?

1.2. Quelle est la grandeur visualisée par l'oscillogramme ?

1.3. De quel phénomène électrique le circuit est-t-il le siège ? Déterminer la pseudo-période T.

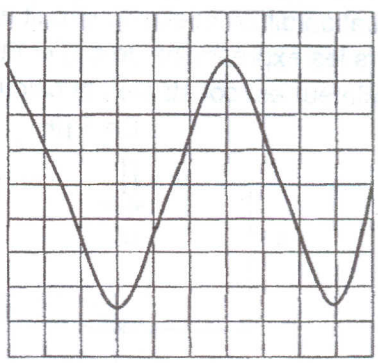
1.4. Déterminer la variation d'énergie entre t =0 et t = 2T. Sous quelle forme s'est dissipée cette énergie ?

2. On utilise le dispositif G pour entretenir les oscillations électriques du circuit. G délivre une tension $U_{BM} = -R_0 i$ avec R_0, le coéfficient positif de valeur réglable. On ferme K_2 en position B, K_1 reste ouvert.

2.1. Quelle doit être la valeur théorique de R_0 pour que le circuit ainsi constitué soit le siège d'oscillations sinusoïdales.

2.2. L'oscilloscope est maintenant réglé sur 50v/div pour la sensibilité verticale et 50µs/div pour le balayage. On obtient l'oscillogramme ci- dessous.

Déterminer la valeur de la période des oscillations ; en déduire l'inductance L.

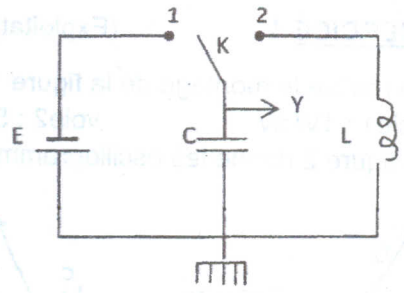


EXERCICE 4

On dispose du matériel suivant :

- Un générateur de fém. E,
- Un condensateur de capacité C,
- Une bobine d'inductance L= 1,2H et de résistance nulle,
- Un commutateur K,
- Un oscilloscope monophasique.

figure1



On réalise le montage suivant (figure1)

1. On place l'interrupteur K en position 1.

   Quel phénomène électrique observe - t - on ?

2. On place l'interrupteur en position 2, on obtient l'oscillogramme de la figure2.

2.1. Quel phénomène électrique observe-t-on ? et quelle est la tension visualisée ?

2.2. Etablir l'équation différentielle reliant la charge q du condensateur et sa dérivée seconde $\ddot{q}$.

2.3. La solution générale de l'équation différentielle est de la forme $q(t)= Q_m.\cos(\omega_0 t+\varphi)$.

Déterminer à partir de l'oscillogramme la période propre T_0 et la pulsation propre ω_0 des oscillations.

2.4. Déduire la capacité C du condensateur ainsi que la charge maximale Q_m.

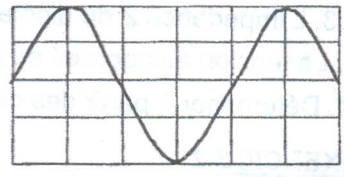
2.5. Donner les expressions q(t) et i(t).

On donne à t = 0, u =U_m

Figure2

Sensibilité verticale : 10V/div

Sensibilite horizontale : 1ms/div



3. Calculer l'énergie total E_T du circuit .

4. Etablir le diagramme des énergies E= f(t).

CIRCUIT RLC EN REGIME SINUSOIDAL FORCE

EXERCICE 1 (Exploitation d'un dipôle RLC et d'oscillogrammes)

On réalise le montage de la figure 1. L'oscilloscope a été réglé de la façon suivante :
voie1 : 1V/div voie2 : 5V/div base de temps : 2ms/div
La figure 2 donne les oscillogrammes obtenus.

Figure 1

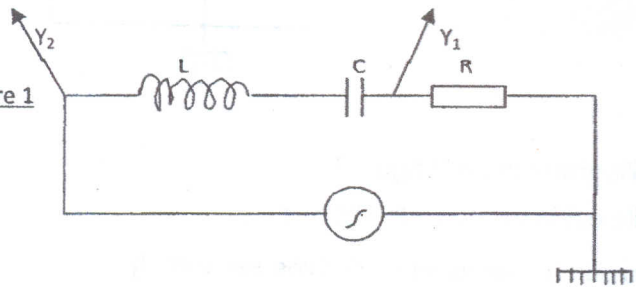
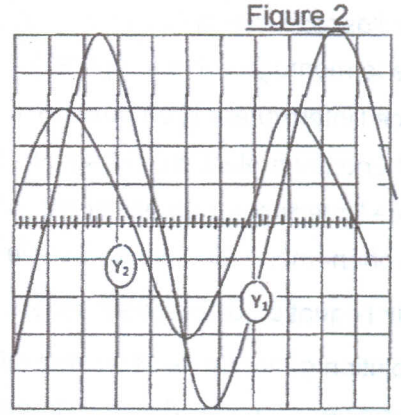


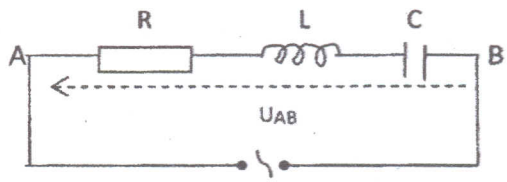
Figure 2



1. Quelle tension est visualisée sur Y_1 ? sur Y_2 ?
2. Déterminer :
2.1. La période T et la fréquence N de la tension aux bornes du dipôle R L
2.2. L'amplitude Um et la valeur efficace de la tension délivrée par le générateur.
2.3. L'impédance Z du dipôle RLC dans les conditions de l'expérience sachant que R = 20Ω.
3. La tension aux bornes du dipôle RLC est-elle en avance ou en retard de phase sur l'intensité ?
4. Déterminer à partir des oscillogrammes la phase de cette tension par rapport à l'intensité.

EXERCICE 2

Un circuit électrique, alimenté par une source de tension sinusoïdale de valeur efficace U, de pulsation ω comprend en série une bobine de résistance R et d'inductance L et un condensateur de capacité C.



On donne : U= 100V R= 10Ω ω=314 rad.s^{-1} L=0,30H C= 20μ F

L'intensité instantanée du courant qui parcourt le circuit et la tension d'alimentation à ses bornes peuvent s'écrire respectivement : $i(t)= I\sqrt{2}\sin\omega t$ $u(t)= U\sqrt{2}\sin(\omega t +\varphi)$

1. Donner sans démonstration, en fonction de R, L, C, ω et U, les expressions de :
1.1. L'impédance Z_{AB} du circuit.
1.2. La valeur efficace I de l'intensité du courant qui parcourt le circuit.
1.3. La phase φ de la tension par rapport à l'intensité du courant.
2. Calculer Z_{AB}, I, φ(en radian).
3. Le circuit est-t-il capacitif ou inductif ? Donner alors l'allure du diagramme de Fresnel.
4. u_{PB} et u_{AP} sont les valeurs instantanées des tensions respectivement aux bornes du condensateur et de la bobine.
4.1. Calculer les valeurs efficaces U_{PB} et U_{AP} correspondant respectivement à u_{PB} et u_{AP}
4.2. Ecrire les expressions instantanées de u_{PB} et u_{AP} en fonction du temps.

EXERCICE 3

Un circuit comprend associés en série un conducteur ohmique de résistance R= 40Ω, une bobine d'inductance L = 0,13H, de résistance négligeable et un condensateur de capacité C inconnue.
Ce circuit est alimenté par un générateur délivrant une tension alternative sinusoïdale $u= U\sqrt{2}\cos(\omega t+\varphi)$ de fréquence variable et de valeur efficace U= 1V.

1. On fait varier la fréquence du générateur et on constate que l'intensité du courant est maximale pour une fréquence N_0= 600Hz.

1.1. Quel phénomène est ainsi mis en évidence ?

1.2. Quelle est l'impédance totale du circuit dans ce cas ?

1.3. Calculer la valeur I_0 de l'intensité efficace qui traverse le circuit dans ce cas.

1.4. Déterminer la capacité C du condensateur.

2. On fixe maintenant la fréquence à la valeur N_1 = 630Hz, en admettant que C = 0,53μF

2.1. Calculer dans ce cas

2.1.1. L'impédance totale Z du circuit.

2.1.2. L'intensité efficace I du courant qui traverse le circuit.

2.1.3. Les valeurs efficaces U_R, U_L, U_C aux bornes du conducteur ohmique, de la bobine et du condensateur.

2.2.

2.2.1. Calculer la phase φ de la tension instantanée aux bornes du circuit par rapport au courant i.

2.2.2. Ecrire les expressions u(t) et i(t) de la tension et de l'intensite du courant.

EXERCICE 4 (Exploitation d'oscillogramme, construction de Fresnel)

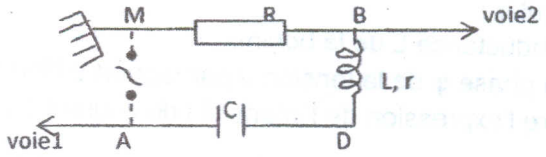
Un dipôle AM comprend en série un conducteur ohmique de résistance R= 40Ω, une bobine d'inductance L et de résistance r, un condensateur de capacité C = 0,83μF. Ce dipôle est alimenté par un générateur basse fréquence qui délivre une tension sinusoïdale $u= u_{AM}$.

1. Quelle tension est visualisée

1.1. Sur la voie 1 ?

1.2. Sur la voie 2 ?

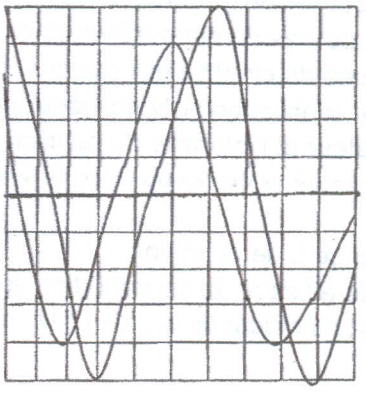
2. On observe les oscillogrammes suivants :



Oscillogramme a)



Oscillogramme b



2.1. Dans un premier temps on obtient l'oscillogramme a).

Sensibilité sur la voie 1 et 2 : 0,2V/div, Base des temps : 0,05ms/div.

2.1.1. A quel phénomène correspond cet oscillogramme ? Justifier la réponse.

2.1.2. Déterminer r et L.

2.2. Dans un deuxième temps, on obtient l'oscillogramme b) après modification de la fréquence du générateur.

Sensibilité sur la voie1 : 0,2V/div sur la voie 2 : 0,1V/div base des temps : 0,1ms/div.

2.2.1. Le circuit est-il globalement inductif ou capacitif ? Justifier la réponse.

2.2.2. Calculer la phase φ de u par rapport à i.

2.2.3. Déterminer les expression instantanée u(t) et i(t) ainsi que celles de u_{AM}, u_{DB}, u_{AD}.

2.2.4. Représenter le diagramme de Fresnel en faisant figurer les tensions efficaces U_{BM}, U_{DB}, U_{AD} et U_{AM} sur le diagramme. Echelle : 0,1Vpour 1cm

EXERCICE 5

1. Un circuit comprend en série :
   - Un conducteur ohmique de résistance R = 300Ω,
   - Une bobine de résistance nulle et d'inductance L,
   - Un générateur basse fréquence dont la tension instantanée en volts est donnée par $u = 10\sqrt{2}\cos\omega t$.

1.1. Faire le schéma du circuit électrique.

1.2. La fréquence du générateur est réglée à la valeur N = 160 Hz et l'intensité efficace dans le circuit vaut I = 0,024 A

1.2.1. Calculer l'impédance Z du circuit.

1.2.2. Exprimer l'impédance Z du circuit en fonction de R, L et de la pulsation ω.

1.2.3. Calculer :

a) l'inductance L de la bobine.

b) la phase φ de la tension u par rapport à l'intensité i du courant dans le circuit.

1.2.4. Ecrire l'expression de l'intensité i du courant en fonction du temps t

2. On ajoute maintenant au circuit électrique précédent, un condensateur de capacité C = 25 μF disposé en série avec la bobine et le résistor. On maintient constante la tension efficace d'alimentation du circuit U = 12V. On se propose de visualiser à l'aide d'un oscilloscope bicourbe les variations des tensions :

u aux bornes du générateur sur la voie Y_1.

u_R aux bornes du conducteur ohmique de résistance R sur la voie Y_2.

2.1. Faire le schéma du circuit électrique en précisant les branchements vers l'oscilloscope.

2.2. On fait varier la fréquence N du générateur basse fréquence ; on constate que la tension u aux bornes du générateur et l'intensité du courant sont en phase pour une fréquence N_0 = 1592 Hz.

2.1.1. A quel phénomène correspond cette valeur N_0 de la fréquence ?

2.2.2. Calculer :

a) l'inductance L de la bobine.

b) l'intensité efficace du courant dans le circuit.

c) les tensions efficaces U_L, U_C et U_R respectivement aux bornes de la bobine du condensateur et du résistor.

2.2.3.

a) Déduire de la question précédente, le facteur de qualité Q du circuit.

b) Calculer la largeur de la bande passante ΔN.

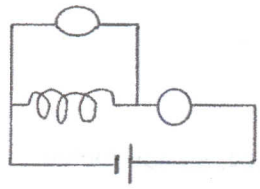
EXERCICE 6 (Détermination expérimentale des caractéristiques d'un circuit RLC)

On cherche à déterminer les caractéristiques d'un circuit comprenant :

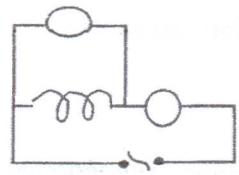
- une bobine d'inductance L et de résistance R,
- un condensateur de capacité C.

On dispose à cet effet d'un générateur de tension continue d'un GBF (générateur basse fréquence), d'un voltmètre de grande résistance et d'un ampèremètre de résistance négligeable.

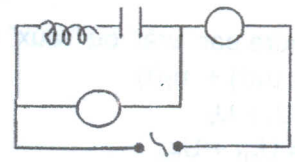
1. Dans un premier temps, on cherche à déterminer les caractéristiques R et L de la bobine.
On réalise à cette fin les montages a) et b)



montage a)



montage b)



montage c)

Les indications de l'ampèremètre et du voltmètre sont les suivantes :

Montage a) : U_1= 5,0V I_1= 250mA

Montage b) : U_2=1,0V I_2=19,5mA ; N= 50Hz

Déterminer R et L.

2. Pour déterminer la capacité du condensateur, on réalise le montage c).
On fait varier la fréquence N de la tension délivrée par le GBF tout en maintenant sa valeur efficace constante et on relève alors la valeur de l'intensité lue sur l'ampèremètre pour chaque valeur de N.

On obtient le tableau suivant :

N(Hz)	50	100	150	200	220	240	250	260	270	280	300	350	500
I(mA)	8	18	35	76	118	228	362	500	364	240	136	67	29

2.1. Tracer le graphe de la fonction I = f(N) avec l'échelle suivante :
1cm pour 50mA 1cm pour 20Hz

2.2. Pour quelle valeur N_0 de N l'intensité est-elle maximale ?
Comment appelle-t-on la fréquence N_0 ?

2.3. En déduire la valeur efficace de la tension constante U_0 délivrée par le GBF et déterminer la capacité C du condensateur.

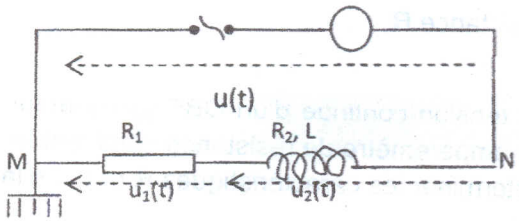
2.4. Déterminer graphiquement la largeur de la bande passante et en déduire le facteur de qualité Q du circuit.

2.4.1. Que caractérise ce facteur quand au phénomène étudié ?

2.4.2. Montrer que le condensateur fonctionne en surtension à la résonance d'intensité et que ce facteur de qualité mesure cette surtension.

EXERCICE 7

Une portion de circuit MN alimentée par une tension alternative sinusoïdale, d'expression $U(t)= 8,4\sqrt{2}.\cos(100\pi t+\varphi)$, comprend un conducteur ohmique sans inductance, de résistance R_1 et une bobine, de résistance R_2 et d'inductance L (voir schéma).



1. Répondre par "vrai" ou "faux" aux affirmations suivantes :

1.1. $u(t)= u_1(t) + u_2(t)$

1.2. $U = U_1 + U_2$

1.3. $U_m = U_{m1} + U_{m2}$

1.4. $Z = Z_1 + Z_2$ où Z, Z_1, Z_2, sont, respectivement, l'impédance de la portion MN, du conducteur ohmique, et de la bobine

2. Ecrire les expressions de Z_1, Z_2, et Z en fonction de R_1, R_2, L et ω (ω= pulsation de u(t))

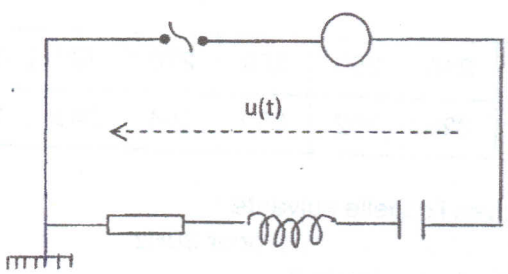
3. L'ampèremètre indique une intensité I= 0,7 A. A l'aide d'un voltmètre, on mesure U_1=5,6V et U_2=4,76V.

3.1. Calculer Z, Z_1, Z_2.

3.2. En déduire R_1, R_2 et L.

3.3. Calculer la phase φ de u(t) par rapport à l'intensité du courant i(t).
Ecrire l'expression de i(t).

4. On introduit un condensateur de capacité C dans la portion MN précédente (voir schéma ci-dessous). L'amplitude et la pulsation de la tension u(t) ne change pas.



4.1. Déterminer, en utilisant la construction de Fresnel, la capacité C du condensateur afin que le facteur de puissance du dipôle MN reste inchangé.
Dans ce cas, le circuit est-il inductif ou capacitif ?

4.2. Calculer la puissance moyenne consommée par le dipôle MN.

REACTIONS NUCLEAIRES

EXERCICE 1

1. Qu'appelle-t-on radioactivité naturelle d'un élément ?
2. Compléter les équations des réactions suivantes :

a. $^{14}_{6}C \longrightarrow B + {}^{0}_{-1}e$ b. $^{12}_{7}N \longrightarrow C + {}^{0}_{+1}e$

c. $^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{4}_{2}H_e + Pb$ d. $^{107}_{48}Cd \longrightarrow {}^{107}_{47}Ag + ...$

3. La désintégration radioactive de l'uranium $^{234}_{92}U$ peut s'écrire : $^{234}_{92}U \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{230}_{90}Th$

3.1. Déterminer les nombre A et z et identifier X.

3.2. De quel type de radioactivité s'agit-il ?

4. Le phosphore ^{32}P est radioactif émetteur β^-.

4.1. Ecrire l'équation de sa désintégration. Le noyau fils formé est du soufre S.

4.2. La période radioactive du phosphore 32 est égale à T = 14,3 jours.

4.2.1. Qu'appelle-t-on période d'un nucléide radioactif ?

4.2.2. Calculer la constante radioactive du phosphore 32.

EXERCICE 2

Dans la famille radioactive de l'uranium, on rencontre l'élément ^{210}Po qui est un isotope du polonium. Cet élément subit deux désintégrations successives : la première de type α conduisant à un isotope du plomb Pb, et la deuxième de type β^- donne un isotope du bismuth Bi.

1. Ecrire les équations traduisant ces deux désintégrations en précisant le nombre de nucléons et le nombre de charge du plomb et du Bismuth.

2. La famille de l'uranium débute à l'élément radioactif ^{238}U et se termine à l'élément stable ^{206}Pb par des désintégrations α et β^-.

Calculer le nombre de désintégrations de type α et de désintégrations de type β^- au cours de cette filiation.

EXERCICE 3

Le radium ^{226}Ra est un nucléide radioactif. Par une série de désintégrations successives de type α et de type β^-, il se transforme en un noyau stable $^{206}_{82}Pb$.

1. Ecrire l'équation représentant la première désintégration qui est de type α. Identifier dans le tableau ci- dessous l'élément chimique X formé.

$_{90}Th$	$_{89}Ac$	$_{87}Fr$	$_{86}Rn$	$_{85}At$	$_{84}Po$	$_{83}Bi$

2. Au cours de cette série de désintégrations, il se forme un isotope du plomb $^{212}_{82}Pb$ lui-même radioactif β^- dont la période est 11 jours.

Ecrire l'équation de désintégration du noyau ^{212}Pb.

3. Si N est le nombre de noyaux du plomb 212 présents à cet instant, combien y en aura-t-il au bout de 11 jours ? de 22 jours ? de 33jours ?

EXERCICE 4

Le nucléide ^{210}Po est radioactif. C'est un émetteur α.

1. Ecrire l'équation de la désintégration d'un noyau de polonium 210. On donne l'extrait de la classification.

$_{82}Pb$	$_{83}Bi$	$_{84}Po$	$_{85}At$	$_{86}Rn$

2. A une date origine t = 0, un échantillon de polonium 210 contient N_0 noyaux radioactifs.

A une date t, On détermine le nombre N de noyaux non désintégrés. On obtient les résultats suivants :

t(jours)	0	40	80	100	120	150
N/N_0	1	0,82	0,67	0,61	0,55	0,47

2.1. Définir la période radioactive T d'un radionucléide.

Le tableau ci-dessus permet de donner un encadrement de la période du polonium 210. Lequel ?

2.2. Tracer la courbe $\ln(N/N_0) = f(t)$: Echelle : 20jours ⟶ 1cm ; $\ln(N/N_0) = 0,1$ ⟶ 1cm.

2.3. Déduire de la courbe la valeur de la période T du polonium 210.

2.4. Calculer la valeur de la constante radioactive λ du polonium 210.

EXERCICE 5

La désintégration du nucléide radioactif de rubidium (Rb) $^{87}_{37}Rb$ conduit au strontium $^{87}_{38}Sr$.

1. Qu'appelle-t-on "activité" d'un nucléide radioactif ?
2. Ecrire l'équation de la réaction nucléaire en précisant le type de radioactivité.
3. Calculer l'activité de 1g du noyau de rubidium sachant que sa période est $T = 47.10^9$ans.

On donne : $M(Rb) = 87\ g.mol^{-1}$; constante d'Avogadro $N = 6,02.10^{22} mol^{-1}$.

EXERCICE 6

En 1934, Fréderic et Irène Joliot- Curie bombardent des noyaux d'aluminium $^{27}_{13}Al$ par des noyaux $^{4}_{2}H_e$ et obtiennent des noyaux de phosphore $^{30}_{15}P$ et une particule X.

1. Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire. Déterminer la nature de la particule X en précisant les lois appliquées.
2. Cette réaction libère- t-elle ou consomme- t- elle de l'énergie ? Calculer en MeV cette énergie pour un noyau de phosphore formé.

On donne les masses suivantes des noyaux en unité de masse atomique (u)

Noyaux	$^{4}_{2}He_e$	$^{27}_{13}Al$	$^{30}_{15}P$	X
Masse en (u)	4,0015	26,9744	29,9701	1,0085

On rappel que u = 931,5 MeV.c^{-2}

EXERCICE 7

Données *: Masse du proton : m_p = 1,00728u* *Masse du noyau de cérium : m_3 = 141,90931u*

Masse du neutron : m_n = 1,00866u *Masse du noyau de zirconium : m_2 = 90,90565u*

Masse de l'électron : $m_e = 5{,}5.10^{-4}$u *Masse du noyau d'uranium 235 : m_1 = 235,04394u*

Une unité de masse atomique u a une énergie de masse de 931 MeV.c^{-2}.

1. Calculer l'énergie de liaison, puis l'énergie moyenne de liaison par nucléon du noyau d'uranium $^{235}_{92}U$. (On exprimera ces énergies en MeV).

2. L'uranium 235 est fissile, c'est-a- dire que le noyau peut être brisé par un neutron «lent » en deux nouveaux noyaux. Ces noyaux formés sont instables, et en général se désintègrent par radioactivité β^-. Dans un réacteur nucléaire à eau sous pression, une fission possible du noyau d'uranium 235 peut se schématiser par l'équation bilan : $^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{x}_{40}Zr + {}^{142}_{58}Ce + 3\,{}^{1}_{0}n + y\,{}^{0}_{-1}e$

2.1. Déterminer les valeurs de x et du nombre y d'électrons libérés par une fission.

2.2. Calculer la variation de la masse du système au cours de la fission et en déduire l'énergie libérée par atome fissionné.

2.3. Une partie de cette énergie se trouve sous forme de rayonnement γ. Quelle est la nature de ce rayonnement ? Interpréter sa formation.

3. Dans une centrale du type « surrégénérateur », un noyau d'uranium 238 placé en « couverture » peut capter un neutron « rapide ».

3.1. Ecrire l'équation nucléaire correspondante.

3.2. L'isotope de l'uranium ainsi formé est radioactif β^- et donne un noyau X. X subit a son tour une désintégration β^- et donne un noyau Y. Déterminer X et Y.

On donne :

Thorium	Protactinium	Uranium	Neptunium	Plutonium
$_{90}Th$	$_{91}Pa$	$_{92}U$	$_{93}Np$	$_{94}Pu$