EXERCICES SUR LE MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE (T.S.E)

Exercice 1 :
Un solide aborde une piste circulaire BC de l'intérieur, avec une vitesse V_B. Les frottements sont négligés.

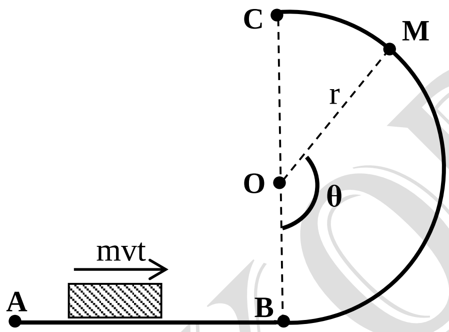
1 – Pour une position (M) repérée par l'angle θ, donner l'expression de la valeur de la vitesse $\overrightarrow{V_M}$ du solide en (M) en fonction de V_B, g , r , et θ .

2- Pour la même position (M), donner l'expression de la valeur de la réaction $\vec{R}$ de la piste sur le solide en fonction de m, V_M, g, θ et r.

3- Exprimer R en fonction de m, V_B, g, r et θ .

4- Exprimer en fonction de V_B, g et r la valeur de l'angle θ pour laquelle le solide quitte la piste.

5- Quelle est la valeur minimale de V_B pour que le solide quitte la piste en M.



Exercice 2 :
Un solide ponctuel de masse m = 60 Kg, aborde une piste ABC.
Le solide part de A avec une vitesse V_A = 10 m/s et arrive en B avec la vitesse V_B = 0 m/s.

I-1 : Déterminer la composante a_x du vecteur accélération du solide au cours du trajet AB.

2- En appliquant le théorème du centre d'inertie, déterminer la valeur f de la force de frottement f.

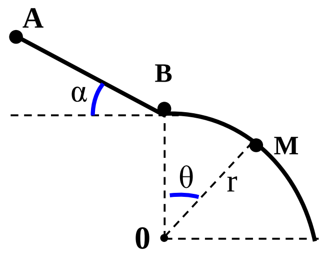
II- Le solide aborde la partie BC sans vitesse. Les frottements sont négligés.

1- Pour une position M repérée par l'angle θ , donner l'expression de la vitesse V_M en fonction de g , r et θ .

2- Pour la même position M , donner l'expression de la norme de la réaction normale en fonction de m , g et θ .

3- Pour quel angle θ_1, le solide quitte-t-il la piste ?
Donner les caractéristiques du vecteur vitesse pour cette position.

<u>On donne:</u> m = 60 Kg , r = 1 m , AB = 2r , α = 30° , g = 10 N / Kg



Exercice 3 :
Dans un stand de fête foraine, un solide **S** de masse m = 5 Kg assimilable à un point matériel est placé sur des rails horizontaux de longueur AB.
Pour «tester sa force», une personne pousse cette masse avec une force $\vec{F}$ constante et horizontale, pendant une durée t = 3 s.

1-a: Déterminer la nature du mouvement de **S**, en supposant qu'il glisse sans frottements sur les rails en partant de la position repos.

1-b: Sachant qu'à la fin de la période de lancement, **S** à une vitesse de valeur égale à 6 m/s. Calculer la valeur de $\vec{F}$.

1-c: Calculer la distance de lancement AB et le travail effectué par la personne.

2 : Arrivé en B, **S** s'élève sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport au plan horizontal.

2-a : En supposant les frottements négligeables et le plan incliné suffisamment long, quelle longueur L l'objet **S** parcourt –il jusqu'à ce que sa vitesse s'annule ?

2-b : En réalité, on constate que **S** parcourt une distance $BC = L_1 = 3$ m le long du plan incliné.

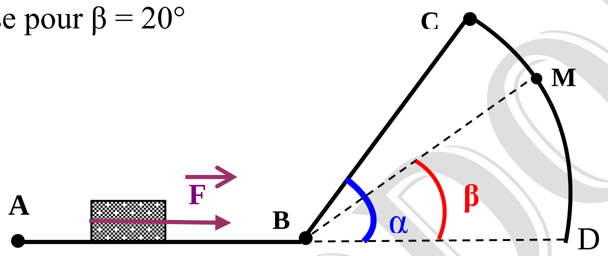
En supposant que les frottements sont équivalents à une force unique $\vec{f}$ parallèle au plan incliné et dirigée en sens contraire du vecteur vitesse $\vec{V}$. Calculer la valeur de $\vec{f}$.

3 : A l'extrémité C du plan incliné BC, le solide **S** aborde sans vitesse une piste circulaire CD de centre B et de rayon $L_1 = BC = 3$m.

La position de l'objet sur la piste circulaire CD est repérée par l'angle $\beta = (\widehat{BD, BM})$ les frottements seront négligés.

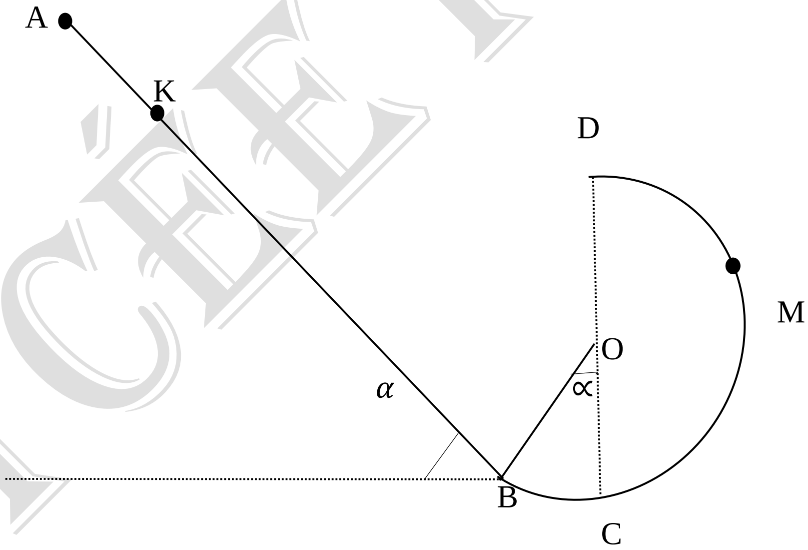
3-1: Exprimer en fonction de L_1, α, β et g la vitesse de S au point M.

3-2:Calculer cette vitesse pour $\beta = 20°$



<u>Exercice 4</u>

Une piste verticale est constituée d'une partie rectiligne AB de longueur $l = AB = 1\ m$, inclinée d'un angle $\alpha = 60°$ sur l'horizontale et d'une partie circulaire BCD raccordée tangentiellement en B à la partie AB. Le rayon de la partie circulaire est $r = 20\ cm$. Un solide ponctuel de masse $m = 200\ g$, de dimension négligeables, est abandonné en A sans vitesse initiale. On donne g =10N /Kg.



1) On néglige les frottements sur la piste ABCD. Calculer la vitesse du solide lors de son passage en B, C, D.
2) Le solide est lâché d'un point k situé entre A et B à une distance $AK = x$.
   a- Exprimer la vitesse V_D du solide en D en fonction de $r, \alpha, x, l, et\ g$.
   b- Donner l'expression de la réaction R_D exercée par la piste sur le solide au point D en fonction de $r, \alpha, g\ \ et\ \ x, m\ et\ l$.

c- Quelles valeurs faut-il donner à x pour que le solide puisse atteindre le sommet D de la trajectoire circulaire ?

3) En fait, sur la partie rectiligne AB existent des forces de frottement assimilables à une force $\vec{f}$ constante. Le solide lâché du point A sans vitesse initiale arrive au point B avec une vitesse $V_1 = 2$ mS^{-1} et s'engage dans la partie circulaire.

Calculer l'intensité f de la force de frottement.

<u>Exercice 5</u>:

Un solide de masse m = 60 Kg glisse sur une portion de piste ABCD, contenu dans le plan vertical et formée de trois parties :

* AB est un arc de cercle de rayon r et de centre O.
* BC est une partie rectiligne horizontale de longueur 2r.
* CD est un quart de cercle de centre O' et de rayon r.

Le solide part de A vers B avec une vitesse nulle.

1- On admettra que le long du trajet BC, les frottements exercés par la piste se réduisent à une force unique $\vec{f}$ de même direction que la vitesse $\vec{V}$, de sens contraire et de valeur constante f.

a) Exprimer les vitesses V_B et V_C du solide en B et en C en fonction de r, m , g , α , et /ou f.

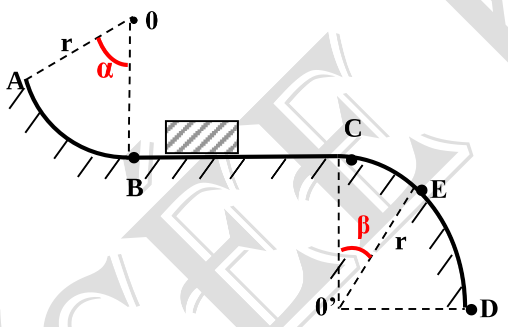
b) Le solide arrive en C avec une vitesse nulle.
Déterminer la valeur f la force de frottement.

2- Le solide aborde la partie CD avec une vitesse nulle.

Les frottements sont négligeables. Le solide perd le contact avec la piste en un point E repéré par l'angle β.

a) Exprimer la vitesse V_E du solide en E en fonction de r, g et β.

b) En utilisant V_E, et en appliquant le théorème du centre d'inertie, déterminer la valeur de l'angle β.



$\alpha = (\overrightarrow{0A}, \overrightarrow{0B}) = \pi/4$ rad.

$\beta = (\overrightarrow{0'C}, \overrightarrow{0'E})$

<u>Exercice 6</u>:

Un solide de masse m, se déplace sans frottements sur une piste ABO, situé dans le plan vertical et formée de deux parties :

* AB est un tronçon partie rectiligne qui fait un angle α avec la verticale passant en B.
* BO est un tronçon circulaire de centre C.

I : **<u>MONTEE DU TRONÇON AB :</u>**

I-1: Le corps est lancé de A vers B. Etablir la nature du mouvement entre A et B.
(calculer la valeur de l'accélération a)

I-2: Calculer la vitesse minimale avec laquelle il faut lancer le solide du point A pour qu'il arrive en B avec une vitesse nulle.

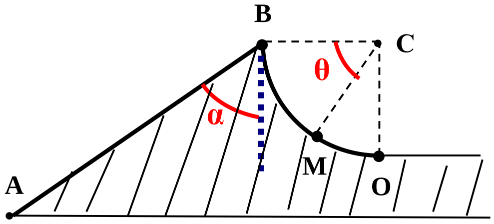
Vous appliquerez exclusivement le théorème de l'énergie cinétique.

II : **DESCENTE DU TRONÇON BO :**

Le corps quitte B avec une vitesse nulle. A un instant quelconque, sa position M est repérée par son abscisse angulaire θ.

II-1: Etablir l'expression de la vitesse du solide en M en fonction de g , r et θ.
Faire l'application numérique pour θ = 30°.

II- 2: Etablir l'expression de l'intensité de la réaction R de la piste sur le solide en fonction de m , g , r et θ. Faire l'application numérique pour θ = 30°.



On donne:
m = 250 g ; α = 60°
g = 9,8 N / Kg
AB = L = 5 m
BC = CO = r = 2,5 m
$\theta = (\widehat{\overrightarrow{CB}, \overrightarrow{CM}})$

Exercice 7:

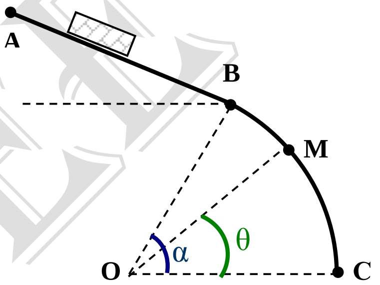
Dans tout l'exercice on prendra g = 10 N/Kg et on considère les frottements négligeables.
Une glissière ABC est formée de deux parties:
* AB est un plan incliné de 30° par rapport au plan horizontale, de longueur AB = ℓ = 1 m.
* BC est une portion de cercle de centre O, de rayon r = 2 m et d'angle

1- Un solide de masse m = 100 g, quitte A sans vitesse initiale.
Exprimer et calculer la vitesse V_B du solide 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 $(\widehat{0C, 0M}) =$, la vitesse V_M en fonction de V_B , g , r et θ.

3- Exprimer au point M, la réaction R de la glissière sur l'objet en fonction de V_B, g , r , m et θ.

4- Montrer que le solide quitte la piste circulaire en un point N. Calculer $\theta_1 = (\widehat{OC, ON})$.



$\alpha = (\widehat{0C, 0B}) = 60°$

Exercices sur le projectile dans un champ de pesanteur uniforme

Exercice :1

Un corps est lancé depuis le sol avec une vitesse initiale de 40m/s sous un angle de 50° avec l'horizontale.

a- Au bout de combien de temps le corps touchera le sol ?

b- Calculer la distance jusqu'au point de chute et l'angle sous lequel le corps arrive au sol (par rapport à l'horizontale)

Exercice :2

Un corps est lancé vers le bas sous un angle de 30° par rapport à l'horizontale, du toit d'un immeuble de 170 m de haut.

a- Calculer le temps nécessaire pour qu'il touche le sol si sa vitesse initiale est de 40m/s.

b- A quelle distance de l'immeuble va tomber le corps et sous quel angle par rapport à l'horizontale va- il arriver au sol.

Exercice : 3

Un projectile assimilé à un point matériel est lance à partir du sol avec une vitesse initiale $\overrightarrow{Vo}$ faisant un angle α avec la verticale.

1- Etablir l'équation de la trajectoire.

2- Déterminer la position et vitesse de P, 2 secondes après le lancement.

3- Quelles sont les durées des phases de montée et de la descente du projectile ?
Donnée : $Vo = 20ms^{-2}$; $\alpha = 45°$et $g=10ms^{-2}$.

Exercice:4

Une bille supposé ponctuelle fixé à un fil de longueur R = 1,5 cm décrit un cercle de centre O à une vitesse constante $V = \sqrt{2}$ m/s.

1- Déterminer les caractéristiques de son vecteur vitesse et de son vecteur accélération à un instant t quelconque.

2- Déterminer la valeur de sa vitesse angulaire.

3- Donner les lois horaires S(t) et α (t) du mouvement de la bille.

4- Déterminer la période et la fréquence de son mouvement.

Exercice :5

Lors de la libération de Gao, l'armée française stationnée à l'aéroport de ladite ville lance un obus à l'aide d'un canon sur une base de djihadistes situé à 6 Km dans le plan horizontale. La vitesse initiale de l'obus est de $V_o=300$ m.s^{-1}.

1- Calculer les coordonnées du vecteur vitesse et celles du vecteur position de l'obus dans le repère $(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$.

2- Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire de l'obus.

3- Déterminer littéralement puis numériquement les deux angles de tir possible α_1 et α_2 (tir tendu et tir en cloche) pour atteindre les djihadistes.

4- En envisageant les deux cas possibles précédents, déterminé :

a- La hauteur maximale atteinte par l'obus ;

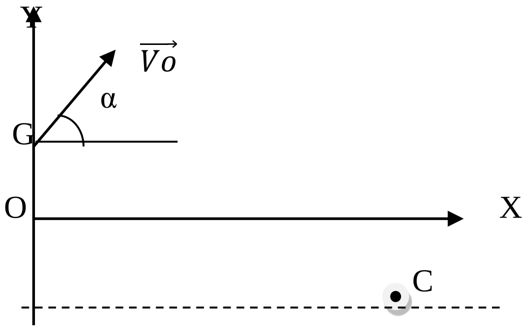
b- Le temps mis par l'obus pour atteint la cible.

c- Avec quelle vitesse l'obus atteint cette base de djihadiste.

5- Avec la vitesse Vo et les angles de tir calculés ci-dessus, l'obus pourrait-il réellement atteindre la cible ? Pourquoi ?

Exercice :6

Un projectile est lancé d'un point G_o avec une vitesse V_o faisant un angle α avec l'axe OX.
Ce projectile tombe en C dans un puits dont la profondeur est 3m.
Données : $g = 9,8\ ms^{-2}$; on négligera l'influence de l'air; $\alpha=60°$; OG=1 m.

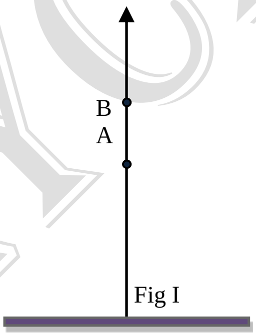


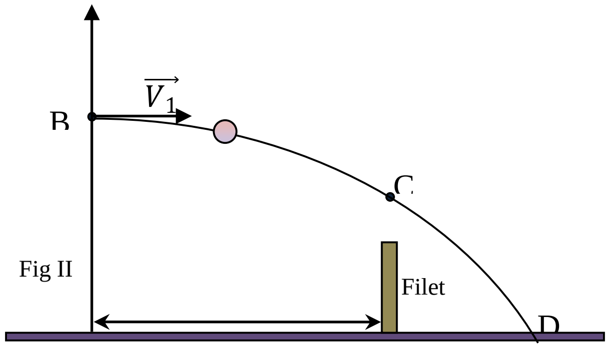
1- Etablir les équations horaires x(t) et y(t) du mouvement de ce projectile dans le repère $(O,\vec{\imath},\vec{\jmath})$. En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire.
2- Le projectile est au sommet de sa trajectoire au point S d'abscisse x_s= 1,1 m.
Déterminer :
a- L'expression de V_o en fonction de x_S, g et α puis calculer sa valeur.
b- L'ordonnée du sommet S.
3- Le projectile arrive en C au fond du puits (on prendra Vo=5ms^{-1})
a- Déterminer la distance d entre les verticales passant par O et C
b- Calculer la durée de tir
c- Déterminer la valeur de sa vitesse en C.

Exercice :7

Pour effectuer un service, un joueur de tennis lance une balle verticalement vers le haut à partir d'un point A situé à 1,60 m au-dessus du sol. Il la frappe avec sa raquette lorsqu'elle atteint le sommet en un point B de sa trajectoire situé 0,40 m plus haut. Elle part alors avec une vitesse Vo horizontale et dois passer au-dessus d'un filet de hauteur 0,90 m. La distance du joueur au filet est 12m.

1- Avec quelle vitesse le joueur lance la balle verticalement ?
2- Etablir dans un repère que l'on défiera, l'équation de la trajectoire de la balle après le choc avec la raquette.
3- Quelle doit être la valeur de V_o pour que la balle passe 10 cm au-dessus du filet ?
4- Quelle est, lors de ce passage la direction du vecteur vitesse de la balle ? On négligera la résistance de l'air. **On prendra** g=9,8m/s^2.





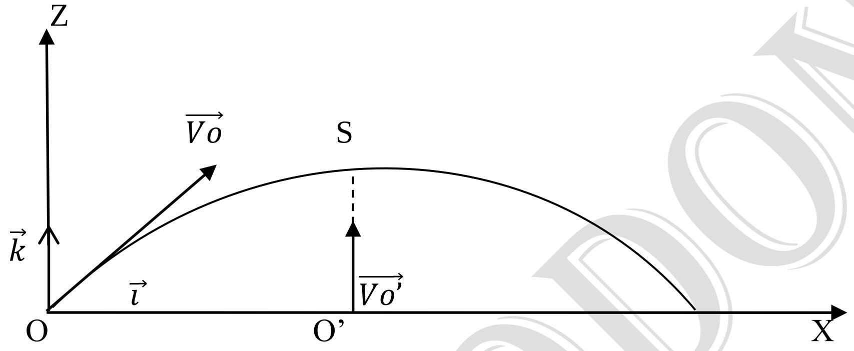
Exercice : 8

Un point M, assimilable à un point matériel, lancé à partir d'un point O, à la date t=0, dans le champ de pesanteur. Son mouvement est étudié dans un repère cartésien(O,$\vec{\imath},\vec{\jmath}, \vec{k}$) supposé galiléen. Le trièdе $(\vec{\imath},\vec{\jmath}, \vec{k})$ est direct et la vitesse initiale du projectile est

$\overrightarrow{Vo} = 10\vec{\imath} + 18\vec{k}$ (U.S.I). Les frottements sont négligeables.

1- Etablir les équations horaires du mouvement ; en déduire l'équation de la trajectoire.
2- On désigne par S le point culminant de la trajectoire. Déterminer :
a- Les coordonnées du point S.
b- La norme de la vitesse V du projectile au point S
c- Le temps mis par M pour arriver au point S.
3- On reprend l'expérience, cette fois-ci avec deux projectiles M et M'.

Les deux projectiles sont lancés simultanément à la date t=0. Le premier est tiré à partir de l'origine avec la vitesse $\overrightarrow{Vo} = 10\vec{\imath} + 18\vec{k}$ tandis que le second est lancé verticalement vers le haut à partir d'un point O' de l'axe (O,$\vec{\imath}$) situé à l'abscisse x_s, avec une vitesse initiale $\overrightarrow{Vo} = Vo'\vec{k}$



a- Trouver les équations horaires de M'.
b- Avec quelle vitesse initiale Vo' doit-on lancé M' pour qu'il rencontre M au point S

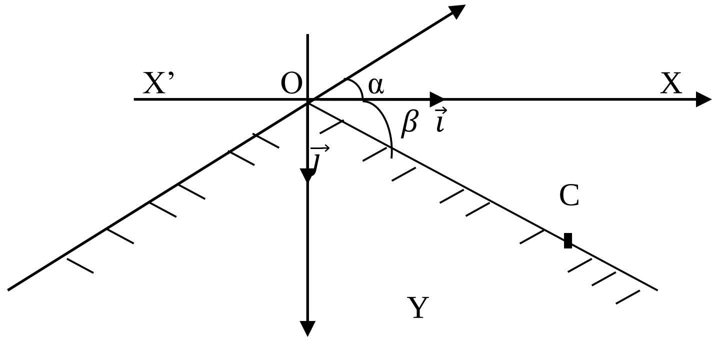
Exercice : 9

Un Skieur parcourt une coté inclinée d'un angle α = 40° sur l'horizontale. Au sommet O cette cote, sa vitesse à pour valeur V_o = 12 ms^{-1}.

Après le point O se présente une descente inclinée d'un angle β = 45° sur l'horizontale. Le skieur accomplit un saut et reprend contact avec la piste en un point C (voir figure).

Déterminer :

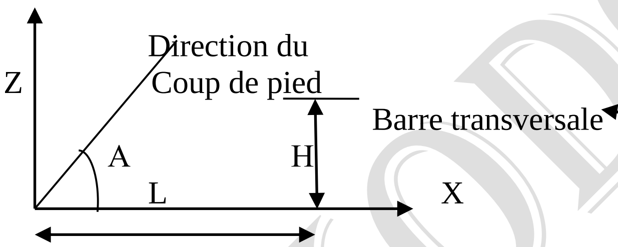
a- La nature de la trajectoire correspondant au saut du skieur ;
b- Les coordonnées du point C dans le repère (O,$\vec{\imath},\vec{\jmath}$) indiqué sur la figure.
c- La longueur OC.
d- La durée du saut. On prend g = 10 ms^{-2} et on négligera la résistance de l'air. La masse du skieur n'est pas donnée car elle s'élimine dans les calculs. On étudiera le mouvement du centre d'inertie du skieur.



Exercice : 10

On se propose d'étudier un coup de pénalité au cours d'un match de rugby. Au moment du coup de pied, le ballon de masse m = 420 g se trouve au sol en O face aux poteaux à la distance L = 60 m. Le tireur lui communique une énergie cinétique de translation Ec = 120 J et le fait partir dans le plan (OX, OZ) avec un angle α = 50° par rapport au sol (voir figure). On négligera l'influence de l'air ; on admettra que le champ de pesanteur de valeur $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$ est uniforme et on étudiera le mouvement du centre d'inertie du ballon.

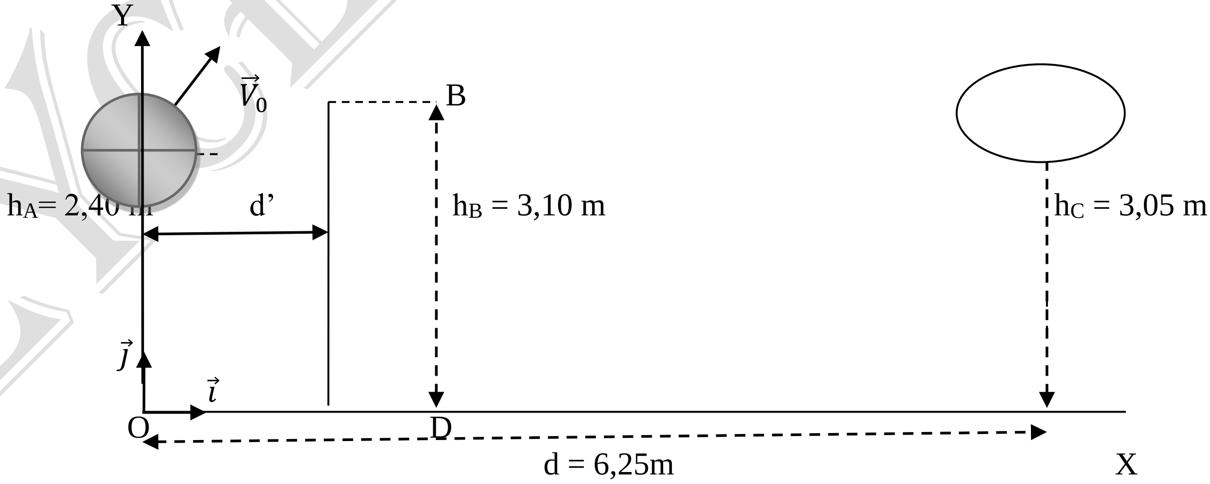
1- Etablir l'équation de la trajectoire du centre d'inertie du ballon dans le plan (OX, OZ) en fonction de α, g, et Vo la vitesse initiale. Montrer que cette équation peut se mettre sous la forme $Z = -\frac{mg}{4\,Ec\ \ \cos\alpha^2}x^2 + \ xtan\alpha$
2- Pour marquer, il faut que le ballon passe au-dessus de la barre transversale qui se trouve à la hauteur H = 3,0 m. La pénalité est-elle marquée ? Justifier la réponse.
3- Donner 'expression littéraire, puis calculer, la durée entre l'instant du tir et l'arrivée du ballon au sol.

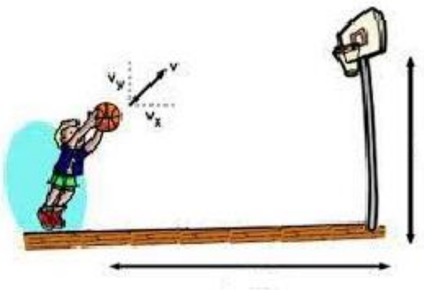


Exercice : 11

Lors des quarts de finale l'afro basket-ball féminin 2015 au Cameroun opposant le Mali au Sénégal, la capitaine de l'équipe malienne Naniouma Coulibaly effectue un lancer vers le haut. Elle lâche le ballon lors que son centre d'inertie est en A (voir fig). La vitesse initiale est représentée par un vecteur $\overrightarrow{Vo}$ situé dans un plan vertical (O,$\vec{\imath}$,$\vec{\jmath}$, $\vec{k}$) et faisant un angle α avec l'horizontale. On négligera les frottements de l'air.

Donnée: $g = 10ms^{-2}$ et α=40°.



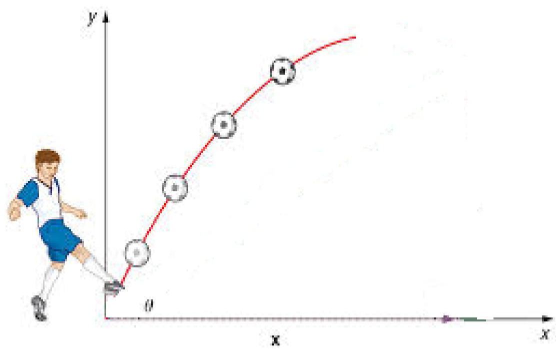



1- Etablir les équations paramétriques du mouvement du centre d'inertie du ballon. En déduire l''équation de la trajectoire.
2- Calculer la vitesse Vo du ballon pour que celui-ci passe exactement au centre du cercle, Le panier de centre C ?
3- Une joueuse sénégalaise Assata Sall ; placée entre Naniouma et le panneau de basket, saute verticalement pour intercepter le ballon : l'extrémité de sa main se trouve en B à l'altitude HB= 3,10 m.

A quelle distance horizontale maximale de la capitaine Naniouma doit-elle se trouver pour toucher le ballon du bout des doigts ?

Exercice :12

Lors d'un match de la C.A.N de football en Angola, opposant le Mali au Malawi, l'arbitre siffle un coup franc direct en faveur de l'équipe malienne en un point O situé à une distance $D = 20\ m$ des buts du portier Malawite.
Le mur est placé à une distance $L = 9\ m$ de O.
Sachant que l'international malien Seydou KEITA communique au ballon une vitesse Vo=15m.s^{-1} de vecteur vitesse $\overrightarrow{Vo}$ faisant un angle β= 60° par rapport à la verticale.

1- a) Etablis les équations paramétriques du ballon dans le repère $(O, \vec{\imath}, \vec{k})$.
b) Montrer que le mouvement du ballon se situe dans le plan XOZ et déduire l'équation de la trajectoire.
2- a)A quelle date t_1 le ballon passe t'il au-dessus du mur ?
b) Quelle est la vitesse du ballon à cet instant t_1 ?
c) A quelle date t_2 le ballon entre-t-il dans les buts s'il n'est pas intercepté ?
3- A la date t_1 où le ballon passe au-dessus du mur, un défenseur initialement arrêté en A situé à d = 6m des buts, se met à courir d'un mouvement rectiligne uniformément varié suivant l'axe OX et se dirige vers les buts pour intercepter le ballon. Son accélération est a=3m.s^{-2}.On suppose que si le défenseur arrive sur la ligne de but avant le ballon, il l'intercepte ; dans le cas contraire le but est marqué.

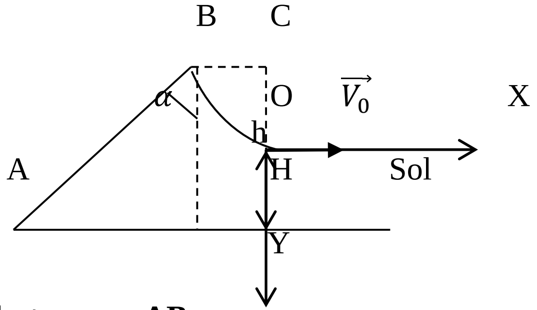
a) A quelle date t_3 le défenseur arrive-t-il sur la ligne de but ?
b) En déduire si le coup franc sera marqué.

NB : les chiffres ne sont pas à l'échelle

Exercice 13

Un corps assimilable à un point matériel de masse m, se déplace sans frottement sur une piste ABO dont l'axe est situé dans le plan vertical. La piste comporte un tronçon rectiligne AB qui fait avec la verticale de B un angle α et un tronçon circulaire BO de centre C qui se termine par une partie verticale OH.

A.N : m = 250g, g = 10 m.s^{-2} ; BC = CO = r = 2,5 m ; OH = h = 0,7 m, $\alpha = 60°$



I -Montée du tronçon AB

1- Le corps est lancé de A vers B. Etablir la nature de son mouvement entre A et B.

2- Calculer la vitesse minimale avec laquelle il faut lancer le corps du point A pour qu'il arrive en B avec une vitesse nulle.

II- Descente du tronçon BO

Le corps quitte B avec une vitesse nulle. A un instant quelconque, sa position M est repérée par son abscisse angulaire θ = ($\overrightarrow{CB}$, $\overrightarrow{CM}$).

1- Etablir l'expression de la vitesse linéaire du corps en M en fonction de g.

A.N : θ = 30°.

2- Etablir l'expression de l'intensité de la réaction $\vec{R}$ de la piste sur le corps en fonction de m, g.

A.N : θ = 30°

3- Donner les caractéristiques de la vitesse linéaire du corps en O (direction, sens, norme).

III- Saut de la partie OH

Le corps quitte la piste en O à l'instant t = 0 avec une vitesse horizontale de norme $V_0 = 5\sqrt{2}$ m.s^{-1}. On rapporte le mouvement du corps à un axe OX horizontal de même sens que $\overrightarrow{V_O}$ et sur un axe vertical descendant OZ.

1- Etablir les équations horaires du mouvement du corps.
2- En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire du corps.
3- Calculer la distance IH = d du point d'impact I du corps sur le sol horizontal à la verticale de O.
4- Calculer la vitesse du corps à l'arrivée sur le sol.
5- Calculer l'angle β que fait le vecteur vitesse du corps à l'arrivée sur le sol avec l'horizontale.

NB : Les trois parties sont indépendantes.

Série d'exercices sur le champ électrique

Exercice 1 :

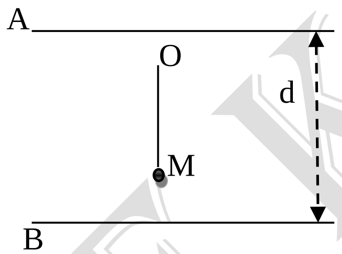
On considère une goutte d'huile M, de rayon r, de masse , en équilibre entre deux plaques P et Q chargées , horizontales et distantes d = 32mm ; la différence de potentiel entre les deux plaques est U_{PQ}= 3350V

1) Etablir l'expression de la masse de la goutte. Calculer sa valeur.
   Données: P_{huile} = 0,85g.cm^{-3} ; T_{huile} =1,810^{-3} ; g=9,8m.s^{-2}.
2) Faire le schéma en précisant le signe des plaques, le champ électrique et les forces mises en jeu.
3) Déterminer le signe et la valeur de la charge q.

Exercice 2 :

On prend g=10m/s

Une sphère conductrice M, assimilable à un point matériel, de masse m=2g et portant une charge q positive, est suspendue en un point fixe O, par l'intermédiaire d'un fil isolant, inextensible, de masse négligeable, de longueur $l = 10cm$. Le pendule ainsi constitué est placé entre 2 armatures métalliques A et B, planes horizontales de grande dimension, distantes entre elles de $d = 20cm$. Le point de suspension O est situé à 5 cm au dessous de l'armature supérieure A. On applique entre les deux armatures, une différence de potentiel U_{AB}= V_A-V_B = 2000V, créant alors entre A et B, un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$.



1- Donner les caractéristiques de la force électrostatique et de la force de pesanteur s'exerçant sur la sphère M.
2- La sphère porte une charge électrique q = +0,20.10^{-6}C. Le pendule est écarté de sa position d'équilibre d'un angle de 90°, et abandonné sans vitesse initiale.

Déterminer la vitesse de la sphère M et la tension du fil au passage à la verticale.

3- Le fil casse au passage à la verticale.

a) Déterminer l'équation et la nature de trajectoire de M après la rupture du fil.
b) La durée du mouvement, jusqu'au moment ou M touche l'armature B est : $\alpha = 9{,}5.10^{-2}s, \beta = 2.10^{-6}s;\ \gamma = 1s$.

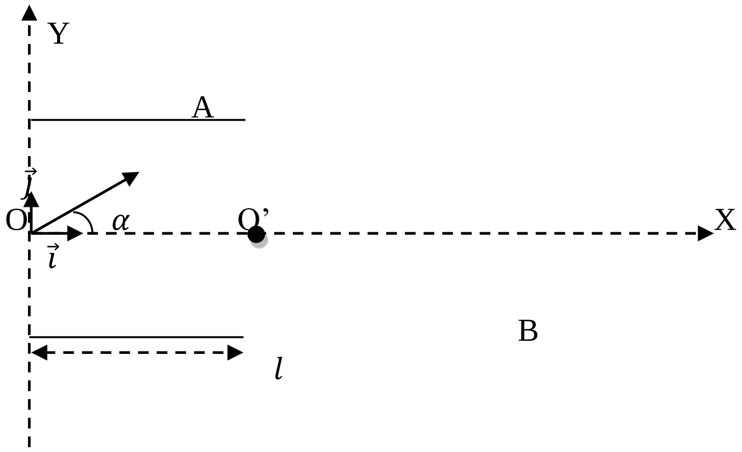
Quelle est la bonne durée. Justifier votre choix.

Exercice 3 :

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

En chargeant les plaques, on crée entre elles un champ électrique uniforme $\vec{E}$. L'expérience se passe dans le vide. On raisonnera dans le plan (O,$\vec{\imath}$,$\vec{\jmath}$), le point O étant équidistance des plaques et situé à l'entrée du condensateur.

Un faisceau homocinétique de protons de masse m arrive en O avec la vitesse $\overrightarrow{V_0}$ contenue dans le plan (O,$\vec{\imath}$,$\vec{\jmath}$) et faisant avec l'axe x'x un angle α (voir schéma).



1) a- Indiquer en le justifiant le sens du champ électrique $\vec{E}$ et le signe de la tension $V_A - V_B =$ U pour que le faisceau de protons puisse recouper l'axe x'x.

b- Etablir l'équation de la trajectoire du faisceau de protons ; en déduire la nature du mouvement.

1) a- Exprimer littéralement la condition qui doit être vérifiée par la tension U si l'on veut que le faisceau de protons sorte du condensateur par le point O' situé sur l'axe OO'.

b- Calculer la valeur numérique de U.

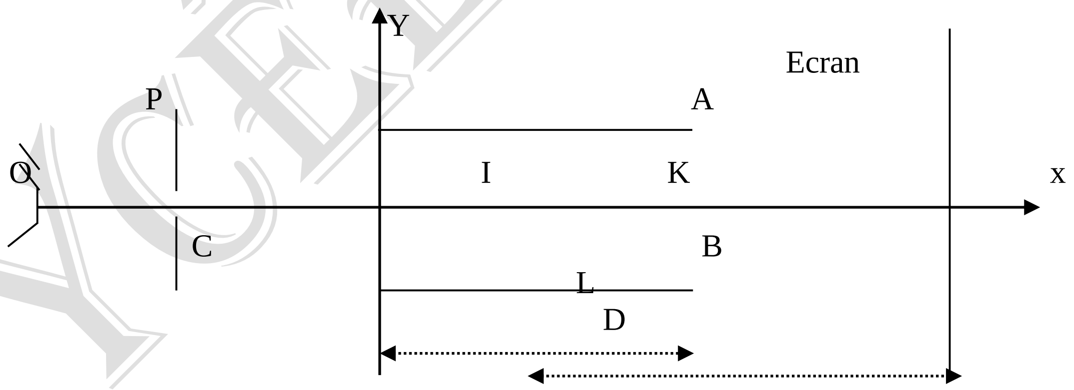
On donne : $V_0 = 500 Km.s^{-1}$, $\alpha = 30°, l = 10cm, m = 1{,}6.10^{-27}Kg, e = 1{,}6.10^{-19}C.$

c- La tension U ayant la valeur précédemment calculée, déterminer la hauteur maximale atteinte par le faisceau de protons au-dessus de l'axe x'x. A quelle distance minimale du plateau supérieur passe le faisceau de protons ?

Exercice 4 :

On prendra pour charge de l'électron $q = -e = -1{,}6.10^{-19}$C et pour masse de l'électron m=9,1.10^{-31} Kg.

Un faisceau d'électrons est émis par une cathode C, avec une vitesse initiale pratiquement nulle. Ce faisceau d'électrons est accéléré par une tension U1 appliquée entre la plaque P et la cathode C(voir figure).



a- Déterminer le signe de $U_1=V_p-V_c$ et le sens du champ électrique E_1 existant entre la plaque P et C.

b- Quelle est la nature du mouvement d'un électron entre C et P ?

c- Calculer la tension U_1 pour que les électrons arrive sur la plaque P avec la vitesse V_1=25000 Km.S^{-1}.

2-La plaque P est percée d'un trou laissant passer les électrons .Ces électrons, en faisceau homocinétique, pénètrent à la vitesse $\overrightarrow{V1}$, suivant l'axe horizontal OX, dans un déflecteur électrostatique constitué de deux armatures A et B d'un condensateur plan.
Soient d la distance entre les deux armatures, l, leur longueur, la distance du centre I du condensateur à l'écran fluorescent, $U=V_A-V_B>0$, la tension entre les deux armatures et $\vec{E}$ le champ électrique qui règne entre les armatures.
On donne U=100V ; D=0,4m ; l = 0,1m ; d=2,5cm.
a-Déterminer l'équation de la trajectoire électron entre les armatures. En déduire la nature du mouvement.
b-Déterminer les coordonnées du point S par lequel le faisceau d'électrons sort du condensateur.
Que vaut la déviation verticale h du faisceau à la sortie du déflecteur ?
c-Déterminer la déviation angulaire en fonction de V_1, e, m, E et l puis faire l'application numérique.
d-Déterminer la vitesse V_S de sortie d'un électron.
e-Montrer que la déviation linéaire H sur l'écran n'est ni fonction de la masse ni fonction de la charge de l'électron.
f-Quelle est la vitesse d'un électron à son arrivée sur l'écran fluorescent ?
3-La chambre à vide associée au déflecteur électrostatique constitue un tube électronique expérimental dont la déflexion (ou déviation) verticale h peut être réglée à partir de la tension accélératrice U_1.
a-Montrer que la déviation verticale à la sortie du condensateur est fonction de U_1,
b-Montrer que les électrons ne peuvent sortir de l'espace entre les armatures (du coté de l'armature A) que pour un champ électrostatique $E \le \frac{2\,U_1 d}{\ell^2}$. Calculer dans ce cas la valeur maximale U_{max} de la tension U, ℓ et E.

Exercice 5 :

NB : On négligera dans tout le problème les forces de pesanteur.

1- Un mobile assimilable à un matériel est soumis à des forces $\vec{F}$verticales constantes. A un instant choisi comme origine des temps, le mobile a une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ horizontale.
   a) Montrer que la trajectoire du mobile est dans le plan contenant $\overrightarrow{V_0}$et $\vec{F}$.
   b) Etablir l'équation de cette trajectoire dans le repère (OX,OY) ; O est le point ou la vitesse est V_o , OX est horizontal orienté suivant $\overrightarrow{V_0}$ et Oy vertical, orienté selon $\vec{F}$. F est le module de $\vec{F}$, V_0 celui de $\overrightarrow{V_0}$ et m la masse du mobile.
2- Un électron pénètre avec une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ parallèlement et à égale distance des armatures d'un condensateur plan. Entre ces armatures horizontales, longues de l et distance de d, existe un champ électrique uniforme de module $E = \frac{U}{d}$.

L'expérience a lieu dans le vide. U est une tension constante existant entre les armatures de ce condensateur.

a) En utilisateur les résultats du 1) écrire l'équation de la trajectoire de l'électron dans le condensateur.
b) A la sortie du condensateur, l'électron décrit une trajectoire rectiligne. Montrer que cette nouvelle trajectoire coupe le support de $\overrightarrow{V_0}$ au point I d'abscisse $OI = \frac{l}{2}$ (O est le point ou l'électron pénètre dans le condensateur).

c) Un écran perpendiculaire à $\overrightarrow{V_0}$ est à la distance D de I. Montrer que la déviation Y du point d'impact de l'électron sur l'écran est proportionnelle à U ($D > \frac{l}{2}$)

Exercice 6 :

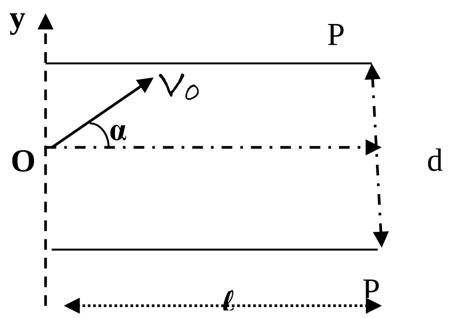
Un faisceau de particule α (noyau d'hélium ${}^4_2H_e^{2+}$), de masse m pénètre en O entre les plaques P et P' d'un condensateur plan (l=20 cm ; d=10 cm) .
Le vecteur vitesse $\overrightarrow{v_0}$ fait un angle α =25° avec l'axe OX sa valeur v_0 est égale à $2.0\ 10^5$ m.s^{-1}.
La tension $U_{PP'}$=U appliquée entre les plaques est égale à +400V. Le champ électrique $\vec{E}$ est uniforme entre les plaques.
L'origine du temps t=0 sera prise lorsque la particule pénètre en O .
Données : $m=6{,}6810^{-27}kg$; $e=1{,}610^{-19}C$

1) Compléter le tableau en donnant l'expression littérale des différentes grandeurs en fonction de U, d, e , m, α et v_0

	Axe (OX)	**Axe (OY)**
Champ électrique	E_x=……………………	E_y=……………………
Force électrique	F_x = ……………………	F_y=……………………..
Accélération	a_x=……………………	a_y=………………………
Vitesse initiale	V_{ox} :………………………………	V_{oy}=…………………..

2) Calculer les valeurs numériques des grandeurs du tableau précédent en précisant les unités.
3) Les équations horaires de la trajectoire s'écrivent :
$X = v_0(\cos\alpha)t$; $y = \frac{eUt^2}{md} + (v_0\sin\alpha)t$

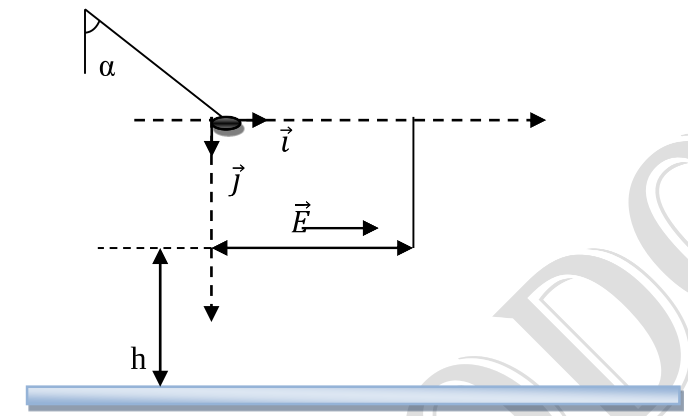
b) Retrouver l'équation de la trajectoire
c) On pose $y = Ax^2 + Bx$ avec x et y en m.
Déterminer les valeurs numériques de A et de B
d) Calculer la valeur numérique maximale de y.
La particule α frappe-t-elle l'armature P ?
a- Calculer la valeur de l'ordonnée y_s du point S de sortie du champ électrique



Exercice 7 :

On considère un condensateur plan formé par deux plaques verticales P_1 et P_2 de longueur commune l = 20 cm, placées à une distance d = 20Cm l'une de l'autre. On applique une différence de potentiel entre P_1 et P_2 créant ainsi un champ électrique $\vec{E}$ uniforme, horizontal, dirigé de P_1 vers P_2 et de valeur $E = 2.10^4\ V.m^{-1}$. On apporte ensuite à l'aide d'un fil isolant non chargé une boule métallisée de masse

m = 8g possédant une charge $q = +3.10^{-6}C$ près du bord supérieur de la plaque positive P_1 en O sans toutefois la toucher.



1-Déterminer l'angle α que fait le fil avec la verticale dans cette position d'équilibre ($g=10\ m.s^{-2}$)

2-On coupe le fil, libérant la boule chargée sans vitesse initiale.

a) Comparer les valeurs du poids $\vec{P}$et de la force électrostatique $\overrightarrow{F_e}$.

Quel peut-on conclure ?

b) Etablir les expressions, en fonction du temps x(t) = f(t) et y = g(t) de la trajectoire de la boule dans l'espace (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$) limité par les deux plaques P_1 et P_2. Déduire l'équation cartésienne y = f(x) de la trajectoire.

c) Déterminer les coordonnées du point S de la sortie de la boule lorsque celle-ci quitte l'espace où agit $\vec{E}$.

Calculer la durée t de ce mouvement.

Par application du théorème de l'énergie cinétique, déterminer la valeur du vecteur vitesse $\overrightarrow{Vs}$ de la boule en cet endroit.

3- Sachant que la partie inférieure de ce condensateur se trouve à la hauteur h=25m du sol, déterminer les coordonnées du point d'impact J de la boule avec le sol.

Série d'exercices sur les satellites

Exercice1 :

Un satellite évolue dans le plan équatorial de la terre à une altitude h. Il fait un tour en 12h 30mn.

1- Quelle est sa vitesse angulaire ?
2- Déterminer son altitude.

Calculer sa vitesse linéaire. $R_T = 6400km$.

Exercice2 :

1- Dans un repère géocentrique, un satellite S est animé d'un mouvement circulaire dont le centre est celui de la terre.

1-1- Montrer que le mouvement est uniforme.

1-2- Exprimer la vitesse V de ce satellite S en fonction de son altitude Z, du rayon de la terre R et de l'accélération de la pesanteur au niveau de la Mer g_0.

2- Exprimer la durée d'une révolution du satellite en fonction de Z, R et g_0.

3- L'orbite circulaire satellite est dans le plan de l'équateur terrestre. Le satellite reste constamment au-dessus d'un point M de l'équateur ; on dit qu'il est géostationnaire.
Déterminer son altitude Z.

***Donnée** : $R = 6,4.10^3 Km$; $g_0 = 9,8\ m.s^{-2}$; 1jour sidéral = $8,6.10^4$ s.*

Exercice 3:

Dans un repère P galiléen, on considère deux astres A (masse M) et B (masse m) avec M >> m.

A est immobile et B décrit autour de A un mouvement circulaire uniforme de rayon r.

1- Etablir la relation entre la vitesse V du centre de B en fonction de r, M et T.

2- Soit T la période de rotation de B : Exprimer V en fonction de T et en déduire la 3ème loi de Kepler.

Sachant que $\left(\frac{r^3}{T^2} = C.M\right)$, exprimer C.

3- Dans un référentiel géocentrique, un satellite (S) de masse m, gravite autour de la terre (masse M et rayon R) d'un mouvement circulaire uniforme de rayon r dans le plan équatorial.

a) Exprimer la vitesse angulaire ω_s du satellite (S) en fonction de r, go et R.

b) Calculer ω_s et la période T_s du satellite (S).

AN: $R = 6,4.10^{+6}$ m, go = 9,81 N/Kg, $r = 3,85.10^{+8}$ m.

c) Calculer la valeur de l'accélération ($\vec{a}$) subie par le satellite (S). En déduire la masse du satellite (S) si la force attractive subie par le satellite (S) vaut $F = 2.10^{+20}$ N.

d) La terre tourne autour du soleil avec une période T_T = 365,25 jours, sur une orbite de rayon $r_T = 1,496.10^{+8}$ Km.

Exprimer et calculer le rapport $\frac{\text{masse terre}}{\text{masse soleil}}$.

e) Calculer la vitesse angulaire ω_T de la terre. En déduire le sens (vers l'EST ou l'OUEST) dans lequel on verra le satellite se déplacer depuis la terre.

Exercice 4 :

Pour évaluer la constante de gravitation G, Cavendish , en 1798 , mesure la force qui s'exerce entre deux sphères A et B : l'une de platine de masse m_A =50g , l' autre de plomb de masse m_B=30kg . La distance entre les centres des sphères est r=15cm.

1)a) Calculer la valeur de la force d'interaction

b) Comparer ce résultat aux poids respectifs de chacune des sphères. Commenter.
2) a- Calculer la valeur du champ de gravitation g(A) créé en A par la sphère B.
b- Comparer à la valeur g_0=9,8ms^{-2} du champ de gravitation terrestre.

<u>Exercice 5</u> : Mouvement d'un satellite autour de la Terre

On considère un référentiel géocentrique ; un satellite *S* de masse *m* gravite autour de la Terre d'un mouvement uniforme sur une orbite circulaire à une altitude *h* et situé dans un plan sensiblement équatorial.

1) La Terre est supposée sphérique, de rayon *R* et de masse *M*.
   a) Fais un schéma décrivant le mouvement du satellite en indiquant les forces auxquelles il est soumis
   b) En utilisant la loi de gravitation universelle, exprime en précisant les unités des différentes variables, la vitesse angulaire ω_S de S en fonction de *h*, g_0 et *R*.
2) Calcule ω_S, ainsi que la période T_s avec les valeurs approchées suivantes :
   R = 6400km, g_0 = 9,81Nkg^{-1}, *h*= 3,85×10^5 km
3) Calcule la vitesse angulaire ω_T de rotation de la Terre sur elle-même.
4) Calcule l'accélération « a » subie par le satellite dans son mouvement orbital. En déduire la masse du satellite si la force attractive terrestre vaut environ 2×10^{20}N.

<u>Exercice 6</u> :

Les planètes et soleil sont considérés comme les corps à symétrie sphérique.
Venus est une planète de masse Mv = 4,83.10^{24} Kg et de rayon Rv = 6,05.10^3 Km.

1- Calculer la norme du vecteur champ de gravitation à la surface du Venus.
2- Sachant que la trajectoire circulaire de la terre autour du soleil a un rayon

r_T =1,5.10^{11}m et celle de Vénus autour du soleil r_v = 108.10^{6}Km, Calculer :
2-1- La période de révolution de Vénus autour du soleil si T_T = 365 jours ;
2.2- La masse Ms du soleil.

<u>Exercice 7</u> :

La terre tourne uniformément autour de son axe, sa période de rotation propre étant proche de 24 heures. La circonférence de la Terre, que l'on considérera ici comme parfaitement sphérique, est égale à 4 10^{4}km.

***Donnée** : constance de gravitation : G =6,6710^{-11}SI.*

Répondre par vrai ou faux puis justifier.

1) La terre tourne autour de son axe à une à une vitesse angulaire d'environ15degrés par heure
2) La valeur du champ de gravitation pour un point quelconque à la surface de la terre est $g_0 \frac{GM_T}{R_T^2}$
3) A une hauteur de 1,2810^{4}km , le champ de gravitation a une valeur g_h=g_0/16
4) Dans le référentiel géocentrique, l'accélération d'un point à la surface de la terre à pour valeur $\frac{2\pi v^2}{C}$, V étant la vitesse du point dans le référentiel géocentrique , C la circonférence de la Terre .

<u>Exercice 8</u> :

On considère que la terre est une sphère de centre O, de rayon R_T, de masse M_T et qu'elle possède une répartition des masses à symétrique sphérique. Un satellite artificiel de masse M tourne autour de la terre à une altitude h en mouvement circulaire de centre O et rayon
R = R_T + h.

1- Donner l'expression littérale de l'intensité de la force d'attraction $\vec{F}$ que la terre exerce sur le satellite (la constante de gravitation est G) ; en déduire l'expression de la vitesse V du satellite. Cette vitesse dépend-t- elle de la masse du satellite ?

2- Etablir l'expression de la période T du satellite en fonction de la masse M_T de la terre ; en déduire la troisième loi de Kepler : $\frac{T^2}{R^3}$ = constante.

3- Un satellite artificiel tourne autour de la terre en 145 mn suivant une orbite circulaire de rayon R = 8800 Km. Par ailleurs, la lune gravite autour de la terre en mouvement circulaire de rayon R_L. Elle effectue un tour en 29 jours. Calculer le rayon de l'orbite lunaire.

<u>Exercice 10</u> :

1) Comparer la valeur du champ de gravitation à la surface de Vénus à celle à la surface de la terre.

Comparer la masse de Mars à celle de la Terre

La recherche de vie sur Mars a été confiée à des sondes Vinking . Parmi les propositions suivantes cochez la bonne réponse :

Lorsqu'une sonde Viking est à égale distance de la Terre et de Mars à la distance Z vérifient la relation $g_T = g_M$; $g_M = 1{,}524 g_T$; $g_M = 0{,}11\ g_T$

b- Le poids d'une sonde Viking est la surface de la Terre P_{terre} et à la surface de Mars P_{Mars} vérifient la relation :

P_{Mars}=0,11P_{terre} ; P_{terre}=2,64P_{Mars} ; P_{Mars} =0,38P_{terre} ; P_{terre}=P_{Mars}.

c- La masse d'une sonde Viking est la même sur Terre et sur Mars ; plus grande sur terre que sur Mars ; plus petite sur Terre que sur Mars

d- Il existe entre Mars et la Terre un point M où les champs de gravitation martien et terrestre se compensent : M est équidistant des 2 planètes ; M plus proche de Mars ; M plus proche de la Terre.

Satellites du soleil / Données	Venus	Terre	Mars
Distance du soleil (u.a : unité astronomique) 1ua=1,5$10^8$Km	0,723	1	1,524
Masse (M_T=6,10^{24}kg)	0,82M_T	M_T	
Rayon de la planète (R_T=6400km)	0,95R_T	R_T	0,5R_T
Champ à la surface (N.kg^{-1})		9,8	3,7

<u>Exercice 9</u> :

On suppose que la Terre a une distribution de masse à symétrie sphérique de centre O. On suppose également que la Lune, satellite naturel de la Terre, est assimilée à un point matériel de masse Mt.

Dans le référentiel géocentrique. La lune n'est soumise en première approximation qu'à la force de gravitation terrestre et décrit une trajectoire circulaire de centre O.

Soit d la distance du centre de la Terre au centre de la Lune.

1) Montrer que le mouvement circulaire de la Lune est uniforme
2) Exprimer la vitesse v de la Lune en fonction de G , M_T et d .
3) En déduire la période T_L de la révolution de la Lune en fonction de G, M_T et d
4) Monter que la troisième loi de Kepler $\frac{T_L^2}{d^3} = cste$ est bien vérifiée dans ce cas. Exprimer cette constante en fonction de G et M_T. Calculer sa valeur numérique

5) Sachant que la période T_L vaut 27j7h30mn, en déduire une valeur approchée de la distance du centre de la Terre au centre de la Lune.

Donnée : $G=6,6710^{-11}$ S I ; $MT = 6,0\ 10^{24}$kg.

Exercice 11 :

1- Jupiter comme la terre sont des planètes du système solaire. Elles tournent autour du soleil de masse Ms sur des orbites quasiment circulaires de rayon R_1 et R_2.

La force responsable de ces mouvements est la force de gravitation universelle d'intensité :

$$F = \frac{Gm_1m_2}{(d_{1,2})^2}$$

1-1) Que représente G, m_1, m_2, et $d_{1,2}$ dans la formule de F.

1-2) Quel est le référentiel utilisé pour fournir les données du tableau ci-dessous ?

	Période T en jour	Rayon de l'orbite en 10^6 Km
Terre	$T_T = 365$	$R_T = 150$
Jupiter	$T_J = 4333$	R_J

1-3) Dans ce référentiel, établir l'expression de la période T_T du mouvement de la terre sur son orbite en fonction de G, Ms et R_T.

1-4) Calculer la valeur du rapport : $\frac{{T_T}^2}{{R_T}^3}$.

1-5) Ecrire l'expression de la période T_T.

1-6) Ecrire l'expression de la période T_J du mouvement de Jupiter sur son orbite en fonction de G , Ms, et R_J.

1-7) En déduire la valeur de de R_J.

2- Jupiter possède des satellites qui tournent autour d'elle sur des orbites considérées comme circulaire de rayon r. Données :

	Io	EUROPE	GANYMEDE	GALISTE
Période T en heures	42,5	85,2	172	400
Rayon de l'orbite r (10^6 Km)	0,42	0,67	1,07	1,88
$T^2(10^{11}\ s^2)$	0,23	0,94	3,8	20,64
$R^3\ (10^{26}m^3\ )$	0,74	3	12,2	66,4

2-1) Quelle est le référentiel utilisé pour fournir les données du tableau (B) ?

2-2) Dans ce référentiel, donner l'expression littérale de la période d'un satellite en fonction de G, M_J (masse de Jupiter) et r.

2-3) Représenter le graphe donnant les variations de T_2 en fonction de r_3.

Echelle : 0,5 Cm pour $10^{11}\ s^2$ et 1Cm pour $4.10^{26}m^3$;

2-4) Utiliser le graphe pour calculer la masse de Jupiter.

On donne : $G = 6,67.10^{-11}$S.I.

Exercice 12:

On étudie le mouvement d'un satellite dans le repère géocentrique. Le satellite, assimilé à une masse ponctuelle m = 300 Kg décrit une orbite circulaire dans le plan équatorial de la terre à l'altitude h = 36000 Km.

1- a) Montrer que la vitesse V du satellite est constante.

b) Calculer la valeur de la vitesse et sa période de révolution

2- En réalité le satellite est géostationnaire.

Expliquer l'expression « satellite géostationnaire ».

3-L'énergie potentielle de gravitation du système « satellite – terre » a pour expression :

$$Ep = -\frac{mG_0R_0^2}{(R_0 + h)}$$

Evaluer l'énergie mécanique du satellite dans le champ de gravitation.

Données : rayon terrestre $R_0 = 6,37.10^3$ Km. Champ de gravitation de la terre à l'altitude h = 0 ; $G_0 = 9,8$ N/Kg.

Exercice 13 :

Dans cet exercice, la terre est considérée comme une sphère homogène, de masse M, de centre O et de rayon R = 6370 Km animé d'un mouvement de rotation uniforme autour de l'axe des pôles.

A l'aide d'une fusée on satellise autour de la terre un satellite de masse m sur une orbite circulaire à l'altitude z = 400 Km. L'orbite est dans le plan de l'équateur. A l'altitude Z l'intensité du champ de pesanteur est donnée par la relation :

$G = g_0\frac{R^2}{(R+Z)^2}$ avec $g_0 = 9,8$ N/Kg.

1- a) Déterminer dans le repère géocentrique la vitesse V, la vitesse angulaire et la période T du satellite

b) Le satellite se déplace vers l'Est. Calculer l'intervalle de temps qui sépare deux passages successifs du satellite à la verticale d'un point donné de l'équateur. La vitesse angulaire de rotation de la terre dans le repère géocentrique est $\omega_T = 7,29.10^{-5}$ rad.s^{-1}. On rappelle que dans de repère la vitesse d'un point de l'équateur est dirigée vers l'Est.

c) Même question si le satellite se déplace vers l'Ouest.

2- On veut que le satellite précédent devienne un satellite géostationnaire.

a) Qu'est – ce qu'un satellite géostationnaire ? Préciser son sens de rotation (vers l'Est ou l'Ouest) et le plan dans lequel il doit tourner.

b) Quelle est la vitesse de ce satellite dans le repère géocentrique ? Calculer le rayon de son orbite.

Série d'exercices sur le champ magnétique

Exercice 1 :

Une source O émet des électrons avec une vitesse $\vec{V}_0$ .Ces électrons se déplacent dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire à $\vec{V}_0$.

a)Montrer que les électrons sont animés d'un mouvement circulaire uniforme plan.

b) Calculer le rayon R de leur trajectoire. On donne pour les applications numériques :
$B=10^{-2}T$; $V_0=4.10^7 m.s^{-1}$

Valeur absolue de la charge massique de l'électron :$\frac{e}{m} = 1{,}76.10^{11} C.Kg^{-1}$

Exercice 2

Des protons sont accélérés dans le vide avec une vitesse par une différence de potentiel U jusqu'à une vitesse $V_0=1{,}1.10^6 m.s^{-1}$.Il entre à cette vitesse dans un espace où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, indépendant du temps.

1) Calculer la valeur de U.

2) montrer que les protons ont une énergie cinétique constante, lorsqu'ils se déplacent dans le champ $\vec{B}$.

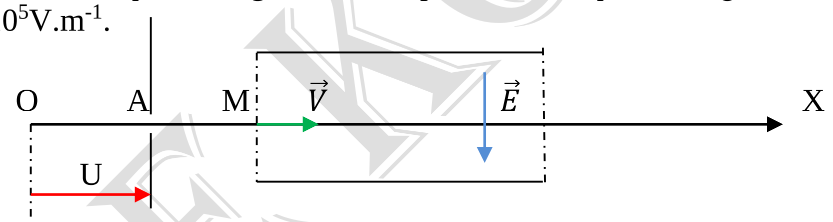
3) Montrer que, lorsque les vecteurs $\vec{B}$ et $\vec{V}_0$ sont orthogonaux, la trajectoire des protons est plane.

4) Calculer dans ce dernier cas, le rayon de courbure R de la trajectoire.

5) En déduire que le mouvement du proton est circulaire uniforme

Exercice 3

Un électron émis en O sans vitesse initiale est accéléré selon l'axe OX par une tension U=100V. Au delà de l'orifice A, il pénètre avec une vitesse V entre deux plaques métalliques, parallèle à OX entre lesquelles règne un champ électrostatique$\vec{E}$, dirigé comme l'indique la figure ; $E = 2.10^5 V.m^{-1}$.



On crée également, dans tout le volume compris entre les armatures, un champ magnétique $\vec{B}$, uniforme et perpendiculaire au plan de la figure.

1) Calculer la vitesse v de l'électron à la sortie de l'orifice A.

2) en justifiant la réponse, donner la direction et le sens du vecteur champ magnétique pour que les électrons ne subissent, entre les plaques, aucune déviation.

3) calculer alors la valeur à donner à B.

Exercice 4

Un ion Oxygène **O^{2-}** pénètre en **0** dans un champ $\vec{B}$ uniforme perpendiculaire au plan de la feuille, avec une vitesse $\vec{V}o$. L'ion est dévié vers l'une des plaques sensibles.

1- L'ion est reçu au point **Q** . En déduire le sens de $\vec{B}$.

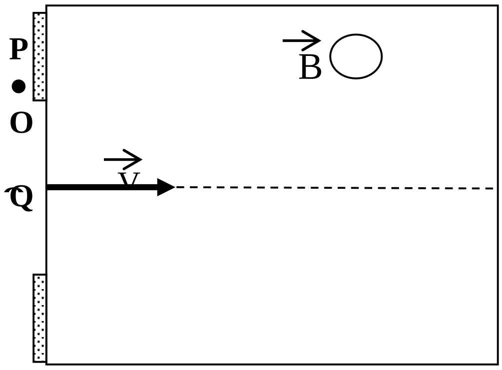
2- Quelle est la nature du mouvement de l'ion dans le champ $\vec{B}$? Faire la démonstration.

3- Calculer la grandeur caractéristique de la trajectoire.

4- Calculer la distance **0Q** parcourue par l'ion.

5- Quelle est durée du trajet **0Q** ?

6- Donner les caractéristiques du champ électrostatique $\vec{E}$ à superposer à $\vec{B}$ pour que l'ion soit reçu en **0'**.



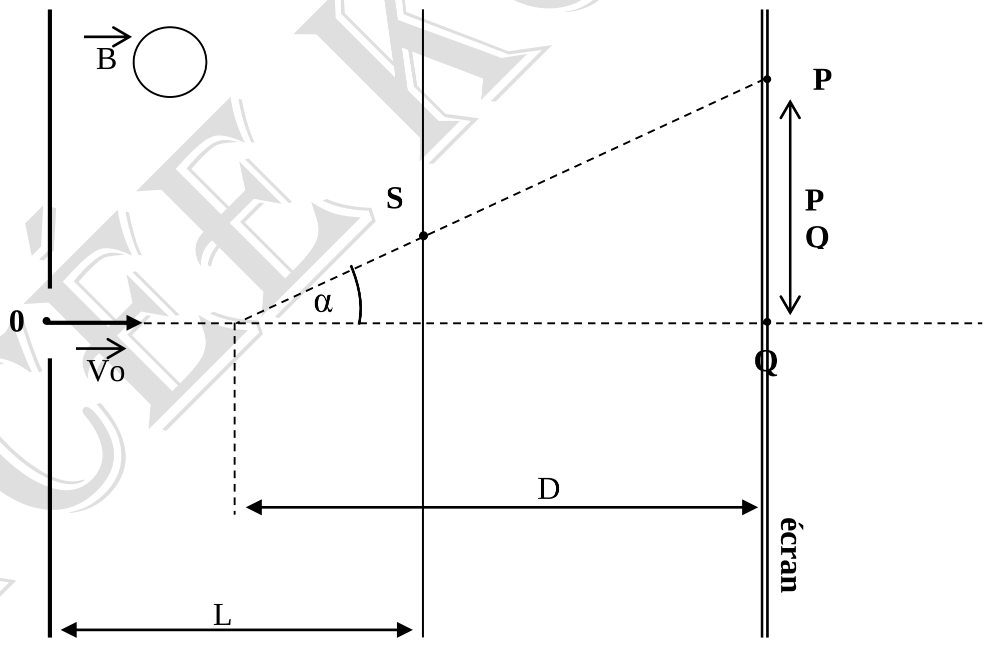
on donne : $V_o = 10^{7}$ m/s $e = 1,6\ 10^{-19}$ C $B = 10^{-3}$ T $m = 2,66\ 10^{-25}$ Kg

Exercice 5

Des ions oxygènes **O^{2-}** pénètrent à la vitesse Vo au point **0** , dans une zone de largeur L ou règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure.
Les ions sortent du champ au point S avec la vitesse $\vec{V_s}$.

1- Préciser le sens de $\vec{B}$.
2- Montrer que le mouvement des ions est circulaire et uniforme dans $\vec{B}$.
3- Calculer le rayon R de la trajectoire des ions.
4-a) Quel est la durée de transit des ions dans $\vec{B}$?
b) Donner les caractéristiques de la vitesse $\vec{V_s}$.
5- a) Quelle est la nature du mouvement des ions entre S et P ?
b) Déterminer la déflexion magnétique PQ.

On donne :
$V_o = 1,6\ .10^{7}$ m/s $B = 10^{-3}$ T
L = 1,5 cm D = 20 cm
$m = 9,1.\ 10^{-31}$ Kg



Exercice 6

On veut séparer les deux isotopes du brome ^{79}Br et ^{81}Br dont les masses m_1 et m_2 sont proportionnelles aux nombre s de masse $A_1 = 79$ et $A_2 = 81$. Les atomes de brome sont d'abord ionisés dans une chambre d'ionisation (I) en ions Br^- d'où ils sortent par la fente F avec une vitesse nulle. Puis ces ions sont accélérés par un champ électrique uniforme entre les plaques P_1 et P_2(II) ; la tension entre ces plaques vaut : $U_{P_2P_1} = V_{P_2} - V_{P_1} = U_0 = 4.10^4$ V. enfin, les ions pénètrent, à travers la fente F' et avec un vecteur vitesse v_0 perpendiculaire aux plaques , dans une région chambre de déviation (III) où règne un champ magnétique uniforme B perpendiculaire au plan de la figure. Ils dérivent alors deux trajectoires circulaires de rayons R_1 et R_2 et parviennent dans deux collecteurs C_1 et C_2.

1) Faire le schéma du montage en précisant le sens du vecteur champ $\vec{B}$permettant aux ions de cheminer selon les trajectoires à représenter.
2) Montrez que, quelque soit l'isotope les ions pénètrent en F' dans la chambre de déviation avec la même énergie cinétique Ec. Calculer la valeur de Ec en joule puis en KeV.

   Les ions ont-ils la même vitesse en F' ?
3) Représentez le vecteur B pour les ions cheminent selon les trajectoires représentées.
4) Rappeler, sans démonstration, l'expression littérale du rayon R du cercle en fonction de la masse de l'ion, de sa charge, de la tension accélératrice Uo et champ magnétique B .Conclure. Calculer R_1 et R_2.
5) Calculer la distance C1C2.

Données :e=1,60.10^{-19}C ;B=0,1T ;masse d'un nucléon :m=1,67.10^{-27}kg. On néglige le poids des ions devant les autres forces en présence.

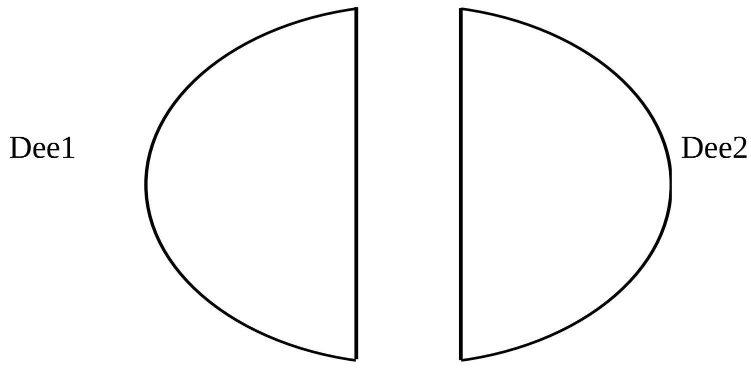
Exercice 7

Dans un cyclotron à protons, on donne :

- La valeur du champ magnétique uniforme dans les dées est B=0,1T.
- La valeur maximale de la tension alternative sinusoïdale que l'on établit entre les dées : Um=2,10 .10 ^{3}V.

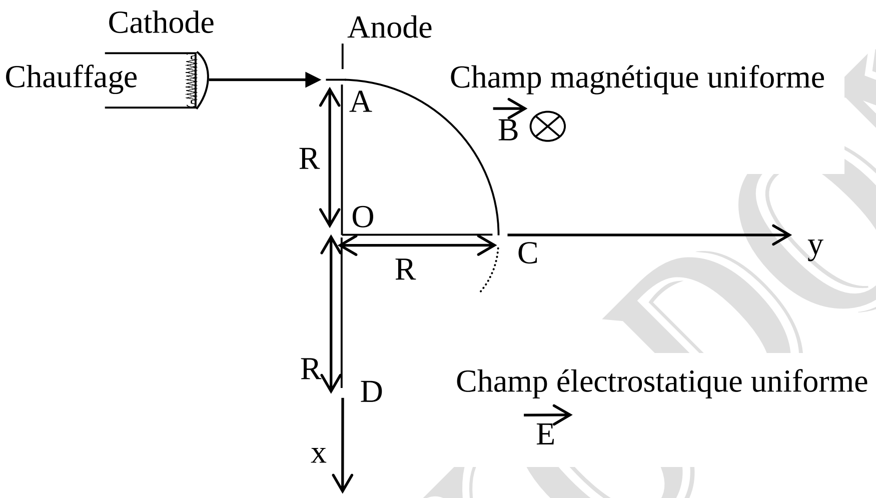
1) Montrer que, dans un dée, le mouvement d'un proton est circulaire uniforme. On négligera le poids par rapport a la force magnétique.
2) Exprimer littéralement le temps t mis par un proton pour effectuer un demi tour .Ce temps dépend t-il de la vitesse du proton ? Calculer sa valeur numérique.
3) En déduire la valeur de la fréquence En deduire la tension alternative qu'il faut établir entre les dées pour que les protons subissent une accélération maximale à chaque traversée de l'intervalle entre les dées.Le temps de traversée de cet intervalle est négligeable.
4) Calculer l'énergie cinétique transmise au proton lors de chacune de ses accélérations entres les dées.
5) La vitesse Vo d'éjection du proton étant négligeable, on désire que sa vitesse atteigne la valeur V=20000Km.s^{-1} .Calculer le nombre de tours que le proton devra d'écrire dans le cyclotron.
6) A quel rayon ces protons seront-ils alors extraits en admettant qu'ils sont injectés en A à proximité immédiate du centre O ?

Données : masse du proton :mp=1,67.10^{-27}kg ;charge du proton :+e=1,60.10^{-19}C



Exercice 8 :

1. Un faisceau d'électrons, émis d'une cathode par effet thermoélectrique, est accéléré au moyen d'une anode OA, la différence de potentiel entre anode et cathode est : Uo = 285 V.
   En admettant que les électrons sont émis par la cathode avec une vitesse négligeable, exprimer littéralement, puis numériquement la vitesse Vo des électrons lorsqu'ils traversent le trou A.
2. Le faisceau d'électrons pénètre ensuite dans une région ou règne un champ magnétique B,dans lequel il décrit un quart de cercle de rayon R = 20 Cm .(voir Fig. I)



a. Calculer littéralement (en fonction de Uo, m_e, e et de R), puis numériquement, la valeur B du champ magnétique.
b. Caractériser le vecteur vitesse $\vec{V}$ des électrons à la traversée du trou C.

3. Le faisceau d'électrons est enfin dévié par un champ électrostatique uniforme E parallèle à l'axe Oy, régnant dans le plan xOy (voir Fig. I)
a. Etablir les équations horaires du mouvement des électrons.
b. En déduire l'équation et la nature de la trajectoire.
c. Calculer la valeur à donner à la norme E du champ électrostatique pour que le faisceau traverse le trou D à la distance R du point O (on exprimera E en fonction de Uo et de R).

Données numériques : e = $1,6.10^{-19}$C ; masse de l'électron : $m_e = 9,1.10^{-31}$kg

Exercice 9

Le poids des particules sera négligé devant les autres forces

I) On considère le dispositif de la figure 2 où G_1 et G_2 sont des grilles soumises à la différence de potentiel (d.d.p) $U = V_{G1} - V_{G2}$ et distantes de d.

Dans une chambre d'ionisation, on émet des ions potassium ${}^{A1}_{19}K^+$ et ${}^{A2}_{19}K^+$ (A_1 et A_2 désignent les nombres de masse) de même charge q et de masses respectives m_1 et m_2.

En un point O_1, situé sur la grille G_1, les vitesses des ions sont pratiquement nulles, ils sont accélérés par la tension U entre O_1 et O_2 situé sur G_2.

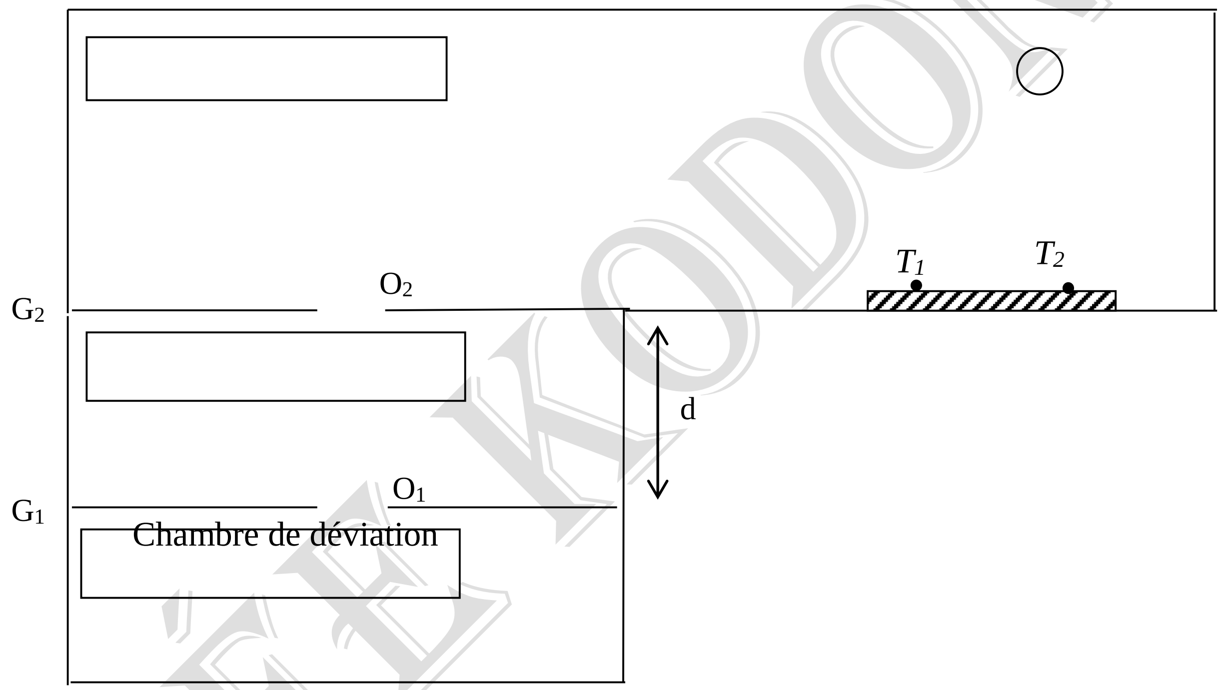
1) Représenter le vecteur champ électrique **Erreur !** en justifiant son sens.
2) Quelle est la nature du mouvement des ions entre G_1 et G_2.
3) Exprimer les vitesses V_1 et V_2 des particules en fonction de q, U et des masses respectives m_1 et m_2.
4) Calculer le temps mis par les particules ${}^{A1}_{19}K^+$ pour atteindre G_2.

II) Les ions pénètrent ensuite dans une chambre de déviation où règne un champ magnétique uniforme **Erreur !** orthogonal au plan de la figure.

1) Quel doit être le sens de **Erreur !** pour que les ions soient déviés vers la plaque sensible ? (Voir figure 2)
2) Le mouvement des ions étant plan, uniforme et circulaire, établir littéralement les expressions des rayons R_1 et R_2 des trajectoires en fonction de U, q, B et des masses respectives m_1 et m_2.
3) Deux tâches T_1 et T_2 se forment sur la plaque sensible. En admettant que le rapport des masses des ions est égal au rapport des nombres de masse, calculer la valeur de A_2 (T_1 correspondant aux ions de masse m_1).

Données : $G_1G_2 = d = 10$ cm ; U = 400 V ; e = $1{,}6.10^{-19}$C ; 1u = $1{,}67.10^{-27}$kg ; $A_1 = 39$; $O_2T_1 = 102{,}9$ cm ; $O_2T_2 = 106{,}8$ cm.

Figure2



Exercices sur l'induction électromagnétique et Auto - induction

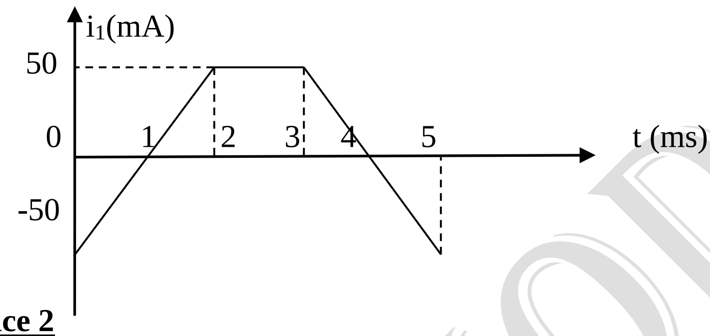
Exercice 1

Un solénoïde possède deux enroulements entrelacés de rayon r = 2,5 cm et de longueur l = 41,2 cm. On utilise respectivement N_1 = 200nspires pour l'enroulement (1) et N_2 = 100 spires pour l'enroulement (2).

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

L'enroulement (1) est parcouru par un courant d'intensité i_1 variable (voir figure ci-contre).

1- Donner l'expression de la valeur de B du champ magnétique créé par l'enroulement (1) en fonction de μ_0, N_1, l, et i_1.
2- Exprimer le flux magnétique à travers l'enroulement (2) en fonction de μ_0, N_1, N_2,r,l, et i_1.
3- Déterminer la force électromotrice induite e_2 pour t Є [0 ; 5ms].
4- Représenter graphiquement e_2 (t). Echelle : 12cm pour 2mV et 1cm pour 1ms.



Exercice 2

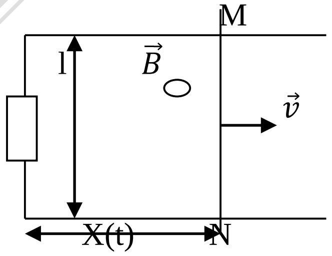
Dans un d'induction magnétique B uniforme d'intensité 50 mT, on introduit une bobine plate constituée de N = 100 spires enroulées sur un cadre carrée de coté a = 5 cm.

1- Calculer le flux de B quand le plan du cadre fait un angle de θ avec$\overrightarrow{B}$.
2- Ce cadre tourne autour d'un axe médian avec une vitesse angulaire constante ω= 100π rad/s. Calculer la force électromotrice induite e(t) et la tension produite aux bornes de la bobine sachant qu'à l'instant t = 0, le flux du champ $\vec{B}$ est maximal.

Exercice 3

La figure qui suit illustre une tige conductrice se déplaçant à une vitesse $\vec{v}$ constante sur un rail conducteur comportant une résistance R. Ce circuit est situé dans un champ $\vec{B}$ entrant et perpendiculaire au plan de la surface formée par le rail et la tige.

1- Donner l'expression du flux.
2- En déduire l'expression de la f.e.m induite.
3- Déterminer le sens du champ magnétique induit $\vec{B}$, ainsi que celui du courant induit.
4- Donner l'expression du courant induit.
5- En déduire la puissance instantanée dissipée dans la résistance.
6- a- Montrer qu'une force électromagnétique est créée au cours de ce déplacement.
b- Donner les caractéristiques.



Exercice 4:

Une bobine d'auto-inductance L= 0,20H est parcourue par un courant électrique d'intensité $i=I_m\cos\omega t$, avec Im = 2,0A et ω =200rad.s^{-1}.

1a) Donner l'expression du flux propre traversant la bobine.

b) Calculer le flux propre à la date t_1= 1,00s.

2) La résistance de la bobine est r =10,0Ω.

a) Donner l'expression de la tension u existant aux bornes de la bobine.

b) Calculer la tension u à la date t_1 =1,00s.

3) a) Donner l'expression de l'énergie magnétique stockée dans la bobine.

b) Calculer l'énergie magnétique stockée à la date t_1=1,00s.

Exercice 5:

Une bobine considérée comme « longue » comporte N = 2 000 spires, le diamètre moyen des spires est d = 30mm et la longueur de cette bobine est l = 38cm.

1) Calculer l'auto-inductance L de la bobine.

2) Pendant une durée t_1 = 2,0 s après la fermeture du circuit, la bobine est parcourue par un courant électrique dont l'expression de l'intensité est donnée par la relation.

$i(t) = -2t^2+4t$

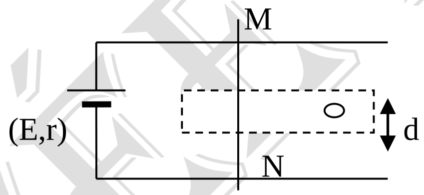
a) quelle est l'expression de la f.é.m. e(t) auto-induite dans la bobine pendant la durée t1 ?

b) Tracer les représentations graphiques de e(t) et i(t) sur le même système d'axes, et ceci , pendant la durée t_1 .

3) Calculer l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine à la date t_2 = 1,00s, si l'on prend comme origine temporelle l'instant de la fermeture du circuit.

Exercice 6 :

Considérons deux conducteurs parallèles D_1 et D_2 formant des rails de Laplace sur lesquels peut se déplacer une barre mobile conductrice MN selon le schéma ci – dessous. Le générateur à une f.e.m E = 5 V et une résistance interne r = 5 Ω. La barre a une résistance négligeable ; elle referme le circuit entre deux rails. On place la barre MN dans l'entrefer d'un aimant en U (de large d=4cm) ou règne un champ magnétique uniforme de valeur B = 0,1 T.



1- Déterminer le sens et l'intensité I0 = du courant dans le circuit.
2- Déterminer la direction, le sens et la valeur de la force de Laplace $\vec{F}$agissant sur la barre MN.

Faire le schéma représentant les vecteurs $\vec{F}$ et $\vec{B}$ en précisant le sens du courant.

3- La barre MN est déplacée à la vitesse $\vec{V}$ (Considéré constante) dans le sens de la force de Laplace. Ce déplacement est effectué dans la zone ou règne le champ $\vec{B}$.

3.1- Le circuit est de M vers N. Déterminer la variation $\Delta\,\Phi$ du flux magnétique à travers le circuit électrique pour un déplacement de la barre MN de durée $\Delta\, t$.

3.2- En déduire la force électromotrice induite e lors de ce déplacement de la barre MN. Calculer e sachant que V = 1m/s.

3.3- Comparer e à E.

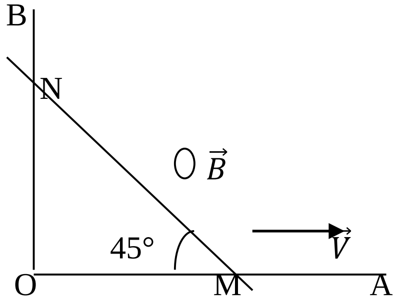
4- Représenter cette force électromotrice par une flèche sur le schéma (respecter les conventions d'orientations habituelles).

5- Déterminer l'intensité I_1 du courant induit dans le circuit lors du déplacement de la barre.

Comparer I_1 à I_0. Conclure.

Exercice 7

Deux conducteurs rectilignes OA et OB (fig 1) de même longueur l=1m sont soudés en O, perpendiculairement l'un de l'autre. Un troisième conducteur rectiligne beaucoup plus long que les deux premiers se déplace parallèlement à lui-même. Sa direction fait un angle α = 45° avec la direction OA et OB. Le point M se déplace de O vers A avec une vitesse constante v = 25 cm/s et on pose OM = x.



a- En supposant qu'à l'instant t = 0 mn, M et N coïncident avec O, établir l'expression de la surface S du circuit OMN en fonction du temps.

b- L'ensemble baigne dans un champ magnétique uniforme B normale au plan du circuit et l'intensité B = 0,1 T. Donner l'expression de la f.e.m induite dans le circuit OMN et calculer sa valeur maximale. Indiquer en justifiant le sens du courant induit créé dans ce circuit.

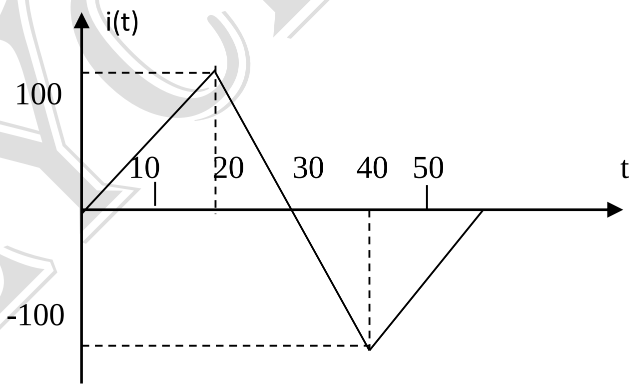
Exercice 8

On considère une bobine assimilable à un solénoïde théorique ayant les caractéristiques suivantes :

- Rayon moyen des spires : R=10cm
- Nombre total de spires : N=500/
- Longueur de la bobine : l=1m

a- Calculer l'inductance de la bobine.
On prendra π^2=10

b- Le courant qui circule dans la bobine est caractérisé, successivement par les valeurs suivantes exprimées en ampère : $i_1=2$; $i_2=5t+2$; $i_3=2\sqrt{2}\sin(100t)$ (t en s)



Calculer la force électromotrice d'auto-induction dans la bobine dans chacun des trois cas.
Un courant i(t) traverse la bobine (voir figure).

Tracer la représentation graphique de la tension $U = V_M - V_N$ aux bornes de la bobine sachant que les sens positif sur le conducteur va de M vers N et que la résistance de la bobine est négligeable.

Exercice 9:

Un solénoïde de longueur l= 40cm, comportant N= 500spires, de rayon R= 20mm est parcouru par un courant I = 5,0A.

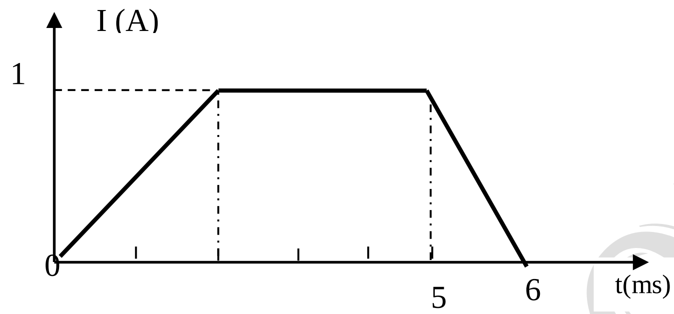
On donne la permittivité magnétique du vide : $\mu_0 = 4\pi x 10^{-7} U.S.I.$

1) calculer le champ magnétique crée au centre O du solénoïde par le passage du courant.

2a) En supposant le champ magnétique uniforme à l'intérieur du solénoïde, calculer le flux propre de ce solénoïde.

b) Exprimer l'induction L de la bobine en fonction des données, la calculer.

3) le solénoïde est à présent parcouru par un courant d'intensité variant en fonction du temps comme l'indique la figure.



a) déterminer la force électromotrice auto-induire e= f(t) qui apparaît aux bornes de la bobine pour chacune des trois phases.

b) Représenter graphiquement : e = f(t) pour $t \epsilon [0; 6]$, en ms.

Exercice 10:

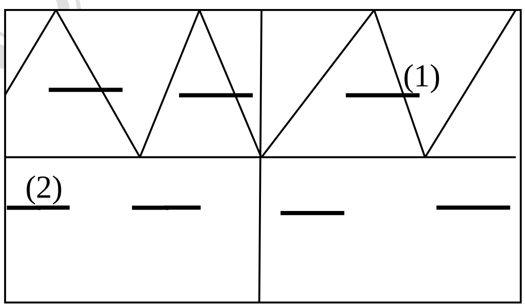
Aux bornes d'un générateur qui délivre une tension en dents de scie, on branche en série un conducteur ohmique de résistance R =100Ω et une bobine d'inductance L, de résistance négligeable.

Les deux tensions U_{CA} et U_{BA} sont appliquées aux bornes d'un oscillographe à deux voies ; on obtient sur l'écran l'image de la figure 9. Le réglage de l'oscillographe est le suivant :

- base de temps : 1 ms /division (1 carreau sur la figure).
- Sensibilité verticale :

Voie 1 : 1V /division

Voie2 : 50mV/division.

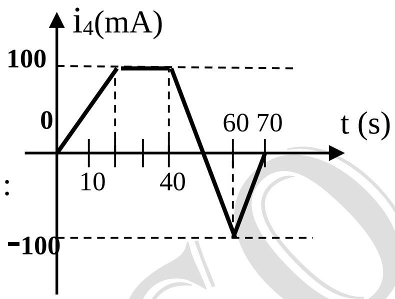


- En absence de tension, les traces des sports sont confondues avec la ligne horizontale au milieu de l'écran.

1) Pourquoi la tension U_{BA} est-elle rectangulaire avec deux créneaux de hauteurs différentes ? Pourquoi lorsque U_{CA} croit ; U_{BA} est négative ?

2) Calculer l'inductance L de la bobine.

EXERCICE 11



Un solénoïde de longueur ℓ = 1 m, possède N = 500 spires de diamètre d = 20 cm . Il est parcouru par un courant I = 5 A.

1- Calculer le champ magnétique à l'intérieur de la bobine.
Le flux propre et le coefficient d'auto-induction de la bobine.

2- Le solénoïde est parcouru successivement par les courants suivants :
Pour chaque cas , déterminer la fém. auto induite e = f(t).
Construire la courbe e(t).

a) $i_1(t) = 2$ **b)** $i_2(t) = 5t + 2$ **c)** $i_3(t) = 2\sqrt{2}\sin(100\pi t + 2)$

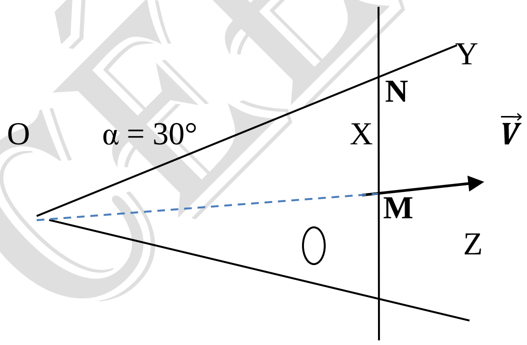
Exercice 12 :

Deux conducteurs longs OZ et OY forment entre eux un angle ZOY = 2α=60° comme l'indique la figure ci-contre. Une tige conductrice MN glisse, sans frottement, sur les rails en restant perpendiculaire à la bissectrice OX, à la vitesse constante V = 2m/s. A la date t0 = 0, la tige MN se trouve en O. L'ensemble forme un **triangle équilatéral**

Le plan des rails est perpendiculaire aux lignes de champ d'induction uniforme B = 1T.

1) Montrer l'existence d'un courant dans le circuit.
2) En appliquant la loi de Lenz, indiquer le sens du courant induit dans le circuit.
3) Vérifier que la surface du triangle OMN, à une date t, est $S = \frac{4}{\sqrt{3}}t^2$ (en m^2)
4) Calculer la valeur de la force électromotrice induite qui apparait dans le circuit.
5) En déduire l'intensité du courant induit sachant que la résistance du circuit par unité de longueur est α = 0,5 Ω/m.
6) Déterminer les caractéristiques de la force électromagnétique appliquée sur la tige MN.
7) Calculer :
   a) La puissance électrique totale qui apparait dans le circuit,
   b) La puissance mécanique fournie par l'opérateur.
   c) Comparer les puissances précédentes et donner une conclusion.

NB : La résistance R = α.l ; avec l le périmètre du triangle ; $\tan 30° = \frac{1}{\sqrt{3}}$; θ= (B, n) =180



Exercices sur la calorimétrie (T.S.E)

Exercice 1

1°) Deux corps de même capacité calorifique C sont initialement aux températures T_1 et T_2 (T_2 est plus petit que T_1). On les met en contact dans un calorimètre parfaitement isolé.
Calculer la température d'équilibre.
Quelle est la température finale quand on mélange 500 g d'eau à 100°C avec 500 g à 20°C.
2°) Calculer la température d'équilibre quand on introduit une barre de cuivre, de masse m = 1Kg à la température t= 100°C, dans une enceinte thermiquement isolée contenant une masse m'= 2Kg d'eau liquide initialement à la température t'= 0°C.
Chaleur massique de cuivre c= 0,418 $kJ.kg^{-1}.°C^{-1}$.
Chaleur massique de l'eau : c'= 4,18 $kJ.kg^{-1}.°C^{-1}$.

Exercice 2

Calculer l'échauffement que subit une masse m=500 g d'eau, prise à la température T = 15°C dans laquelle on introduit un morceau de fer de masse m'= 100 g porté à la température T'=80°C. On donne : c'= chaleur massique du fer = 0,46 $kJ.kg^{-1}.°C^{-1}$. La chaleur massique de l'eau est supposé connue.

Exercice 3

1°) Pour déterminer la capacité calorifique d'un calorimètre, on fait l'expérience suivante.
On place dans ce calorimètre une masse m= 500g d'eau. La température initiale de l'ensemble est 15°C. On ajoute alors dans le calorimètre une masse m'=400g d'eau prise à la température t'=80°C. La température d'équilibre s'établit à T=42°C. Déterminer la capacité calorifique de ce calorimètre. La chaleur massique de l'eau est c=4,18 $J.g^{-1}.°C$.
2°) Calculer une valeur approximative de la chaleur massique de l'aluminium sachant que le vase calorimétrique a une masse M=315g. Pourquoi s'agit-il d'une valeur approximative ?
3°) Le calorimètre précédent contenant une masse d'eau égale à 900g est initialement à la température de 15°C. On y introduit un bloc de fer de masse M'=250g pris à la température de 100°C. Calculer la température d'équilibre. La chaleur massique du fer est c''=0,42$J.g^{-1}.°C^{-1}$.

Exercice 4

1°) Dans un calorimètre, on place 100g d'eau à 100°C ;on y introduit ensuite un morceau de glace de masse 100g et à la température -10°C.
Lorsque l'équilibre thermique est atteint, reste-t-il de la glace ? Quelle est la température d'équilibre ?
Chaleur massique de la glace à 0°C : 4,18$J.g^{-1}.°C^{-1}$
Chaleur massique de la glace : 2,09$J.g^{-1}.°C^{-1}$
Chaleur latente de fusion de la glace à 0°C : 334$J.g^{-1}$.
La capacité calorifique du calorimètre est supposée négligeable.
2°) L'équilibre précédent étant atteint, on introduit dans le calorimètre un morceau de glace identique au précédent (100g à -10°C). Quelle est la température du nouvel équilibre ? Quelles sont les masses de glace et d'eau en présence de l'équilibre.

Exercice 5: Détermination de la chaleur latente de fusion de la glace

1) Lors d'une expérience visant à déterminer la chaleur latente de la glace un groupe d'élèves disposant d'un calorimètre réalisent la manipulation suivante:
Dans le calorimètre contenant une masse d'eau m_1 = 200 g d'eau froide à 12°C, ils y ajoutent une masse m_2 = 200 g d'eau tiède à la température 27,9°C.
La température finale du mélange est 19,5°C.
Détermine la capacité calorifique du vase calorimétrique et de ses accessoires
2) Ils y introduisent ensuite un morceau de glace de 50g à la température -30°C. Sachant que la température finale est 7,4°C; calcule la chaleur latente de la glace.
On donne: les chaleurs massiques respectives de l'eau et de la glace: 4 180 et 2700$Jkg^{-1}°C^{-1}$

Exercice 6

On dispose d'un calorimètre qui, au début de chacune des expériences suivantes contient 1Kg d'eau à 20°C.

1° On y verse 1kg d'eau à 60°C. La température finale est 38,3°C. Quelle est la capacité calorifique du calorimètre ?

2°On y met 30g de glace à 0°C. La température finale est 17,53°C. Quelle est la chaleur latente de fusion de la glace ?

3° On y met 30g de glace à -10°C. La température finale est 17,41°C. Quelle est la chaleur massique moyenne de la glace

Exercice 7

Un calorimètre contient une masse m= 350g d'eau à 16°C. La capacité calorifique du vase et des accessoires est $80J.K^{-1}$.

1° On plonge dans l'eau de ce calorimètre un morceau de glace de masse m_1=50g prélevé à la température de -18°C. Quelle est la température finale d'équilibre sachant que toute la glace a fondu?

2°On ajoute dans ce calorimètre un nouveau morceau de glace de masse m_2=50g, toujours prélevé à la température de -18°C. On constate que ce nouveau morceau de glace ne fond pas entièrement. Quelle est la masse de glace restante ?

Données : chaleur massique de l'eau : $c=4180\ J.kg^{-1}.K^{-1}$

Chaleur massique de la glace : $c'=2100J.kg^{-1}.K^{-1}$

Chaleur latente de fusion de la glace : $L_f=334000J.kg^{-1}$

Exercice 8 (bac 2000)

Deux élèves déterminent expérimentalement la chaleur de fusion de la glace.

Le premier prend un calorimètre de valeur en eau 30 g ; il y met 250 g d'eau à 20°C et un bloc de glace de masse 60 g à 0°C.

Le second prend un calorimètre de valeur en eau 20 g ; il y met 300 g d'eau à 15°C et un bloc de glace de masse 80 g à 0°C.

Sachant que la chaleur massique de l'eau est $4180J.Kg^{-1}.K^{-1}$ et la chaleur latente de fusion de la glace est $330\ Kg.J.K^{-1}$.

1- Les deux élèves pourront-ils mener à bien leurs expériences ?

Quelle sera la température finale de chacun des calorimètres ?

2- Calculer la masse de glace restant dans l'eau des calorimètres lorsque l'équilibre thermique est atteint.

Exercice 9

Dans un calorimètre de capacité calorifique 270 $J.kg^{'1}$, à la température de 20°C, on introduit 120 mL d'eau à *70°C.*

1) Quelle est la température d'équilibre du système ?

2) On introduit ensuite un morceau de glace de masse 50g à -10°C. La température d'équilibre est alors de 24,2°C.

3) Calculer la chaleur latente de fusion de la glace.

On donne les chaleurs massiques respectives de l'eau et de la glace: 4180 et 2100 $J.kg.K^{-1}$

Exercice 10

Dans un calorimètre parfaitement adiabatique, à la température ambiante de 35°C, on verse 115 mL d'eau tiède à 47°C. La température d'équilibre est de 45°C.

1. Calcule la capacité calorifique du calorimètre.
2. Immédiatement après on plonge dans le calorimètre 69g de zinc sortant d'un four à 120°C.

La nouvelle température d'équilibre est de 50°C.

a) Calcule la chaleur massique du zinc

b) On ajoute ensuit 28 cm^3 d'eau pure prise à 20°C. Quelle est la nouvelle température d'équilibre ?**On donne** : $c_{eau} = 4,18\ kJ.kg^{-1}.C^{-1}$.

Son - Vibration – interférences mécaniques (T.S.E)

Exercice 1 :
Calculer la célérité du son à la température de 27°C dans :
1°) Le dioxyde de carbone.
2°) Le diazote.
Atomicité γ(1,67 monoatomique ; 1,4 diatomique et 1,33 triatomique)
Condition normale Po=1amt=1,013.10 ^{5} P_a et T_o=273°K
Masse volumique de l'air : $\rho_0 = 1{,}293 Kg.m^3$.

Exercice 2
Calculer la vitesse de propagation du son dans le dioxygène à la température de 23°C, sachant que la vitesse du son dans ce gaz est de 313,25m/s à la température de 0°.

Exercice 3
Calculer la célérité du son dans le dioxygène d'atomicité y=1,4 à 15°C sachant que la masse molaire de l'oxygène est M=16g/mol.

Exercice 4
La vitesse du son dans un gaz étant égale à 340m/s à la température de 15°C.

1- Calculer la vitesse du son dans ce gaz à la température de 23°.
2- Calculer la vitesse du son dans le dihydrogène à la température de 150, sachant que la masse molaire du dihydrogène 2g/mol et la densité de l'air est égale à1.
3- Calculer la masse molaire d'un gaz, sachant que la vitesse du son dans ce gaz est de 321,73 m/s à la température de 15°.

Exercice 5:
L'extrémité d'une corde élastique est animée d'un mouvement vibratoire sinusoïdale de fréquence $\mathrm{N} = 65\mathrm{Hz}$. Le premier point de la corde qui vibre en opposition de phase avec la source est à l'abscisse $\mathrm{OM} = 30$ cm.
1°) Calculer la célérité.
2°) Déterminer les points qui vibre en phase avec M.

Exercice 6 :
L'extrémité A d'une code élastique est animée d'un mouvement vibratoire dont l'élongation est $\mathrm{x} = 4 \sin(20\pi\mathrm{t})$.
1°) Déterminer l'amplitude, la fréquence et la période du mouvement.
2°) Le mouvement se propage à la vitesse de 2,5m/s. Déterminer
a°) La longueur d'onde.
b°) Quelle est l'équation du mouvement d'un point M situe à 62,5 cm de l'extrémité.
3°) Calculer, en degré, la différence de phase correspondant à deux points
M_1 et M_2 sépares par une distance de 40 cm.

Exercice 7:
Un récipient percé d'un trou laisse tomber à la surface de l'eau 80 goutes d'huile par minutes. La distance entre les crêtes consécutives est 45cm.
Déterminer la célérité de l'onde.

Exercice 8 :
L'extrémité d'une corde est animée d'un mouvement vibratoire de fréquence 100Hz et d'amplitude 5mm. La célérité de l'onde est 4m/s. Les distances des points M_1 et M_2 par rapport à la source sont respectivement $\mathrm{d}_1 = 22\mathrm{cm}$ et $\mathrm{d}_2 = 38$ cm.
1°) Donner l'équation de l'onde aux point M_1 et M_2.
2°) Comparer les mouvements de O, M_1 et M_2.

Exercice 9 :
On produit deux ondes identiques, de fréquence 1,5Hz et de célérité 60cm/s, en deux points O et O' de la surface libre de l'eau ($\mathrm{OO'} = 100\mathrm{cm}$)
1°) Quel est l'état vibratoire du point P, à 80 cm de O et 60 cm de O'?

2°) Quelles sont les distances des points d'amplitude nulles comptés à partir du point O.

Exercice 10:

Les deux vibrations du diapason à la surface de l'eau sont sinusoïdale de fréquence 60Hz et d'amplitude $a = 2mm$.

1°) Exprimer l'état de vibration d'un point M dont les distances O_1 et O_2 sont $d_1 = 2,00cm$ et $d_2=3,50$ cm. La célérité est 36cm/s.

2°) Déterminer les points d'amplitude maximale.

Exercice 11 :

Trouver par construction de Fresnel la fonction Y somme algébrique de $Y_1 = 0,05 \sin(\omega t)$ et $Y_2 = 0,5 \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$.

Exercice 12:

La distance des deux sources S_1 et S_2 est 8 cm. La fréquence des vibrations est $N = 14Hz$ et la célérité est 0,32 m/s.

1°) Quelle est la longueur d'onde.

2°) Quelles sont les positions des points de vibration maximales situés entre les deux sources.

Exercice 13 :

On crée à la surface d'une nappe d'eau, en deux points O_1 et O_2 distant de 10cm, des vibrations sinusoïdales en phase, de fréquence f=10Hz et d'amplitude 1mm. La célérité des ondes à la surface de l'eau est 50cm/s.

1- Déterminer sur le segment O_1O_2, les points d'amplitude maximale.
2- Un point M se trouve à la distance d_1=7,5cm de O_1 et O_2 en dehors du segment OO. Quel est son état vibratoire ?

Exercice 14

Une lame liée à vibreur d'une fourche dont les deux pointes disposées verticalement sont terminées par deux extrémités S_1 et S_2 est 5,3cm. Les points S_1 et S_2 sont animés de mouvements sinusoïdaux de fréquence f=25Hz et d'amplitude $a = 5mm$. La célérité des ondes à la surface de l'eau est c=20cm/s. On admet que la surface de l'eau est suffisamment grande et qu'il n'y a pas de réflexion des ondes sur les bords du récipient.

1- Ecrire l'équation horaire des mouvements de S_1 et S_2 en précisant l'origine des dates choisie.
2- Décrire l'aspect de la surface de l'eau et interpréter le phénomène.
3- On considère un point M de la surface de l'eau situé à la distance d_1=3,2cm de S_1 et à la distance d_2=3cm de S_2. L'onde progressive issue de S tend à provoquer un déplacement Y_1 de M et l'onde S_2 un déplacement Y_2 de M.
a- Déterminer les expressions des élongations $y_1(t)$ et $y_2(t)$.
b- En utilisant la représentation vectorielle de Fresnel, déterminer l'équation horaire du point M. On admet que l'amplitude des vibrations provoquées par S_1 et S_2 reste constante.
c- Calculer l'élongation de M à la date t=2,5s.
4- Combien y-a-t-il de points au repos sur le segment S_1S_2 ? Préciser les positions de ces points par rapport à la S_1 ou S_2.

Exercices sur les fentes de Young

Exercice 1 :

Dans le dispositif de fentes d'Young, la distance entre les sources est a =2,2 mm, la distance entre le plan des fentes et l'écran d'observation est D = 1,5 m et la longueur d'onde de la radiation monochromatique est λ= 0,5µm.

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8 m/s$.

Calculer :

1) La fréquence et la période de la radiation.
2) L'interfrange.
3) La distance séparant les centres de première et la sixième frange brillante.
4) La distance séparant les centres de la première frange brillante et la cinquième frange sombre comptée du même côté de la frange centrale.
5) La différence de marche optique en un point A de l'écran à 15 mm de la frange centrale. En déduire la nature de la frange en A

Exercice 2:

Une fente éclaire deux fente F_1 et F_2 parallèles et distance de a $=$ 1mm.

Un écran est situé 1,8m du plan des fentes. La mesure de 15 interfranges donne 10,5mm.

1°) Calculer la longueur d'onde.

2°) On remplace cette source par une source de longueur d'onde $\lambda = 0{,}8\mu m$.

Exercice3 :

Deux sources S_1 et S_2 sont distances de a, émettent des lumières de longueur d'onde 0,65µm distance de l'écran d $=$ 2,5cm.

1°) La distance entre le milieu de la sixième franges brillante et le milieu de la neuvième frange brillante de part et d'autre de la frange centrale est 1,5cm.

Déterminer la distance a.

2°) Déterminer la nature d'un point M situe à 2,5mm de la frange centrale.

Exercice 4 :

Une expérience d'interférences en lumière verte conduit au résultat de mesure suivante :

- distance entre séparant les centres de 11 franges brillantes consécutives : 10,0m
- distance entre les fentes : 1,5mm
- distance entre le plan des fentes et l'écran : 2,80m

Calculer la longueur d'onde et la fréquence de la lumière verte.

Exercice 5:

Deux fentes de Yong sont séparée de 0,5 mm. Elles se trouvent à une distance D $=$ 3m d'un écran placé perpendiculairement à la médiatrice des 2 fentes. Calculer l'interfrange correspondant à la lumière rouge ($\lambda = 800$mm) respectivement à la lumière violette ($\lambda = 400$mm).

En déduire une caractéristique des franges brillantes obtenues en lumière blanche.

Exercice 6:

Dans un dispositif interférentiel, les sources ponctuelles S_1 et S_2 sont distantes d'une longueur a = 0,28mm. La figure d'interférence est obtenue sur un écran (E) perpendiculaire au plan de la figure et parallèle à S_1S_2 et situé à une distance D = 200 cm des sources.

1) Quelles conditions doivent satisfaire S_1 et S_2 ?
2) Faire une figure du dispositif montrant les faisceaux lumineux et l'orientation des franges sur (E).
3) La distance entre les centres des franges brillantes d'ordres 1 et 11 est l = 5,5 cm.

a) Calculer l'interfrange.
b) Déduire la longueur d'onde de la radiation.

Exercice 7 :

Deux sources ponctuelles S_1 et S_2, dans un plan (P), émettent des ondes lumineuses monochromatiques avec une fréquence $\gamma = 5.10^{14} Hz$ et produisent sur un écran (E) situé à une distance D = 2 m de (P) une figure d'interférence. La différence de marche optique en point M de (E) à une distance x =55mm de la médiatrice de S_1S_2 est δ =6µm. On donne la célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8$m/s.

1) Quelle est la condition supplémentaire vérifiée par S_1 et S_2 pour réaliser le phénomène d'interférence ?
2) Préciser la position du centre de la frange centrale.
3) Calculer la distance entre les sources.
4) Calculer l'interfrange.
5) Déterminer la nature de la frange d'interférence en M ?
6) Calculer la distance séparant les centres des franges extrêmes ou s'étalent 6 franges successives.
7) Comment devient l'interfrange quand le dispositif est entièrement plongé dans l'eau d'indice de réfraction n = 4/3 ?

Exercice 8 :

La source principale S, dans le dispositif de Young, est une source de lumière blanche dont les longueurs d'onde de ses radiations sont comprises entre 0,4µm (violet) et 0,8µm (rouge). On donne : distance entre les fentes : a = 0,5 mm et la distance entre le plan des fentes et l'écran : d = 4m.

1) Quelle est, en justifiant, la couleur de la frange centrale.
2) Vérifier que l'abscisse de la frange sombre d'ordre K, par rapport à la frange centrale, est : $X_k = 4000\,(2k+1)\,\lambda$ exprimé en m

Exercice 9 :

Une source S éclaire deux fentes rectangulaires F_1 et F_2, fines, parallèles et distantes l'une de l'autre d'une distance a = 2 mm. La source S se trouve sur la perpendiculaire au plan des fentes, à égale distance de chacune d'elles. Un écran est placé à la distance D = 4 m du plan des fentes.

La perpendiculaire en S au plan des fentes coupe l'écran en un point O. Un point M de l'écran est repéré par l'abscisse x = OM.

On éclaire la source S par une lumière monochromatique de longueur d'onde λ. Des franges d'interférences apparaissent sur l'écran. La distance séparant les centres de franges brillantes d'ordres (-5) et (+5) est b=12mm.

1) Décrire la figure observée sur l'écran.
2) A quoi est due l'apparition d'une frange brillante ?
3) Déterminer l'expression donnant l'abscisse X_k, ou k est un entier, de la frange brillante d'ordre k en fonction de D,λ et a.
4) Calculer la valeur de λ

Exercice 10 :

Une source S éclaire deux fentes rectangulaires F_1 et F_2, fines, parallèles et distantes l'une de l'autre d'une distance a=1mm.La source S se trouve sur la perpendiculaire au plan des fentes, à égale distance de chacune d'elles. Un écran est placé à la distance D=2 m du plan des fentes.
La perpendiculaire en S au plan des fentes coupe l'écran en un point O. Un point M de l'écran est repéré par l'abscisse x= OM.

On éclaire la source S par une lumière de longueur d'onde λ = 589 nm. Des franges d'interférences apparaissent sur l'écran

1) Définir l'interfrange et calculer sa valeur.
2) Déterminer, en fonction de a, x, D, k et λ, les abscisses des centres des franges sombres et brillantes d'ordre k.
3) La source S émet deux radiations monochromatiques de longueur d'onde λ =589 nm et λ' inconnue. On constate que la 7^e frange brillante de radiation λ se coïncide avec le 8^e frange sombre de radiation λ'. Calculer λ'.

Exercice 11:

On considère deux sources ponctuelles identiques d'ondes électromagnétiques S_1 et S_2, de longueur d'onde λ, séparées par une distance a. Un écran E est placé à la distance D ($D \gg a$) du Indiquer les conditions satisfaites par les sources S_1 et S_2 pour réaliser le phénomène d'interférence. Comment obtenez-vous en pratique deux sources vérifiant les conditions d'interférence ?

1) Les conditions d'interférence sont satisfaites. Un détecteur d'intensité est placé en un point M d'abscisse x de l'écran. Pour certaines valeurs de x l'intensité détectée est maximale et pour d'autres valeurs de x l'intensité est nulle .Interpréter ces deux observations.
2) Déterminer, en fonction de a, D,λ et un entier k, les valeurs des abscisses X_k correspondant aux points de E d'intensités maximales.
3) Déduire, en fonction de a, D et λ, la distance séparant deux positions successives ou les intensités sont maximales.

4) **Application : Le radar**

   La police met en fonctionnement un radar détecteur de vitesse des voitures sur l'autoroute A. Le radar est équipé de deux antennes séparées par une distance de 2m. Les antennes émettent continuellement des ondes électromagnétiques provenant d'une source commune de fréquence f = 3.10^9 Hz.

   Une voiture équipée par un détecteur d'ondes, se déplace avec une vitesse constante $\vec{V}$ sur une autoroute B, perpendiculaire à l'autoroute A, située à une distance de 100m des antennes comme le montre la figure ci-dessous.

   Le détecteur transforme le signal électromagnétique en signal sonore. Le chauffeur entend une série des $\ll beep \gg$ séparés par un intervalle de temps constant t= 0,2s.

   Calculer la vitesse de la voiture. Célérité de la lumière dans l'air : c = 3.10^8 m.s^{-1}

   NB : chaque beep correspond à une intensité maximale

Exercice sur les oscillateurs mécaniques libres

Exercice 1

Une masse m = 0,8 Kg oscille à l'extrémité d'un ressort dont la raideur est k. Elle effectue deux oscillations complètes en dix secondes.

1- Calculer la période T.
2- Calculer la raideur k du ressort.
3- Calculer la vitesse maximale de la masse m sachant que l'amplitude des oscillations vaut $X_m = 3$ cm.

Exercice 2

On dispose d'un ressort à spire non jointive de masse négligeable de longueur AB et supportant en B un solide (s) de masse m. La constante de raideur du ressort est $k = 2{,}5\ N.m^{-1}$. On déplace verticalement le solide (s) à partir de sa position d'équilibré de 2 cm vers le bas et on l'abandonne sans vitesse initiale.

1- Montrer que le mouvement du solide est sinusoïdal.
2- La période des oscillations est T= 1,25s. Calculer la masse m du solide (s).
3- Etablir l'équation horaire y = f(t) de (s). On précisera le sens positif, les origines des espaces et des temps choisis.

Exercice 3:

Soit un pendule élastique horizontal d'équation différentielle $\ddot{X} + \frac{K}{m}X = 0$.

On prend pour solution $X(t) = X_m . \sin(\omega_0.t + \varphi)$

1 – Donner les expressions de $\dot{X}(t)$ et de la valeur maximale de la vitesse.

2 – Donner les expressions de $\ddot{X}(t)$ et de la valeur maximale de l'accélération.

3 – Vérifier que $X(t) = X_m . \sin(\omega_0.t + \varphi)$ est solution de l'équation différentielle.

4 – Donner l'expression de l'énergie mécanique totale du système.

5 – Au cours d'un devoir :

Un élève A prend pour solution de l'équation différentielle $X(t) = X_m.\cos(\omega_0.t + \varphi)$.

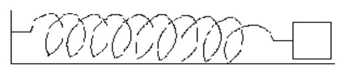
Un élève B prend pour solution de l'équation différentielle $X(t) = X_m . \sin(\omega_0.t + \varphi)$.

Auront – ils les mêmes résultats ? Justifier vôtre réponse.

Exercice 4 :

Un solide s de masse m = 200g est fixé à l'extrémité d'un ressort de raideur K= 40 N/m. l'autre extrémité du ressort est attaché à un support fixe. Le ressort, de masse négligeable, à spires non jonctives, peut travailler en extension et en compression. Les solides de masse m est guidé rectilignement sur un banc à coussin d'air horizontal. Les frottements sont négligeables. Le solide est écarté de sa position d'équilibre d'une longueur $x_o = 5$cm en étirant le ressort et lâché avec une vitesse initiale v_o= 0,70m/s vers sa position d'équilibre.

1- Déterminer.
   a- L'énergie mécanique E_o du système ressort. Solide au début du mouvement
   b- La vitesse du solide au passage par la position d'équilibre.
   c- Le raccourcissement maximal du ressort.
2- a) Etablir l'équation différentielle du mouvement du solide
   b) En déduire l'équation horaire du mouvement.
   c) Quelle est la période T_o du mouvement ?



Exercice 5 (TS.E.seulement)

Un pendule composé d'un pendule simple ont la même période T= 2 s. les pendule composé oscille autour d'un axe distant de son centre d'inertie de 20 cm. Son moment d'inertie par rapport à cet axe est $J = 5{,}10^{-2}$ kg/m^2. Le pendule simple est constitué d'un fil de masse négligeable à l'extrémité du quel est fixé un petit objet de masse m=30g.

1- Calculer la masse du pendule pesant.
2- Déterminer la longueur du pendule simple.
3- On écarte le pendule simple de sa position d'équilibre d'un angle $X_m = 45^o$ puis on le lâche sans vitesse initiale. Calculer.
   a- L'énergie mécanique initiale du pendule simple.
   b- L'énergie cinétique du pendule simple lorsque l'écartement est $x=20^o$; en déduire la vitesse à cet instant.
   c- La vitesse à la position d'équilibre.

4) Pour quelles valeur de α les énergies potentielle et cinétique sont-elles égales ?

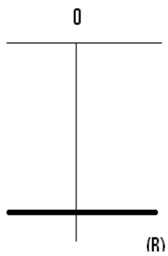
Prendre : π^2= g= 9,8 USI

Exercice 6

Un fil métallique vertical de constante de torsion C, fixé en 0 à un support soutien une barre (B) horizontale qui preuve prendre seulement un mouvement de rotation autour de l'axe delta matérialisé par le fil. Le moment d'inertie de la barra par rapport a cet axe est J.

A partir de sa position d'équilibre, on fait tourner la barre d'un angle α_o dans un sens choisi comme sens positif, puis on l'abandonne à la date t=0 avec une vitesse de – 4,7 rad/seconde. La période des oscillations est T= 0,8s

1) Etablir l'équation horaire du mouvement prie par la barre sachant quel passe pour la première fois par sa position d'équilibre a la date T= 0,1s enduire α_0.
2) Calculer :
   a) La vitesse angulaire maximale acquise par la barre
   b) L'accélération angulaire maximale de la barre.



Exercice 7

On réalise le montage de la figure a avec un solide S de masse M=120g et un ressort de raideur k=13,2N.m^{-1}

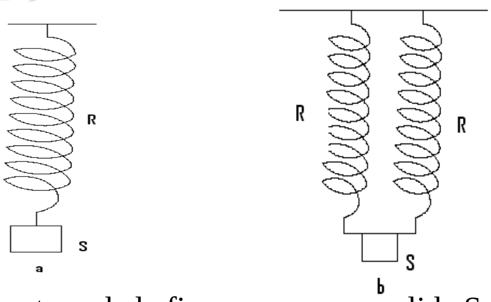
1)a-Etablir l'équation différentielle du mouvement des oscillateurs.

b-Que vaut sa période T_o ?

2)On réalise maintenant le montage de la figure b avec le même solide et deux ressorts identiques.

a-Etablir l'équation différentielle du mouvement des oscillations verticales de ce nouvel oscillateur.

b-Soit T'_o sa période propre ; rechercher la relation qui lieT'_oet T_o



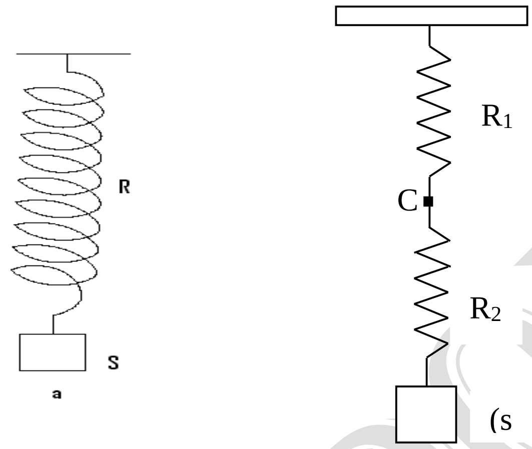
Exercice 8

On réalise le montage de la figure a avec un solide S de masse M=120g et un ressort de raideur k=13,2N.m^{-1}

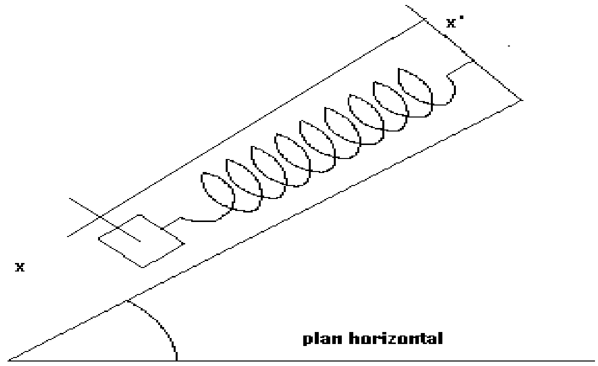
1)a-Etablir l'équation différentielle du mouvement des oscillateurs.

b-Que vaut sa période T_o ?

2)On réalise maintenant le montage de la figure b avec les même solides et deux ressorts identiques.
a-Etablir l'équation différentielle du mouvement des oscillations verticales de ce nouvel oscillateur.
b-Soit T'_o sa période propre ; rechercher la relation qui lie T'_oet T_o



Exercice 9
Un ressort de masse négligeable et à spires non jointives, est accroché, à l'une de ses extrémités A, au bâti d'une table. Celle-ci est inclinée par rapport au plan horizontal d'un angle α=25°.
A l'autre extrémité B du ressort est accroché un solide autoporteur S dont la masse vaut M=570g.
La longueur à vide du ressort vaut ℓ_o= 16 cm. Lorsque le solide S est accroché en B, la longueur du ressort à l'équilibre devient ℓ=29,6cm.
1-Calculer la raideur K du ressort.
2-On tire le solide autoporteur d'une longueur a=7cm vers le bas et on le lâche sans vitesse à l'instant t=0.On prend comme origine spatiale la position $G_o$du centre d'inertie G du solide à l'équilibre. L'abscisse x de G à l'instant t sera déterminer sur l'axe $(o,\vec{i})$.
a-Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement.
b-Calculer la pulsation propre ω_o de l'oscillateur.
c-Donner l'équation horaire du mouvement du solide S.
3-Calculer l'énergie mécanique de l'oscillateur. L'énergie potentielle de pesanteur sera, conventionnellement prise égale à zéro, pour le solide S dans sa position d'équilibre.



Exercices sur les oscillateurs électriques libres

Exercice 1 :

La décharge d'un condensateur chargé de capacité C inconnue dans une bobine d'inductance L= 150mH, donne lieu à des oscillations libres de fréquence No = 120Hz.
Déduire la valeur de C

Exercice 2 :

Un circuit (L, C) est constitué par un condensateur de capacité C=100µ F et une bobine d'inductance L. Le condensateur est initialement chargé sous une tension U_o= 20V.

1) L'équation différentielle du circuit oscillant étant $\frac{d^2q}{dt^2} + 10^4 q = 0$
calcule la valeur de L
2) Calcule l'energie fournie au circuit oscillant et l'intensité maximale I_m du courant dans le circuit.
3) Donne les expressions q(t) et i(t) de la charge et de l'intensité du courant sachant qu'à la date t=0 , i=0

Exercice 3:

Un circuit LC effectue des oscillations de pulsation ω. L'expression i(t) de l'intensité du courant est i(t) = Im cos ωt. *On donne* $L = 0{,}2\,H,\ C = 2.10^{-5}F\ et\ Im = 0{,}5A.$

1) Calculer ω et la charge maximale du condensateur
2) Quelle est l'énergie fournie par l'operateur?

Exercice 4 :

Un circuit possède l'équation caractéristique suivante :

$$\omega_0^2 \times u(t) + \frac{d^2u_c}{dt^2} = 0$$

A l'instant t = 0s, la tension aux bornes du condensateur vaut E et l'intensité qui circule est nulle. On suppose que la solution du problème est de la forme :

$\mathrm{Uc}(t) = A \times \sin(\omega_0 t + \varphi)$, où A est une constante positive .

1- Vérifiez que la solution proposée répond à l'équation différentielle.
2- Après avoir rappelé la définition de l'intensité, déterminez la solution i(t).
3- En utilisant les conditions initiales, déterminez les valeurs de A et de φ.

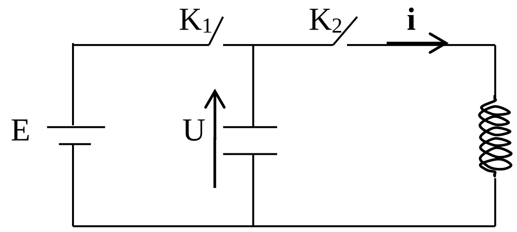
Exercice 5 :

Un circuit LC effectue des oscillations de pulsation ω. L'expression i(t) de l'intensité du courant est i(t)= I_m cos ωt. On donne L= 0,2 H, C=2.10^{-5} F et I_m= 0,5A.

3) Calcule ω et la charge maximale du condensateur
4) Quelle est l'énergie fournie par l'operateur?

Exercice 6 :

Dans le montage de la figure ci-contre :



E= 15V; C= 0,4µF ; L= 80mH.
L'interrupteur K_2 est ouvert, on ferme K_1 puis,
Après quelques secondes, on l'ouvre à nouveau.

1) Quelle est la valeur de la charge q_o portée par l'armature << supérieure>> du condensateur?

Calcule, dans ces conditions, l'énergie électrostatique E_e et l'énergie magnétique E_m emmagasinées, respectivement, dans le condensateur et dans la bobine.

2) A l'intensité t=0, on ferme l'interrupteur K_2 et on note : i l'intensité algébrique du courant dans la bobine (voir figure).

q la charge de l'armature supérieure du condensateur.

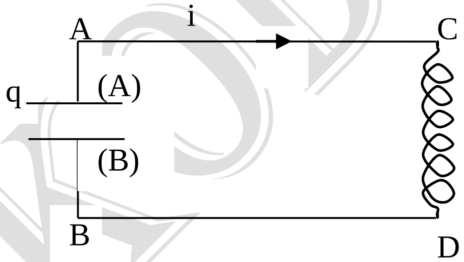
- Quelle relation y a-t-il entre i et $\frac{dq}{dt}$?
- En exprimant de deux façons différentes la tension u aux bornes de la bobine, établis l'équation différentielle du circuit $\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{1}{LC}u = 0.$

3) Vérifie que la solution de cette équation différentielle est de la forme :
U= Um cos(ω_ot+φ). Calculer numériquement Um et φ sachant qu'à l'instant initial l'intensité i est nulle.

4) Détermine la valeur numérique de la période propre T_o du circuit et calculer, à l'instant $\frac{T_o}{4}$:
- La charge q de l'armature supérieure;
- L'intensité i dans la bobine;
- L'énergie électrostatique E_e et l'énergie magnétique E_m présenté dans le circuit.

5) Répond aux mêmes questions qu'en 4), mais en considérant l'instant $\frac{T_0}{2}$.

Exercice 7 :
On suppose que la résistance d'un circuit oscillant LC est négligeable. Ce circuit possède une auto-inductance (encore appelée plus simplement inductance) L =12,7mH et une capacité C= 2,4μF . On désigne par :
- *q* la charge prise par le plateau (A) du condensateur à l' instant *t* (fig)
- *i* l'intensité du courant électrique qui circule dans le circuit à l' instant *t*.



1) Quelle est l'équation différentielle qui régit l'évolution de la charge q en fonction du temps ?
2) a- Vérifier qu'à chaque instant la charge q est une fonction sinusoïdale de la forme :
$q = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$
b- Calculer la fréquence propre f_0 du circuit oscillant.
3) a- En supposant qu'à l'instant $t = 0$ la charge du condensateur était Q_m=37μC , exprimé $q = f(t)$ et $i = g(t)$.
b- Que dire de ces deux fonctions
c- Quelle est l'intensité maximale I_m qui circule dans le circuit LC ?

Exercice 8 :
On considère le circuit électrique fermé comprenant un condensateur AB de capacité C et une bobine d'inductance L = 40mH et de résistance négligéable.la tension aux bornes du condensateur a pour expression $u_{AB} = 2\cos(5000t)$

1) Donner l'amplitude de la tension aux bornes du condensateur et la pulsation propre.
2) Calculer la capacité C du condensateur.
3) Établir successivement les expressions de la charge q(t) portée par l'armature A du condensateur et de l'intensité i(t) du courant circulant dans le circuit. Indiquer le sens positif de i sur un schéma électrique.
4) Démontrer que l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit est constante. Calculer sa valeur numérique. En déduire la valeur de la tension u_{AB} au moment où l'intensité du courant vaut i = 8 mA.

Que devienne ces oscillations, si la résistance de la bobine n'est pas négligeable ?

<u>Exercice 9</u>:

1) On considère un générateur qui débite un courant d'intensité indépendante du temps, $I=150\mu A$ .On charge avec ce générateur un condensateur de capacité $C = 18\ \mu F$ initialement déchargé.

Calcule 8 secondes après le début de la charge :

- les charges Q_A et Q_B de chaque armature.
- la différence de potentiel V_A-V_B entre ses armatures ;
- l'énergie w accumulée.

On précisera sur un schéma la charge de chaque armature en les justifiant (voir figure 1).

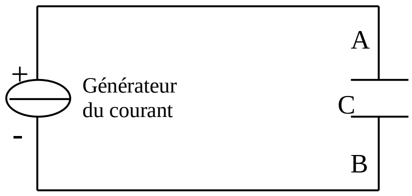


Figure 1

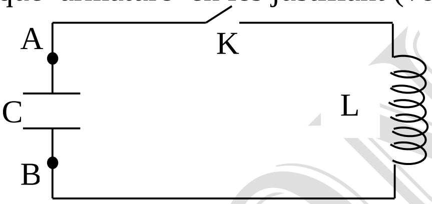


Figure 2

2) Le condensateur est alors isolé du générateur puis branché sur une bobine d'inductance L = 0,5 H et de résistance négligeable (voir figure 2) .

a) On appellera q(t) la charge portée par l'armature A à l' instant t .Établis l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t) lorsque l'interrupteur K est fermé.

b) En déduis l'expression générale de la tension U_{AB} = f(t) (on prendra comme origine des dates l'instant de la fermeture de K).

c) Calculer la période T des oscillations électriques.

d) A la date $t = 1,5\ \pi 10^{-3}$s, Calculer la tension U_{AB}, l'intensité i du courant et déterminer le sens du courant.

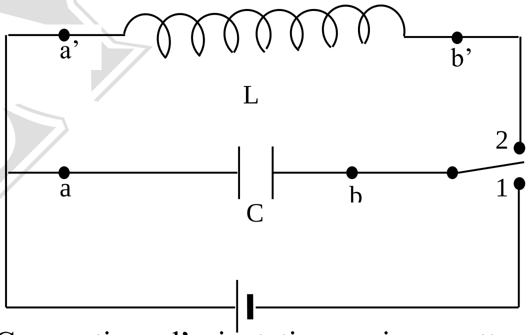
<u>Exercice</u> 10:

1- Soit un solénoïde placé dans l'air comportant N = 200 spires, de longueur l = 50 cm et de diamètre D = 5cm.

Établir l'expression littérale de l'auto-inductance L de ce solénoïde puis calculer la valeur numérique de L.

On supposera le champ magnétique uniforme à l'intérieur du solénoïde et on rappelle que la perméabilité de l'air est voisine de celle du vide $\mu_{0}= 4\pi 10^{-7}$ H/m dans le système international.

2- On branche ce solénoïde dans le montage représenté ci-dessous qui comporte un condensateur de capacité $C = 0,5\mu F$ et une source de tension électrique continue de valeur U_0 = 10V .



On charge le condensateur en plaçant l'interrupteur K en position 1 et on le fait ensuite se décharger dans le solénoïde en plaçant l' interrupteur dans la position 2.

a) Donne l' expression de l' intensité instantanée i du courant qui circule dans le solénoïde à partir de l' instant t_0 = 0 où l'on ferme l' interrupteur en position 2. Sur un schéma on précisera les Conventions d'orientations qui permettent de le définir.

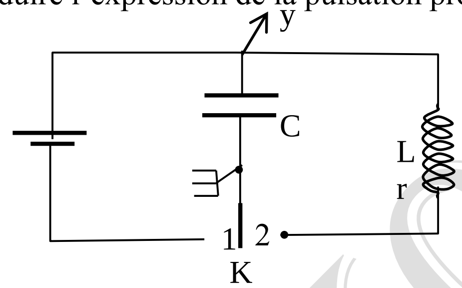
On suppose que le circuit étudié ici a une résistance négligeable.

b) Déterminer la valeur de la pulsation de l'oscillateur électrique ainsi réalisé.
3- Montre que l' énergie emmagasinée dans le circuit constitué par le condensateur et le solénoïde est globalement constante .

Exercice 11:

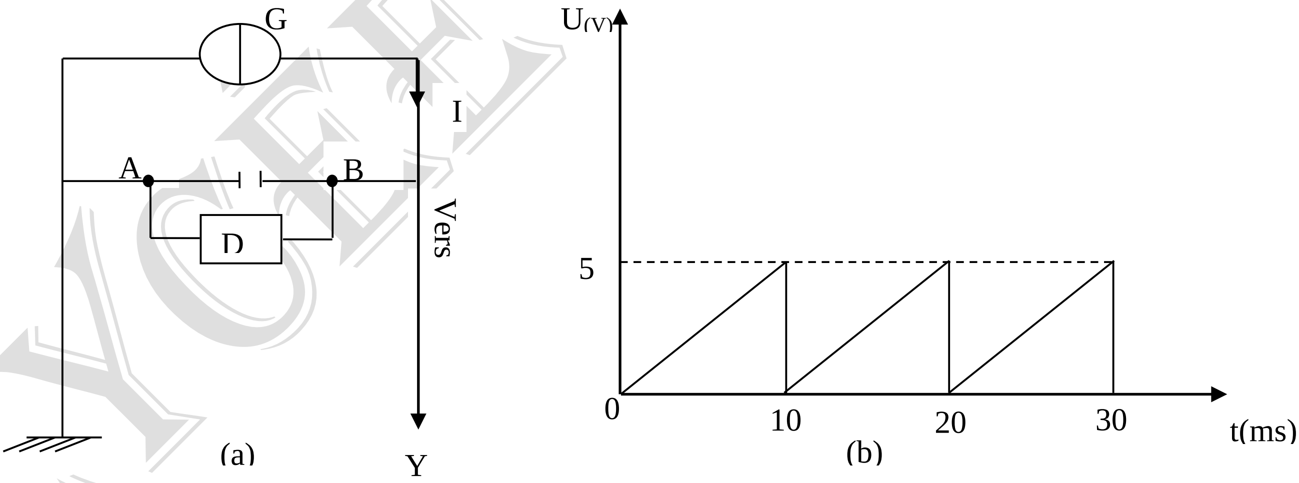
Un condensateur de capacité C est chargé à l'aide d'une tension continue Uo. A un instant qu'on choisit comme origine des dates ; on relie les bornes A et B du condensateur chargé à celle d'une bobine d'inductance $L = 1H$ et de résistance négligeable.

1) a) Exprimer l'énergie totale W du circuit en fonction de L, C , q (la charge instantanée de l'armature A), et i (l'intensité du courant dans la bobine).
b) Justifier la constance de l'énergie totale W du circuit oscillant. Exprimer W en fonction de C et Uo.
2) a) Déduire l'équation différentielle du circuit en fonction de la charge q de l'armature A du condensateur, L , C et $\frac{d^2q}{dt^2}$.
b) Exprimer cette équation différentielle en fonction de C , L, u_c et $\frac{d^2u_c}{dt^2}$.
c)En déduire l'expression de la pulsation propre



Exercice 12 :

On réalise le montage schématisé ci-dessous (figure a) .Un générateur G débite un courant d'intensité constante I =1m A .Dès que la tension entre les armatures A et B du condensateur $U_{AB} = U$ (t) atteint la valeur maximale U_m= 5 V, un dispositif noté (DA) permet d'observer les charges et les décharges successives (figure b) .

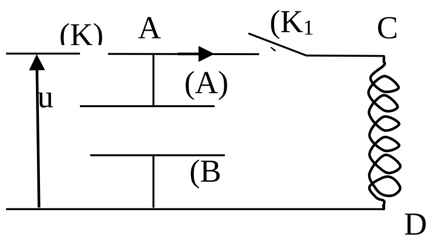


1- Déduis de l'oscillogramme l'expression de la tension U pour t compris entre 0 et 10 ms.
2- Dans le même intervalle de temps, exprimer U en fonction de l'intensité I du courant débité par le générateur et de la capacité C du condensateur et déterminer la capacité du condensateur.
3- A l'instant t = 6 ms, on isole le condensateur du circuit précédant et on l'associe à une bobine d'inductance L = 0,5H et de résistance négligeable. Établis l'expression de la charge du condensateur en fonction du temps q(t) (préciser l'origine des dates).

4- Exprime en fonction du temps la tension aux bornes du condensateur et l'intensité u(t) et i(t) et montre que le courant et la tension sont déphasés.
5- Détermine l'énergie emmagasinée dans le condensateur quand l'intensité du courant est i = 1 mA.

<u>Exercice 13</u> :

Un circuit oscillant est constitué d'un condensateur de capacité C= 0,200 μF et d'une bobine dont l'auto-inductance est $\mathrm{L} = 3{,}7\mathrm{mH}$.
Dans ces conditions, le circuit possède une résistance nulle.
1- Le circuit étant ouvert, on charge le condensateur sous une tension $\mathrm{u} = \mathrm{U}_m$ avec U_m =12, (fig), puis on ouvre l'interrupteur (K).
Calculer la charge initiale Q_m prise par le plateau (A) du condensateur.



2- A un instant pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur (K_1).L'intensité i du courant électrique est comptée positivement quand le courant circule dans le sens indiqué sur le schéma. On appelle q(t) la charge de l'armature (A) en fonction du temps.
a) Etablir l'équation différentielle de ce circuit oscillant.
b) Calculer la pulsation propre ω_0 du circuit.
3- Donner les expressions des fonctions :
a) Ec(t) énergie stockée dans le condensateur ;
b) E_b(t), énergie stockée dans la bobine,
c) Représenter ces deux fonctions pendant la durée de deux périodes.
4- a) Calculer $\mathrm{Ec(t)} + \mathrm{Eb(t)}$; conclusion.
b) vérifier cette conclusion à l'aide de la représentation graphique tracée au 3°.

Exercices sur le circuit RLC

Exercice: 1

Un dipôle (R, L, C) en série est constitué :

- d'un conducteur ohmique de résistance R = 50 ohms
- d'une bobine d'inductance L = 45 milli henrys et de résistance r = 10 ohms
- d'un condensateur de capacité C = 10 microfarads.

On alimente ce dipôle par une tension sinusoïdale de valeur efficace U = 6 volts et de fréquence N = 50 hertz.

a) Faire la représentation de Fresnel relative à ce circuit et calculer son impédance

b) Calculer la tension efficace aux bornes de la bobine, aux bornes du condensateur.

Exercice 2

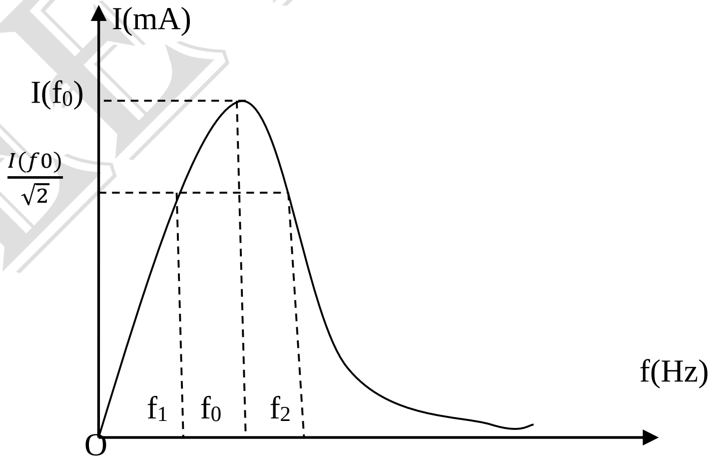
Un dipôle RLC série est constitué d'un conducteur ohmique de résistance R = 50Ω , d'une bobine d'inductance L = 45 mH et de résistance r = 10Ω et d'un condensateur de capacité C = 10μF.

On alimente ce dipôle par une tension sinusoïdale de valeur efficace U = 6 V et de fréquence N = 100Hz.

a- Faire la représentation de Fresnel relative à ce circuit.
b- Calculer l'impédance de ce circuit.
c- Calculer l'intensité efficace du courant.
d- Calculer la tension efficace aux bornes de chaque composant.
e- Calculer la phase de la tension par rapport à l'intensité.

Exercice 3

Un circuit comprend, monté en série, un générateur de basses fréquences un conducteur ohmique de résistance R, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et un condensateur de capacité C. Le générateur délivre une tension efficace U=10V du courant dans le circuit pour une fréquence f imposée par le générateur. La figure ci- dessous donne les valeurs de I en fonction de f.



A partir de la courbe on a obtenu :

F_0 = 200Hz ; I_0 (f_0) = 250mA

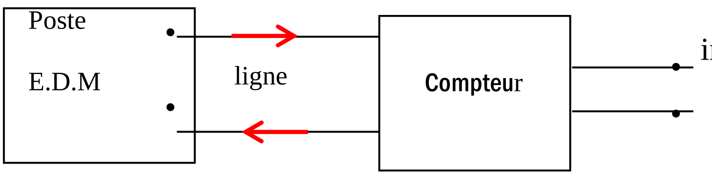
F_1 = 186Hz ; f_2 = 216Hz.

1- Déterminer le facteur de qualité Q.
2- Calculer R, L et C.
3- On se place à la résonance d'intensité. Calculer les tensions efficaces aux bornes de la résistance, du condensateur et de la bobine.
4- On règle maintenant la fréquence à la valeur f_1. Calculer :
a- Les valeurs efficaces de la tension aux bornes de chacun des dipôles.

b- La phase φ_1 de la tension par rapport à l'intensité.

Exercice : 4

Une installation est alimentée en alternatif par une ligne de l'E.D.M. La résistance de la ligne est
$r = 3\ \Omega$.



NB : *les énergies seront exprimées en* KWh.

I : L'utilisateur branche un Fer à repasser de puissance 2,2 KW pendant 4 heures. La tension efficace aux bornes du Fer est U = 220 V.

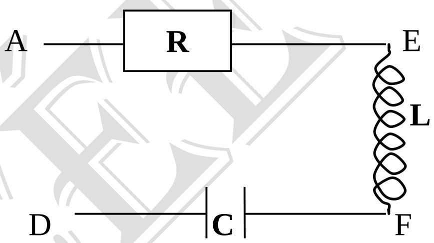
Calculer :

1- L'intensité efficace du courant dans la ligne. En déduire la chute de tension entre le poste et le compteur. Quelle est la tension aux bornes du poste ?
2- L'énergie perdue par effet joule dans la ligne.
3- L'énergie facturée à l'utilisateur.
4- L'énergie fournie par le poste E.D.M.
5- Le rapport énergie facturée à l'énergie fournie.

II : Maintenant l'utilisateur branche pendant 4 heures un moteur de 2,2 KW, de facteur de puissance $\cos(\varphi) = 0,6$.
La tension efficace de fonctionnement du moteur est 220 V.
1- Répondre aux mêmes questions qu'en **I.**
2- Pourquoi l' E.D.M impose t'elle aux industriels un facteur de puissance voisin de 1 ?

Exercice 5

Un dipôle AD comprend en série, un conducteur ohmique de résistance R, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et un condensateur de capacité C. Un générateur BF maintient entre ses une tension sinusoïdale de pulsation ω réglable.



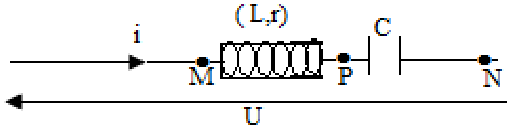
A l'aide d'un voltmètre, on a mesuré les tensions efficaces :
$U_{AD} = 15$ V, $U_{AE} = 7$ V, $U_{EF} = 44$V.
D'autre part, la mesure de l'intensité efficace donne I =350 mA. A l'aide d'un oscillographe bicourbe on a trouvé que la tension aux bornes du dipôle AD est en retard de phase par rapport à l'intensité.

1- Calculer R.
2- On pose φ, la phase de la tension aux de l'ensemble par rapport à l'intensité.
a- Représenter sur un diagramme de Fresnel les tensions instantanées $u_R(t)$, $u_L(t)$, et $u_C(t)$ respectivement aux bornes de la résistance, de la bobine et du condensateur.
b- Calculer φ et U_{FD}.
c- Calculer les impédances Z_L et Z_C de la bobine et du condensateur.
3- Un courant de pulsation 1413 rad.s^{-1} traverse le circuit est en phase avec la tension aux bornes du circuit. En déduire L et C.

4- Calculer, dans les conditions de résonance, la puissance moyenne consommée par le dipôle

Exercice 6

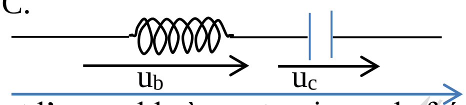
Une portion de circuit MN comprenant en série une bobine de résistance r et d'inductance L, et un condensateur de capacité C, est soumise à une tension $u = 10\sqrt{2}cos2500t.$ On mesure es valeurs efficaces ci-dessous :$I = 150mA$; $U_{MP} = 19V$; $U_{PN} = 12V.$



1) Faire la construction de Fresnel en prenant l'échelle 1cm pour 2V.
2) Déterminer à partir de la construction graphique, les valeurs de r et L.
3) Déterminer graphiquement l'avance algébrique de phase de u par rapport à l'intensité i
4) Donner l'expression de i en fonction du temps.
5) Donner les expressions des tensions instantanées U_{MP} *et* U_{PN} en fonction du temps.
6) Calculer la puissance moyenne consommée par le dipôle MN.

Exercice : 7

On monte en série une bobine de résistance r et d'inductance L et un condensateur de capacité C.



On soumet l'ensemble à une tension u de fréquence réglable :
$u = U\sqrt{2}\cos 2\pi ft$ avec U = 120 V. Soit i l'intensité instantanée. L'intensité efficace dans le circuit passe par une valeur maximale I_0= 1,33 A pour la fréquence f_0= 159 Hz. Pour une autre valeur, f_1, l'intensité efficace vaut 0,8 A et la tension efficace aux bornes du condensateur est alors Uc = 128 V.

1- Calculer r. Déterminer les impédances de l'ensemble et du condensateur pour la fréquencef_1.
2- Dans le cas ou f =f_1, l'impédance du condensateur est supérieure à celle de la bobine. Laquelle des fonctions i ou u est-elle en avance sur l'autre ? Calculer la phase de la tension par rapport au courant.
3- Soit $\varphi_B$et φ_C les phases des tensions U_B et U_c par rapport à l'intensité pour la fréquence f_1.

a- Représenter sur un diagramme de Fresnel les tensions U_B, U_c et U. Faire apparaitre sur le schémaφ et φ_B.
b- En déduire une expression de tanφ_B en fonction de Uc, U et φ. Calculer φ_B
c- Calculer L, C, et f_1.

Exercice: 8

Soit un dipôle électrique AB dont la nature exacte est inconnu. On sait qu'il peut être formé des éléments suivants :
Cas n°1 : une bobine de résistance R et d'inductance L.
Cas n° 2 : Un conducteur ohmique de résistance R et un condensateur de capacité C en série.
Cas n° 3 : Un conducteur ohmique de résistance R

1- On alimente ce dipôle par une tension continue et on constate qu'un courant d'intensité constante le traverse. Montrer que le cas n°2 ne peut convenir.
2- On alimente maintenait le dipôle AB par une tension sinusoïdale de fréquence 50 Hz et on observe :

a- Au wattmètre que la puissance moyenne dissipée dans AB est P = 25 W.

b- A l'ampèremètre, que l'intensité efficace du courant dans Ab est I = 0,5 V.

c- Au voltmètre, que la tension efficace aux bornes de AB est U = 100V.

Grace à ces indications, déterminer la nature exacte du dipôle AB et ses grandeurs caractéristiques.

3- Le dipôle AB est placé en série avec un condensateur de capacité variable. L'ensemble est alimenté par la même tension sinusoïdale qu'au 2. Déterminer la valeur C' de la capacité pour que la tension et le courant soient en phase.

Exercice 9

On dispose d'une bobine de résistance r et d'inductance L, d'un conducteur ohmique de résistance R et d'un condensateur de capacité C réglable.

1- On applique aux bornes de la bobine une tension continue U = 1,2 V. L'intensité dans la bobine est I = 2 A et l'énergie électromagnétique emmagasinée par la bobine est E = $1,6.10^{-2}$ J.

a- Calculer L et r.

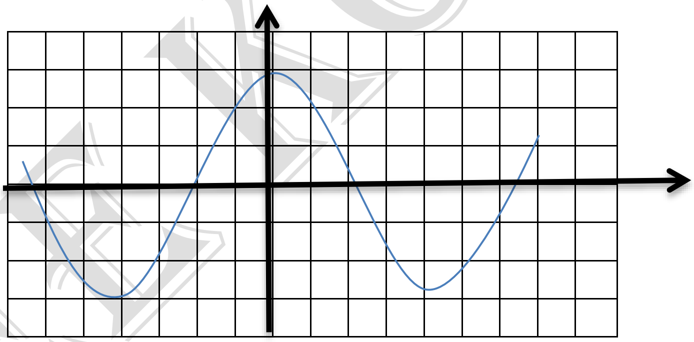
b- On annule l'intensité dans la bobine suivant la loi affine du temps $i = kt + I_o$ pendant $\Delta t = 0{,}011\ s$.

Calculer la f.e.m d'auto – induction qui nait dans la bobine et en donner la raison de sa naissance.

2- Le condensateur une fois chargé sous une tension continue U_o= 6 V, est associé en série à la bobine précédente. A l'instant t = 0s on ferme l'interrupteur et la tension u (t) aux bornes du condensateur est visualisée à l'oscilloscope.

a- Etablir l'équation de différentielle du circuit.

b- On relève le graphe suivant : Sensibilité horizontale **1div pour 0,1ms ;** sensibilité verticale **1 div pour 2 V.**



A partir du graphe, déterminer la fréquence propre No du circuit puis en déduire la capacité C.

Quelles sont la tension efficace aux bornes du condensateur et l'énergie électrique du circuit ?

3- On donne à la capacité du condensateur une nouvelle valeur C'. On prendra pour la suite L = 8,3 mH. Un GBF avec fréquencemètre alimente la bobine, le condensateur et le conducteur ohmique, tous montés en série. Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser la tension u(t) aux bornes du GBF sur la voie A et l'intensité i(t) dans le circuit sur la voie B. Le GBF délivre une tension sinusoïdale de fréquence N variable et d'amplitude Um constante : Um = 2 V. Les mesures ont donné le tableau suivant :

N(Hz)	2600	2800	3000	3200	3400	3600	3800	4000	4200
Im(mA)	26	34	42	58	80	160	220	180	104
Z(Ω)									

N(Hz)	4400	4600	4800	5000	5200	5400
Im(mA)	72	56	46	38	34	30
Z(Ω)						

a- Faire le schéma du montage complet.
b- Etablir l'expression de l'intensité I dans le circuit en fonction de N, Um, r, L et C.
c- Recopier puis compléter le tableau. Tracer le graphe Z = f(N) sur un papier millimétré. Z désigne l'impédance du dipôle RLC série. Echelle : 1cm pour 10Ω ; 1cm pour 400Hz
d- Déterminer graphiquement la fréquence No pour la quelle Z prend sa valeur maximale Zo qu'on précisera. En déduire la valeur de R et celle de la capacité C'.
e- La bande passante en fréquence est limitée par deux fréquences N_1 et N_2 telle que $Z(N_1) = Z(N_2) = Zo\sqrt{2}$. Déterminer graphiquement sa largeur puis en déduire le facteur de qualité du circuit.

Exercice 10

On considère un circuit électrique comportant un générateur, une bobine d'inductance L et de résistance R, un condensateur de capacité C variable, montés en série. Le générateur impose entre ses bordes A et B une tension sinusoïdale u de fréquence N = 50 Hz.

1) Faire le schéma du montage.
2) Exprimer :

a- L'impédance Z du circuit en fonction de R, L, C et de la pulsation ω de la tension ;
b- La phase φ de la tension par rapport à l'intensité en fonction de L, C, R et ω ;
c- La puissance électrique moyenne consommée dans le circuit en fonction de R et I.

En déduire le dipôle dans lequel cette puissance est dissipée.

3) On monte un ampèremètre en série avec les autres dipôles du circuit. On fait varier la capacité C du condensateur et on constate que pour deux valeurs $C_1 = 12\mu F$, $C_2 = 17\ \mu F$, l'ampèremètre indique la même valeur de l'intensité efficace.

a- Calculer la valeur de l'inductance L de la bobine.
b- Pour chacune des valeurs de C, précise si la tension u est en retard ou en avance de phase sur l'intensité i du courant dans le circuit.

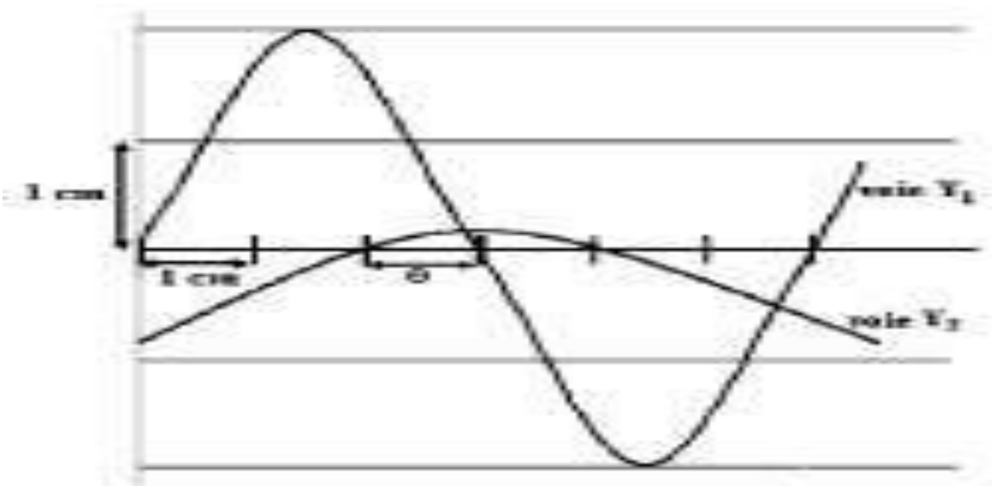
4- Pour quelle valeur Co de la capacité C du condensateur, la puissance électrique moyenne consommée dans le circuit est – elle maximales ?

Exercice : 11

I - Soit le dipôle suivant constitué :

- d'un résistor de résistance R = 200 ohms
- d'une bobine d'inductance L variable et de résistance négligeable
- d'un condensateur de capacité C, en série.

La tension aux bornes du dipôle est $u(t) = U_m \sin(100\pi t + \varphi)$.
Le comportement de ce dipôle est étudié à l'aide d'un oscilloscope.
Pour cela on applique à l'entrée Y_1 de l'oscilloscope la tension $u_R(t)$ aux bornes de la résistance R et à l'entrée Y_2 la tension u(t), on obtient sur l'écran de l'oscilloscope la figure ci-dessous



Sachant que verticalement 1 cm sur l'écran de l'oscilloscope représente 60 volts et que le balayage de l'oscilloscope est tel qu'horizontalement, 6 cm sur l'écran représentent une période de u(t). Trouver :

1) La valeur U de u(t)
2) Le décalage horaire 6, le déphasage φ entre u(t) et l'intensité i(t) dans le circuit. Compléter l'écriture de i(t).
3) Faire en la justifiant à l'aide des résultats précédents la construction de Fresnel relative à ce dipôle.
4) Calculer la tension efficace U aux bornes du dipôle, l'impédance Z du circuit et l'intensité efficace I du courant.
5) a) Pour la valeur L_0 = 1 H de l'inductance de la bobine le courant i(t) est en phase avec la tension u(t). Quelle est la valeur C_0 de la capacité du condensateur ?

b) Donner l'allure de la courbe I = f(L) de l'intensité efficace lorsque L varie.
c) Montrer à l'aide de la courbe que l'intensité efficace du courant peut avoir pour une même valeur de I deux valeurs distinctes L_1 et L_2 de l'inductance de la bobine.

Exercice 12 :

On réalise, entre deux points A et B, une portion de circuit en disposant en série une résistance pure R_1, une bobine d'inductance L et de résistance R_2, un condensateur variable de capacité C et un ampèremètre d'impédance négligeable devant celle du circuit. Cet ensemble est alimenté par un générateur de tension sinusoïdale de fréquence f = 50Hz. La tension efficace U_{AB} aux bornes du générateur est constante et égale à 5 volts. Soit I la valeur de l'intensité efficace qui s'établit dans ce circuit.

1) Donner l'expression littérale de l'impédance du circuit ainsi que celle de l'intensité efficace I. Calculer I avec $R_1 = 1{,}1.10^2\ \Omega$; $R_2 = 0{,}10.10^{-2}\ \Omega$; L =1,0 H; C = $1{,}0.10^{-5}$F.
2) On conserve les valeurs de R_1, R_2 et L mais on fait varier C. On note les valeurs prises par pour chacune des valeurs de C adoptées. On obtient le tableau ci-dessous :

C(μF)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I(mA)	14	20	27	34	39	41	41	39	36	34	32

a) Tracer la courbe de variation de I en fonction de C
(0,5 cm représente 1mA et 1cm représente 1 μF).

b) Reprendre l'expression de 1 et justifier l'existence d'un maximum.
Donner l'expression littérale de la valeur de C_0 de la capacité qui correspond à l'intensité maximale. Calculer numériquement C_0 ; comparer cette valeur à celle fournie par la courbe et commenter brièvement une éventuelle différence.

Effet photoélectrique

Exercice 1

La cathode d'une cellule photoélectrique à vide est recouverte de potassium pour lequel le travail d'extraction d'un électron est w0 = 2,2 eV.

1- La lumière verte (longueur d'onde λ_1 = 0,546 µm) et la lumière jaune (longueur d'onde λ_2 = 0, = 578 µm) peuvent – elles extraire des électrons de ce métal ?

2- On éclaire la cellule avec une radiation de couleur verte.

a- Calculer la vitesse maximale des électrons émis.

b- La différence de potentiel entre l'anode et la cathode étant de 30 V, calculer la vitesse avec laquelle les électrons atteindront l'anode.

On donne *: Constante de Planck : h = 6,63.10^{-34}J.s*

Masse de l'électron : me = 0.91.10^{-30} Kg

Charge de l'électron :|e| = 1,6.10^{-19} C

Célérité de la lumière dans le vide : C = 3.10^{8} m.s^{-1}

Exercice 2

On dispose d'une cellule photoélectrique au potassium. L'énergie d'extraction d'un électron du potassium est W_0 = 2,25 eV. On éclaire la cellule par une radiation monochromatique de longueur d'onde λ = 0,49µm.

1- Calculer la vitesse maximale avec laquelle les électrons quittent la cathode.

2- Calculer le potentiel d'arrêt.

3- La puissance rayonnante reçue par la cathode est p = 9.10^{-7} Watt. On constate que l'intensité du courant de saturation dans le circuit de la cellule est is = 4.10^{-8} A. En déduire le rendement quantique de la cellule, c'est – à – dire le rapport du nombre d'électrons émis au nombre de photons reçus pendant le même temps.

Données *: Constante de Planck : h = 6,63.10^{-34}J.s*

Masse de l'électron : me = 0.91.10^{-30} Kg

Charge de l'électron :|e| = 1,6.10^{-19} C

Célérité de la lumière dans le vide : C = 3.10^{8} m.s^{-1}

Exercice 3 : une lampe émet de la lumière monochromatique de longueur d'onde λ = 570nm avec une puissance p= 30 W,éclaire une cellule photoélectrique à cathode au césium de section s = 0,5 cm^2placée à une distance R = 1m de la lampe.

Le travail d'extraction d'un électron de la cathode est W0= 1,89 eV.

1) Calculer la longueur d'onde seuil de la cathode.
2) La lumière émise par la lampe réalise l'effet photoélectrique. Justifier.
3) Calculer alors la vitesse maximale de l'électron émis par la cathode.
4) Calculer la puissance reçue par la cathode.
5) Sous la radiation λ, le courant électrique dans la cellule est I = 3µA.
   a) Calculer le nombre de photons efficaces captés par la cathode pendant 1s. En déduire la puissance efficace de la radiation.
   b) Déduire le rendement quantique de la cellule.

Exercice 4 : On considère trois cellules photoémissives à césium, magnésium et fer dont les travaux d'extractions sont respectivement 1,9eV, 2,9 eV et 4,8eV .

On éclaire chacune des cellules précédentes par une radiation monochromatique visible de longueur d'onde λ

Exercice 4 :Un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ = 0,44µm, émis avec une puissance p =10mW vers une cellule photoélectrique.

1) La lumière est formée de photons. Identifier un photon.
2) Calculer l'énergie portée par un photon de lumière.
3) Calculer le nombre de photons captés par la cellule pendant une minute.
4) Sachant que 5% des photons sont efficaces. Calculer l'intensité du courant électrique dans la cellule.

Exercice 5

1) Définir:

a) l'effet photoélectrique

b) le seuil photoélectrique

2) L'énergie d'extraction du métal de la cathode d'une cellule photoélectrique à vide est W_0 = 1,90eV. Calculer la longueur d'onde λ_0 correspondant au seuil photoélectrique

3) La cathode est éclairée simultanément par trois radiations de longueur d'onde $\lambda_1 = 0{,}70\mu m$; $\lambda_2 = 0{,}60\mu m$; $\lambda_3 = 0{,}50\mu m$. Quelles sont celles qui provoquent l'émission photoélectrique ? Pourquoi ?

On donne $h = 6{,}62\times10^{-34} Js$ (constante de Planck) ; $c = 3\times10^{8} m/s$ (célérité de la lumière);
$e = -1{,}60\times10^{-19} C$ (charge élémentaire de l'électron)

Exercice 6

1) La cathode d'une cellule photoélectrique à vide, au potassium, peut être éclairée par deux radiations lumineuses, l'une violette de longueur d'onde $\lambda_1 = 4\times10^{-7}$m; l'autre rouge de longueur d'onde $\lambda_2 = 7\times10^{-7}$m. L'énergie minimale à fournir pour extraire un électron du potassium est W_0 = 2,26eV.
   a) Définir l'effet photoélectrique
   b) Obtient-on l'effet photoélectrique avec chacune de ces deux radiations ?
   c) Si cet effet se produit ; calculer l'énergie cinétique maximale des électrons arrachés à la cathode et leur vitesse maximale d'extraction.
2) L'intensité maximale du courant débité par la cellule est $I_S = 1{,}2\mu A$ sous l'effet de l'une des radiations citées à la question 1); le faisceau lumineux reçu par la cellule transporte une puissance rayonnante P = 40mW.
   Quel est le rendement de la cellule ?
   On rappelle que le rendement est le rapport du nombre d'électrons arrachés à la cathode au nombre de photons reçus par la cathode dans le même temps.

On donne constante de Planck $h = 6{,}62\times10^{-34} Js$; célérité de la lumière dans le vide
$c = 3\times10^{8} m/s$; charge de l'électron $e = 1{,}6\times10^{-19} C$.

Exercice 7

Une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0{,}6$ µm est utilisée pour éclairer les cathodes de deux cellules photo-électriques à vide C_1 et C_2 (la cathode C_1 est en césium, celle de C_2 est en sodium).Les fréquences correspondants aux seuils photoélectriques sont :

- Pour le Césium $N_1 = 4{,}5.10^{14}$ Hz
- Pour le sodium $N_2 = 5{,}8.\ 10^{14}$ Hz

a°) quel sera l'effet de la radiation λ sur chacune des cellules ?

b°) quelle est la vitesse initiale maximale des électrons émis dans la cellule C_1 ?

c°) Le potentiel de la cathode étant pris comme référence (potentiel nul) ; calculer le potentiel U_0 de l'anode pour que les particules arrivent sur l'anode avec une vitesse nulle

On donne : $h = 6{,}6.\ 10^{-34}$ J.s ; $C = 3.10^{8}$ m/s ; $e = -1{,}6.10^{-19}$ C ; $m = 0{,}9.\ 10^{-30}$ kg

Exercice 8

Une cellule photoélectrique reçoit un rayonnement lumineux monochromatique, de longueur d'onde $\lambda = 0{,}546\times10^{-6}$m, de puissance $P = 540\times10^{-3}$W. La photocathode est en césium, le travail d'extraction est 2,0 eV. Le rendement de la cellule est 0,2%.

1) Quelle est la longueur d'onde λ_0 correspondant au seuil photoélectrique?

2) Quelle est l'énergie cinétique maximale des électrons émis?
3) Quelle est la vitesse maximale d'impact sur l'anode si la différence de potentiel entre l'anode et la photocathode est 100 V?
4) Quelle est l'intensité du courant de saturation que l'on obtient avec ce rayonnement?

Indication

On rappelle que le rendement est le rapport du nombre d'électrons arrachés à la cathode au nombre de photons reçus par la cathode dans le même temps.

On donne h = $6,62\times10^{-34}$ J.s ; masse de l'électron m = $9,1\times10^{-31}$ kg ; c = 3×10^{8} m/s ; charge de l'électron $e = 1,6\times10^{-19}\,C$.

Exercice 9

Dans l'expérience de Hertz, on utilise successivement des faisceaux lumineux monochromatiques de longueurs d'ondes respectives $\lambda_1 = 0,75\mu m$ et $\lambda_2 = 0,55\mu m$. La cathode est en césium dont le seuil est $\lambda_0 = 0,66\mu m$

1- Définis le phénomène photoélectrique
2- A quelle condition doit satisfaire la longueur d'onde λ de la radiation utilisée pour qu'il y ait effet photoélectrique ?
3- Laquelle des radiations utilisées provoque le phénomène photoélectrique ?
4- Calcule l'énergie W_0 d'extraction d'un électron de la cathode.
5- Calcule l'énergie fournie par un photon lumineux incident.
6- Calcule l'énergie maximale que peut avoir un électron émis par la cathode.

On donne h = $6,62.10^{-34}$ J.s ; C = 3.10^{8} m/s

Exercice 10 :

Une cellule photoélectrique dont la cathode est en césium, est éclairée successivement par des faisceaux de radiation lumineuse monochromatique de fréquence ν connue. Pour chaque radiation, on mesure le potentiel d'arrêt de valeur absolue U_0. Les résultats sont indiqués dans le tableau suivant

$\nu.10^{14}$ (Hz)	5	5,5	6	6,5	7
U_0 (V)	0,16	0,37	0,58	0,79	0,99

1- Représente graphiquement les variations de U_0 en fonction de ν.

Echelles : 2cm pour 10^{14}Hz ; 1cm pour 0,10V

En déduis que $U_0 = a\nu + b$; a et b étant deux constantes à déterminer. Trouve alors les valeurs de la constante de Planck et de la fréquence du seuil photoélectrique

2- Dans une autre expérience faite avec une cellule dont la cathode est en baryum, on ne dispose que d'une seule source lumineuse de fréquence $\nu = 7.10^{14} Hz$;
on trouve U_0 = 0,41V.

Détermine la valeur de la fréquence du seuil photoélectrique de cette cellule.

Exercice 11 :

Une lampe émettant la lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,40.10^{-6} m$, éclaire une cellule photoélectrique. L'énergie d'extraction d'un électron du métal constituant la cathode de la cellule est W_0 = 2,2eV.

1- Calcule la fréquence limite ν_0 au dessous de laquelle l'extraction est impossible.
2- Quelle est la longueur d'onde λ_0 de cette radiation limite ?
3- Calcule la vitesse maximale avec laquelle des électrons sortent de la cathode.

La surface utile de la cathode reçoit une puissance rayonnante P = 3mW, émise sous forme de radiation de longueur d'onde λ_0. L'intensité du courant de saturation de la cellule est I = $6{,}43.10^{-6}$A.

Calcule le nombre n de photons reçus chaque seconde par la cathode et le nombre n' d'électrons émis par seconde. En déduis le rendement quantique de la cellule

Exercice 12 :

1- Définis l'effet photoélectrique et énonce ses lois

2- La cathode d'une cellule photoélectrique à vide est recouverte de potassium pour lequel le travail d'extraction d'un électron est W_0 = 2,2eV.

a- La lumière verte ($\lambda_v = 0{,}546\mu m$) et la lumière jaune ($\lambda_j = 0{,}578\mu m$) peuvent-elles extraire un électron de ce métal ?

b- Quelle est la vitesse maximale d'émission des électrons quand on éclaire la cellule avec une radiation verte ?

c- La différence de potentiel entre l'anode et la cathode étant de 30V, avec quelle vitesse ces électrons atteindront-ils l'anode ?

Donnée : h = $6{,}62.10^{-34}$J.s ; C = 3.10m/s ; m_e = $0{,}91.10^{-30}$Kg ; 1eV = $1{,}6.10^{-19}$J

Applications

Exercice 13 :**Puissance solaire**

La puissance solaire moyenne reçue par un pays est de 1 kW /m^2.Sachant que la longueur d'onde moyenne de radiation solaire est de 550nm. Calculer le nombre de photon reçu, par seconde, sur une surface de 1cm^2

Exercice 14 :**Le microwave**

1) Calculer l'énergie d'un photon de longueur d'onde λ = 1 cm.
2) Calculer le nombre de photons nécessaires pour élever la température de 0,25kg d'eau de 20°c à 100°c. Chaleur massique de l'eau : 4200J/kg.°c

Série d'exercices sur la Radioactivité

Exercice 1

Complète les réactions suivantes

1- **Radioactivité α**

a- ${}^{210}_{84}\mathrm{Po} \rightarrow \dots . + {}^{\dots}_{\dots}\mathrm{Pb}$

b- ${}^{\dots}_{\dots}\mathrm{Th} \rightarrow \dots . + {}^{219}_{88}\mathrm{Ra}$

2- **Radioactivité β^{+}**

a- ${}^{12}_{7}\mathrm{N} \rightarrow {}^{\dots}_{\dots}\mathrm{C} + {}^{\dots}_{\dots}\mathrm{e}$

b- ${}^{\dots}_{\dots}\mathrm{Cd} \rightarrow {}^{107}_{47}\mathrm{Ag} + \dots$

c- ${}^{14}_{6}\mathrm{C} \rightarrow {}^{\dots}_{\dots}\mathrm{B} + {}^{0}_{1}\mathrm{e}$

d- ${}^{56}_{\dots}\mathrm{Mn} \rightarrow {}^{\dots}_{26}\dots + \dots .$

e- ${}^{\dots}_{\dots}\mathrm{P} \rightarrow {}^{32}_{16}\mathrm{S} + \dots ..$

Exercice 2:

Le bismuth ${}^{212}_{83}Bi$ est radioactif α. Ecris l'équation de désintégration en utilisant le tableau de classification périodique pour déterminer le noyau fils

Exercice 3

1) L'isotope ${}^{14}_{6}C$ a une période $T = 20{,}4\,mn$. On donne $\mathrm{N} = 6{,}02.10^{23}mol^{-1}$.
   a) Etablir la relation entre la période et la constante radioactive **λ**
   b) Calculer λ et préciser son unité.
2) Nous voulons trouver l'activité d'un échantillon de cet isotope.
   a) Combien de noyaux y'a –t-il dans un échantillon de 6,2µg de cet isotope ?
   b) En déduire son activité. On utilisera une valeur approchée de la masse de l'isotope.
   c) Combien de noyaux reste-t-il une heure plus tard ?
   d) Quelle est alors l'activité à cet instant ?

Exercice 4: Décroissance du carbone14 :

L'étude de l'évolution de la population moyenne d'un ensemble de noyaux radioactifs permet d'écrire : **ΔN= - λ N Δt** où N est le nombre de noyaux à la date t et **ΔN** est la variation du nombre de noyaux pendant la durée **Δt**. Cette relation conduit à la loi de décroissance radioactive $\mathrm{N(t)} = \mathrm{N_0}\,\mathrm{e}^{-\lambda\,\mathrm{t}}$ dans laquelle $\mathrm{N_0}$ est le nombre de noyaux à la date $\mathrm{t} = 0$.

1. Comment se nomme **λ**?
2. La demi-vie du carbone 14 est $t_{½}$ = 5730 ans. Donner la définition de la demi-vie ou période du carbone 14.
   - En utilisant la loi de décroissance radioactive montrer que λ est lié à la demi vie $t_{½}$ par la relation : $\boldsymbol{\lambda} = \frac{\mathbf{ln2}}{\mathbf{t½}}$.
   - Par une analyse dimensionnelle, déterminer l'unité de λ.
3. On rappelle que l'activité A d'un échantillon radioactif est le nombre de désintégrations par seconde. Montrer que l'activité A à l'instant t et le nombre N de noyaux présents dans l'échantillon à la date t sont liés par la relation : A = λ N.
4. Calculer en faisant apparaître l'application numérique, le nombre N d'atomes de carbone 14 dans 1 g de carbone tel que A= 13,5 désintégrations par minute et par gramme de carbone.

Exercice 5 :

On considère un échantillon de ${}^{137}_{55}Cs$, de période T = 30ans.

1- Calcule la constante radioactive de cet échantillon en h^{-1}
2- A la date t = 0, l'activité A_0 est égale à $3,7.10^5$ Bq. Calcule le nombre moyen de noyaux radioactifs présents dans l'échantillon à cette date.
3- Une mesure d'activité dure environ $\Delta t = 1h$. Calcule le rapport $\eta = \frac{A(t+\Delta t)}{A(t)}$ au bout de cette heure.

Exercice 6

La masse du noyau du radium $^{226}_{88}R_a$ est égale à $225,9971u$.

1) Calculer les nombres de neutrons et de protons dans le noyau.
2) Calculer la masse de l'ensemble de ces nucléons s'ils étaient séparés.
3) Calculer en joule, puis en MeV, l'énergie de liaison E_L du radium.

En déduire l'énergie de liaison par nucléon.

On donne $m_p = 1,00727u;\ m_n = 1,00866u$

Exercice 7:

1- A la suite de l'émission d'une particule α suivie d'une désintégration β^-, le noyau de l'uranium $^{238}_{92}U$ donne naissance au protactinium : $^{A}_{Z}Pa$.

Déterminer le nombre de masse et le nombre de charge du protactinium.

2- La constante radioactive du nucléide ^{238}U est $\lambda = 4,87.10^{-18}\ s^{-1}$.
   a- Donner la définition d'un période radioactive.
   b- Calculer celle de l'uranium ^{238}U.

Calculer l'activité d'un gramme de ^{238}U.
On l'exprimera en becquerel (Bq).
Quelle durée, en année, faut-il attendre pour voir cette activité diminuer de 1%.
On donne : N = $6,02.10^{23}\ mol^{-1}$.

Exercice 8 :

Lors de la catastrophe de Tchernobyl, du césium 134 et du césium 137 ont été libérés dans l'atmosphère.

1- Le césium 137 est radioactif β^-. Ecris les lois de conservation intervenant dans cette réaction et l'équation bilan de désintégration, en précisant les produits formés
2- La période du césium 134 est T = 2ans. En déduis la constante radioactive λ. Au bout de combien de temps 99% du césium 134 libéré auront-ils disparu ?
3- Même question pour le césium 137, dont la période est 30ans.

Exercice 9:

1- Le nucléide $^{210}_{84}Po$ est radioactif : c'est un émetteur α.

Ecrire l'équation de la désintégration d'un noyau de polonium, en précisant les lois utilisées.
On donne l'extrait de la classification :

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

2- Calculer l'énergie libérée en (eV) par la désintégration d'un noyau de polonium.

On donne :

- *u = $1,6606.10^{-27}$ kg = 931,5 Me/C^2.*
- *C=$3.10^8 m.s^{-1}$*
- *m (particules α) = 4,00150 u.*
- *m ($^{210}_{84}Po$) = 209,9368 u.*
- *m (noyau fils) = 205, 9295 u.*

3- A une date origine t = 0, un échantillon de polonium contient N_0 noyaux radioactifs. A une date t, on détermine le nombre N de noyaux non désintégré. On obtient les résultats suivants :

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

a- Définir la période radioactive T d'un radionucléide.

Le premier tableau précédent permet de donner un encadrement de celle du polonium ; lequel ?

b- Tracer la courbe : $-\ln(N/N0) = f(t)$, avec t en jours.

c- En déduire la valeur de la période T.

d- Etablir l'expression de la constante radioactive λ.

Exercice 10

1- A haute altitude, l'azote ${}^{14}_{7}N$ se transforme en ${}^{14}_{6}C$ sous l'effet de bombardement d'un neutron $({}^{1}_{0}n)$.

a- Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire.

b- ${}^{14}_{6}C$ est radioactif β- . Ecrire l'équation de sa désintégration.

2- Sachant que la période radioactive ou demi-vie du carbone 14 est 5600 années, on mesure expérimentalement l'activité radioactive A(t) de ce nucléide et on aboutit aux résultats suivants :

T (année).	0	56	112	168	224	280
Nombre de désintégration /mn	1350	675	337	169	85	43

a- Tracer sur un papier millimétrique le graphe donnant le nombre de désintégrations par minute en fonction du temps.

b- Les plantes vivantes assimilent le dioxyde de carbone provenant de ${}^{14}_{6}C$ ou de ${}^{14}_{7}N$. La proportion des deux isotopes est la même dans l'atmosphère et dans les végétaux. Quand la plante meurt, le processus d'assimilation s'arrête et la teneur en ${}^{14}_{6}C$ dans la plante diminue.

Un échantillon de bois préhistorique provenant d'un sarcophage trouvé dans une tombe de l'Egypte ancienne, donne 197 désintégrations par minute. Un échantillon de même masse de bois récent donne 1350 désintégrations par minute. A partir de la courbe tracée précédemment en déduire l'âge du bois préhistorique.

c- En fait, la période du carbone 14 est 5590 années. Déterminer par le calcul l'âge du bois préhistorique et calculer l'incertitude absolue (c'est –à-dire la différence entre la grandeur expérimentale et la grandeur calculée).

Echelle : *1cm pour 1000 années et 1 cm pour 100 désintégrations/mn.*

Exercice 11

Le polonium ${}^{210}_{84}Po$ est un nucléide radioactif qui se désintègre avec une émission d'une particule α.

1- Ecrire l'équation bilan de la désintégration en indiquant les lois de la conservation à respecter.

On donne un extrait de la classification périodique des éléments, ${}_{81}Th$, ${}_{82}Pb$, ${}_{83}Bi$, ${}_{84}Po$, ${}_{85}At$.

2- A la date t = 0, on dispose de No noyaux de ${}^{210}_{84}Po$ radioactif. A la date t on détermine N noyaux dans le tableau ci-dessous :

T (jours)	0	40	80	120	160	200	240
N/No	1	0,82	0,67	0,55	0,45	0,37	0,30

a- Tracer sur un papier millimétrique le graphe $\left(-\ \ln\frac{N}{No}\right) = f(t)$

b- Calculer la pente de la courbe obtenue et en déduire la constante radioactive λ du polonium.

Echelle : *1cm pour 10 jours en abscisse ; 1 cm pour 0,2 en ordonnée.*

Exercice 12 :

A une date origine t = 0, on dispose d'un échantillon contenant en moyenne N_0 noyaux de $^{210}_{84}Po$ radioactif. A une date t, on détermine le nombre moyen N de noyaux non désintégration. Les mesures donnent :

T(jours)	0	40	80	120	160	200	240
$\frac{N}{N_o}$	1	0,82	0,67	0,55	0,45	0,37	0,30

1- A l'aide d'une représentation graphique, déduis de ces mesures les valeurs de la constante radioactive et de la période du polonium.

On portera t en abscisse : 1cm pour 20jours et $-ln\frac{N}{N_0}$ *en ordonnée : 1cm pour 0,1*

2- Au bout de combien dde temps la masse restante de $^{210}_{84}Po$ devient-elle le dixième de la masse initiale ?