



ENONCE DE PHYSIQUE ENSP YAOUNDE 2005 (N°2)

Niveau 1



Première partie : Les Marrées

I) Calcul des Marées

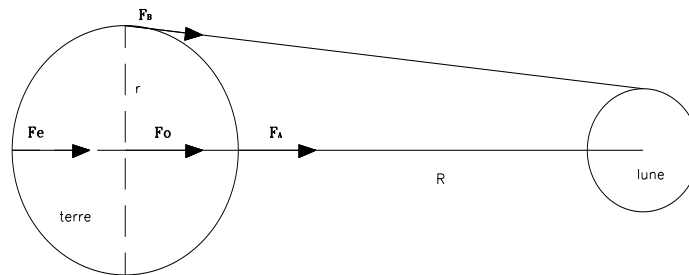
Si l'attraction lunaire était identique en chaque point de la terre, il n'y aurait pas des marées.

Il faut donc déterminer les différences. On simplifie en considérant 1kg d'eau à l'équateur et aux pôles. On calcul la force d'attraction par rapport au centre de la terre.

R : distance du centre de la terre au centre de la lune.

r : rayon de la terre

m : masse de la lune et $m' = 1\text{kg}$ masse d'eau



Formule générale

Donner l'expression des forces s'exerçant en O, A, B et C en fonction de R et r ?

Forces par rapport au centre

$f_A = F_A - F_O$ (comme $r \ll R$, on peut négliger certains termes) :

a) Montrer que $f_A \approx 2Gm \frac{r}{R^3}$ Par le même type de calcul, on trouve :

r^3	R^3	R^3

b) que pensez vous de la force due à la lune ?

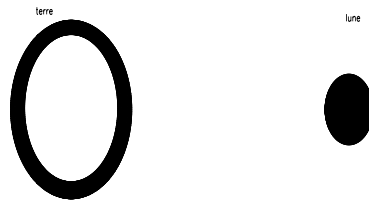
Calcul

Compléter le tableau

j) Paramètres :	k) Soleil	l) Lune	m) Rapport Soleil/ Lune
n) M : masse en Kg	o) $2 \cdot 10^{30}$	p) $7,4 \cdot 10^{22}$	q) 27 millions
r) D : distance à la terre en m	s) $1,5 \cdot 10^{11}$	t) $3,8 \cdot 10^8$	u) 390
v) M/D^2	w	x	y
z) M/D^3	aa)	bb)	c

Comparer respectivement les forces exercées par le soleil et par la lune ainsi que les termes de marée. Qu'en pensez vous ?

Soit la déformation suivante :



Calculer les forces f_A , f_B , f_C ($G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{m}^3 \text{s}^{-2} \text{kg}^{-1}$).

Compléter le dessin par les forces f_A , f_B , et f_C . Indiquer l'échelle choisie.

Combien y'a-t-il de marée sur la terre- par jour ? Pourquoi ?

II) Quelques marées :

Marée maximum	Canada	16,7 m
Marée maximum en France	Grandville	14,6 m
Marée sur la croûte terrestre		0,40 m
Marée sur le grand collisionneur LEP du CERN (26,7 km de périmètre)	Genève	1 mm

Pourquoi ces marées n'ont-elles pas la même valeur ?

III) Auto Synchronisation : un jour = un an sur la lune

La force gravitationnelle exercée entre deux corps massifs relativement proches provoque leur déformation en ellipsoïdes. Les deux objets tournent autour de leur axe de masse commun (rotation sur orbite) et sur eux-mêmes (rotation propre). Si la rotation propre est rapide, et en sachant que la déformation de l'ellipsoïde n'est pas

instantanée, « ça ne tourne pas rond ». La force gravitationnelle va tendre à mettre de l'ordre dans tout ça. Elle va aligner l'axe de l'ellipsoïde sur l'axe du système des deux corps. Elle freine la rotation propre du corps jusqu'à la rendre synchrone de la rotation en orbite.

C'est pourquoi : Une journée lunaire est égale à une année lunaire. La plupart des satellites du système Solaire sont dans ce cas quant à la terre, elle ralentit avec les siècles (21 heures pour le jour, il y a 400 millions d'années)

Compléter le tableau

En années	On ralentit de	Par jour	
500.10^6		4	H
500.10^6		$14,4.10^3$	
ff)		1	S
34,7			Ms
1			μs

Dans combien d'années la terre ne tournera-t-elle plus ?

Deuxième partie : radioactivité dans la famille de l'uranium

Données valables pour tout l'exercice

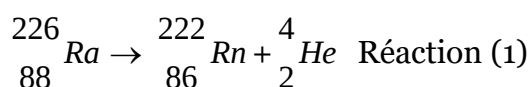
Unité de masse atomique	$1 u = 1,66054.10^{-27} \text{kg}$
Energie de masse de l'unité de masse atomique	$E(u) = 931,5 \text{ MeV}$
Electronvolt	$1 \text{ eV} = 1,60.10^{-19} \text{J}$
Mégaélectronvolt	$1 \text{ MeV} = 1.10^6 \text{eV}$
Célérité de la lumière dans le vide	$C = 3,00.10^8 \text{ms}^{-1}$

Nom du noyau ou	Radon	Radium	Hélium	Neutron	Proton	Electron
-----------------	-------	--------	--------	---------	--------	----------

de la particule						
Symbole	$^{222}_{86}\text{Rn}$	$^{226}_{88}\text{Ra}$	^4_2He	^1_0n	^1_1p	$^0_{-1}\text{e}^-$
Masse (en u)	221,970	225,977	4,001	1,009	1,007	$5,49 \cdot 10^{-4}$

I - Désintégration du radium

L'air contient du Radon 222 en quantité plus ou moins importante. Ce gaz radioactif naturel est issu des roches contenant de l'uranium et du radium. Le radon se forme par désintégration du radium (lui-même issu de la famille radioactive de l'uranium 238), selon l'équation de réaction nucléaire suivante



1. Quel est le type de radioactivité correspondant à cette réaction de désintégration ?

Justifier votre réponse.

2. Défaut de masse

a) donner l'expression littérale du défaut de masse $\Delta m(X)$ d'un noyau de symbole $^A_Z X$ et de masse $m(X)$.

b) Calculer le défaut de masse du noyau de radium $^{226}_{88}\text{Ra}$ en unité de masse u.

3. Ecrire la relation d'équivalence masse énergie et préciser les unités.

4. Le défaut de masse $\Delta m(\text{Rn})$ du noyau de radon vaut $3,04 \cdot 10^{-27} \text{kg}$.

a) Définir de liaison $E_1(X)$ d'un noyau X et donner son expression littérale.

b) Calculer, en joule, l'énergie de liaison $E_1(\text{Rn})$ du noyau de radon $^{222}_{86}\text{Rn}$ en MeV par nucléon.

c) Calculer en MeV.

d) En déduire l'énergie de liaison par nucléon $E_1(\text{Rn})/A$ du radon $^{222}_{86}\text{Rn}$ en MeV par nucléon.

5. Bilan d'énergétique

a) Etablir littéralement la variation d'énergie ΔE de la réaction (1) en fonction de $m(\text{Rn})$, $m(\text{Ra})$ et $m(\text{He})$ masses respectives des noyaux de radon, radium et d'hélium.

b) Exprimer ΔE en joule puis en Mev.

II. Fission de l'uranium 235

A l'état naturel, l'élément uranium comporte principalement les isotopes $^{238}_{92}\text{U}$ et

$^{235}_{92}\text{U}$. Dans une centrale nucléaire « à neutrons lents », le combustible est de l'uranium « enrichi ». Lors de la fission d'un noyau d'uranium 235, un grand nombre de réactions sont possibles.

Parmi celles-ci, il y en a une qui donne les noyaux de Zirconium et de Tellure, dont les symboles des noyaux sont $^{99}_{40}\text{Zr}$ et $^{134}_{52}\text{Te}$.

Définir le terme « Isotope ».

Intérêt énergétique de la fission

Donner la définition de la fission

Ecrire la réaction de fission d'un noyau d'uranium 235 bombardé par un neutron, conduisant à la formations de Zr, de Te et à plusieurs neutrons.

Les noyaux U, Zr et Te sont placés sur la courbe d'Aston. A partir de cette courbe, déterminer de manière approchée l'énergie associée à l'équation de la réaction de fission.

III. Désintégration du noyau Zr

Le noyau Zr issu de la fission du noyau d'uranium est instable. Il se désintègre au cours d'une désintégration β^- en donnant le noyau de niobium Nb.

Donner la définition de la radioactivité β^- .

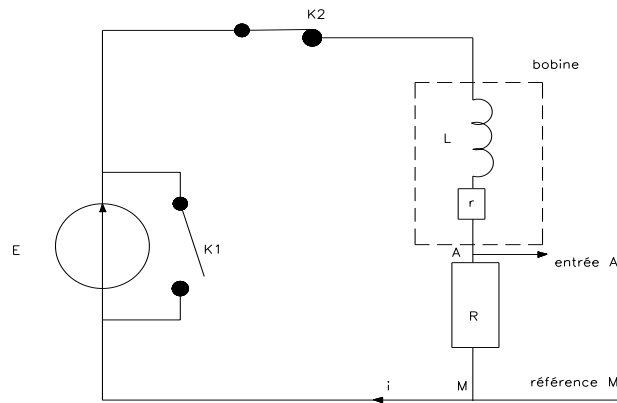
Ecrire l'équation de désintégration du noyau de Zr sachant que le noyau fils est obtenu dans un état excité.

Schéma

Troisième partie : Détermination de l'inductance d'une bobine

On considère une bobine de résistance $r = 10\Omega$ et d'inductance L

I. La bobine, associée à une résistance $R = 30\Omega$ est alimentée par un générateur délivrant une tension constante de 4 V. A $t = 0$, on ferme l'interrupteur $K1$. Un oscilloscope numérique permet mémoriser la tension u_{AM} à partir de $t=0$.



1) Justifier que la mesure de la tension u_{AM} permet d'obtenir la mesure de l'intensité circulant dans le circuit. En déduire la valeur de l'intensité à $t=200\text{ms}$.

Quelle est alors la tension aux bornes de la bobine ?

2) Quel rôle joue la bobine ?

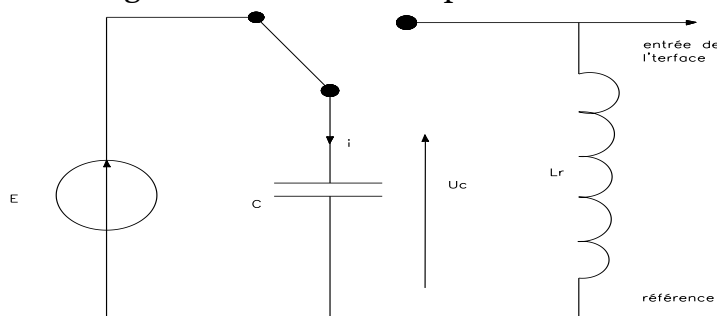
3) A partir de l'enregistrement, déterminer la constante de temps τ du circuit.

4) En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

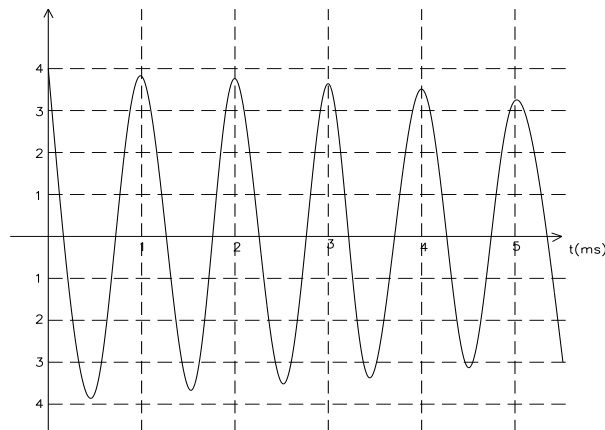
5) A $t=250\text{ms}$, on ferme l'interrupteur $K2$. (le générateur est construit pour supporter sans dommage une mise en court-circuit)

Compléter lors, le plus précisément possible l'enregistrement, pour $250\text{ms} > t > 500\text{ms}$. Aucune justification n'est demandée.

II. Un condensateur de capacité $C = 0,025\mu\text{F}$ (25nF) est chargée à l'aide d'un générateur de tension réglé à 4V, puis déconnecté du générateur. A la date $t=$, le condensateur chargé est relié à la bobine précédente.



L'évolution de la tension u_C au cours du temps est enregistrée à l'aide d'une interface d'acquisition reliée à un ordinateur.



- 1) comment appelle t-on le type d'oscillations observées ?
 - 2) comment expliquer la décroissance des oscillations ?
 - 3) Etablir l'équation différentielle à laquelle satisfait la tension u_C en respectant l'orientation du circuit qui est indiqué sur la figure.
 - 4) Mesurer la pseudo période T' des oscillations.
 - 5) On considère que la résistance de la bobine est nulle.
 - a- Ecrire la nouvelle équation différentielle à laquelle satisfait u_C .
 - b- Vérifier que $u_C = U_C \cos \frac{2\pi}{T} t$ est une solution de l'équation différentielle écrite en a.
- En déduire l'expression littérale de la période des oscillations qui prennent naissance dans le circuit (dans le cas où la résistance r de la bobine est nulle)
- c- En déduire l'expression de la charge du condensateur, puis de l'intensité dans le circuit en fonction du temps.
 - d- Montrer que $\frac{CU_C}{\sqrt{LC}}$ peut s'exprimer en A.
- 6) calculer la valeur de l'inductance de la bobine en considérant que la mesure de la pseudo période est identique à celle de la période.

Quatrième partie La lumière : Aspect ondulatoire

Le texte ci-dessous retrace succinctement l'évolution de quelques idées à propos de la lumière

Huygens (1629-1695) donne à la lumière un caractère par analogie à la propagation des ondes à la surface de l'eau et la propagation du son.

Pour Huygens, le caractère ondulatoire de la lumière est fondé sur les faits suivants :

-« le son ne se propage pas dans une enceinte vide d'air tandis que la lumière se propage dans cette même enceinte. La lumière consiste dans un mouvement de la matière qui se trouve entre nous et le corps lumineux, matière qu'il nomme éther ».

-« la lumière s'étend de toutes parts¹ et, quand elle vient de différents endroits, même de tout opposés², les ondes lumineuses se traversent l'une l'autre sans s'empêcher ³»

-« la propagation de la lumière depuis un objet lumineux ne saurait être⁴ par le transport d'une matière, qui depuis cet objet s'en vient jusqu'à nous qu'une balle ou une flèche traverse l'air ».

Fresnel (1788-1827) s'attaque au problème des ombres des ombres et de la propagation rectiligne de lumière.

Avec des moyens rudimentaires, il découvre et il exploite le phénomène de diffraction. Il

1- Question à propos du document encadré

1.1 Texte concernant Huygens

a- Quelle erreur commet Huygens en comparant la propagation de la lumière à celle des ondes mécaniques ?

b- Citer deux propriétés générales des ondes que l'on peut retrouver dans le texte de Huygens.

1.2. Texte concernant Fresnel

a- Fresnel a utilisé les rayons solaires pour réaliser son expérience. Une telle lumière est-elle monochromatique ou polychromatique ?

b- Fresnel exploite le phénomène de diffraction de la lumière par un fil de fer.

Le diamètre du fil a-t-il une importance pour observer le phénomène de diffraction ? Si oui, indiquer quel doit être l'ordre de grandeur de ce diamètre.

2) Diffraction

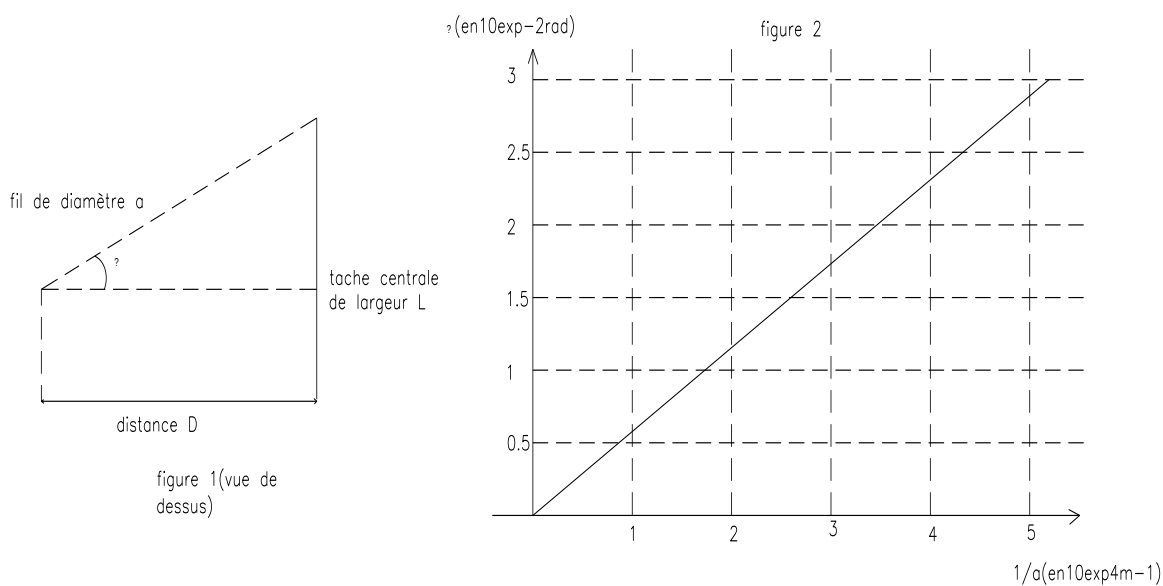
On réalise une expérience de diffraction à l'aide d'un laser émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde λ .

A quelques centimètres du laser, on place successivement des fils verticaux de diamètres connus. On désigne par a le diamètre d'un fil.

La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran blanc situé à une distance $D=1,60\text{m}$ des fils.

Pour chacun des fils, on mesure la largeur L de la tache centrale.

A partir de ces mesures et des données, il est possible de calculer l'écart angulaire θ du faisceau diffracté (Voir figure ci après)



L'angle θ étant petit, θ étant exprimé en rad, on a la relation: $\tan \theta = \theta$.
Donner la relation entre L et D qui a permis de calculer θ pour chacun des fils.

Donner la relation liant θ , λ et a .

On trace la courbe $\theta = f(1/a)$. Celle-ci est donnée sur la figure 2 ci-dessus.

Montrer que la courbe obtenue est en accord avec l'expression de θ donnée à la question 2.2.

En utilisant la figure 2, préciser parmi les valeurs des longueurs d'ondes proposées ci-dessous, quelle est celle de la lumière utilisée.

560 cm, 560 mm, 560 μm , 560 nm.

Si l'on envisageait de réaliser la même étude expérimentale en utilisant une lumière blanche, on observerait des franges irisées.

En utilisant la réponse donnée à la question 2.2., justifier succinctement l'aspect « irisé » de la figure observée.

Dispersion

Un prisme est un milieu dispersif : convenablement éclairé, il décompose la lumière du faisceau qu'il reçoit.

Quelle caractéristique d'une onde lumineuse monochromatique est invariante quel que soit le milieu transparent traversé ?

Donner la définition de l'indice de réfraction n d'un milieu homogène transparent, pour une radiation de fréquence donnée.

Rappeler la définition d'un milieu dispersif.

Pour un tel milieu, l'indice de réfraction dépend-il de la radiation monochromatique qui le traverse ?

1.2 A la traversée d'un prisme, lorsqu'une lumière monochromatique de fréquence donnée passe de l'air (d'indice $n_a=1$) à du verre (d'indice $n_v>1$), les angles d'incidences (i_1) et de réfraction (i_2), sont liés par la relation de Descartes-snell :

$$\sin(i_1) = n_v \sin(i_2)$$

Expliquer succinctement, sans calcul, la phrase : « Un prisme est un milieu dispersif : convenablement éclairé, il décompose la lumière du faisceau qu'il reçoit ».

Faire le schéma du dispositif.