

EXAMEN DE MATURITA
DES SECTIONS BILINGUES
FRANCO-TCHÈQUES ET FRANCO-SLOVAQUES

Année scolaire 2005 – 2006
Session de mai 2006

ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Durée 3h

Le sujet est constitué de cinq exercices indépendants de même importance. Les candidats peuvent donc les résoudre dans l'ordre qui leur convient, en rappelant le numéro de l'exercice et des questions qui s'y rapportent.

Si au cours de l'épreuve un candidat repère ce qui lui semble une erreur d'énoncé, il le signale dans sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre pour cela.

Les correcteurs tiendront compte des qualités de soin, de rédaction et de présentation.

L'utilisation des calculatrices est autorisée dans les conditions prévues par la réglementation.

Plan du sujet :

- | | |
|---|--|
| 1. Questions de cours..... | Mouvement circulaire des satellites |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Expérience de diffraction |
| 3. Problème..... | Réactions de l'uranium |
| 4. Étude de document..... | Le laser en médecine |
| 5. Questionnaire à choix multiple..... | Oscillations mécaniques et électriques |

Questions de cours

Caractéristiques générales des mouvements circulaires des satellites

Abréviations à utiliser pour cet exercice :

- Terre :
 - supposée parfaitement sphérique de centre O
 - masse M_T
 - rayon R_T
 - période T_T
- Satellite :
 - centre d'inertie S
 - masse m telle que m très petite devant M_T .
 - altitude h
 - période T_S
- Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$.

1. Force(s) mise(s) en jeu

- a) Quelles sont les deux actions négligées lorsqu'un satellite est supposé soumis à la seule attraction gravitationnelle de la Terre (ce que nous admettrons dans la suite de l'exercice) ? Dans quel domaine (pour ce qui concerne l'altitude du satellite) ces approximations sont-elles légitimes ?
- b) Faites une hypothèse sur la répartition de la masse de la Terre et une hypothèse sur la taille du satellite pour que l'intensité de la force d'attraction aie pour expression : $F_{T/S} = \frac{G \times M_T \times m}{(R_T + h)^2}$
- c) Faire un schéma clair représentant la Terre, le satellite, la trajectoire du satellite, la force de gravitation exercée par la Terre sur le satellite, le vecteur vitesse \vec{v} du satellite et son vecteur accélération \vec{a} .

2. Grandeurs cinématiques

- a) Par rapport à quel référentiel considéré comme galiléen le satellite est-il animé d'un mouvement circulaire ?
- b) Montrer que le satellite a une accélération centripète et un mouvement uniforme.
- c) En déduire l'expression suivante donnant la vitesse linéaire :

$$v = \sqrt{\frac{G \times M_T}{R_T + h}}$$

- d) Retrouver la troisième loi de KEPLER (relation liant le carré de la période de révolution T et le cube du rayon r de l'orbite circulaire : $\frac{T^2}{r^3} = \text{constante}$) en utilisant l'expression de v établie à la question précédente.

3. Energie potentielle d'interaction gravitationnelle E_p

L'énergie potentielle d'interaction gravitationnelle entre deux objets de masse m et M situés à la distance r l'un de l'autre augmente avec r et a la même dimension que le travail d'une force. On veut choisir parmi les expressions suivantes celle qui convient pour l'expression de l' E_p .

Hypothèse	a	b	c	d
Expression	$G \times M \times m \times r$	$-\left(\frac{G \times M \times m}{r}\right)$	$\frac{G \times M \times m}{r}$	$-(G \times M \times m \times r)$

- a) En faisant une analyse dimensionnelle, supprimer deux des expressions précédentes de l' E_p d'interaction.
- b) Parmi les deux expressions restantes, choisissez, en le justifiant, l'expression de l'énergie potentielle d'interaction gravitationnelle E_p .

Exercice à caractère expérimental

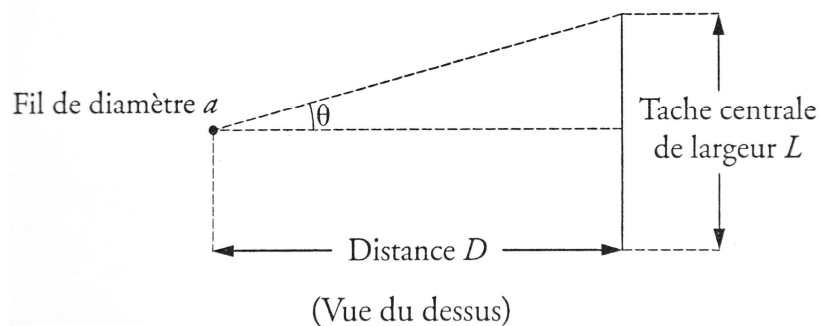
Une expérience de diffraction. Détermination expérimentale de la longueur d'onde d'une radiation monochromatique

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 $D = 1,60$ 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).



- Donner la relation entre L et D qui permette de calculer θ .

Rappel : si l'angle θ est petit, θ étant exprimé en radian, on a la relation : $\tan \theta \approx \theta$.

- La relation liant θ , λ , et a est $\theta \approx \frac{\lambda}{a}$. Préciser les unités de θ , λ , et a .

On réalise plusieurs diffractions pour des fils de différents diamètres. Les valeurs des écarts angulaires θ obtenus sont contenues dans le tableau ci-dessous :

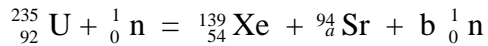
Diamètre du fil En μm	100	80	57	40	25	20
Ecart angulaire En 1.10^{-2} rad	0,60	0,77	0,90	1,40	2,25	2,75

- Tracer la courbe $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$. Montrer que la courbe est en accord avec l'expression de θ .
- Comment, à partir de la courbe obtenue à la question 3, peut-on déterminer la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique utilisée ? Déterminer, en détaillant les calculs, la valeur expérimentale de λ .
- On veut évaluer la précision des mesures. Calculer la longueur d'onde λ pour chaque mesure. En déduire l'erreur maximale sur la valeur de λ . Calculer alors l'erreur relative de ces mesures.
- On réalise la diffraction de la lumière monochromatique de longueur d'onde λ calculée plus haut par un cheveu de diamètre inconnu. La largeur L de la tache de diffraction obtenue vaut 65 mm. Déterminer le diamètre du cheveu en utilisant la courbe et par le calcul à l'aide de la formule $\theta \approx \frac{\lambda}{a}$.
- Si l'on envisageait de réaliser la même étude expérimentale en utilisant une lumière blanche qu'observerait-on ?

Problème**Réactions de l'uranium**

Un réacteur de centrale nucléaire fonctionne à l'uranium enrichi composé de 3% d'uranium 235 fissile et de 97% d'uranium 238 non fissile.

1. Par capture d'un neutron lent, le noyau d'uranium 235 subit la fission suivante:



- Calculer a et b pour équilibrer cette équation nucléaire.
- Préciser les lois utilisées.
- Que représentent les nombres 92 et 235 ?
- Les différentes fissions qui se produisent dans le coeur de réacteur conduisent-elles toutes aux substances Xe et Sr ?

2. La fission de la question 1 produit de l'énergie.

- A quoi est due cette énergie libérée ?
- Calculer l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235. Exprimer cette énergie en joules et en mégaelectronvolts.
- Quelle serait l'énergie exprimée en joules fournie par la fission d'une mole de noyaux d'uranium 235 ?

3. On considère que chaque fission d'un noyau d'uranium 235 libère en moyenne 200 MeV. 30% de cette énergie est transformée en énergie électrique.

- Sachant qu'une centrale électrique possède une puissance de 1350 MW, calculer le nombre de fissions qui ont lieu par seconde.
- Calculer en kg, la consommation journalière de l'uranium 235 dans cette centrale.

4. L'uranium 238 non fissile se transforme par capture d'un neutron en un noyau radioactif. Ce noyau radioactif subit deux désintégrations β^- pour arriver à un noyau fissile.

- Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire. Quel est le nouveau noyau formé?
- Ecrire les équations représentant les désintégrations et identifier les noyaux formés.
- Sachant que la demi-vie de l'uranium 239 est $T({}^{239}\text{U}) = 23$ min, au bout de combien de temps, 99% de l'uranium 239 est-il désintégré ?

Données :

Eléments	neutron	uranium 235	xénon 139	strontium 94
Masse (en u)	1,0087	235,0134	138,8882	93,8946

Elément	thorium	protactinium	uranium	neptunium	plutonium
symbole	Th	Pa	U	Np	Pu
Numéro atomique	90	91	92	93	94

Célérité de la lumière : $C = 3,00 \cdot 10^8$ m/s ;
 Nombre d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹ ;
 Charge élémentaire : $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ J ;
 Unité de masse atomique : $1u = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg.

Etude de document

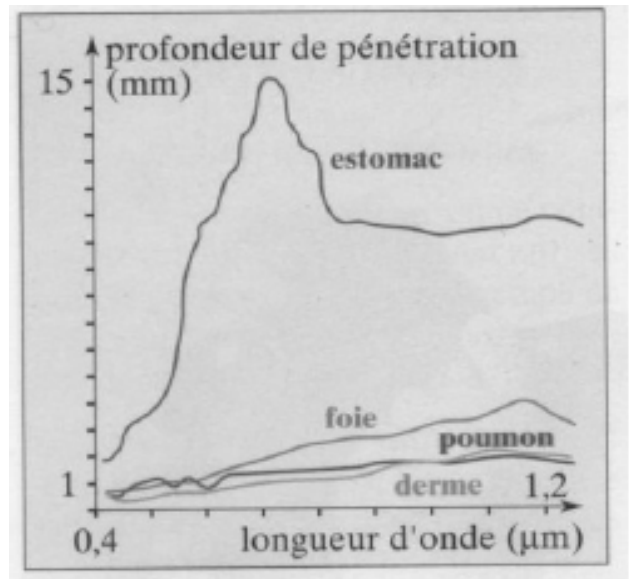
Laser en médecine

Le laser en médecine

Utilisés des 1962 par C.J. Campbell pour le traitement de la rétine en ophtalmologie, le laser est devenu un outil très efficace pour la chirurgie, le diagnostic et le traitement de certaines tumeurs, le traitement de l'artériosclérose. Les effets du faisceau laser diffèrent suivant la longueur d'onde, l'intensité, la durée d'exposition, le tissu irradié (doc.1 et 2).

Le laser à CO₂

Le laser à CO₂, qui émet un rayonnement de longueur d'onde $\lambda = 10,6 \mu\text{m}$ fortement absorbée par les tissus, est un des plus efficaces en chirurgie. Ce rayonnement présente un effet thermique. Le faisceau laser focalisé sur un tissu est suffisamment puissant pour vaporiser l'eau de celui-ci et pour le carboniser. Il en résulte une découpe du tissu. Sur les bords de l'incision, la température est plus faible, le tissu n'est plus carbonisé, mais l'eau est seulement vaporisée: il en résulte une contraction des vaisseaux sanguins et arrêt de l'écoulement sanguin (effet coagulateur). Le laser à CO₂ est un excellent bistouri qui permet des découpages aseptiques en limitant les saignements.



Doc. 1: Absorption sélective de la lumière par un tissu donné en fonction de la longueur d'onde.

laser	radiation λ (μm)	puissance (W)	effet	Application
CO ₂	10,6 (I.R.)	60 (continu) 300 (en impulsions)	• thermique	• chirurgie
Nd-Yag	1,06 (I.R.)	50 (continu)	• thermique • électromécanique (onde de choc) • photochimique (utilisation de photosensibilisateur)	• tautérisation des vaisseaux • traitements des angiomes a travers l'épiderme • destruction de calculs rénaux ou biliaires • photochimiothérapie (destruction des cellules cancéreuses)
ions d'argon (monomode ou multimode)	0,45 (bleu) 0,476 0,488 0,496 0,514 (vert)	0,5 a 5 (continu)	• thermique • photochimique	• élimination de verrues, de taches colorées (envies), de tatouages, dilatations vasculaires (couperose) • destruction des cellules cancéreuses
Ga-Al-As (arsénium de gallium et d'aluminium)	0,835 (I.R.)	5 (continu)	• thermique	• affection dermatologiques (eczéma, psoriasis), douleurs vertébrales ou rhumatismales, troubles circulatoires localisés
a molécules excimeres Xe Cl – Kr F	0,249 (U.V.) 0,308 (U.V.)	0,1 a 1	• photochimique (photo ablative)	• microchirurgie, ophtalmologie (remodelage de la cornée), cardiologie (désobstruction des artères)

Doc. 2: Caractéristiques des lasers en médecine

Source : *Le laser en médecine; Physique TermS Collection Durandau, 1^{ère} édition, p. 361-362*

Questions:

1. En quelle année, le laser a été utilisé pour la 1ère fois en médecine ? Par qui ?
2. Quelle est la longueur d'onde la plus pénétrante dans l'estomac ? Exprimer cette longueur d'onde en nm. Même question avec le foie.
3. Quelle grandeur physique explique la bonne absorption du laser à CO₂ dans les tissus ? Donner sa valeur. Quelle grandeur physique permet d'expliquer le découpage des tissus par le laser à CO₂ ? Donner sa valeur. Quel autre avantage présente aussi ce laser en chirurgie ?
4. Est-ce qu'on peut observer directement (à l'aide de nos yeux) le faisceau laser à CO₂ ? Justifier votre Réponse.
Quels sont parmi les lasers cités dans le document ceux qui sont directement observables ?
5. Quels sont les effets d'un laser Nd - Yag ?
6. Quelles sont les applications d'un laser Ga-Al-As ?
7. Quel est le laser, utilisé en médecine, caractérisé par la fréquence de rayonnement la plus grande ? Quelle est sa fréquence ?
8. Quel laser peut-on utiliser pour éliminer les tatouages ?
9. D'après les documents, de quoi dépend l'absorption de la lumière ?

Questionnaire à choix multiple

Les oscillateurs

Les questions qui suivent n'admettent **qu'une seule réponse correcte**. Aucune justification n'est demandée. Parmi les propositions, référencées a, b, c, d et e, **cocher l'unique bonne réponse dans la grille fournie page 10**. Cette grille devra être rendue avec votre copie.

Exemple :

0. Albert Einstein était: a) un chanteur de jazz
 b) un peintre
 c) un physicien
 d) un dentiste
 e) aucune proposition n'est correcte

Ecrire sur la copie prévue à cet effet page 10:

0.	a	b	c	d	e
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En cas d'erreur, barrez les 5 cases et noter à côté la bonne réponse, comme dans l'exemple suivant :

0.	a	b	c	d	e	0c
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

1. *Un pendule simple est constitué:*

- a) d'un objet suspendu à un point fixe par un fil
- b) d'un objet suspendu à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives
- c) d'un objet ponctuel suspendu à un point fixe par un fil de masse négligeable
- d) d'un objet ponctuel suspendu à un point fixe par un fil de longueur invariable et de masse négligeable
- e) d'un objet ponctuel suspendu à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives de masse négligeable

2. *La période propre d'un pendule simple*

- a) est indépendante de l'amplitude des oscillations si celle-ci demeure petite ($\alpha < 10^\circ$)
- b) est indépendante de la longueur l du fil
- c) est indépendante de l'accélération de la pesanteur g du lieu où il oscille
- d) dépend de la masse de l'objet accroché à l'extrémité du fil
- e) est identique sur la Terre et sur la Lune

3. *On dit qu'un pendule «bat la seconde» lorsqu'il effectue une demi-oscillation en une seconde. La fréquence de ce pendule est:*

- a) 1 Hz
- b) 2 Hz
- c) 4 Hz
- d) 0,25 Hz
- e) 0,5Hz

4. *Si on double la masse de l'objet accroché à l'extrémité du ressort, la période propre est:*

- a) 2 fois plus grande
- b) $\sqrt{2}$ fois plus grande
- c) 4 fois plus petite
- d) 2 fois plus petite
- e) $\sqrt{2}$ fois plus petite

5. *L'amplitude des oscillations du résonateur*
- est maximale lorsque la période de l'excitateur T_e est supérieur à la période du résonateur T_r
 - est maximale lorsque $T_e < T_r$
 - est maximale lorsque $T_e = T_r$
 - ne dépend pas de la période l'excitateur
 - ne dépend pas de la fréquence de l'excitateur
6. *Un pendule simple de longueur 1 m «bat la seconde» sur la Terre. Pour «battre la seconde» sur la Lune ($g_L = g_T/6$) il faut:*
- changer la masse du solide suspendu
 - allonger par 6 la longueur de ce pendule
 - allonger par $\sqrt{6}$ la longueur de ce pendule
 - raccourcir par 6 la longueur de ce pendule
 - pour une même longueur, la période de ce pendule est 6 fois plus grande
7. *Un point effectue des oscillations d'équation horaire $x = 7 \cdot 10^{-2} \cos(250 \cdot t)$ en m. La fréquence des oscillations est:*
- 79,6 Hz
 - 39,8 Hz
 - 76,8 s
 - 39,8 s
 - 250 Hz
8. *Lors d'oscillations amorties d'un pendule simple, laquelle de ces grandeurs se conserve:*
- l'énergie mécanique
 - l'énergie cinétique
 - l'énergie potentielle de pesanteur
 - la période
 - l'amplitude
9. *Un circuit RLC série est à la résonance d'intensité lorsque:*
- l'intensité i est en retard par rapport à la tension u
 - l'intensité efficace I qui le traverse est minimale
 - l'impédance du circuit Z est inférieure à R
 - l'impédance du circuit Z est supérieure à R
 - l'intensité i et la tension u sont en phase
10. *La période propre d'un dipôle LC:*
- reste constante si L et C doublent
 - ne dépend pas de l'inductance L de la bobine
 - double si L et C doublent
 - est inversement proportionnelle au produit LC
 - est proportionnelle au produit LC
11. *L'amortissement des oscillations d'un circuit RLC:*
- dépend de valeur de C
 - dépend de valeur de R
 - dépend de valeur de L
 - dépend de la période
 - dépend de la fréquence

12. Un générateur basses fréquences impose une tension efficace $U = 12\text{V}$ aux bornes d'un circuit comprenant en série une résistance $R = 10\ \Omega$, une bobine d'inductance $L = 0,2\ \text{H}$ et de résistance $r = 10\ \Omega$ et un condensateur de capacité C . Quelle est la valeur efficace de l'intensité du courant et l'impédance du circuit à la résonance?
- a) 1 A, $12\ \Omega$
 - b) 0,6 A, $20\ \Omega$
 - c) 1,2 A, $20\ \Omega$
 - d) 0,6 A, $10\ \Omega$
 - e) elles dépendent de C
13. La courbe de résonance est une représentation graphique dans laquelle:
- a) I est fonction de U
 - b) U est fonction de I
 - c) I est fonction de f
 - d) f est fonction de I
 - e) f est fonction de U
14. Si la résistance d'un circuit R, L, C dépasse une valeur critique, le régime est:
- a) pseudo-périodique
 - b) périodique
 - c) pré-périodique
 - d) a-périodique
 - e) harmonique
15. Un circuit idéal L, C , dont l'inductance $L = 120\ \text{mH}$ est le siège d'oscillations de fréquences égales à $250\ \text{Hz}$. La capacité vaut:
- a) $3,4\ \mu\text{F}$
 - b) $3,4\ \text{nF}$
 - c) $3,0 \cdot 10^5\ \text{F}$
 - d) $21\ \mu\text{F}$
 - e) $2,1\ \text{nF}$

Questionnaire à Choix Multiple**Les oscillateurs**

1.	a b c d e <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.	a b c d e <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.	a b c d e <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4.	a b c d e <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5.	a b c d e <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.	a b c d e <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7.	a b c d e <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8.	a b c d e <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9.	a b c d e <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10.	a b c d e <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
11.	a b c d e <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
12.	a b c d e <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
13.	a b c d e <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
14.	a b c d e <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
15.	a b c d e <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>