

**MATURITA BLANCHE
DES SECTIONS BILINGUES
FRANCO-TCHEQUES ET FRANCO-SLOVAQUES**

EXAMEN DE MATURITA BILINGUE

Année scolaire 2010-2011
Session de mars 2011

**EPREUVE DE PHYSIQUE
Durée : 3 heures**

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..... | Le condensateur |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Mesure du champ magnétique terrestre |
| 3. Problème..... | Détermination de la masse d'un astronaute |
| 4. Etude de document..... | Le neutrino, évasive particule |
| 5. Questionnaire à choix multiple..... | Optique |

Questions de cours
Le condensateur

Certaines questions de cet exercice doivent être traitées en annexe page 10, qui devra être rendue avec la copie. Vous devrez respecter les échelles indiquées en annexe.

- 1- Donner la définition d'un condensateur plan, ainsi que sa représentation symbolique.
- 2- Soit le condensateur représenté à l'échelle en annexe page 10. On impose une différence de potentiel $U_{AB} = 40 \text{ V}$ entre ses armatures.
 - a) Sur le schéma, représenter par une flèche la tension U_{AB} et donner le signe des armatures.
 - b) Calculer la valeur du champ électrique E . Représenter, en respectant l'échelle indiquée, au point M, le vecteur champ électrique E .
- 3-a) Rappeler la définition d'une « ligne de champ ».
 - b) Tracer quelques lignes de champ sur le schéma à l'intérieur du condensateur.
En tracer quelques unes dans la zone de voisinage immédiat du condensateur délimitée par le rectangle en pointillé.
 - c) Que peut-on dire des lignes de champ électrique à l'intérieur des armatures du condensateur ?
Conclure.
- 4-a) Qu'est ce qu'une ligne équipotentielle ?
 - b) Tracer en pointillé, à l'intérieur du condensateur, des lignes équipotentielles de valeur 10, 20 et 30 V.
- 5- On place un électron immobile au point N.
 - a) Quelles sont les forces appliquées au mobile ? Calculer la valeur de ces forces et conclure.
 - b) Représenter sur le schéma la force appliquée à l'électron.
 - c) Décrire le mouvement de l'électron.
 - d) En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, déterminer la vitesse de l'électron lorsqu'il arrive sur une armature du condensateur en fonction de sa charge, de sa masse et de la différence de potentiel U_{AB} .
 - e) Calculer cette vitesse.

Données :

charge élémentaire $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

épaisseur du diélectrique : $d = 8 \text{ cm}$

masse d'un électron : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

constante de pesanteur : $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$

Exercice à caractère expérimental

Mesure du champ magnétique terrestre

On souhaite mesurer la valeur du champ magnétique terrestre B_H , dont la valeur théorique dans le lieu de l'expérience est $B_H = 2,0 \cdot 10^{-5}$ T.

Pour cela, on dispose d'un solénoïde infiniment long de longueur $l = 0,5$ m, de section $S = 80$ cm², et comportant $N = 50$ spires. Les spires de ce solénoïde ne sont pas jointives, ce qui permet de voir l'intérieur du solénoïde.

On place en son centre une aiguille aimantée de façon à ce qu'elle soit perpendiculaire à la direction du champ magnétique B_S créé par le solénoïde.

Lorsque le solénoïde est parcouru par un courant d'intensité I , l'aiguille s'écarte de sa position initiale d'un angle α .

Les angles obtenus pour différentes intensités sont rassemblés dans le tableau ci-dessous:

I (en A)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
α (en °)	33	51	63	69	73

Etude préalable du protocole expérimental

1- Rappeler les propriétés du champ magnétique à l'intérieur du solénoïde. Donner ses caractéristiques.

2-a) De quels instruments de mesure a-t-on besoin pour faire les mesures ci-dessus ?

b) Pourquoi a-t-on besoin de voir l'intérieur du solénoïde ?

3- Selon quelle direction (Est-Ouest ou Nord-Sud) doit être disposé le solénoïde ? Justifier.

4-a) Calculer le champ magnétique créé par le solénoïde en son centre, si celui-ci est parcouru par une intensité $I = 10$ A.

b) Pour quelle raison ne peut-on pas utiliser de telles intensités pour faire les mesures d'angles ? Combien vaudrait alors l'angle d'inclinaison ? Justifier sans faire de calcul.

Exploitation des résultats

1-a) Faire un schéma « vu de dessus » de l'aiguille au centre du solénoïde lorsqu'elle est inclinée d'un angle α . Dessiner les vecteurs du champ magnétique terrestre B_H et du champ magnétique créé par le solénoïde B_S .

b) Démontrer soigneusement que l'angle α est donné par l'expression : $\alpha = \arctan \left(\frac{\mu_0 N I}{l B_H} \right)$

2-a) Tracer le graphique donnant la tangente de l'angle α ($\tan \alpha$) en fonction de l'intensité I .

b) Calculer le coefficient directeur de la droite obtenue.

c) En déduire la valeur du champ magnétique terrestre B_H .

d) Calculer l'erreur absolue et l'erreur relative de votre mesure avec la valeur théorique.

Donnée : $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7}$ SI.

Problème

Détermination de la masse d'un astronaute

La mesure de sa masse est l'un des éléments du bilan médical auquel doit s'astreindre un astronaute. L'utilisation d'un pèse-personne n'est plus possible, les scientifiques ont imaginé le dispositif présenté sur le document 1

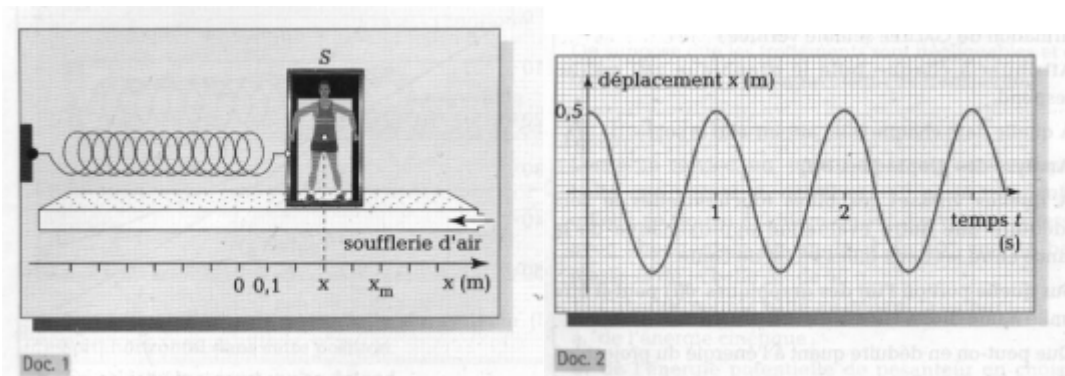
L'astronaute de masse M prend place dans une cabine mobile le long d'un rail à coussin d'air.

La cabine, de masse $m = 20$ kg, peut osciller sous l'action de deux ressorts identiques de raideur $k_1 = 2000$ N/m ; lorsque la soufflerie d'air fonctionne, les frottements sur le rail sont négligeables. On admet que l'action de deux ressorts est équivalente à celle d'un seul ressort de raideur $k = 2 k_1$.

Un dispositif relié à un ordinateur permet d'obtenir les variations de la position x du centre de gravité G de l'ensemble (cabine, astronaute) en fonction du temps.

Au cours de l'un des tests du dispositif effectués sur Terre, l'astronaute installé dans sa cabine, provoque un déplacement $x_m = 0,5$ m tirant sur un câble. A l'instant $t = 0$ s, il lâche le câble et, avec une vitesse initiale nulle, laisse osciller l'ensemble S sur le rail à coussin d'air disposé horizontalement.

L'écran de l'ordinateur affiche la courbe du document 2.



1- Reproduire schéma de la cabine et représenter les forces appliquées à l'ensemble S .

2- Appliquer le théorème du centre d'inertie et montrer que l'équation différentielle régissant le mouvement du centre d'inertie est de la forme : $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$.

3-a) Quel est le nom donné à ω_0 ? Donner son unité et son expression en fonction de M , m et k .

b) En déduire l'expression de la période T_0 en fonction de M , m et k .

c) En déduire l'expression de la masse M et sa valeur.

d) Pourquoi le dispositif peut-il être utilisé en impesanteur ?

4-a) Démontrer que l'équation horaire $x = x_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$ est solution de l'équation différentielle.

b) En utilisant le graphique, déterminer la phase φ à l'origine.

5-a) En utilisant le graphique, calculer l'énergie potentielle élastique du système S à $t = 1$ s.

b) En déduire son énergie cinétique et son énergie mécanique à cet instant.

c) Evaluer toutes ces énergies à $t = 1,75$ s.

Etude de document

Le neutrino, évasive particule

Le neutrino dont on peut dire qu'il existait avant même d'avoir été inventé puisque il est issu des premiers instants de l'Univers et n'a été conçu que dans les années 1930 pour résoudre un problème de conservation de l'énergie ! Depuis il est « particule » à part entière et joue un rôle dans nombre des manifestations violentes ou non de notre monde matériel. C'est bien de cette particule qu'il va s'agir... [...]

Le caractère immuable de la matière a été remis en cause avec la découverte de la radioactivité il y a 100 ans. À la suite de cette découverte l'étude des noyaux radioactifs et de leurs rayonnements conduit à trois types de radioactivité suivant la nature de l'émission ...

Dans le premier cas, un noyau d'hélium - édifice très stable - appelé particule alpha, est expulsé du noyau initial avec une énergie bien définie compensant l'énergie équivalente à la différence de masse entre le noyau initial et le noyau final ($E = mc^2$) en vertu du principe de conservation de l'énergie.

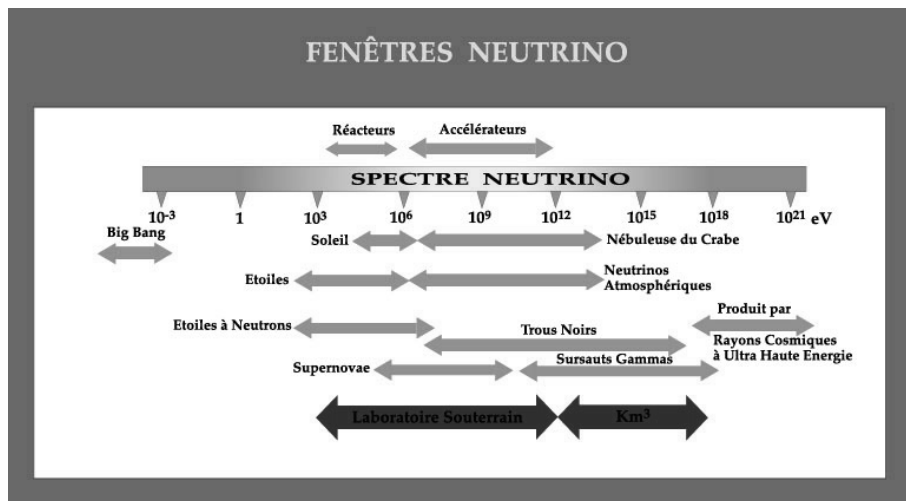


Fig. 1
Fenêtre d'énergie pour différents types d'origine des neutrinos
Il est donc commode de différencier les domaines d'énergie où intervient le neutrino.

Il en est de même lors de l'émission de rayons gammas les photons sont émis à une ou plusieurs énergies bien définies (valeur discrète). En revanche il en va différemment des rayons bêtas, qui sont des électrons, découverts en 1897 par J.J. Thomson (1856-1940). A la surprise des physiciens, pour ce rayonnement l'énergie d'émission des électrons s'étendait continûment de 0 à une valeur maximum correspondant à l'énergie totale disponible dans le noyau émetteur (spectre continu d'émission).

Il y eut alors une longue polémique sur la possibilité de non conservation de l'énergie dans ce type de désintégration... [...] C'est le physicien suisse Wolfgang Pauli (1900 - 1958), qui suggéra en 1930 pour sauver le principe de conservation de l'énergie de faire intervenir une particule supplémentaire non observée, donc neutre et de masse faible (voire nulle ?) qu'il qualifie lui-même de remède désespéré et qui sera baptisée « neutrino » par Enrico Fermi (1901-1954), pour « le petit neutre » par opposition au « neutrone » (le gros neutre) ou neutron (en français).

Neutrino aujourd'hui

En 1936, quelques années à peine après que Pauli ait formulé l'hypothèse du neutrino, Bethe et Bacher déclaraient à son sujet :

- il ne porte pas de charge
- sa masse est très petite, probablement nulle
- il n'a pas d'effets détectables
- il est stable.

Il est intéressant de constater que 60 ans plus tard, et malgré un rythme soutenu d'expériences délicates, si notre compréhension du neutrino a progressé il est encore entouré de bien des mystères. [...]

La question de la masse du neutrino par exemple était encore une interrogation il y a 3 ans et ne l'est plus aujourd'hui. En effet après que le détecteur japonais de Super-Kamiokande (US - Japon) ait défrayé la chronique en juillet 1998 (En pleine Coupe du Monde de Football) c'est au tour du détecteur de SNO-Sudbury Neutrino Observatory au Canada de faire l'actualité.

Ainsi les résultats de Sudbury nous conduisent à croire en l'oscillation des neutrinos. Le « neutrino-électron » issu du Soleil serait changé en « neutrino-mu » ou « neutrino-tau ». Pour achever de croire en l'oscillation de neutrinos c'est de nouveau du Japon que nous parvient la signature définitive de l'oscillation observée cette fois dans le détecteur « Kamiokande » traçant les anti-neutrinos issus des réacteurs nucléaires environnants.

Toutes les briques élémentaires de la matière ont une masse depuis les années 2000 le neutrino est lui aussi massif même si nous ne pouvons encore en préciser la valeur.

Depuis que nous savons que le neutrino a une masse nous pouvons désormais affirmer que, dans la problématique de la masse cachée de l'Univers il compte pour une fraction aussi importante (quoique faible) que la partie lumineuse.

Alain de Bellefon (Futura-Science 06/10/2007)

Questions sur le texte :

- 1- Qui a donné le nom « neutrino » à cette particule et qu'est-ce que cela signifie ?
- 2- Quelle observation a suggéré l'existence du neutrino ? Qui le premier en a formulé l'hypothèse ?
- 3- Donner les noms de tous les physiciens, cités dans le texte, qui ont participé à l'étude du neutrino.
- 4- Citer les trois sources des neutrinos les plus énergétiques. Donner le domaine d'énergie des neutrinos émis par le soleil.
- 5- Parmi les hypothèses faites dans les années 30, citez-en une qui a évolué. Comment a-t-elle évolué ?
- 6- Donner trois types de neutrinos.
- 7- Décrire comment se passent les oscillations du neutrino.
- 8- Pourquoi est-il important de connaître la masse de cette particule ?

7- La lumière est diffractée par un trou. On augmente légèrement le diamètre du trou. L'écart angulaire de la diffraction :

- a) augmente,
- b) devient nul,
- c) reste constant,
- d) diminue.

8- La lumière est diffractée par un trou. On augmente la longueur d'onde. L'écart angulaire de la diffraction :

- a) augmente,
- b) diminue,
- c) reste constant,
- d) devient nul.

9- L'image de diffraction sur un trou circulaire :

- a) est un ensemble de petits points,
- b) est un ensemble de franges,
- c) est un rectangle,
- d) est un disque entouré par des anneaux.

10- La lumière passe d'un milieu matériel à un autre. Elle change alors :

- a) sa fréquence,
- b) sa longueur d'onde,
- c) sa fréquence et sa longueur d'onde,
- d) son énergie et sa longueur d'onde.

11- La dispersion de la lumière blanche par un prisme est due à la dépendance de l'indice de réfraction du verre à la longueur d'onde de la lumière. Laquelle de ces affirmations est correcte :

- a) Le rayon rouge se réfracte moins que le rayon violet,
- b) Le rayon jaune a le même indice de réfraction que le rayon rouge,
- c) Le rayon bleu ne se réfracte pas sur le verre,
- d) Le rayon bleu se réfracte autant que le rayon jaune.

12- L'énergie d'un photon dépend :

- a) de l'intensité de sa source,
- b) du milieu matériel dans lequel il se propage,
- c) de sa vitesse de propagation,
- d) de sa fréquence.

13- L'énergie d'un électron dans un noyau d'hydrogène est donnée par l'expression :

- a) $E = 13,6/n^2 \text{ eV}$,
- b) $E = -13,6/n^2 \text{ eV}$,
- c) $E = 13,6/n \text{ eV}$,
- d) $E = -13,6/n \text{ eV}$.

14- La vitesse maximale des électrons émis par un métal sous l'impact d'une lumière monochromatique dépend :

- a) de l'énergie des photons et du type de métal,
- b) de la vitesse de propagation de la lumière dans le milieu optique qui entoure le métal,
- c) du nombre de photons arrivant sur le métal et du type de métal,
- d) de l'énergie totale de la lumière arrivant sur le métal et du type de métal.

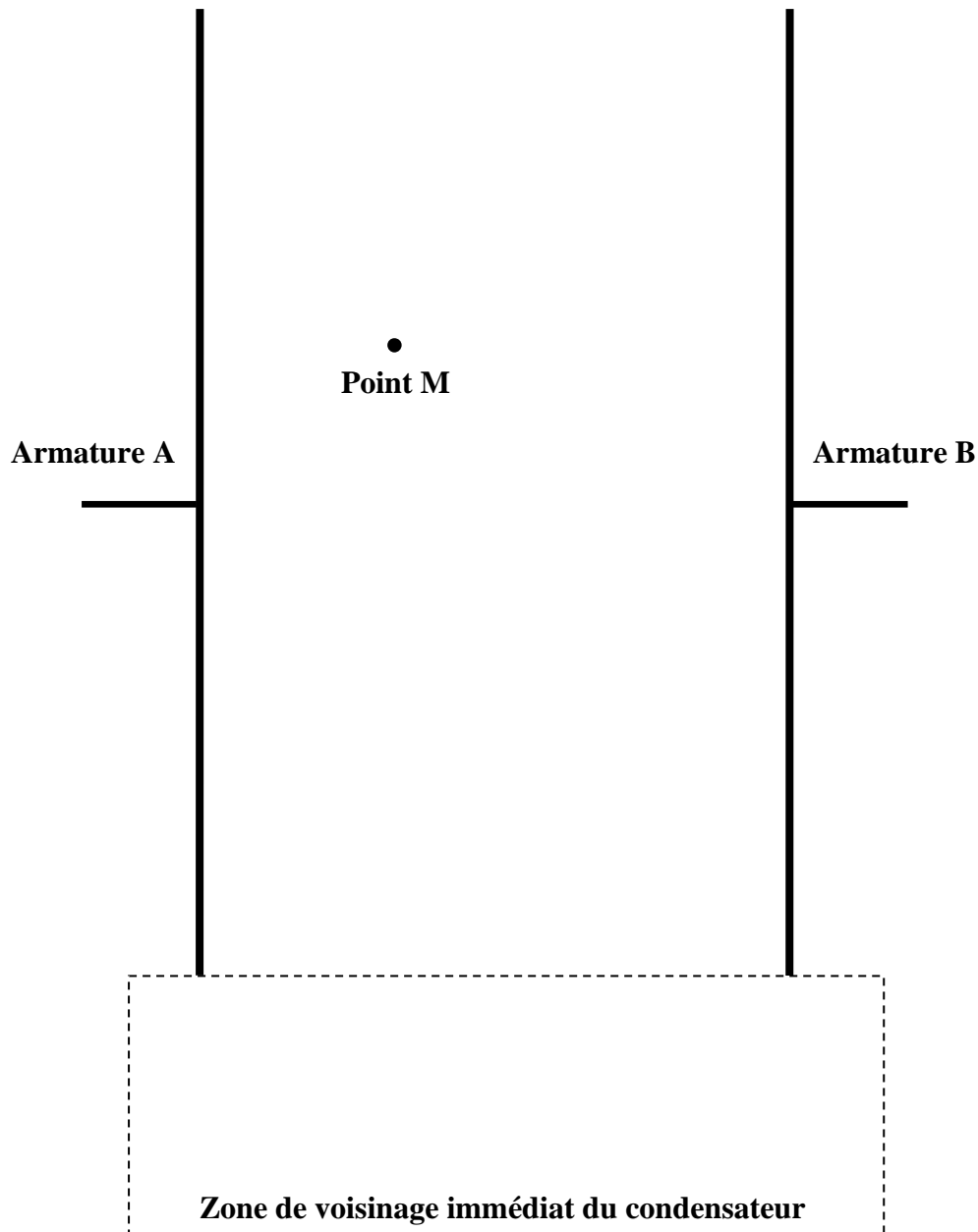
15- Le rayon lumineux se propage dans un milieu matériel dont l'indice de réfraction est n_1 . Il arrive sur un dioptré avec un autre milieu d'indice de réfraction n_2 . Pour que la réflexion totale soit possible, il faut que :

- a) $n_1 = n_2$,
- b) $n_1 < n_2$,
- c) $n_1 > n_2$,
- d) $n_1 = 1$.

Questionnaire à choix multiples
Optique

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

Annexe à la question de cours : le condensateur



Echelles :

Distance : 1 cm \equiv 1 cm

Champ électrique : 1 cm \equiv 100 V.m⁻¹

Force : 1 cm \equiv 1.10⁻¹⁷ N