

**MATURITA DES SECTIONS BILINGUES
FRANCO-TCHÈQUES ET FRANCO-SLOVAQUES**

EXAMEN DE MATURITA BILINGUE BLANCHE

Année scolaire 2012-2013

Session de mars 2013

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 être 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.

La feuille de réponse du questionnaire à choix multiples, page 8, est à rendre avec la copie.

Chaque page x de la copie sera numérotée en bas et à droite « x/n »,
 n étant le nombre total de pages.

Plan du sujet :

1. Questions de cours.....	Dipôle RLC
2. Exercice à caractère expérimental.....	Physique nucléaire
3. Problème.....	Les ondes sismiques
4. Etude de document.....	Des champs magnétiques intenses dans l'Univers jeune
5. Questionnaire à choix multiple.....	Optique

Question de cours Circuit RLC série

I] On branche le circuit :

1. Dessiner un dipôle RLC série comportant *dans cet ordre* une bobine d'inductance L et de résistance r_B , un condensateur de capacité C et un résistor de résistance R .
2. On branche ce dipôle sur un générateur basse fréquence de force électromotrice e et de résistance interne r . Ajouter le générateur au dipôle précédent pour former notre circuit RLC série.
3. Flécher le courant i et les tensions u_g , u_B , u_C et u_R aux bornes des composants du circuit.
4. Quelle est la résistance totale R_T du circuit ?
5. Peut-on brancher un oscilloscope bi-courbe à *masse commune* sur votre schéma pour observer à la fois les tensions aux bornes du résistor $u_R(t)$ et du générateur $u_g(t)$? Si oui dessinez-le, sinon expliquez pourquoi.

II] On allume le générateur :

A] Le générateur est réglé sur une tension en crêteaux (E , 0V) sur une fréquence assez basse.

6. Expliquer brièvement pourquoi la tension périodique en crêteaux du générateur permet d'observer sur l'oscilloscope les oscillations libres du circuit si la fréquence est suffisamment basse.
7. Dessiner, sur votre copie, l'allure de la tension aux bornes du résistor en concordance de temps avec la tension aux bornes du générateur lors son passage de E à $0V$. Indiquer sur le graphique la pseudo-période T (à peu près égale à la période propre T_0 de l'oscillateur LC non amorti).
8. Décrire la forme des oscillations et expliciter les échanges d'énergie dans le circuit.

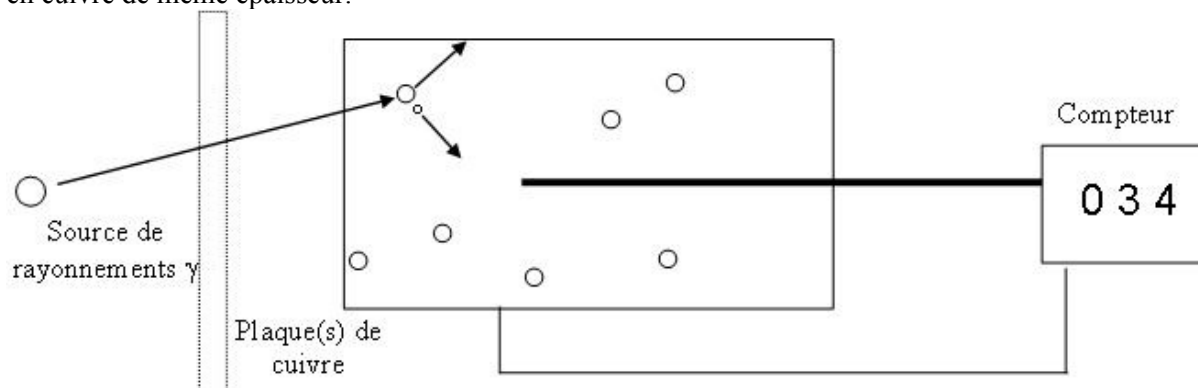
B] On place le générateur en régime sinusoïdal :

9. On observe sur un oscilloscope deux courbes sinusoïdales représentant $u_R(t) = U_{Rmax} \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t)$ et $u_g(t) = U_{Gmax} \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi)$.
 - a) Comment retrouver la valeur de I_{max} , valeur maximale de l'intensité?
 - b) Que représentent le rapport $\frac{U_{Gmax}}{I_{max}}$ et φ ? Expliquer brièvement.
10. On règle la fréquence du générateur sur f_0 , la fréquence propre du circuit. Dessiner l'allure des mêmes oscillogrammes : $u_R(t)$ et $u_g(t)$. Commenter ce graphique.
11. On règle la fréquence du générateur sur une fréquence $f < f_0$. Dessiner l'allure des mêmes oscillogrammes : $u_R(t)$ et $u_g(t)$. Commenter ce graphique.

Exercice à caractère expérimental

Absorption des rayonnements radioactifs

On mesure l'absorption du rayonnement γ par un matériau pour voir s'il nous protège. On utilise une source de rayonnement γ , un compteur Geiger-Müller à affichage numérique et une série de plaquettes en cuivre de même épaisseur.



- 1) En l'absence de plaques de cuivre, la valeur affichée sur le compteur est-elle égale à la valeur de l'activité de la source? Expliciter. Quelle est son unité ?
- 2) En l'absence de la source radioactive, on déclenche le détecteur et, pendant 100 s, on enregistre le nombre d'impulsions correspondant à la radioactivité ambiante. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant.

Numéro de la mesure	1	2	3	4	5	moyenne
n_a (impulsions en 100 s)	53	45	41	52	49	48

- a) Quelle est l'origine de cette radioactivité ambiante ? Quel inconvénient présente-t-il pour nos mesures?
 - b) Calculer pour chaque mesure du tableau son écart à la moyenne.
 - c) Le nombre de mesures effectué est-il suffisant pour prévoir, grâce aux statistiques, le résultat de la prochaine mesure ? Justifier.
- 3) On utilise maintenant la source radioactive placée à 2 cm du détecteur et on interpose successivement les plaquettes de cuivre dans l'espace entre la source et le détecteur. Les résultats de trois séries de mesures sont consignés dans le tableau suivant.

Epaisseur des plaquettes $d(\text{mm})$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4
n_1 (impulsions en 100 s)	472	310	220	155	110	99	70	65
n_2 (impulsions en 100 s)	460	310	215	159	107	93	77	63
n_3 (impulsions en 100 s)	470	316	202	158	111	94	74	66
n_{moyen}	467	312	212	157	109	95	74	65

- a) Expliquer pourquoi la distance entre la source et le détecteur doit être constante.
 - b) Pourquoi les trois séries de mesures sont-elles différentes ?
 - c) Tracer le graphique donnant n_{moyen} en fonction de d sur papier millimétré.
 - d) Quelle est la forme de la courbe et vers quelle valeur tend-elle? Tracer son asymptote horizontale.
- 4) Déterminer sur le graphique précédent, la demi-épaisseur $d_{1/2}$, c'est-à-dire l'épaisseur du cuivre qui arrête la moitié du rayonnement de la source.

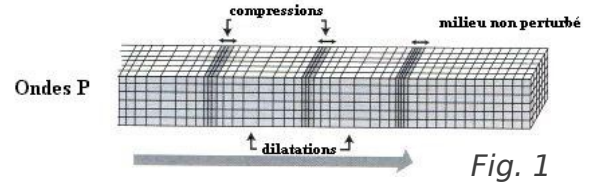
Problème

Les ondes sismiques

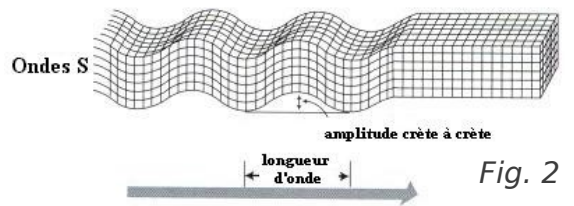
Partie I

Lors d'un séisme, la croûte terrestre est mise en mouvement par des ondes de différentes natures, qui occasionnent des secousses (tremblement de terre). On reçoit d'abord une onde P, se propageant en profondeur dans les solides et les liquides (fig. 1), puis une onde S, se propageant en profondeur uniquement dans les solides (fig. 2) et enfin une onde de Rayleigh R, se propageant à la surface de la croûte lithosphérique.

1. Donner la définition d'une onde mécanique.
2. Expliquer la différence entre une onde longitudinale et une onde transversale. De quel type est l'onde P ?

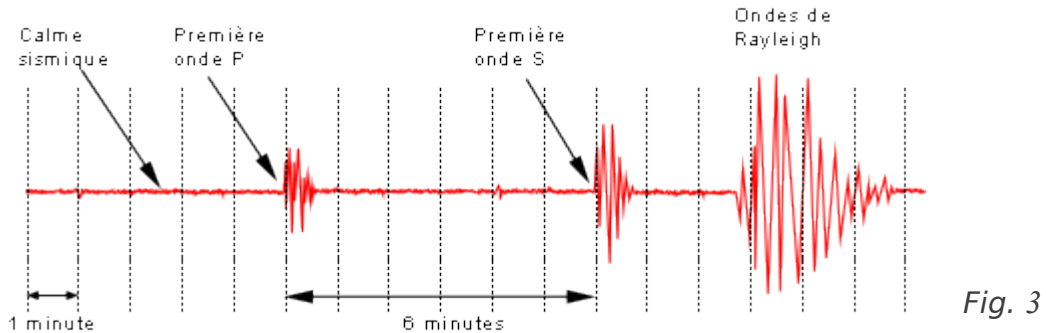


A la figure 3, on voit un enregistrement des secousses (un sismogramme), fait dans une station géologique éloignée de l'épicentre. On admet que l'onde P est arrivée à la station de mesure 12 minutes après le début du séisme dans son épicycle.



3. Classer par ordre croissant les vitesses v_P , v_S , v_R des ondes P, S et R. Justifier brièvement.
4. On sait que la vitesse des ondes P est $v_P = 6 \text{ km/s}$. Déterminer la distance D de la station à l'épicentre du séisme puis, en s'appuyant sur la figure 3, la vitesse des ondes S et R.

Partie II

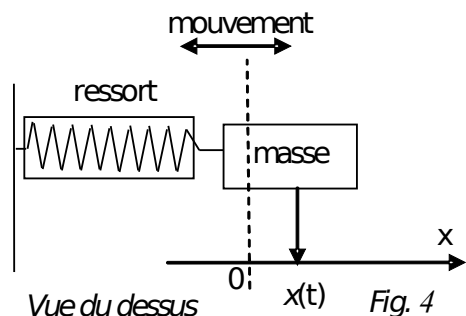


Le sismographe est un appareil qui permet d'étudier les tremblements de terre. Il peut être modélisé par un ressort horizontal de raideur $k = 6,2 \text{ N.m}^{-1}$, relié à une masse $m = 25 \text{ g}$ glissant sur un support horizontal (fig. 4). On négligera les frottements pour notre étude. En l'absence de séisme, le système est immobile dans la position d'équilibre ($x = 0$).

- 1) Faire le bilan des forces s'exerçant sur la masse m pour une position $x > 0$ et les reporter sur un schéma.
- 2) Etablir l'équation différentielle du mouvement.
- 3) Vérifier que la fonction $x(t) = x_{\max} \cdot \cos(\omega_0 t + \phi_0)$ est une solution de l'équation différentielle (x_{\max} et ϕ_0 sont des constantes) et exprimer ω_0 en fonction de k et m .
- 4) Calculer la pulsation propre ω_0 et la période propre T_0 de l'oscillateur.

A la date $t = 0 \text{ s}$, la masse m est dans sa position d'équilibre. Une secousse sismique lui donne une vitesse initiale $v_0 = 0,31 \text{ m/s}$.

- 5) Déterminer la valeur des constantes x_{\max} et ϕ_0 .
- 6) Pourquoi en réalité le ressort doit-il comporter un amortisseur ? Lequel des deux régimes (pseudopériodique et apériodique) est le mieux adapté pour un sismographe ? Justifier brièvement.



Etude de documents

Des champs magnétiques intenses dans l'Univers jeune

D'intenses champs magnétiques auraient été engendrés peu de temps après le Big Bang, lors de la formation des premières étoiles. C'est ce que suggèrent les simulations numériques que vient de réaliser une équipe pilotée par Christoph Federrath et Gilles Chabrier, du Centre de recherche astrophysique de l'ENS de Lyon.

Ces champs magnétiques intenses (à l'échelle astronomique, soit une dizaine de microgauss) résulteraient de l'amplification de champs faibles présents dans le jeune Univers. En effet, pendant les premières centaines de millions d'années, celui-ci est rempli de plasma, c'est-à-dire un gaz de particules ionisées. Sous l'action de mouvements turbulents engendrés, par exemple, par des explosions d'étoiles en supernovae, ces particules chargées se déplacent. Elles engendrent ainsi par effet dynamo un faible champ magnétique et l'amplifient exponentiellement jusqu'à des intensités élevées.

Dans leurs simulations, les chercheurs ont principalement examiné l'influence sur la turbulence de la compressibilité du plasma et du mécanisme d'injection de l'énergie. En effet, un plasma peu compressible diminue la turbulence, tandis que l'injection d'énergie l'augmente. Ils ont ainsi considéré des flux de matière dont la vitesse par rapport à celle du son dans le plasma, ou nombre de Mach, varie de 0,02 à 20. C'est la première fois qu'une plage de vitesse relative aussi large est prise en compte. Des valeurs justifiées dans le cadre de simulations astrophysiques, car les supernovae peuvent accélérer de la matière jusqu'à Mach 100 ! La matière ainsi éjectée à grande vitesse entraîne alors une modification importante de la compression du gaz interstellaire et galactique et y engendre de la turbulence.

Les chercheurs ont ainsi quantifié l'amplification du champ magnétique due à la turbulence en fonction de la compressibilité. Leurs résultats montrent que les champs magnétiques s'accroissent brutalement lorsque la turbulence passe d'un régime subsonique à un régime supersonique. De plus, si des champs puissants peuvent être engendrés uniquement grâce à la compression du plasma par la turbulence, l'effet dynamo est plus efficace si cette dernière engendre aussi des mouvements de rotation du gaz.

En tenant compte de l'existence de puissants champs magnétiques, il devient possible d'expliquer la présence de plasma magnétisé dans le milieu intergalactique et dans les galaxies.

Stéphane Fay. Pour la Science 04/10/2011.

1. La valeur l'intensité du champ magnétique à la surface de la Terre est de l'ordre de 0,5 gauss. Comparer cette valeur à celles de champs intenses décrits dans le texte. Le rapport entre ces deux valeurs reste-t-il le même à une distance astronomique de la Terre?
2. Que pouvez dire de la vitesse du plasma, lorsqu'il est éjecté par une supernova ?
3. Donner une brève explication de la notion de turbulence.
4. Que se passe-t-il lorsque la turbulence dépasse la vitesse du son dans le plasma ?
5. Pourquoi la formation d'une supernova est-elle une source de champs magnétiques très intenses?
6. Quel est l'âge d'un Univers jeune selon l'auteur ?

Questionnaire à choix multiples

Optique

Les questions qui suivent n'admettent **qu'une seule réponse correcte**. Aucune justification n'est demandée. Parmi les propositions, référencées a, b, c et d, **cocher l'unique bonne réponse dans la grille fournie page 8**. Cette grille devra rester anonyme et être agrafée avec votre copie. Il n'y a pas de points négatifs pour les mauvaises réponses.

Exemple : 0- Albert Einstein était:

- a) un chanteur de jazz
- b) un peintre
- c) un physicien
- d) un dentiste

Ecrire, comme dans l'exemple suivant, sur la copie prévue à cet effet page 8 :

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

1. Parmi les affirmations suivantes indiquer celle qui est vraie:
 - a) Le photon a la même masse que l'électron.
 - b) Pour un faisceau monochromatique, plus le faisceau est intense, plus l'énergie transportée par chaque photon est importante.
 - c) Dans un faisceau parallèle de lumière blanche, tous les photons ont la même énergie.
 - d) Dans le vide, les photons se déplacent à la même vitesse quelque soit la longueur d'onde associée.

2. Associer les longueurs d'ondes avec leurs domaines correspondants dans l'ordre suivant: 200nm, 2μm, 12pm, 550nm, 1400m
 - a) infrarouge, ultraviolet, visible, rayon γ , ondes radio
 - b) ultraviolet, infrarouge, rayon γ , visible, ondes radio
 - c) ultraviolet, infrarouge, ondes radio, visible, rayon γ
 - d) infrarouge, ultraviolet, rayon γ , visible, ondes radio

3. Un atome de mercure dans son état fondamental absorbe un photon de longueur d'onde $\lambda = 492nm$. Quelle est la variation de l'énergie de l'atome?
Données numériques: $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s et $c = 3,00 \cdot 10^8$ m.s⁻¹
 - a) $4,04 \cdot 10^{-19}$ J
 - b) $1,09 \cdot 10^{-48}$ J
 - c) $2,23 \cdot 10^{-35}$ J
 - d) $1,21 \cdot 10^{-10}$ J

4. L'atome d'hydrogène peut exister à différents niveaux d'énergie donnés en électron-volts par la relation: $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$. Pour passer de son état fondamental au 2^e niveau excité, il doit absorber un photon d'énergie:
 - a) 4,53 eV
 - b) 6,80 eV
 - c) 10,2 eV
 - d) 12,1 eV

5. Une lentille convergente utilisée comme loupe donne d'un objet réel une image:
 - a) virtuelle, renversée, plus grande que l'objet
 - b) virtuelle, droite, plus grande que l'objet
 - c) réelle, renversée, plus petite que l'objet
 - d) réelle, droite, plus grande que l'objet

Suite de cet exercice sur la page suivante

6. La formule de conjugaison d'une lentille mince est donnée par l'expression algébrique:
- a) $\frac{1}{OA} - \frac{1}{OA'} = \frac{1}{OF'}$ c) $\frac{1}{OF} - \frac{1}{OA'} = \frac{1}{OA}$
 b) $\frac{1}{OF'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OA'}$ d) $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$
7. Le grandissement γ d'une image $A'B'$ donnée par une lentille est $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$.
- a) Si $\gamma < 0$, l'image et l'objet sont de même sens c) Si $|\gamma| = 1$, l'image et l'objet sont de même sens
 b) Si $|\gamma| > 1$, l'image est plus petite que l'objet d) Si $|\gamma| > 1$, l'image est plus grande que l'objet
8. Une seule de ces affirmations est fausse, laquelle ?
- a) Dans un milieu homogène, la lumière se propage en ligne droite.
 b) Il n'est pas possible d'isoler un rayon lumineux.
 c) Une lumière monochromatique est caractérisée par sa longueur d'onde.
 d) Pour une lentille mince on a $\overline{OF} = -\overline{OF'}$.
9. Un fin faisceau de lumière pénètre sous une incidence $i_1 = 85^\circ$ dans le verre et il est réfracté sous un angle $i_2 = 38^\circ$. La valeur de l'indice de réfraction du verre utilisé vaut:
- a) 1,34 b) 1,45 c) 1,53 d) 1,62
10. Parmi les affirmations suivantes choisir celle qui est correcte :
- a) La longueur d'onde des ondes lumineuses dépend du milieu de propagation.
 b) Dans tous les milieux les ondes lumineuses se propagent à la vitesse de 300000 km.s^{-1} .
 c) Dans un même milieu, la longueur d'onde des radiations bleues est supérieure à celle des radiations rouges.
 d) La fréquence des ondes lumineuses dépend du milieu de propagation.
11. L'onde lumineuse diffractée n'a pas:
- a) la même fréquence que l'onde lumineuse incidente.
 b) la même direction de propagation que l'onde lumineuse incidente.
 c) la même vitesse de propagation que l'onde lumineuse incidente.
 d) la même longueur d'onde que l'onde lumineuse incidente.
12. Une lentille mince convergente donne d'un objet AB une image A'B' renversée et de même taille que l'objet. On mesure sur l'axe optique $AA' = 40\text{cm}$. La distance focale de cette lentille vaut:
- a) $OF' = 25\text{cm}$ b) $OF' = 40\text{cm}$ c) $OF' = 20\text{cm}$ d) $OF' = 10\text{cm}$
13. Un objet réel AB est placé à $1,50\text{m}$ d'une lentille mince convergente de distance focale $\overline{OF'} = 50\text{cm}$. Son image A'B' se trouve à:
- a) $64,7 \text{ cm}$ derrière la lentille b) 75 cm derrière la lentille
 c) $64,7 \text{ cm}$ devant la lentille d) 75 cm devant la lentille

Pour les questions 14 et 15 : Un faisceau lumineux traverse une fente verticale de largeur a . Sur l'écran placé à une distance D , on observe une tache lumineuse centrale de largeur l , ainsi qu'une série de taches lumineuses plus petites de part et d'autre.

14. Le phénomène mis en évidence est une:
- a) diffusion b) dispersion c) diffraction d) réfraction
15. La largeur l de la tache centrale est:
- a) $l = \frac{2\lambda D}{a}$ c) $l = \frac{2\lambda a}{D}$
 b) $l = \frac{2aD}{\lambda}$ d) $l = \frac{\lambda a}{2D}$

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"/>