

**MATURITA DES SECTIONS BILINGUES
FRANCO-TCHÈQUES**

**EXAMEN DE MATURITA BILINGUE
CORRIGÉ**

Année scolaire 2021/2022

Session de mai

ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Durée : 3h

Le sujet est constitué de quatre 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 page de l'annexe (la page 7) est à renuméroter et à rendre avec la copie.

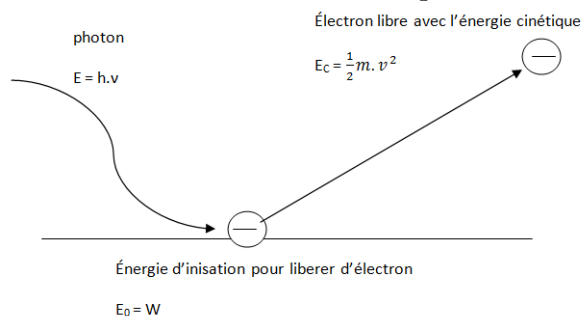
Chaque page x de la copie sera numérotée en bas et à droite « x/n », n étant le nombre total de pages.

Plan du sujet :

- | | |
|---|---|
| 1. Questions de cours..... | Optique corpusculaire– effet photoélectrique;
diagramme énergétique de l'atome d'hydrogène |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Oscillations mécaniques |
| 3. Problème..... | Radioactivité – datation au carbone 14 |
| 4. Étude de documents..... | Stark et Lo Surdo – parallèles et controverses |

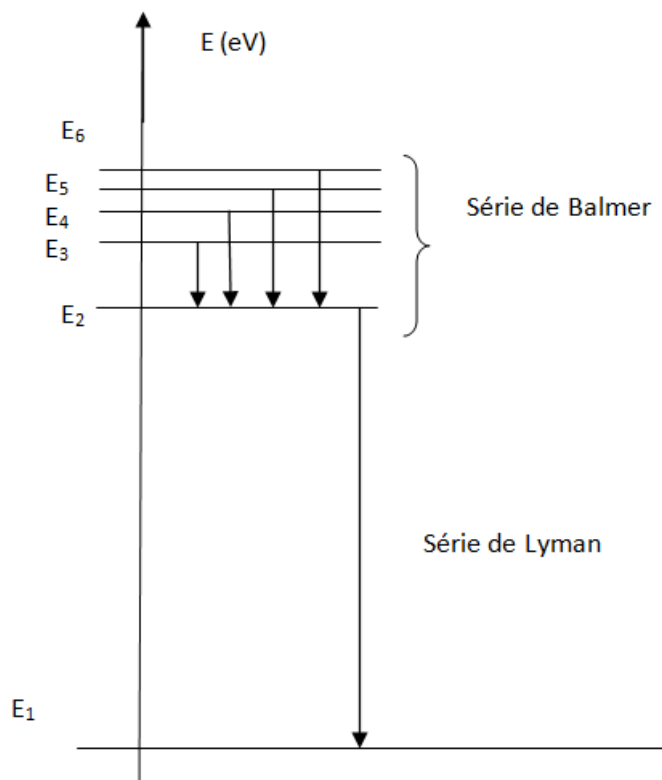
Questions de cours, CORRIGÉ et PROPOSITION d'attribution des points: Optique corpusculaire – effet photoélectrique; diagramme énergétique de l'atome d'hydrogène

1. Les particules de la lumière s'appellent les photons, les propriétés du photon sont: masse nulle, charge nulle, vitesse: vitesse de la lumière dans le vide; **4 x 0,5 point = 2 points**
2. L'électron sur une plaque de métal peut être libéré avec l'énergie du photon plus grande que l'énergie d'ionisation. Le reste de l'énergie du photon est convertie en énergie cinétique d'électron.



énergie d'un photon = énergie d'ionisation d'un électron + énergie cinétique de l'électron
 $E = hf = W_0 + E_c$; **1 point schéma + 1 pt équation + 1 pt explication = 3 pts**

3. La valeur de cette fréquence f_0 dépend de l'énergie d'ionisation de chaque matériel, car l'énergie minimale de photon doit être égale à l'énergie d'ionisation, l'énergie cinétique de l'électron étant nulle: $hf_0 = W_0 + 0 = W_0$ **1 point**
4. E_0 - énergie d'ionisation (**1 point**) avec E_n - énergie (niveau d'énergie) de l'état n (**0,5 point**), n - numéro quantique principal caractérisant l'état du système (**0,5 point**), **en somme 2 points**
5. Il s'agit du niveau (d'énergie) fondamental. **1 point**
6. $E_1 = -13,6$ eV, $E_2 = -3,40$ eV, $E_3 = -1,51$ eV,
 $E_4 = -0,850$ eV, $E_5 = -0,544$ eV, $E_6 = -0,378$ eV
(Les valeurs sont arrondies aux 3 chiffres significatifs car la valeur de E_0 est donnée aux 3 chiffres significatifs (13,6 eV) et le nombre quantique n n'influence pas l'incertitude du résultat.)



Les notations "Série de B., série de L." sont en plus dans le graphe, **6 x 0,5 point + 2 points pour le graphe = 5 points**

7. Ce sont les transitions des niveaux 6, 5, 4, 3 vers le niveau 2. Voir le graphe. **1,5 points**

$$8. \Delta E_{62} = E_2 - E_6 = E_0 \left(\frac{1}{6^2} - \frac{1}{2^2} \right) = -\frac{8 E_0}{36} = -\frac{8 \cdot 3,16}{36} \text{ eV} = -3,022 \text{ eV} = -3,02 \text{ eV}$$

$$\Delta E_{62} = -3,022 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J} = -4,8416 \cdot 10^{-19} \text{ J} = -4,84 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

3 points

9. Comme $\Delta E_{62} < 0 \text{ eV}$, le système qui est l'atome d'hydrogène perd de l'énergie, ici sous forme d'émission du photon. **1,5 points**

Exercice à caractère expérimental, CORRIGÉ et PROPOSITION d'attribution des points: Oscillations mécaniques

1. (5 points) Voir le papier millimétré en Annexe.
2. (2 points) D'après la courbe tracée en question 1, l'amplitude du mouvement a vaut $a = 8,1$ cm et la période T du mouvement vaut $T = 1376$ ms.

3. (2 points)

$$E_{c,0} = \frac{1}{2} m v_0^2 = 1/2 \cdot 0,150 \cdot 0,35^2 \text{ J} = 9,2 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

4. (6 points) Lorsque le mobile passe par sa position d'équilibre, son énergie potentielle élastique est nulle et son énergie cinétique est maximale. Lorsque le mobile passe par le point d'élongation maximale, son énergie potentielle élastique est maximale et son énergie cinétique est nulle. Alors d'après la loi de conservation d'énergie mécanique, l'énergie potentielle élastique au point d'élongation maximale est égale à l'énergie cinétique en position d'équilibre : $E_m = E_{p, \max} = E_{c, 0} = 9,2 \cdot 10^{-3} \text{ J}$. L'énergie potentielle élastique est donnée par la formule $E_p = \frac{1}{2} k_1 x_G^2$.

Si le centre d'inertie du mobile passe par le point d'élongation maximale, son abscisse x_G est donc égale à l'amplitude a .

Alors $E_{p, \max} = \frac{1}{2} k_1 a^2$ et on peut déterminer la valeur de la raideur du ressort k_1 :

$$k_1 = \frac{2 E_{p, \max}}{a^2} = \frac{2 \cdot 9,2 \cdot 10^{-3}}{(8,1 \cdot 10^{-2})^2} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1} = 2,8 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

5. (4 points) La période des oscillations du ressort est donnée par la formule $T = 2\pi\sqrt{m/k_2}$ d'où on obtient la valeur de la raideur du ressort k_2 :

$$k_2 = \frac{4 \pi^2 m}{T^2} = \frac{4 \pi^2 0,150}{1,376^2} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1} = 3,1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}.$$

6. (1 point) Les deux valeurs obtenues sont comparables, l'écart absolu ϵ_{abs} vaut

$$\epsilon_{\text{abs}} = k_1 - k_2 = 2,8 - 3,1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1} = -0,3 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

Problème, CORRIGÉ et PROPOSITION d'attribution des points: Radioactivité – datation au carbone 14

1. A - nombre de nucléons, nombre de masse (**1 point**), Z - nombre de protons, nombre de charge (**1 point**), X - symbole d'un élément chimique (**1 point**)
2. Un noyau est radioactif quand il est capable de se désintégrer spontanément. (**1 point**)
 ${}^{14}_6\text{C} \longrightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e} + ({}^0_0\bar{\nu})$ (**2 points**), ${}^0_{-1}\text{e}$ - électron (**1 point**), $({}^0_0\bar{\nu})$ - antineutrino (**0 point**)
3. Demi-vie est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux radioactifs se désintègre. (**1 point**)
4. $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$, en utilisant la définition de la demi-vie radioactive on a: $N_0/2 = N_0 \cdot e^{-\lambda t_{1/2}}$, d'où on obtient $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$ et donc $N(t) = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t}$ (**2 point**) $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$
5. $t_A = -\frac{\ln(\frac{N(t)}{N_0})}{\ln 2} \cdot t_{1/2} = -\frac{\ln(1,64 \cdot 10^{-2})}{\ln 2} \cdot 5,73 \cdot 10^3 \text{ ans} = 33\,979,8 \text{ ans}$, ce qui est à trois chiffres significatifs égale à $3,40 \cdot 10^4 \text{ ans}$. (**3 points**)
6. Oui, car dans le texte il est écrit que: "ces deux espèces d'hominidés ont cohabité en Europe entre -60 000 ans et -30 000 ans." Notre résultat est dans cet interval. (**1 point**)
7. D'après le tableau on voit que le rapport N/N_0 pour SAPIAND est plus grand que pour ANDER, donc il a y plus de noyaux non décomposés, alors SAPIAND est mort après ANDER. (**1 point**)
8. $t_S = -\frac{\ln(\frac{N}{N_0})}{\ln 2} \cdot t_{1/2} = -\frac{\ln(1,87 \cdot 10^{-2})}{\ln 2} \cdot 5,73 \cdot 10^3 \text{ ans} = 32\,894,9 \text{ ans}$, ce qui est à trois chiffres significatifs égale à $3,29 \cdot 10^4 \text{ ans}$. (**3 points**)
9. Les deux âges des ossements diffèrent de mille ans à quelques dixièmes de cette valeur près. On présume que la durée de vie de ces personnes n'excède pas 100 ans. (**1 point**) La différence trouvée est donc significativement trop grande pour que l'on puisse conclure que les deux personnes auraient pu se rencontrer. Selon les résultats obtenus SAPIAND n'a pas pu massacrer ANDER. (**1 point**)

CORRIGÉ – ÉdD: Stark et Lo Surdo – parallèles et controverses

Proposition pour l'attribution des points: une partie des points est à attribuer pour l'indication et citation pertinente de la partie concrète d'un document utilisée dans la réponse.

1. Exercice (proposition sur nombre de points: 2 points)

L'**effet Zeeman** est le phénomène de l'éclatement (division) en multiplets (p.ex. "en doublets ou triplets", selon le doc. 2) des raies spectrales par un champ magnétique externe.

Par contre l'**effet Stark** est l'éclatement similaire mais obtenu par un champ électrique externe, cf. description de la figure b) (schémas de "tube de décharge" électrique et de "l'éclatement d'une des lignes spectrales d'hydrogène", doublet de la figure b), multiplets sur la figure c).

Facultatif ici: Un multiplet figure sur le timbre suédois (doc.1) avec un schéma avec indication de la polarité + et - des électrodes et d'intensité du champ électrique 5000 V/cm ou V/m) .

2. Exercice (proposition sur nombre de points: 2 points)

L'**effet Doppler** n'est causé ni par un champ magnétique externe (effet Zeeman) ou électrique externe (effet Stark). Ce phénomène est lié selon l'explication de la figure a) du doc. 3 à la direction de l'observation de spectre et direction des "rayons canaux" dont la nature n'y est pas expliquée.

Facultatif: Selon le doc. 3, en configuration perpendiculaire (transversale), l'effet Doppler est nul, en configuration parallèle (longitudinale), l'effet Doppler est à l'origine d'apparition d'un grand nombre de raies ne figurant pas dans le spectre sans effet Doppler.

3. Exercice et question (proposition sur nombre de points: 4 points)

date	expérience ou découverte	doc.
1905	J.S. réalise les recherches sur effet Doppler dans les rayons canaux	3
été 1913	A.L.S. découvre l'éclatement non-Doppler des raies par champ électrique	4
1913	J.S. découvre l'éclatement non-Doppler des raies par champ électrique	2
4.12.1913	J.S. publie ses recherches dans le journal <i>Nature</i>	4
1918	J.S. utilise la méthode expérimentale d'A.L.S. pour observer l'éclatement des raies de l'hélium ionisée par champ électrique	4

Les découvertes se sont passées la même année selon l'article des auteurs italiens intitulé "A simultaneous discovery" - "découverte simultanée" et qui est à l'origine des doc. 2, 3 et 4. On ne peut pas conclure concernant l'indépendance à partir des documents seuls. Seule la phrase par Lo Surdo "Il s'agissait donc d'un nouveau phénomène." indique que Lo Surdo n'a pas vu lien immédiatement donc aussi préalablement avec le résultat de Stark dont l'existence, mais cela constitue une hypothèse à vérifier ou réfuter, il aurait pu apprendre peut-être seulement après une discussion avec Garbasso ou lecture de l'article dans *Nature*. Pour pouvoir conclure, il faudrait consulter plus la littérature primaire.

Selon les documents présentés, malgré la découverte qui semble être simultanée pour les contemporains italiens d'A. Lo Surdo (A. Garbasso, doc. 2) ou les auteurs italiens contemporains (M. Leone et al.), Lo Surdo semble être oublié/ignoré hors d'Italie. Selon le doc. 5, p.ex., le président de l'ARSS dans son discours en 1920 ignore l'existence d'A. Lo Surdo et de sa découverte.

4. Exercice (proposition sur nombre de points: 4 points)

date/période	hommages rendus à Johannes Stark	doc.
1920	J.S. reçoit le Prix Nobel de physique pour l'année 1919, sa découverte de l'éclatement des raies spectrale par champ électrique étant qualifiée "de la plus grande importance scientifique".	2,5
régime nazi en Allemagne ?	J.S. doit occuper un poste important dans la science allemande par le biais du mouvement Deutsche physique. Le nom retenu du phénomène est "effet Stark" au lieu de "effet Stark-Lo Surdo".	6 3 et énoncé des exercices
1979, cca 2000	Des timbres commémorant J.S. sont issus en Suède et au Nicaragua.	
date/période	hommages rendus à Antonino Lo Surdo	doc.
probablement 1913	A. Garbasso appelle le phénomène Stark-Lo Surdo.	2
1919	A.L.S. est nommé professeur de physique à l'Université de Rome.	7
1924	A.L.S. reçoit le Prix royal de physique d'Accadémie des Lynx.	2
dictature fasciste en Italie	A.L.S. exerce une influence considérable dans la science en Italie.	7
2004	Article en <i>PIP</i> des auteurs italiens commémore Lo Surdo et Stark.	2

Selon les documents, J.S. et A.L.S. ont été récompensé pendant leurs vies pour leur découvertes, J.S. et en Allemagne et mondialement, A.L.S. significativement seulement localement en Italie. L'article de M. Leone et al. (doc. 2) sort A.L.S. et sa découverte d'un possiblement long oubli international.

5. Question (proposition sur nombre de points: 4 points)

Question ouverte (argumentation pour et contre est demandée) - il n'y a pas de réponse a priori correcte. Attribution des points selon la qualité d'argumentation développée et la clarté de l'expression.

6. Question (proposition sur nombre de points: 4 points)

Question ouverte (avis personnel argumenté est demandé) - il n'y a pas de réponse a priori correcte. Attribution des points selon la qualité d'argumentation développée et la clarté de l'expression.

ANNEXE : EcE: Oscillations mécaniques, graphe