

**MATURITA DES SECTIONS BILINGUES
FRANCO-TCHÈQUES**

EXAMEN DE MATURITA BILINGUE

Année scolaire 2022/2023

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.

L'annexe (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..... | Radioactivité et énergie nucléaire |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Gaz parfait |
| 3. Problème..... | Tennis |
| 4. Étude des documents..... | Âge de la Terre |

Questions de cours: Radioactivité et énergie nucléaire

Données:

la charge élémentaire $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

la célérité de la lumière dans le vide $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

la masse d'un proton $m_p = 1,672\,65 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

la masse d'un neutron $m_n = 1,674\,96 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

la masse d'un noyau d'hélium $m_{\text{He}} = 6,6447 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

extrait de tableau périodique $_{50}\text{Sn}$, $_{51}\text{Sb}$, $_{52}\text{Te}$, $_{53}\text{I}$, $_{54}\text{Xe}$

1. On dit d'une désintégration radioactive qu'elle est aléatoire, inéluctable et spontanée. Définir ces trois termes décrivant trois propriétés des désintégrations radioactives.
2. Expliquer le terme isotope. Écrire les noms et les représentations symboliques des trois isotopes d'hydrogène qui existent.
3. On considère un atome de chlore Cl dont le noyau contient 18 neutrons et porte une charge totale égale à $27,24 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Donner la représentation symbolique de ce noyau.
4. L'iode $^{131}_{53}\text{I}$ est radioactif β^- . Écrire l'équation de sa désintégration.
5. Formuler par une phrase la loi de décroissance radioactive et l'exprimer par une formule.
6. Une source radioactive de chrome $^{51}_{24}\text{Cr}$ contient $5,9 \cdot 10^{12}$ noyaux. La demi-vie radioactive de ce radionucléide est 28 jours. Quel sera le nombre de noyaux de chrome $^{51}_{24}\text{Cr}$ présents dans la source au bout de 14 jours?
7. Définir le défaut de masse d'un noyau et donner la formule pour la détermination de sa valeur.
8. Donner la définition de l'énergie de liaison d'un noyau et détailler la formule de l'énergie de liaison d'un noyau d'hélium ^4_2He en appliquant la formule de la question précédente.
9. Tracer la courbe d'Aston et indiquer où se trouvent les noyaux stables, les noyaux qui subissent une fusion nucléaire et les noyaux qui subissent une fission nucléaire.
10. Pourquoi est-il plus facile de réaliser une fission qu'une fusion nucléaire?

Exercice à caractère expérimental: Gaz parfait

On connecte une seringue graduée d'un volume maximal de 20 ml remplie d'air à un manomètre. La température et la quantité de matière sont constantes pendant cette expérience. On comprime progressivement l'air dans la seringue et on observe les variations de la pression de l'air. Les valeurs mesurées sont présentées dans le tableau suivant:

V (en ml)	19,0	15,0	12,0	9,0	7,0	5,0
p (en kPa)	52	69	84	111	142	200

1. Compléter le tableau 1 de l'annexe (page 7) et calculer la moyenne arithmétique des valeurs du produit pV .
2. Justifier que les résultats de l'expérience vérifient la loi de Boyle-Mariotte (transformation isotherme).
3. Compléter le tableau 2 de l'annexe (page 7) et tracer, sur papier millimétré, la courbe représentative de p en fonction de $\frac{1}{V}$.
4. Quelle est la nature de la courbe $p = f\left(\frac{1}{V}\right)$ de la question 3? Déterminer son coefficient directeur k .
5. Écrire l'équation d'état du gaz parfait. Exprimer le coefficient directeur k en fonction de n , R et T .
6. Sachant que la température de l'air pendant l'expérience est 20°C et que la quantité de matière de l'air $n = 4,0 \cdot 10^{-4}$ mol, calculer la valeur expérimentale de la constante des gaz parfaits R_{exp} .
7. Calculer le biais de mesure entre la valeur expérimentale et la valeur théorique $R_{th} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Préciser le nombre des chiffres significatifs de ce résultat de biais de mesure et le nombre de chiffres significatifs de R_{exp} . Commenter la qualité du résultat (R_{exp}) obtenu.

Problème: Tennis

Le but de cet exercice est d'analyser deux situations de tennis. On travaille dans le référentiel terrestre, supposé galiléen. On assimile la balle à un point matériel, donc on néglige le frottement de l'air et la rotation de la balle.

Le marquage au sol divise le court comme suit :

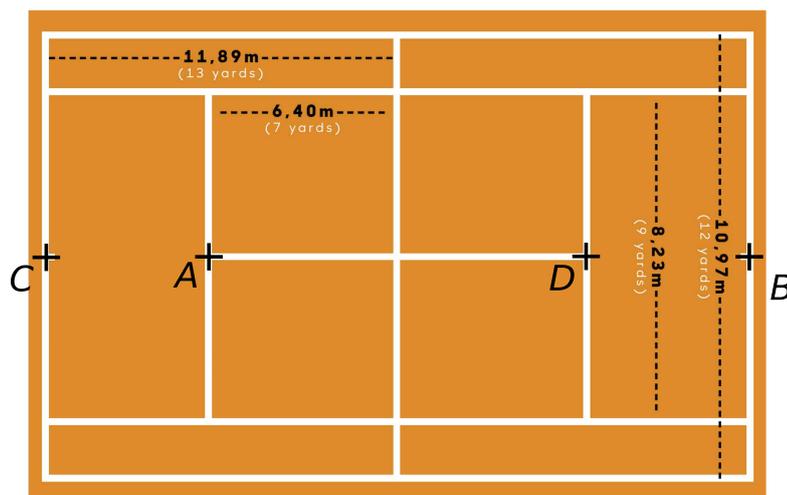
- lignes verticales sur l'image (demi court) distantes de:

6,40 m et 11,89 m

- lignes horizontales sur l'image distantes de:

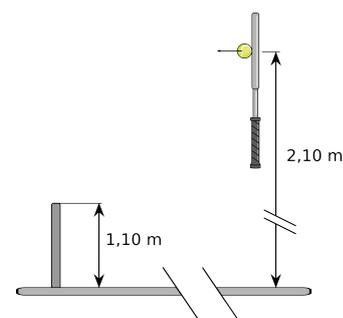
8,23 m et 10,97 m.

La hauteur du filet est de 1,10 m.



Partie A – Le smash

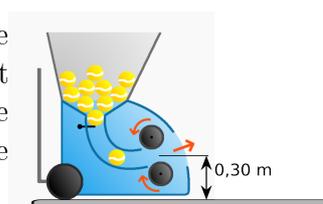
Le smash (česky: smeč) au tennis est fait avec la raquette à bras levé, où la direction du vecteur vitesse de la balle est horizontale. Le joueur se trouve au point A et dirige la balle vers le point B. La situation est schématisée sur les figures ci-dessus et ci-contre.



1. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la balle lors du mouvement entre A et B. L'accompagner par un schéma avec les axes du repère
2. Appliquer la deuxième loi de Newton et en déduire les équations horaires décrivant le mouvement de la balle.
3. La balle quitte la raquette avec une vitesse initiale v_A de $98,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. La balle touche-t-elle le sol du court entre les points B et D? Justifier par calcul.

Partie B – Lanceur de balles

Une autre situation d'entraînement utilise un lanceur de balles pour entraîner le retour du service. Le lanceur est situé au point C et jette la balle avec une vitesse initiale v_C sous un angle de tir α . On désire que la balle arrive exactement au point D.



1. Récrire les équations horaires de la partie A pour qu'elles satisfassent la situation du lancement.
2. Établir l'équation de la trajectoire, donner son nom et la représenter sur un schéma.
3. Calculer la vitesse du lancement v_C pour que la balle arrive au point D. L'angle α vaut $20,0^\circ$.

Étude des documents: Âge de la Terre

(Documents selon Annales ABC du BAC Contrôle continu Enseignement scientifique 1re, Nathan, 2020)

Détermination de l'âge de la Terre par Aristote et par Ussher

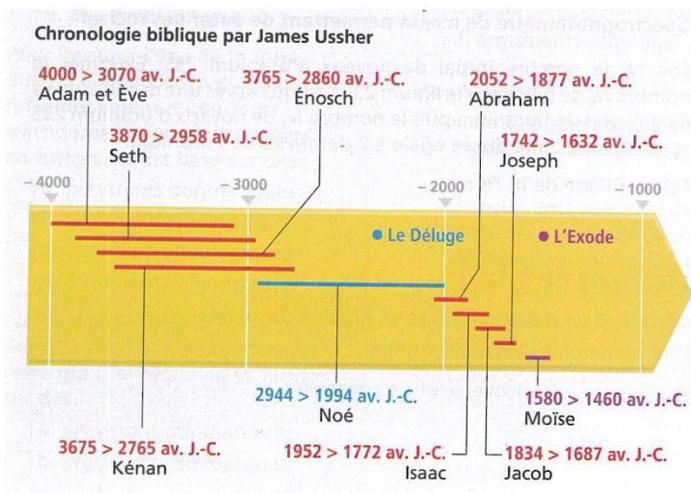
DOC. 1 La terre selon Aristote (384 – 322 avant J. - C.)

On peut voir clairement que l'ensemble du ciel n'a pas été créé, qu'il ne peut pas davantage périr, comme le disent quelques philosophes, mais qu'il est un et éternel, et qu'il n'a ni commencement ni fin, durant toute l'éternité.

(D'après Traité du ciel (II - 1) d'Aristote. Il faut prendre en compte que le terme du "ciel" chez Aristote aurait notre équivalent de "l'Univers".)

DOC. 2 L'âge de la Terre selon Ussher

James Ussher (1581 - 1656) est un archevêque et un théologien irlandais. Son calcul de l'âge de la Terre est basé sur la lecture de textes sacrés.



Détermination de l'âge de la Terre par Buffon

En 1774, Georges-Louis Leclerc, comte de Buffon (1707 – 1788) cherche à déterminer expérimentalement l'âge de la Terre. Après avoir énoncé son problème, il émet une hypothèse puis conçoit un protocole expérimental dont l'interprétation des résultats lui permet de tester cette hypothèse et de résoudre son problème.

DOC. 3 Hypothèse de Buffon

Buffon sait que de nombreux mineurs observent une augmentation de la température au fond des mines. Cette augmentation de la température liée à la profondeur le conduit à penser que la Terre était une sphère pleine constituée de matériaux en fusion lors de sa formation et qu'elle se refroidit à sa surface depuis. La circonférence et le rayon de la Terre étant connus depuis Ératosthène, il considère que la durée de refroidissement est proportionnelle au diamètre d'un boulet en fer chauffé et il extrapole à la Terre les mesures de refroidissement de boulets en fer préalablement chauffés.

DOC. 4 Expérience mise en œuvre par Buffon

J'ai fait faire dix boulets de fer forgé [chauffés jusqu'à incandescence]: le premier d'un demi-pouce de diamètre; le second d'un pouce; le troisième d'un pouce et demi [et ainsi de suite procédant par augmentation d'un demi-pouce jusqu'au dixième boulet de 5 pouces].

Avant de rapporter les expériences, j'observerai:



1. Qu'on a laissé refroidir les boulets dans une cave où le thermomètre était à peu près à dix degrés au-dessus de la congélation; et c'est ce degré que je prends pour celui de la température actuelle de la Terre.
2. J'ai cherché à saisir deux instants dans le refroidissement: le premier où les boulets ont cessé de brûler, c'est-à-dire le moment où on pouvait les toucher et les tenir avec la main pendant une seconde sans se brûler; le second jusqu'au point de la température actuelle, c'est-à-dire à dix degrés au-dessus de la congélation. Et pour connaître le moment de ce refroidissement jusqu'à la température actuelle, on s'est servi d'autres boulets de comparaison de même matière et de même diamètre qui n'avaient pas été chauffés et que l'on touchait en même temps que ceux qui avaient été chauffés.
(D'après l'œuvre encyclopédique de Buffon Histoire naturelle, générale et particulière en 36 volumes publiés de 1749 à 1804)

DOC. 5 Résultats expérimentaux obtenus par Buffon

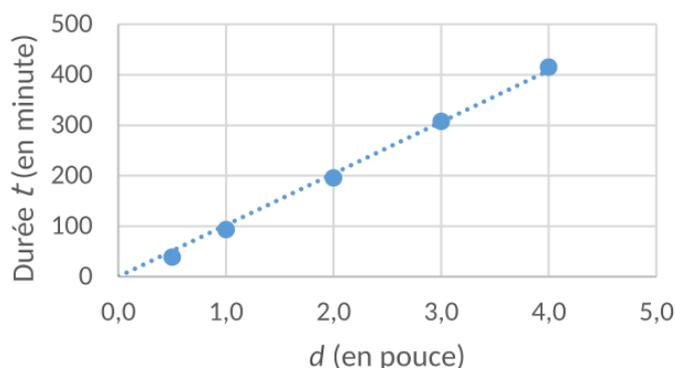
Diamètre d du boulet (en pouce)	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
Durée t de refroidissement du boulet (en minute)	39	93	196	308	415

Données:

1 pouce = 2,7 cm

Rayon de la Terre: $R = 6400$ km

$$t = f(d)$$



Questions

1. Que pensait Aristote de l'âge de la Terre?
2. Quand la Terre a-t-elle été formée selon Ussher? Sur quoi s'est basé James Ussher pour calculer l'âge de la Terre?
3. Rédiger un paragraphe pour décrire la méthode appliquée par Buffon.
4. D'après le document 5, vérifier que les résultats expérimentaux permettent à Buffon de valider son hypothèse. Puis trouver l'équation de la proportionnalité représentant l'évolution de la durée t de refroidissement d'un boulet en fonction de son diamètre d .
5. Déterminer l'âge de la Terre (en années) avec la méthode de Buffon en précisant les étapes du calcul.
6. Les théories réalisées par Aristote et par Ussher sont-elles dogmatiques ou scientifiques? Justifier la réponse. Même question pour la détermination de l'âge de la Terre réalisée par Buffon.

ANNEXE à rendre avec la copie

Škola
Jméno
Třída

Tableau 1:

V (en ml)	19,0	15,0	12,0	9,0	7,0	5,0
p (en kPa)	52	69	84	111	142	200
pV (en)						

Tableau 2:

V (en m ³)						
p (en Pa)						
$\frac{1}{V}$ (en m ⁻³)						