

**MATURITA DES SECTIONS BILINGUES
FRANCO-TCHÈQUES**
EXAMEN DE MATURITA BILINGUE BLANCHE

Année scolaire 2022/2023

Session de mars 2023

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.

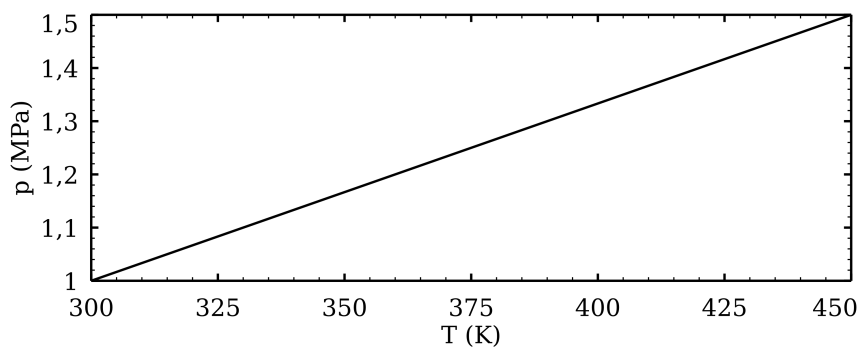
Chaque page x de la copie sera numérotée en bas et à droite « x/n », n étant le nombre total de pages.

Plan du sujet :

- | | |
|---|---------------------------|
| 1. Questions de cours..... | Gaz parfait |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Chute libre |
| 3. Problème..... | Cycle CNO |
| 4. Étude de documents..... | Centrales photovoltaïques |

Questions de cours: Gaz parfait

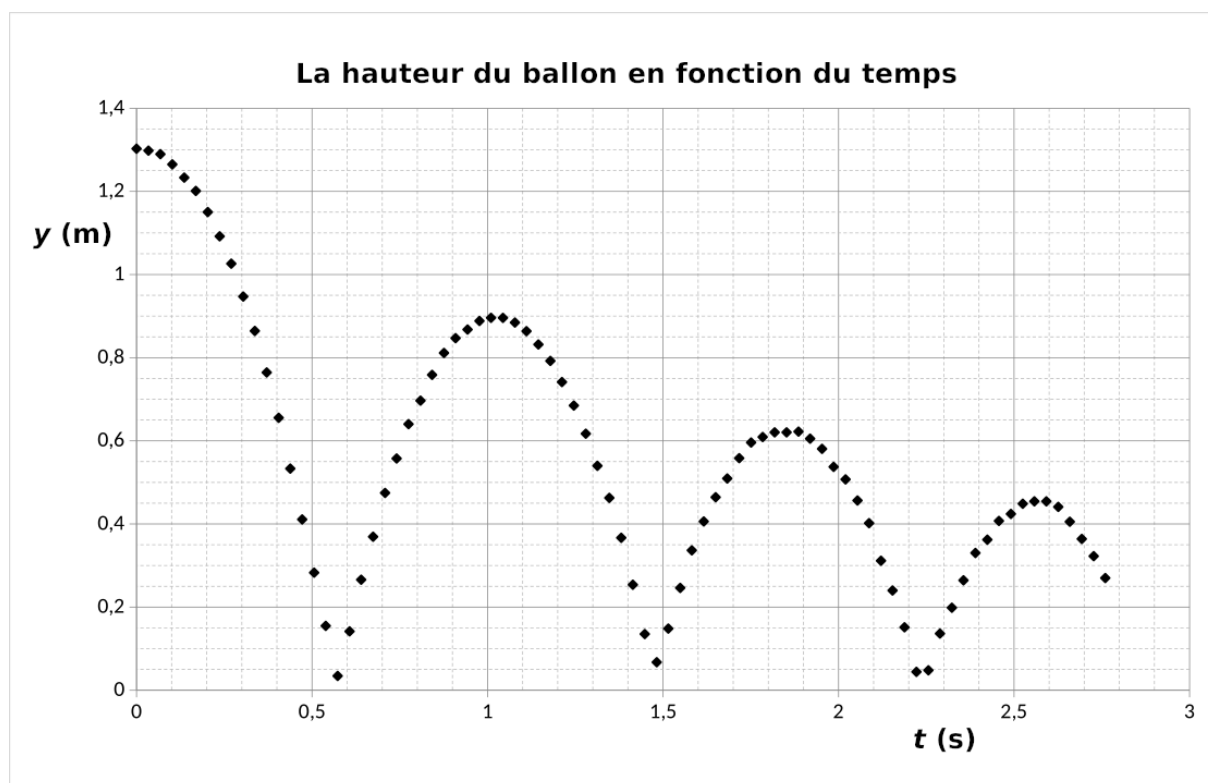
1. Qu'est-ce que l'agitation thermique? Quelle est l'influence de la température?
2. Les gaz sont expansibles et compressibles. Qu'est-ce que cela signifie?
3. Donner la direction, le sens et le point d'application de la force pressante exercée par un gaz sur la paroi d'un récipient.
Illustrer par un schéma la force pressante en deux points différents de la paroi d'un récipient sphérique.
4. Définir la pression et donner son unité. Nommer deux autres unités pratiques de la pression.
5. Qu'est-ce que le zéro absolu? À quel phénomène correspond la température de 373,15 K? Écrire la relation entre la température T en K et la température θ en °C.
6. Donner l'équation d'état du gaz parfait. Préciser tous les termes y figurant avec leur unité.
7. Préciser les hypothèses du modèle du gaz parfait.
8. Exprimer la loi de Boyle-Mariotte. Dessiner le diagramme $p - V$.
9. Le diagramme suivant représente une transformation d'un gaz formé de $1,21 \cdot 10^{25}$ molécules. On donne $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ et $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.
 - (a) Calculer la quantité de matière.
 - (b) Indiquer la grandeur physique conservée et calculer sa valeur en s'appuyant sur les données du diagramme.



Exercice à caractère expérimental: Chute libre

Un petit ballon élastique de masse $m = 8,5 \text{ g}$, identifiable à un objet ponctuel, est lâché sans vitesse initiale à une hauteur initiale y_0 . Il descend, rebondit, puis remonte, redescend et ainsi de suite, en suivant une direction verticale. L'origine O du repère est placée par terre, à la verticale de la position initiale. L'axe Oy est dirigé vers le haut. Le temps $t = 0 \text{ s}$ correspond au moment où le ballon est lâché. A l'aide d'un sonar, on mesure sa hauteur en fonction du temps $y = f(t)$. On prendra $g = 9,80 \text{ m/s}^2$.

1. Faire un schéma de la situation initiale avec le repère.
2. À l'aide d'un autre schéma et quelques phrases, expliquer le principe général du fonctionnement d'un sonar.
3. On obtient le graphe suivant.



Déterminer:

- (a) la hauteur initiale y_0 et la date t_1 où le ballon touche le sol pour la première fois,
 - (b) avec quelles incertitudes $u(y_0)$ et $u(t)$ évalue-t-on les valeurs de la hauteur et du temps à partir de ce graphe.
4. Mouvement de chute:
 - (a) Montrer théoriquement que dans le cas de la chute libre, l'accélération $\vec{a} = \vec{g}$.
 - (b) Dans le cas de chute libre, quelle serait la durée Δt_A nécessaire au ballon pour descendre de sa hauteur initiale y_0 au sol?
 - (c) La descente du ballon, peut-elle être considérée réellement comme une chute libre? Justifier quantitativement.
 - (d) Calculer la vitesse v_1 du 1^{er} impact au sol.

5. On désigne:

y_{\max} ... les hauteurs maximales succesives que le ballon atteint au cours de son mouvement,

E_P ... l'énergie potentielle du ballon correspondante au maximum,

ΔE ... la diminution de l'énergie mécanique entre deux rebonds succesifs.

(a) Recopier et remplir le tableau suivant:

	position initiale (1 ^{er} maximum)	2 ^e maximum	3 ^e maximum	4 ^e maximum
y_{\max} (m)				
E_P (J)				
ΔE (J)	_____			

(b) Expliquer la diminution de l'énergie mécanique entre deux rebonds succesifs.

(c) À l'aide de calculs et des données du tableau, évaluer si le pourcentage de perte d'énergie mécanique peut être considéré comme constant.

Problème: Cycle CNO

Au sein des étoiles dont la température centrale avoisine 10^8 K et qui ont une masse supérieure à celle du Soleil se produit une série de réactions nucléaires appelée cycle CNO. Le noyau du carbone $^{12}_6\text{C}$ joue le rôle de catalyseur: il entre dans une suite de réactions, mais finalement sort intact à la fin du cycle. Le cycle est représenté sur la figure ci-dessous. La découverte de cette chaîne de réactions a valu le prix Nobel à Hans Albrecht Bethe en 1967.

Données:

carbone $^{12}_6\text{C}$... $m_{\text{C}} = 11,99671$ u

azote $^{13}_7\text{N}$... $m_{\text{N}} = 13,00190$ u

hydrogène ^1_1H ... $m_{\text{H}} = 1,00728$ u

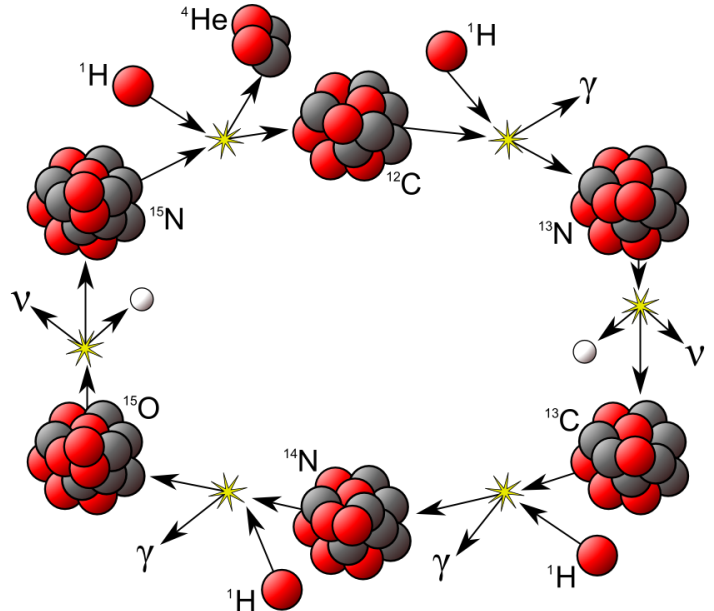
électron $^0_{-1}\text{e}$... $m_{\text{e}} = 5,486 \cdot 10^{-4}$ u

positron $^0_{+1}\text{e}$... $m_{\text{e}} = 5,486 \cdot 10^{-4}$ u

1 u = $1,6605 \cdot 10^{-27}$ kg

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

$h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J · s



Partie A

- Écrire les deux premières réactions nucléaires du cycle en commençant par $^{12}_6\text{C}$. Indiquer pour chaque particule le nombre de protons et le nombre de nucléons. Le symbole ν représente la particule neutrino $^0_0\nu$.
- Faire un bilan des réactifs (types de particules, leur nombre) et des produits (types de particules, leur nombre) du cycle entier.
- Calculer l'énergie libérée au cours de la première réaction qui conduit du carbone $^{12}_6\text{C}$ à l'azote $^{13}_7\text{N}$. Exprimer le résultat en J et en MeV.
- L'azote $^{13}_7\text{N}$ est radioactif avec un temps de demi-vie de 9,965 min.
 - Calculer sa constante radioactive.
 - Combien y a-t-il de noyaux dans 1 kilogramme de noyaux de $^{13}_7\text{N}$ pur ?
 - Calculer l'activité d'un kilogramme de $^{13}_7\text{N}$.

Partie B

- Lorsqu'un positron collisionne avec un électron, ils se transforment en deux photons γ identiques. C'est-à-dire qu'on observe une transformation directe de l'énergie de masse en énergie de rayonnement.
 - Calculer l'énergie de masse du système électron + positron.
 - Calculer l'énergie d'un photon γ créé.
 - Calculer la longueur d'onde associée au photon γ .

Etude de documents: Centrales photovoltaïques

De la physique quantique aux cellules photovoltaïques

Au début du XX^e siècle, la physique connaît une révolution conceptuelle à travers la vision quantique qui introduit un comportement probabiliste de la nature. Le caractère discret des spectres de raies d'émission des atomes s'explique de cette façon. L'exploitation technologique des matériaux semi-conducteurs, et en particulier du silicium, en est également une conséquence. Ces matériaux sont utilisés en électronique et sont constitutifs des cellules photovoltaïques. Celles-ci absorbent l'énergie radiative et la convertissent en énergie électrique (cf la figure 1 d'un exemple des caractéristiques électriques).

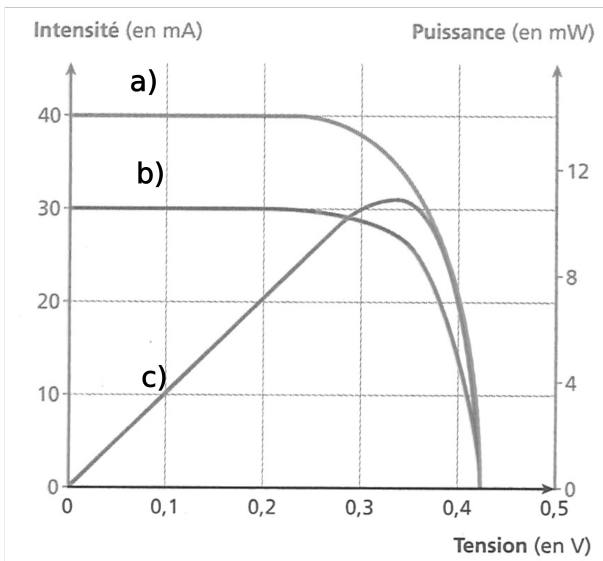


Figure 1

Les cellules photovoltaïques installées à la surface de la Terre sont le plus souvent constituées de silicium, un matériau semi-conducteur. Son spectre d'absorption ainsi que le spectre d'émission solaire sont représentés sur la figure 2.

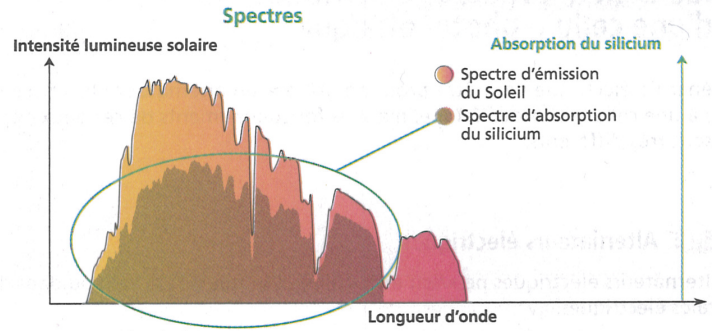


Figure 2

Les centrales photovoltaïques du monde

Dans le Queensland en Australie, le Kennedy Energy Park, mis en service en 2020, est la première centrale électrique au monde à associer sur un même site des éoliennes, des panneaux photovoltaïques et des accumulateurs électrochimiques lithium-ion. Cette centrale électrique comporte un parc de panneaux photovoltaïques pouvant produire une puissance électrique de 15 MW, avec un rendement global égal à 20 % et 12 éoliennes pouvant produire chacune une puissance électrique de 3,6 MW, soit environ 43 MW au total.

La plus grande centrale photovoltaïque flottante d'Europe a été inaugurée en 2019 en France, à Piolenc dans le Vaucluse. Elle est installée sur un lac artificiel abandonné, dans une ancienne carrière d'extraction de granulats. Ses 47 000 panneaux photovoltaïques permettent de délivrer une puissance électrique de 17 MW, ce qui correspond à la puissance électrique consommée par environ 10 000 personnes. Grâce à ce projet et à 3 éoliennes également installées sur la commune, Piolenc se targue d'être une commune à énergie positive, c'est-à-dire qu'elle produit plus d'électricité qu'elle n'en consomme.



Figure 3

Le potentiel des centrales photovoltaïques flottantes est important: si on installait des centrales solaires flottantes sur tous les lacs artificiels et barrages français, une puissance électrique de 10 GW pourrait être délivrée, soit l'équivalent de 10 réacteurs nucléaires.

L'installation de ces centrales ouvre également des nouvelles opportunités pour la transition énergétique, car elles n'entrent pas en concurrence avec l'activité agricole. De plus, l'alliance du plan d'eau et de la centrale permet une optimisation de la production par refroidissement des panneaux photovoltaïques et une préservation de la ressource en eau par réduction du phénomène d'évaporation. Le rendement global est ainsi environ 5% plus

élevé par rapport aux centrales photovoltaïques classiques.

Toutefois, même si les centrales flottantes ne recouvrent jamais totalement les plans d'eau pour laisser passer la lumière, certaines associations s'inquiètent de l'impact sur la faune sous-marine et sur les oiseaux migrateurs, qui peuvent confondre les panneaux avec l'eau.

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

Questions

1. Comparer le spectre d'absorption du silicium et le spectre d'émission du Soleil reçu sur Terre et expliquer pourquoi le silicium est utilisé dans les panneaux photovoltaïques.
2. Dessiner un schéma d'une chaîne énergétique représentant la conversion d'énergie réalisée dans le Kennedy Energy Park.
3. Calculer la puissance radiative émise par le Soleil et reçue par le parc de panneaux photovoltaïques de la centrale électrique Kennedy Energy Park lorsque le parc de panneaux photovoltaïques produit une puissance électrique de 15 MW.
4. Dans la figure 1, parmi les courbes a), b) et c), laquelle exprime la puissance en fonction de la tension? Justifier.
5. Quelle est la tension et le courant produit par le panneau solaire caractérisé par la figure 1 lorsque sa puissance est maximale (éclairage maximal)?
6. Quel est le rendement global d'une centrale photovoltaïque flottante?
7. Rédiger un paragraphe expliquant les avantages et les inconvénients des centrales photovoltaïques flottantes.