

EXAMEN DE BACCALAUREAT - 2026

Option spécifique Physique – Application des mathématiques

Examen écrit de Physique

Temps à disposition : 4 heures.
Matériel autorisé : formulaire et machine à calculer non programmable.

Nombre de points par problème

Problème 1 : 20 pts
Problème 2 : 15 pts
Problème 3 : 15 pts
Problème 4 : 15 pts
Problème 5 : 15 pts

La note maximale de 6 correspond à 70 points.

Consignes pour l'examen de maturité OS physique

1. Mettre ses noms, prénoms et numéroté les exercices sur chaque double page.
2. Faire un seul exercice par double page.
3. Ecrire à l'encre ou un stylo similaire.
4. Donner les développements ainsi que les réponses littérales.
5. Rendre tous les documents.

- 1) Le Fluor 18 est un isotope radioactif du fluor, principalement utilisé en imagerie médicale par « tomographie par émission de positons » en raison de sa demi-vie très courte et de sa capacité à être accroché par une molécule de glucose. Le Fluor 18 est produit dans un cyclotron. Supposons qu'on injecte dans le sang d'un patient une solution radiologique contenant $N_0 = 1,43 \cdot 10^{12}$ noyaux de Fluor 18.

a) Déterminer la masse de Fluor 18 injectée dans le sang du patient.

L'activité A d'une source radioactive mesure la vitesse à laquelle un échantillon se désintègre. A se mesure en « Becquerel » (abrégé Bq). **1 Bq équivaut à une désintégration par seconde.** Dans le cas présent, un noyau de Fluor 18 se transforme en un noyau d'Oxygène 18 stable avec émission d'un positon (électron positif). Lors de l'examen clinique, la détection des positons permet de visualiser les processus métaboliques du corps dans les zones cancéreuses. Le tableau ci-dessous donne l'activité de la solution de Fluor 18 injectée dans le sang du patient en fonction du temps.

Temps (min)	10	25	45	60	75	90	110	130
Activité (Bq)	1,461E+8	1,270E+8	1,104E+8	1,009E+8	9,133E+7	8,516E+7	7,553E+7	6,632E+7

L'activité A d'un échantillon radioactif en fonction du temps est une fonction du type **$A(t) = k \cdot e^{-\lambda t}$** , où k et λ sont des constantes.

- b) Représenter la fonction $f(t) = \ln A(t)$ sur une feuille de papier millimétré. Que constate-t-on ?
- c) En utilisant la méthode des moindres carrés, déterminer les valeurs numériques des constantes k et λ et donner leurs unités.
- d) Démontrer que le nombre de noyaux radioactifs **$N = A/\lambda$** . Puis démontrer que **$T_{1/2} = \ln 2 / \lambda$** représente la « demi-vie » d'un isotope radioactif.

Indice : **A** = activité = taux de décroissance de la population = **$-dN/dt$**

e) Calculer la valeur de $T_{1/2}$ pour le Fluor 18.

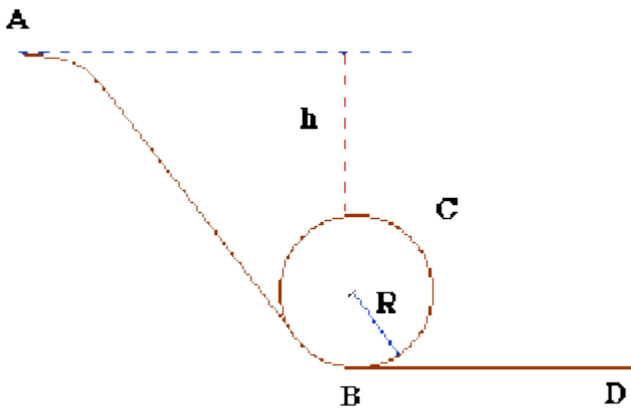
f) Quelle masse de Fluor 18 se sera-t-elle désintégrée entre les instants $t_1 = 1$ heure et $t_2 = 24$ heure ? Quelle proportion de Fluor 18 cela représente-t-il par rapport à la masse initiale ?

Consignes : Pour les alignements, employer la méthode des moindres carrés.

La droite d'équation $y = a \cdot x + b$ telle que la somme $\sum_{k=1}^n (a \cdot x_k + b - y_k)^2$ soit minimale est appelée droite de régression de y

$$\text{en } x. \text{ Ses coefficients sont } a = \frac{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k \cdot y_k - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k^2 - \bar{x}^2} \quad \text{et} \quad b = \bar{y} - a \cdot \bar{x}$$

- 2) Un enfant s'amuse avec un circuit pour bille. Il construit un looping de rayon R . Il lâche des billes en acier de densité ρ_{Acier} et de rayon r . Dans cette première partie, on tient compte de la rotation de la bille, toutefois on néglige r par rapport à h ($r \ll h$).



- Quelle est la masse d'une bille ?
- A quelle hauteur h , au-dessus du looping, doit-il lâcher les billes au minimum pour qu'elles atteignent le haut du looping ?
- A quelle vitesse se déplace alors la bille en haut du looping ?

Ensuite il teste avec une grande boule en plastique de rayon r_p et **on ne tient pas compte de la rotation, mais on tient compte de la position du centre de gravité.**

- Si on lâche la boule de la même hauteur que la bille en métal, quelle accélération (le rapport entre le poids apparent et la masse de la grande boule) subit-elle au bas du looping ? (Si h non trouvée utiliser $h = 12 \text{ cm}$)
- A quelle vitesse minimale la boule doit-elle passer au bas du looping pour pouvoir atteindre le haut du looping ?

Applications numériques :

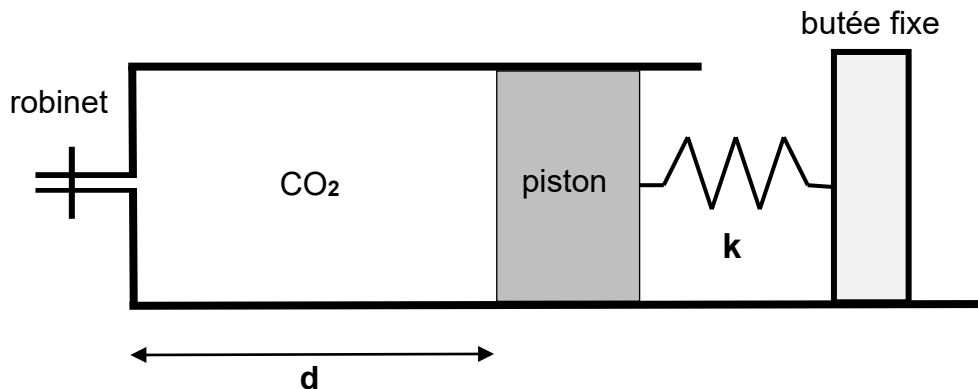
$R = 15 \text{ cm}$

$r = 12 \text{ mm}$

$\rho_{\text{Acier}} = 7800 \text{ kg/m}^3$

$r_p = 10 \text{ cm}$

3) Un cylindre de section **S** est fermé hermétiquement par un piston mobile qui peut se déplacer sans frottement. Le piston est fixé à un ressort de constante **k** (voir le dessin ci-dessous). La pression atmosphérique vaut **p_{atm}**.



Dans un premier temps, le cylindre est rempli de **n** mole de gaz carbonique à une température **θ_1** .

- Quelle masse de gaz contient le cylindre ?
- Pour maintenir le piston en équilibre à une distance **d**, le ressort est comprimé d'une longueur **Δl** . Déterminer alors la pression **p₁** du gaz carbonique et la distance **d**.

Dans un deuxième temps, on garde le piston fixé et on chauffe le gaz carbonique durant **Δt** avec une source de chaleur de puissance **P** et de rendement **η** .

- Déterminer les nouvelles température **θ_2** et pression **p₂** du gaz carbonique.

Dans un troisième temps, on ouvre le robinet, tout en maintenant toujours le piston fixé.

- Si la température ne change pas, déterminer la masse de gaz carbonique **Δm** qui va alors s'échapper du cylindre.

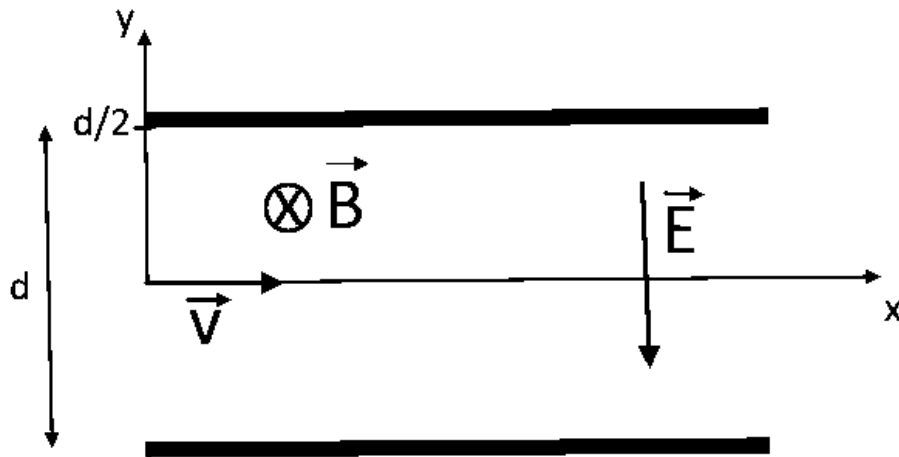
Applications numériques :

S = 50 cm²	k = 5 N/cm	$\Delta l = 10$ cm	p_{atm} = 10⁵ Pa	n = 0,2 mole
$\theta_1 = 27^\circ\text{C}$	P = 3 W	$\eta = 0,6$	$\Delta t = 2$ min	

4) Un électron est accéléré par une tension U .

a) Quelle est sa vitesse ?

b) Il entre dans un sélecteur de vitesse de champ électrique E . Que vaut le champ magnétique B pour que l'électron continue tout droit ?



L'espace entre les plaques vaut d .

c) Si le champ électrique est inactif lorsque l'électron entre, ou percutera-t-il les plaques ? Après combien de temps ?

d) Et si au contraire c'est le champ magnétique qui est inactif lorsque l'électron entre, ou percutera-t-il les plaques ? Après combien de temps ?

L'expérimentateur se trompe et au lieu d'envoyer des électrons, il envoie des protons en inversant la tension U .

e) Comment vont se comporter les protons ? (Justifier)

i) Ils continuent tout droit

ii) Ils sont déviés vers le haut (y)

iii) Ils sont déviés vers le bas ($-y$)

Applications numériques :

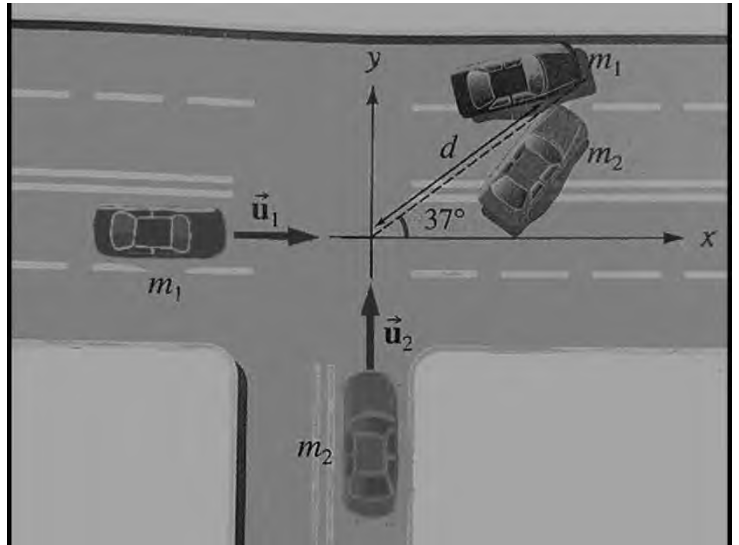
$U = 4 \text{ kV}$

$E = 2400 \text{ N/C}$

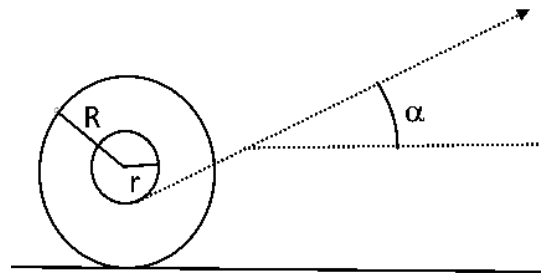
$d = 9 \text{ cm}$

5) Répondre aux questions suivantes en justifiant vos réponses.

- 5.1 Deux véhicules, l'un roulant en direction de x , de masse $m_1=800$ kg et l'autre roulant en direction de y , de masse $m_2=1150$ kg, se rentrent dedans, s'encastrent l'un dans l'autre et glissent ensemble ($\mu=0,7$) sur une distance de $d=5$ m, dans une direction formant un angle de 37° avec l'axe x . Trouver les vitesses u_1 et u_2 des véhicules au moment de l'impact.



- 5.2 Avec quel angle α faut-il tirer sur le fil de la bobine, formée d'un cylindre intérieur de rayon r et de rayon extérieur R , pour que celle-ci glisse sans tourner ?



- 5.3 Démontrer que la courbe $P(V)$ d'une expansion adiabatique décroît plus vite que la courbe d'une expansion isotherme.

