

EXAMEN DE BACCALAUREAT – 2023

Option complémentaire Physique

Examen écrit

Temps à disposition : 3 heures.
Matériel autorisé : formulaire et machine à calculer non programmable.

Nombre de points par problème

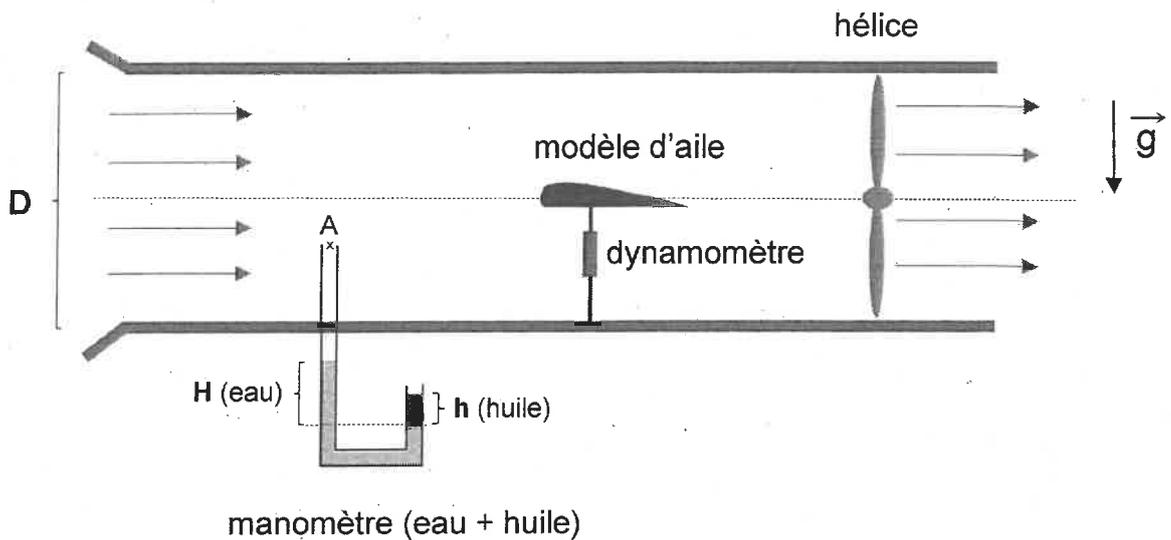
Problème 1 : 20 pts
Problème 2 : 20 pts
Problème 3 : 20 pts

La note maximale de 6 correspond à 50 points.

Consignes pour l'examen de maturité OC physique

1. Mettre son nom, prénom et numéroter 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)



Dans une soufflerie de forme cylindrique de diamètre D , des ingénieurs testent un modèle d'aile de surface S et de masse m . L'aile est fixée au sol avec une tige munie d'un dynamomètre. La circulation de l'air se fait à l'aide d'une grande hélice. Durant cet essai, l'air circule dans la soufflerie avec une vitesse U . L'écoulement de l'air autour de l'aile est laminaire.

- a) Déterminer la puissance utile de l'hélice nécessaire pour mettre l'air en mouvement dans la soufflerie et sachant que la densité de l'air vaut ρ .

Un manomètre à deux fluides ($\rho_{\text{eau}} = \rho_e$ et $\rho_{\text{huile}} = \rho_h$) ouvert aux deux extrémités est utilisé pour mesurer la pression dans la soufflerie.

- b) Connaissant les valeurs de H et h et sachant que la pression atmosphérique vaut p_0 , déterminer la pression au point A dans la soufflerie.

Durant cet essai, le dynamomètre indique une force F vers le haut lorsque l'air circule avec une vitesse U .

- c) Déterminer à quelle vitesse V l'air circule sur la surface supérieure de l'aile?

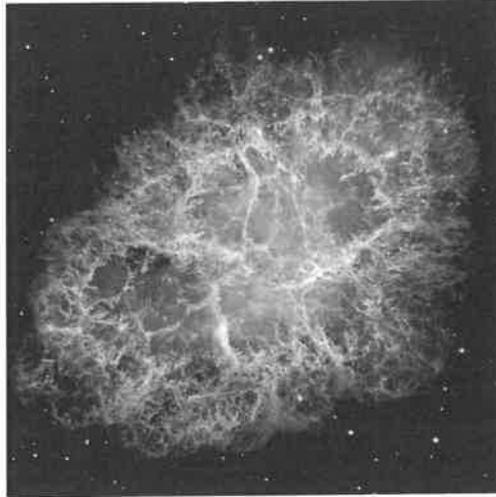
Applications numériques :

$$D = 2,0 \text{ m} \quad S = 1,5 \text{ m}^2 \quad m = 50 \text{ kg} \quad U = 30 \text{ m/s} \quad \rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$$

$$p_0 = 1,012 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad g = 10 \text{ m/s}^2 \quad \rho_e = 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad \rho_h = 0,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$H = 10 \text{ cm} \quad h = 2,5 \text{ cm} \quad F = 2 \cdot 10^2 \text{ N}$$

2) La nébuleuse du Crabe (M1), dans la constellation du Taureau, est un reliquat d'une supernova observée jadis par des astronomes chinois. Sa magnitude apparente était m , alors que sa magnitude absolue valait M . Elle a aujourd'hui un diamètre angulaire θ et s'étend au rythme soutenu et à peu près uniforme de ξ .



- À quelle distance se trouve la nébuleuse du Crabe, en années-lumière ?
- Durant quel siècle la supernova a-t-elle été observée ?
- Exprimer la vitesse d'expansion de la nébuleuse en m/s.

On trouve une étoile à neutrons au centre de la nébuleuse, qui tourne sur elle-même avec une période T . En supposant que sa cohésion n'est due qu'à la gravitation (ce qui est très approximatif), ceci suppose une densité très importante.

- Montrer que la masse volumique minimale de l'étoile à neutrons lui permettant de ne pas voler en éclats est donnée par

$$\rho = \frac{3\pi}{GT^2}$$

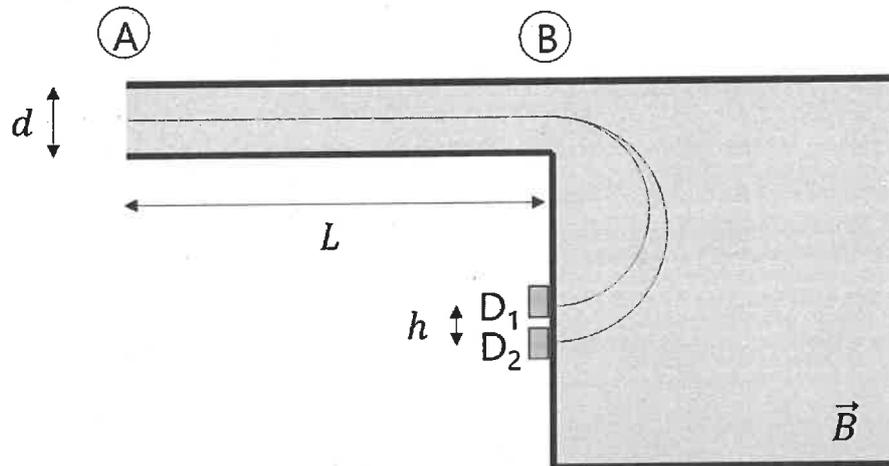
- Pour des raisons encore mal comprises, la masse volumique réelle d'une étoile à neutrons est environ 1'000 fois plus importante, comparable à celle d'un noyau atomique. Déterminer le rayon d'un noyau d'uranium 235, m_n désignant la masse d'un nucléon.
- Pour une galaxie lointaine, la ligne d'absorption H_α de l'hydrogène a été mesurée à λ_1 alors qu'elle vaut λ_0 en laboratoire. À quelle distance la galaxie se trouve-t-elle ?

- A) $1,38 \cdot 10^6$ km B) $5,64 \cdot 10^{17}$ km C) $1,86 \cdot 10^{19}$ km D) $6,07 \cdot 10^{20}$ km

Application numérique :

$m = -6$	$M = -17,4$	$\theta = 6,0'$	$\xi = 0,38''/\text{an}$
$m_n = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg	$T = 33$ ms	$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N.m ² .kg ⁻²	
$\lambda_0 = 656,11$ nm	$\lambda_1 = 659,12$ nm	$H_0 = 70$ km.s ⁻¹ .Mpc ⁻¹	

3) C'est en déterminant la proportion de l'isotope ^{14}C par rapport au C total (concentration de 10^{-12} dans les êtres vivants) que s'effectue la datation au carbone-14. Afin de compter les différents isotopes, on utilise le spectromètre de masse figuré ci-dessous, dans lequel on injecte des particules une fois ionisées positivement de ^{12}C et de ^{14}C . Un champ magnétique \vec{B} uniforme agit dans toute la partie grisée, tandis qu'une tension est appliquée entre les plaques de longueur L et distantes de d du condensateur plan situé entre A et B. Ainsi, tous les ions arrivant en B ont la même vitesse : v_0 . Les ions sont ensuite déviés jusqu'aux détecteurs D_1 ou D_2 , distants de h . Par m_n , on désigne la masse d'un nucléon.



- Exprimer l'énergie des ions ^{12}C au point A, en eV.
- Indiquer la direction du champ \vec{B} . Indiquer la plaque négative du condensateur et déterminer la tension aux bornes de celui-ci.
- Un ion de ^{12}C hélas 10% trop lent arrive en A. Déterminez son accélération (direction et intensité) à ce moment-là.
- Lequel des deux isotopes arrive-t-il en B avec la plus grande énergie ? Et lequel des deux isotopes est-il enregistré dans le détecteur D_1 ?
- Montrez que $h = \frac{mv_0}{3eB}$, où m indique la masse d'un ion ^{12}C et v_0 sa vitesse en B.
- Un ion ^{12}C et un ion ^{14}C arrivent en B simultanément. Lequel atteint-il son détecteur en premier ? En combien de temps ?
- Un problème technique survient Δt après qu'un ion ^{12}C est arrivé en B et le champ magnétique disparaît subitement. Dessinez la trajectoire de ce ion et calculez l'angle que fait celle-ci avec la paroi lorsque le ion la rencontre.
- Montrez que $1 \text{ J} = 1 \text{ T} \cdot \text{A} \cdot \text{m}^2$

Application numérique :

$$\begin{array}{llll}
 v_0 = 1,8 \cdot 10^6 \text{ m/s} & B = 2,0 \text{ T} & d = 2,0 \text{ cm} & L = 20 \text{ cm} \\
 m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} & e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} & \Delta t = 1,64 \cdot 10^{-7} \text{ s} &
 \end{array}$$