

Maturité gymnasiale

Session 2017

EXAMEN DE PHYSIQUE

EXAMEN DE L'OPTION COMPLÉMENTAIRE

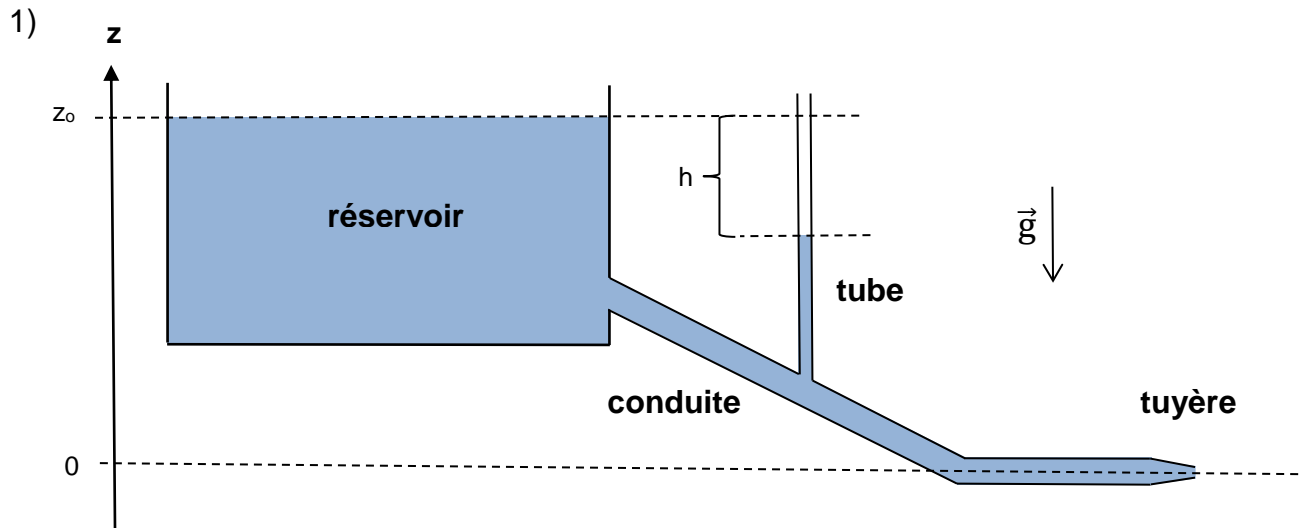
Durée : 3 heures

Matériel autorisé : formulaires ad hoc 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.



Un grand réservoir est rempli d'eau. Le niveau de sa surface libre est maintenu au niveau z_0 . Une conduite de section constante (diamètre D) permet à l'eau d'être envoyée vers une tuyère de diamètre de sortie égal à d .

- Déterminer la vitesse de l'eau V_s à la sortie de la tuyère.
- Déterminer le débit massique de l'eau à la sortie de la tuyère et à l'entrée de la conduite.
- Déterminer la vitesse V_c de l'eau dans la conduite.

Un tube vertical est alors placé en liaison avec la conduite (voir le dessin).

- Déterminer la hauteur h , différence entre les niveaux des surfaces libres dans le réservoir et le tube.
- Si on pouvait déplacer ce tube horizontalement le long de la conduite, comment évoluerait la hauteur h ? Justifier.

Application numérique :

$$z_0 = 5.0 \text{ m} \quad D = 6.0 \text{ cm} \quad d = 2.0 \text{ cm} \quad p_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa} \quad g = 10 \text{ m/s}^2 \quad \rho_{\text{eau}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$$

2) On souhaite accélérer un proton (q , m) à l'aide d'un cyclotron dont le rayon extérieur est r_c . L'appareil est pourvu d'un champ magnétique B produit par un solénoïde. Celui-ci est formé d'un fil de cuivre (ρ) de rayon r enroulé en spirale de rayon r_s . Pour obtenir le champ désiré, on soumet le solénoïde à une tension U_0 ; il est alors traversé par un courant I . La tension accélératrice pour le proton à l'intérieur du cyclotron vaut U_1 .

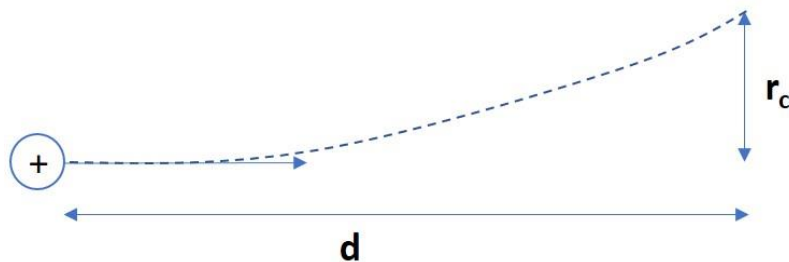
a) Quelle est la longueur du solénoïde ?

b) Combien d'accélération à travers la tension U_1 le proton a-t-il subies avant de quitter l'appareil ?

c) On aimerait aussi accélérer des particules alpha avec cet appareil. Quelles modifications devrait-on lui apporter pour qu'il soit utilisable dans ce but ?

d) Quelle vitesse aurait une particule alpha au sortir de l'appareil par rapport à celle du proton ?

e) On veut maintenant dévier le proton sorti du cyclotron d'une distance r_c perpendiculaire à son mouvement, et ceci sur une distance d (voir la figure). Quelles doivent être la direction et l'intensité du champ nécessaire ?



Application numérique :

$$m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$$

$$I = 30 \text{ A}$$

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$r = 0,9 \text{ mm}$$

$$U_1 = 3,34 \text{ kV}$$

$$r_c = 7 \text{ cm}$$

$$r_s = 8,5 \text{ cm}$$

$$d = 6 \text{ m}$$

$$B = 1,2 \text{ T}$$

$$U_0 = 1,5 \text{ kV}$$

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$$

3) Pedro utilise un pendule composé d'une masse m attachée à un fil de longueur l pour mesurer l'accélération terrestre à l'endroit où il se trouve. Il mesure alors une période T pour le mouvement du pendule.

a) Que vaut l'accélération gravitationnelle en ce lieu ? Commentez votre résultat.

Puis, au moment où le pendule est au sommet de sa trajectoire, Pedro coupe le fil qui le maintenait. Il tombe alors d'une altitude h et, chaque fois que la boule frappe le sol – on suppose que chaque choc dure Δt – une proportion η de son énergie mécanique est perdue et, en particulier, une proportion λ de son énergie mécanique est changée en bruit. Rosa se trouve à une distance d de là.

b) Quelle est l'intensité sonore du premier rebond pour Rosa ? Est-ce désagréable à entendre ?

c) Après combien de rebonds le bruit n'est-il plus perceptible pour elle ?

Le premier son produit correspond à un sol₃.

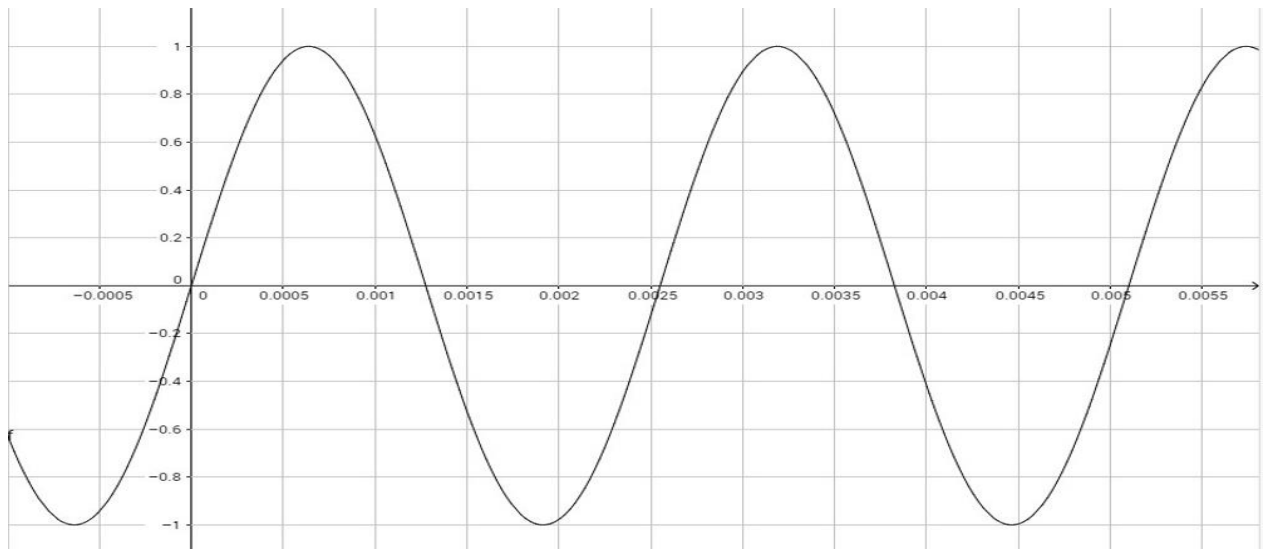
d) À quelle vitesse et dans quelle direction Rosa devrait-elle aller pour percevoir un sol₃ bémol ? La vitesse du son vaut ici v .

On suppose maintenant que Pedro se saisit d'un violon, dont les cordes en acier (ρ) ont une longueur L et un diamètre D . Il joue la même note que la boule du pendule avec la corde du ré₃.

e) À quelle distance du manche Pedro a-t-il appuyé avec son doigt sur la corde ?

f) Quelle est la tension dans la corde ?

g) Sur le graphe suivant (intensité en fonction du temps, en secondes), de quelle note s'agit-il ?



Application numérique :

$m = 147 \text{ g}$

$\eta = 60 \%$

$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

$l = 1,20 \text{ m}$

$\lambda = 10 \%$

$L = 32,5 \text{ cm}$

$T = 2,21 \text{ s}$

$d = 5 \text{ m}$

$D = 0,4 \text{ mm}$

$h = 0,7 \text{ m}$

$\Delta t = 0,1 \text{ s}$

$v = 330 \text{ m/s}$