

Examen de Physique – Module 3
SVI-STU
Session de Janvier
Mécanique et Mécanique des Fluides
Durée 1 h

Note du Professeur

Nom et Prénom :

Groupe de TD :

Lieu d'examen :

NB : Les réponses doivent être reportées sur cette double feuille.

Bon courage

M. ABD-LEFDIL

I- Le spectromètre de masse est un instrument capable de sélectionner des particules chargées.

La figure ci-dessous montre schématiquement ce spectromètre de masse. La source S produit des ions positifs de charge $+2e$ et de masse inconnue M . Les ions sont accélérés pour atteindre une vitesse $V = 1116 \cdot 10^3 \text{ Km/h}$. Après le passage de la fente A, ils sont soumis à un champ magnétique $\vec{B}$ de 0.1 T . ($\vec{B}$ est perpendiculaire au plan de la figure).

Dans $\vec{B}$, ils décrivent une trajectoire semi-circulaire et sont enregistrés sur une pellicule photographique située à une distance $d = 13 \text{ cm}$ de A.

On négligera le poids de l'ion devant la force magnétique de Laplace.

a- Quelle est le rayon du cercle décrit par les ions ? 1 Point

b- Représenter sur la figure aux positions M_1 et M_2 : la vitesse $\vec{V}$ de l'ion et la force $\vec{F}$ à laquelle est soumis l'ion. 1 Point

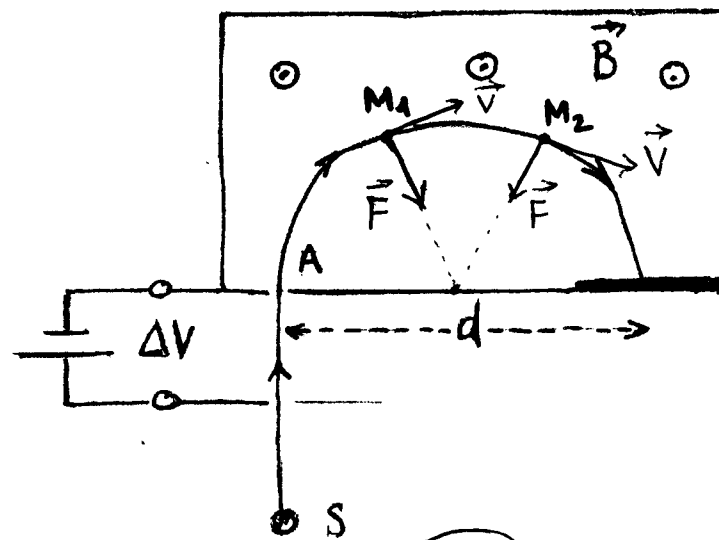
c- Déterminer la masse M des ions ? 2.5 Points

d- De quel ion s'agit-il ? 1 Point

e- Montrer que notre hypothèse, à négliger le poids Mg devant F , est justifiée? 0.5 Point

La masse d'un proton étant égale à $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$.

La charge du proton est $+e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.



a- Le rayon du cercle est $r = \frac{d}{2}$ (0.75) A.N.: $r = 0,65 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ (0.25)

b- Voir figure (1)

c- L'ion est soumis à la force de Laplace $\vec{F}$; $\vec{F} = 2e \vec{V} \wedge \vec{B}$ (1)
Comme $\vec{V} \perp \vec{B}$: $F = 2e v B$

Comme le mv est circulaire uniforme, la 2^{ème} loi de Newton donne:

$$F = m a \Leftrightarrow 2e v B = M \frac{v^2}{r} \Leftrightarrow M = \frac{2e B r}{v} \quad (1)$$

$$\text{A.N.: } M = \frac{1.6 \cdot 10^{-19} \times 0,1 \times 13 \cdot 10^{-2}}{1116 \cdot 10^3 \times \frac{1000}{3600}} = 6.71 \cdot 10^{-27} \text{ Kg} \quad (0.5)$$

(0.5) d- La charge de l'ion est $+2e$ et la masse $M = 4m_p$: il s'agit de He^{++}
e- $Mg = 6.71 \cdot 10^{-26} \text{ N}$ et $F = 0.99 \cdot 10^{-14} \text{ N}$ appelée aussi particule α . (0.5)
On voit bien que $Mg \ll F$. 2

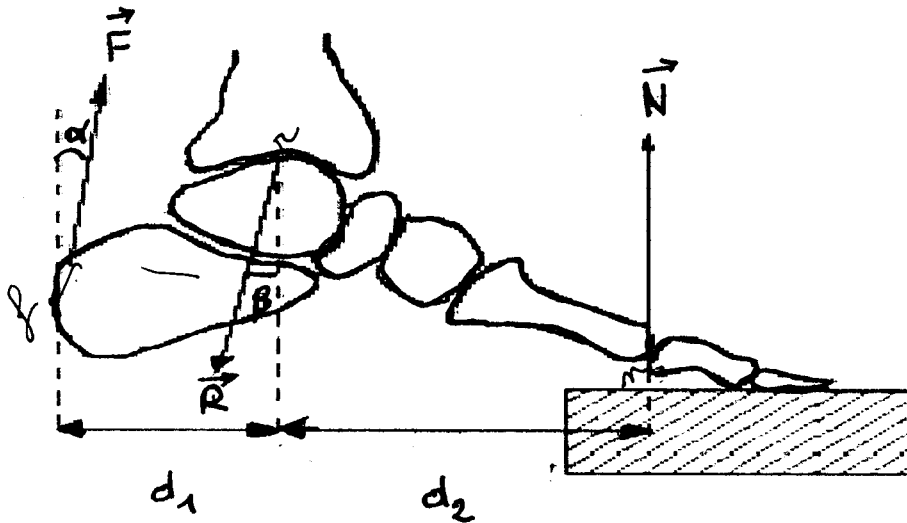
II- Lorsqu'on est debout sur la pointe d'un seul pied, on peut schématiser les différentes forces agissant sur le pied comme le montre la figure ci-dessous :

$\vec{F}$ est la force exercée par le tendon d'Achille, $\vec{R}$ est la force de réaction du tibia et

$\vec{N}$ est la force de réaction du sol. α et β sont des angles très faibles.

Déterminer (sans les résoudre) les équations de l'équilibre ? **5 Points**

On utilisera un repère orthonormé OXY.



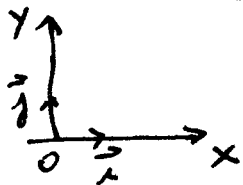
L'équilibre est donné par: $\sum \vec{F}_{\text{app}} = \vec{0}$ et $\sum \vec{M}_O \vec{F}_{\text{app}} = \vec{0}$ (0.5)

D'où

$$\vec{F} + \vec{R} + \vec{N} = \vec{0}$$

$$\text{et } \vec{M}_f \vec{F} + \vec{M}_f \vec{R} + \vec{M}_f \vec{N} = \vec{0}$$

f: pt d'application de
 " : " " "
 " : " " "



Suivant OX: $F_x - R_x = 0 \Leftrightarrow F \sin \alpha - R \sin \beta = 0$ (1)

Suivant OY: $F_y - R_y + N = 0 \Leftrightarrow F \cos \alpha - R \cos \beta + N = 0$ (1)

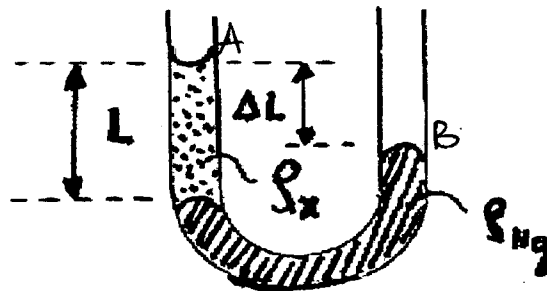
(0.5) $\vec{M}_f \vec{F} = \vec{r}_f \wedge \vec{F} = \vec{0}$

(1/5) $\vec{M}_f \vec{R} = \vec{r}_f \wedge \vec{R} = d_1 \vec{x} \wedge (-R \sin \beta \vec{i} - R \cos \beta \vec{j}) = -R d_1 \cos \beta (\vec{x} \wedge \vec{j})$

(1/5) $\vec{M}_f \vec{N} = \vec{r}_f \wedge \vec{N} = (d_1 + d_2) \vec{x} \wedge N \vec{j} = (d_1 + d_2) N (\vec{x} \wedge \vec{j})$

D'où $\sum \vec{M}_f \vec{F}_{\text{app}} = \vec{0} \Leftrightarrow (d_1 + d_2) N - R d_1 \cos \beta = 0$

III- Un tube en U est rempli avec du mercure de masse volumique $\rho_{Hg}=13600 \text{ Kg/m}^3$ et avec un liquide de masse volumique inconnue ρ_x . Ce liquide est insoluble dans le mercure. Sachant que $(\Delta L / L) = 0.93$, calculer ρ_x ? 3 Points



Appliquons le th. de Bernoulli:

en A: $P_A = P_{atm}$ (0.5)

en B: $P_B = P_{atm}$ (0.5)

la pression est identique à la même hauteur des 2 côtés:

$$P_{atm} + \rho_x g L = P_{atm} + \rho_{Hg} g (L - \Delta L) \Leftrightarrow \rho_x L = \rho_{Hg} (L - \Delta L)$$

$$\Leftrightarrow \rho_x = \rho_{Hg} \left(1 - \frac{\Delta L}{L}\right)$$

A.N.: $\rho_x = 995 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^3$ (0.5)

IV- Pour un adulte, le volume sanguin est de 5.2 l. Un cycle complet de circulation sanguine dure 54 s.

La viscosité sanguine η est de $2.08 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$ et la masse volumique du sang ρ est de 1060 Kg/m^3 .

a- calculer le débit sanguin Q en m^3/s ? 1 Point

b- Déterminer la nature du régime d'écoulement dans l'artère aorte de rayon R égal à 1.57 cm ? 2 Points

Quelle est la conséquence sur la puissance dissipée ? 0.5 Point

c- Calculer la résistance à l'écoulement sur une distance de 20 cm ? 1.5 Points

d- Que vaut la puissance fournie par le cœur ? 1 Point

On rappelle que le cœur fournit, par rapport à la pression externe, une surpression de 100 mm Hg pour un sujet au repos.

a. $Q = \frac{V}{t}$ (0.5) A.N.: $Q = \frac{5.2 \cdot 10^{-3}}{54} = 9.6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ (0.5)

b. $N_R = \frac{2R\rho v}{\eta}$ (0.5) or $\pi R^2 v = Q$ (0.5) d'où $N_R = \frac{2\rho Q}{\eta \pi R}$

A.N.: $N_R \approx 1984$ (0.5) < 2000 : l'écoulement est laminaire (0.5)
La puissance sera alors minimale. (0.5)

c- On a $R_f = \frac{\Delta P}{Q}$ (0.5) Dans le cas d'un écoulement laminaire $R_f = \frac{8\eta l}{\pi R^4}$ (0.5)

A.N.: (0.5)
 $R_f = 11.4 \cdot 10^4 \text{ S.I.}$

d. $P = \Delta P Q$ (0.5)

100 mm Hg = 13.3 kPa (0.25)

A.N.: $P = 13.3 \cdot 10^3 \times \frac{5.2 \cdot 10^{-3}}{54} = 1.28 \text{ W}$ (0.25)