CORRIGÉ

1. Mesure de g

1.1. Etude mécanique

1.1.1. $m\ddot{z} = -mg \rightarrow \dot{z}(t) = -gt+v_0$ et $z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0t + z_0$

1.1.2. $v_0 = gt_M$

$$z_M - z = \frac{1}{2}g(t-t_M)^2$$

1.1.3. $T = 2\sqrt{\frac{2(z_M - z)}{g}}$

1.1.4. $g = \frac{8H}{T_1^2 - T_2^2}$

1.1.5. $g = 9{,}80\ m.s^{-2}$

1.2. Mesure expérimentale des durées T_1 et T_2

1.2.1. Méthode d'auto-collimation.

1.2.2.

1.2.2.1. Division d'amplitude au niveau de la lame séparatrice LS : un des faisceaux est réfléchi par M_1 puis par LS et converge en F' ; l'autre est réfléchi par LS puis par M et converge également en F'. Il y a donc interférence en F'.

1.2.2.2. δ =2e ; e : épaisseur de la lame virtuelle. Soit δ = -2(z+x_1) pour le miroir M_1 et δ =-2(z+x_2) pour M_2.

1.2.2.3. Le repérage de la ddm nulle permet de repérer les instants de passage du miroir M aux cotes z=-x_1 et z=-x_2 , c'est-à-dire les durées T_1 et T_2.

1.2.2.4. $I = \frac{I_0}{2}\left(1+\cos\frac{2\pi}{\lambda}\delta\right) = \frac{I_0}{2}\left(1+\cos\frac{4\pi}{\lambda}\left(z(t)+x_i\right)\right)$. Cette intensité est périodique, rien ne permet de distinguer la frange centrale des autres franges brillantes.

1.2.3.

1.2.3.1. 400nm $\leq \lambda \leq$ 800nm. D'où $3{,}7.10^{14}$ Hz $\leq \nu \leq$ $7{,}5.10^{14}$ Hz.

1.2.3.2. trains d'onde non synchrones ➔ ondes non cohérentes (du point de vue temporel). Terme d'interférence nul, les sources ne peuvent interférer entre elles. Les intensités s'ajoutent.

1.2.3.3. $I(t) = 2A(\nu_2 - \nu_1)\left[1+\mathrm{sinc}\left(\frac{\pi\delta}{c}\Delta\nu\right).\cos\left(\frac{\pi\delta\left(\nu_1+\nu_2\right)}{c}\right)\right]$. La fonction I(t) est cette fois pseudo périodique : la frange centrale correspond au maximum absolu d'intensité. On peut donc repérer sans ambiguïté le passage par les cotes cherchées.

2. Mesure de G

2.1. Moments : $-C\theta$ et $2\times\frac{GMm}{d^2}\times l$

Equilibre : $C\theta = 2\frac{GMm}{d^2}l$

2.2. Faire un schéma explicatif $\rightarrow \beta = 4\theta$

2.3. $\theta \approx \dfrac{a}{4b}$

2.4. $G = \dfrac{Cd^2a}{8bMml}$ $\qquad [G] = \left[M^{-1}.L^3.T^{-2} \right]$ $\qquad G = 6,6.10^{-11} kg^{-1}.m^3.s^{-2}$

3. Mesures des masses d'une galaxie

3.1. Non, il n'est pas galiléen en règle générale. Ici, R* est galiléen.

3.2. a. Lois de Képler

3.2. b. $\dfrac{T^2}{a^3} = \dfrac{4\pi^2}{GM_S}$

3.3. Réduction canonique

3.4. $\dfrac{T^2}{a^3} = \dfrac{4\pi^2}{G(m_1 + m_2)}$

3.5. $T = 2\pi \sqrt{\dfrac{a^3}{G(m_1 + m_2)}}$; $\quad a_1 = \dfrac{m_2}{m_1 + m_2} a \quad et \quad a_2 = \dfrac{m_1}{m_1 + m_2} a$

3.6. $m_1 = \dfrac{1}{1+\alpha} \dfrac{\pi^2 (d_{\min} + d_{\max})^3}{2GT^2}$ $\qquad$ et $\qquad m_2 = \dfrac{\alpha}{1+\alpha} \dfrac{\pi^2 (d_{\min} + d_{\max})^3}{2GT^2}$

3.7. AN : $m_1 = 3,4.10^{29} kg \ et \ m_2 = 6,8.10^{29} kg$

4. Mesure de la charge élémentaire e

4.1. Poids, force d'Archimède et force de frottement

4.2. $\overrightarrow{v_0} = \dfrac{2r^2}{9\mu}(\rho - \rho_0)\vec{g}$

4.3. $q_0 = -18 \dfrac{\pi\mu v_0 d}{U_1} \sqrt{\dfrac{\mu v_0}{2(\rho - \rho_0)g}}$

4.4. $q_1 = -18 \dfrac{\pi\mu (v_0 + v_1) d}{U_1} \sqrt{\dfrac{\mu v_0}{2(\rho - \rho_0)g}}$

4.5. $q_0 = 1,6.10^{-19} C \quad et \quad q_1 = 3,2.10^{-19} C \qquad \rightarrow q = ne, \ avec \ n \ entier \ et \ e = 1,6.10^{-19} C$

5. Mesure de distance focale

5.1.1. f = - f '

5.1.2. B' est à l'intersection de deux des trois rayons suivants : celui qui passe par O, celui qui est parallèle à l'axe optique et celui qui passe par F

5.1.3. a) objet réel, image réelle $\qquad$ b) objet réel, image virtuelle
c) objet virtuel, image réelle $\qquad$ d) Si A = F, alors A'B' est à l'infini

5.1.4. L'image A'B' de AB par un miroir plan est le symétrique de AB par rapport au miroir. Si AB est réel, alors A'B' est virtuelle.

5.2.1. Définitions de foyer objet et foyer image

5.2.2. Définition et réglage d'un collimateur

5.2.3. Mesure de f ' : utilisation d'un collimateur

5.2.4. Mesure de f : utilisation d'un collimateur en utilisant le principe de retour inverse de la lumière

5.3.1. $A=F\xrightarrow{L}\infty\xrightarrow{M}\infty\xrightarrow{L}A'=F$, un rayon suffit pour trouver B', ainsi A' = A et $\overline{A'B'}=-\overline{AB}$

5.3.2. Résultats indépendants de la distance entre la lentille et le miroir plan

5.4.1. $f'=\dfrac{D^2-d^2}{4D}$

5.4.2. $f'=\dfrac{D}{4}$

5.4.3. f ' = 24 cm $\quad \Delta f'=4,5mm \quad \rightarrow f'=(240\pm5)\,mm$

5.4.4. On accole deux lentilles et on utilise la formule des opticiens $\dfrac{1}{f'_e}=\dfrac{1}{f'_1}+\dfrac{1}{f'_2}\ldots$

6. Mesure de champ magnétique

6.1.1. $\tan\theta=\dfrac{\mu_0}{2\pi}\dfrac{M}{d^3B_H}$

6.1.2. Théorème du moment cinétique appliqué en O

$J\ddot{\theta}=\Gamma=-M\,B_H\,\sin\theta$

Pour de petits angles $J\ddot{\theta}=-M\,B_H\,\theta$

$T=2\pi\sqrt{\dfrac{J}{M\,B_H}}$

6.1.3. $[\mathrm{J}]=[\mathrm{M\,L^2}]$. J est en $kg.m^2$.

Mesurer les dimensions caractéristiques de l'aimant et sa masse pour accéder à J

$B_H=\sqrt{\dfrac{2\pi\mu_0 J}{d^3T^2\tan\theta}}$ A.N. $\mathrm{B_H}=2.3\,10^{-5}$ T

6.2.1. $\vec{\mathrm{E}}_{\mathrm{H}}=-\vec{\mathrm{V}}\wedge\vec{\mathrm{B}}$

$\vec{\mathrm{E}}_{\mathrm{H}}$ dirigé selon $\vec{\mathrm{u}}_{\mathrm{Z}}$ $\quad E_H=\dfrac{I\,B}{n\,e\,a\,b}$

6.2.2. Existence de U_H

$U_H=\dfrac{IB}{neb} \quad R_H=\dfrac{1}{ne}$

R_H en $m^3\,C^{-1}$

6.2.3. Cuivre :R_H = 8,9.10^{-11} $m^3\,C^{-1}$

Semi-conducteur R_H=7,8.10^{-4} $m^3\,C^{-1}$

Cuivre : U_H = 0,45 µV Semi-conducteur : U_H = 3,9 V

6.2.4. $\vec{E}=\dfrac{m}{ne^2\tau}\vec{j}+\dfrac{\vec{j}}{ne}\wedge\vec{B} \qquad \gamma=\dfrac{ne^2\tau}{m}$

lignes de courant non parallèles aux lignes de champ B

$\tan\alpha=\dfrac{jBR_H}{j/\gamma}=\gamma R_H\,B \qquad \tan\alpha=\gamma R_H\,B$

A.N. : Cuivre $\alpha=2,7.10^{-3}$ rad Semi-conducteur $\alpha=3,9.10^{-4}$ rad

Angle très faible, erreur négligeable

7. Mesures de vitesse par effet Doppler

7.1. $T_R = \dfrac{c - \mathrm{v}_S}{c - \mathrm{v}_R} T \qquad \nu_R = \dfrac{c - \mathrm{v}_R}{c - \mathrm{v}_S} \nu_S$

R immobile $\quad Si\, \mathrm{v}_R = 0 \quad \nu_R = \dfrac{c}{c - \mathrm{v}_S} \nu_S \qquad \nu_{\mathrm{R}} > \nu_{\mathrm{S}}$ quand source se rapproche

$\nu_{\mathrm{R}} < \nu_{\mathrm{S}}$ quand source s'éloigne

7.2.1. $\nu_R = \dfrac{c - \mathrm{v}}{c} \nu_S \qquad \nu' = \dfrac{c}{c + \mathrm{v}} \nu_R$

7.2.2. $\nu' = \dfrac{c - \mathrm{v}}{c + \mathrm{v}} \nu = \dfrac{1 - \mathrm{v}/c}{1 + \mathrm{v}/c} \nu \qquad$ Si v<<c $\quad \nu' = (1 - \dfrac{2\mathrm{v}}{c}) \nu$

$\delta\nu = -{}^{2\mathrm{v}}/_{c}\, \nu$

7.2.3. $|\mathrm{v}| = \dfrac{\delta\nu}{\nu} \times \dfrac{c}{2} \qquad$ A.N. : v = 9,9 cm.s^{-1}

7.2.4. Non

7.3.1. Spectre de $u_1 \qquad u_1 = k \dfrac{U_0 U_R}{2} \left[\cos 2\pi(\nu + \nu')t \; + \cos 2\pi(\nu' - \nu)t\right]$

7.3.2. Filtre passe-bas

de fréquence de coupure $\nu_C = \dfrac{1}{2\pi RC}$