PC* – Louis le Grand

Oraux des Concours 2017

Oraux X - ESPCI

(1)

ORAUX 2017

Nom : DE FORCEVILLE Concours : X - ESPCI

~~Travaux Pratiques~~

à retourner le plus rapidement possible par mél à ch.poux@gmail.com ou par courrier à Christelle Poux, 20 rue de l'espérance, 94000 Créteil

Merci d'écrire lisiblement en noir

~~Matériel disponible :~~ ORAL PHYSIQUE

Commission 2
Mr. Bilal
Sujet donné sur feuille

~~Ordinateur, calculatrice et logiciels disponibles :~~

On considère un système constitué de deux étoiles de masse m_1 et m_2.

Le système perd de l'énergie, tel que $\frac{dE_m}{dt} = -\alpha < 0$

Les étoiles sont initialement à une distance r_0 l'une de l'autre.

A quelle condition sur α la variation d'énergie mécanique est-elle petite ?

Calculer le temps et le nombre de période au bout duquel les étoiles rentrent en collision.

Données : $\frac{m_1 m_2}{m_1+m_2}$, α, r_0

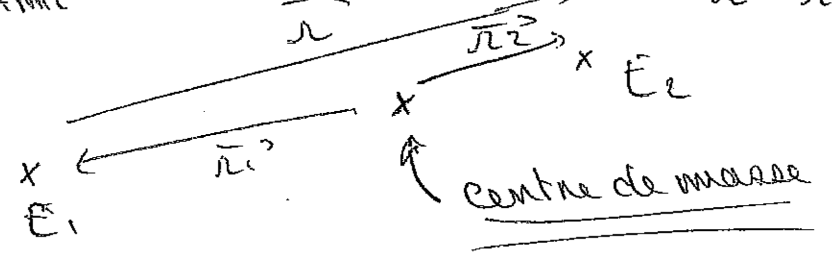
(Il est possible que ma restitution ne soit pas exhaustive, surtout les données).

~~Déroulé / Cet oral m'a paru~~

Déroulé : Le sujet était intéressant, on comprend vite ce qu'on nous demande et on comprend bien pourquoi les étoiles vont rentrer en collision au bout d'un certain temps. Toutefois, oral discriminant car il est essentiel de savoir faire la mise en équation d'une étoile binaire.
J'ai passé 40 minutes à faire la mise en équation, avec son aide, mais sans l'avoir vu je trouve ça difficile (ou du moins il faut connaitre l'équation à laquelle on veut aboutir).
En effet, on aboutit à l'equation classique des forces centrales mais avec $\frac{m_1 m_2}{m_1+m_2}$:

$$\frac{m_1 m_2}{m_1+m_2}\ddot{\vec{r}} = -\frac{K}{r^2}\vec{e_{1\to 2}} \qquad \vec{r} = -\vec{r_1} + \vec{r_2}$$

je crois



Ensuite j'ai commencé mais pas eu le temps ; donc conseils : mettre en équation une étoile binaire une fois.

Note obtenue : 8/20

ORAUX 2017

Nom : Louis COUTURIER Concours : X-ESPCI

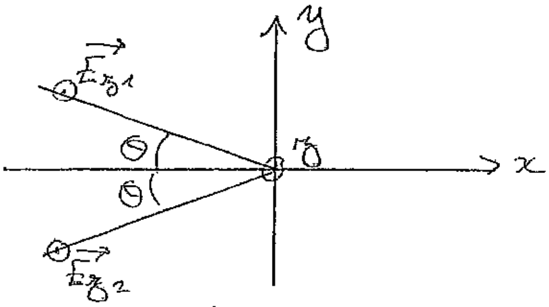
Épreuve : Oral Physique

à retourner le plus rapidement possible par mél à ch.poux@gmail.com ou par courrier à Christelle Poux, 20 rue de l'espérance, 94000 Créteil

Merci d'écrire lisiblement en **noir**

* Un petit texte introductif un peu flou qui parle de double puit de potentiel (mais ce n'est pas de la méca quantique)

* 1) 2 ondes polarisées rectilignement selon Oz → figures d'interférence



(schéma non donné)

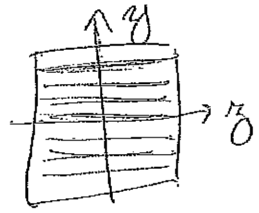
Je mets clairement du temps avant de bien m'y prendre (même si c'est assez proche du cours)

$$\vec{E_1} = E_z \cos(\omega t - \vec{k_1} x \vec{e_x} - \vec{k_1} y \vec{e_y})\, \vec{e_z} \ldots$$

$$\hookrightarrow \quad \vec{E_1} = E_z \cos(\omega t - k\cos(\theta) x - k\sin(\theta) y)$$
$$\vec{E_2} = E_z \cos(\omega t - k\cos(\theta) x + k\sin(\theta) y)$$

$$\vec{E_r} = \vec{E_1} + \vec{E_2} = 2E_z \cos(\omega t - k\cos(\theta) x)\cos(k\sin(\theta) y)$$

$\hookrightarrow$



Interfrange ?

$0 \to \pi$

$0 \to k\sin(\theta) i$

$$\boxed{i = \frac{\pi}{k\sin(\theta)}}$$

Lien entre i et E ?

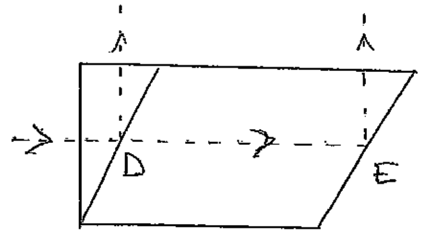
$$i = 2\langle E^2 \rangle$$

(4)

2) Encore un petit texte :

on dispose d'un biprisme :

et d'une lentille convergente.

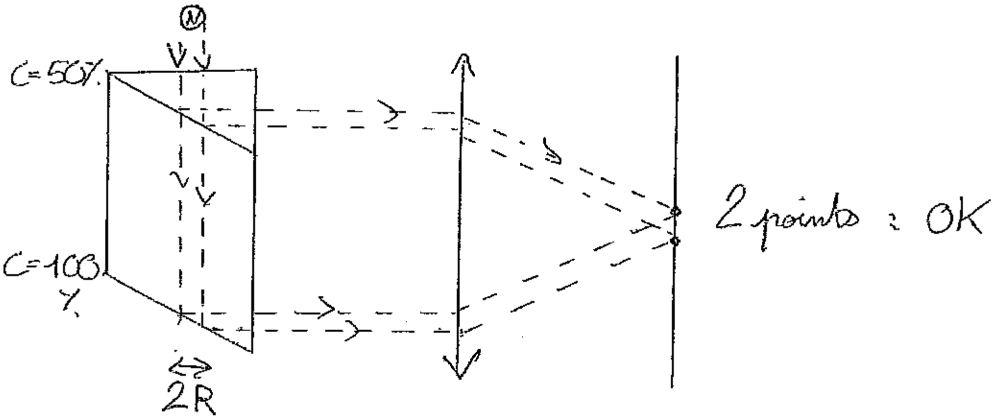


(avec seulement ce schéma pour comprendre)

On envoie un nuage d'atomes de rayon R, on veut répartir ces atomes dans un "double puit".

Comment procéder ? Quels coefficients de réflexion doit-on avoir ?

Solution : (j'ai eu un peu de mal...)



3) AN : on a $\lambda = 500\,nm$ (?)

$R = 3\,\mu m$

et $d = DE = 1\,cm$

Quelle est la focale de la lentille ?

4) Quel est le lien entre R et i ?

($2R = i$)

Note attendue : ~8

Note obtenue : 9

ORAUX 2017

Nom : LECONTE Manon Concours : X-ESPCI

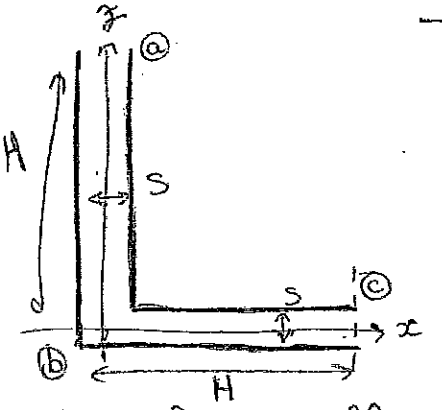
Épreuve : Oral de Physique

à retourner le plus rapidement possible par mél à ch.poux@gmail.com ou par courrier à Christelle Poux, 20 rue de l'espérance, 94000 Créteil

Merci d'écrire lisiblement en noir

- examinateur gentil, à l'écoute, qui fait avancer si on bloque
- oral avec auditeur libre - le pauvre n'a dû rien comprendre (méca flux de Sé). Ça peut rassurer car on se dit qu'il n'y aura pas d'abus de l'examinateur (remarque déplaisante,...)

Enoncé



$t<0$: le L est fermé en bas, ouvert en haut.

$t=0$: on ouvre une vanne en bas

Déterminer le champ de pression juste après l'ouverture. Le comparer avec celui avant l'ouverture.

hypothèses : fluide parfait, incompressible

Résolution (partielle)

- Je commence par déterminer le champ de pression pour $t<0$: $P(z,x,t) = P_0 + \mu g z$
- On ne peut appliquer Bernoulli : régime non permanent
  $\Rightarrow$ Euler : $\mu\left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v}.\vec{grad})\vec{v}\right) = -\vec{grad}P + \mu\vec{g}$

On reprend la méthode pour montrer Bernoulli :
l'examinateur me donne : $(\vec{v}.\vec{grad})\vec{v} = \vec{rot}\vec{v}\wedge\vec{v} + \frac{1}{2}\vec{grad}v^2$

Il faut justifier que $\vec{rot}\vec{v} = \vec{0}$. On utilise l'hypothèse incompressible : le débit volumique se conserve. Or, la section du L est constante $\Rightarrow$ v est indépendante de x et z (et y)

Puis, on a : $\vec{v} = \vec{grad}\,\Phi$.

Donc $\vec{grad}\left(\mu\frac{\partial \Phi}{\partial t} + \frac{1}{2}\mu v^2 + P + \mu g z\right) = \vec{0}$

(Ne pas faire d'erreur de calcul à cette étape ! --")

Il faut donc déterminer Φ :

$\vec{v} = \vec{grad}\,\Phi = f(t)\,\vec{u}$ ($\vec{u} = \vec{e}_x$ ou $\vec{e}_z$ suivant la portion du tube). Donc $\Phi = f(t)x - f(t)z + A$ (A = cte)

Sur une ligne de courant : - entre ⓐ et $z \in]0;H[$

$$\mu \frac{\partial \Phi}{\partial t} + \frac{1}{2}\mu v^2 + P + \mu g z = \mu f'(t)(\overset{0}{x} - z) + \frac{1}{2}\mu f(t)^2 + P(x=0,z,t) + \mu g z$$
$$= -\mu f'(t) H + P_0 + \mu g H \quad (1)$$

en ⓐ : $P = P_0$, $v = 0$, $x = 0$, $z = H$

- entre ⓒ et $x \in]0;H[$

$$\mu f'(t) x + \frac{1}{2}\mu f(t)^2 + P(x, z=0, t) = -\mu f'(t) H + P_0 \quad (2)$$

en ⓒ : $P = P_0$, $v = 0$, $x = H$, $z = 0$

je pensais $P = P_0 + \mu g H$, par continuité en $t = 0$...

Il faut identifier (1) et (2) et on devrait trouver une expression simple de $f'(t)$, proportionnelle à g.
Mais je n'ai pas réussi à l'obtenir.

Oral nécessitant beaucoup de rigueur dans les notations et de recul sur ce que l'on fait...

Je ne sais pas si ma prestation a été satisfaisante... cela dépendra des autres candidats.

Note attendue : entre 8 et 10 /20.

Note obtenue : 8

Oral Physique ESPCI

10 juillet 2017

Victor GUILLOT

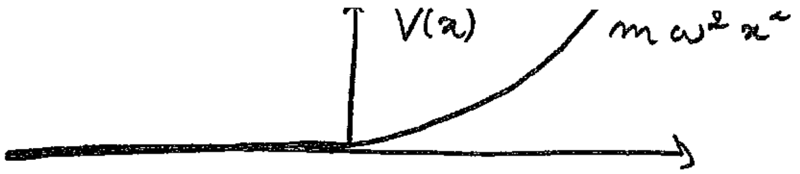
• **Énoncé** : On considère un jet de particule se déplaçant selon un axe $\vec{e_x}$. Pour $x<0$ l'énergie potentielle est nulle et pour $x \geq 0$ elle est égale à $\underline{m}\,\omega^2 x^2$

Déterminer les coefficients de reflexion et de transmission en stationnaire :

- dans le cas où la vitesse est égale à $\sqrt{\frac{\hbar\omega}{m}}$

- on discutera des cas où la vitesse est quelconque.

• **Éléments de réponse** :

On a 

8

• Pour $x < 0$

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\varphi}{dx^2} = E\varphi \quad \text{d'où} \quad \frac{d^2\varphi}{dx^2} + k^2\varphi = 0 \quad (1)$$

avec $k^2 = \frac{2mE}{\hbar^2}$, ainsi $\varphi(x) = A e^{-ikx} + B e^{ikx}$

• Pour $x \geq 0$

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\varphi}{dx^2} + m\frac{\omega^2 x^2}{2}\varphi = E\varphi$$

donc $\frac{d^2\varphi}{dx^2} = -\frac{2m}{\hbar^2}\left(E - \frac{m\omega^2}{2}x^2\right)\varphi \quad (2)$

Indication de l'examinateur :

« Etudier $\frac{d\varphi}{dx} = \frac{m\omega}{\hbar}x\varphi$ »

$\rightarrow$ $\frac{d\varphi}{\varphi} = \frac{m\omega}{\hbar}x\,dx$ donc $\ln\varphi = -\frac{m\omega}{\hbar}x^2$

donc $\varphi(x) = C e^{-\frac{m\omega}{\hbar}x^2}$

en utilisant $v = \sqrt{\frac{\hbar\omega}{m}}$, on a bien $\varphi(x) = C e^{-\frac{m\omega}{\hbar}x^2}$ solution de (2)

• continuité φ et $\frac{d\varphi}{dx}$: $A + B = C$ et $A - B = 0$

donc $A = B = \frac{C}{2}$

Puis $R = \left|\frac{J_R}{J_i}\right|$ et $T = \left|\frac{J_T}{J_i}\right|$, je me suis arrêté ici.

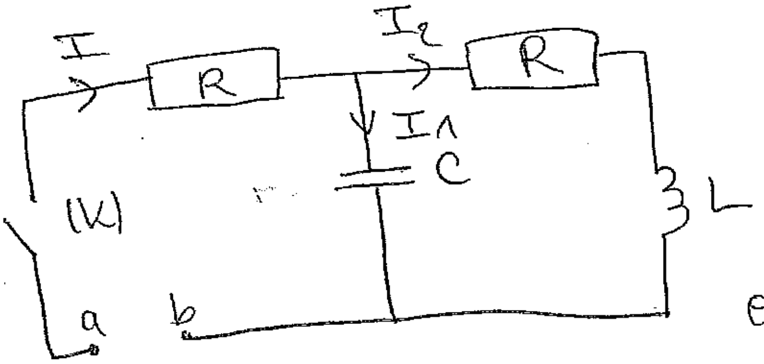
2

Nom : LE Laurent
Concours : X-ESPCI
Épreuve : PHYSIQUE

à retourner le plus rapidement possible par mél à ch.poux@gmail.com ou par courrier à Christelle Poux, 20 rue de l'espérance, 94000 Créteil

Merci d'écrire lisiblement en noir

Exercice d'élec de Sup (que j'ai réussi à foirer...)



à $t=0$, on ferme (K) et on applique une ddp E_m aux bornes de (a,b).

On a $R=\sqrt{\frac{C}{L}}$.

1) Trouver $I_1(t)$, $I_2(t)$ et $I(t)$. dans C et L.
2) Bilan énergétique entre 0 et $+\infty$
3) J'ai même perdu la question.

Rien de compliqué mais je passe 50 min à trouver les courants (loi des mailles/noeuds, on injecte etc...).

NB : On trouve bien $I_1 \xrightarrow[t\to\infty]{} 0$ par une Eq. diff. à coeff. du m̂ signe (Eq. diff $\Delta<0$ grâce à la valeur spécifique de R).

CCL : Bref, j'avais la possibilité d'avoir une bonne note avec cet exo largement en-dessous du niveau X mais quand le niveau n'y est pas, on n'y peut rien...

Note attendue : <5 (j'avais mis 7 au début, je suis fou !)

Note obtenue : 13 (Ah bon ?! J'ai raté un truc j'crois...)

Rq : L'examinateur, bien que peu attentif, n'était pas du tout méchant ; alors que j'étais bien lent d'esprit...

M. Bélal

(10)

ORAUX 2017

Nom : LEVEL-PERROT Hugo Concours : X-ESPCI

Épreuve : Physique

à retourner le plus rapidement possible par mél à ch.poux@gmail.com ou par courrier à Christelle Poux, 20 rue de l'espérance, 94000 Créteil

Merci d'écrire lisiblement en noir

On considère un cylindre de rayon intérieur R_1 et de rayon extérieur R_2 et de hauteur $L >> R_2$:

T_0

Le cylindre est coupé sur toute sa longueur et on place deux électrodes soumises à une ddp V_0 sur les tranches de surface $S = (R_2 - R_1) \times L$

Calculer l'expression du champ électrique, du vecteur densité de courant dans le cylindre, le champ magnétique en tout point de l'espace et enfin le champ de température dans le cylindre.

(11)

Oral de polytechnique

Examinateur : Bilal

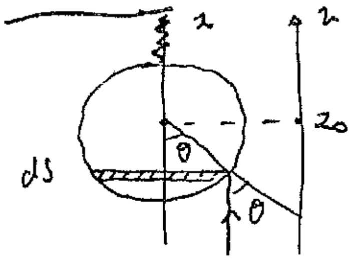
MOHAMED ZAZZ

Une sphère parfaitement conductrice accroché par un ressort de raideur k (valeur fournie), se trouvant à une position d'équilibre z_0, et éclairée par laser d'intensité I (valeur fournie). On donne la pression de radiation

$$p = \varepsilon_0 E_0^2 \cos^2(\theta) \quad \text{où } \theta \text{ l'angle d'incidence}$$

1) Donner la nouvelle position d'équilibre + application numérique

2) Il fallait retrouver le résultat par un raisonnement quantique (avec le nombre d'erreurs que j'ai fait, j'ai pas eu le temps de traiter cette question)

1) 

$$\vec{F} = \int_{1/2\ \text{sphère}} p \cdot \vec{dS} = \int_{1/2\ \text{sphère}} p \cdot dS\ \vec{n}$$

$$\vec{n} = -\cos\theta\ \vec{e_z}$$

donc $$\vec{F} = \int_0^{\pi/2} p \cdot \underbrace{(2\pi R \sin\theta \cdot R\,d\theta)}_{dS} \cos\theta\ \vec{e_z}$$

$$= \pi R^2 \varepsilon_0 \frac{E_0^2}{2} \vec{e_z}$$

Erreur ① Expression de dS (Gros Beug)

② j'avais intégré jusqu'à π pour trouver $\vec{F} = \vec{0}$!!
ce qui n'était pas cohérent

PFD à l'équilibre

$$\Rightarrow \quad z_1 = z_0 + \frac{\pi R^2 \varepsilon_0 E_0^2}{2k}$$

il fallait calculer la valeur de $\frac{\pi R^2 \varepsilon_0 E_0^2}{2k}$

donc il fallait d'abord avoir la valeur de E_0

$$I = |\langle \vec{\Pi} \rangle| = \frac{1}{2} \varepsilon_0 c E_0^2$$

je fais le calcul et je fais une erreur de conversion puisqu'il y avait des cm^{-2} que j'avais pas remarqué dans la valeur numérique de I.

l'examinateur pose de temps en temps des questions sur la cohérence du résultat., qualitatif ...

Charles GÉRY

(13)

Retours d'oraux [2017]

Merci de bien vouloir rédiger ci-dessous les énoncés de vos exercices d'oral, sujets d'ADS et de TP, et les envoyer à l'adresse suivante : F. Vandenbrouck - Lycée Louis Le Grand (casier 45)- 123 rue Saint Jacques - 75005 PARIS, ou par email : vandenbrouck.francois@gmail.com

Toute correction, même partielle, est la bienvenue. Pensez à écrire avec un stylo noir sur fond blanc. Je compte sur votre contribution !

Concours : X-ESPCI Epreuve : Physique Examinateur : Homme Cheveux blancs 140 ans

Le mouvement de précession de Mercure

En plus de la force de gravitation du soleil, il s'exerce une force $\Delta\vec{F} = \frac{\gamma \mathcal{G} M m_0}{r^4}\vec{r}$ sur Mercure (M : masse du Soleil, m : ——— Mercure)

La question posée était : étudier les différentes trajectoires de Mercure en fonction de γ.

- on trouve l'énergie potentielle associée à $\Delta\vec{F}$ et on exprime E_{peff} comme d'habitude
- plusieurs questions sur l'allure du puits de potentiel et les trajectoires
- Ensuite j'ai dû calculer r_{min} et r_{max} dans le cas d'une trajectoire elliptique.
- Puis j'ai dû retrouver $E_m = -\frac{\mathcal{G} m M}{2a}$ (à l'aide de r_{min} et r_{max})
- Puis étude des oscillations lors d'une trajectoire circulaire (on pose $r = R_c + \delta r$ et on se sert de $E_{peff}(R_c + \delta r) = \frac{\delta r^2}{2}\frac{d^2 E_{peff}}{dr^2} + \text{cste}$ et de la conservation de l'énergie mécanique)

- Entre temps j'ai aussi dû exprimer $\mathcal{L}m\Pi$ en fonction de R_c en me servant du fait que $\left.\frac{dE_{p\,eff}}{dr}\right|_{r=R_c} = 0$

- Ensuite j'ai dû expliquer qualitativement pourquoi il y avait précession (on compare la pulsation ω_0 de mouvements de R_c avec la pulsation ω liée à la rotation de Mercure ($3^{ème}$ loi de Kepler))

- Enfin l'examinateur m'a demandé de calculer l'angle de précession $\delta\theta$ mais ne voulait pas me dire à quoi il correspondait ... ↗ c'est pas homogène à un angle non ?

Au final il vaut $\delta\theta = \frac{2\pi}{\omega_0} - \frac{2\pi}{\omega}$ et j'ai fait mine que j'avais compris et j'ai baratiné.

On peut simplifier en faisant un DL vu que $\omega_0 = \omega + \Omega$.

- Plusieurs questions j'ai oublié.
- Oral assez proche du cours et très calculatoire : pas très intéressant.

Note attendue : 13 - 14.
— obtenue : 17

Retours d'oraux [2017]

Merci de bien vouloir rédiger ci-dessous les énoncés de vos exercices d'oral, sujets d'ADS et de TP, et les envoyer à l'adresse suivante : F. Vandenbrouck - Lycée Louis Le Grand (casier 45)- 123 rue Saint Jacques - 75005 PARIS, ou par email : vandenbrouck.francois@gmail.com

Toute correction, même partielle, est la bienvenue. Pensez à écrire avec un stylo noir sur fond blanc. Je compte sur votre contribution !

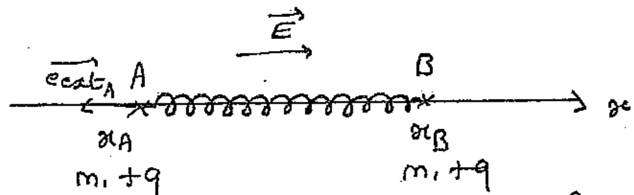
Grégoire Lenahier

Concours : X / ESPCI   Epreuve : Oral Physique   Examinateur : -

énoncé : 2 particules de masse m, portant une charge positive sont reliées par un ressort de raideur K et de longueur à vide nulle. On impose un champ électrique E constant orienté selon $+\vec{e_x}$.

① On suppose que les particules sont astreintes à se déplacer uniquement selon l'axe (Ox). Déterminer la distance d(t) entre les 2 particules pour des petits déplacements autour de la position d'équilibre.

↳ schéma :



▷ bilan des forces sur A :

- interaction électrostatique : $\vec{F_{élec}} = \dfrac{-q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^{②}}\vec{e_x}$ car force répulsive ici entre 2 charges +q. ⚠ j'avais oublié le carré au début...
- force du ressort : $\vec{F_R} = -K(d-0)\underbrace{\vec{e_{ext_A}}}_{=-\vec{e_x}}$
  $= Kd\vec{e_x}$.
- force due au champ électrique : $\vec{F_E} = +qE\vec{e_x}$.

▷ J'écris ensuite le PFD pour la particule A : (en projection selon $+\vec{e_x}$)

$m\ddot{x}_A = \dfrac{-q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2} + Kd + qE$, je me précipite et dis : " équilibre pour $\ddot{x}_A$: ↳ équation du 2nd degré en d.

Là l'examinateur m'arrête → longue discussion physique pour expliciter la notion d'équilibre ici. En fait le champ $\vec{E}$ a l'même effet sur chq particule → translation uniformément accélérée selon $+\vec{e_x}$. L'équilibre a donc lieu qd la force de répulsion électrostatique entre les 2

Retours d'oraux [2017]

Merci de bien vouloir rédiger ci-dessous les énoncés de vos exercices d'oral, sujets d'ADS et de TP, et les envoyer à l'adresse suivante : F. Vandenbrouck - Lycée Louis Le Grand (casier 45)- 123 rue Saint Jacques - 75005 PARIS, ou par email : vandenbrouck.francois@gmail.com

Toute correction, même partielle, est la bienvenue. Pensez à écrire avec un stylo noir sur fond blanc. Je compte sur votre contribution !

Concours : Epreuve : Examinateur :

particules et la force de rappel du ressort se compensent, i.e qd la distance d est constante ; on reprend les 2 équaOs pour les soustraire,

$$\begin{cases} m\ddot{x}_A = \dfrac{-q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2} + kd + qE & (1) \\ m\ddot{x}_B = \dfrac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2} - kd + qE & (2) \end{cases}$$

$$(2)-(1) : \underbrace{(\ddot{x}_B - \ddot{x}_A)}_{\ddot{d}} = \frac{q^2}{m2\pi\varepsilon_0 d^2} - \frac{2kd}{m}$$

$\ddot{d} = 0 \Rightarrow \dfrac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2} = kd$ d'où l'annulation des termes.

$$\Rightarrow d^3 = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 k} \Rightarrow d = \left(\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 k}\right)^{1/3}$$

pour déterminer $d(t)$, j'écris $\underbrace{d(t) = \overset{\text{ordre } 0}{d} + \overset{\text{ordre } 1}{d_1(t)}}_{\text{qu'on réinjecte ds l'équation.}}$ avec $d_1 \ll d$

$$\ddot{d}_1 = \frac{q^2}{m2\pi\varepsilon_0 d^2\left(1+\frac{d_1}{d}\right)^2} - \frac{2k}{m}(d+d_1)$$

$$\ddot{d}_1 \underset{d_1 \ll d}{=} \frac{q^2}{m2\pi\varepsilon_0 d^2}\left(1 - \frac{2d_1}{d}\right) - \frac{2k}{m}(d+d_1)$$

$$\Rightarrow \ddot{d}_1 \underset{d_1 \ll d}{=} \frac{-q^2}{m2\pi\varepsilon_0 d^3} \times 2d_1 - \frac{2k}{m}d_1 + \underbrace{\frac{q^2}{m2\pi\varepsilon_0 d^2} - \frac{2kd}{m}}_{=0}$$

$$\Rightarrow \ddot{d}_1 + \left(\frac{q^2}{m\pi\varepsilon_0 d^3} + \frac{2k}{m}\right)d_1 = 0$$ équaO d'un oscillateur harmonique

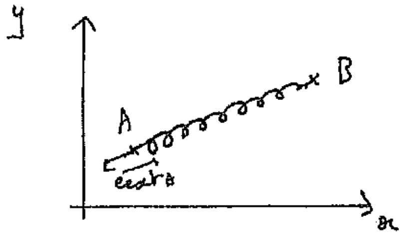
avec $\omega^2 = \dfrac{q^2}{m\pi\varepsilon_0 d^3} + \dfrac{2k}{m}$

$= \dfrac{4k}{m} + \dfrac{2k}{m} = \dfrac{6k}{m}$.

discussion pour comprendre le facteur multiplicatif → je dis que pour un ressort on étudie souvent une masse attachée avec l'autre extrémité fixe. Or ici il y a un mvt à chaque extrémité, ⊕ répulsion électrostatique. L'examinateur explique que qualitativement on ne peut pas avoir l'idée du facteur 6 précisément mais on peut expliquer qu'il y aura un facteur multiplicatif.

La solution s'écrit donc : $d_1(t) = A\cos(\omega t) + B\sin(\omega t)$.

② Le système peut maintenant se déplacer sur une table, caractériser son mouvement.



• il faut réécrire les PFD mais en vectoriel. L'examinateur m'embête sur toutes mes notations et veut que j'exprime $\overrightarrow{e_{ext A}}$ autrement → j'écris $\overrightarrow{e_{ext A}} = \dfrac{\overrightarrow{BA}}{\|\overrightarrow{BA}\|} = \dfrac{\overrightarrow{BA}}{d} = \dfrac{\overrightarrow{OA}-\overrightarrow{OB}}{d}$.

On a :
$$\begin{cases} \dfrac{d^2\overrightarrow{OA}}{dt^2} = \dfrac{+q^2}{4\pi\varepsilon_0 m d^2}\left(\dfrac{\overrightarrow{OA}-\overrightarrow{OB}}{d}\right) + \left(-kd\left(\dfrac{\overrightarrow{OA}-\overrightarrow{OB}}{d}\right)\right) + qE\vec{e_x} \\[2ex] \dfrac{d^2\overrightarrow{OB}}{dt^2} = \dfrac{-q^2}{4\pi\varepsilon_0 m d^2}\left(\dfrac{\overrightarrow{OA}-\overrightarrow{OB}}{d}\right) + kd\left(\dfrac{\overrightarrow{OA}-\overrightarrow{OB}}{d}\right) + qE\vec{e_x}. \end{cases}$$

↳ on soustrait à nouveau les équations → équa. diff vectorielle en $\overrightarrow{OA}-\overrightarrow{OB}$. Il me demande alors quel système de coordonnées on va choisir → je réponds polaire, ok.

Quelle origine du repère ? Je dis le point A → non !

Je dis alors le milieu des deux points. « C'est-à-dire ? »

↳ « Le barycentre de leurs masses. »

↳ « oui, l'oral est terminé ! ».

note obtenue : 9,5/20.

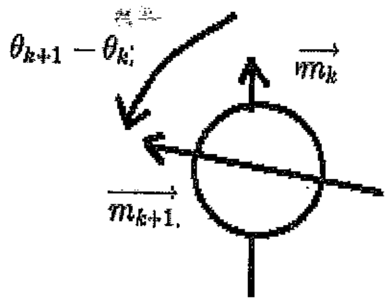
Dedieu Pierre

Physique X-ESPCI

Examinateur : 50 ans, cheveux moyennement long noirs, lunettes et léger accent maghrébin

On considère une chaîne d'atome sur une ligne d'atomes, séparés d'une distance a. A chaque atome i on associe un moment magnétique m_i et J son moment d'inertie. Ils sont tous de même norme et sont susceptibles de bouger dans le plan perpendiculaire à la chaîne d'atomes. On demande s'il peut y avoir propagation d'ondes, si oui de quel type.

On commence par faire un schéma :



Les angles θ_k et θ_{k+1} comptent la rotation de m_k et m_{k+1} par rapport à un axe vertical choisi comme référence. On donne l'énergie d'interaction entre deux moments magnétiques séparés de r :

$$E = -\frac{\mu_0}{4\pi r^5}(3(\overrightarrow{m_i}.\vec{r})(\overrightarrow{m_j}\vec{r}) - r^2\overrightarrow{m_i}\overrightarrow{m_j})$$

Comme on donne le moment d'inertie, je me doute qu'il va y avoir une histoire de TMC. Je dis donc que la rotation d'un moment magnétique exerce une force sur le moment magnétique adjacent, etc... ce qui peut engendrer une onde.

J'écris donc dans le cas qui nous intéresse :

$$E_{k(k+1)} = \frac{\mu_0 m^2 cos(\theta_{k+1} - \theta_k)}{4\pi r^3}$$

où $E_{k(k+1)}$ est l'énergie d'interaction entre les moments magnétiques des atomes k et k+1. Je dis ensuite que :

$$\overrightarrow{F_{k(k+1)}} = -\overrightarrow{grad}(E_{k(k+1)})$$

Il me dit que ma force n'a en fait aucune signification. Je lui dis que c'est l'équivalent d'une force magnétique. Il me dit qu'il n'est pas convaincu et que comme c'est lui l'examinateur on va faire autrement.

Je lui dis qu'on va faire un raisonnement énergétique. Je commence à faire un bilan énergétique sur l'atome k+1, mais après pas mal de discussion avec l'examinateur, je me rends compte que j'avais en tête la situation où tous les moments magnétiques sont colinéaires initialement puis on 'tape' dans le premier, alors que ce n'est qu'un cas particulier... Du coup pour avoir un système fermé on est obligé de prendre pour système l'ensemble des atomes. On peut donc écrire :

$$E_{tot} = \frac{\mu_0 m^2}{4\pi a^3}\sum_{k=1}^{\infty} cos(\theta_{k+1}-\theta_k) + \frac{1}{2}J\sum_{k=1}^{\infty}\dot{\theta}_k^2$$

Il me demande ensuite comment on fait à partir d'un raisonnement énergétique pour obtenir l'équation du mouvement. Je lui dis qu'on dérive par rapport au temps. On doit donc faire pareil ici... On obtient donc :

$$-\frac{\mu_0 m^2}{4\pi a^3}\sum_{k=1}^{\infty}(\dot{\theta}_{k+1}-\dot{\theta}_k)sin(\theta_{k+1}-\theta_k) + J\sum_{k=1}^{\infty}\dot{\theta}_k\ddot{\theta}_k = 0$$

On regroupe les termes comme ceci (pour k>1) :

$$\dot{\theta}_k[J\ddot{\theta}_k - \frac{\mu_0 m^2}{4\pi a^3}(sin(\theta_k-\theta_{k-1}) - sin(\theta_{k+1}-\theta_k))] = 0$$

On peut donc caractériser la position d'équilibre par :

$$sin(\theta_k-\theta_{k-1}) = sin(\theta_{k+1}-\theta_k)$$

Soit :

$$\theta_k = \frac{\theta_{k+1}+\theta_{k-1}}{2}$$

ce qui paraît logique (les 'forces' ressenties sont les mêmes de chaque côté).
Il me demande alors l'équation du mouvement : je lui dis qu'on va se placer dans le cas où les arguments des sinus sont proches de 0. On a dans ce cas :

$$(1) \qquad J\ddot{\theta}_k = \frac{\mu_0 m^2}{4\pi a^2}(2\theta_k - \theta_{k+1} - \theta_{k-1})$$

Il me dit qu'on va s'arrêter là, je lui dis avant de partir qu'on peut faire trois développements de Taylor, pour obtenir une équation de d'Alembert.

Je le fais ici pour que tout le monde voit. En fait, on peut considérer que l'axe de la chaîne est noté (Ox) et on repère l'atome k par son abscisse x_k : on a donc x_k=ka.
On a donc : $\theta_k=\theta(x_k)=\theta(ka)$.
En considérant a proche de 0, on peut donc réaliser les développements de Taylor suivants :

$$\theta_{k+1}-\theta_k = a\frac{\partial\theta_k}{\partial x} \qquad \theta_k-\theta_{k-1} = a\frac{\partial\theta_{k-1}}{\partial x}$$

On a donc :

$$2\theta_k-\theta_{k+1}-\theta_{k-1} = a[\frac{\partial\theta_{k-1}}{\partial x} - \frac{\partial\theta_k}{\partial x}] = a^2\frac{\partial^2\theta_k}{\partial x^2}$$

On obtient donc l'équation du mouvement :

$$\ddot{\theta}_k = \frac{\mu_0 m^2}{4\pi J a}\frac{\partial^2\theta_k}{\partial x^2}$$

On peut donc dire que des ondes progressives et régressives peuvent se propager.

C'est bien l'équation de d'Alembert, on peut même trouver la célérité des ondes :

$$c = \sqrt{\frac{\mu_0 m^2}{4\pi J a}}$$

On peut commenter les dépendances en réutilisant la 'force' : si a augmente, celle-ci diminue en norme donc la célérité diminue, si le moment magnétique augmente la force aussi donc la célérité augmente; si J augmente, la rotation engendrée par l'action de la force est plus lente donc la célérité diminue.

En fait mon histoire de force marchait, mais il voulait que je dise 'moment'. Mon calcul marchait également, et on obtenait l'équation (1) directement, sans devoir dériver une expression un peu... rebutante.

Remarques :

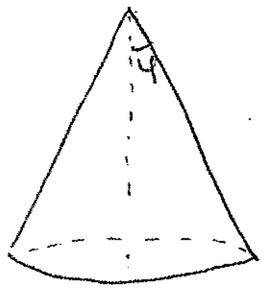
- si l'examinateur vous dit qu'il faut changer de méthode, même si vous avez le sentiment intérieur très fort que votre méthode est meilleure, faites ce qu'il vous dir, parce qu'un examinateur irrité...
- ne pas avoir peur de faire du calcul, même si vous vous dites que certaines dérivations sont potentiellement obscures
- il a l'air d'avoir apprécié ma petite analyse du phénomène de propagation au début de l'oral

Note attendue : 14

Oral de physique : X-ESPCi

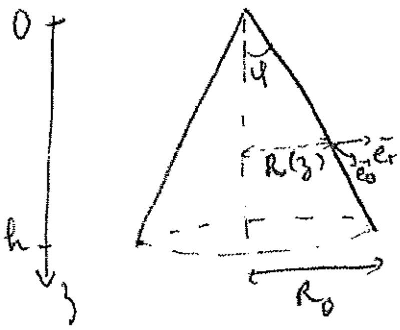
Florence BERTEROTTIÈRE

Examinateur : probablement Mr Bilal



Conducteur cônique dans lequel on fait passer un courant I en régime stationnaire.

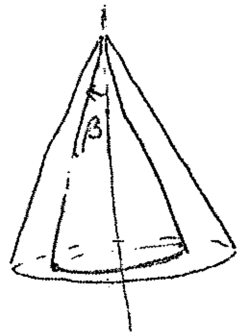
1) Donner l'équation du cône et tracer les lignes de courant de J.



• Equation du cône.

$$\tan \varphi = \frac{R(z)}{z}$$

• Lignes de courant :



2) Trouver une relation entre les composantes de $\vec{j}$.

$$\vec{j} = j_r(r,z)\,\vec{e_r} + j_z(r,z)\,\vec{e_z}$$

$$\tan \beta = \frac{j_r}{j_z} = \frac{r}{z} \quad (1)$$

3) Trouver une équa diff sur la composante selon (Oz) de $\vec{j}$.

⊗ Eq° de conservation de la masse :

$$\underbrace{\frac{\partial \rho}{\partial t}}_{=0 \text{ car stationnaire}} + \operatorname{div} \vec{j} = 0$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial (r j_r)}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial j_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial j_z}{\partial z} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{r} \frac{\partial (r j_r)}{\partial r} + \frac{\partial j_z}{\partial z} = 0.$$

Donc par (1) : $\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{r^2 j_z}{z} \right) + \frac{\partial j_z}{\partial z} = 0$ (2)

et $\frac{1}{r} \frac{\partial (r j_r)}{\partial r} + \frac{\partial}{\partial z} \left(z \frac{j_r}{r} \right) = 0$ (3).

Moi : On pourrait les résoudre en séparant r et z, mais a priori rien ne nous dit qu'on peut les séparer.

Exam. Effectivement. Qu'est-ce qu'il fait qu'elles ne sont pas résolvables ?

Moi : Non linéarité, j_r et j_z dépendent à la fois de r et de z, on a des dérivées pas de la même fonction...

Il voulait que je dise que c'était pas résolvable car il y avait des dérivées par rapport à r et par rapport à z.

(j'ai perdu beaucoup de temps dans cette discussion.)

Oral de physique : X-ESPCI (suite)

Exam : Vous avez exploité au max. ce que vous avez écrit

Moi : Oui donc il faut que je trouve une autre équation.

$$\left.\begin{array}{l}\vec{j} = \gamma \vec{E} \\ \vec{rot}\,\vec{E} = -\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}\end{array}\right\} \Rightarrow \vec{rot}\,\vec{j} = \gamma\, \vec{rot}\,\vec{E} = -\gamma \underbrace{\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}}_{=\vec{0}} = \vec{0}$$

car stationnaire

or $\vec{rot}\,\vec{j} = \left[\dfrac{1}{r}\dfrac{\partial j_z}{\partial \theta} - \dfrac{\partial j_\theta}{\partial z}\right]\vec{e_r} + \left[\dfrac{\partial j_r}{\partial z} - \dfrac{\partial j_z}{\partial r}\right]\vec{e_\theta} + \left[\dfrac{1}{r}\dfrac{\partial (r j_\theta)}{\partial r} - \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial j_r}{\partial \theta}\right]\vec{e_z}$

Donc $\dfrac{\partial j_r}{\partial z} = \dfrac{\partial j_z}{\partial r}$ (4)

(2) : $2r\dfrac{j_z}{z} + \dfrac{r}{z}\dfrac{\partial j_z}{\partial r} + \dfrac{\partial j_z}{\partial z} = 0.$

Par (4) : $2r\dfrac{j_z}{z} + \dfrac{r}{z}\dfrac{\partial j_r}{\partial z} + \dfrac{\partial j_z}{\partial z} = 0$

Puis par (1) : $2r\dfrac{j_z}{z} + \dfrac{r}{z}\dfrac{\partial}{\partial z}\left(r\dfrac{j_z}{z}\right) + \dfrac{\partial j_z}{\partial z} = 0.$

$$2r\frac{j_z}{z} - \frac{r^2}{z^3}j_z + \frac{r^2}{z^2}\frac{\partial j_z}{\partial z} + \frac{\partial j_z}{\partial z} = 0.$$

Donc $\left(\dfrac{r^2}{z^2}+1\right)\dfrac{\partial j_z}{\partial z} + \left(\dfrac{2r}{z} - \dfrac{r^2}{z^3}\right)j_z = 0.$

Je n'ai pas eu le temps d'aller jusqu'au bout des calculs.

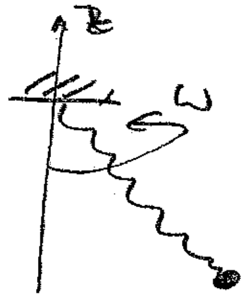
4) (non traitée) : Analogie avec le cas d'un cylindre ?

BESERMAN
Noé

X Phy

Méca : "Étude d'une masse attachée à un ressort en rotation uniforme" (sic).

J'ai dessiné



et PFD dans tous les sens.

Examinateur pas méchant, pas présent en fait, m'a regardé me planter en souriant.
Seule chose, il refusait que je me place dans le réf tournant.

<u>Bilan</u> : Fiasco.

LLG PC*2 — Retours d'oraux ~~Chimie~~ physique — **2017**

Merci de bien vouloir rédiger ci-dessous les énoncés de vos exercices d'oral, sujets de TP et d'ADS ou rapport de TIPE de manière la plus détaillée possible et les envoyer à l'adresse suivante : Pascal FRAJMAN 7b rue Christiani 75018 PARIS ou scanné par mail à : pascal.frajman@free.fr

Toute correction, même partielle, est plus que bienvenue ainsi que vos commentaires constructifs. Je compte sur votre contribution !

NOM :	Concours :	Epreuve (entourer) :	~~Lieu du TP X :~~
LATOUR	X-ESPCI	Oral ~~TP~~ ~~TIPE~~	X ou ESPCI

Enoncé : bulle pulsante :

$R(t) = R_0 + a\cos(\omega t)$

1) Puissance acoustique rayonnée

2) grande longueur d'onde ?

1) Je m'intéresse à la surpression p_1.
p_1 vérifie l'éq de d'Alembert :

$$\Delta p_1 = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 p_1}{\partial t^2}$$

→ j'ai un trou : je ne me souviens plus de Δ en sphériques !
je le lui demande. L'examinateur refuse de me le donner.

J'écris donc directement que $p_1 = \underbrace{\frac{1}{r}f\left(t-\frac{r}{c}\right)}_{\text{terme intéressant}} + \underbrace{\frac{1}{r}g\left(t+\frac{r}{c}\right)}_{\text{terme régressif pas intéressant}}$

et je justifie le $\frac{1}{r}$ en disant que lors de sa propagation l'onde voit son amplitude diminuer.

Puis après discussion j'arrive à $p_1 = \frac{p_0}{r}e^{i(\omega t - kr)}$ onde sphérique

(je sais pas pourquoi j'ai eu un bug là dessus...)
j'avais écrit $p_1 = \frac{p_0}{r}e^{i(\omega t - \vec{k}\cdot\vec{r})}$ onde plane !!! ⚠ ⚠ ⚠

Je trouve $\vec{v_1}$ en utilisant l'eq d'Euler linearisée.

$\vec{\Pi} = p_1 \vec{v_1}$

et $\langle \vec{\Pi} \rangle = \frac{1}{2} Re(p_1^* . \vec{v_1})$

j'arrive à une expression de $\langle \vec{\Pi} \rangle = f(p_0)$.

J'avais oublié que p_0 dépendait de a.

Il me pose pleins de questions chelous pour me le faire retrouver.

J'exprime p_0 en fonction de a en utilisant

$\underline{v}(r = R_0, t) = \underline{\dot{R}}(t)$ Je fais des DL pour avoir une expression pas trop moche.

puis je calcule $\iint_{\text{sphère de rayon}} \langle \vec{\Pi} \rangle . \vec{n}_{ext} dS = P$.

P ne dépend pas de r : oui car pas de φ dissipatif.

2) Je choisis comme critère pour "grande longueur d'onde" $\lambda \gg R_0$. Il me demande de justifier.

Je lui sors l'argument suivant : propagation efficace si $\underbrace{c\frac{2\pi}{\omega}}_{\text{distance parcourue par l'onde pendant une période caractéristique du mvt de la bulle}} \gg R_0$ ... Pas convaincu ...

LLG PC*2	Retours d'oraux Chimie	2017

Merci de bien vouloir rédiger ci-dessous les énoncés de vos exercices d'oral, sujets de TP et d'ADS ou rapport de TIPE de manière la plus détaillée possible et les envoyer à l'adresse suivante : Pascal FRAJMAN 7b rue Christiani 75018 PARIS ou scanné par mail à : pascal.frajman@free.fr

Toute correction, même partielle, est plus que bienvenue ainsi que vos commentaires constructifs. Je compte sur votre contribution !

NOM :	Concours :	Epreuve (entourer) : Oral TP TIPE	Lieu du TP X : X ou ESPCI

fin de l'oral...

Rques : ▸ examinateur pas clair qui pour me débloquer posait des questions qui m'embrouillaient encore plus (leur formulation était tout sauf claire !)

▸ exo de cours que j'aurais dû toucher en 30 minutes mais j'avais oublié certains points importants :

→ $\boxed{\rho_0 \text{ dépend de } a}$

→ l'expression de Δ en sphérique.

↳ Apprendre le cours par coeur ! ♡ ♡♡

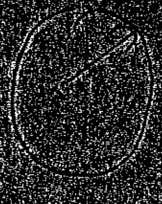
▸ garder son sang froid face à un examinateur pas clair.

→ note attendue : 10-11 ⟹ c'était un exo donné que j'aurais dû toucher !

note obtenue : 15

NOM : [illegible] | Concours : X ESPCI | Épreuve (entourer) : Oral TP [illegible] | [illegible]

Thème : bulle pulsante



$p(t) = p_0 + a\cos(\omega t)$

→ 1) Puissance rayonnée acoustique

2) grande longueur d'onde

1) J'ai mis un temps à me rappeler que p vérifie l'éq de d'Alembert

$$\Delta p = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 p}{\partial t^2}$$

→ J'avais un trou, je ne me souvenais plus de Δ en sphérique. Je le lui demande. L'examinateur refuse de me le donner.

J'ai donc directement que $p = \underbrace{\frac{1}{r} f\left(t - \frac{r}{c}\right)}_{\text{terme intéressant}} + \underbrace{\frac{1}{r} g\left(t + \frac{r}{c}\right)}_{\text{terme rejeté physiquement}}$

et je justifie le $\frac{1}{r}$ en disant que lors de la propagation l'onde voit son amplitude diminuer.

Par après discussions j'arrive à $p = \frac{A}{r} e^{i(\omega t - kr)}$ onde sphérique

(je sais pas pourquoi j'ai eu un bug là dessus)

j'avais dit $p = A e^{i(\omega t - kx)}$ onde plane

Je trouve [illegible] en utilisant l'eq d'onde linéaire

$\vec{\Pi}$ pres

$\langle \vec{\Pi} \rangle = \frac{1}{2} \mathrm{Re}(\vec{\Pi}\,\vec{v}^*)$

J'arrive à une expression de $\langle \vec{\Pi} \rangle = f(\rho_0)$

J'avais oublié que ρ_0 dépendait de a

Il me pose plein de questions alors pour me le faire retrouver

J'exprime ρ en fonction de a en utilisant

$\ln(\rho_0 + 1) - f(r)$ Je fais des DL pour avoir une expression pas trop moche

pour je calcule | $\langle \vec{\Pi} \rangle \cdot \vec{n}\, dS = P$
| sphère de rayon

P ne dépend pas de r ce qui est [illegible]

2) Il demande comme critère pour "grande longueur d'onde"?

$\lambda \gg R_0$ Il me demande de justifier

Je lui dis à l'infini courant propagation [illegible]

$\lambda \gg R_0$ [illegible]

[illegible]
[illegible] pas une [illegible] [illegible]

NOM	Concours	Epreuve (entourer)	Lieu du [illegible]
LATOUR	X - ESPCI	oral TP TIPE	X [illegible] ESPCI

TP d'étude d'un [illegible] sur le goniomètre, déjà [illegible] précédente (rapport de Hugo [illegible])

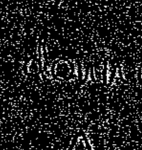
partie 1 réglage du goniomètre
→ réglage de la lunette — autocollimation
→ autocollimation sur les 2 faces du [illegible]
lame à faces parallèles
→ question théorique : [illegible]
de s'assurer de l'orthogonalité de l'axe de la lunette et de l'axe de rotation de la plateforme)

partie 2 → mesure des angles $\hat{A}, \hat{B}, \hat{C}$ d'un prisme par autocollimation
beaucoup [illegible] TP [illegible]

→ calculer $\hat{A}+\hat{B}+\hat{C}$
→ justifier $\hat{A}+\hat{B}+\hat{C}$ [illegible]
conclusion ?

partie 3 mesure de l'indice [illegible]
par la méthode [illegible]

On donnait $n^2 =$ [illegible]



[illegible] physique [illegible]

(31)

PC*2

Retours d'oraux chimie

Merci de bien vouloir rédiger ci-dessous les énoncés de vos exercices d'oral [illegible] détaillés possible et les envoyer à l'adresse suivante : Pascal FRAJMAN [illegible]

Toute correction, même partielle, est plus que bienvenue ainsi que vos commentaires constructifs [illegible]

NOM	Concours :	Epreuve (entourer) Oral TP TPE	[illegible] X [illegible]

fin de l'oral

Reproches ▷ examinateur pas clair qui pouvait déstabiliser
→ posait des questions qui m'embrouillaient encore plus (leur formulation était tout sauf claire !)

▷ exercice que j'aurais dû traiter en 30 min mais j'avais oublié certains points importants

→ $\boxed{p_i \text{ dépend de } c_i}$

→ l'expression de Δ en sphérique

↳ Apprendre le cours par cœur ! ♡♡♡

▷ garder son sang froid face aux examinateurs pas clairs

→ note attendue : 10-11 → c'était une des choses que j'aurais dû [illegible]

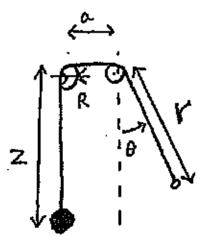
Physique X - Grégoire Le Lay (PC*2)

Sujet sur un feuille, examinateur mince, très sympathique. Le sujet (en gros) :

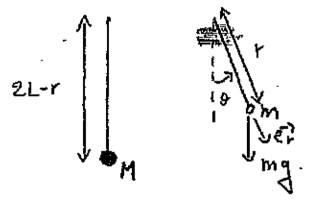
> « On s'intéresse à un pendule de masse m attaché à une corde de longueur $2L$ reposant sur 2 poulies dont l'autre extrémité est attachée à une masse M. La masse M ne peut que monter et descendre. Initialement, la longueur du pendule est L. Discuter de l'évolution du système, on s'intéressera particulièrement au cas où $M = m$ »

Je dessine un premier schéma, puis j'explique que si $m \neq M$, l'une des deux masses va tomber et l'autre va remonter. L'examinateur répond qu'en effet et me dit de considérer que $M = m$.

Je dis ensuite pour simplifier que je suppose les poulies parfaites, sans masses, le fil sans masse aussi, et $a \ll L$ et $R \ll L$. De cette manière, en orientant un axe Oz vers le bas, la masse 'M' se trouve à une ordonnée $2L - r$. On a alors un système à deux degrés de libertés, et il reste à déterminer $r(t)$ et $\theta(t)$.



(a) Premier schéma, pour avoir une idée du problème



(b) Deuxième schéma, plus efficace

Après ça, j'arrive aux équations du mouvement dans la douleur, en faisant plein d'erreurs de calculs. C'est peu glorieux, inutile de s'étendre là dessus. Il aurait pu me mettre 8, voir 6, sans qu'il ait été dans son tort tant j'ai mal géré cet oral. J'ai dû lui paraître sympathique, je m'en suis tiré avec un 11.

Éléments de correction

Je mène la résolution avec $M \neq m$, pour qu'on puisse différencier les systèmes que je considère.

Avec la modélisation que j'ai choisi, il faut obtenir 2 équations et il y a classiquement deux manières d'y arriver :

- Par les lois de conservations : conservation de l'énergie mécanique totale et du moment cinétique :

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(-Mg(2L-r)+\frac{1}{2}M\dot{r}^2-mgr\cos\theta+\frac{1}{2}m\left(\dot{r}^2+r^2\dot{\theta}^2\right)\right)=0$$
$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(mr^2\dot{\theta}\right)=-mgr\sin\theta$$

- Par la seconde loi de Newton, à appliquer à M pour trouver la tension T, puis à m en faisant 2 projections sur e_r et e_θ :

$$M(-\ddot{r}) = Mg - T$$
$$m\left(\ddot{r}-r\dot{\theta}^2\right) = mg\cos\theta - T$$
$$m\left(2\dot{r}\dot{\theta}+r\ddot{\theta}\right) = -mg\sin\theta$$

Une fois n'est pas coutume, les lois de Newton sont ici plus efficaces. Au final on arrive (avec $M = m$) à 2 équations non linéaires couplées :

$$\begin{cases} r\ddot{\theta}+2\dot{r}\dot{\theta}+g\sin\theta &= 0 \\ 2\ddot{r}-r\dot{\theta}^2+g(1-\cos\theta) &= 0 \end{cases}$$

En faisant l'approximation des petits angles, on voit que si $\dot{r}$ est > 0, l'équation de θ est celle d'un oscillateur amorti, donc $\theta \to 0$, donc $\ddot{r} \to 0$, donc $r \to +\infty$. Je ne vois pas quoi faire d'autre. L'examinateur a dit que c'était délicat d'aller plus loin.

Merci de bien vouloir rédiger ci-dessous les énoncés de vos exercices d'oral, sujets de TP et d'ADS ou rapport de TIPE de manière la plus détaillée possible et les envoyer à l'adresse suivante : Pascal FRAJMAN 7b rue Christiani 75018 PARIS ou scanné par mail à : pascal.frajman@free.fr

Toute correction, même partielle, est plus que bienvenue ainsi que vos commentaires constructifs. Je compte sur votre contribution !

NOM : Thomas de Gouville	Concours : X	Epreuve (entourer) : Oral TP TIPE	Lieu du TP X : X ou ESPCI

Avant tout, les 5/2, si vous lisez ça, c'est que c'est bientôt fini et tout se passera bien !

L'exercice est donné sur 1 feuille : " sphère pulsante et 1er principe "

Je lis sphère pulsante, je me dis que ENFIN la chance me sourit

ENONCÉ : une sphère de rayon R(t) dans un fluide. On suppose l'écoulement parfait, incompressible et que les transformations sont adiabatiques et réversibles

①. Énergie cinétique du fluide ! En appliquant le 1er princip à tout le système, obtenir l'équa diff que vérifie le rayon de la bulle.

Dans l'énergie cinétique, il faut la vitesse. J'écris :

- Incompressible ⇒ $\operatorname{div}\vec{v} = 0$ ⇒ conservation du flux donc

$$4\pi r^2 v(r) = \text{cste et } 4\pi R^2 \dot{R} = \text{cste},$$

$$\Rightarrow v(r) = \frac{R^2}{r^2}\dot{R}$$

Examinateur : " pq on fait souvent l'hypothèse d'écoulement incompressible ? "

Je tourne en rond en disant que $\frac{U^2}{c^2} \ll 1$ (U → vitesse moyenne fluide ; c → vitesse du son dans fluide.)

Il est pas hyper satisfait mais dit ok.

Je passe au calcul de l'E_c. J'écris

$$E_c = \int_R^{+\infty} \frac{1}{2} \rho 4\pi r^2 dr\, v^2(r,t) = 2\pi \dot{R}^2 R^4 \rho \int_R^{+\infty} \frac{dr}{r^2}$$

$$= 2\pi \rho \dot{R}^2 R^3$$

Ensuite, j'écris le 1er principe dans sa forme la + générale.

$dU + dE_c + dE_p = dQ + \delta W$.

Là j'ai même pas le temps de réfléchir qu'il intervient :
"Quel terme on peut enlever ?" , Moi : "dE_p ?"

Lui : "oui" !

• Après je dis $dQ = 0$ (hypothèse de l'énoncé !

Lui : "Oui".

• Lui "dE_c on peut l'approximer à quoi ?" Je dis que la variable
du fluide car il s'étend à l'∞ donc est bcp + massif. Lui : "oui"
: E_c du fluide

Je calcule $\frac{dE_c}{dt} = 2\pi\rho\left[2\ddot{R}\dot{R}R^3 + 3R^2\dot{R}^3\right]$

$$dE_c = 2\pi\rho\left(2\ddot{R}\dot{R}R^3 + 3R^2\dot{R}^3\right)dt$$

Après je dis dans dU y a pas de raison que la température ↗
car on néglige les effets de la viscosité.
Il faut évaluer le travail des forces de pression. Je me souviens
de ce que on avait fait en TD.

• En $r \geq R$, on a $\delta W = -p(r,t)dV = -4\pi r^2 p(r,t) v(r,t) dt$.
en revenant à $\delta W = \vec{F} \cdot \vec{dl}$

donc $\delta W = \underbrace{-4\pi\dot{R}R^2}_{\text{ne dépend pas de } r} p(r,t)dt \xrightarrow{\text{à } r\infty} \delta W = -4\pi\dot{R}R^2 p_0$

en $R(t)$: $\delta W = 4\pi\dot{R}R^2 \underbrace{p(R,t)}_{p_{int}} dt$

2

NOM :	Concours :	Epreuve (entourer) : Oral TP TIPE	Lieu du TP X : X ou ESPCI

Il vient alors :

$$2\pi\mu\left(2\ddot{R}\dot{R}R^3 + 3R^2\dot{R}^3\right) = 4\pi R^2\dot{R}\left(p_{int} - p_0\right)$$

Il faut alors trouver p_{int} ⇒ Loi de Laplace.

$$p_0\left(\frac{4}{3}\pi R_0^3\right)^\gamma = p_{int}\left(\frac{4}{3}\pi R^3\right)^\gamma$$

$$\Rightarrow p_{int} = p_0\left(\frac{R_0}{R}\right)^{3\gamma}$$

d'où $\mu\left(2\ddot{R}\dot{R}R^3 + 3R^2\dot{R}^3\right) = 2R^2\dot{R}p_0\left[\left(\frac{R_0}{R}\right)^{3\gamma} - 1\right]$

soit $\mu\left(2\ddot{R}R + 3\dot{R}^2\right) = 2p_0\left[\left(\frac{R_0}{R}\right)^{3\gamma} - 1\right]$

Je tente une "blague" en disant : "l'équa diff est pas très jolie, on peut linéariser"

Lui : "Elle est ce qu'elle est l'équa diff." . Ok...

question ? : Petites oscillations. Simplifier. Il fallait donc bien linéariser, génial...

Je dis on pose $R(t) = R_0(1 + \varepsilon(t))$. Au 1er ordre, l'équa diff devient :

$$\mu\left(2\ddot{\varepsilon}R_0 + \underbrace{\cancel{3\dot{\varepsilon}^2}}_{\text{ordre 2}}\right) = 2p_0\left(\left(1+\varepsilon(t)\right)^{-3\gamma} - 1\right)$$

$$\Rightarrow 2\mu\ddot{\varepsilon}R_0^2 = 2p_0\left(\underline{1} - 3\gamma\varepsilon(t) - 1\right)$$

donc $2\mu \ddot{\varepsilon} R_0^2 + 2p_0 \times 3\gamma \varepsilon(t) = 0$

$$\Rightarrow \ddot{\varepsilon} + \underbrace{\frac{3\gamma p_0}{\mu R_0^2}}_{\omega^2} \varepsilon(t) = 0$$

donc OK

Il me dit : tu reconnais pas qq chose.

Moi : $c = \sqrt{\frac{\gamma p_0}{\mu}}$ célérité des ondes sonores

Lui : "donc ?"

Moi : donc $\omega^2 = \frac{3c^2}{R_0^2}$

soit $\omega = \sqrt{3}\frac{c}{R_0}$

Lui : "Ecrit la période" :

Moi $\frac{2\pi}{T} = \sqrt{3}\frac{c}{R_0}$

$$\Rightarrow \boxed{T = \frac{2\pi R_0}{\sqrt{3}\, c}}$$

Lui : Discute du résultat.

Je blablate 5 min sur l'influence du milieu sur c donc sur T. Il dit OK, mais multiplie par c :

$$cT = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} R_0$$

Lui : "Et là". Moi : $cT = \lambda$ donc $\lambda = \underset{2\pi/\sqrt{3}}{\underset{\uparrow}{\alpha}} R_0$

Merci de bien vouloir rédiger ci-dessous les énoncés de vos exercices d'oral, sujets de TP et d'ADS ou rapport de TIPE de manière la plus détaillée possible et les envoyer à l'adresse suivante : Pascal FRAJMAN 7b rue Christiani 75018 PARIS ou scanné par mail à : pascal.frajman@free.fr

Toute correction, même partielle, est plus que bienvenue ainsi que vos commentaires constructifs. Je compte sur votre contribution !

NOM :	Concours :	Epreuve (entourer) : Oral TP TIPE	Lieu du TP X : X ou ESPCI

Donc λ proportionnel à R_0

Il dit oui, donc ça explique les séismes. Je dis "Rien mais les séismes c'est pas créé par des bulles?! Il dit "bah non, d'ailleurs ça vient d'où?"

. Moi : " la subduction des plaques #SVTdulycée"

. Lui : " oui".

Je tente une dernière blague, à la VDB : " le résultat $\lambda \propto R_0$, tout ça pour ça, ..."

Lui : " le facteur $\frac{2\pi}{\beta}$ est important" (ton sec)

qd on fait un raisonnement par analyse dim

Bilan : - Exo vu en TD, sauf que je ne connaissais que la résolution "classique" avec la méca flu, alors que VDB l'avait fait avec le pp, j'ai du improviser...

- Examinateur très froid

Note attendue : 12-13 (j'ai été lent et il m'a aidé)

Note obtenue : 19 ? ??? Ceux qui sont passés sur le m exo ont du bloquer

Enoncé

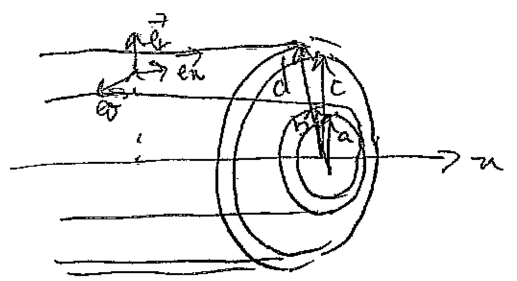
Soit 2 conducteurs cylindriques, de même axe, et creux :

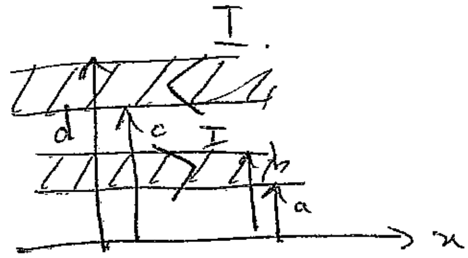
Cylindre 1 : $a<r<b$ et $a<b<c<d$
Cylindre 2 : $c<r<d$

le cylindre 1 est parcouru par un courant et le cylindre 2 par un courant identique dans l'autre sens.

Determiner le champ magnétique partout.

Proposition de correction





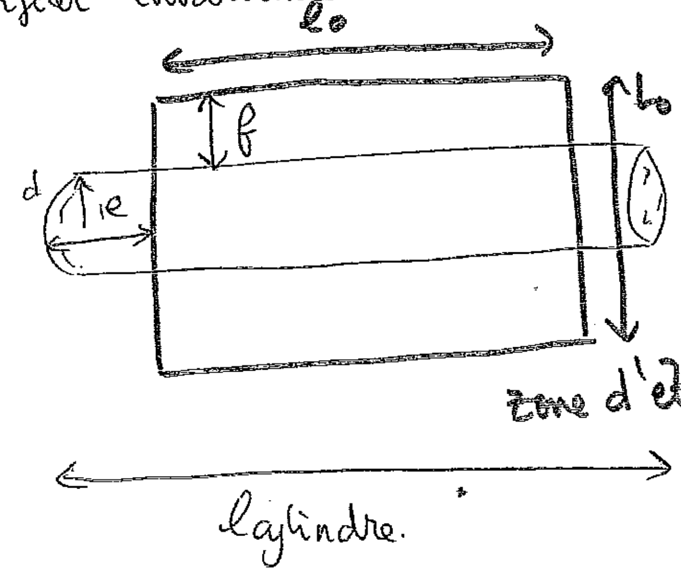
Magnetostatique

Dan

Coordonnées cylindriques : $(M, \vec{e_r}, \vec{e_x})$ sym

Donc $\boxed{\vec{B} = B_\theta(r)\vec{e_\theta}}$

+ Justifier invariance selon $\vec{e_x}$:



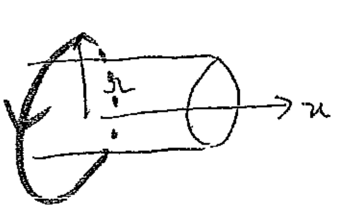
On veut cylindre infini (négliger les effets de bord) :

$e \gg d$.
$f \ll l_{cylindre}$.

À ces conditions (suffisantes), alors invariance selon $\vec{e_x}$

Ampère

$$\oint \vec{B}\cdot\vec{dl} = \mu_0 I_{enlacé}^{algé.}$$



$$B_\theta(r) = \begin{cases} 0 & ; r<a \\ \frac{\mu_0 I}{2\pi}\frac{r^2-a^2}{b^2-a^2}\cdot\frac{1}{r} & ; a<r<b \\ \mu_0 \frac{I}{2\pi r} & ; b<r<c \\ \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I\left(1-\frac{r^2-c^2}{d^2-c^2}\right)}{r} & ; c<r<d \\ 0 & ; r>d. \end{cases}$$

Avec l'hypothèse que $\vec{j}$ uniforme ainsi :

$$I = j.\pi(b^2-a^2)$$
$$I' = j\pi(r^2-a^2) = I\,\frac{r^2-a^2}{b^2-a^2}$$

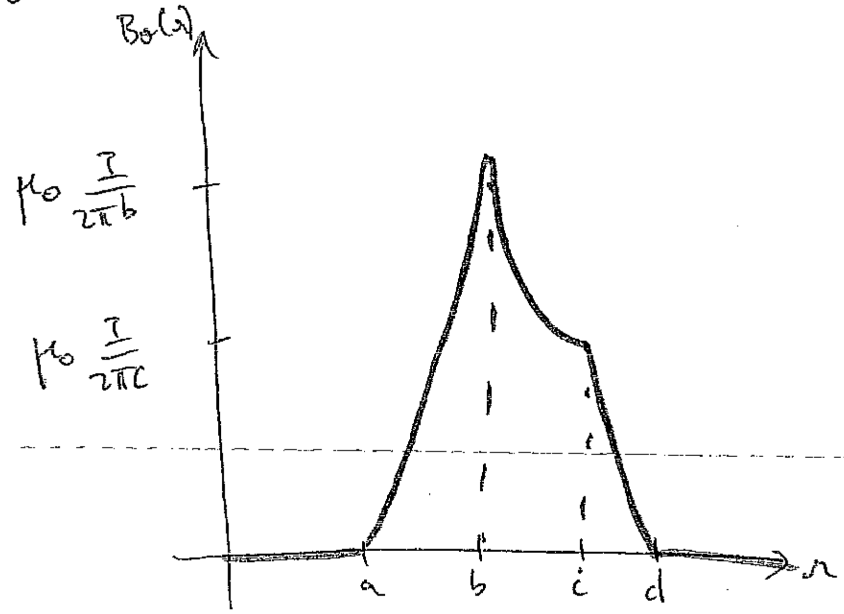
+ Montrer que $\vec{j}$ uniforme :
(J'ai d'abord montré que $\operatorname{div}\vec{j}=0$, ce qui donne $\vec{j}$ à flux conservatif).

$\vec{rot}\,\vec{j} = \gamma\,\vec{rot}\,\vec{E}$ (dans le conducteur)
$= -\gamma\frac{\partial\vec{B}}{\partial t} = \vec{0}$ (magnétostatique).

or $\vec{j} = j(r)\,\vec{e_x}$.

M = "Il faut le $\vec{rot}$ en cylindrique et on aurait $\frac{\partial j}{\partial r}=0$"

E = "Tracer $B_\theta(r)$".



M = "On observe une continuité de B_θ"

E = " Que peut-on dire ?"

3 minutes de questions-réponses pour sortir <u>la</u> phrase attendue par l'examinateur :

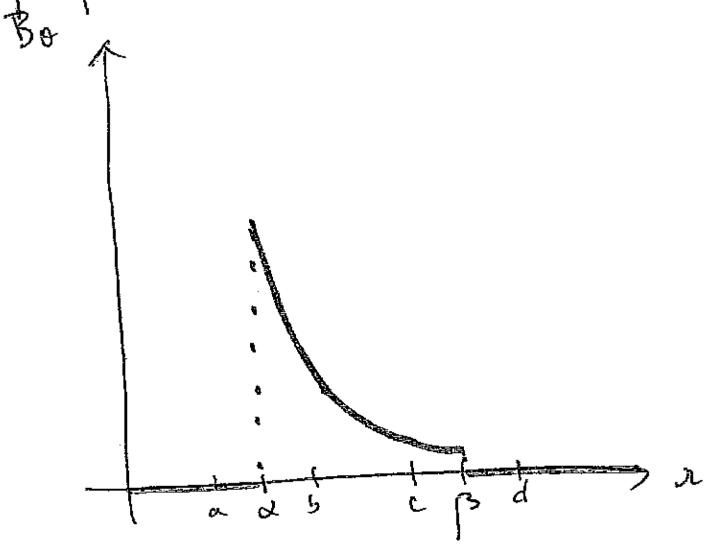
" A priori, la discontinuité de B_θ (composante tangentielle) est possible, mais pas observée."

E = "Expliquer pourquoi."

Ici, $\vec{j}$ est volumique. Peut-être pas de $\vec{j}$ surfacique, donc pas de discontinuité.

E = "Etudier si a et b se rapprochent et c et d se rapprochent." avec le même I.

Graphiquement :



M = "Ici discontinuité."

E = "Conclusion ?"

M = "Epaisseur nulle et courant surfacique."

<u>Fin de l'oral</u>

<u>CCL</u> : Examinateur pédagogue et attentif.

Savait pertinemment que $\vec{j}_s$ est Hors Programme mais attendait que je puisse discuter dessus.

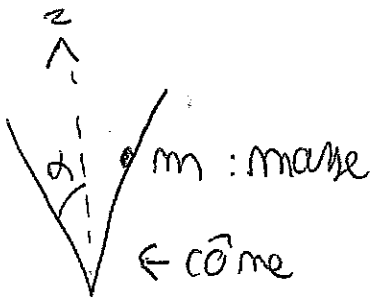
Retours d'oraux [2017]

Merci de bien vouloir rédiger ci-dessous les énoncés de vos exercices d'oral, sujets d'ADS et de TP, et les envoyer à l'adresse suivante : F. Vandenbrouck - Lycée Louis Le Grand (casier 45)- 123 rue Saint Jacques - 75005 PARIS, ou par email : vandenbrouck.francois@gmail.com

Toute correction, même partielle, est la bienvenue. Pensez à écrire avec un stylo noir sur fond blanc. ***Je compte sur votre contribution!***

Concours : ESPCI Epreuve : Physique Examinateur : Bibol ? (même que Zohanga, brrm)

1 –



Condition(s) pour que l'orbite soit circulaire

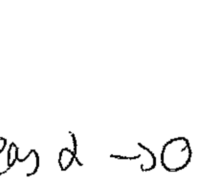
J'ai trouvé une condition sur v_0. (On donnait $\vec{v}$ et $\vec{a}$ en sphérique). OK, facile. ($v_0 = \sqrt{zg}$ je crois)

Et là : "Est-ce la seule ?".

Je lui ai dit qu'intuitivement le cas $\alpha \to 0$ me pose problème car v_0 ne dépend pas vraiment de α (on peut avoir z petit et $\alpha \to 0$).

Il a commencé à me prendre la tête, me répète 5 fois la même phrase que je ne comprends pas. Il me fait comprendre que je suis une attardée.

Il voulait que je dessine :



D'après lui $\vec{N}$ arrive toujours à compenser, ok si tu veux.

Donc pas d'autre condition (je vois pas vraiment en quoi ça prouve que c'est la seule)

2- Étudier la stabilité.

On, $r \Rightarrow r + dr$

$\dot{\varphi} \Rightarrow \dot{\varphi} + d\dot{\varphi}$

Il a ensuite continué à me prendre pour une abrutie.

<u>Bilan</u>: Oral débile, compétence évaluée: savoir appliquer le PFD. Merci, je sais le faire depuis la terminale.

Comme en maths, je crois que j'aurais mieux réussi cet exo sans aller en prépa, je ne me serais pas perdue dans des raisonnements fins.

Note obtenue: 14

Hema
Rivière.

$\boxed{\text{Physique X}}$

(44) (1)/6

Examinateur : M. Bilal. (un vrai touriste mais gentil).

Passé le 14 juillet au matin.

1ère qu. de Bilal : " Vous êtes là pour l'X ou l'ESPCI ?"

" l'X "

- Alors peut être que vous aussi dans 2 ans vous défilerez !"

Sachant que les X défilent en 1ère année je me suis vraiment demandé s'il se moquait de moi.

Réponse : Non, il est juste perdu.

Bref, l'exercice est donné sur papier. Bilal le découvre en même temps que moi (super...).

<u>Enoncé</u> : 2 disques de rayon R. Celui du haut tourne à ω constante. Celui du bas à Ω(t) (à déterminer). Les disques ont pour moment d'inertie I.

Les 2 sont séparés par un liquide de viscosité (2) 6 (45)

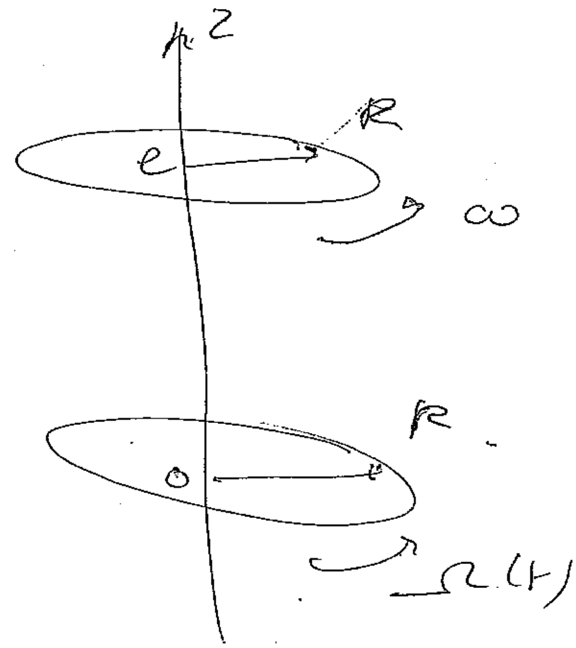
η. Pour $t<0$, le disque du bas est immobile.

A $t=0$ on le lâche.

L'axe vertical est noté z.

Par ailleurs $\frac{\partial v}{\partial z}$ est indépendant de z.

avec v vitesse du fluide.



Vu la géométrie je propose $\vec{v}(M,t) = v(r,z,t)\vec{e_\theta}$

Conditions aux limites :

$\vec{v}(r,0,t) = r\,\Omega(t)\,\vec{e_\theta}$

$\vec{v}(r,e,t) = r\,\omega\,\vec{e_\theta}$

Je commence par écrire Navier-Stokes en espérant qu'il me donne le laplacien en cylindrique.

Il me dit qu'il ne le connait pas. C'est pas la bonne piste.

Il écrit le TMC par rapport à l'axe Z pour le disque du bas.

$$I \frac{d\Omega}{dt} = \mathcal{M}_{visc}.$$

$$d\vec{F}_{vis} = \eta \frac{\partial v}{\partial z} 2\pi r \, dr \, \vec{e_\theta}$$

$$d\mathcal{M}_{visc} = \eta \frac{\partial v}{\partial z} 2\pi r^2 dr.$$

$$\Rightarrow \quad I \frac{d\Omega}{dt} = \int_0^R \eta \frac{\partial v}{\partial z} 2\pi r^2 dr. \quad (1)$$

Faut déterminer $\underline{v}(r,z,t)$

~~[illegible]~~ Je dis $\frac{\partial v}{\partial z}$ indep de z.

Lui : "Quoi !? Ça vient d'où ?

Moi : " de l'énoncé..."

Lui : " Mais c'est quoi est-ce qui vous dit ce que vous devriez trouver !!"

Bref...

Du coup : $v(r,z,t) = f(r,t) z + g(r,t)$

CL : • $g(r,t) = r\,\Omega(t)$

• $f(r,t)e + r\,\Omega(t) = r\,\omega$

$\Rightarrow f(r,t) = r\,\dfrac{\omega - \Omega(t)}{e}$

D'où : $v(r,z,t) = r\,\dfrac{\omega - \Omega(t)}{e}\,z + r\,\Omega(t)$

Injecte dans (1), trouve une équa diff du 1er ordre ...

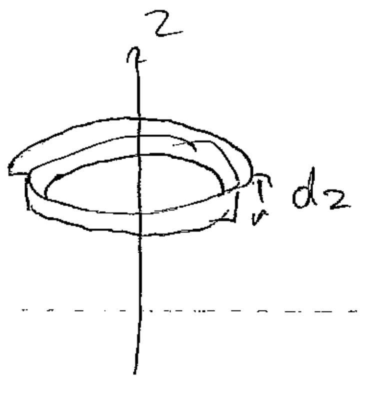
D'où $\Omega(t) = \omega(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

Très facile.

Il me reste plein de temps. Bilal dit alors.

" bien, alors montrez-moi que $\frac{\partial v}{\partial z}$ est indep de z ".

Je propose un TMC à une couronne entre z et $z+dz$ et r et $r+dr$.



Moment des forces de viscosité :

" couche " du dessus :

$d\sigma_1 = \eta\,\frac{\partial v}{\partial z}(r, z+dz, t)\,2\pi r\,dr$.

"couche du dessous" :

$$d\sigma_2 = -\eta \frac{\partial v}{\partial z}(r, z, t)\, 2\pi r\, dr.$$

Moment cinétique :

$$d^2\mathcal{L} = \underbrace{\mu 2\pi r\, dr\, dz}_{\text{masse}}\; r\, v(r, z, t)$$

D'où :

$$\frac{d\,(d^2\mathcal{L})}{dt} = \mu\, 2\pi r^2 \frac{\partial v}{\partial t}\, dr\, dz$$

$$= \eta\, 2\pi r\, dr \left(\frac{\partial v}{\partial z}(r, z+dz, t) - \frac{\partial v}{\partial z}(r, z, t) \right)$$

$$= \eta\, 2\pi r\, dr\, \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}\, dz$$

$$\Rightarrow r\mu \frac{\partial v}{\partial t} = \eta \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}.$$

$\Rightarrow$ Conclusion, hypothèse absurde à moins que v soit stationnaire, or on a mq ce n'est pas le cas.

Donc c'est juste une hypothèse pour simplifier l'exo. mais lui est resté bloqué dessus 10 min.

10 min ! C'était long....

Au bout d'un moment j'en ai eu marre, je lui ai dit que je voyais bien que l'hypothèse n'était pas compatible avec la situation mais que je ne voyais pas ce qui était faux dans ce que j'avais fait. Il m'a dit "moi non plus".

Super...

Bilan : Exo vraiment pas dur, faisable très vite mais examinateur..... qui découvre l'exo en même temps que nous. Frustrant...

Il suit absolument tout ce qu'on écrit.

Seul point positif, il est gentil et souriant.

Note attendue : ~15

Note obtenue : 13.

50

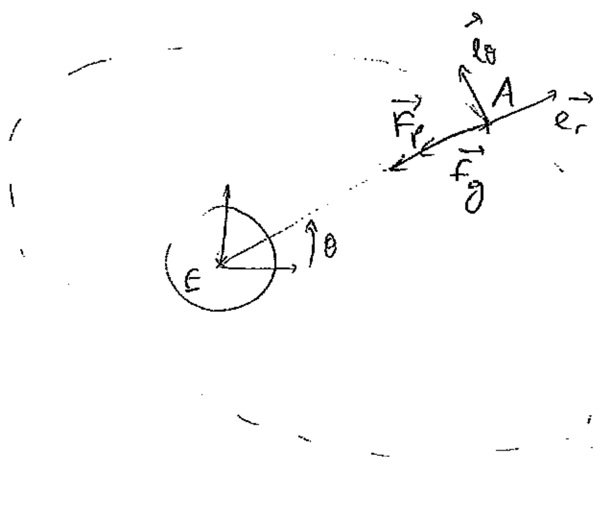
PC*2	Compte rendu d'oral	Concours 2017

Nom, Prénom : GERRANO . Baptiste
Concours : X, ESPCI
Epreuve : Physique
Examinateur :
Note : (éventuellement)

A scanner de préférence sous forme PDF et à envoyer à pcetoile2@gmail.com.
Sinon envoyer à M. Fagebaume , Lycée Louis-Le-Grand, 123 rue St-Jacques, 75005 Paris

Mécanique céleste

Soit une étoile de masse M et un astre gravitant autour de masse m. On prend un modèle de poussière tel que cette astre est soumis à une force $\vec{F}_p = -km\vec{r}$



Donner les conditions pour que le mouvement de l'astre soit circulaire. Discuter du caractère lié ou non de l'astre avec ou sans les poussière.

⇒ Comment retrouver ce type de force ?

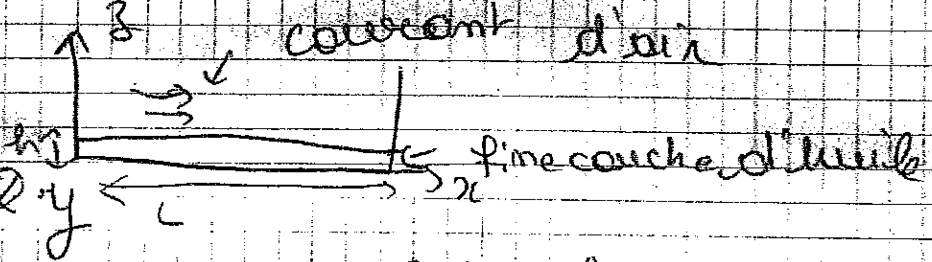
→ Oral râté, il m'a embrouillé comme pas possible sur état lié et état libre, avec / sans poussière...

Physique X Chacron

Léa PC*3

Même examinateur que l'an dernier !
Heureusement il ne m'a pas reconnue et
était TRÈS (trop même !) gentil

Exe 1 :



on modélise le courant d'air par une force surfacique $dF = \sigma dS \vec{u_x}$

Déterminer l'équation $z = f(x)$ du lieu où la vitesse est nulle ?

Modèle : Couette incompressible $\vec{v} = v(x,z)\vec{u_x}$ visqueux (huile)

Il me dit no, pas de vitesse selon $\vec{u_z}$

OK je suppose et je l'élimine par OG

$\text{div}\,\vec{v} = 0 \Rightarrow \left|\frac{\partial v_x}{\partial x}\right| = \left|\frac{\partial v_z}{\partial z}\right| \Rightarrow_{OG} \frac{|v_z|}{|v_x|} \simeq \frac{h}{L} \ll 1$ OK

puis $\frac{\partial v_x}{\partial x} = 0 \Rightarrow \vec{v} = v(z)\vec{u_x}$

Ne rien écrire dans la partie barrée

NS en régime stationnaire :

$$\rho\left(\underbrace{\frac{\partial \vec{v}}{\partial t}}_{0} + \underbrace{\vec{v}.\overrightarrow{grad}\,\vec{v}}_{0\ \text{facile}}\right) = -\overrightarrow{grad}\,p + \eta\Delta\vec{v} + \rho\vec{g}$$

Projection sur $\vec{u_z}$: $\frac{\partial p}{\partial z} = -\rho g \Rightarrow p(M) = f(x,y) - \rho g z$

CL en $z = h(x) \Rightarrow p(h(x)) = p_0$

$\Rightarrow p(M) = p_0 + \rho g(h(x) - z)$

sur $\vec{u_x}$

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \eta \frac{d^2 v}{dz^2}$$

$$\rho g h'(x) = \eta \frac{d^2 v}{dz^2} \Rightarrow v(z) = \frac{\rho g h'}{2\eta} z^2 + \alpha z + \beta$$

CL en $z=0$ $v(z=0) = 0 \Rightarrow \beta = 0$

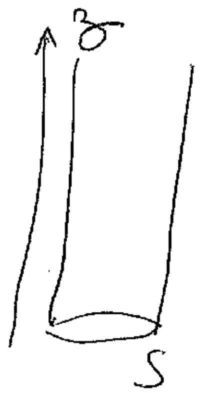
CL dû au courant d'air $\eta \left.\frac{dv}{dz}\right|_{z=h(x)} = \sigma$.

ça fait des calculs...

Maintenant il faut trouver $h(x)$.

Idée :

Ex 2 :



tranche d'atmosphère.

Montrer que $\dfrac{E_g}{U_t} = \dfrac{2}{5}$

(E_g : énergie de pesanteur ; U_t : énergie interne)

Modèle : GP diatomique.
les champs ne dépendent que de z

~~$U = \frac{5}{2} nR$~~

on découpe en tranches entre z et z+dz

$\delta U = \frac{5}{2} \delta n R T(z)$ $\qquad \delta n(z)$: nbre de mole entre z et z+dz

$\underset{GP}{=} \frac{5}{2} p(z) S dz.$

Équilibre d'une tranche dz :

$0 = -\delta m g - \frac{dp}{dz} dz dS$ (grad p dz) $\qquad \delta m = \rho(z) S dz$

$\Rightarrow \frac{dp}{dz} = -\rho(z) g \Rightarrow g = -\frac{dp}{dz} \times \frac{1}{\rho(z)}$

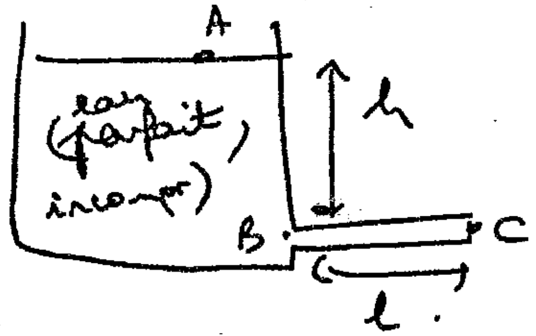
$\delta E_{pg} = \delta m g z = \rho(z) dz S g z = -\frac{dp}{dz} S dz z$ puis on intègre

⊕ IPP ok

Oral Physique X

Paulo Charles PC*3 (54)

Il me donne le sujet sur 1 papier.
C'est Torricelli (quasi)... Je me dis que ce n'est pas possible.



à $t=0$, on ouvre la vanne.
Je fais le déroulé du cours en expliquant que je fais l'ARQS, il me laisse faire.

Il me dit alors : on ne peut pas faire l'ARQS.
On essaie alors de retrouver Bernoulli : sur $\widehat{AB}$ puis $\widehat{BC}$.

$$\mu\left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \overrightarrow{grad}\left(\frac{v^2}{2}\right) + \cancel{\overrightarrow{rot}\,\vec{v}\wedge\vec{v}}\right) = -\overrightarrow{grad}\,p + \mu\vec{g}$$

on se place sur LC.

$$\widehat{AB} \Rightarrow \mu\int_A^B \frac{\partial \vec{v}}{\partial t}\cdot \vec{dr} = \ddot{h}\times h.$$

$$\widehat{BC} : \mu\int_B^C \frac{\partial \vec{v}}{\partial t}\cdot\vec{dr} = \frac{\partial v}{\partial t}\times l \quad \text{+ je suppose } \vec{v}=v(t)\vec{u}$$

$$\widehat{AB} : \mu\ddot{h}h + \mu\frac{v^2}{2} + p_B + 0 - \left(\mu\frac{\dot{h}^2}{2} + p_0 + \mu g h\right)$$

$$\widehat{BC} : \underbrace{\frac{\mu\partial v\, l}{\partial t}}_{\text{en fait } \mu\frac{dv}{dt}\times l} + \mu\cancel{\frac{v^2}{2}} + p_0 + 0 - \left(\mu\cancel{\frac{v^2}{2}} + p_B + 0\right)$$

$$\begin{cases} -\mu\ddot{h}h + \mu\frac{\dot{h}^2}{2} + \mu g h = \mu\frac{dv}{dt}\times l + \mu\frac{v^2}{2} \\ \varepsilon = \frac{\dot{h}}{v} \quad \to \frac{\dot{h}^2}{2} \text{ et } \ddot{h}h \text{ négligeables} \end{cases}$$

$$\mu\frac{dv}{dt}l + \mu\frac{v^2}{2} = \mu g h.$$

Je ne sais pas m'en débrouiller. (55)

Je fais plusieurs tentatives.

Puis : $\cancel{\rho}\frac{dv}{dt} = \cancel{\rho}gh - \cancel{\rho}\frac{v^2}{2}$ Je dis qu'on peut supp. $h \simeq cte$
(avec des indications de l'examin)

$$l \frac{dv}{gh - \frac{v^2}{2}} = dt$$

(J'avais tenté de le faire auparavant mais je m'étais trompé).

$$2l \frac{dv}{v_0^2 - v^2} = dt$$

$$\frac{2l}{v_0} \times \left(\frac{dv}{v_0 - v} + \frac{dv}{v_0 + v}\right) = dt$$

$$\frac{2l}{v_0} \times \ln\left(\frac{v_0 + v}{v_0 - v}\right) = t.$$

Je trouve : $v = v_0 \left(\frac{\exp\left(\cancel{\frac{2lt}{v_0}}\frac{v_0 t}{2l}\right) - 1}{\exp\left(\frac{v_0 t}{2l}\right) + 1}\right.$

Je lui dis qu'à $t \to \infty$, on retrouve bien $v = \sqrt{2gh}$ cohérent.

Bonus : (pour occuper le temps).
On ferme au dessus de A par 1 plaque à $t = 0$.
Je dis que ça crée une dépression, pd $h \searrow$, mais ça sera du même OG que $\frac{h}{v}$, ~~soit~~ donc $<< 1$ donc on pourra le négliger.

Bonus 2 (Il hésite mais voit qu'il reste du ps)
Bulle qui pulse ~~ds~~ dans un fluide. (exo déjà fait),
"instinctivement ~~quelle~~ quelle est la période ?" Je dis les grandeurs ~~dont~~ qui interviennent, j'analyse rapidement

la situation mais je ne trouve pas.

Il me dit : « $2\pi a_0$, c'est pas du tout instinctif, vous trouvez pas ? » ok.

Bilan : j'ai fait beaucoup d'erreurs bêtes mais à chaque fois je m'en rends compte vite par homogénéité.

Note attendue : 12-13 (note neutre)
Note obtenue : 16 (!! mais confirmation qu'ils surnotent vraiment la mécanique des fluides)

Julie Ben Zenou

Physique dimanche 16h00
à l'ESPCI

Examinateur très gentil mais pas très au courant du programme (il m'a demandé au moins trois fois à l'oral : "vous avez vu ça en cours ? c'est au programme ?")

Commence par "On va débuter avec une question de cours" POURQUOI ?
Je déteste ça et je m'attendais pas à en avoir à l'X.

"Montrez-moi que dans un puits de potentiel fini, il existe toujours un état lié"
→ cf cours d'Olivier avec résolution graphique à la fin.
(ne s'intéresser qu'aux états pairs, on ne les veut pas tous, on veut seulement mq il en existe 1).
Je suis très lente (20-30 min de perdues je pense) mais pas de difficultés particulières

5

"On va passer à un exercice plus ouvert maintenant"
Tu parles, c'était aussi du cours finalement
HP mais tout de même très classique
"quand vous soufflez dans un ballon, la membrane s'étire et se déforme pour arriver à un état d'équilibre, calculez moi la r_{fin} à l'équilibre".
Il me donne $\Delta U_1 = 4\pi f (r^2 - r_0^2)$ la variation d'énergie interne due à l'élasticité de la membrane avec A et r_0 des constantes. Je ne vois pas la tension superficielle tout de suite (je m'en veux encore !).
Je commence par définir le système : ballon + air et dit que je vais appliquer le 1er ppe à ce système entre le moment où on finit de gonfler le ballon et le moment où le ballon arrive dans l'état d'équilibre → lui : OK mais faites avec des variations infinitésimales : $dU = \delta W + \delta Q$
et je fais aussi $dS = \delta S_c + \delta S_e$
évolution monobare monotherme irréversible.
$\delta S_e = \frac{\delta Q}{T_0}$ $\quad \delta W = -p_0 dV$
et ... $dU = dU_1 + dU(T)_{\text{membrane}} + \frac{n}{\gamma} dT$

$dS = C_V \frac{dT}{T} - nR \frac{dV}{V} + dS_{\text{membrane}}$

57

Beaucoup trop d'inconnue, je suis bloqué.
Une case de me dire : vous y êtes presque,
avec tout ce que vous avez écrit vous pouvez
trouver.
Il finit par me dire de prendre le pb à
l'envers et d'essayer de voir ce que pourrait
être p_{int}.
Moi : "On est à l'équilibre mécanique donc on pourrait
penser que $p_{int} = p_0$ mais alors il n'y a plus d'exer-
cice, il y a donc discontinuité de la pression".
Ex : "Ok, d'où vient cette discontinuité ?"
Ding-Ding : "Tension superficielle !" (Enfin..)
Je lui parle de la bulle de savon,
situation identique, je balance le résultat
de la discontinuité de pression : $\frac{4A}{R}$
Il est content mais me demande de
le retrouver. Je cherche 2 min, oral
fini.

Bilan : Exos décevants pour l'X, très classiques
et proches du cours, la thermo n'a pas
abouti finalement. Faire rentrer la tension
superficielle dans l'énergie interne était faute mais
j'aurais dû voir la bulle de savon plus vite.

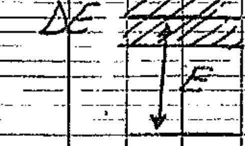
Note attendue : Je ne sais vraiment pas
Note obtenue : 12

AKOUZ
PC3

(59)

(12,5)

Physique X :



1 On considère des atomes possédant 2 niveaux d'énergie éclairés par un laser. Leur durée de vie dans l'état excité est $\tau = 30$ ns et la longueur d'onde de transition est $\lambda = 425$ nm. On donne la formule d'Heisenberg reliant ΔE et Δt :

$\Delta E \, \Delta t \sim \hbar$

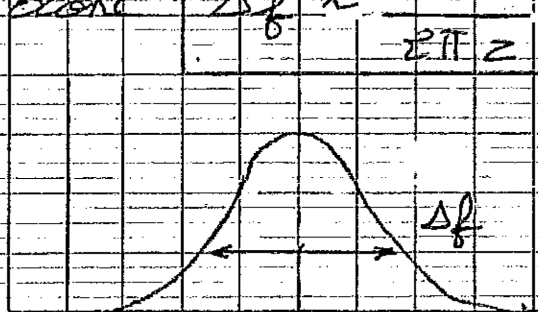
1) Donner l'intervalle Δf acceptable autour de f_c pour réaliser la transition, puis le spectre correspondant.

⇒ La définition de Δt n'était pas très claire dans l'énoncé original (il m'a fait répéter ce que ΔE signifiait).

On a $\Delta E \sim \dfrac{\hbar}{\tau}$ car $\Delta t \sim \tau$,

Or $E = hf$, soit $\Delta E = h\Delta f$,

donc $\boxed{\Delta f \sim \dfrac{1}{2\pi\tau}}$, puis $\Delta f \sim 5$ MHz



En fait, Δf est assez faible, car $f_c = \dfrac{c}{\lambda}$

~ 1 PHz

[le préfixe Peta (P) signifie 10^{15}.]

2) Rappeler les différentes interactions

lumière - matière. Effectuer un bilan de quantité de mouvement sur un atome, en déduire a_{max} puis le calculer pour du chrome ($M = 52$ g.mol^{-1})

⇒ C'est du cours, sauf qu'il arrive à me sortir le terme d'"émission induite" une fois que je lui ait fournit les trois termes que j'utilise (absorption, émission stimulée ou spontanée). Quand je lui demande à quelle interaction il se rattache, il me dit qu'il n'a pas à refaire le cours.

⇒ Il ne voulait pas admettre que l'émission stimulée libère 2 photons :


← photon incident
← photon émis

(il me dit qu'il n'y en a qu'un seul)

Comme l'émission stimulée émet le photon avec la même direction que le photon incident (le photon la provoquant a même direction que celui absorbé), elle ne modifie pas en moyenne la quantité de mouvement de l'atome. Seuls les photons absorbés puis émis spontanément modifient celle-ci (l'émission spontanée étant isotrope, elle ne joue pas en moyenne, donc tout se passe comme si les photons absorbés puis émis spontanément transferraient leur quantité de mouvement à l'atome).

Ainsi $d\vec{P} = \frac{dt}{\tau} \hbar \vec{k}$,

τ probabilité d'une émission spontanée

donc $a_{max} = \frac{\hbar k}{2\tau m} \simeq 10^6 \ m\,s^{-2}$,

la population excitée est au maximum la moitié de la globale

$\left(\vec{a} = \frac{1}{m} \frac{d\vec{P}}{dt} \text{ pour un atome} \right)$

car $m = \frac{M}{N_A} \simeq \frac{32}{6 \times 10^{23}} \simeq 5 \times 10^{-23}$ kg.

⇒ Il demande de discuter sur la valeur de a_{max}.

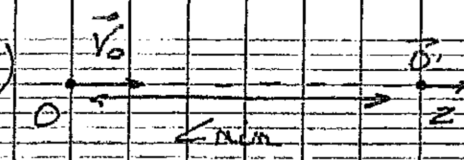
Celle-ci est très élevée, mais le plus important est la quantité de mouvement :

$\frac{dP}{dt} \simeq m\, a_{max} \simeq 10^{-17} \lll 1$

(la faible masse rend cette accélération réaliste)

⇒ Il demande la condition de validité de cette formule.

C'est $\frac{1}{\tau} \ll \tau_{abs}$ — (taux d'absorption

3) 

Trouver $v(z)$ et le tracer.

On a $\vec{a} = -a_{max}\,\vec{e}_z = cste$,

donc $v(t) = V_0 - a_{max}\,t$

$\Leftrightarrow t_m = \dfrac{V_0}{a_{max}}$

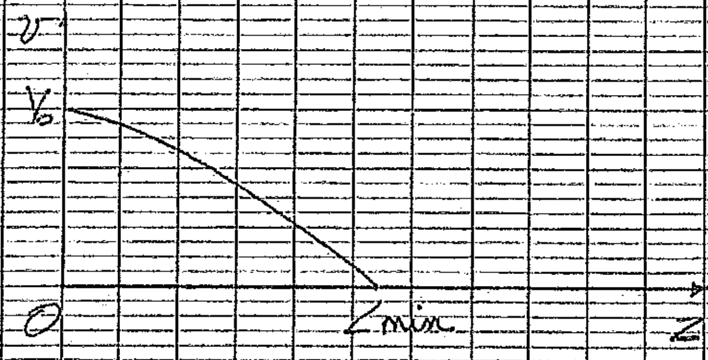
et $z(t) = V_0 t - \dfrac{a_{max}}{2} t^2$

donc $z_{min} = \dfrac{V_0^2}{2a_{max}}$

puis, en procédant par substitution,

$v(z) = \sqrt{V_0^2 - 2a_{max}\,z}$,

soit $v(z) = V_0\sqrt{1 - \dfrac{z}{z_{min}}}$



Rapport de Physique

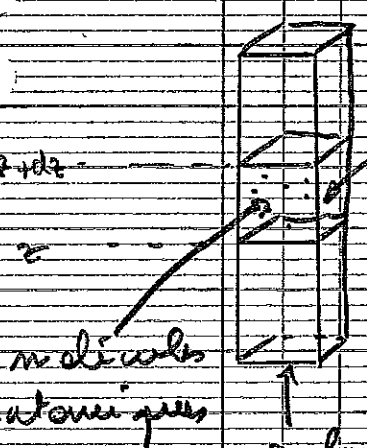
Tibure
Rambeau
PC3

Polytechnique : Même examinateur que l'année dernière (très gentil)

Il me dit de prendre une colonne d'air dans l'atmosphère et de faire le rapport de son énergie potentielle de pesanteur E_p sur son énergie cinétique globale E_c en prenant g constant.

Je propose de prendre une atmosphère isotherme mais le résultat est beaucoup plus général selon lui.

J'ai exprimé les deux énergies sous formes d'intégrales :



dans ce petit bout :

$$\delta E_c = \left(\frac{5}{2} k_B T(z)\right) \times N(z)$$

$$N(z) = \frac{(S\,dz) \times \rho(z)}{M / N_a}$$

$$\delta E_c = \frac{5}{2} \frac{RS}{M} T(z)\, \rho(z)\, dz$$

$$(1) \quad \boxed{E_c = \left(\int_{z=0}^{\infty} T(z)\, \rho(z)\, dz \right) \times \frac{5}{2} \frac{RS}{M}}$$

puis $E_p = \int_{z=0}^{\infty} (S\,dz)\, e(z)\, g\, z$

(2) $\boxed{E_p = Sg \int_{z=0}^{\infty} e(z) \times z\, dz}$

Loi des gaz parfaits : $\boxed{e(z) = \dfrac{M\, P(z)}{R\, T(z)}}$ (3)

Je fais remarquer que même avec la loi des gaz parfaits, je ne pourrai jamais relier le « g » présent dans E_p aux autres constantes présentes dans le facteur $\frac{R}{M}$ de E_c.

On suppose donc l'équilibre de la colonne

$-\vec{\text{grad}}\, p + e(z)\, \vec{g} = \vec{0}$

$\Rightarrow -\dfrac{\partial p}{\partial z} = e(z)\, g$

Or p ne dépend que de z si la colonne est « mince »

donc $\boxed{\dfrac{dp}{dz} = -e(z)\, g}$ (4)

On fait ensuite une IPP sur E_p :

$E_p = Sg \int_{z=0}^{\infty} \left(-\dfrac{dp}{dz} \times \dfrac{1}{g} \right) z\, dz$

$= S \int_{z=0}^{\infty} -\left(\dfrac{dp}{dz}\right) \times z\, dz$

$= S \times \left(\Big[-p(z) \times z \Big]_{z=0}^{\infty} + \int_{z=0}^{\infty} p(z)\, dz \right)$

nul car je sais que p décroit exponentiellement avec

(65)

$$E_p = S \times \int_{z=0}^{\infty} \frac{R T}{M} e(z) \, dz$$

$$\boxed{E_p = \frac{RS}{M} \times \int_{z=0}^{\infty} T(z) \, e(z) \, dz}$$

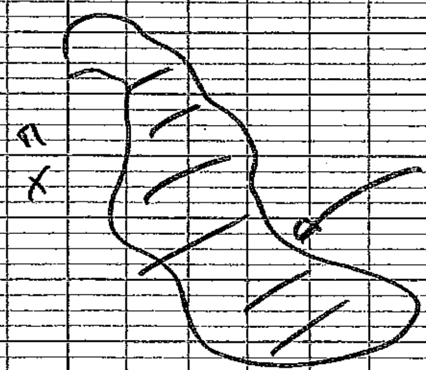
Conclusion : $E_c / E_p = 5/2$!!!

Je me retourne vers lui en souriant, car je pensais qu'il m'avait donné l'exercice en référence au fait que je l'avais déjà croisé en $\frac{3}{2}$, mais en fait pas du tout ...

Il me dit que c'est "très bien" car il sort de créer cet exercice, puis me précise que la suite est "infaisable"

Bonus (question impossible)

On dispose d'une masse déformable de façon convexe, et on veut maximiser la norme du champ gravitationnel créé par cette masse en M, comment déformer et placer cette masse ?

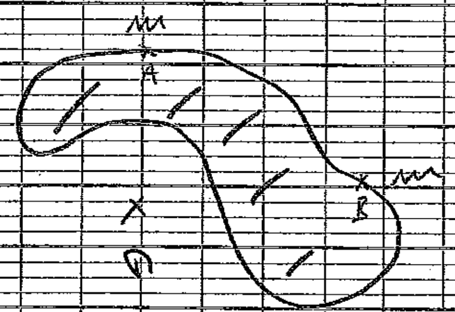


masse m déformable contenue dans le volume V.

(masse volumique constante)

Idée : on s'intéresse à la surface qui délimite le volume V, et à un champ global sur $\vec{u_z}$

Une condition nécessaire est que chaque « mini masse » présente sur cette surface ait le même champ en Π, sinon on aurait intérêt à déplacer une petite masse pour augmenter le champ.

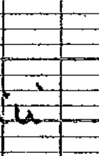


Si $\vec{g_m}(A)\cdot\vec{u_z} \neq \vec{g_m}(B)\cdot\vec{u_z}$, on a intérêt à déplacer la masse qui crée le plus petit champ projeté sur $\vec{u_z}$ et à la mettre avec l'autre masse.

Donc il faut que $\boxed{\dfrac{\cos\theta}{r^2} = \text{constante}}$

en sphérique sur la surface.

Voici la forme obtenue :



~ analogie avec une bulle d'orbitale p en chimie

Note obtenue : 16/20

67

Remarque : J'ai le droit de raisonner sur la surface car le volume V est "convexe", donc il n'y a aucun point isolé qui serait en dehors de cette surface.

Salomé LAVIOLETTE (68)

Physique X - ESPCI ①

Examinateur : brun, ~50 ans, pose des questions sur le sens physique, parfois très tatillon sur le vocabulaire

Exercice : on piège N atomes dont on considère leurs caractéristiques quantiques dans un piège harmonique 3D.

La densité de présence est de la forme $n(r) = A\exp\left(-\frac{r^2}{R^2}\right)$

1) Condition de normalisation ?
Dépendance de E_p en fonction de N et R, si on néglige les interactions interatomiques

2) Dépendance de E_c en fonction de N et R via Heisenberg

3) Stabilité du système ?

4) Prise en compte d'une énergie d'interaction attractive E_i : dépendance en N et signe ?
On suppose maintenant que E_i est proportionnelle à $n^2(r)$
dépendance en R ?

5) Stabilité du système ?

1) Condition de normalisation : j'ai commencé par poser un piège sphérique de rayon a. Alors $1 = \int_{r=0}^{a} \frac{n(r)}{N} 4\pi r^2 dr$ pour un atome.
L'examinateur me dit qu'il ne comprend pas ce que je veux faire...
Au bout de 2 minutes à lui expliquer l'idée du piège sphérique car n(r) ne dépend que de r, je comprends qu'il veut juste laisser $+\infty$ dans la borne de l'intégrale :

$1 = \int_0^{\infty} \frac{A}{N} \exp\left(-\frac{r^2}{R^2}\right) 4\pi r^2 dr$. Pensant qu'il faut expliciter A je pose $u = \frac{r^2}{R^2}$ $du = \frac{2r dr}{R^2}$ pour essayer de trouver $\int_0^{\infty} u^n e^{-u}$ mais l'expression de "du" pose problème.

Après discussion, je pose $u = \frac{r}{R}$ $du = R dr$

$$1 = \frac{A}{N} 4\pi R^3 \underbrace{\int_0^{\infty} u^2 e^{-u^2} du}_{\text{ne me demande pas la valeur explicite}} : \boxed{A \propto \frac{N}{R^3}}$$

E_p cf "piège harmonique" : de la forme $E_p(r) = \frac{1}{2} k r^2$

Il me fait comprendre que ma notation est mauvaise, le fait d'enfermer les atomes dans un piège implique qu'on leur impose une force et $\frac{1}{2} k r^2$ est le potentiel d'un atome qui se trouverait en r.

$V_p = \frac{1}{2} \cdot k r^2$. L'énergie potentielle du système est elle :

$$E_p = \int_0^\infty \frac{1}{2} k r^2 \, n(r) \, 4\pi r^2 dr = \frac{A k}{2} 4\pi R^5 \int_0^\infty e^{-u^2} u^4 du$$

comme plus haut on pose $u = \frac{r}{R}$ et $A \propto \frac{N}{R^3}$ donc $\boxed{E_p \propto N R^2}$

2) Heisenberg : $\Delta r \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$ et $E_c = \frac{p^2}{2m}$

on fait l'approximation $p^2 = (p - \bar{p})^2 \simeq \Delta p^2$ ie $E_c \geq \frac{\hbar^2}{8m \Delta r^2}$

Comme on fait des raisonnements en grandeurs caractéristiques on peut noter $E_c \simeq \frac{\hbar^2}{8m \Delta r^2}$ → comment caractériser "Δr^2" plus simplement que $(r - \bar{r})^2$?

→ raisonnement suggéré par l'examinateur :

on se place dans une boule de rayon r

donc ∃ incertitude sur p or $p^2 \simeq \Delta p^2$ donc $\exists p \neq 0$ et $\exists E_c \neq 0$

Dans cette boule de rayon r : $\Delta r \simeq \frac{r}{2}$: il me dit de négliger le facteur $\frac{1}{2}$

→ $E_c \simeq \frac{\hbar^2}{8m r^2}$ pour 1 atome

$$E_{ctot} = \int_0^\infty \frac{\hbar^2}{8m r^2} n(r) \, 4\pi r^2 dr = \frac{A \, 4\pi \hbar^2 R}{8m} \int_0^\infty e^{-u^2} du$$

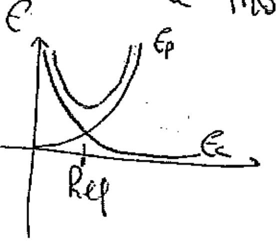
or $A \propto \frac{N}{R^3}$ → $\boxed{E_{ctot} \propto \frac{N}{R^2}}$

3) $E = E_{ctot} + E_{ptot} = \alpha N R^2 + \beta \frac{N}{R^2}$

Stabilité : si ∃ minimum atteignable de $E(R)$: on considère ici l'énergie totale du système et pas juste l'énergie potentielle

Salomé LAVIOLETTE (2)
φ ique X-ESPCI

Il me fait répéter mais en reformulant, j'oublie le "atteignable" et il me dit : "je croyais avoir entendu qqc de plus précis"
→ en pensant qu'il veut une condition supplémentaire j'essaie de chercher ce que j'ai pu oublier et je passe bien 5 minutes à ressortir le mot "atteignable"... tout ça pour ça.



: Le graphe montre qu'∃ Req où le système est stable
↳ je me lance dans le calcul de Req mais il m'incite à passer à la suite.

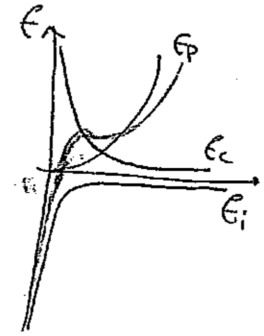
4) L'interaction négative car attractive.
Je lui dis que je pense $E_i \propto N^2$, il me demande de justifier :
chaque atome interagit avec N-1 autres, on a N atomes en tout, pour N grand $E_i \propto N^2$
ça ne lui suffit pas. ce n'est pas assez précis :
"Qu'avez-vous compté quand vous faites ce calcul ?"
"Le nombre d'interactions"
"Oui mais encore ?"
Et c'est reparti à perdre 5 minutes jusqu'à ce que je sorte les mots "le nombre de paires". Pff

nb paires $= \dfrac{N(N-1)}{2}$ on a bien $E_i \propto N^2$ pour N grand.

pour $E_i \propto n^2(r)$: $E_{i_{tot}} = -k\int_0^\infty n^2(r)\,4\pi r^2 dr = -kA^2 4\pi R^3 \int_0^\infty e^{-u^2} u^2 du$

$A \propto \dfrac{N}{R^3} \rightarrow \left[E_i \propto -\dfrac{N^2}{R^3}\right]$ (on retrouve bien $E_i \propto N^2$)

5) $\mathcal{E} = \mathcal{E}_i + \mathcal{E}_p + \mathcal{E}_c = -k\dfrac{N^2}{R^3} + \alpha N R^2 + \beta \dfrac{N}{R^2}$

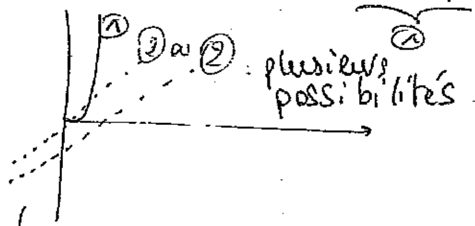


J'essaie de tracer le graphe mais c'est plus compliqué
$\mathcal{E}_i$ domine en 0 et $\mathcal{E}_p$ à l'∞

→ Besoin d'une étude analytique

$$\frac{d\mathcal{E}}{dR} = \frac{3kN^2}{R^4} + 2\alpha N R - \frac{2\beta N}{R^3} = 0$$

ie $3kN + 2\alpha R^5 - 2\beta R = 0$: résolution graphique



$$2\alpha R^5 = 2\beta R - 3kN$$

→ le nombre d'intersection et leur éventuelle stabilité dépend de la pente et de l'ordonnée à l'origine donc du nombre d'atomes total N.

C'est fini, je n'ai pas le temps de discuter la stabilité d'éventuelles positions d'équilibre

~

Ressenti : ça ne s'est pas mal passé mais le fait de passer à chaque fois 5 mn à me faire dire des termes précis est assez lourd (surtout que quand on ne trouve pas on se croit complètement à côté de la plaque !)
Les quelques minutes étaient celles qui me manquaient pour finir.

note obtenue 12,5

Nom, prénom : DAVI Alec

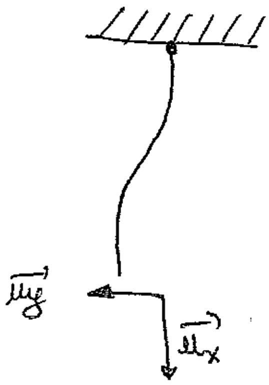
Concours : X

Epreuve : Physique

Examinateur : Assez vieux, cheveux blancs, froid

A renvoyer à l'adresse suivante : Jean-Claude SIFRE 21 rue de la Fontaine au Roi 75011 Paris, ou à Professeur Thomas LAFFORGUE lycée Louis-Le-Grand 123 rue Saint Jacques 75005 Paris, ou encore par courrier électronique à : jean-claude.sifre@orange.fr

Il me donne une feuille : (énoncé + schéma)



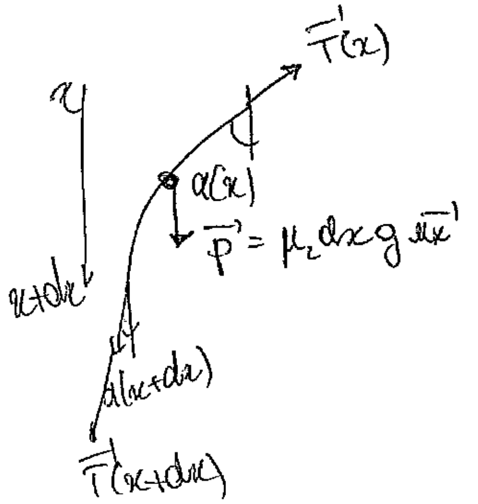
corde inextensible, μ_l masse linéique

Chercher le mode de vibration avec la plus faible fréquence. (vibrations sur l'axe $\vec{u_y}$)

Je dis que je vais devoir retrouver une équat° de ~~dispersion~~ propagation. L'examinateur est silencieux pendant toute cette phase.

Je commence par une analyse φ : On a une sorte de corde de Melde mais : + avec un seul noeud
+ pas de tension imposée
+ le poids entre en jeu, du coup $T(x)$ (on a pas la m̂ masse en dessous)

Puis on fait comme dans le cours (Δ ne pas oublier le poids)



TQM sur $\vec{u_x}$ (à l'ordre 1 en α) :

$$0 = T(x+dx) - T(x) + \mu_l dx g$$

$$\underset{DT_1}{=} \frac{dT}{dx}\cancel{dx} + \mu_l \cancel{dx} g$$

$$\Rightarrow \frac{dT}{dx} = -\mu_l g \Rightarrow T(x) = -\mu_l g x + A$$

$$T(x=L) = 0 \Rightarrow \boxed{T(x) = \mu_l g(L-x)}$$

Puis sur $\vec{u_y}$' : $\mu_1 dx \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = T(x+dx)\alpha(x+dx) - T(x)\alpha(x)$ (Corde 1 en α)

$$= \mu_2 g(L-x-dx)\alpha(x+dx) - \mu_2 g(L-x)\alpha(x)$$

$$= \mu_2 g(L-x)\left(\alpha(x+dx)-\alpha(x)\right) - \mu_2 g dx \underline{\alpha(x)}$$

évalué en x car dx en facteur

Avec $\alpha = \frac{dy}{dx}$, on obtient

$$\mu_1 dx \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = \mu_2 g \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}(L-x)dx - \mu_2 g dx \frac{\partial y}{\partial x}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = g\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}(L-x) - g\frac{\partial y}{\partial x}}$$

L'examinateur n'avait ~~rien~~ dit jusque là, il dit "oui c'est bon" et avait l'air plutôt bien parti mais bon...
Sans me laisser le temps de le proposer, il me dit de chercher des solutions factorisées : $y = f(x)\cos(\Omega t)$

$$\Rightarrow -\Omega^2 f = g f''(x)(L-x) - g f'(x)$$

Là je lui dit que chercher un monôme serait inutile, à cause du $(L-x)$
Il m'indique de chercher une solution développable en série entière.
Je pose $f(x) = \sum a_n x^n$, il me dit qu'il y a 2 CL très imp. : le noeud en $x=0$ pour l'autre je cherche, je dit que ça doit être en $x=L$ sans trop voir quelle est la CL, puis il dit oui, le mouvement doit être borné.
Là je commence à chercher, je vois que ça va être bien compliqué mais il me laisse patauger une 10^{aine} de minutes avant de me faire remarquer que c'est pas vraiment homogène, c'est mieux de poser $u = \frac{x}{L}$.
Après quelques erreurs de calcul, j'obtiens

$$-\Omega^2 f(u) = \frac{g}{L} f''(u)(1-u) - \frac{g}{L} f'(u)$$

$$\Rightarrow f''(u)(1-u) - f'(u) = -\Omega^2 \frac{L}{g} f(u)$$

Je cherche une solution là dessus pendant un certain temps, beaucoup de calcul, j'essaie d'extraire une relation propre de récurrence pas trop horrible mais j'arrive pas trop.

(PS, il y avait une indicat°: il me donnait une série entière dont je ne me souviens plus des coeff du coup je les noterais a_n, avec: $a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots = 0$
admet pour plus petite solution $x_{min} = \frac{2}{3}$ (je crois, ou $\frac{\sqrt{3}}{2}$)

J'arrive pas, c'est vachement calculatoire, il m'aide très peu, sauf pour me dire que les CL sont importantes, ce que j'avais plus ou moins compris.
Je vois que ma relation comportera forcément a_{n+2}, a_{n+1}, a_n; pas simple... Il me dit que je dois me débrouiller pour n'avoir que des a_n et a_{n+1}, là je cherche dans tous les sens, je trouve rien, l'horloge tourne...
Il reste presque plus de temps du coup il se lève pour m'expliquer: en fait il ne fallait pas chercher
$f(x) = \sum a_n x^n$ mais $f(x) = \sum a_n (1-x)^n$

Il me dit que ça permettrait de trouver une relation plus simple, puis il faudrait $\sum a_n = 0$, d'où l'indication.
Toute cette fin d'oral était décevante, pas trop physique, un peu déçu et surpris car il m'a demandé de laisser ce que j'avais écrit avant de partir, j'ai rien eu à effacer.
On verra bien...

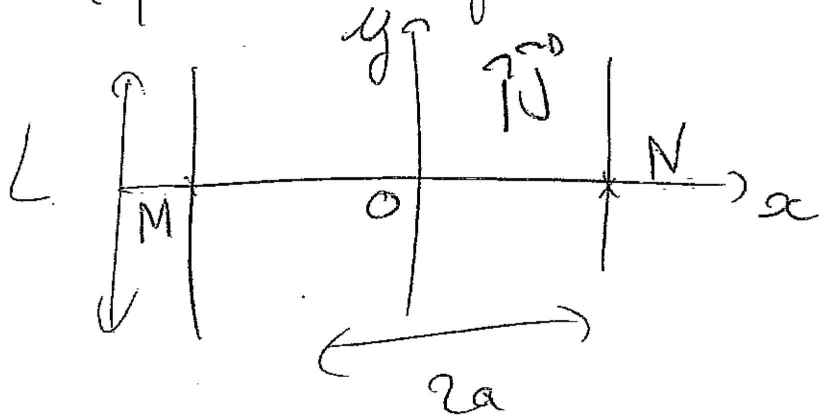
Note attendue : $\simeq$ 10-11
obtenue : 13/20

Gauthier
Legrand
PC3

X physique (à l'ESPCI).
M. Bilal.

75

On considère deux plaques horizontales de taille $L \times l$ espacées de $2a$ avec $a \ll L$.
On se place en cartésiennes avec le O au milieu (plein de symétries ici).



Entre les plaques il y a une densité de courant $\vec{j} = j\,\vec{u_y}$ (où j = cste) dans un fluide incompressible

1) calculer $\vec{B}$ dans tout l'espace.
2) Calculer la différence de pression entre les points M et O puis N et O.
3) Que se passe-t-il si $\vec{j} = j_M \sin(\omega t)\,\vec{u_y}$?
$\omega = 10^3\ \text{rad}\cdot s^{-1}$.

76 12

1) Symétries / invariances $\rightarrow$ $\vec{B} = B_z(x)\vec{u_z}$.

$\vec{rot}\,\vec{B} = \mu_0 \vec{j}$ $\rightarrow$ en cartésiennes on utilise $\vec{rot} = \begin{vmatrix} \partial/\partial x \\ \partial/\partial y \\ \partial/\partial z \end{vmatrix} \wedge$

$$\begin{vmatrix} \partial/\partial x \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ B_z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 \\ \mu_0 j \\ 0 \end{vmatrix} \Rightarrow -\frac{\partial B_z}{\partial x} = -\frac{dB_z}{dx} = \mu_0 j$$

$\Rightarrow$ $B_z = -\mu_0 j x + cste$.

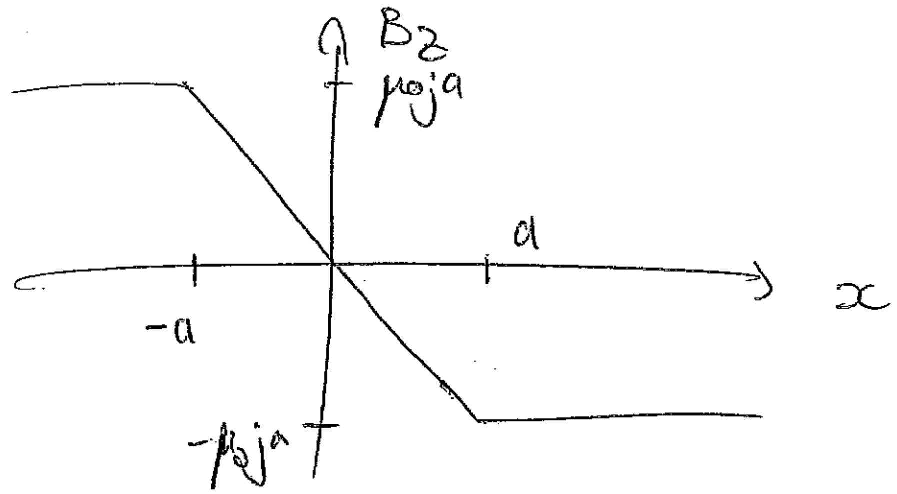
en O 2 plans de symétrie $\Rightarrow$ cste $= 0$.

$\boxed{B_z = -\mu_0 j x}$ $x \in [-a, a]$.

À l'ext. $\vec{rot}\,\vec{B} = -\frac{dB_z}{dx}\vec{u_y} = \vec{0} \Rightarrow B_z(x) = cste$.

On suppose B_z continu en $\pm a$ (on néglige les effets de bord).

$\Rightarrow$ $\boxed{B_z(-a) = \mu_0 j a}$ et $\boxed{B_z(a) = -\mu_0 j a}$



2) On utilise $d\vec{F}_{Lap} = \vec{j} \wedge \vec{B} \, d\tau$ (77)

je lui ai demandé s'il voulait la démo, il a simplement voulu les idées.

Euler au fluide supposé au repos :

$$\vec{0} = -\vec{\text{grad}}\, p + \mu \vec{g} + \vec{j} \wedge \vec{B}$$

(je n'avais pas vu le mot "horizontal" j'ai du prendre $\vec{g} = g\vec{u_x}$.)

$$\mu\vec{g} = \mu g \vec{u_x} = -\vec{\text{grad}}(-\mu g x)$$

$$\vec{j} \wedge \vec{B} = j\vec{u_y} \wedge (-\mu_0 j x \vec{u_z}) = -\mu_0 j^2 x \vec{u_x}$$
$$= -\vec{\text{grad}}\left(\mu_0 j^2 \frac{x^2}{2}\right).$$

$$\Rightarrow \vec{0} = -\vec{\text{grad}}\left(p - \mu g x + \mu_0 j^2 \frac{x^2}{2}\right)$$

$$\Rightarrow \quad p - \mu g x + \mu_0 j^2 \frac{x^2}{2} = \text{cste dans l'interstice.}$$

$$\Rightarrow \quad P_0 - 0 + 0 = P_a - \mu g a + \mu_0 j^2 \frac{a^2}{2}$$
$$= P_{-a} + \mu g a + \mu_0 j^2 \frac{a^2}{2}$$

$$P_0 - P_{-a} = a\left(\mu_0 j^2 \frac{a}{2} - \mu g\right)$$

$$P_0 - P_{+a} = a\left(\mu_0 j^2 \frac{a}{2} + \mu g\right)$$

Je vérifie l'homogénéité, ça a l'air de l'embêter...

3) $j(t) \Rightarrow \vec{B}(t) \Rightarrow \vec{E}(t)$.

1ère idée : j est au carré dans l'expression des différences de pression → je propose de considérer une valeur moyenne pour j car ω est "grand" (je ne savais pas à quoi le comparer)

→ M. Bilal pas convaincu.

2e idée : calcul du nouveau champ $\vec{B}$:

Approximations successives

$$\vec{rot}\,\vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad (1) \qquad \mathrm{div}\,\vec{E} = \rho/\varepsilon_0 \; (3)$$

$$\vec{rot}\,\vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (2)$$

On calcule $\vec{E}$ à partir de (2) où on prend $\vec{B}$ calculé dans la q. 1 ($\vec{B}^{(0)}$).

à l'intérieur (seule valeur utile)

symétries + invariances → $\vec{E} = E_x(x)\vec{u}_x + E_y(x)\vec{u}_y$. 79

Je n'avais pas remarqué l'indépendance des composantes selon y, il m'a aidé après m'avoir laissé patauger sans réussir à découpler les eq

$$\begin{vmatrix} \partial/\partial x \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} E_x \\ E_y \\ 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ \dfrac{dE_y}{dx} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ -\mu_0 a\omega j_M \cos(\omega t) \end{vmatrix}$$

$$\Rightarrow E_y(x) = -\mu_0 a\omega \cdot j_M \cos(\omega t) + \lambda(t)$$

$$\operatorname{div} \vec{E} = \rho/\varepsilon_0 \underset{(\rho=0)}{=} 0 = \frac{dE_x}{dx} \Rightarrow E_x = \mu(t)$$

on trouve $\mu(t) = 0$ en $x = 0$

car $(O, \vec{u}_x, \vec{u}_z) = \Pi_-$ donc $E_x(x=0) \perp \Pi_-$

(Π_- par les courants)

Je n'ai réussi à montrer que $\lambda(t) = 0$

(Bilal non plus ...)

l'oral se termine, je lui explique que j'aurais utilisé (1) pour trouver $\vec{B}^{(1)}$ puis recalculer les Δp.

note attendue : 15

note obtenue : 14

BERGES
Audrey

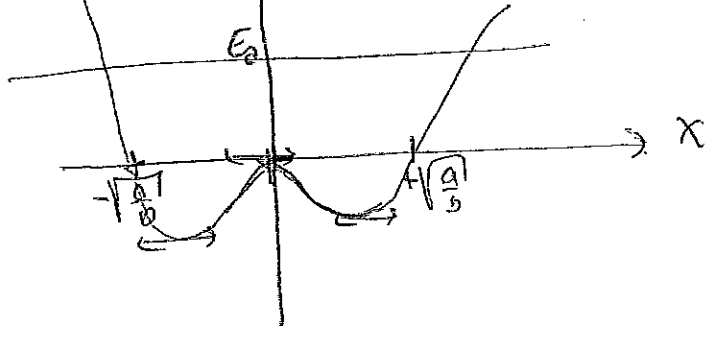
Physique (X)

Enoncé : Une particule de masse m se déplace suivant un mouvement unidirectionnel dans un potentiel $V(x) = -ax^2 + bx^4$ où $a, b > 0$. Elle a une énergie qui diminue et positive initialement au cours du temps. On observe que ~~la~~ la période de ses oscillations augmente et on note $T_1, T_2 \dots T_i$ chaque période.

→ Montrer l'existence de i_0 pour lequel T_{i_0} est maximale et montrer que la dépendance de T avec i est proportionnelle à $\ln(|i-i_0|)$. Puis tracer T en fonction de i.

On donne $\int_0^A \frac{dx}{\sqrt{1+x^2}} = \ln(A + \sqrt{1+A^2})$.

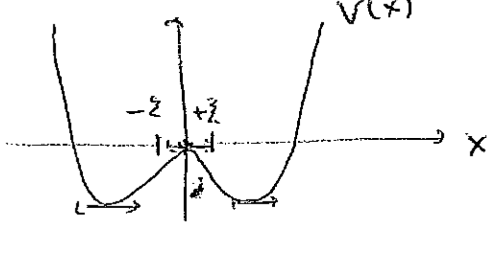
Je commence par tracer le potentiel



Puis j'écris $E = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 + V(x)$, il n'y a pa conservation de l'énergie.
Mais l'examinateur me dit que ce n'est pas la bonne piste car on ne cherche pas l'équation des mvt. Je reviens donc à la courbe et il me demande à partir de quand je pense que la période des oscillations sera maximale.
Je réponds que ce sera pour $E_i = 0$ car à ce moment la particule aura du mal à passer le "saut de potentiel" au niveau de $x = 0$.
Il me demande ensuite de calculer la période et me fais remarquer qu'il faut calculer pour E proche de 0 et non E nul.
Je bloque sur le calcul de période et il me donne donc $T = \int dt = \int \frac{dx}{v(x)}$

donc j'écris $T = 2\int_{-\sqrt{\frac{a}{b}}}^{+\sqrt{\frac{a}{b}}} \frac{dx}{\sqrt{(E - V(x)) \times \frac{2}{m}}} = 2\sqrt{\frac{m}{2}} \int_{-\sqrt{\frac{a}{b}}}^{+\sqrt{\frac{a}{b}}} \frac{dx}{\sqrt{E - bx^4 + ax^2}}$

Je ne sais pas comment simplifier. Il me dit de réfléchir à un bout de l'intégrale où la durée est déterminante.
J'approxime donc $T \simeq \sqrt{2m} \int_{-\xi}^{+\xi} \frac{dx}{\sqrt{E - bx^4 + ax^2}}$



$$\simeq \sqrt{2m} \int_{-\xi}^{+\xi} \frac{dx}{\sqrt{E + ax^2}}$$

Je fais un chgt de variable et je sépare l'intégrale en deux et je trouve

(83)

$$T \simeq \sqrt{\frac{2m}{a}} \left[\ln\left(\xi\sqrt{\frac{a}{E}} + \sqrt{1+\xi^2\frac{a}{E}}\right) - \ln\left(-\sqrt{\frac{a}{E}}\,\xi + \sqrt{1+\xi^2\frac{a}{E}}\right) \right]$$

$$\simeq \sqrt{\frac{2m}{a}} \ln\left(\frac{\xi\sqrt{\frac{a}{E}} + \sqrt{1+\xi^2\frac{a}{E}}}{-\sqrt{\frac{a}{E}}\,\xi + \sqrt{1+\xi^2\frac{a}{E}}} \right)$$

Je dis que j'ai un pb d'homogénéité mais il me dit de mettre une cte en facteur et que ce n'est pas important.

Il faut ensuite simplifier l'expression sachant que E et ξ tendent vers 0.

J'essaie différentes simplifications qui ne mènent à rien.

PC ∗ 3, Louis-Le-Grand, Concours 2017 - Fiche d'oral

84

Nom, prénom : LEGENDRE Agathe

Concours : X-ESPCI

Epreuve : Physique.

Examinateur :

A renvoyer à l'adresse suivante : Jean-Claude SIFRE 21 rue de la Fontaine au Roi 75011 Paris, ou à Professeur Thomas LAFFORGUE lycée Louis-Le-Grand 123 rue Saint Jacques 75005 Paris, ou encore par courrier électronique à : jean-claude.sifre@orange.fr

Soit ~~une~~ masse m sur une trajectoire circulaire de rayon r. Soumise à une force attractive centrale $f(r)$.

Quelle est la relation entre $f(r)$ et $f'(r) = \frac{df}{dr}$ pour que la trajectoire soit stable ?

Je propose une méthode énergétique, refus de l'examinateur.

On note R le rayon de la trajectoire et on se donne ω.

indication de l'examinateur : poser des écarts infinitésimaux sur le rayon et la vitesse angulaire et étudier.

Donc on pose $r = R + dr$

$\dot\theta = \omega + d\dot\theta$

mouvement circulaire donc : $\vec{v} = \dot r \vec{u_r} + r\dot\theta \vec{u_\theta}$

$\vec{a} = \ddot r \vec{u_r} + 2\dot r\dot\theta \vec{u_\theta} + r\ddot\theta \vec{u_\theta} - r\dot\theta^2 \vec{u_r}$

PFD : $\begin{cases} m(\ddot r - r\dot\theta^2) = -f(r) \\ m(r\ddot\theta + 2\dot r\dot\theta) = 0 \end{cases}$ $\Rightarrow$ constante des aires : $r^2\dot\theta = cte$.

Avec les variations infinitésimales,

$m(d\ddot r - (R+dr)(\omega + d\dot\theta)^2) = -f(R+dr)$

$m(d\ddot r - (R\omega^2 + 2R\omega d\dot\theta + \underbrace{\cancel{R d\dot\theta^2}}_{\text{ordre 2}} + dr\,\omega^2 + \underbrace{\cancel{2dr\,\omega d\dot\theta}}_{\text{ordre 2}} + \underbrace{\cancel{dr\,d\dot\theta}}_{\text{ordre 2}})) = -f(R+dr)$

$f(R+dr) = f(R) + dr\, f'(R)$

$m(\ddot{dr} - (R\omega^2 + 2R\omega d\dot{\theta} + dr\,\omega^2)) = -f(R) - dr\,f'(R)$

$= -\cancel{m}R\omega^2 - dr\,f'(R)$

Puis on utilise la constante des aires:

$$(R+dr)^2(\omega+d\dot{\theta}) = R^2\omega + R^2 d\dot{\theta} + 2R\,dr\,\omega + 2R\underbrace{\cancel{dr\,d\dot{\theta}}}_{\text{ordre }2} + \cancel{dr^2}\omega + \underbrace{\cancel{dr^2}\,d\dot{\theta}}_{\text{ordre }3}$$

Enfin on exprime $d\dot{\theta}$ en fonction de dr et on obtient une équa dif du 2^{e} ordre. Il faut que le coef devant dr soit >0 (critère de stabilité.

On obtient $f(r) = \dfrac{A}{r^{\alpha}}$ avec $|\alpha| < 3$.

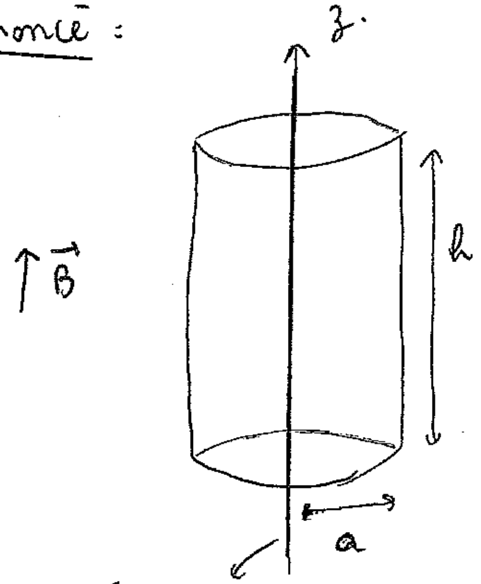
Bilan: oral décevant, très calculatoire. Je n'avais pas pensé à étudier les écarts infinitésimaux et j'ai mis du temps à comprendre où j'allais mais je m'en suis sortie au niveau des calculs et j'ai vu les simplifications à faire.
L'examinateur m'a fait détailler absolument tous les calculs. (ce qui est très laborieux au tableau).

Je suis passée dimanche à 18h50 à la fin de la première semaine, c'est difficile de rester concentrée jusqu'au bout !

Oral de physique X

Flore NETTER

énoncé :



cylindre creux de charge surfacique $\frac{\lambda}{2\pi a}$

dans un champ uniforme $\vec{B} = B\vec{u}_z$

On éteint progressivement le champ $\vec{B}$

$\vec{B}(t=0) \longrightarrow \vec{B}(t=1s)=0$

Que se passe-t-il ?

fil, charge par unité de longueur $= -\lambda$

Je commence par dire que le cylindre va se mettre en rotation mais je vais trop vite et dit que c'est dû aux forces de Laplace
($B(t) \to \varphi(t) \to i(t) \to dF_{Laplace}$ mais sur $\vec{u}_r$ = pas d'effet)

examinateur : vous êtes sûre ?

— Ah non $\to$ $\vec{E}_{induit}$

Je fais l'analogie avec le champ $\vec{B}$ d'un fil : on cherche $\vec{E}_{in} = E\vec{u}_\theta$

— Pourquoi il y a un axe de symétrie pour $\vec{E}$ alors que $\vec{B}$ est uniforme ?
... Comment faire pour créer $\vec{B}$ uniforme en pratique ?

— Avec une bobine, à l'intérieur de celle-ci d'où la symétrie

Puis $\vec{rot}\,\vec{E}_{induit} = -\frac{d\vec{B}}{dt}$, Stokes $\int_{(\ell)} \vec{E}_{in}\cdot d\vec{\ell} = -\iint_{(S)} \frac{d\vec{B}}{dt}\cdot d\vec{S}$

d'où $\vec{E}_{induit} = -\frac{dB}{dt}\frac{a}{2}\vec{u}_\theta$

Une surface dS subit une force : $d\vec{F} = -\frac{\lambda}{2\pi a}\frac{dB}{dt}\frac{a}{2}\,dS\,\vec{u}_\theta$

d'où un moment $d\vec{M} = a\vec{u}_r \wedge d\vec{F} = -\frac{\lambda}{4\pi} a \frac{dB}{dt}\,dS\,\vec{u}_z$

On somme sur toute la surface

$$\vec{M} = -\frac{\lambda}{2}a^2 h \frac{dB}{dt}\vec{u}_z$$

J'applique le TMC : Flore NETTER (87)

$$J \frac{d\omega}{dt} = -\frac{\lambda}{2} a^2 h \frac{dB}{dt}$$

On intègre $J(\omega(t) - \underbrace{\omega(0)}_{=0}) = -\frac{\lambda}{2} a^2 h (B(t) - B(0))$.

examinateur : application numérique pour $\omega(1s)$? (Tout était donné).

(J'aurais pu y penser moi-même) Je prends $B(1s) = 0$ et $B(0)$ celui donné par l'énoncé

Mais vous avez oublié quelque chose : il y a une autre contribution au champ magnétique.

- Ah oui : le cylindre est en rotation → charge en rotation → courant

Je dis que l'on peut assimiler le cylindre à une bobine

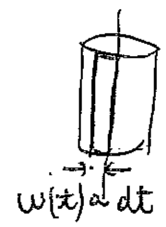
et j'écris $\vec{B}$ = "$\mu_0 n I$"

Je cherche une expression de I, je ne trouve pas la bonne,

l'examinateur essaie de me guider mais je m'embrouille

Finalement, $\vec{B}$ = "$\mu_0 \underbrace{nI}_{\text{courant par unité de longueur}}$"

et



~~courant~~ Charge qui traverse cette ligne pendant dt

$$dq = \frac{\lambda}{2\pi a} \times h \times \omega(t)\, a\, dt$$

$$i(t) = \frac{\lambda}{2\pi a} \omega(t)\, a$$

courant par unité de longueur

Fin de l'oral

<u>Bilan</u> : Examinateur sympa mais assez bavard

L'exercice reposait sur 2 raisonnements vus et revus en classe mais il a fallu que l'examinateur me pousse un peu pour que je les sorte en plus de plusieurs erreurs → j'ai mal utilisé mes quelques minutes de réflexion au début

Note obtenue : 11,5

PC * 3, Louis-Le-Grand, Concours 2017 - Fiche d'oral (1) (88)

Nom, prénom : GRIVEAUX, Pierre

Concours : X- ESPCI

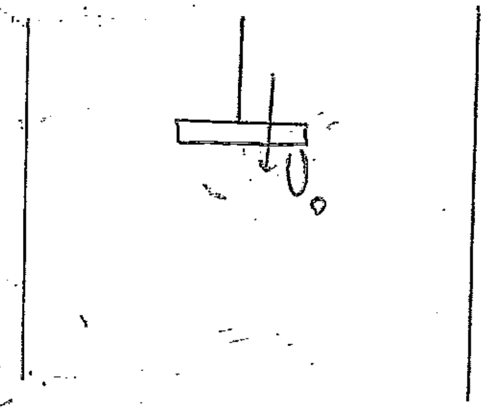
Epreuve : Oral de Physique

Examinateur : homme assez jeune.

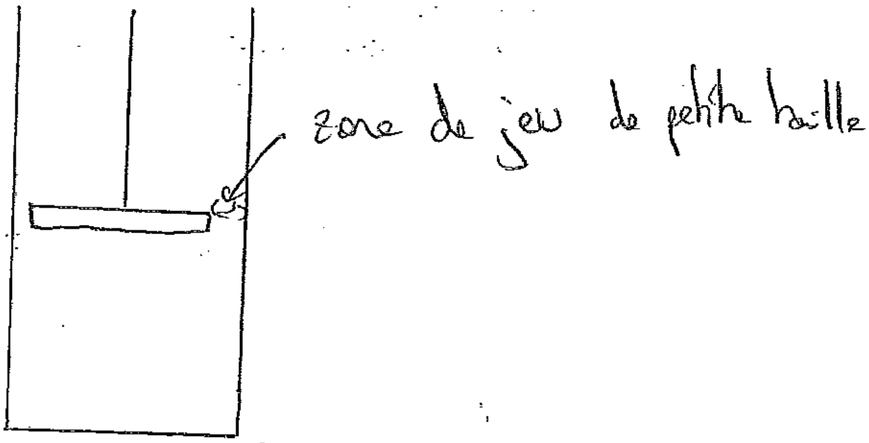
A renvoyer à l'adresse suivante : Jean-Claude SIFRE 21 rue de la Fontaine au Roi 75011 Paris, ou à Professeur Thomas LAFFORGUE lycée Louis-Le-Grand 123 rue Saint Jacques 75005 Paris, ou encore par courrier électronique à : jean-claude.sifre@orange.fr

<u>Ex de méca flu :</u> un piston tombe dans un cylindre rempli d'un fluide.

<u>1ère situation :</u> le rayon du cylindre est grand devant celui du piston. On constate que le piston a un mouvement rectiligne uniforme à V_0.



<u>2ème situation :</u>



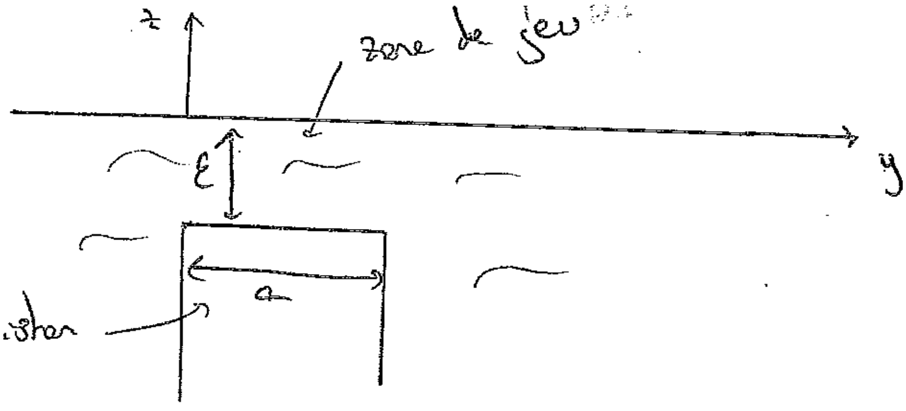
la vitesse n'est plus constante.

Le sujet était d'expliquer pourquoi.

Le sujet était posé de façon bizarre et il y a eu beaucoup de malentendus avec l'examinateur de sorte que l'oral ne s'est pas très bien passé. (2) (89)

En gros, il fallait reconnaître un écoulement de poiseuille au niveau de la zone de jeu. Trouver la vitesse de l'écoulement à cet endroit :

en première approximation, on suppose le piston fixe.
On a la situation :



Dans la zone de jeu, symétrie cylindrique et $\varepsilon \ll a$

$\Rightarrow \quad \vec{v} = v_y(r, y)\,\vec{u_y}$ en coordonnées cylindriques (r, θ, y).

Puis incompressible $\Rightarrow \vec{v} = v_y(r)\,\vec{u_y}$.

stationnaire $\Rightarrow \dfrac{\partial \vec{v}}{\partial t} = \vec{0}$

puis $(\vec{v}\cdot \vec{\text{grad}})\vec{v} = \vec{0}$

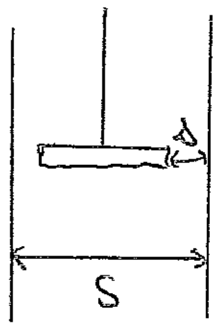
NS $\quad 0 = \eta\, \vec{\Delta} \vec{v} - \vec{\text{grad}}\, p$

etc...

on sépare les variables, on trouve $\vec{v}$ et p. OK.

Ensuite, je dis que dans notre situation, le piston n'est pas fixe donc les CL sont $\neq$ par rapport à Poiseuille.

Il me dit si valeur moyenne de $v \gg U_0$ alors OK. 3
Je calcule directement valeur moyenne (spatiale) de v 90
→ marche pas →
Il me dit d'utiliser le débit.

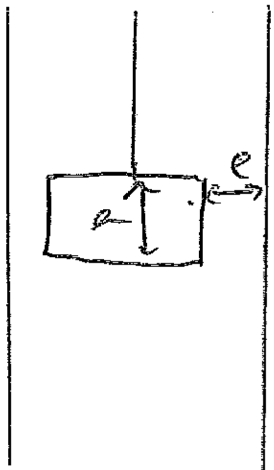


$$D_V = U_0 S \simeq 2\langle v\rangle s$$

donc $$\frac{\langle v\rangle}{U_0} = \frac{S}{2s} \gg 1.$$

Cela justifie la démarche qui consistait à supposer le piston immobile.

Après, il donnait la force tangentielle de viscosité :



$$F = \eta \frac{v}{e} S$$ S = surface latérale du piston.

$$S \propto a$$

1ère situation : $e \gg a \Rightarrow F \ll 1$

2ème situation : $e \ll a \Rightarrow F \gg 1$.

« ça freine mieux »

Fin de l'oral.

J'ai perdu beaucoup de temps au début car je croyais qu'il fallait étudier la 1ère situation, puis dans la 2ème situation je voulais étudier tout l'écoulement alors qu'il fallait s'intéresser à ce qu'il se passait dans le jeu entre le piston et la paroi.
J'ai vraiment pas brillé à cet oral.
note attendue : 6-7 (j'étais déprimé après)
note obtenue : 11 !!!

Rapport d'oral
Matthieu RYKNER
Physique

X-ESPCI
Jeudi 22 juin
15h05

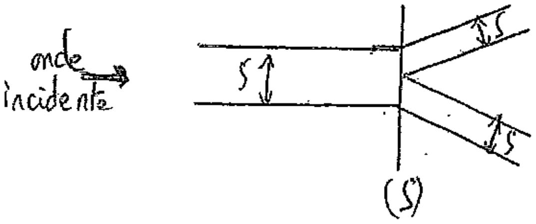
Examinateur : M. Bilal (TP ESPCI, commission 2)

Sujet : Une tuyère de surface S se sépare en deux tuyères, chacune de même surface S. Une onde acoustique se propage dedans (Alice Maurel m'a dit plus tard qu'on l'avait déjà fait en DM ce qui est vrai → les vaisseaux sanguins. Mais je ne m'en souvenais plus, bien que l'ayant fait).

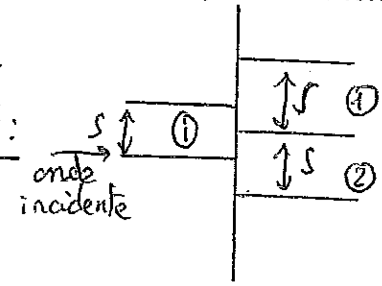
1) Trouver le rapport des amplitudes de la surpression et de la vitesse. Faire un bilan d'énergie
2) On bouche le tuyau du haut. Que se passe-t-il ?
3) Cas où on bouche le tuyau près de la jonction
4) Cas où on bouche le tuyau loin de la jonction

Déroulement : 1) Je commence par vouloir retrouver l'impédance acoustique Z… ce qui est tout à fait inutile. Je m'embrouille en voulant faire une analyse dimensionnelle sachant que $Z = \sqrt{\mu / \chi_S}$ ou $= \sqrt{\chi_S / \mu}$. Au bout de 5 minutes je me souviens qu'il faut passer par Euler et je retrouve Z… qui ne me servira pas (enfin son expression ne me servira pas).

Je cherche des équations. J'écris donc : « conservation du débit volumique » puis « Svi=Sv1+Sv2 »… (*) C'est juste mais tout est faux dans ma tête… L'écoulement n'est évidemment pas incompressible, il n'y a donc pas de conservation du débit volumique, qui est d'ailleurs nul en moyenne. Je me ferai donc une grosse frayeur en sortant de l'oral puis trouverai la bonne idée pour justifier ma formule seulement 4 ou 5h plus tard :



ou plutôt :



Il y a conservation du débit à travers la surface (S) vue à droite comme la surface 2S où se propagent les ondes transmises et à gauche comme la surface S que traverse l'onde incidente. Mais M. Bilal ne m'a pas demandé de précisions et tant mieux pour moi…

Par symétrie, v1=v2 (vitesses dans les deux tuyères sortantes) donc v1=vi/2 par (*) et pi=Z*vi donc pi=2Z*v1=2p1 car Z ne change pas.

Le bilan d'énergie cinétique et élastique donne alors quelque chose de la forme : $\mu S v_i^2 = \mu S v_i^2/2$

Il y a donc un problème.

Je dis que soit c'est ma formule (*) qui est fausse (parce que je n'arrive alors pas à comprendre d'où elle vient, je l'ai sorti un peu trop vite) soit j'ai oublié quelque chose. Il me dit que j'ai oublié quelque chose et essaie de me le faire comprendre en me demandant ce qui se passe lorsqu'on bouche un tuyau. J'aurai dû trouver beaucoup plus vite l'idée d'une onde réfléchie puisqu'on l'avait fait en DM... Je refait donc tout en rajoutant une onde réfléchie et en utilisant la continuité de la pression et là le bilan d'énergie fonctionne (ATTENTION à l'algébrisation, Z change de signe). Mais j'ai perdu beaucoup, beaucoup de temps.

2) Là je me dis qu'il faut faire ce qui suit avec méthode et en étant posé (et bien m'en a pris). Je lui explique qu'il va y avoir une autre onde réfléchie dans le tuyau du haut. Il y a donc rupture de symétrie entre les deux tuyères et on a désormais 4 inconnues (trois ondes incidentes, deux réfléchies, mais on connaît vi).

On a toujours l'unicité du débit volumique à la jonction ainsi que la continuité des pressions. On a également un nouveau nœud pour les vitesses en x=L où se trouve le bouchon du tuyau du haut. Ici la continuité des pressions donne deux équations car il y a rupture de symétrie. On a donc bien 4 équations et 4 inconnues.

Il me demande alors des idées qualitatives sur les deux dernières questions puis me dit un peu sèchement que c'est fini.

<u>Bilan</u> : Oral très décevant. Il y avait beaucoup mieux à faire

Note attendue : 11-12 au mieux 13, je me suis trop embrouillé

Note obtenue : 14 (on prend !)

X-ESPCI

Yann Proto PC3

Un examinateur gentil, la quarantaine, les cheveux gris. Il me passe un énoncé d'exercice et passe à peu près tout l'oral sur son portable (c'est le dernier oral de la journée)... Il y a une dizaine de lignes de texte sur l'interaction entre un quark et un anti-quark, juste pour donner le potentiel pour un état lié (où V_o vaut 10^{-7}J) :

$$V(r) = -\frac{V_o r_o}{r} e^{-r/r_o}$$

1) Donner l'équation du mouvement.

On détermine la force qui dérive du potentiel : $\vec{F} = -\frac{V_o e^{-r/r_o}}{r}(r/r_o + 1)\, \vec{u_r}$

Puis on applique le théorème de la quantité de mouvement. Je dis que pour être rigoureux il faut l'appliquer aux deux particules pour trouver un centre d'inertie fixe, puis aux deux particules mais il dit que ça revient simplement à diviser la masse par deux. Donc on suppose une particule fixe. Le TQM donne :

$$m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) = -\frac{V_o e^{-r/r_o}}{r}(r/r_o + 1)$$

On fait disparaitre $\dot{\theta}$ avec la constante des aires $C = r^2\dot{\theta}$ puisqu'on a une force centrale. On obtient :

$$m(\ddot{r} - \frac{C^2}{r^3}) = -\frac{V_o e^{-r/r_o}}{r}(r/r_o + 1)$$

2) On donne l'énergie d'un quark E=10^{-5}J. Montrer que dans une bonne approximation on a un mouvement elliptique. Donner une relation entre la période et le demi grand axe.

Conservation de l'énergie mécanique : $E = \frac{1}{2}m(\dot{r}^2 + r^2\dot{\theta}^2) - \frac{V_o r_o}{r} e^{-r/r_o}$

Soit : $E = \frac{1}{2}m\dot{r}^2 + Ep_{eff}(r)$ avec $Ep_{eff}(r) = \frac{mC^2}{2r^2} - \frac{V_o r_o}{r} e^{-r/r_o}$

Je dessine l'allure de l'énergie potentielle effective avec une cuve de potentiel : on voit déjà qu'on a bien pour un état lié (E<0) une trajectoire comprise entre deux rayons r_m et r_M. Puis j'essaie de faire des approximations en V_o/E mais je bloque.. Il y a un raisonnement à faire que l'examinateur m'explique qui consiste à dire que le terme en $V_o r_o$/r est du même ordre de grandeur que E. Je comprends : comme $V_o/E=10^{-2}$ donc $r_o/r=10^2$!

A l'ordre 0 en r/r_o $e^{-r/r_o}=1$ et on obtient donc une énergie qui correspond à une trajectoire circulaire :

$$Ep_{eff}(r) = \frac{mC^2}{2r^2} - \frac{V_o r_o}{r}$$

Puis je dis qu'on cherche l'analogue de la loi de Kepler, que c'est facile à démontrer pour une trajectoire circulaire, mais que là ça va être plus compliqué... Il me dit qu'on fait l'approximation d'une trajectoire circulaire. L'équation du mouvement se simplifie en :

$$-m\frac{C^2}{r^3} = -\frac{V_o r_o}{r^2}$$

Avec $C = r^2 2\pi/T$ on obtient :

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2 m}{V_o r_o}$$

L'examinateur demande ensuite comment estimer approximativement la valeur du demi grand axe. Je dis qu'on a un état lié donc on peut peut-être faire l'analogue avec une particule confinée dans un puis de potentiel? Non, on reste en mécanique classique. J'écris quelques calculs mais ça n'aboutit pas...

L'oral s'arrête là et l'examinateur dit qu'en fait ce que cherchait c'est l'analogue de $E = -GMm/2R$ pour une trajectoire circulaire.

Rapport oral PC*3 LLG 2017 (95) (1)

MAURER Alice - Physique X-ESPCI

Examinateur : cheveux blancs, un peu mou, fait pas mal de commentaires s/ le déroulement de l'oral gentil et rassurant.

Il me donne un sujet s/ feuille. "C'est de l'optique" !!

Sujet : On fait passer un laser (rouge) de fréquence f_L dans un cristal où circule une onde acoustique de vitesse V_A, fréquence f_A. On remarque que pour un certain angle θ_B, on a 2 tâches correspondant à une déviation de $2\theta_B$.

1) À quelle particule est associée l'onde laser ? E_L, $\vec{P_L}$? De m̂ on associe le phonon à l'onde acoustique.

2) En considérant la disparition d'un phonon, expliquer la déviation et calculer θ_B, calculer la nvelle f_L

3) Retrouver le résultat avec les fronts d'onde de l'onde acoustique

4) Si le cristal a un indice $n \neq 1$?

5) On observe à 1 m, $d_{\text{tâches}} = 17$ mm, $f_A = 100$ MHz

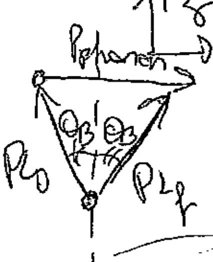
V_A ?

⇒ pas mal de q° ms pas de schéma → ⚠

Déroulement de l'oral

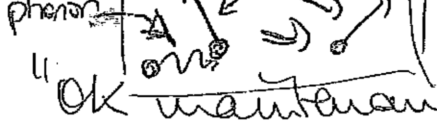
1) Photon, $E = \hbar\omega$, $\vec{p} = \hbar\vec{k}$ ... Il me répond que c'était juste pour planter le décor. OK.

2) Je considère que le phonon donne sa $\vec{p}$ au photon :



$\vec{p} = \hbar\vec{k}$

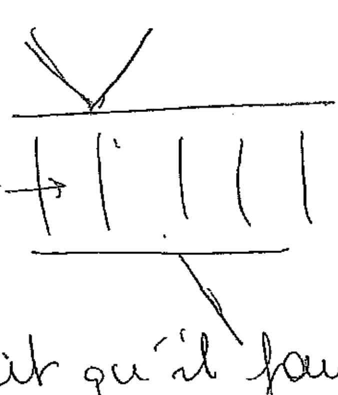
TQM s/ $\vec{u_x}$: $2\hbar k_L \sin\theta = \hbar k_A$ (laser ; acoustique)



$\Rightarrow \boxed{\sin\theta = \frac{k_A}{2k_L}}$ → j'avais oublié le 2 au début !!

"OK maintenant on passe à l'optique, c'est + difficile"

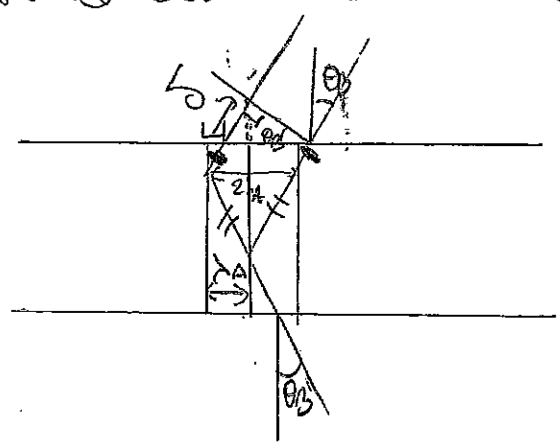
3) Je ne comprends pas du tt le phénomène avec les fronts d'onde ! Il me dit que la clé, c'est un bon dessin. Comme je commençais n'importe comment il vient dessiner au tableau :



OK super utile. Il me dit qu'il faut penser aux lames à faces // .. À force d'indices je finis par comprendre que les fronts d'onde de l'onde acoustique sont considérés comme des dioptres. Je lui dis que je ne comprends pas physiquement pourquoi (puisque l'onde acoustique est sinusoïdale (?)). En fait on fait une sorte d'approximation

pour avoir des dioptres (c'est moi qui lui ai proposé, je sais pas si c'est ça) ⇒ l'onde crée une taux variat° d'indice !

Bref, ~~je dis~~ il une parle d'interférences constructives (2) (97)
→ je dis que je vais regarder δ. Je galère un peu (je voulais considérer +ieurs fronts acoustiques, je finis par faire le dessin : ("là c'est de la géométrie"))



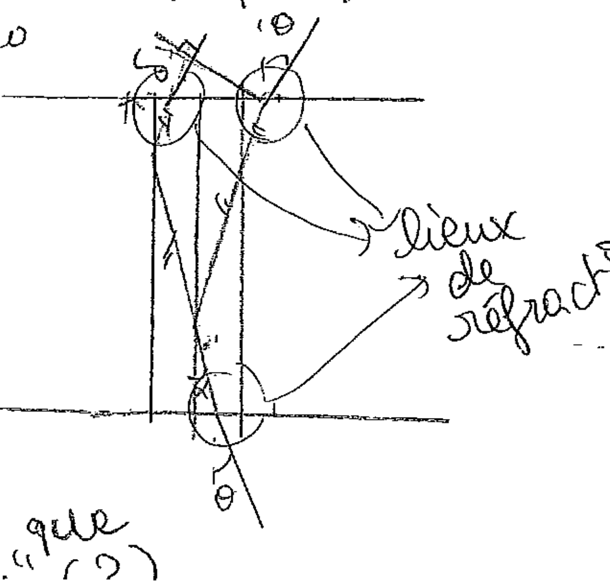
D'après mon dessin on a tt simplement :

$\delta = 2\lambda_A \sin\theta_B$. Or on veut $\delta = p \times \lambda_L$

D'où $p\lambda_L = 2\lambda_A \sin\theta_B \Rightarrow \boxed{\sin\theta_B = p \times \frac{\lambda_L}{2\lambda_A}}$

A l'ordre d'interférence $p = 1$ on a le ... résultat car $\delta \propto \frac{1}{L}$. Je ~~fais ss~~ demande si les autres ordres peuvent exister → il répond qu'on ne les observe pas.
Il me demande à quel phénomène ça me fait penser → réseau.

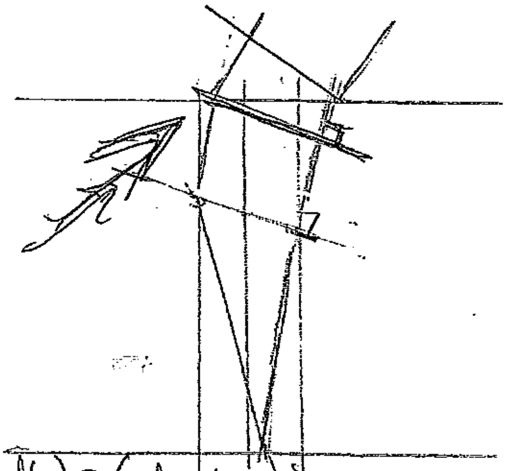
4) $n_{cristal} \neq 1$? ⇒ réfract°, + chemins optiques ≠ ...
Je refais le dessin avec la réfract°
surprise ! ... résultat, n n'intervient pas !
(δ est calculé dans l'air où $n = 1$)



Je lui dis - Mais il répond que c'est ... "...." (?)

Là il commence à m'embrouiller comme quoi normalement n doit venir et disparaître, car $k_{\text{cristal}}\ n \frac{\omega}{c}$ donc on remplace k par n k. Je réponds que mon δ est "dans l'air" là il me refait un dessin :

en prenant le front d'onde autre part : ⟶



Il me demande pourquoi n disparaît ds les calculs

⇒ la réfraction et le déphasage dûs à n se compensent. ça lui suffit (plus le tps)

5) Il me dit que c'est presque fini, qu'il veut juste voir en O.G (ordre de grand.)

Je fais un schéma :

Puis ~~tan~~ $\theta \simeq \theta \simeq \frac{17.10^{-3}}{1} = 17.10^{-3}$ rad

et $v_A = \lambda_A f_A$ (j'ai justifié ce calcul avec $k = \frac{\omega}{c}$ → moche, j'ai fait des erreurs de 2π !!)

⇒ $v_A \simeq 10^3$ m/s (je crois)

"Normal ?" "Oui car ds les φ solides les ondes acoustiques vont très vite (incompressible) (j'avais dit "durs" au lieu de "incompressible" → touriste)

Ccl : Il parle beaucoup et fait beaucoup de remarques sur ce que je fais mais il donne des indices utiles.

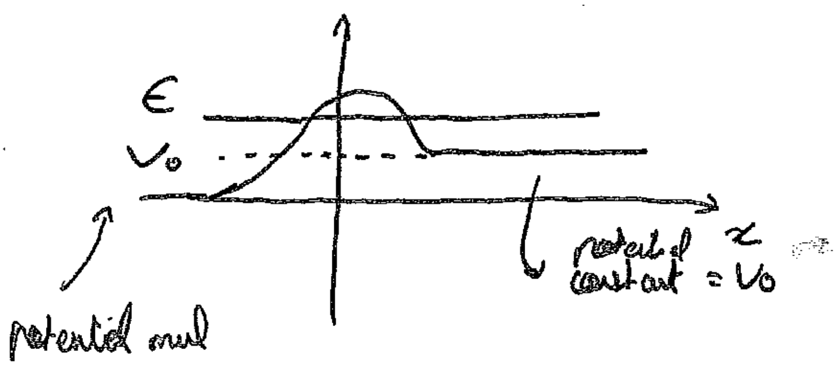
Note attendue : 15-16 (à la fin il avait l'air content)

Note obtenue : 19

KANDECPAN Keerthaman PC*3.

Oral Physique X-ESPCI

(examinateur : M. Bilal, très silencieux).



$E > V_0$

Mq $R+T=1$ où $R = \frac{|j_r|}{|j_i|}$

Indication : utiliser la relation suivante après l'avoir démontrée :

Si ψ solution de l'éq de Schrodinger alors :

??? à définir $\psi^* \frac{d\psi}{dx} - \psi \frac{d\psi^*}{dx}$ (1) est indépendant de x.

J'ai oublié l'expression de j_r, j'essaie de la retrouver puis l'exa me dit que pour une onde de la forme $Ae^{ikx-i\omega t}$ $j_i = \frac{\hbar k}{2m}|A|^2$

(100)

Je sépare en 3 zones $x < a$: $V(x) = 0$

$a < x < b$: $V(x) \neq$ cste

$b < x$: $V(x) = V_0$.

Entre a et b $V(x)$ n'est pas constant donc on ne connait pas les solutions de l'équation de Shrodinger.

Je résouds pour $x < a$ et $x > b$.

$x < a$: $\varphi = Ae^{ikx - i\omega t} + Be^{-ikx - i\omega t}$ avec $k^2 = E\frac{2m}{\hbar^2}$

$x > b$: $\varphi = Ce^{ik'x - i\omega t} + \cancel{De^{-ik'x - i\omega t}}$

particule qui revient de l'∞

avec $k'^2 = (E - V_0)\frac{2m}{\hbar^2}$

Je veux mq $R + T = 1$

$\Leftrightarrow \frac{|B|^2}{|A|^2} + \frac{k'}{k}\frac{|C|^2}{|A|^2} = 1 \Leftrightarrow |B|^2 + \frac{k'}{k}|C|^2 = |A|$

② démo de (1) : (101)

φ solution stationnaire de Schrodinger :

$$\Psi(x,t) = \varphi(x)\, e^{-i\omega t}.$$

φ^{*} ? → conjugué ?

On injecte dans (1) : $\varphi^{*}(x) \frac{d\varphi(x)}{dx} - \varphi(x) \frac{d\varphi^{*}(x)}{dx} = ct$ (2)

⇒ On veut montrer que (2) est vrai :

$\varphi(x)$ solution de $\quad -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\varphi}{dx^2} + V(x)\varphi = E\varphi.$

$$\rightarrow \varphi(x) = \frac{\hbar^2}{2m} \cdot \frac{1}{V(x)-E} \frac{d^2\varphi}{dx^2}(x). \quad (3)$$

$$= \gamma(x) \frac{d^2\varphi}{dx^2}$$

$$\frac{d}{dx}\left(\varphi^*\frac{d\varphi}{dx} - \varphi\frac{d\varphi^*}{dx}\right) = \cancel{\frac{d\varphi^*}{dx}\frac{d\varphi}{dx}} + \varphi^*\frac{d^2\varphi}{dx^2} - \cancel{\frac{d\varphi}{dx}\frac{d\varphi^*}{dx}} - \varphi(x)\frac{d^2\varphi^*}{dx^2}$$

$$\overset{(3)}{=} \gamma(x)\frac{d^2\varphi^*}{dx^2}\frac{d^2\varphi}{dx^2} - \gamma(x)\frac{d^2\varphi}{dx^2}\frac{d^2\varphi^*}{dx^2} = 0.$$

donc (2) est vrai.

On applique (2) pour $x_1 < a$ et $x_2 > b$.

$$\varphi^*(x_1)\frac{d\varphi(x_1)}{dx} - \varphi(x_1)\frac{d\varphi^*}{dx}(x_1) = \varphi^*(x_2)\frac{d\varphi(x_2)}{dx} - \varphi(x_2)\frac{d\varphi^*(x_2)}{dx}$$

Pour $x_1 < a$: $\varphi(x_1) = A e^{ikx_1} + B e^{-ikx_1}$

$$\varphi^*(x_1) = A^* e^{-ikx_1} + B^* e^{ikx_1}$$

$$\frac{d\varphi}{dx}(x_1) = A ik e^{ikx_1} - B ik e^{-ikx_1}$$

$$\frac{d\varphi^*}{dx}(x_1) = -A^* ik e^{-ikx_1} + B^* ik e^{ikx_1}$$

$$\varphi^*(x_2)\frac{d\varphi(x_2)}{dx} - \varphi(x_2)\frac{d\varphi^*(x_2)}{dx} = |A|^2 ik + \cancel{AB^* ik e^{\cdots}} - \cancel{B^* A ik e^{\cdots}}$$

$$- |B|^2 ik + |A|^2 ik + \cancel{A^*B ik e^{-2ikx_1}}$$

(102)

$$- \cancel{AB^* ik e^{2ikx_1}} - |B|^2 ik,$$

$$= 2|A|^2 ik - 2|B|^2 ik.$$

$$\varphi(x_2) = C e^{ik'x_2} \qquad \varphi^*(x_2) = C^* e^{-ik'x_2}$$

$$\frac{d\varphi(x_2)}{dx} = C ik' e^{ik'x_2} \qquad \frac{d\varphi^*}{dx}(x_2) = C^*(-ik')e^{-ik'x_2}$$

$$\varphi^*(x_2)\frac{d\varphi(x_2)}{dx} - \varphi(x_2)\frac{d\varphi^*(x_2)}{dx} = |C|^2 ik' + |C|^2 ik'$$

$$= 2|C|^2 ik'$$

$$\cancel{2}|A|^2 \cancel{ik} - 2|B|^2 ik = \cancel{2}|C|^2 \cancel{i}k'$$

$$\Rightarrow |B|^2 + \frac{k'}{k}|C|^2 = |A|^2 \quad (\Rightarrow) \boxed{R + T = 1}$$

TOUBIANA Raphaëlle
X - ESPCI
Oral de physique.

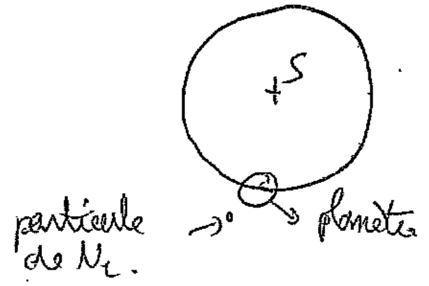
(Même exo que Julie de PC2) (103)

Enoncé donné sur une feuille :

La Terre, Venus et Jupiter ont une atmosphère mais la Lune et Mercure n'en ont pas. Quels sont les critères pour que des planètes aient une atmosphère.
On supposera que la planète tourne autour du Soleil et tourne sur elle-même en 1 journée. On suppose que l'atmosphère est constituée de molécules de N_2.

Resolution : le but est de trouver différents critères permettant d'expliquer que les particules de N_2 ne s'échappent pas de l'orbite de la Terre.

1ère idée : la gravitation.



Je suis trompée par l'énoncé et je pense que l'atmosphère est due à la concurrence entre gravitation du soleil et de la planète.

L'examinateur me dit que ce n'est pas ça, il ne faut pas faire attention à ce qu'il y a écrit.
Après quelques réflexions, il me dit que la vitesse de libération est un 1er critère. Il faut que je la calcule :

On passe par l'énergie $\frac{1}{2} m v_e^2 - \frac{G m M}{r_0} = \frac{1}{2} m v_\infty^2 = 0$

$\Rightarrow \boxed{v_e = \sqrt{\frac{2GM}{r_0}}}$ pour la terre

Il me dit de la calculer et d'utiliser $g = 10 m.s^{-2}$ car je ne connais pas M_T.

$g = \frac{GM_T}{R_T^2} \Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2 g R_T^2}{r_0}}$

On prend $r_0 = R_T \Rightarrow \boxed{v_e = \sqrt{2 g R_T}}$ $v_e = \sqrt{2 \times 10 \times 6.10^6}$

$v_e = \sqrt{120}\, 10^3 \simeq 11.10^3 m.s^{-1}$.

Il veut que je compare avec la vitesse moyenne des particules dans un gaz :

$$\frac{1}{2} m v^{*2} = \frac{3}{2} k_B T$$

$$\Rightarrow v^* = \sqrt{\frac{3 k_B T}{m}} \qquad R = k_B N_a$$

$$\Rightarrow v^* = \sqrt{\frac{3RT}{M_{N_2}}}$$

Il me dit de prendre $M_{N_2} = 10\ g.mol^{-1}$

$$v^* = \sqrt{\frac{3\times 8\times 300}{10.10^{-3}}}$$

$$= 3\sqrt{8\ 10^4}$$

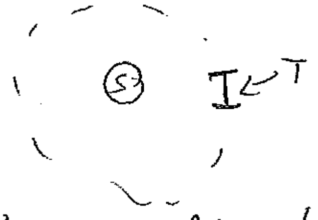
$$= 3\sqrt{80}\times 10$$

$$= 3\times 9\times 10$$

$= 270\ m s^{-1} << v_e$ pour la Terre.

2ème idée : Vu que la vitesse des particules est << v_e, qu'est ce qui pourrait amener les particules à se "détacher" de la Terre !
La température influe sur v^*.
Il faut trouver la relation entre T et la distance au Soleil (d).

⇒ corps noir :



ce que reçoit la terre = ce qu'elle émet

$$R_S^2 \cancel{4\pi} \frac{\cancel{R_T^2}}{d^2} \cancel{\sigma} T_S^4 = \cancel{4\pi R_T^2}\, \cancel{\sigma} T_T^4$$

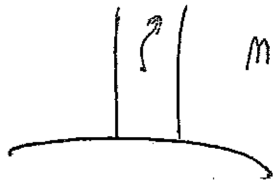
$$T_T^4 = \frac{R_S^2}{d^2} T_S^4$$

$$\boxed{T_T = \sqrt{\frac{R_S}{d}}\, T_S}$$

(j'avais d'abord fait une faute et je m'en suis rendue compte en calculant l'OG donc là il m'a dit que c'était la bonne formule, pas besoin de vérifier).

Donc si d ↗, T ↘ ⇒ logique. Mais on n'en a pas fait grand chose...

3ème idée : Il dessine au tableau :



$$n(z) = n_0 \exp\left(-\frac{mgz}{k_B T}\right).$$

quel serait une autre raison pour laquelle les particules "partent" ?

$\Rightarrow$ diffusion.

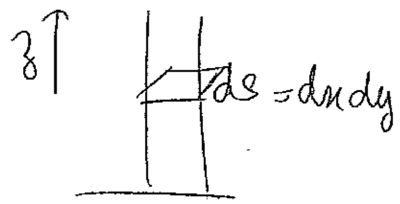
Je calcule $\vec{j_N} = -D\,\vec{\text{grad}}\, n$ Loi de Fick

$$= -D \frac{dn}{dz} \vec{u_z}$$

$$= + \underbrace{\frac{Dmg}{k_B T}}_{>0} n(z) \vec{u_z} \Rightarrow$$

c'est ce qu'on voulait.

Il me dit de calculer le nombre de particules qui passent à travers une surface



$$\Phi = \iint \vec{j_N} \cdot \vec{dS}$$

$$= \frac{Dmg}{k_B T} n(z)\, dS.$$

Il me demande le lien entre D et le libre parcours moyen :

$D = l^* v^*$ et il me demande le lien entre l^* et la densité n.

(Il ne me laisse pas le temps de répondre et me dit :

$l^* \propto \frac{1}{n} \Rightarrow l^* = \frac{A}{n}$

$$\Rightarrow \boxed{\Phi = \frac{A v^* mg}{k_B T} dS}$$

L'oral est fini, pas le temps de calculer l'OG de Φ.

En conclusion, l'examinateur était assez blasé mais il m'a beaucoup aidée (un peu trop même...). Après les "analyses physiques" (de les phénomènes qui pouvaient influer sur la présence ou non d'atmosphère), il me posait des questions simples (genre vitesse de libération) mais j'ai eu un peu de mal sur ces questions aussi...

Je ne sais pas trop quoi en penser.

Disons : Note attendue : 11-12.

Note obtenue : 10.