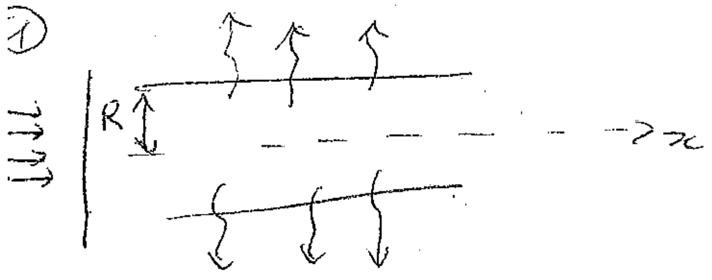
PC* LOUIS-LE-GRAND

ORAUX DES CONCOURS 2015

ORAL X-ESPCI

1 - Sens (je crois)

1)



(il n'y avait pas de dessin ni feuille)

Diffusion de particules avec une paroi poreuse sur le bord :

Trouver la concentration sachant qu'en $x=0$ on fait entrer des particules tel que la concentration y soit constante

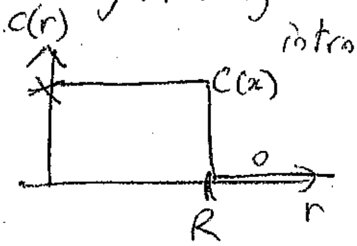
- Je dis qu'on a $c(x=0,r) = C_0 = cte \quad \forall r$ il me dit que c sera indépendante de r dans le problème (ce qui m'a posé des pb dans la suite)
- Je dis qu'on se place en régime stationnaire (en fait c'est évident vu la condition)

<u>bilan sur une tranche :</u>

$$\mathrm{div}(j_N)\, d\tau + j_{ext}\, dx \times 2\pi R = 0 \qquad \text{et} \begin{cases} j_N = -D \dfrac{dc}{dx} \\ d\tau = dx \times \pi R^2 \end{cases}$$

→ Problème → trouver j_{ext} ? : je lui demande ce qu'il y a dehors, je pense à introduire un profil de concentration extérieur

Je pense à Fick mais



→ il me dit qu'il n'y a rien et essaie de dire que $c(r>R) = 0$

→ dérivée $\dfrac{dc}{dr}\Big|_{r=R}$ pas calculable.

Là j'ai vraiment perdu beaucoup de temps à voir comment faire

1) D'abord je dis que ce qui sort est proportionnel à ce qu'il y a dedans

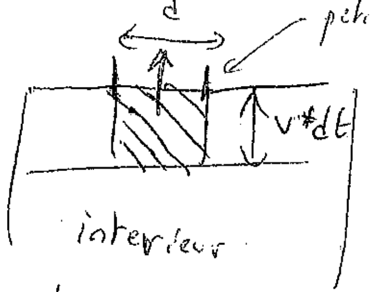
→ on arrive à $\boxed{-D \dfrac{d^2c}{dx^2} + \alpha C = 0}$

↳ $c(x) = Ae^{-x/\delta} + \underbrace{\cancel{Be^{x/\delta}}}_{\text{impossible}} \; ; \quad \delta = \sqrt{\dfrac{D}{c}}$

↳ $\boxed{c(x) = C_0 e^{-x/\delta}}$ mais je sentais que c'était un peu facile

• Il me dit OK mais "je voudrais savoir ce qu'il se passe au vrai".

J'essaie de modéliser avec des trous



pour un gaz

$$\delta N = \frac{1}{6}(v^* dt) C \times \left(\pi \frac{d}{2}\right)^2$$ mais j'avais introduit dt et j'avais pas envie d'avoir du temps.

• Il me dit : "essayez de vous inspirer de la Loi de Fick".

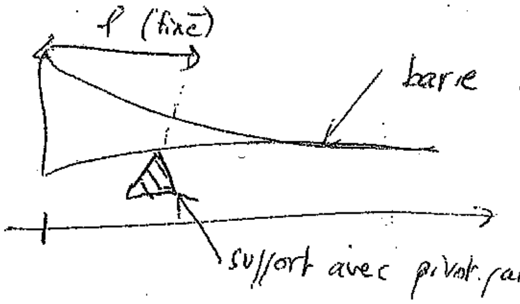
→ pas de continuité de la dérivée donc tant pis j'ai dit :

$$j_{ext} = -D \left(\frac{C(x) - 0}{R}\right)$$

a priori c'est peut-être pas le même D.

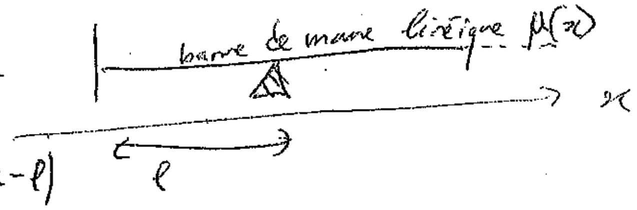
Il dit OK effacez mais j'ai pas l'impression que c'est ce qu'il voulait

② Il me donne une ~~autre~~ feuille exo méca



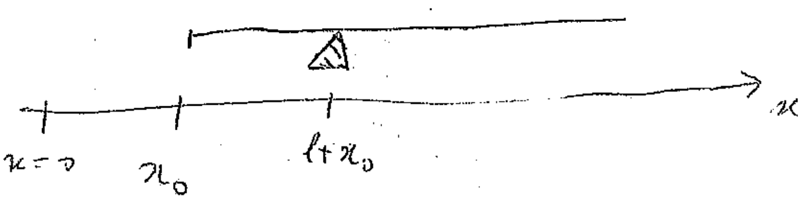
trouver la densité pour que : si on coupe n'importe où et qu'on met le support à ℓ plus loin il y ait toujours équilibre.

TMC élémentaires avec ce modèle



$$\Rightarrow \int_{x=0}^{\ell} \mu(x)dx\, g\, (\ell - x) = \int_{x=\ell}^{+\infty} \mu(x) dx\, g\, (x - \ell)$$

• Ensuite j'étais parti pour le faire avec une abcisse différente mais il me dit d'introduire x_0 comme le début de la barre :



→ la même chose donne

$$\int_{x_0}^{x_0+\ell} \mu(x)\left(\ell-(x-x_0)\right)dx=\int_{x=x_0+\ell}^{+\infty} \mu(x)\ (x-x_0-\ell)\,dx$$

(maintenant je me rend compte que je peux tout mettre du même coté)

Au début j'ai pas bien vu le pourquoi des x_0 mais ensuite je lui dis que maintenant on a une égalité $\forall x_0$ avec des fonctions de x_0.

→ donc (après coup) et après changement de variable (que j'ai fait, mais mal, pendant l'oral) :

$$\int_0^{+\infty} \mu(x+x_0)\times(\ell-x)\,dx = 0 \quad \forall x_0$$

Et là je vois pas, j'avais parlé à l'examinateur de dériver mais pour ça il faut x_0 que dans les bornes et comme c'est pas possible je l'ai pas fait.

En fait c'est plutôt des maths et je me souvenais qu'en terminale on étudie les ... continues exponentielles sans vieillissement en proba : donc je dis en fait une exponentielle marche peut être, il dit : "essayez"

je pose $\mu(x)=\mu_0\, e^{-x/\delta}$ $\quad \delta=\ell$ en fait

mais j'avais pas la forme compacte donc en 3 ... je pouvais pas calculer mais en fait $e^{-x/\ell}$ ça marche. Je lui ai juste dit qu'il fallait qqch qui tende vers 0 mais c'est quand même évident.

Finalement je sais toujours pas le faire mais je pense que $e^{-x/\ell}$ est la solution.

Conclusion : Exo 1 : pas vraiment compris ce qu'il voulait et le 2 j'aurai du plus parler de exponentielle je crois. Sinon examinateur qui parle un peu mais je suis vraiment déçu de cet oral parce que j'ai pas su avancer grace à l'examinateur : ce qu'il disait m'a été très peu utile.

Note attendue : ≈ 11

Note obtenue : 14 ,

Physique ESPCI Mr Bital

(4)

Sujet :

Boule de rayon R_0 chargée $Q(t=0)=Q_0$ qui libère électrons de charge $-q$* tel que $\frac{dQ}{dt} = -\gamma Q$. Trouver le champ électrique, magnétique. * à la vitesse v

<u>Moi</u> : J'ai a priori un champ magnétique qui dépend du temps donc je ~~vérifie~~ ne peux pas parler de potentiel, je vais utiliser le théorème de Gauss pour calculer directement $\vec{E}$. J'ai une charge $Q(t) = Q_0 \exp(-\gamma t)$ que je suppose répartie uniformément dans la boule donc avec ces symétries je trouve $\vec{E} = \ldots$

<u>Examinateur</u> : Votre boule est un conducteur

(M) : donc les charges sont en surface. J'ai donc un champ nul à l'intérieur et à l'extérieur $\vec{E} = \ldots$ Je retrouve que en symétrie sphérique c'est comme si concentré en un point

(E) : Ça c'est vrai où ?

(M) : Pour $r > R_0$, le théorème de Gauss ne prend pas en compte le temps [illegible] les discontinuités [illegible] (faire calcul des électrons)

(E) : Mais votre [illegible]

(M) : Ah oui, je me suis avancé [illegible] [illegible] [illegible] l'expression [illegible] il suffit que je [illegible] pour $r > R_0$, il faut [illegible] pour avoir une [illegible] temps ? $\frac{r}{v}$ qui est ce que j'ai d'homogène à un temps ? [illegible] $\frac{r}{v}$ à la [illegible] me paraît bien, j'ai qu'à [illegible] variable t.

(E) : Ça [illegible] vous [illegible] [illegible] faire [illegible] vitesse ?

E : [illegible]

E : ah non

É : Ces idées sont [illegible] entre elles, mais je pense que le [illegible] que je sais le [illegible] comme ça

Après :

E : [illegible]

E : [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] en particulier,

E : Nécessaire pour intégrer [illegible]

Mais il reste la bonne

Et : Et ensuite, donc je vais calculer la force électrique exercée par la bonne, les [illegible]

idée

$$m\frac{\partial v(r,t)}{\partial t} = -\frac{q_1 q_0 \exp(-\dots)}{r^2} \dots$$

E : Voilà [illegible]

Et : [illegible]

[illegible]

...

je vais multiplier par [illegible], et là je peux intégrer entre R_0 et r donc ...

Et : Je remplace dans mon champ E

E : magnifique, avez vous [illegible] par rapport au champ moyen de le calculer !

Et : Je connais la vitesse, je peux [illegible], j'ai passé par le théorème d'Ampère. ~~[illegible]~~ Il me faut une densité, je vais prendre [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

E : [illegible]

(A) [illegible] (suffisamment petit), la [illegible]

(E) [illegible]

(E) Pour la densité [illegible], [illegible] la densité d'électrons par [illegible], la densité magnétique [illegible] [illegible] avec [illegible], [illegible] que [illegible] est $\frac{Q(r,t)}{q_e}$. [illegible] être [illegible], je vais [illegible] placer [illegible] de la boule, je [illegible] suppose que la densité [illegible] est constante, comme la [illegible]

(E) Je vois bien

(A) J'ai donc [illegible] $= \frac{Q_e}{q_e}$ [illegible]

(E) Non, c'est plus facile de considérer [illegible]

(A) [illegible] je [illegible]

(E) C'est cela oui

(A) J'ai donc [illegible] $= \frac{Q_e \exp(-\lambda t)}{4\pi r^2}$, [illegible]
je vais être obligé d'appliquer la version [illegible] du théorème d'Ampère

Cordialement

(6)

7

GARNIER David-Henri PC*3

Oral Physique X/ESPCI :

Examinateur : Pierre Sens, muet

Même exercice que Maxence Mathey (on est passé en même temps).

Énoncé :

On envoie une particule de masse m et d'énergie E dans le potentiel unidimensionnel suivant :

$$\begin{cases} x<0, & V(x)=-V_1 \\ 0<x<a, & V(x)=V_2 \\ x>a, & V(x)=0 \end{cases}$$

On suppose de plus que $V_1, V_2 > 0$ et $E \ll V_1, V_2$.
Calculer les facteurs de réflexion et transmission. Faire les applications numériques (toutes les valeurs nécessaires sont données).
On s'intéresse à la radioactivité α, comment pourrait-on relier le facteur de transmission à un temps de durée de vie ?

Déroulement de l'oral :

Du nouveau programme alors que je suis 5/2 génial... En plus, nous avons fait très peu d'exercices de mécanique quantique pendant les révisions d'oraux et je ne maîtrise donc pas vraiment mon cours là-dessus, l'oral est plutôt mal parti. Désemparé, je ne prends pas vraiment le temps de réfléchir (je ne remarque pas que c'est simplement le calcul hors programme de l'effet tunnel du cours), je commence par dessiner l'allure de la barrière de potentiel (avec des couleurs bien sûr), et je place l'énergie (très inférieure à V_1 et V_2).
Ensuite j'écris directement l'équation de Schrödinger pour la partie spatiale dans les trois zones (zone 1 : $x<0$, zone 2 : $0<x<a$, zone 3 : $x>a$) ainsi que les 2 conditions aux limites dont je dispose pour chacune des frontières (continuité de φ et de $\frac{d\varphi}{dx}$ aux frontières) en posant tout ce qu'il faut :

$$\begin{cases} -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\varphi_1}{dx^2} - V_1\varphi_1 = E\varphi_1 \\ -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\varphi_2}{dx^2} + V_2\varphi_2 = E\varphi_2 \\ -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\varphi_3}{dx^2} = E\varphi_3 \end{cases}$$

soit :

$$\begin{cases} \frac{d^2\varphi_1}{dx^2} + k_1^2\varphi_1 = 0 \text{ avec } k_1 = \sqrt{\frac{2m(V_1+E)}{\hbar^2}} \simeq \sqrt{\frac{2mV_1}{\hbar^2}} \\ \frac{d^2\varphi_2}{dx^2} - \alpha_2^2\varphi_2 = 0 \text{ avec } \alpha_2 = \sqrt{\frac{2m(V_2-E)}{\hbar^2}} \simeq \sqrt{\frac{2mV_2}{\hbar^2}} \\ \frac{d^2\varphi_3}{dx^2} + k_3^2\varphi_3 = 0 \text{ avec } k_3 = \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}} \end{cases}$$

8

ce qui donne :

$$\begin{cases} \varphi_1(x<0) = A_1 exp(ik_1x) + B_1 exp(-ik_1x) \\ \varphi_2(0<x<a) = A_2 exp(\alpha_2 x) + B_2 exp(-\alpha_2 x) \\ \varphi_3(x>a) = A_3 exp(ik_3x) + B_3 exp(-ik_3x) \end{cases}$$

Je vire évidemment le terme en B_3 car il est non physique (il correspond à une particule revenant de $+\infty$) donc les 4 conditions aux limites s'écrivent :

$$\begin{cases} A_1 + B_1 = A_2 + B_2 & (1) \\ ik_1(A_1 - B_1) = \alpha_2(A_2 - B_2) & (2) \\ A_2 exp(\alpha_2 a) + B_2 exp(-\alpha_2 a) = A_3 exp(ik_3 a) + B_3 exp(-ik_3 a) & (3) \\ \alpha_2(A_2 exp(\alpha_2 a) - B_2 exp(-\alpha_2 a)) = ik_3 A_3 exp(ik_3 a) & (4) \end{cases}$$

Une fois ici je dis que j'ai 4 équations pour 5 inconnues mais que la condition de normalisation en fournirait une 5ème donc il est possible de résoudre.
Je décide de faire une pause pour réfléchir à ce que j'ai fait, je me rends compte que j'ai voulu aller tellement vite que j'ai oublié de dire un certain nombre de choses, j'apporte donc un certain nombre de précisions sur ce que j'ai fait : on travaille avec des états stationnaires, donc d'énergie constante, et c'est pour celà que l'on ne s'intéresse pas à la partie temporelle de la fonction d'onde. Il me demande alors quelle est la forme de la partie temporelle de la fonction d'onde (c'est la première fois qu'il prononce des mots), je m'empresse de lui donner et ensuite j'enchaîne en lui définissant le vecteur courant de probabilité ainsi que les coefficients de réflexion et de transmission.
Après m'être trompé plusieurs fois mais en m'étant corrigé tout seul j'écris ces lignes :

$$j_i = |A_1|^2 \frac{\hbar k_1}{m} \qquad j_r = |B_1|^2 \frac{\hbar k_1}{m} \qquad j_{tr} = |A_3|^2 \frac{\hbar k_3}{m}$$

d'où les coefficients recherchés :

$$R = \frac{j_r}{j_i} = \frac{|B_1|^2}{|A_1|^2}$$

$$T = \frac{j_{tr}}{j_i} = \frac{|A_3|^2 k_3}{|A_1|^2 k_1}$$

Une fois arrivé ici, alors qu'à peine un quart d'heure de l'oral s'est écoulé, le calvaire commence... Il va falloir les faire ces énormes calculs ! Mais comme je n'ai aucune envie de les faire, je lui affirme fermement que je suis certain qu'il doit y avoir une simplfication car ces calculs vont être ignobles, surtout que je n'ai plus aucune place sur mon tableau. Je cherche en regardant ce que je n'ai pas encore utilisé, et au bout de 10 minutes, alors que je me résignais à commencer les calculs sans simplifier car je n'avais rien trouvé il intervient une deuxième fois pour me dire : "Il y a quelque chose que vous n'avez pas utilisé". Génial. Ça va faire bientôt un quart d'heure que je stagne sans rien faire et sans rien trouver. Finalement, je parviens à voir que $V_1, V_2 \gg E$ impose $k_1, \alpha_2 \gg k_3$ et je vire le terme en k_3 dans l'équation (4) donc :

$$A_2 = B_2 exp(-2\alpha_2 a) \qquad (4')$$

Je remplace donc A_2 dans (1), (2) et (3) :

$$\begin{cases} A_1 + B_1 = B_2(exp(-2\alpha_2 a) + 1) & (1') \\ ik_1(A_1 - B_1) = \alpha_2 B_2(exp(-2\alpha_2 a) - 1) & (2') \\ 2B_2 exp(-\alpha_2 a) = A_3 exp(ik_3 a) + B_3 exp(-ik_3 a) & (3') \end{cases}$$

puis $\frac{(2')}{(1')}$ donne:

$$\frac{ik_1(A_1 - B_1)}{A_1 + B_1} = \frac{\alpha_2(exp(-2\alpha_2 a) - 1)}{exp(-2\alpha_2 a) + 1} = \beta$$

(je pose β pour simplifier) et alors :

$$\frac{B_1}{A_1} = \frac{ik_1 - \beta}{ik_1 + \beta}$$

d'où :

$$R = \frac{|B_1|^2}{|A_1|^2} = 1$$

(car β est clairement réel)
Yeeeeeeeeaaaaaaahhh tout ça pour arriver à un résultat aussi évident puisqu'on a fait des simplifications. Je lui dis quand même que c'était prévisible puisque T est sensé être proche de 0 (effet tunnel) et $R + T = 1$. Mais maintenant le pire reste à venir : le calcul de T. Je commence à faire diverses substitutions qui n'aboutissent évidemment à rien, je me perds totalement dans les calculs, je ne comprends plus rien à ce que je fais, je me tourne vers Sens qui semble visiblement encore plus perdu que moi, au point qu'il se lève et va au tableau pour faire lui-même des calculs (3ème intervention de l'oral !!). Il écrit un truc, c'est complètement faux, il s'en rend compte et me dit qu'il est en train de me raconter des conneries, ça le soule et finalement il me dit de laisser tomber T car on n'a plus le temps mais plutôt de me parler en 2 min de comment je pourrais le relier à un temps de durée de vie. Je bafouille quelques trucs dont je me souvenais vaguement qui étaient à la fin du cours de mécanique quantique et l'oral est terminé.

<u>Note attendue :</u> entre 9 et 12, je suis sorti totalement dégoutté de cet oral, j'ai eu la sensation de n'avoir absolument rien fait à par écrire 4 équations sans réussir à les résoudre devant un Pierre Sens muet et perdu (bien différent de ce qu'on m'en avait dit !).

<u>Note obtenue :</u> 16 ! Ne jamais oublier qu'on est avant tout noté en comparaison avec les autres, on peut toujours avoir d'énormes surprises...

10

[illegible]

[illegible]

méthode énergétique

$\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}\, V = -\frac{dV}{dr}\,\vec{u_r}$

$$\frac{dV}{dr} = -\frac{Q}{8\pi\varepsilon_0 r^2} \Rightarrow V = \frac{Q}{8\pi\varepsilon_0 r}$$

$$E = \frac{Q}{2}V = \frac{Q^2}{16\pi\varepsilon_0 r}$$

énergie électrostatique

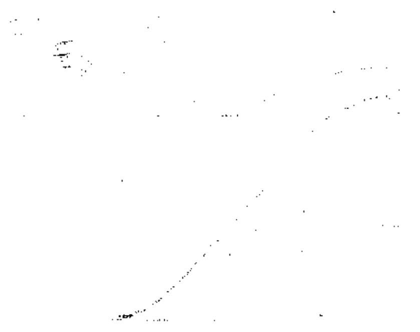
$$\sin\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{r}{2L}$$

$$r = 2L\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$\Rightarrow E = \frac{Q^2}{32 L\pi\varepsilon_0 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

[illegible]

[illegible] E_p [illegible]



Condition d'équilibre : $\frac{d(E_p + E_e)}{d\theta} = 0$

$mg\,l \ldots \cos\left(\frac{\theta_e}{2}\right) \ldots$ [illegible]

[illegible] $\cos(\theta_e)$ [illegible]

[illegible] une position d'équilibre [illegible]

[illegible]

$mg\,l \ldots \left(\frac{\theta_e}{2}\right) = \frac{Q^2}{\ldots}$ [illegible]

$\sin^3\left(\frac{\theta_e}{2}\right) = \frac{Q^2}{\ldots}$ [illegible]

Si Q est [illegible] $\sin^3\left(\frac{\theta}{2}\right) > 1$ [illegible] position d'équilibre [illegible]

[illegible] cas [illegible] d'équilibre θ_e [illegible]

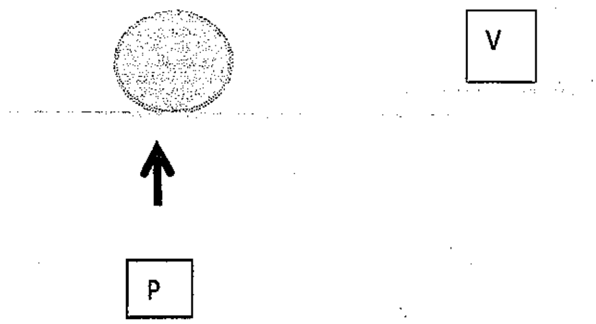
[illegible] position d'équilibre.

ORAL PHYSIQUE X

Examinateur : Mr Bilal

Marine
PC 3

13



Un tapis roulant va à la vitesse v. On place un cylindre d'axe fixe de rayon R dessus et on met en contact les deux via une force P.

A quel moment le cylindre cessera de glisser ?

L'exercice n'était pas très difficile, en fait la force friction tapis/ cylindre est constante et vaut f*P, On applique le théorème du moment cinétique et on regarde quand on a une vitesse angulaire V /R .

IL me demande ensuite un bilan d'énergie.

Je lui dis que le travail de la force de friction doit correspondre à la variation d'énergie cinétique ; celle-ci est très simple à calculer puisque le cylindre est initialement immobile. Et la j'ai eu une mauvaise idée, je lui dit « le travail de la force sur le cylindre doit être opposé à celui de cette force sur le tapis », ce qui s'est révélé faux (en fait il était deux fois plus grand, je lui dit que ça montre qu'il existe des forces dissipatives, il me dit « Peut être.... Mais cela montre surtout que vous vous êtes trompé »)

J'ai recalculé le travail sur le cylindre (via la somme des travaux élémentaire (constants) sur une distance que j'ai déterminé par une intégrale sur la vitesse (calculée précédemment) .

Ca marchait. Il me dit « maintenant le tapis est « tiré » par une force F »

Je lui dit qu'instintivement, si cette force est supérieure à la force de friction (constante rappelons le), le tapis accelère, sinon il ralentira : dans un cas le cylindre ne rattrape jamais le tapis, et dans l'autre si.

Je me lance alors dans les calculs, il s'est avéré qu'en réalité, la transition le cylindre rattrape le tapis/ Le cylindre ne rattrape pas le tapis se faisait pour une force légèrement supérieure à f*P

Conseil pour l'oral : Bien conserver les résultats intermédiaires, les trois quarts de la deuxième partie de mon exercice furent « on applique le même raisonnement que précedement et on adapte légèrement le résultat ».

Bref il restait dix minutes. Il réfléchit 5 bonnes minutes avant de trouver un exercice (que c'était long !)

Exercice 2 : On a une boule chargée (charge q) située à une distance h au dessus d'un plan conducteur parfait. Avec quelle force doit on maintenir la boule?

Comme il restait peu de temps, je lui balance juste des idées : la boule subit un champ éléctrique réfléchi par le plan.

Je propose de calculer ce champs via le potentiel en utilisant l'unicité des solutions de l'équation de Laplace , et de considerer un problème fictif avec deux boules symetriquement disposées qui aurait les mêmes conditions aux limites.

Il me répond de facon cinglante « On vous à dit de dire ca mais la méthode des images n'est pas au programme de PC »

Fin d'oral, j'étais un peu perplexe quant à sa dernière phrase.

Note attendue 13 Note obtenue 13.5

→ J'ai fait la 1[ère] partie très vite.

J'écris $M = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & 1 \\ 1 & 2 & 2 & & & & & & 2 \\ 1 & 2 & 3 & & & & & & 3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & & & & & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \ddots & & & & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & & & \ddots & & & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & & & & \ddots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & & & & & \ddots & n-1 \\ 1 & 2 & 3 & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & n \end{pmatrix}$.

Si on pose $\varDelta_n = \det(M)$ on a :

$$\varDelta_n =_{C_i \leftarrow C_i - C_1} \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & 0 \\ 1 & 1 & 1 & & & & & & 1 \\ 1 & 1 & 2 & & & & & & 2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & & & & & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \ddots & & & & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & & & \ddots & & & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & & & & \ddots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & & & & & \ddots & n-2 \\ 1 & 1 & 2 & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & n-1 \end{vmatrix} = \varDelta_{n-1}$$

On en déduit $\varDelta_n = \varDelta_1 = 1$.

→ Pour l'inversion, j'ai galéré. 1[ère] tentative : trouver un isomorphisme facilement inversible et trouver sa réciproque. J'ai cherché dans $\mathbb{R}[X]$, mais rien d'évident. 2[ème] tentative : j'ai inversé à la main $(M_4|I_4)$ (j'aurais du demander si j'avais le droit à la calculette – sur le coup j'ai pas eu le réflex). J'ai fait des erreurs de calculs, mais impossible de voir où. Malgré les erreurs, j'ai senti que :

$$M^{-1} = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 2 & \ddots \\ 0 & 0 & -1 & \ddots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \ddots \end{pmatrix}$$

avec une matrice tridiagonale avec pour coefficients $(-1,2,-1)$. Mais bon je me suis planté dans les calculs, je trouve pas l'erreur, lui non plus : « C'est marrant vous avez l'intuition du résultat, mais bon c'est pas une preuve. Bref vous auriez dû résoudre le système $MX = Y$ et l'inverser ; et puis, calculer sur les colonnes c'est pas top. Bon on s'arrête là. »

Bilan : Oral mitigé pas raté, mais pas réussi.

II – Physique

II.1. Polytechnique – ESPCI

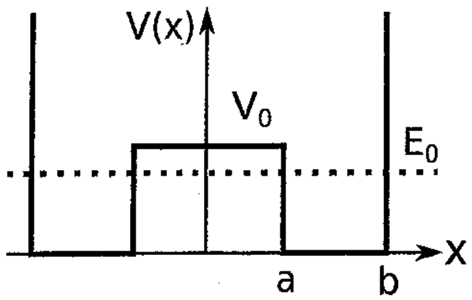
*11 juillet – 13h30 à l'ESPCI. **Examinateur** : **Bilal**. (Il tape ses mails pendant l'oral – ou il fait semblant).*

Il me donne une feuille avec l'énoncé.

On modélise un double puits de potentiel par : un potentiel infini pour $|x| \geq b$, un potentiel nul pour $a \leq |x| \leq b$, et un potentiel égal à V_0 pour $|x| \leq a$. On modélise la fonction d'onde décrivant une particule de masse m localisée dans le puits de droite par $\psi_d(x,t) = \phi_d(x)e^{-i\frac{E_0}{\hbar}t}$ où $\phi_d(x) = A\sin\left(\pi\frac{x-a}{b-a}\right)$pour $a \leq |x| \leq b$, et $\phi_d(x) = 0$ sinon.

Montrer qu'une telle fonction d'onde ne peut pas décrire exactement la particule. Préciser néanmoins sous quelles hypothèses l'approximation est valable. Calculer A et E_0. A $t = 0$, des mesures ont localisé la particule dans le puits de droite, et donc $\psi_d(x,0) = \phi_d(x)$. Comment évolue la probabilité que la particule se trouve dans le puits de gauche ?

→ Je commence par dessiner le profil de potentiel :

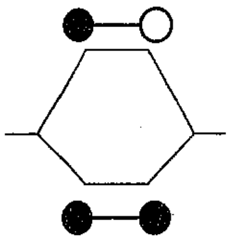


Pour la première question, c'est peut-être le seul endroit où il y a des idées intéressantes de physique. Je lui dis que comme la barrière de potentiel à gauche du puits de droite est finie, on s'attend à avoir des ondes évanescentes, et donc $\psi_d(x,t) \neq 0$ à gauche du puits, donc la fonction d'onde donnée ne permet de décrire ce qu'on veut que par approximation. L'approximation est d'autant mieux vérifiée que $V_0 \gg E_0$, car dans ce cas on peut assimiler une "grande" marche de potentiel à une barrière infinie.

Ensuite pour calculer A, on utilise la condition de normalisation $\int_a^b {\phi_d}^2(x)dx = 1$. Pas bien méchant : il suffit de linéariser (comme moi) sin^2, ou alors de remarquer qu'on intègre un sin^2 sur une période et donc qu'on peut directement utiliser la valeur moyenne (mais bon ça on y pense seulement en rentrant à la maison). Pour calculer E_0, il faut écrire l'équation de Schrödinger pour la partie spatiale et injecter la solution proposée. Pour chaque expression, j'ai vérifié l'homogénéité (ça permet de faire un tout petit peu de physique en plus) – par contre (et ça aussi j'y ai pas pensé pendant l'oral), $E_0 \propto \frac{1}{(b-a)^2}$, donc j'aurais du rajouter que c'est normal : plus on confine, plus on a d'énergie ...

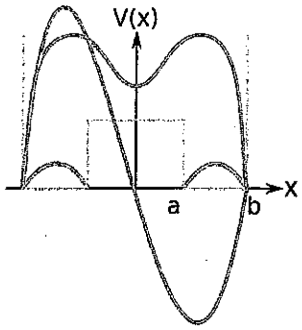
Ensuite, c'est là où ça s'est passé moyen : La première idée c'est que si $E_0 \geq V_0$, on a une particule "libre" (dans la mesure où elle reste quand même confinée dans le puits), et donc elle peut aller librement à gauche, c'est le cas classique. Pour le cas $E_0 < V_0$ comme j'ai pas d'idée géniale, je lui propose de chercher un facteur de transmission pour le passage puits droite → puits gauche. Pour la suite, c'était un dialogue où il parlait de manière très énigmatique, et où j'avais du mal à voir où il voulait en venir.

- C'est pas facile, et avec l'approximation faite ça marchera pas.
- Ah oui, c'est parce qu'on fait comme si on avait un puits infini à droite !
- Bon ce que je veux, c'est que vous deviniez la bonne fonction d'onde pour décrire la particule ...
- D'accord, alors si je fais le parallèle avec les orbitales de H_2 en chimie, je pense que la fonction d'onde va ressembler à ça :



Donc je vais chercher une solution stationnaire et si possible une paire et une impaire.

- Vous pouvez tracer la fonction d'onde que je vous ai donnée sur votre graphe de potentiel ?
- [*J'en profite pour rajouter les solutions paires et impaires*]



En vert : ϕ_d et ϕ_g.
En bleu : les solutions "devinées" (en fait les graphes tracés dans le cours de manière qualitative) ϕ_a et ϕ_b.

-
- Et comment elle est ϕ_g par rapport à ϕ_d ?
- [*Calcul*] : $\phi_g(x) = \phi_d(-x)$. [...] Et j'aimerais utiliser la linéarité de l'équation de Schrödinger pour faire une combinaison linéaire de ϕ_g et ϕ_d. Je sais que j'aurais une fonction d'onde paire en prenant la composante paire de ϕ_d, donc je pose $\phi_s = k_s(\phi_d + \phi_g)$ où k_s est un facteur de normalisation. Et pareil pour ϕ_a.
- Oui mais k_s vous pouvez le calculer tout de suite. Faites-le intelligemment.
- Alors : $1 = \int_{-b}^{b} {\phi_s}^2 dx = 2{k_s}^2 \int_a^b (\phi_d + \phi_g)^2\, dx$ (vues les symétries des fonctions)
- Oui et puis ϕ_g ça vaut quoi ?
- Ah oui, donc on trouve finalement $\phi_s = \frac{(\phi_d+\phi_g)}{\sqrt{2}}$ et $\phi_a = \frac{(\phi_d-\phi_g)}{\sqrt{2}}$.
- On se rapproche de la solution, mais on a toujours le problème dans la partie du milieu où la fonction est nulle. Mais au fait, pourquoi vous cherchez une fonction d'onde paire et une impaire ?
- Parce que toute fonction peut se décomposer en une fonction paire + une impaire, et donc on recombine par linéarité.
- [*Tête pas convaincue de Bilal – On n'arrive pas à se comprendre sur cette histoire de fonction paire et impaire ; je croyais que l'explication c'était que le potentiel était pair en x*] Bon ce que vous voulez me dire, ou alors peut-être que vous le voulez pas, mais vous devriez, c'est que si $\phi(x)$ est solution alors $\phi(-x)$ l'est aussi.
- [*Je le montre – ça repose sur la présence de la dérivée seconde*] Donc c'est pour ça que la solution est paire ou impaire.
- N'allez pas trop vite. Vous avez combien de solution à cette équation ?
- C'est un espace vectoriel de dimension 2.
- Oui enfin ça marche pas pour toutes les valeurs de E. Pourquoi est-ce qu'elles sont quantifiées ?
- Parce qu'on confine la particule.
- On choisit E convenablement. Il y a combien de conditions aux limites ?
- On en a 2 aussi : $\phi(-b) = \phi(b) = 0$.

- Donc il n'y a aucune solution. [*à part la fonction nulle*] [*ensuite je sais plus comment **il** en arrive à :*]. On a une unique solution, mais $\phi(x)$ et $\phi(-x)$ sont aussi solutions.
- [*Je réessaye*] Donc elles sont égales, ou alors $\phi(x) = -\phi(-x)$.
- Pas tout à fait, elles sont liées : $\phi(x) = C.\phi(-x)$. Et si on compose par $-x$ une deuxième fois on a : $\phi(-x) = C.\phi(x) = C^2\phi(-x)$. Donc $C = \pm 1$. Mais on n'a toujours pas réglé le problème de ce qui se passe au milieu. Il vous reste 10 secondes.
- J'aurais cherché une solution évanescente au milieu et j'aurais essayé de la combiner à la fonction symétrique et à l'antisymétrique.
- Ouais mais y aura trop de calcul et on s'en sort pas. Je vous donne la solution [*à ce moment j'ai décroché, je l'écoutais à moitié, mais il me semble qu'il a dit :*] Il faut prendre des solutions en $e^{ikx-i\omega t}$ et les injecter dans Schrödinger, et ... [*pour la suite je sais plus, mais rien que ça je pense que ça ne marche pas*][1]. Et donc on a deux solutions mais d'énergies différentes.
- [*J'ai eu le mot de la fin*] Oui c'est bien ce qu'on a en chimie avec des écarts d'énergie liante et antiliante différents. Et donc finalement on observe un phénomène de battements, c'est ce qui modélise la molécule d'ammoniac. [*Il avait l'air content que je dise ça*]

<u>Bilan</u> : En sortant de cet oral, impossible de dire si j'ai complétement raté ou si ça s'est moyennement ou même bien passé ...[2]

---

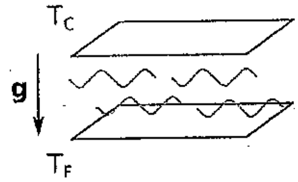
[1] Sur internet, j'ai vu qu'il fallait poser $\psi(x,t) = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(\phi_s(x)e^{-i\frac{E_s}{\hbar}t} + \phi_a(x)e^{-i\frac{E_a}{\hbar}t}\right)$. Mais vu le modèle, ici $E_s = E_a$ ... [je ne sais pas ce qu'il avait en tête pour l'approximation].

[2] J'ai eu un gros doute : que le double puits symétrique soit vraiment au programme auquel cas je vais me faire démonter. Ou bien qu'on l'ait traité tel quel en DM et/ou en cours, auquel cas je m'en veux à mort de pas m'en être souvenu parfaitement. En fait, ni l'un ni l'autre, donc plus de peur que de mal. **<u>J'ai eu 14,5 !!!</u>**

• **Cadeau** : J'ajoute un exercice que j'ai vu aux oraux de l'année dernière (en **2014**) – posé par Léoncini à un candidat qui n'a pas fait grand chose pendant son oral [...]

“ On considère deux plaques rectangulaires auxquelles on impose un gradient de température. Entre les deux plaques, se trouve un fluide.

1) **Décrire l'équilibre.**
2) **On crée une petite perturbation. Décrire ce qui se passe. “**



→ Au début de l'oral, quand le candidat essayait de paramétrer le problème, l'examinateur lui a dit de supposer les plaques infinies. Pour décrire l'équilibre, il faut bien avoir en tête (et c'est ce que l'examinateur a demandé de manière un peu agressive) qu'il faut connaître $T(z)$; $\mu(z)$; $p(z)$ - peut-être que j'en ai oublié un.

- On écrit l'équation de la chaleur : $\Delta T = 0$ (le candidat l'a redémontrée via $\overrightarrow{j_Q}$) et on trouve un profil affine.
- Ensuite, l'examinateur lui a dit que le fluide est un gaz (parfait). On écrit le PFSF : $\vec{0} = \overrightarrow{\mathrm{grad}}(p) + \mu(z)\vec{g}$. On résout ça tranquillement
- On a $\mu(z)$ via l'équation d'état des GP.

Ensuite pour la petite perturbation, apparemment il tenait à garder le terme de viscosité dans l'équation de Navier-Stokes[3] (donc on n'a clairement pas une onde acoustique “classique“). En tout cas, il faut linéariser (Navier-Stokes, conservation de la masse, équation d'état des GP, équation de la chaleur avec le second membre temporel).

Et le candidat s'est arrêté là. Dommage, c'était là le plus intéressant.

J'ai pas pris le temps de le chercher très en détail, mais il faut prendre des initiatives à ce moment-là : il me semble que la direction de propagation n'est pas claire. Est-ce qu'on peut négliger la convection ? Il faut aussi pouvoir gérer les 2 plaques (réflexion de l'onde, viscosité et couche limite, etc. ?). On peut essayer de chercher une relation de dispersion ; évaluer un nombre de Reynolds, un nombre de Peclet pour la convection ; on peut aussi proposer de tester $\vec{k} \in \mathbb{R}.\overrightarrow{u_z}$; $\vec{k} \in \mathbb{R}.\overrightarrow{u_x} + \mathbb{R}.\overrightarrow{u_y}$ ...

Bilan : 50 min sans avancer, ça paraît très long vu de l'extérieur ...

---

[3] Ca paraît louche que l'examinateur ait demandé à garder ce terme, parce que $\eta\Delta\vec{v}$, ça ne marche que pour les écoulements incompressibles ... ou alors on se donne $\mathrm{div}(\vec{v}) = 0$ (?).

20

Nom, prénom : Doré Claire

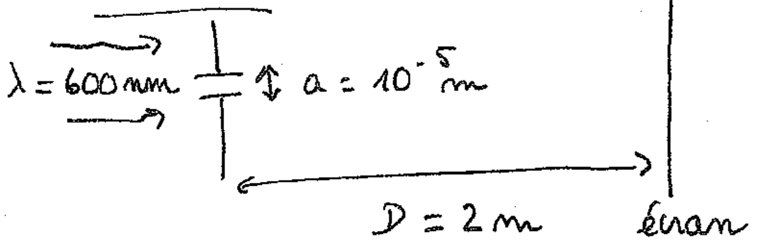
Concours : X- ESPCI

Epreuve : Physique

Examinateur : le nouveau : yeux bleus, plutôt petit.

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

Exercice 1 :



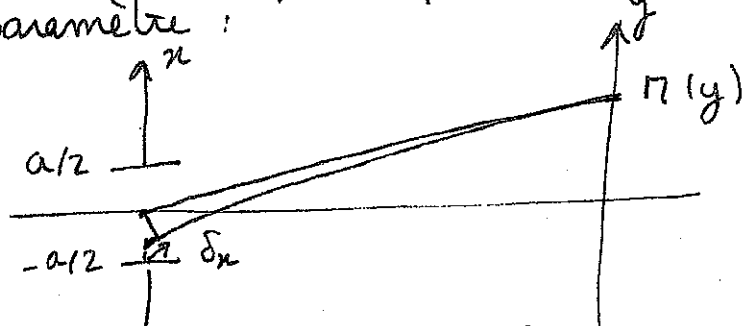
L'examinateur demande : « qu'est-ce que je vois ? »

Je griffonne $\theta = \frac{\lambda}{a} = 6.10^{-2}$ rad.

Je dis : « d'abord on a de la diffraction et je pense qu'on aura des interférences mais je pense aussi que ça dépend de la taille de la fente. Chaque point de la fente se comporte comme une source ponctuelle »

L'examinateur précise que chacune de ces "sources" est cohérente.

Je paramètre :



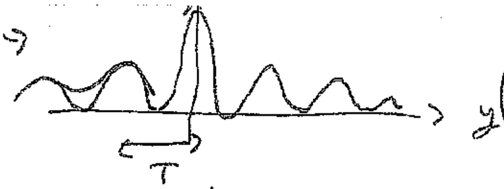
« M reçoit la somme des amplitudes émises » et là je parle trop vite « Le problème c'est que c'est des interférences à plus que 2 ondes et je ne sais pas faire » alors qu'en plus c'est faux on sait en faire dans les cas simples et c'en est un.

L'examinateur « Prenez l'onde émises entre x et x+dx ... »

$$\underline{a}(M) = \int_{-a/2}^{a/2} \underline{a}_x \, dx = \int_{-a/2}^{a/2} \underline{a}_0 \exp\left(j 2\pi \frac{\delta_x}{\lambda}\right) dx.$$

avec $\delta_x = \frac{xy}{D}$ j'obtiens $\underline{a}(M) = \dots$ avec au passage un λ perdu à une ligne de calcul qu'il me fait remarquer.

$I(y) = |a(y)|^2 = \dots$ « densité »



« Période ? »

$T = \dots$

« D'accord, maintenant j'envoie des électrons, tu sais que ça peut se comporter comme une onde). Je les accélère en appliquant une tension U avant la fente. Calcule U pour que la figure soit réduite d'un facteur 1000. »

Moi « T réduit d'un facteur 1000 $\Rightarrow$ λ réduit d'un facteur 1000

or $p = \frac{h}{\lambda}$ $\Rightarrow$ $p_{e^-} = \dots$

Puis je tente d'abord un PFD avant de me reprendre « c'est plus simple par l'énergie en fait. $eU = \frac{p^2}{2m}$ $\Rightarrow$ $U = 3\,V$

Lui « ça te semble normal ? »

Moi « C'est une tension de TP mais pour une expérience comme ça je ne sais pas... »

Lui : « Plus la figure est grande, plus U est ... ? »

Moi « fig grande, λ grand, p petit, U petit ».

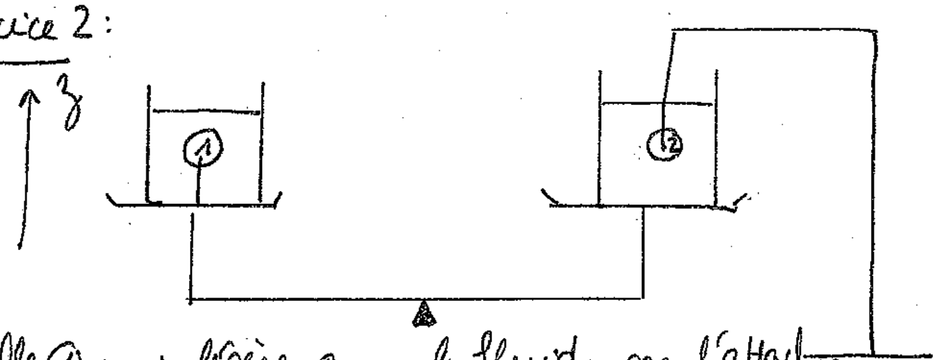
Lui « Et si $U = 0$ ça te semble normal ? ».

Moi « heu si $U = 0$ et que les électrons sont initialement au repos on ne devrait rien avoir sur l'écran, il doit y avoir une erreur ».

Lui « les électrons ne sont jamais complètement au repos »

Moi « Alors c'est normal, ils arrivent au niveau de la fente avec toutes sortes de directions, donc θ explose et la figure aussi. »

Exercice 2 :



$\vec{N}_{2 \text{ou} 1}$ force de contact exercée par le contenu sur le plateau 2 ou 1

Balle ① : + légère que le fluide, on l'attache.

Balle ② : + lourde que le fluide, on l'attache.

« Qu'est-ce qui se passe ? »

Je tente de comprendre qualitativement et je lui dis qu'intuitivement, le plateau 2 remonte (en fait non).

J'ai cafouillé sur cet exercice, pourtant aimant bien les exercices de méca, j'oubliais par exemple dans les calculs que les masses des balles étaient ≠ et j'avais du mal à comprendre les conditions initiales. A mon avis je me suis trop mis la pression sur cet exercice. Mais ma démarche était ok.

LQM balle 2 :

$$m_2 \frac{d\vec{v}}{dt} \underset{\substack{\uparrow \\ \text{eq initial ?}}}{=} \vec{0} = \vec{P} + \vec{T} + \vec{\Pi}_A$$

$$\vec{T} = m_2 g \vec{u_3} - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g \vec{u_3}$$

$$\vec{T} = (m_2 - m_{fluide})\, g\, \vec{u_3}$$

PFD à ce que contient le plateau 2 : { balle 2, vasque + flui

$$\vec{0} = -M_{tot2}\, g\, \vec{u_3} + \vec{T} + \vec{N_2}$$

$$\vec{N_2} = \left[(m_2 - m_{fluide})\, g - M_{tot2}\, g\right] \vec{u_3}.$$

PFD à ce que contient le plateau 1 :

$$\vec{0} = M_{tot1} \vec{g} + \vec{N_1}$$

$$\vec{N_1} = M_{tot1} \vec{g}$$

$$\vec{N_2} = (M_{tot2} + m_{fluide} - m_2)\, \vec{g}$$

Donc $\vec{N_1} = (m_1 + m_{liq+vase})\, \vec{g}$.

$$\vec{N_2} = (m_2 + m_{liq+vase} + m_{fluide} - m_2)\, \vec{g}.$$

et on sait que $m_1 < m_{fluide}$.

donc $\|\vec{N_2}\| > \|\vec{N_1}\|$

le plateau 1 remonte.

L'oral se termine.

Note estimée : 12 (déçue de ma prestation en méca)

obtenue : 15

PC $*$ 3, Louis-Le-Grand, Concours 2015 - Fiche d'oral

1

23

Nom, prénom : JOLIOT Achille

Concours : X - ESPCI

Epreuve : Physique

Examinateur : Seng.

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

Il me dicte l'énoncé à toute vitesse ;

- On a un cylindre calorifugé de hauteur h et de diamètre D. On fait passer un fil dedans. On pose également un piston de masse M sur le dessus.

Le fil à une résistance R.

- L'expérience consiste à faire passer un courant I pendant une durée τ en maintenant le piston (exp 1) et en laissant libre le piston (exp 2)

On mesure la température au début et à la fin des deux expériences.

Donnée : $M = 10$ kg $R = 100\ \Omega$ $\tau = 10$ s

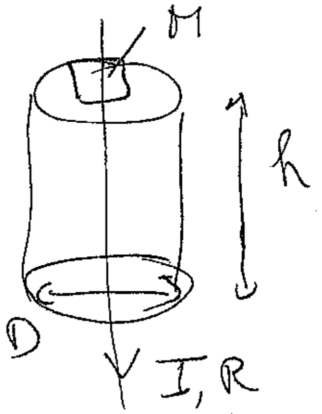
T_1 (au début) = 300 K $\qquad T_3$ = 303 K

T_2 (après 1ère) = 303 K

(2)

24

On veut la nature du gaz et I.



Je prends qq minutes pour réfléchir

puis je commence :

Moi : La nature ce pourrait être de savoir si il est mono ou diatomique.

On peut le prendre parfait ?

Exa : Non, mais si jamais vous en avez besoin il faut me le dire.

Vous connaissez d'autres gaz ?

Moi : Oui ceux de VdW mais ça ne me paraît pas util ici.

Je pense qu'on doit passer par une bilan d'énergie càd 1er ppp appliqué au cylindre. Mais je ne sais pas encore sous quelle forme.

Tjs Moi : 1ère exp monobare donc (3)
on prende le 1er pcp enth. (25)

Exa : Vous êtes sûr.
Moi : Ah non on maintient le volume constant donc P varie. Mais V reste constant, on passe donc par l'énergie interne.

$\Delta U = R I^2 \tau$

Je lui dis que sans hyp supplémentaire on a $c_v \Delta T = R I^2 \tau$

Exa : Donnes moi la def de c_v.
Moi : $c_v = \left(\frac{dU}{dT}\right)_V$ (il voulait $\left(\frac{\delta Q}{dT}\right)_V$ mais ça ne le gênais pas sous l'autre forme)

De même pour la 2ème exp

$\Delta H = R I^2 \tau$

Je lui dis que si on supposait l'évolution lente on avait P cst (et non seulement identique au début et à la fin). [Il n'a pas vraiment réagi]

Finalement on a $c_p (T_3 - T_1) = RI^2 \tau$ (4)

$c_v (T_2 - T_1) = RI^2 \tau$

26

Moi : On peut regarder $\frac{c_p}{c_v}$.

On trouve $\frac{5}{3}$

Je lui dis que si on suppose le gaz parfait il est monoatomique.

Exa. OK, on le prend parfait.

Moi : Trouvons I, j'essaye la somme des 2 eq mais ça ne donne rien.
Il ne m'aide pas et me laisse réfléchir.
Je dis finalement qu'on a 3 inconnues et seulement 2 équa, il me faut une autre équa.

Je dis que pour GP mono on a

$c_v = \frac{3}{2} nR$

n est une nouvelle inconnue, mais comme le système est fermé on la connaît avec les conditions initiales.

GP $P_1 V_1 = n R T_1$

avec $P_1 = \frac{Mg}{S}$ (S surface du piston)

Exa : Il me dit si M diminue (5)

Moi : P diminue (27)

Exa : Si M tend vers 0

Moi : J'ai oublié la pression atmosphérique P_0 (qui justifie toutes ces atroces notations)

Je reprend les équa et trouve I avec une expression littérale. Il s'étonne que D ne se simplifie pas.

Il me donne les valeurs numériques et me demande l'application numérique

$R = 100\ \Omega \qquad \tau = 10\ s \qquad M = 10\ kg$

(Je ne me souviens plus de D et h)

Exa : Montrez moi que de l'énergie sort du fil.

Je pense au vecteur de Pointing mais je ne pense pas que c'est la réponse (en fait c'était ça ...).

Je commence à faire un bilan d'énergie sur les électrons pendant une durée dt. Bref je fais n'importe quoi.

Il me repose la question initiale

Je finis par dire Vecteur de Pointing. ☺

Exa : Vous avez 2 min pour tout retrouver

Je retrouve les champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$ très rapidement et trouve $\vec{R}$.

C'est la fin, dommage pour cette dernière question que je ne comprenais pas bien.

Note attendue : 15

Note obtenue : 16

28

Oral X φ 2015

(29)

Un astéroïde se dirige vers le système solaire. Pour éviter une collision avec la Terre, on envisage de déposer dessus des feuilles d'aluminium, supposées parfaitement réfléchissantes. Etudier la situation.

Donnée : Flux surfacique à la surface du Soleil.

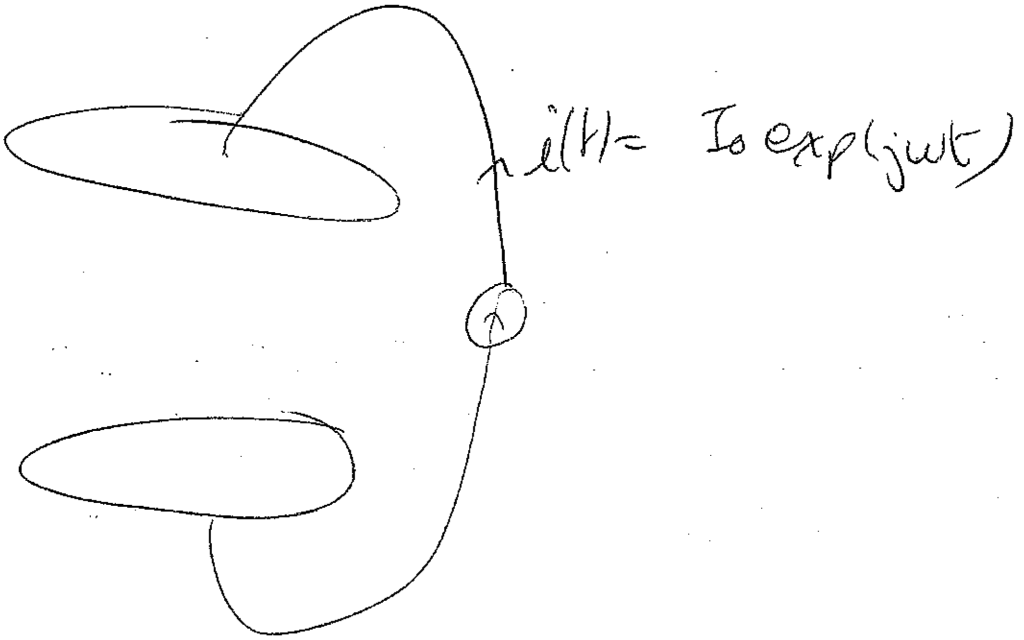
de Vriendt
Marianne PC*3

Physique X - ESPCI

30

__examinateur__ : le nouveau.

On considère un condensateur plan parcouru par un courant i variable :



On donne le champs crée à l'intérieur
$E = E_0 \exp(j\omega t)$, c'est un ordre 0, on veut affiner l'expression de E.

J'ai d'abord dit qu'en régime variable, il y aurait un champs $\vec{B}$ crée via les équations de Maxwell mais qu'il me fallait la direction de $\vec{E}$.

Avec les symétries et parce que l'examinateur m'a dit de considérer le condensateur comme infini, on a $\vec{E} \parallel \vec{u_z}$.

Puis pour la recherche de $\vec{B}$,
$\vec{rot}\,\vec{E}$ ne donne rien car $\vec{E}$ à l'ordre

Il faut repasser par $\vec{rot}\,\vec{B} = \cancel{\mu_0 \vec{j}} + \varepsilon_0\mu_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ (31) 2

problème : pour le rotationnel de $\vec{B}$, il faut sa direction donc regarder les plans de symétrie par rapport aux <u>sources</u> (ici $\vec{E}$ et non pas ρ...)

$\Rightarrow \vec{B} \,//\, \vec{u_\theta}$, on choisit une spire comme contour $\vec{u_z}$

puis il faut repasser par le théorème de Stokes

$$2\pi B_\theta(r,t) r = \varepsilon_0\mu_0 \iint \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} d\vec{S}$$

$$= \varepsilon_0\mu_0 E_0 j\omega e^{j\omega t} \pi r$$

$$B_\theta(r,t) = \frac{\varepsilon_0\mu_0 E_0 j\omega e^{j\omega t} \cancel{\pi} r}{2}$$

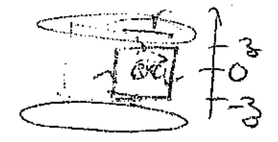
Car le rotationnel est compliqué en cylindriques (je me suis fait avoir)

Puis exprimer l'action du champ $\vec{B}$ sur $\vec{E}$.

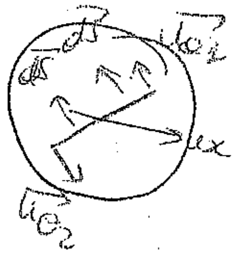
Il faut ici aussi réutiliser le théorème de Stokes, et on considère que $\vec{E}$ ne dépend pas de l'altitude z.

$$\vec{rot}\,\vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

il faut un contour avec $d\vec{S} \,//\, \vec{u_\theta}$, on peut considérer un contour rectangulaire



⚠ j'ai d'abord pris un contour symétrique par rapport à l'axe (Oz) et le théorème de Stokes donne alors $0 = 0$...



Donc on prend uniquement le contour qui va de $r = 0$ à r

on obtient $-2z E(r) + 2z E(0) = -\frac{\varepsilon_0\mu_0 E_0 e^{j\omega t} (j\omega)^2}{2} \int_{-z}^{z}\int_0^r r\,dr\,dz$

$$\Rightarrow E(r) - E(0) = \frac{\varepsilon_0\mu_0 E_0 e^{j\omega t} \omega^2 r^2}{4}$$

Il s'agit d'un ordre 2 avec $\varepsilon = \frac{\omega r}{2c}$

$E(0)=0$ car il faut qu'à l'ordre 0 on retrouve le champs donné au départ.

Donc $E = E_0 e^{j\omega t}(1-\varepsilon^2)$

Il y avait ensuite une discussion sur cette correction de E, l'ordre de grandeur de notre ε, et le signe "−" dans l'expression.

Bilan : l'examinateur était <u>très très gentil</u> et aide (notamment si le contour choisi ne fonctionne pas mal ...) donc l'oral s'est bien déroulé (même si j'ai dit des bêtises)

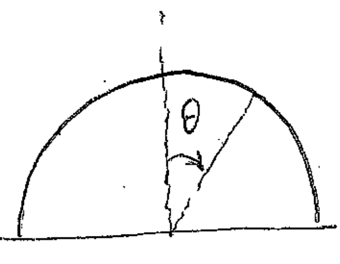
CHEN Jérémy
2015 PC*3

Concours : X - ESPCI (Série 1)
Epreuve : Physique
Lieu : ESPCI

33

C'était le vendredi 19/06/2015 à 18h, mon avant-dernière épreuve. Je misais pas mal dessus car la physique est ma matière forte où je "peux faire la différence" comme disait M. Olivier (avant mes oraux blancs avec lui). Gros stress toute la journée, m'empêchant de faire la sieste après les épreuves d'athlétisme du matin.

[...] Révisions désespérées de dernière minute dans le couloir du stress désert (j'étais dans la dernière fournée de la journée). L'examinateur m'appelle. Il est plutôt jeune (la trentaine?), ça doit être le nouveau qui a remplacé Leoncini à en croire les rumeurs. Je vois le tableau : 1m x 1,5m, va falloir écrire petit... Et l'examinateur fait son dessin en plein milieu du tableau, merci bien! (Par politesse, je ne l'efface pas, je fais avec) Et là grande surprise ; il dit : "J'ai un ARROSOIR en forme de DEMI-SPHÈRE et j'arrose ma pelouse. Soit $n(\theta)$ la répartition des trous (surfacique). Déterminer $n(\theta)$ pour que ma pelouse soit uniformément arrosée".



C'est presque un déjà fait! M. Olivier l'a donné en oraux blancs à d'autres élèves et j'y avais réfléchi, même si j'avais fini par bloquer. Au moins je sais par où commencer.

On joue la comédie et on fait comme si on découvrait l'exo : « Je vais étudier une goutte ~~d'eau~~ en O qui subit son poids $\vec{P}$, éventuellement des frottements fluides mais c'est compliqué à modéliser : linéaire ? turbulent ? Je peux calculer un nb de Reynolds, ou bien on néglige les frottements ? » — « on va négliger les frottements ».
« Alors on se retrouve avec un exo de balistique, je vais déterminer le point d'impact au sol. »
Quelques lignes de calculs + tard, j'arrive à l'endroit où je bloquais. Il s'est montré assez bavard, présent, et souriant, et m'a rappelé qu'il y a deux contributions pour un secteur au sol : tir tendu et tir en cloche :

Un corrigé détaillé sera fourni par M. Olivier, qui avait corrigé cet exo en classe le matin même de ce vendredi, dommage que je n'étais pas là.
J'ai été déçu de passer 40 min dessus car cet exo ne requiert aucune connaissance de PC*, juste des réflexes et de l'aisance en math appliquées de PC* et du bon sens.

L'examinateur : « Bon il reste 10 min, je vais vous donner un exo à faire en ordre de grandeur. L'autre jour, j'ai fait des courses et j'ai monté des packs d'eau jusqu'au 3e étage et j'ai transpiré. Combien d'eau ai-je perdu ? »

Travail : $W = mgh$

Moi : « Euh, sans vous vexer on va dire que l'eau et vous ça fait 100 kg. »

Lui : " Hahaha, vous inquiétez pas ! " | Faire rire l'examinateur sans faire de conneries c'est + 5 points

Donc $W = 100 \cdot 10 \cdot 10 = 10^4$ J.

40

1er ppe à l'eau (version enthalpique) :

$$\Delta H = Q = m_{eau}\, l_v$$

35

Il me manque le lien entre Q et W.

Lui : " le corps humain est une machine ".

Donc on a un rendement : $\eta = \frac{|W|}{Q}$

Lui : " pas exactement ".

Je ne comprends pas. Il me fait écrire : $\eta = \frac{W}{Q+W}$

car on consomme aussi du sucre etc...

Moi : " Mais c'est de la bio ça monsieur "

Lui : " On va dire que $\eta = 50\%$ "

OK donc : $Q\eta + \eta W = W \Rightarrow Q = \frac{1-\eta}{\eta} W$.

$\Rightarrow Q = W$

Moi : " Je ne connais pas l_v " $\Rightarrow m_{eau} = \frac{W}{l_v}$

Lui : " Moi non plus et il ne reste plus beaucoup de temps, on va demander à Google "

Il tape sur son ordi : " $l_v \sim 10^6$ J.kg^{-1} "

Donc $m_{eau} \approx 10^{-2}$ kg ≈ 10 g

soit $V_{eau} = 10$ mL

" Ça semble réaliste ".

Finalement, je me suis senti beaucoup moins stressé que pendant les oraux blancs et j'ai pu faire les choses bien plus "posément".

Note attendue : 15 allez.

Note obtenue : 13,5, déçu.

PC * 3, Louis-Le-Grand, Concours 2015 - Fiche d'oral

36

Nom, prénom : GUYARD Gabriel

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 Jean-Claude SIFRE lycée Louis-Le-Grand 123 rue Saint Jacques 75005 Paris, ou encore par courrier électronique à : jean-claude.sifre@orange.fr

Une goutte d'eau de volume initial négligeable tombe dans un nuage constitué de petites gouttelettes, en absorbant toutes les gouttelettes sur son passage

1) Calculer son accélération

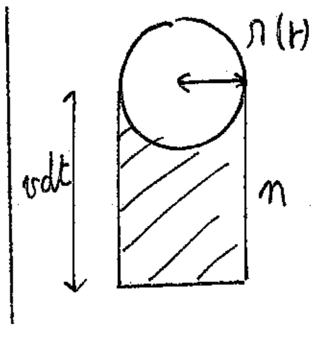
2) Calculer l'energie dissipée quand la goutte tombe d'une hauteur h

3) ?

1) * 1^e idée : la masse de la goutte est variable, donc la LQM donne : $\frac{d\vec{p}}{dt} = m\vec{g}$ On projette sur $\vec{u_z}$ vers le bas :

$$m\dot{v} + \dot{m}v = g \times m \quad (1)$$

* 2^e idée :



On se donne n : densité massique de gouttelettes dans le nuage, supposée constante.

Pendant dt, la goutte absorbe une masse

$dm = v dt \times \pi r^2 m$

soit $\dot{m} = \pi r^2 v n$ (2)

* 3e idée : $m = \mu \times \frac{4}{3} \pi r^3$ (3)

37

On a 3 inconnues : m, v et r et 3 équations. Ça va marcher mais l'examinateur a du m'aidé pour l'élimination

- $\frac{d(3)}{dt}$: $\dot{m} = \frac{4}{3} \mu \pi \dot{r} \times 3 r^2$

donc $$\frac{\dot{m}}{m} = \frac{\frac{4}{3} \mu \pi \dot{r} \times 3 r^2}{\frac{4}{3} \mu \pi r^3} = \frac{3\dot{r}}{r}$$

- $\frac{(2)}{(3)}$: $$\frac{\dot{m}}{m} = \frac{v \pi r^2 n}{\frac{4}{3} \mu \pi r^3} = \frac{3}{4} \frac{v n}{\mu r}$$

Donc $$\frac{3\dot{r}}{r} = \frac{3}{4} \frac{v n}{\mu r} \Rightarrow v = \frac{4 \mu \dot{r}}{n}$$

$$\Rightarrow \dot{v} = \frac{4 \mu \ddot{r}}{n}$$

On injecte dans (1) :

$$\frac{4 \mu \ddot{r}}{n} + \frac{3 \dot{r}}{r} \times \frac{4 \mu \dot{r}}{n} = g$$

$$\ddot{r} + \frac{3 \dot{r}^2}{r} = \frac{g n}{4 \mu}$$

On ne sait pas résoudre cette équation non linéaire

- pas à variables séparables
- pas intégrable à vue

→ on cherche des solutions sous forme de monomes

On pose $r(t) = A t^{\alpha}$

$$\dot{r}(t) = A \alpha t^{\alpha - 1}$$

$$\ddot{r}(t) = A \alpha (\alpha - 1) t^{\alpha - 2}$$

On injecte :

$$A \alpha (\alpha - 1) t^{\alpha - 2} + \frac{3 \left(A \alpha t^{\alpha - 1}\right)^2}{A t^{\alpha}} = \frac{g n}{4 \mu}$$

$$\left(A \alpha (\alpha - 1) + 3 A \alpha^2\right) t^{\alpha - 2} = \frac{g n}{4 \mu}$$

On identifie : $\underline{\underline{\alpha = 2}}$

$$A \alpha (\alpha - 1) + 3 A \alpha^2 = \frac{g n}{4 \mu} \Rightarrow \underline{\underline{A = \frac{g n}{4 \times 14 \mu}}}$$

$$\underline{\underline{r(t) = \frac{g n}{4 \times 14 \mu} t^2}}$$

Puis $v = \dfrac{4 \mu \dot{r}}{n} \Rightarrow v = \dfrac{g t}{7} \Rightarrow \underline{\underline{a = \dfrac{g}{7}}}$

L'examinateur n'avait pas l'air satisfait du résultat, mais comme il ne reste plus beaucoup de temps, il me dit de regarder la suite.

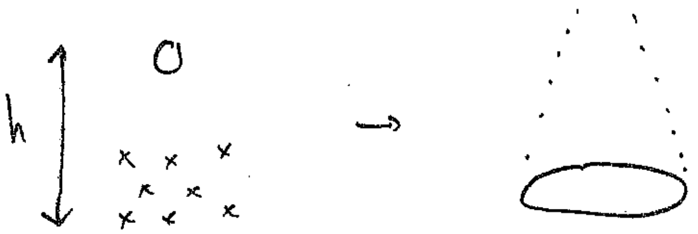
39

2) Moi : tout se passe comme si on était dans un champs de pesanteur $\frac{g}{7}$ $\rightarrow$ toutes les forces sont conservatives, pas de dissipation

Lui : est-ce qu'on a oublié des forces ?

Moi : peut-être qu'on a oublié les chocs avec les gouttes qui agiraient comme une force de frottement ?

Il dessine au tableau :



On considère le système {goutte + gouttes absorbées pendant la chute}

TMC : $\Delta E_c = \mathcal{P} t$

Puis il met fin à l'oral

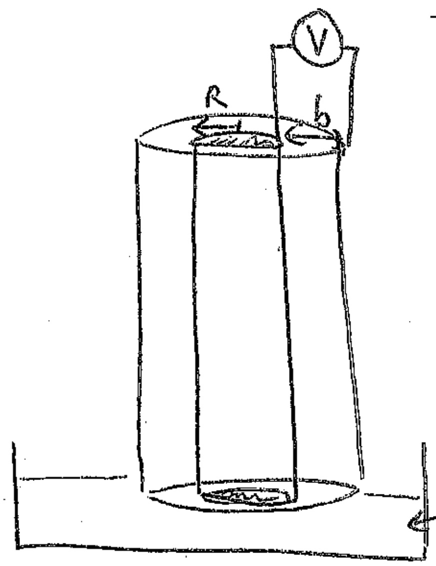
Rapport Physique X-ESPCi

DOS SANTOS
Charline
PC3.

(1)

40

Examinateur : Sems (lunatique)



- condensateur cylindrique

$b \ll R$

À quelle hauteur monte le liquide ?

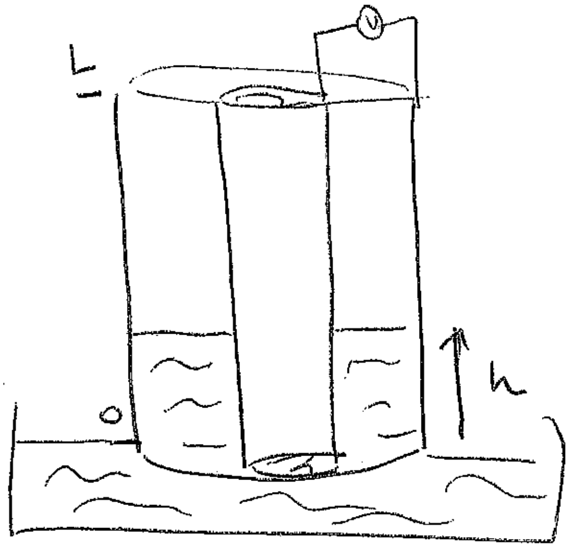
← liquide diélectrique ε, ρ

Seule indication sur le liquide diélectrique : " tu fais comme d'habitude pour les équations de Maxwell mais tu remplaces ε_0 par ε "

Je ne sais pas pourquoi mais j'étais persuadée qu'un diélectrique était un liquide chargé
Pour m'en assurer je demande plus de détails à l'examinateur et il me répond " toutes les infos sont là ", OKKK..
Je reste donc sur mon idée fausse. Je souhaite chercher le champ que crée ce condensateur cylindrique. Je patauge. J'assimile à un condensateur plan, il me dit oui. Il trouve $\vec{E} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \vec{u_y}$ (j'affirme)
10 min de perdue dans l'oral et il me fait " Vous allez en faire quoi de ce champs ? "
Moi " Bah une fois dans le condensateur les charges vont subir ce champ "

Il me fait remarquer que l'air est un diélectrique et il n'est pas chargé

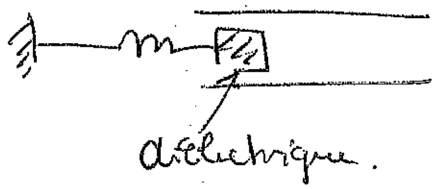
→ retour à la case départ



Il me dit de réfléchir en terme d'énergie

" $E = \frac{1}{2} C U^2$ " (après avoir essayé $E = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2}$ qui ne servait à rien)

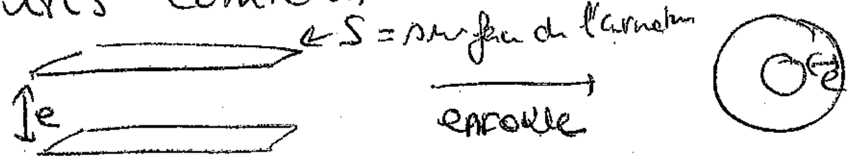
<u>Déclic</u> : Je repense à l'exo



$C = C_1 + C_2$

"$C_i = \frac{\varepsilon_0 S}{e}$"

Je me trompe dans l'expression de S il est pas très content.



ici $e = b$ OK mais les deux armatures n'ont pas la même surface. Il me fait remarquer $b \ll R$.

Donc $C = \varepsilon \frac{2\pi R h}{b} + \varepsilon_0 \frac{2\pi R (L-h)}{b}$

+ énergie de pesanteur ②

" $E_p = mgz$ " (42)

$m = \rho \times (h \times \pi (R+b)^2 - h\pi b^2)$

$= \rho\, h \pi\, 2Rb$

$E_p = \rho h \pi 2Rb\, g\, \frac{h}{2}$

+ $E = E_p + E_{\text{conden}}$ $\frac{dE}{dh} = 0 \rightarrow h_{eq} < 0$ Problème

Examinateur : " ton système est isolé ? "

Moi : j'ai oublié le travail du générateur

Examinateur : " Qu'est ce qui se conserve ? "

Moi : La charge

Oral fini. Une catastrophe et j'ai quand même eu 12 ..

PC $*$ 3, Louis-Le-Grand, Concours 2015 - Fiche d'oral

43

Nom, prénom : HAGEGE Simon

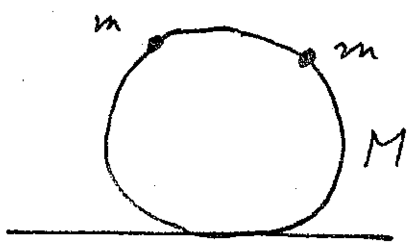
Concours : X - ESPCI

Epreuve : Physique

Examinateur : M. Sens

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

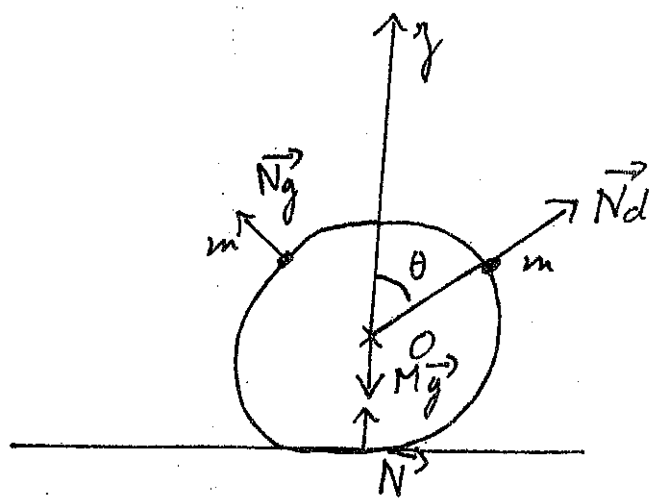
<u>Enoncé</u>



- cerceau de masse M, rayon R
- 2 masses m coulissent sans frottements

Condition sur $\frac{M}{m}$ pour que le cerceau décolle ?

<u>Corrigé</u>



$*$ TEC à m

$$\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{2g}{R}\cdot(1-\cos\theta) \quad (1)$$

$*$ PFD à m sur $\vec{U_r}$ et (1)

$$\vec{N_d} = m.g\,(3\cos\theta - 2)$$

$*$ Symétrie $\Rightarrow \|\vec{N_g}\| = \|\vec{N_d}\| \quad \forall\theta$

$*$ PFD à M sur $\vec{U_z}$

$$\|\vec{N}\| = M.g + 2mg\cos\theta(3\cos\theta - 2) \quad (2)$$

puis discussion....

Commentaires

* exo fait en début d'oral avec M. Olivier : je me souvenais de la démarche de l'exo, mais pas de la discussion/condition sur M et m une fois qu'on a (2)

* Trop d'erreurs de calculs et d'étourderies qui font perdre beaucoup de temps et agacent l'examinateur

* Examinateur plutôt sympa quand il intervient mais muet et inaccessible pour la majorité de l'oral. Par exemple, je réfléchissais à voix haute et, à deux reprises, je me suis tourné vers lui pour voir comment il réagissait ; cela lui a déplu.

* Très peu d'aide ou d'indication, surtout pour la fin qui n'est pas évidente (idée : considérer $\|\vec{N}\| = f(\cos\theta)$ et non PAS $\|\vec{N}\| = f(\theta)$)

Note attendue : 11
Note obtenue : 13

T.P (élec.)

- circuits à étudier (Bode, calculs de $\underline{H}$, interprétation...)
  filtres
- Aucun circuit sans A.O.
- 1 Oscillateur et circuit à "résistance négative" du T.P. de révision

PC * 3, Louis-Le-Grand, Concours 2015 - Fiche d'oral

Nom, prénom : BOUODAL Ianis

Concours : X-ESPCI

Epreuve : Physique

Examinateur : M. Sens

45

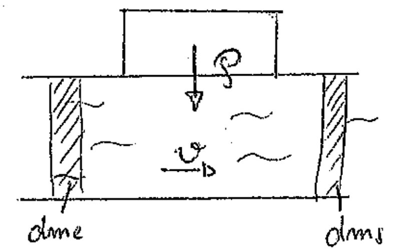
A renvoyer à l'adresse suivante : Jean-Claude SIFRE 21 rue de la Fontaine au Roi 75011 Paris, ou à Professeur Jean-Claude SIFRE lycée Louis-Le-Grand 123 rue Saint Jacques 75005 Paris, ou encore par courrier électronique à : jean-claude.sifre@orange.fr

Examinateur : Très froid, parle peu mais à la moindre hésitation ne vous lâchera pas.

—

Exercice 1 : « On a une centrale sur un fleuve, on veut connaître la variation de température du fleuve en aval de la centrale »

Je propose :



Fleuve horizontal, $h = L \simeq 10\,m$

$v \simeq 1\,m.s^{-1}$

$c_{eau} \simeq 4.10^3\ J.kg^{-1}.K^{-1}$ (bien connaître les ordres de grandeur et les unités !)

$\mathcal{P}$: je propose 1 GW pour une très grosse centrale.

On applique le 1er pp au système fermé classique, on trouve $\Delta T = 5\,K$ (crédible)

M. Sens : C'est quoi $\mathcal{P}$? À quoi sert la centrale ? À quoi sert l'eau ?

→ Des questions étranges qui servaient juste à me faire remarquer que $\mathcal{P}$ est la puissance électrique fournie par la centrale et pas la puissance thermique fournie au fleuve.

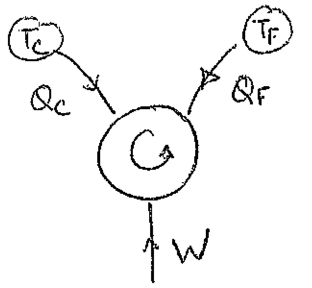
Il faut donc déterminer Q.

Π. Sens : Est-ce qu'il faut que le fleuve coule vite ou lentement pour bien refroidir la centrale ?

→ Gros doute : j'étais tenté de dire vite mais en même temps les échanges thermiques mettent un certain temps à se faire...
Π. Sens pas convaincu du tout s'acharne pendant 5 min en posant des questions peu claires puis laisse tombe.

46

Pour déterminer Q il me propose de faire un cycle.
Donc j'assimile la centrale à un moteur :



× La source froide est le fleuve
× On connaît W (cf. Q proposée plus haut)

Π. Sens : Qu'est-ce qui caractérise un cycle ?

→ Son rendement et son rendement de Carnot

Je propose de supposer le cycle parfait ; j'exprime le rendement de Carnot de 2 façons (sa définition $\eta_c = \frac{|W|}{Q_c}$ et $\eta_c = 1 - \frac{T_F}{T_c}$)

Avec le 1er η on trouve $Q_F = W\left(1 + \frac{T_c}{T_c - T_F}\right)$

Π. Sens : Est-ce que c'est toujours vrai que $Q_F > W$?

→ aucune idée

A.N : On trouve $\Delta T = 10$ K (ok).

Exercice 2 (Il restait 10 min)

" On a un anneau chargé de dimension donnée (on se donne son rayon, ou la section, peu importe). C'est un volant. À partir d'une charge Q limite il casse. On prend le même anneau en doublant les dimensions. Déterminer la nouvelle charge Q pour qu'il casse. "

→ Je veux faire quelque chose de quantitatif en cherchant E mais il m'en dissuade.

D. Sens : « Pourquoi ça casse ? » –

→ Répulsion entre les charges, qui doit vaincre la résistance mécanique du matériau, qu'on ne connaît pas.

S'ensuit un court débat sur la résistance du matériau : dépend-elle de sa longueur, de son volume ?

Bilan : Oral pas particulièrement agréable. Beaucoup de petites questions peu claires et pointilleuses qui déstabilisent et font perdre beaucoup de temps pour un exercice pas particulièrement difficile. Rester calme, ne pas répondre au hasard.

Note obtenue : 12

47

Nom, prénom : MALLET Vincent

48

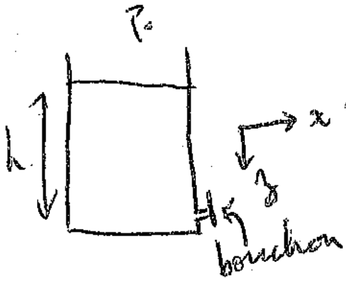
Concours : X

Epreuve : PHYSIQUE

Examinateur : BILAL.

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

1 Exo :



force pour maintenir le bouchon quand il est fermé et quand il est un peu débouché ?

→ Je vois tout de suite : d'abord, hydrostatique puis Torricelli et bilan de quantité de mouvement.

↳ il est content.

On y va : 1) $p = p_0 + \rho g z$, $\vec{F_1} = (p_0 - p) S \vec{u_x} = -\rho g h S \vec{u_x}$

2) Torricelli : $v = \sqrt{2gh}$ → Redémontrez les

Bernoulli : $\cancel{p_0} + \rho g h + \underbrace{\rho \frac{v_1^2}{2}}_{\sim 0} = \cancel{p_0} + \rho \frac{v_2^2}{2}$

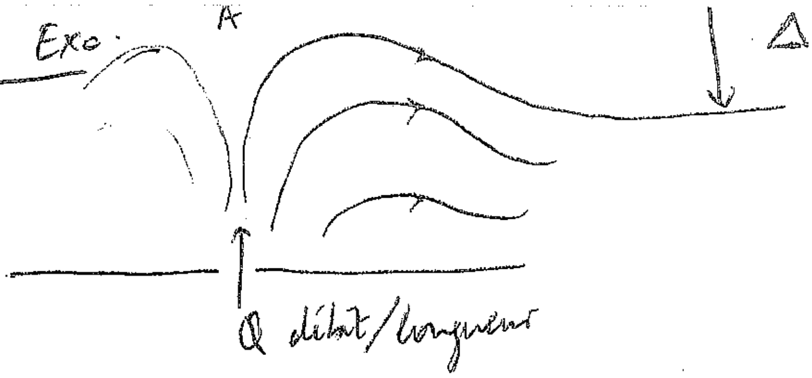
car $\ll v_2$ par conservation du débit

Puis pendant dt : $d\vec{p} = \underbrace{\rho S v dt}_{\text{masse}} v \vec{u_x}$

D'où $\vec{F_2} = -\rho S v^2 = -2\rho g h S \vec{u_x} = 2\vec{F_1}$

Commentaire ? Je trouve ça intuitif que c'est plus dur de maintenir une fois ouvert car on lutte contre l'écoulement → ok.

2° Exo.



x B_∞

49

1) Calculer Δh.

→ Je reprends Bernoulli entre A et B_∞ en supposant stationnaire etc... $\rho g z_A + \cancel{\rho \frac{v^2}{2}} + \cancel{p_0} = \cancel{p_0} + \rho \frac{v_\infty^2}{2} + \rho g z_B$

D'où $\rho g \Delta h = \rho \frac{v_\infty^2}{2}$

et On fait un bilan sur une tranche de longueur l pendant dt : $Ql\,\cancel{dt} = 2h_\infty l\, v_\infty \cancel{dt}$.

2) On prend maintenant un trou au lieu d'une fente.

↳ $v_\infty = 0 \Rightarrow \Delta h = 0$ avec ce modèle.

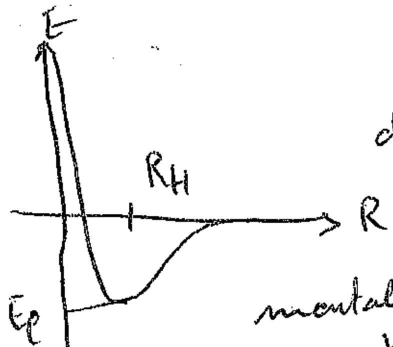
J'essaie un autre modèle mais il préfère dire que $\Delta h = 0$.

3° Exo :

1925, Heisenberg se demande la valeur de l'énergie d'un atome d'hydrogène et son rayon...

$\rightarrow E = p^2/2m - \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 R}$, $\Delta p \Delta x \geq \hbar/2$.

$\Delta p \sim p$, $\Delta x \sim R \Rightarrow E \geq \frac{\hbar^2}{8 m R^2} - \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 R} = f(R)$



On fait les calculs habituels en disant qu'on a égalité pour le fondamental avec la borne inf.

↳ On termine par un peu de calculs mental en me donnant des ordres de grandeurs pour $\hbar$ m et en m'aidant, J sors 5 minutes avant

Note Attendue : 18+ → scandale du siècle

N.b Obtenue : 15

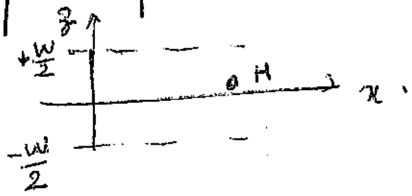
Concours : ~~X~~ ESPCI ZHANG Julie PC*3

Examinateur : il paraît que c'était Mr Bilal, cheveux frisé, teint hâlé, petit accent.

50

« Ecrivez le titre : "piégeage dipolaire d'un atome d'H". »
On considère un laser unidirectionnel, de waist 10 µm.
On l'envoie sur un atome d'H. Quelle doit être l'intensité du laser pour que l'atome ne tombe pas sous l'effet de $\vec{g}$?

→ J'essaie de réfléchir. (au final je n'aurais pas fait grand chose par moi-même).
"des électrons du laser sont envoyés sur H, qui subit donc une force $\vec{F} = -e\vec{E}$ en plus de son poids, donc il faut que je trouve E et ensuite expliciter la condition d'équilibre pour avoir une condition sur la norme de $\vec{E}$"



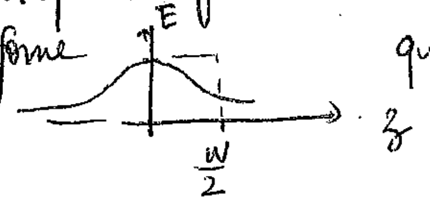
_ "Des électrons, vous êtes sure ?"

_ ... Ah non des photons ...
J'essaie de trouver un lien avec $E = N \times h\nu$, en vain

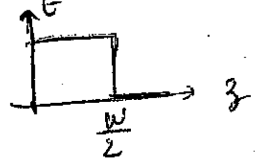
Il me demande si je peux expliciter $\vec{E}$.
Non je n'y arrive pas.
Il me dit qu'un laser = <u>ondes</u>. J'écris $\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - kx)\vec{u_x}$

- "$\vec{u_x}$? Quelle est la direction de $\vec{E}$?"
$\vec{E}$ est une onde transversale ... je réécris $\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - kx)\vec{u_z}$. valable pour $|z| < \frac{w}{2}$

Il n'est pas ~~satis~~fait du E_0, il veut un préfacteur qui soit plutôt de la forme



que



Ça me fait penser à une gaussienne :
$$\vec{E} = E_0 \exp(-Kz^2)\cos(\omega t - kx)\vec{u_z}$$

_ Est-ce que vous pouvez trouver K ?

$\|\vec{E}\| = \frac{E_0}{2}$, $\forall x$

D'où $\frac{\cancel{E_0}}{2} = \cancel{E_0} \exp(-Kz^2)$ avec $z = \frac{W}{2}$ $\rightarrow \boxed{\frac{4\ln 2}{W^2} = K}$

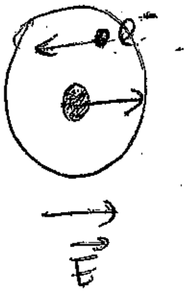
51

il me dit qu'on remplace $4 \ln 2$ par 1.

$\Rightarrow \vec{E} = E_0 \exp\left(-\left(\frac{z}{W}\right)^2\right) \cos(\omega t - kx)\, \vec{u_z}$.

- Je lui dis que H ≈ son électron donc il subit $\vec{F} = -e\vec{E}$.
- Non, il faut prendre en compte son proton aussi (etc etc) que se passe-t-il pour l'atome sous l'effet de $\vec{E}$?

Il me demande de faire un dessin



(petit blabla sur "où est l'e⁻ ?" je réponds : trajectoire circulaire autour du noyau et il me dit que ça c'était ce qu'on pensait au XIXᵉ.. → probabilité de présence dans l'enveloppe).

⇒ les charges se déplacent
⇒ on obtient un <u>dipôle</u> (le titre fait alors sens...)
⇒ il me dit, face à mon silence, qu'il se crée $\vec{p} = \alpha \vec{E}$ moment dipolaire.

→ d'où $E_p = -\vec{p} \cdot \vec{E} = -\alpha \|\vec{E}\|^2$.

$-\vec{grad} E_p = +\alpha \times E_0^2 \cos^2(\omega t - kx) \times -\frac{2z}{W^2} \exp\left(\frac{-z^2}{W^2}\right) \vec{u_z}$

j'ai même pas su dériver correctement..

⇒ à l'équilibre $-mg = \frac{2z}{W^2} \exp\left(\frac{-z^2}{W^2}\right) \times \alpha E_0^2 \cos^2(\omega t - kx)$.

On voit que cet équilibre est atteint pour un $z < 0$
et là il vient au tableau et m'écrit que tout ça vaut alors $\approx \frac{1}{2}$

→ d'où $I = 2\langle E^2 \rangle$: .. l'oral est fini. → 08/20

CANDAU-PILH
Jules
Ecole polytechnique
Oral de Physique

Rapport du concours 2015

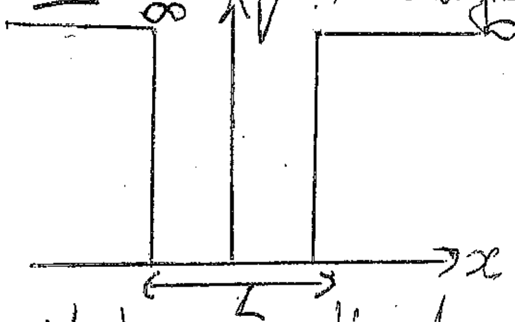
Examinateur : "Le Nouveau"

1/2

S2

On veut modéliser une étoile à neutrons composée de $N = 10^{22}$ neutrons. On se place dans une approche quantique. Considérons d'abord un neutron placé dans un puits infini.

1. Déterminer les énergies associées aux modes propres du neutron et les tracer.



- C'est une question de cours. Pour qu'il y ait de la difficulté, l'examinateur reste donc muet.
Je lui ai alors refait tout le cours, de l'équation de Schrödinger jusqu'aux états pair et impair. On trouve $E_n \propto n^2$.

2. On s'intéresse maintenant aux N neutrons. On suppose que sur un niveau d'énergie, on peut placer 2 neutrons.
Donner le niveau d'énergie du neutron placé le plus haut et l'énergie totale de l'étoile.

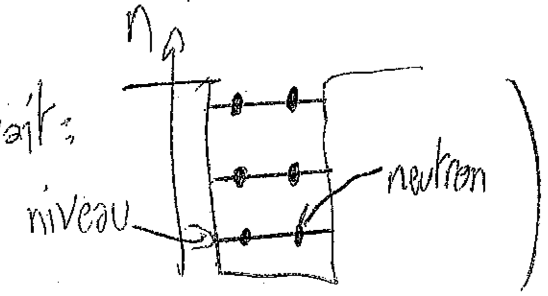
- Dans notre modèle, le dernier neutron se voit associer l'énergie $E_{N/2}$.
- $E_{\text{étoile}} = 2 \sum_{n=0}^{N/2} E_n$. L'examinateur suggère de voir la

Somme comme une intégrale car N est très grand.
On intègre donc n^{α} entre 0 et $N/2$.

<u>3</u>. On considère maintenant un modèle de puits infini à 3 dimensions. On suppose que la partie spatiale de la fonction d'onde s'écrit $\varphi(M) = \varphi(x) \cdot \varphi(y) \cdot \varphi(z)$.
On a donc trois niveaux d'énergie indépendants $E_{n_x}, E_{n_y}, E_{n_z}$.
On remplit comme en <u>2</u>., même question qu'en <u>2</u>..

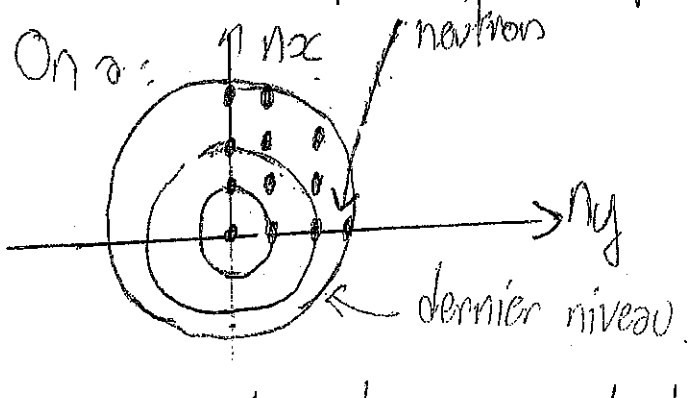
• L'examinateur me dit que cette question est plus difficile. Il se lève et discute au tableau avec moi. Le temps vient à manquer, il a vraiment envie de résoudre l'exo. Incidemment, moi aussi.

(En <u>2</u>., on avait :



)

Devant ma perplexité, il me propose de passer en dimension 2.
On a :



On ne remplit que le premier quadrant car n_x et $n_y \geq 0$.

Par symétrie des rôles des axes x et y, $n_x = n_y$. 2/2

Le niveau d'énergie n est tel que $n^2 = n_x^2 + n_y^2 = 2n_x^2$. 54

Pour finir, il faut trouver le rayon R du dernier niveau d'énergie, sachant qu'il y a :

N neutrons placés dans le quadrant d'aire $\frac{\pi R^2}{4}$.

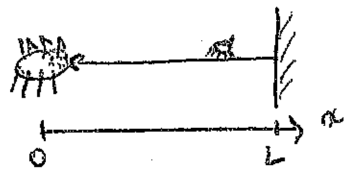
Je cherche encore.

NOM : REVERBORI Anatole
CONCOURS : X-ESPCI 2015
EPREUVE : PHYSIQUE
EXAMINATEUR : Plutôt jeune (la trentaine), blond

55

On considère une araignée posée à une distance L d'un mur. Elle tend un fil de soie entre elle et le mur. Un insecte se trouve quelque part sur le fil. Pour manger l'insecte, l'araignée commence à avaler du fil à vitesse constante. Pour y échapper, l'insecte va vers le mur. Conditions pour que l'araignée mange l'insecte ?

Solution :
Je me suis vite rendu compte que la vitesse v du fil n'allait pas être la même en différents points du fil. Il est donc naturel de paramétrer le problème par un axe :



On sait que $v(L) = 0$ et $v(0) = V$ avec V la vitesse d'avalement de l'araignée.

$\vec{v}(x) = -v(x)\vec{u_x}$, $v(x) > 0$

Pour connaître le signe de la vitesse de l'insecte dans le référentiel du laboratoire, il faut d'abord avoir $v(x)$. L'examinateur m'a demandé à quoi je m'attendais pour $v(x)$. A priori, quelque chose de linéaire. Il m'a dit de supposer $v(x)$ linéaire, on le démontrera après.

$$v(x) = V\left(1 - \frac{x}{L}\right)$$

En supposant que la vitesse de déplacement de l'insecte sur le fil est constante et vaut U, alors l'insecte avance pendant dt de dx : (composition des vitesse) :

$$dx = U dt - v(x)\, dt$$

$$\Rightarrow \quad \dot{x} = U + V\left(\frac{x}{L} - 1\right) \quad \Rightarrow \quad \dot{x} - \frac{V}{L}x = U - V$$

D'où $\quad x(t) = L\left(1-\frac{U}{V}\right) + A\exp\left(-\frac{V}{L}t\right)$

$$x(t=0) = x_0 = L\left(1-\frac{U}{V}\right) + A$$

S6

$$\Rightarrow A = x_0 - L\left(1-\frac{U}{V}\right)$$

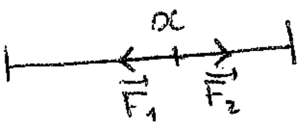
$$x(t) = L\left(1-\frac{U}{V}\right) + \left(x_0 - L\left(1-\frac{U}{V}\right)\right)\exp\left(-\frac{V}{L}t\right)$$

$$\dot{x}(t) = -\frac{V}{L}\left(x_0 - L\left(1-\frac{U}{V}\right)\right)$$

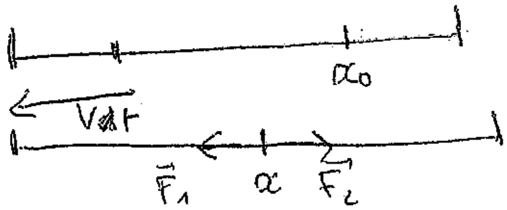
Donc si $x_0 > L\left(1-\frac{U}{V}\right)$, $\dot{x} < 0$, l'insecte se fait manger

si $x_0 < L\left(1-\frac{U}{V}\right)$, $\dot{x} > 0$, l'insecte s'échappe

Il fallait alors montrer que $v(x)$ était bien linéaire.
L'examinateur m'a conseillé de considérer les forces s'appliquant à droite et à gauche d'un point en x :

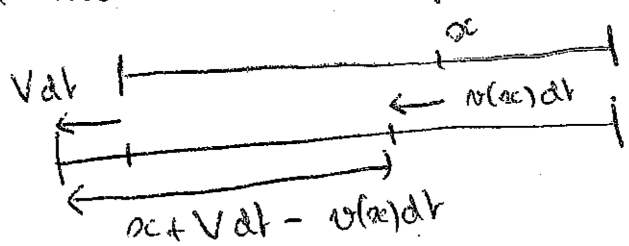


En considérant que le point en x à t était en x_0 à $t=0$,



$$\vec{F}_1(t) = -k_1(x_0 - x - Vt)\,\vec{u_x}$$
$$\vec{F}_2(t) = k_2(x_0 - x)\,\vec{u_x}$$

Il m'a ensuite fait calculer $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$ à $t+dt$:



d'où $\quad \vec{F}_1(t+dt) = -k_1(x_0 - x + v(x)dt - Vt - Vdt)\,\vec{u_x}$

$$\vec{F}_2(t+dt) = k_2(x_0 - x + v(x)dt)\,\vec{u_x}$$

$d\vec{F_1} = k_1 \left(V - v(x)\right) dt \ \vec{u_x}$

$d\vec{F_2} = k_2 \, v(x) \, dt \ \vec{u_x}$

En égalisant $d\vec{F_1}$ et $d\vec{F_2}$ (je n'ai toujours pas compris pourquoi on a le droit de faire ça... Peut être PFD à un point de masse nulle ?) on obtient.

$$k_1 \left(V - v(x)\right) = k_2 \, v(x)$$

Or la raideur diminue si la longueur du fil augmente. On peut introduire k raideur "linéique" :

$$k_1 = \frac{k}{x} \quad \text{et} \quad k_2 = \frac{k}{L-x}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{x}\left(V - v(x)\right) = \frac{1}{L-x} v(x)$$

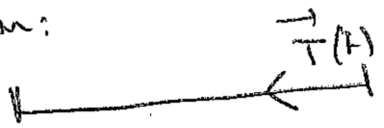
$$(L-x)\left(V - v(x)\right) = x \, v(x)$$

$$v(x) L = -(L-x) V$$

$$\Rightarrow v(x) = V\left(1 - \frac{x}{L}\right) \quad \text{Miracle !}$$

Il restait 5 min, j'ai dit qu'on pouvait ensuite considérer que le fil finit par casser, il m'a dit que c'était en fait la question suivante.

J'ai considéré la force de tension au niveau du mur :



Je n'ai pas eu le temps d'aller plus loin.

Note obtenue : 15,5

Lycée Louis Le Grand [PC* 2]

Retours d'oraux – 2015

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 - 21, rue Mallier - 94120 Fontenay-sous-bois, ou par email : vandenbrouck.francois@gmail.com

Toute correction, même partielle, est la bienvenue. Je compte sur votre contribution !

Concours : X | Epreuve : Physique | Examinateur : Bilal

• Énoncé :

On considère une enceinte cylindrique parfaitement calorifugée, de diamètre d et fermée en son haut par un piston de masse m pouvant coulisser librement. L'enceinte est traversée par un fil électrique de résistance R et contient un gaz inconnu.
À l'état initial, le piston est à sa hauteur d'équilibre h, la température dans le cylindre est $T_0 = 300\,K$ et l'intensité du courant dans le fil est nulle. On réalise 2 expériences à partir de ce même état initial :

a) On maintient le piston fixe à la hauteur h. On fait passer un courant I dans le fil pendant 10 s. On attend ensuite assez longtemps pour mesurer la température du gaz finale : $T_a = 310\,K$.

b) Idem mais sans retenir le piston. On mesure cette fois à la fin : $T_b = 306\,K$.

Déterminer la nature du gaz et le courant I.

+ question supplémentaire (cf. plus loin)

S9

- <u>Correction</u>: L'interprétation de a) et b) va nous permettre de calculer le rapport c_p/c_v pour reconnaître un coefficient de Laplace typique.

<u>Rq</u>: Énoncé ambigu car le gaz est dit "inconnu" mais l'exercice ne peut se faire sans supposer qu'il vérifie les 1ère et 2e lois de Joule.

a) $\Delta U = c_v \Delta T_a = W + \underbrace{\cancel{Q}}_{=0} = RI^2 \Delta t$ où $\Delta t = 10\,s$.
(système : {gaz})

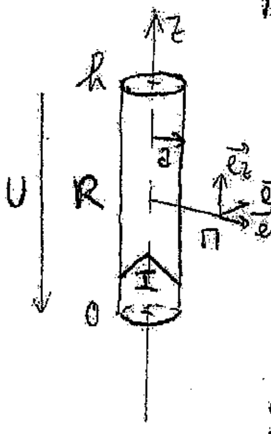
b) Le gaz évolue entre 2 états d'équilibre avec
$P_{initial} = P_{final} = P_{atm} + \frac{mg}{S}$ où $S = \pi \frac{d^2}{4}$.
On peut donc écrire $\Delta H = c_p \Delta T_b = W_{élec} + \underbrace{\cancel{Q}}_{=0} = RI^2 \Delta t$.

On en déduit : ▷ $c_p \Delta T_b = c_v \Delta T_a \Rightarrow \frac{c_p}{c_v} = \frac{\Delta T_a}{\Delta T_b} = \frac{5}{3}$.
Le gaz est donc un $\boxed{\text{GP diatomique}}$.

▷ On peut donc écrire : $c_p - c_v = nR$
D'où : $RI^2 \Delta t \left(\frac{1}{\Delta T_b} - \frac{1}{\Delta T_a} \right) = \frac{\left(P_{atm} + \frac{mg}{S}\right) S h}{T_0}$

Soit : $$\boxed{I = \sqrt{\frac{\left(P_{atm} \frac{\pi d^2}{4} + mg\right) h \cdot \Delta T_a \cdot \Delta T_b}{R \cdot \Delta t \cdot T_0 \cdot (T_a - T_b)}}}$$

- <u>Question supplémentaire</u> : " Expliquer l'effet Joule dans le fil électrique. "



▷ $\vec{B}(r=a) = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \vec{e_\theta}$

▷ $U = RI = V(z=0) - V(z=h) = -\frac{\partial V}{\partial z} h$

$\Rightarrow \vec{E} = -\vec{grad}\, V = \frac{RI}{h} \vec{e_z}$

D'où le vecteur de Poynting : $\vec{\Pi} = \frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0} = -\frac{RI^2}{2\pi a h} \vec{e_r}$

Soit un flux entrant (à travers la surface latérale) : $\phi = \iint_{S_{lat}} \vec{\Pi} \cdot (-\vec{e_r}) dS = RI^2$

1/2

66

Lycée Louis Le Grand [PC* 2]

Retours d'oraux – 2015

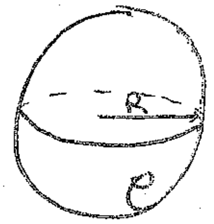
Merci de bien vouloir rédiger ci-dessous les énoncés de vos exercices d'oral, sujets d'ADS et de TP, et les envoyer à l'adresse suivante : F. Vandenbrouck - 21, rue Mallier - 94120 Fontenay-sous-bois, ou par email : vandenbrouck.francois@gmail.com

Toute correction, même partielle, est la bienvenue. ***Je compte sur votre contribution !***

Concours : X Epreuve : Physique Examinateur : Billal
↳ très sympa, un peu mou mais parle pas mal

Exercice : Planète liquide

$\rho = 1\,g.cm^{-3}$



On lâche une bille de masse m.
Étudier son mouvement

$$m\frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{g} - \rho V_{bille}\vec{g}$$

Question : Conditions pour négliger la poussée d'Archimède ?

$\rho_{bille} > \rho_{liq}$

Pour trouver $\vec{g}$ analogie électrostatique

$$\oint \vec{E}.\vec{n}\,dS = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \quad \text{car} \quad \vec{F} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{e_r}$$

$$\oint \vec{g}.\vec{n}\,dS = -4\pi M_{int}\mathcal{G} \qquad \vec{F} = -\frac{\mathcal{G}M_1M_2}{r^2}\vec{e_r}$$

on trouve $\vec{g} = -\frac{\mathcal{G}Mr}{R_T^3}\vec{e_r}$

$\frac{d^2r}{dt^2} + \left(\frac{\mathcal{G}M}{R_T^3}\right)_{=\omega_0^2} r = 0 \rightarrow r(t) = r_0\cos(\omega_0 t)$

Ordre de grandeur de ω_0 ?

Là je dis que le temps τ pour lequel la bille attend le centre :

$$\omega_0 \tau = \frac{\pi}{2} \longrightarrow \tau = \frac{\pi}{2\omega_0}$$ ne dépend pas de R

↳ Bizarre

$$\tau = \frac{\pi}{2\sqrt{\frac{GM}{R^3}}} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{R^3}{G \times \frac{4}{3}\pi R^3 \rho}} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{1}{\frac{4}{3}\times\rho\pi G}}$$

Quelques ordres de grandeur

Il dit : "ouais c'est bizarre" "mais le modèle est incomplet"

Je propose de prendre en compte la viscosité

↳ Il dit oui

on rajoute $\vec{F} = -6\pi\eta \underbrace{a}\vec{v}$ rayon de la bille

on refait le calcul ...

ça ne dépend toujours pas de R

↳ Je vérifie les calculs

↳ Il dit : "pas la peine j'ai pas pour coutume de laisser des erreurs pendant 30 min"

2. Tracer $V(r)$ pour $r \leq R$ puis $r \geq R$

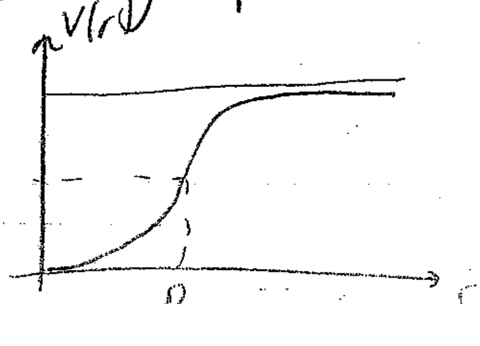
pour $r \leq R$ ⟶ on continue l'analogie ⟶ on trouve un truc en r^2

on choisit $V(0) = 0$ mais il m'a laissé continuer

Il aurait préféré $V(\infty) = 0$

pour $r \geq R$ ⟶ on trouve le potentiel pour une charge ponctuelle (attention à la continuité)

La dérivée aussi est continue car $\vec{F}$ continue



2/2

62

Retours d'oraux — 2015

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 - 21, rue Mallier - 94120 Fontenay-sous-bois, ou par email : vandenbrouck.francois@gmail.com

*Toute correction, même partielle, est la bienvenue. **Je compte sur votre contribution !***

Concours : Epreuve : Examinateur :

Après on a parlé de mouvements circulaires elliptiques

3. Quelle vitesse faut-il lancer la bille pour qu'elle ait un mouvement circulaire

$\vec{OM} = r\vec{e_r}$

$\rightarrow \vec{v} = r\dot{\theta}\vec{e_\theta}$

$\Rightarrow -mr\dot{\theta}^2 = -m\frac{GM}{R^3}r$

$\Rightarrow \boxed{\dot{\theta}^2 = \omega_0^2}$

$\rightarrow \boxed{v = r\omega_0}$

Puis quelques questions à l'oral sur forces centrales

FIN

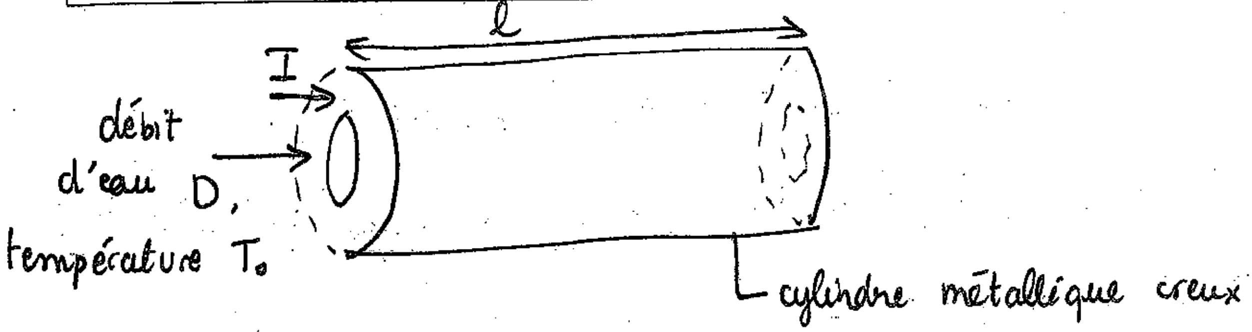
Physique X - ESPCI

PC*2	Compte rendu d'oral	Concours 2015

63

Nom, Prénom : SULEM Déborah
Concours : X - ESPCI
Epreuve : Physique
Examinateur : blond, jeune avec des lunettes

A renvoyer à M. Fagebaume , Lycée Louis-Le-Grand, 123 rue St-Jacques, 75005 Paris ou scanner et envoyer à pcetoile2@gmail.com

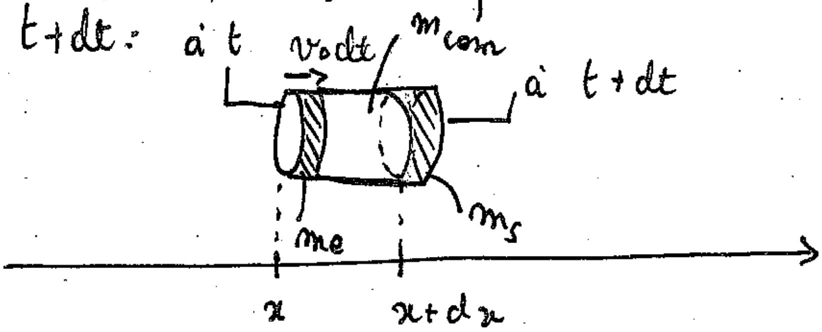


Déterminer le profil de température

moi : Dans l'eau ?

Examinateur : Oui, dans un premier temps, on néglige la diffusion thermique.

Après plusieurs essais infructueux, je fais un bilan d'énergie interne pour le système {eau, entre x et $x+dx$ à t} entre t et $t+dt$:



avec $D = \rho S v_0$

$\hookrightarrow v_0 = \dfrac{D}{\rho S}$

$$dU = \underbrace{\cancel{W}}_{=0} + Q$$

Q : liée à l'effet Joule dans le cylindre

Moi : On ne tient pas compte de la perte d'énergie par la surface latérale extérieure du cylindre ?

E : non.

Donc toute la puissance dissipée par effet joule est transférée à l'eau :

$$dP_J = dR \times I^2 = \frac{1}{\gamma}\frac{dx}{S'} I^2$$

$$\Rightarrow Q = dP_J\, dt = \frac{1}{\gamma}\frac{dx}{S'} I^2 dt.$$

Calcul de U :

$$U(t) = c\, m_e\, T(x,t) + c\, m_{com} T_{com}(t)$$

$$U(t+dt) = c\, m_s\, T(x+dx, t+dt) + c\, m_{com} T_{com}(t+dt)$$

en régime stationnaire :

$$dU = c\,\delta m\,(T(x+dx) - T(x))$$

et $\delta m = \rho S' v_0 dt$.

On reporte dans le bilan :

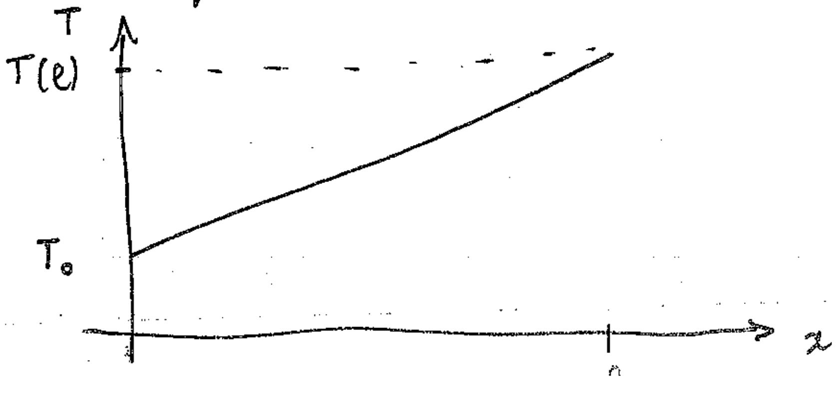
$$c \rho S' v_0\, dt\,(T(x+dx) - T(x)) = \frac{1}{\gamma}\frac{dx}{S'} I^2 dt$$

Après avoir corrigé plusieurs erreurs d'inhomogénéité :

$$\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{1}{c\gamma D S'} I^2$$

$$\Rightarrow T(x) = \frac{1}{c\gamma D S'} I^2 x + T_0$$

E : Pouvez-vous tracer l'allure du graphe ?



PC*2	Compte rendu d'oral	Concours 2015

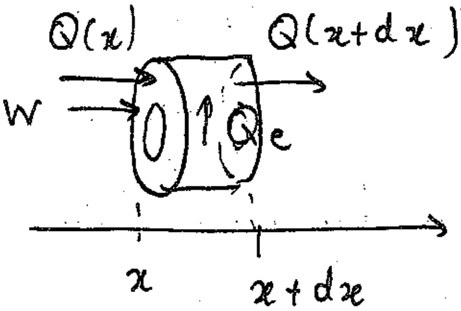
Nom, Prénom :
Concours :
Epreuve :
Examinateur :

65

A renvoyer à M. Fagebaume , Lycée Louis-Le-Grand, 123 rue St-Jacques, 75005 Paris ou scanner et envoyer à pcetoile2@gmail.com

E : Maintenant, on tient compte de la diffusion, mais seulement dans le cylindre métallique.

On refait le même bilan d'énergie interne mais cette fois-ci pour le cylindre :



en régime stationnaire : $dU = 0 = W + Q$

$$W = dR \cdot I^2 \cdot dt$$

$$W = \frac{1}{\gamma} \frac{dx}{S'} I^2 dt$$

$$Q = Q(x) - Q(x+dx) + Q_e$$

on pose : $\overrightarrow{j_{th}} = j_{th}(x)\,\overrightarrow{e_x}$

$$Q(x) = j_{th}(x)\, S\, dt.$$

$$Q(x+dx) = j_{th}(x+dx)\, S\, dt.$$

Et là pour Q_e je suis embêtée ...

E : De quoi dépend Q_e ?

M : De $T(x)$ (t^{ure} du cylindre à x) et $T_0(x)$ (t^{ure} de l'air ...

E : Bon alors le flux est proportionnel à $T(x) - Te(x)$

J'écris $Qe(x) = K\left(T(x) - Te(x)\right) 2\pi a\, dx\, dt$
(avec a rayon interne de la conduite)

$$\Rightarrow Q = -\frac{\partial j_{th}}{\partial x} dx\, S\, dt + K\left(T(x) - Te(x)\right) 2\pi a\, dx\, dt$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\gamma}\frac{dx}{S'} I^2 dt = \frac{\partial j_{th}}{\partial x} dx\, S\, dt - K\left(T(x) - Te(x)\right) 2\pi a \times dx\, dt$$

$$\frac{I^2}{\gamma S'} = \frac{\partial j_{th}}{\partial x} S - K\left(T(x) - Te(x)\right) 2\pi a$$

loi de Fourier : $\vec{j_{th}} = -\lambda\, \vec{\text{grad}}\, T = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x}$

$$\Rightarrow \frac{I^2}{\gamma S'} = -\lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} S - K\left(T(x) - Te(x)\right) 2\pi a$$

2 inconnues : $T(x)$ et $Te(x)$ $\Rightarrow$ il faut une 2^e eq

$\Rightarrow$ on refait le même bilan pour l'eau :

$$c\rho S v_0 dt \left(T_e(x+dx) - T_e(x)\right) = -Q_e$$
$$= -K\left(T(x) - Te(x)\right) 2\pi a\, dx\, dt$$

$$q\,D \frac{\partial Te}{\partial x} = -K\left(T(x) - Te(x)\right) 2\pi a$$

moi : on a 2 eq couplées

E : il vous reste une minute. une idée pour les résoudre ?

Pas d'idée fulgurante ...

E : C'est compliqué. On s'arrête là.

66

Note attendue : 11

Note obtenue :

KASHANI Daneh
PC*2

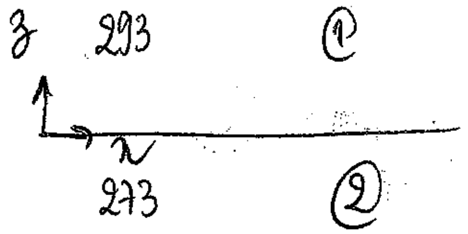
Oral de Physique
X/ESPCI

67

Avec Mr. Billet

"L'exercice s'appelle onde de gravité"

"On va prendre 2 couches d'air, l'une à 273 K et l'autre à 293 K (je crois?)



On va étudier la propagation d'une onde à l'interface, en supposant l'écoulement incompressible"

OK! Autant dire que... voilà.

Je tente de faire l'hypothèse d'un écoulement parfait et irrotationnel, et là on perd 10 mn à montrer (je crois) que parfait $\not\Rightarrow$ irrotationnel...

Retour à l'exercice ("Bon. On va revenir à l'exercice parce-que j'aimerais quand même bien que vous y réfléchissiez")

On simplifie Navier Stokes : $\mu \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \cancel{\mu(\vec{v}\cdot\vec{grad})\vec{v}} = \eta\Delta\vec{v} + \mu\vec{g} + \vec{grad}\,p$

⊕ $\mathrm{div}\,\vec{v} = 0$

On en déduit $\Delta p = 0$ (Laplace)

On cherche p sous la forme $p(x, z, t) = f(z) \cos(\omega t - kx)$

68

En réinjectant, on obtient :

$$p_1(x,z,t) = A e^{-kz} \cos(\omega t - kx) + P_0 - \mu g z$$
$$p_2(x,z,t) = B e^{-kz} \cos(\omega t - kx) + P_0 - \mu g z$$

on ajoute une autre solution de Laplace

En reprenant Navier Stokes, on trouve $\vec{v_1}$ et $\vec{v_2}$.

J'vais m'arrêter là... Petit point amer. ☹

Physique X

ROUIOR
Lorraine :

M. Seux

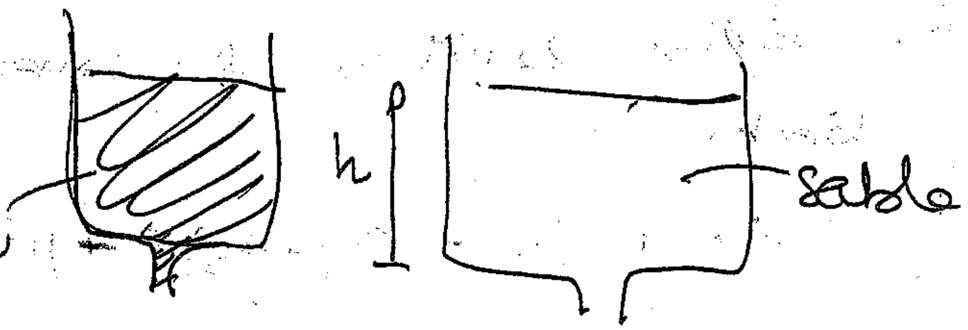
69

Vs voyez ce que c'est une clepsydre ?

Moyen...

C'est un sablier mais ac de l'eau dedans.

Imaginez :



vidange en 1 min

→ à quelle hauteur il y a vidange en 30 s ?

pr l'eau j'ai considéré un fluide pft
(pk ? → il faut tt justifier pas sortir des hypothèses par réflexe d'exos classiques.)

puis Toricelli (j'ai eu du mal à justifier pk $P = P_0$ en sortie.)

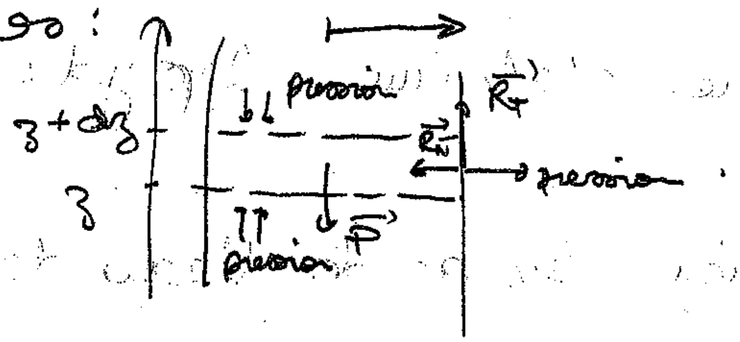
→ on obtient t varie en fct de $\sqrt{h}$

Pr le sable : quelle différence ?

Il m'aide à trouver qu'il y a des frottements solides

Etablir la pression en fct de h.
(avant on avait la pression hydrostatique)

Forces :



On néglige la vitesse cf conservation du débit :

$$\begin{cases} 0 = P(z)S - P(z+dz)S - \mu S dz\, g + R_T \\ 0 = R_N - P(z)\,2\pi R\, dz \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{\partial P}{\partial z} S = f P(z)\, 2\pi R - \mu S g$$

→ ça je l'ai compris après l'oral, parce que j'avais juste dit $\vec{R_T} = \tau \times 2\pi R dz \, \vec{e_z}$ sans exprimer τ
Mais bon j'ai eu 13. :)

Ensuite je pense qu'il faut exprimer P en fct de z, donc h

Après pr remonter au temps je sais pas...

71

Élève : Raphaëlle PRADAL
Concours : X / ESPCI
Note attendue : 7 → 12 / 20
Note obtenue : 13,5 / 20

Exercice 1 :

On a un pulsar à une distance D de la Terre. Les ondes de fréquence $f = 400$ MHz arrivent 700 ms après les ondes de fréquence $f = 1,4$ GHz.
Calculer D.
On modelisera le milieu interstellaire par un plasma de densité $n = 10^4 \ m^{-3}$

Exercice 2 :

En été, je me mets au soleil pour avoir chaud. En hiver, je me mets au coin du feu pour avoir chaud. Expliquer que l'on ressente la même chose.

Indications : ne voyant pas du tout quoi faire, l'examinateur me demande d'où provient la chaleur ("diffusion voire convection pour le feu... mais ça ne peut pas marcher pour le Soleil... énergie contenue dans une onde électromagnétique => vecteur de Poynting ... mais je ne connais ni $\vec{E}$, ni $\vec{B}$...") et finalement m'indique qu'il s'agit du rayonnement d'un corps noir. Je donne $P = \sigma T^4$.
"Unité de P ?" "Watt" Raté c'est $W.m^{-2}$... !) => FIN.

Remarques:

→ j'ai demandé au début si je devais sortir ma calculatrice : il dit non ⇒ j'ai tout fait en ordres de grandeur.

→ on va extrapoler du fait qu'il ne m'ait redonné les valeurs de e et de ε_0 (à la fois je les connaissais...) qu'il ne donnent pas les valeurs des constantes fondamentales les plus classiques.

→ mon application numérique était fausse (j'avais oublié de mettre des grandeurs au carré), il a essayé de me faire m'en rendre compte en me demandant de converti en année-lumière (certes 0,001 a.l. ça paraît peu pour la distance d'un pulsar mais c'est clair d'avoir une idée des ordres de grandeur dans ces domaines là)

→ pour l'exercice 2, il m'a demandé comme ordre de grandeur : la puissance fournie par le Soleil qui arrive à la Terre (en $W.m^{-2}$), la température du Soleil, la distance Terre-Soleil.

BOURQUIN
Chloé
PC*2
(Série 3)

Retours d'oraux – 2015

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 - 21, rue Mallier - 94120 Fontenay-sous-bois, ou par email : vandenbrouck.francois@gmail.com

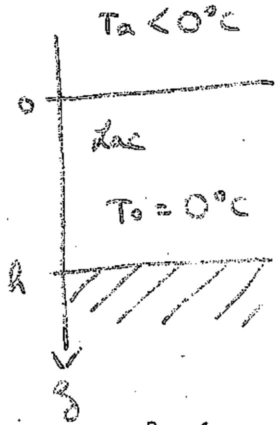
*Toute correction, même partielle, est la bienvenue. **Je compte sur votre contribution !***

Concours : X - ESPCi Epreuve : Oral de physique Examinateur : Sans La Terreur

"On va faire un exercice de saison.
Prenez un lac, à la température $T_0 = 0°C$, de profondeur h. Calculez le temps qu'il met à geler".
Alors que la température dans la pièce flirte avec les 35°C, voire plus. Lol.

→ Réponse possible (copyright Nicolas Jean-Amans) :
" Le lac il est parfait, donc même en-dessous de 0°C bah il va pas geler. Plus de problème, plus d'exercice, fin de l'oral !" Surfusion power.
Oui mais non.

→ Réponse attendue :



On part sur de la diffusion thermique.
On balance l'équation qui déchire tout :

$$\frac{\partial T}{\partial t} = D_{th} \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \quad \text{avec } D_{th} = \frac{\lambda}{\mu c}.$$

Et c'est parti pour la valse des questions :

"C'est quoi λ, μ et c ?"

↳ celles de l'eau (et j'ai même révisé mes ordres de grandeur (mais ça il s'en faut)).

Je dis qu'on se place en régime stationnaire (la base), mais que je ne visualise pas encore où on va y être en fait (puisque la température du lac varie au cours du temps ...).

$$\frac{\partial T}{\partial t} = 0 = D_{th} \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \quad (*)$$

Conditions aux limites : $T(0, t) = T_a$ (CL)

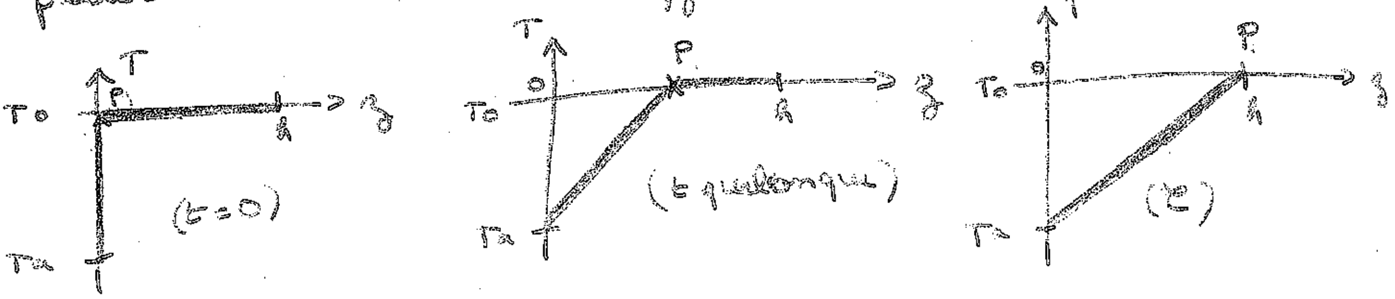
On cherche τ le temps tel que $T(h, \tau) < 0°C$.

$(*) \Rightarrow T(z, t) = A(t) z + B(t)$

(CL) $\Rightarrow B(t) = T_a \Rightarrow T(z,t) = A(t) z + T_a$.

Bon. Et maintenant ?

Il me demande de tracer diverses courbes d'analyse thermique en fonction de z à plusieurs instants différents.



Je comprends après plusieurs minutes que l'ARQS s'applique au point qui se déplace vers h au cours du temps, mais qui reste à la température T_0 : c'est le point A qui correspond au "front" de la glace.

Puis s'ensuit une analyse qualitative du truc :

" C'est que les transferts s'effectuent ? "

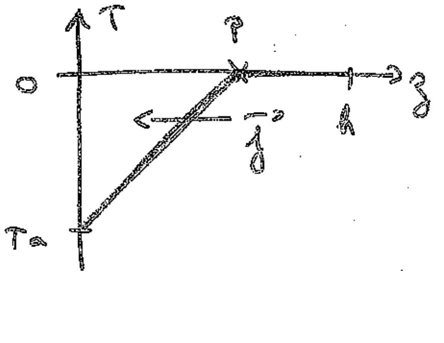
↳ entre l'air et l'eau, à travers la glace.

" C'est pour l'eau ou pour la glace alors tes équations ? "

↳ OK c'est pour la glace. Je transforme mes indices "eau" en "glace".

" Tu peux me montrer $\vec{j}$ sur tes courbes ? "

$\vec{j} = -\lambda\, \overrightarrow{grad}\, T$, donc $\vec{j}$ s'écrit :



Mais j'ai dit que $\vec{j}$ était constant, puisque $\overrightarrow{grad}\, T = \frac{\partial T}{\partial z}\vec{e_z} = A\vec{e_z}$.

Donc il se passe quoi en P ?

Je patauge un peu à ce moment-là. $\vec{j}$ ne peut pas être discontinu, et pourtant en P il y a un bug.

Il tente de m'amener sur la voie en parlant de flux d'énergie, je finis par comprendre qu'il veut que je fasse un bilan d'énergie, mais je suis un peu perdue parce que je lui dis qu'on va certainement retomber sur l'équation de départ avec ça, elle-même issue d'un bilan d'énergie. Bref je finis par arriver à faire un bilan sur une tranche dz au niveau de P, de section S :

$$dH = -\mu S dz \times l_f$$

"Transforme-moi ça en flux".

Un flux d'enthalpie...?

Après hésitations, j'écris $\phi = \frac{dH}{dt} = -\mu S l_f \frac{dz}{dt}$

Puis on égalise les flux (c'est beau, ça marche bien) :

$$j S = +\mu S l_f \frac{dz}{dt}$$

$$\Rightarrow \lambda \frac{\partial T}{\partial z} = -\mu l_f \frac{\partial z}{\partial t} \quad (*')$$

"Bon intègre-moi ça maintenant".

Je remplace $\frac{\partial T}{\partial z}$ par $A(t)$, je sépare les variables...

Il me dit non, j'efface, mais en fait j'avais juste, il me dit de trouver A puis d'injecter.

77

$$T(z,t) = 0°C = A(t)\, z(t) + T_a$$

où z est ici fixée (cote de P).

$$\Rightarrow A(t) = -\frac{T_a}{z(t)}$$

$$(*') \Rightarrow -\lambda \frac{T_a}{z(t)} = -\mu \ell_f \frac{\partial z}{\partial t}$$

$$\Rightarrow z(t)\,dz = +\frac{\lambda T_a}{\mu \cdot \ell_f}\, dt$$

"C'est fini. Dis-moi comment z varie en fonction du temps"

↳ "En racine".

"OK, merci"

Note attendue : 11
Note obtenue : 11

Claire

78

Retour d'oral Physique X

Examinateur : je pense qu'il s'agit d'un nouveau

Exercice : on considere qu'un nuage est un ensemble de petite gouttes d'eau et qu'au bout d'un moment une de ses gouttes se met à descendre sous l'action de la pesanteur et lors de sa descente elle absorbe les petites gouttes sur son passage.

Déterminer $r(t)$ et $z(t)$

D'abord j'explique que qualitativement plus elle descend plus son rayon augmente donc sa masse donc elle accélère…

Puis PFD entre t et $t+dt$ à l'ensemble grosse goutte plus petite goutte absorbée :

$d(mv)/dt = mg$ (1)

Puis faire une sorte de bilan de masse (dans le cylindre qui contient les gouttes absorbées entre t et $t+dt$) :

$d(m)/dt = n \cdot \pi \cdot r^2 \cdot v$ (2)

Puis il faut injecter l'expression de v de (2) dans (1), puis transformer les m en r en considérant que la goutte est homogène :

On obtient une équation qu'on simplifie par r^2, cela donne :

$K(r\, d^2r/dt^2 + 3(dr/dt)^2) = rg$, ou $K = n \cdot m_{goutte}/(4\mu)$

Moi la j'ai commencé à expliquer que cela etre dur à integrer et que donc on pouvait prendre un des deux termes de gauche prédominant sur l'autre : si il y a peu de gouttes dans le nuage j'ai dit que le premier terme dominait et quand il y en avait beaucoup le second.

Je me suis placée dans le premier cas, il me laisse faire…

Puis il me dit de considérer une solution en $r = A t^2$
Je trouve l'expression de A.

Donc celle de r.
Puis en utilisant (2) j'ai z(t)

Puis il me demande quelle est l'énergie dissipée pendant la chute de hauteur h :

La j'explique que je vais prendre comme systeme les gouttes absorbées pendant la chute et la grosse goutte
Je lui explique bilan d'éngerie avec ΔEp +ΔEc = -W, ou W est l'energie dissipée.

Je dis qu'au départ et à la fin immobile donc ΔEc =0
Pour ΔEp il y a la part de la grossse goutte : pour cela il faut trouver m(tf), pour avoir tf utiliser l'expression z(t)
Pour la variation des petites gouttes c'est plus compliqué car il faut trouver les positions des petites gouttes qui vont etre absorbées je dis que avec z(t) et n je trouverai une sorte de cone. Je passe au calcul mais c'est fini.

80

Lycée Louis Le Grand [PC* 2]

TOLEDANO **Retours d'oraux – 2015**

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 - 21, rue Mallier - 94120 Fontenay-sous-bois, ou par email : vandenbrouck.francois@gmail.com

Toute correction, même partielle, est la bienvenue. ***Je compte sur votre contribution !***

Concours : X   Epreuve : Physique   Examinateur : Pierre Sens

On considère un anneau chargé q :

1) Déterminer le champ $\vec{E}$ loin de la spire, puis le champ en O, puis dans tout l'espace.

2) Fréquence des petites oscillations d'un e^- placé au voisinage de O

3) Vitesse minimale à fournir à l'e^- pour qu'il s'échappe

Éléments de correction :

1) Loin de l'anneau, anneau ⇔ pt chargé q

$\Rightarrow \vec{E} = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 x^2}\vec{e_x}$

Par symétrie, $\vec{E}(0) = 0$

On considère un petit élément de longueur dl

$\rightarrow dq = \dfrac{q}{2\pi R} dl$

Notons $d\vec{E} = dE\,\vec{e_r}$ la composante due à dq.
Toutes les composantes horizontales se compensent, toutes les compo. verticales s'ajoutent.

$$\vec{E}(x) = \left(\int dE\, \underbrace{\vec{e_r}\cdot\vec{e_x}}_{\frac{x}{\sqrt{x^2+R^2}}}\right)\vec{e_x}$$

81

et $dE = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\, dq \times \dfrac{1}{x^2+R^2}$

$$\Rightarrow \vec{E}(x) = \int \frac{q}{2\pi R} \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{x}{(x^2+R^2)^{3/2}}\, dl\ \vec{e_x}$$

$$\Rightarrow \vec{E}(x) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{x}{(x^2+R^2)^{3/2}}\vec{e_x}$$

Tracer l'allure de $\vec{E}$

2) PFD à un électron soumis à $-e\vec{E}$
On effectue des DL pour aboutir à :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2\, x = \text{cte} \times x^3$$

$\rightarrow$ oscillations verticales

3) J'ai déterminé E_p par $-eE = -\dfrac{dE_p}{dx}$

$$\Rightarrow E_p = \int eE\, dx$$

Puis TEM à l'électron entre l'instant initial et lorsqu'il est à l'infini

82

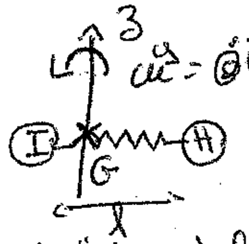
Retours d'oraux - 2015

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 - 21, rue Mallier - 94120 Fontenay-sous-bois, ou par email : vandenbrouck.francois@gmail.com

Toute correction, même partielle, est la bienvenue. Je compte sur votre contribution !

Barthélemy DUTHOIT
Concours : X
Epreuve : Oral de physique
Examinateur : Lunettes, souriant, avec une trottinette.

J'entre dans la salle et il dessine ça au tableau (I)~~(H) et il me dit "On va étudier l'iodure d'hydrogène en modélisant la liaison par un ressort de longueur à vide nulle". Je lui dis qu'a priori, on a qu'un seul degré de liberté mais qu'on peut envisager un mouvement de rotat° autour de l'axe de la liaison. Il me dit qu'on va pas s'intéresser à cette rotation mais qu'il y a bien 2 DL. Je dessine alors ça :



Il me demande "où est le barycentre ?" Je réponds que $m_H < m_I$ donc plus vers I mais ça lui suffit pas et là je me rappelle qu'en fait $m_H \ll m_I$ (5e ligne des halogènes) donc on place le barycentre en I. On considère également I et H comme ponctuels. Bon, en fait l'exo est presque fini, on s'est ramené à un mouvement de force centrale donc : conservat° du moment cinétique + conservat° Em.

1/4

$C = l^2\dot{\theta}$

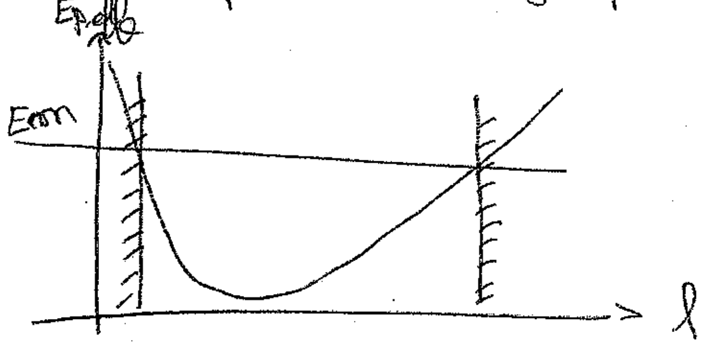
$E_m = E_{p,él} + E_c = \frac{1}{2}k l^2 + \frac{1}{2} m_H l^2 \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} m_H \dot{l}^2$

83

$E_m = \frac{1}{2}k l^2 + \frac{1}{2} \frac{m_H C^2}{l^2} + \frac{1}{2} m_H \dot{l}^2$

Il me demande de commenter cette expression.

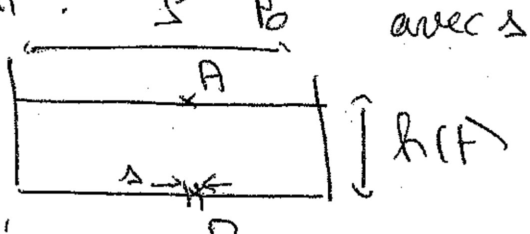
Je lui parle d'énergie potentielle effective et trace ça :



Ensuite il me demande de trouver la position d'équilibre et me dit "Je crois qu'on a fait le tour du sujet".

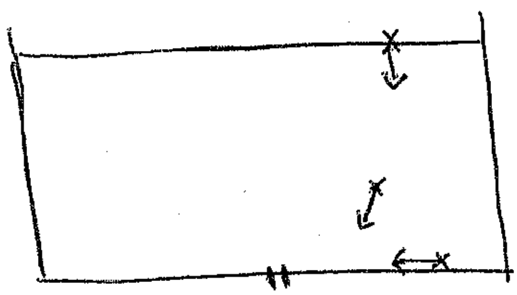
2e exo "Hier j'ai vidé ma baignoire. En 2 minutes elle était à moitié vide. En combien de temps se vide t-elle entièrement ?"

avec $s \ll S$.



Je paramètre le Pb :
Et fait les bonnes hyp :
↳ stationnaire, incompressible, irrotationnel, fluide parfait

Là il me demande de dessiner le vecteur vitesse en plusieurs points



J'utilise la conservat° du débit vol. : $S v_A = s v_B$
et Bernoulli : $\frac{1}{2}\mu v_A^2 + P_A + \mu g h = \frac{1}{2}\mu v_B^2 + P_B$

Je lui dis qu'on peut prendre $P_B = P_0$. Ce à quoi il me répond : " Effectivement, pas de chance, la plomberie de ma baignoire fuit légèrement ".

84

Je dis " on retrouve la formule de Torricelli "

$$v_B = \sqrt{2gh}$$

Là je me dis que ça serait sympa d'exprimer v_B en fonct° de h et de t pour séparer les variables $\Longrightarrow$ Bilan de volume pendant dt

δV sortant $= s v_B \, dt$

or, $dV = + S dh = - \delta V$ sortant ($dh < 0$ et $dV < 0$).

d'où $v_B = -\frac{S}{s} \frac{dh}{dt}$ donc $\boxed{\frac{dh}{\sqrt{h}} = -\frac{s}{S}\sqrt{2g} \times t}$

$T_{1/2}$ = temps de demie-vidange H = hauteur initiale.

T = temps de vidange

On intègre ~~l'équat°~~ l'équat° entre état initial et $T_{1/2}$ puis état ~~final~~ initial et T pour éliminer H qui n'est pas une donnée connue.

On obtient : $T = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}-1} T_{1/2}$ (de mémoire je crois)

donc $T \simeq 4 \, T_{1/2} = 8$ minutes.

3/4

Il me demande de commenter : "$T > 2 \times T_{1/2}$ car la baignoire se vide de moins en moins vite étant donné qu'il y a de moins en moins d'eau". (88)

Il me répond : "OK, mais j'ai ~~[illegible]~~ chronométré 10 min".

Je commence à lui dire qu'à la fin, l'hypothèse de stationnarité n'est plus vraie car elle repose sur le fait que $v_B \ll v_A$ or, $h(t) \to 0$ donc $v_B \to v_A$. Ça a pas l'air de le satisfaire. Je m'imagine le bain en train de couler et là je comprends : écoulement tourbillonnaire.

En fait la naissance d'un tourbillon fait que la vitesse d'écoulement au niveau du tourbillon n'est plus tout à fait verticale mais a aussi une composante horizontale donc qu'à la fin, ça se vide moins vite.

"OK, merci".

CCL : Exercices sans grande difficultés, mais il faut bien maîtriser les ex. classiques. L'examinateur insiste pas mal sur le qualitatif tout au long de l'oral

86

Retours d'oraux – 2015

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 - 21, rue Mallier - 94120 Fontenay-sous-bois, ou par email : vandenbrouck.francois@gmail.com

Toute correction, même partielle, est la bienvenue. Je compte sur votre contribution !

Concours : X - ESPCI Epreuve : Oral de physique Examinateur : M. Bilal

<u>Exercice de méca quantique</u>

Modèle semi-classique de l'atome.

L'examinateur m'a donné un sujet tapé, mais je n'ai pas eu le temps de finir de le lire qu'il m'a posé des questions :

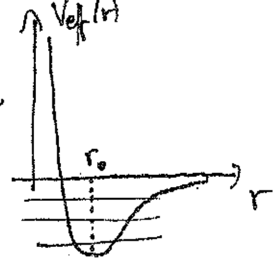
* D'abord modèle classique : présenter / proposer un modèle ; ordres de grandeur des forces (poids de l'électron, force électrostatique)
* Donner une équation différentielle sur r (appliquer un PFD ou plus rapide par bilan énergétique)

↳ "parlez-moi de la loi des aires", "que représente la constante des aires ?" (moment cinétique)

↳ "alors nous allons discuter de cette constante !"
il me demande de tracer des courbes $E_{peff} = f(r)$ mais il préfère que j'écrive $V_{eff}(r)$ pour préparer l'approche quantique.

* Il me dit : " maintenant on va quantifier le moment cinétique, qu'est ce qui va se passer ?"

↳ parler de quantification d'énergie, si l'on considère que nous nous plaçons dans un puit de potentiel.



* "Pouvez-vous me donner une équation de mécanique quantique si l'on considère que l'électron a un mouvement unidimensionnel selon r ?"

↳ j'écris l'éq^n de Schrödinger dans sa forme générale

(il m'explique que l'approximation d'un mvt unidimensionnel n'est pas si mauvaise en réalité)

↳ je propose de considérer les états stationnaires pour résoudre.

"Mais ça veut dire quoi "stationnaire" ?"

(et là j'ai perdu beaucoup de temps car je n'ai pas su dire clairement ce qui ne dépendait pas du temps (la réponse est la densité de probabilité soit $|\psi|^2$...)

* "Dessinez-moi les niveaux d'énergie dans le puit de potentiel"

"Pourquoi votre niveau le plus bas n'est pas confondu avec le minimum de la courbe ?"

"Pouvez-vous me donner une explication rapide qualitative ?"

(→ inégalité d'Heisenberg spatiale)

* "Calculons la valeur de l'énergie du niveau fondamental."

Il me demande sa valeur dans le cas d'un oscillateur harmonique et je ne m'en souvenais plus → il me rappelle $E = \frac{\hbar\omega_0}{2}$

pour $V(x) = \frac{1}{2} m\omega_0^2 x^2$

"Quel est l'équivalent de ω_0 ici ?" → je ne sais pas

"Eh bien tout minimum peut être développé comme un puit harmonique"

Ainsi il fallait déterminer la valeur de r_0 pour laquelle V_{eff} est minimal puis développer $V_{eff}(r)$: $V_{eff}(r) = V_{eff}(r_0) + \underbrace{V_{eff}'(r_0)}_{=0}(r-r_0) + \frac{1}{2}\underbrace{V_{eff}''(r_0)}(r-r_0)^2$

voilà notre ω_0 ! (presque)

Ainsi on déterminer Emin !

(je pense que l'exercice n'avait pas pour but de trouver Emin, mais vu que j'ai été lent à certains moments, je n'ai pas pu aller plus loin...)

88

PC*2	Compte rendu d'oral	Concours 2015

Nom, Prénom : ORIOL Elie
Concours : X-ESPCI
Epreuve : Physique
Examinateur : Mr SENS

A renvoyer à M. Fagebaume , Lycée Louis-Le-Grand, 123 rue St-Jacques, 75005 Paris ou scanner et envoyer à pcetoile2@gmail.com

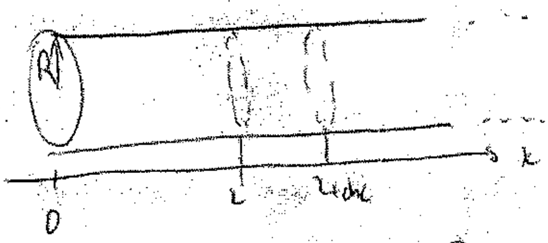
NOTE : 15

1

Mr SENS un peu intimidant, l'air un peu foufou.
Mais oral assez intéressant ! Je ne m'attendais pas à ça.

Exo qui paraît au début assez classique, puis Mr Sens lâche une hypothèse à la fin de la présentation de l'exo qui change tout.
Ensuite, se met derrière son ordi et là pour lui on n'existe plus pendant 5/10 minutes...

Exo



tube semi-infini
diffusion de particules, on en injecte en continu en $x=0$ de telle sorte que $c(0,t) = c^{te} = \alpha$.

Profil de $c(x)$ en régime ~~statio~~ ?

Attention, on considère de plus que le tube est $\boxed{\text{poreux}}$.

→ Alors pertes latérales. → Libre cours à la modélisation !

J'explique ce qui se passe, je décide de modéliser les pertes par un flux surfacique sur les parois internes du tube analogue à un flux conducto-convectif (Newton) (en diffusion thermique) → $\phi_s = h\,c(x,t)$

(Le terme de flux conducto-convectif ne lui parlait pas, il me l'a fait comprendre) → j'ai donc expliqué que je pouvais faire dépendre les pertes simplement de façon linéaire par rapport à $C(x)$ et la surface latérale interne. → OK.

Petit bilan, etc → sur tranche dx pendant dt

$$\delta N_e = +D\pi R^2 \frac{d^2c}{dx^2}\,dx\,dt$$

← terme que j'avais oublié en recopiant mon bilan final ⇒ faire bien attention !

$$\delta N_p = h \cdot 2\pi R\, dx\, c(x)\, dt$$

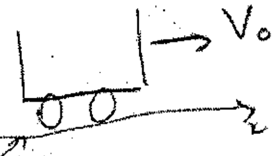
p pour pertes

$$\rightarrow \boxed{\frac{d^2c}{dx^2} - \frac{2h}{RD}\,c(x) = 0}$$

→ pas de divergence en $+\infty$, $c(0) = \alpha$ ⇒ $C(x) = \alpha \exp\left[-\frac{2h}{RD}x\right]$

Maintenant, on veut modéliser les pertes pour déterminer h.
Il me demande ce que je veux faire : je propose de modéliser le milieu poreux par des interstices circulaires de même rayon r, régulièrement distribués sur la paroi interne, dont on note la densité surfacique d'interstices δT. On voit ensuite que les particules qui se déplacent peuvent ~~taper~~ sur les parois et si elles tapent un interstice, pouf elles disparaissent et une autre particule peut immédiatement venir la suivre.
On discute, et là d'un coup il me parle de gaz (nouvelle hypothèse surprise qu'il lâche au milieu de la conversation l'air de rien)
→ je modélise alors par vitesse quadratique moyenne, etc.
On obtient une expression de h qui dépend : de la densité surfacique de trous, de la surface des trous et de la surface intérieure du tube... OK.

2e exo :



pas de frottements

- le wagon passe dans une zone de pluie (qui tombe verticalement) $\vec{p}$? $\vec{V}$? E_c ? (conservation p_x selon (Ox))
- Maintenant trou dans le wagon, mêmes questions.

Retours d'oraux – 2015

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 - 21, rue Mallier - 94120 Fontenay-sous-bois, ou par email : vandenbrouck.francois@gmail.com

*Toute correction, même partielle, est la bienvenue. **Je compte sur votre contribution !***

89

Concours : X - ESPCI   Epreuve : Physique   Examinateur :

Exercice : Dilatation

on a une particule masse m, charge q qui se déplace selon x dans un potentiel $\phi(x) = \frac{V_0}{q}\left(-\frac{2\ell}{x} + \frac{\ell^2}{x^2}\right)$ $x > 0$, $V_0 > 0$

1) position d'équilibre x_0
2) étude mouvement faible amplitude ξ_0
3) solution au premier ordre en $\varepsilon = \frac{\xi_0}{\ell}$
4) valeur moyenne de cette solution par rapport au temps

(il m'a dit "je vous donnerai la suite après" mais je savais que je n'aurais pas le temps d'avoir la suite)

1) on écrit équation du mouvement

$$m\ddot{x} = q(-\overrightarrow{\text{grad}}\,\phi \cdot \overrightarrow{e_x})$$

soit $m\ddot{x} = -q\frac{V_0}{q}\left(\frac{2\ell}{x^2} - \frac{2\ell^2}{x^3}\right)$

à l'équilibre $\ddot{x} = 0$ on obtient $\boxed{x_0 = \ell}$

2) on écrit $x = x_0 + \xi$ où ξ faible déplacement d'amplitude ξ_0

on remplace, on peut faire un DL (j'ai fait à l'ordre 1 mais puisqu'il fallait étudier les "perturbations" il m'a ensuite fait calculer l'ordre 2)

$$m\ddot{\xi} = -V_0\left(\frac{2\ell}{(x_0+\xi)^2} - \frac{2\ell^2}{(x_0+\xi)^3}\right) = -V_0\left(\frac{2\ell}{x_0^2}\left(1 - 2\frac{\xi}{x_0}\right) - \frac{2\ell^2}{x_0^3}\left(1 - 3\right.\right.$$

(il fallait remplacer x_0 par ℓ ici, ce que j'ai mis du temps à faire)

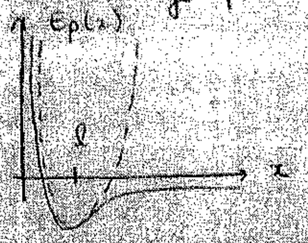
$$m\ddot{\xi} = V_0\left(\cancel{\frac{2}{\ell}} - \frac{6\xi}{\ell^2} - \cancel{\frac{2}{\ell}} + \frac{4\xi}{\ell^2}\right)$$

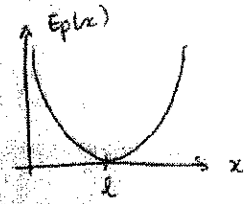
on reconnait oscillateur harmonique (plus précisement, on devine que l'on va avoir un OH)

3) $\boxed{\ddot{\xi} + \frac{2V_0}{ml^2}\xi = 0} \Rightarrow \boxed{\xi = \xi_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)}$, $\omega_0 = \sqrt{\frac{2V_0}{ml^2}}$.

là il m'a dit « j'aimerais que vous me traciez un graphe, mais lequel ? »
je regarde le tableau, il me dit en souriant « pas le graphe de la fonction cos ! »

moi « je peux tracer l'Ep » lui « voilà ! »





il m'a demandé ensuite celui d'un OH pour me faire deviner l'approximation que j'avais faite, à savoir

(pointillés)

on a eu une discussion sur les forces centrales car en dessinant le premier graphe j'ai dit que l'on retrouvait le graphe « habituel ». Ainsi, il en est venu à me demander d'identifier les termes du potentiel $\Phi(x)$ en comparaison au cas des forces centrales

Ensuite on a repris le calcul avec un DL à un ordre supérieur

$$m\ddot{\xi} = -V_0\left(\frac{2l}{x_0^2}\left(1 - 2\frac{\xi}{x_0} + 3\frac{\xi^2}{x_0^2}\right) - \frac{2l^2}{x_0^3}\left(1 - 3\frac{\xi}{x_0} + 6\frac{\xi^2}{x_0^2}\right)\right)$$

$$\ddot{\xi} = \frac{V_0}{m}\left(\cancel{\frac{2}{l}} - \frac{6\xi}{l^2} + \frac{12\xi^2}{l^3} - \cancel{\frac{2}{l^2}} + \frac{4\xi}{l^2} - \frac{6\xi^2}{l^3}\right)$$

$$\ddot{\xi} = \frac{V_0}{m}\left(\frac{6\xi^2}{l^3} - \frac{2\xi}{l^2}\right) \text{ avec } \omega_0^2 = \frac{2V_0}{ml^2} \qquad \ddot{\xi} = \omega_0^2\left(\frac{3\xi^2}{l} - \xi\right)$$

pour résoudre on pose $\xi = \xi_{(0)} + \xi_{(1)}$ où $\xi_{(1)} \ll \xi_{(0)}$ et $\xi_{(0)}$ ce qu'on a calculé précédemment

$$\cancel{\ddot{\xi}_{(0)}} + \ddot{\xi}_{(1)} = \omega_0^2\left(\frac{3(\xi_{(0)} + \xi_{(1)})^2}{l} - (\cancel{\xi_{(0)}} + \xi_{(1)})\right)$$

soit $\ddot{\xi}_{(1)} = \omega_0^2\left(\frac{3\xi_{(0)}^2}{l} - \xi_{(1)}\right) \Rightarrow \boxed{\ddot{\xi}_{(1)} + \omega_0^2 \xi_{(1)} = \omega_0^2 \frac{3\xi_{(0)}^2}{l}}$

4)

excitation $\omega = 2\omega_0$
et une constante

puis il m'a rapidement expliqué que pour la moyenne on avait le terme oscillant en $2\omega_0$ qui s'annulait et la constante (c'était rapide, je n'ai pas tout compris) et voilà fini

Commentaires : examinateur sympathique, souriant, pose des questions pour nous orienter. il faut penser au sens physique (ce que je n'ai pas très bien fait ici). C'était un vrai dialogue. Oral intéressant !

BOUSCAL
Adrien
PC*2

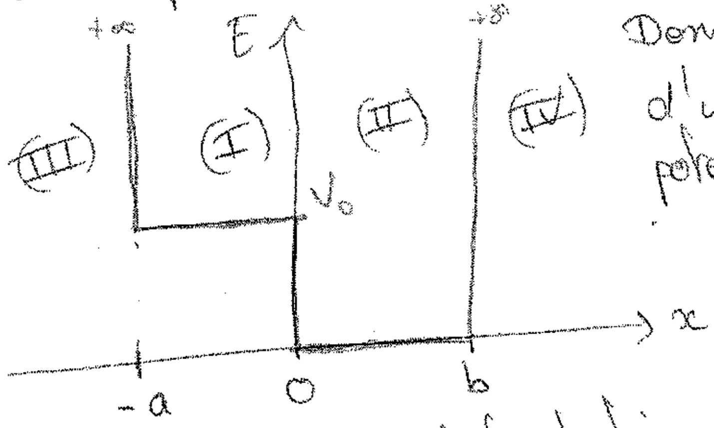
Epreuve : Physique Concours : X - ESPCI
Examinateur : M. Bilal

91

Examinateur assez neutre qui ne laisse pas qqn bloqué trop longtemps.

1er exo Méca Q

On a le potentiel suivant (puits à "deux niveaux")



Donner les énergies possibles d'une particule dans ce potentiel

Discuter selon les valeurs de V_0 et b

On recherche des états stationnaires

" Définition et sens physique ? "

J'écris $\Psi(x,t) = \varphi(x) e^{-i\omega t}$ (forme factorisée)

puis il me fait dire que la densité de probabilité (la seule chose mesurable) est indépendante du temps.

1er cas $\boxed{E > V_0}$

Schrödinger dans régions (I) et (II). Je justifie qu'en (III) et (IV) la fonction d'onde est nécessairement nulle

Conditions de raccordement

$$\begin{cases} \varphi_I(-a) = 0 \\ \varphi_I(0) = \varphi_{II}(0) \\ \varphi_{II}(b) = 0 \\ \varphi_I'(0) = \varphi_{II}'(0) \end{cases}$$

on obtient $\dfrac{\tan(k_1 a)}{k_1} = -\dfrac{\tan(k_2 b)}{k_2}$

où $k_1^2 = \dfrac{2m(E-V_0)}{\hbar^2}$

et $k_2^2 = \dfrac{2mE}{\hbar^2}$

Il me dit qu'on ne peut pas en dire plus
ça lui suffit, k_1 et k_2 contenant E

<u>2^e cas</u> $E < V_0$

"A quelle condition existe-t-il à coup sûr une valeur de l'énergie inférieure à V_0?"

Je lui dis qu'on a une énergie de confinement minimale dans le puits semi infini de l'ordre de

$$E_{min} \sim \frac{\hbar^2}{mb^2}$$

On a existence d'un tel niveau si

$$\boxed{V_0 \gtrsim \frac{\hbar^2}{mb^2}}$$ ça lui suffit

conditions de raccordement : on a toujours $\varphi_{II}(b) = 0$
φ_{II} inchangée

Mais dans (I), la solution de Schrödinger est en somme de exp. Il me demande pourquoi pas écrire en somme de ch et sh. Il a raison, les conditions aux limites seront plus simples à exploiter

$$\varphi_I(x) = A_3 \cosh(qx) + B_3 \sinh(qx)$$ avec $$q = \frac{\sqrt{2m(V_0 - E)}}{\hbar}$$

$$\left\{\begin{array}{l} \varphi_{II}(b) = 0 \\ \varphi_I(0) = \varphi_{II}(0) \\ \varphi_I(a) = 0 \\ \varphi_I'(0) = \varphi_{II}'(0) \end{array}\right. \qquad \frac{\tanh(qa)}{q} = -\frac{\tan(k_2 b)}{k_2}$$

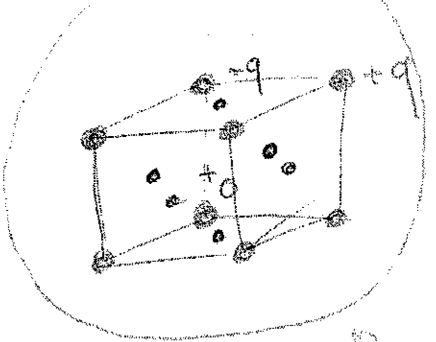
On a une condition sur E (qui est comprise dans q et k_2)

On passe à un 2^e exo. Je crois que la seule chose qui l'intéressait dans cet exo était la discussion qualitative du 2^e cas.

2^e exo : Electrostatique

Charges +q à chaque sommet
−q au centre de chaque face

93



Sphère de rayon R
de centre O

"Quelle est la moyenne du potentiel électrostatique sur la sphère ?"

On cherche donc :

$$\overline{V} = \frac{1}{4\pi R^2} \iint_{S(1)} V(M).dS$$

Je commence à calculer des distances dans le cube

"Vous vous doutez bien que je ne vous aurai pas donné autant de calculs à faire en 9 min. Seule la valeur de l'intégrale nous intéresse."

→ Théorème de Gauss !

$$\iint_{S(1)} \vec{E}(M).\vec{n}\, dS = - \iint \overrightarrow{grad}\, V . \vec{e_r}\, dS$$
$$= - \iint_{S(1)} \frac{\partial V}{\partial r}\, dS$$
$$= \frac{2q}{\varepsilon_0}$$

Ici, énorme bêtise. Je raconte que dS ne dépend que de θ et φ or on dérive par rapport à r. On peut donc intervertir. Malheureusement c'est faux car on obtient

$$\overline{V} = \frac{\ominus 2q}{4\pi\varepsilon_0 R} \rightarrow$$ pas logique, ce que je lui signale

Il fallait exprimer correctement dS en fonction de $\underline{r}$, θ et φ. "Vous avez été un peu vite dans l'interversion"

Fin de l'oral. Note obtenue : 17 (1^er exo surtout calculatoire)

Retours d'oraux – 2015

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 - 21, rue Mallier - 94120 Fontenay-sous-bois, ou par email : vandenbrouck.francois@gmail.com

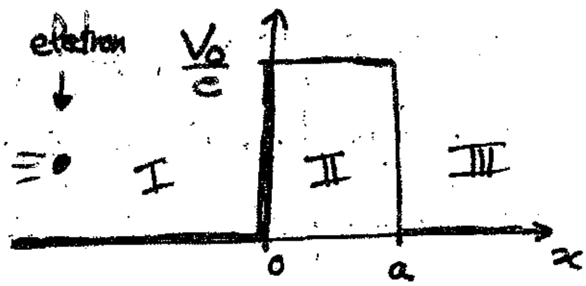
Toute correction, même partielle, est la bienvenue. Je compte sur votre contribution !

Concours : X-ESPCI Epreuve : Physique Examinateur : Mr Sens, aka poutine

On envoie un e^- vers les x croissants
à quelle condition la "trajectoire" est la même qu'en mécanique classique ?

$a = 0{,}2$ nm $v \in [10^{-3}c\ ;\ 10^{-2}c]$
c : célérité de la lumière

$V_0 = 2{,}5$ eV



profil du potentiel

Déroulement de l'oral :

- Il m'assiste pas mal au début. Mr Sens est TRÈS directif
je trace $E_p(x)$ puis E_c et E_m → on connait alors la trajectoire en mécanique classique : c'est un puit de potentiel. La particule passe dans tous les cas et est accélérée entre $0 \leq x \leq a$

- MQ : on regarde les états stationnaires, il me demande de lui dire ce qui se passe. intuition quantique ? BOF… je lui propose plutôt de faire parler les équations. Il m'aboie un "NON!" tonitruant. Dommage…

je lui dit que l'electron peut être reflechi à l'entrée du puit de potentiel. En écrivant Schrödinger, je commet une faute en remplaçant V par V_0 ($\vec{F} = -e\vec{E} = e\,\vec{grad}V = -\vec{grad}(-eV)$, donc il faut écrire $\underline{-V_0}$)

Cela ne lui plaît pas du tout et j'ai le droit à un petit speech sur les équations apprises par coeur...

J'écris les CL en $x=0$ et $x=a$: Système assez moche.

On commente la valeur de certains paramètres pour essayer de le simplifier. Bof, les approximations ne sont pas très convaincantes. Il m'interdit de résoudre le système (y'a de quoi...). Je lui dit que je vais alors imposer $A=0$ dans la région I ($\varphi_I(x) = Ae^{-ikx} + Be^{ikx}$) pour éviter l'onde réfléchie. C'est comme une couche anti-reflet.

4 éq, 3 inconnues $\rightarrow$ on a la condition qu'il cherche.

Bilan : oral TRÈS dirigé par Mr Sens. Il a été plutôt aidant sur la partie quantique.

note obtenue : 12

Retour d'oral - X-ESPCI

05/07/2015

Examinateur avenant mais qui donnait un peu l'impression de remplacer quelqu'un d'autre : après m'avoir lu un exercice dans son livret (la page était une photocopie, l'exercice avait donc été préparé par quelqu'un d'autre), il a passé l'oral à faire les calculs en même temps, comme s'il découvrait l'exercice. Son léger accent, avec la grêle à parfois rendu les questions un peu difficiles à comprendre.

Exercice :
On considère un Michelson réglé en lame d'air. On demande dans un premier temps *l'expression de l'éclairement au centre de l'écran*. Je donne la formule de Fresnel, l'examinateur me regarde surpris, me demande d'où cette formule vient, et donc de la démontrer. Il me demande, dans la démonstration en complexe, à quoi correspond les signaux s_, puisque le terme d'onde lumineuse, ou signal lumineux ne le convainc pas. Associer un signal électrique le satisfait.

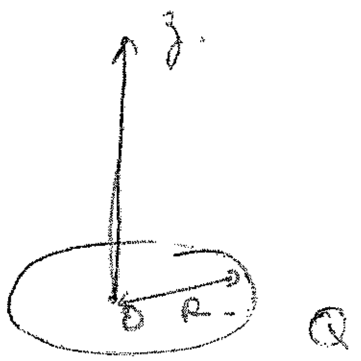
On impose ensuite une translation uniforme d'un des miroirs à une vitesse v. On demande de montrer que ce dispositif est équivalent à un Michelson dans lequel on aurait un décalage en fréquence entre les deux bras de l'interféromètre. J'utilise d'abord la formule de Fresnel avec $e = e_0 + vt$, puis je reprends la démonstration avec des fréquences différentes sur les deux bras. On obtient le même type d'expression ; il suffit alors de montrer d'ajuster le Δω pour que les arguments correspondent pour tout t. Je donne la formule sous la forme $\Delta f = \frac{2v+c}{\lambda}$, l'examinateur n'est pas content, me dit que cela n'a pas vraiment de sens, et vient écrire Δf sous la forme d'une fonction de f.

Etant donné que j'avais évoqué l'effet Doppler pendant la résolution, l'examinateur me demande alors *l'influence de l'effet Doppler sur le résultat obtenu*. Je donne la formule de l'effet Doppler, et après développement limité ($v \ll c$), on trouve un décalage en fréquence du à l'effet Doppler. L'oral s'est terminé là.

YANG — Oral Physique X-ESPCI — M. Bolat

97

On considère un anneau uniformément chargé de charge globale Q.



1) Calculer le champ électrique sur l'axe de l'anneau (Oz) et tracer son allure en fonction de z.

2) On considère un e^- au voisinage de O sur l'axe (Oz). Décrire son mouvement

3) Quelle vitesse minimale v_{min} pour que l'e^- puisse s'échapper de l'attraction de l'anneau

---

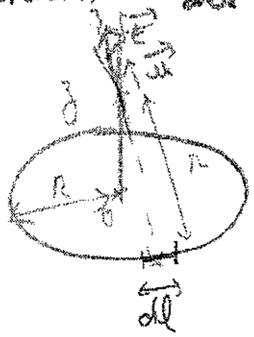
Très calculatoire : j'ai fait beaucoup d'erreurs de signe et d'intégration

98

1) Je propose d'utiliser le théorème de Gauss mais il me dit que la géométrie n'est pas assez symétrique : en effet, proche de l'anneau on a une symétrie cylindrique de la distribution de charge mais loin on peut considérer l'anneau comme une charge ponctuelle Q donc de symétrie sphérique

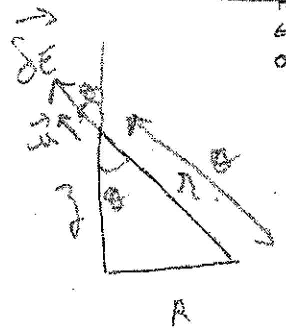
$\Longrightarrow$ non concordance de symétrie.

Il me propose de calculer plutôt directement en considérant des portions discrètes et chargées de l'anneau.



dl crée un champ $\delta\vec{E} = \dfrac{\frac{Q}{2\pi R}\times dl}{4\pi\varepsilon_0(R^2+z^2)}\,\vec{u}$.

$$\vec{E}(z) = \int \delta\vec{E}$$



Les composantes horizontales se compensent, il reste selon (Oz) : $\delta\vec{E}_z = \dfrac{\frac{Q}{2\pi R}\,dl}{4\pi\varepsilon_0(R^2+z^2)}\cos\theta\,\vec{e_z}$

et $\cos\theta = \dfrac{z}{\sqrt{z^2+R^2}}$

$$\vec{E}(z) = \int \delta\vec{E}_z = \frac{Q}{2\pi R}\times\frac{1}{4\pi\varepsilon_0(R^2+z^2)}\left(\int_{\text{anneau}} dl\right)\frac{z}{\sqrt{z^2+R^2}}\,\vec{e_z}.$$

$$= \frac{Q}{\cancel{2\pi R}}\times\frac{1}{4\pi\varepsilon_0(R^2+z^2)}\times\cancel{2\pi R}\times\frac{z}{\sqrt{z^2+R^2}}\,\vec{e_z}.$$

$$\vec{E}(z) = \frac{Q \quad z}{4\pi\varepsilon_0 \left(R^2+z^2\right)^{3/2}} \; \vec{e_z} .$$

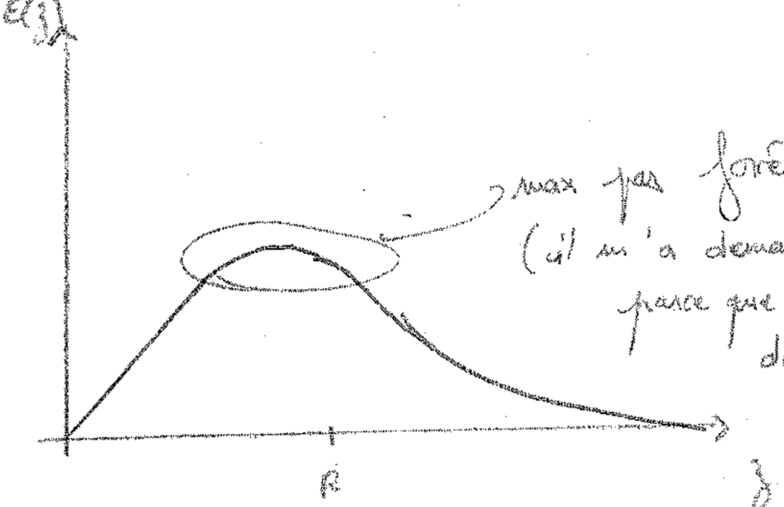
99

<u>Allure graphique:</u>

Je dis : pour $z \ll R$ (distance caractéristique)

$$E(z) \simeq \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} z$$

pour $z \gg R$, $E(z) \simeq \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{1}{z^2}$



max pas forcément en R (il m'a demandé cette question parce que au début je l'avais dessiné en R)

2) Pour un e^- au voisinage de O, $z \ll R$ alors

$\vec{E}(z) \simeq \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} z \, \vec{e_z}$ (j'avais manqué de lucidité et je recommençais à calculer le champ proche ... bon)

Alors <u>PFD:</u> (sur $\vec{e_z}$) $\quad m_e \frac{d^2 z}{dt^2} = -e \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} z$

d'où $\quad \frac{d^2 z}{dt^2} + \frac{eQ}{m_e 4\pi\varepsilon_0} z = 0$

Si $Q > 0$, $\omega_0^2 = \frac{eQ}{m_e 4\pi\varepsilon_0}$ $\longrightarrow$ oscillation, état lié

Si $Q < 0$, état de diffusion

3) Je propose une méthode énergétique (100)

→ Calcul de l'énergie potentielle? Si vous voulez. (peut-être Autre méthode ?).

$$\vec{F} = -e\vec{E}(z) = -\overrightarrow{\text{grad}}\,E_p(z) \Rightarrow \frac{eQ}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{z}{(R^2+z^2)^{3/2}} = \frac{dE_p}{dz}$$

Remarque: ici j'ai fait beaucoup d'erreurs de calcul bêtes (oubli de signe moins, calcul intégral), je voulais aller vite mais le stress et la douleur, (semaine suivante) réduisent mon cerveau à ce point. Poser tranquillement les calculs, même si ça prend beaucoup de ligne, au moins c'est sûr.

Changement de variable : $u = R^2+z^2 \Rightarrow du = 2z\,dz$

$$E_p(z) = \int_0^z \frac{eQ}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{z}{(R^2+z^2)^{3/2}}\,dz + C$$

$$= \frac{eQ}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{1}{2}\int_{R^2}^{R^2+z^2} \frac{du}{u^{3/2}} = \frac{eQ}{8\pi\varepsilon_0}\left[-2\,u^{-1/2}\right]_{R^2}^{R^2+z^2} + C$$

$$= -\frac{eQ}{4\pi\varepsilon_0} \times \left(\frac{1}{\sqrt{R^2+z^2}} - \frac{1}{R}\right) + C$$

$$E_p(z) = -\frac{eQ}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{\sqrt{R^2+z^2}} + 0 \quad (\text{choix de } C)$$

Conservation de l'E_m : vitesse minimale de libération ⟹ à l'∞, vitesse de l'e^- nulle, $E_p(z\to+\infty)=0$. (comme pour force centrale)

$$\overbrace{\frac{1}{2}m_e v_{min}^2 - \frac{eQ}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{R}}^{\text{en } z=0} = 0 \quad (\text{à l'infini})$$

$v_{min} = \sqrt{\frac{eQ}{m_e\pi\varepsilon_0} \times \frac{1}{R}}$ que si $Q>0$

(101)

Lycée Louis Le Grand [PC * 2]

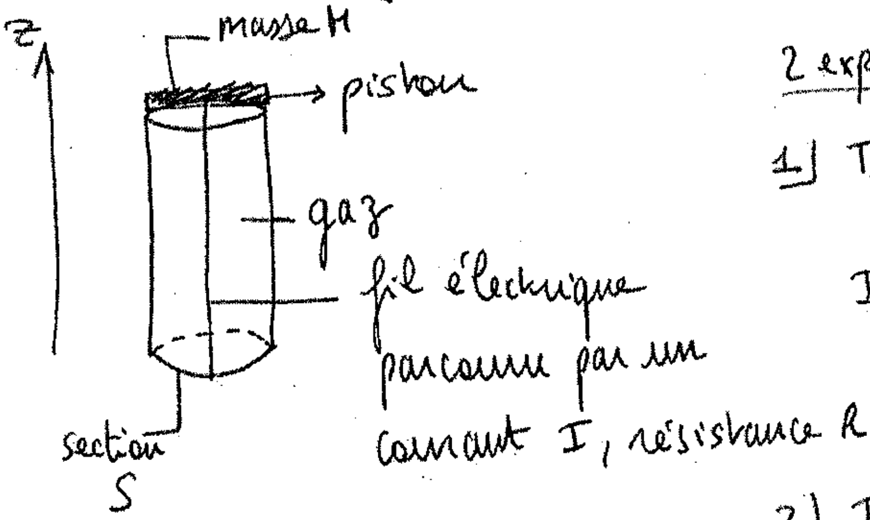
Retours d'oraux – 2015

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 - 21, rue Mallier - 94120 Fontenay-sous-bois, ou par email : vandenbrouck.francois@gmail.com

Toute correction, même partielle, est la bienvenue. Je compte sur votre contribution !

Concours : X Epreuve : Physique Examinateur : P. Sens

On considère un gaz dans un cylindre.



2 expériences :

1] $T_{\text{initiale gaz}} = T_{i_1}$, piston mobile.
I pendant $\Delta t = 10\,s$.
$T_{\text{finale}} = T_{f_1}$

2] $T_{\text{initiale gaz}} = T_{i_2}$, piston immobile. I pendant Δt.
$T_{\text{finale}} = T_{f_2}$.

* Déterminer la nature du gaz à l'intérieur du cylindre et la valeur du courant I.

* Modélisation effet Joule.

BRIOLE PC*2
Alice

Oral physique X / ESPCI

102

On considère une bille de rayon a dans un fluide visqueux (η).

Vitesse initiale nulle.

Fluide à T_0 (il reste à T_0)

Bille passe d'une température T_0 à T, au bout d'un temps long.

Force de frottement visqueux du type :

$$\vec{F} = -\alpha \vec{v} \text{ avec } \alpha = 6\pi a \eta .$$

Etudier le mouvement de la bille et calculer la variation d'entropie de l'univers.

→ Horrible, il ne parlait pas

Pour le mouvement ça allait, on résout une equa diff (en negligeant la masse volumique du fluide).

Ensuite j'ai fait un premier principe sur la bille ~~$\Delta E_p + \Delta E_c$~~ entre z et $z+dz$ (t et $t+dt$)

$$\delta E_p + \delta E_c + dU = \delta W + \delta Q$$

avec $\delta W = \vec{F_\eta} \cdot \vec{dl}$.

On peut calculer $S_{ech} = \int \frac{\delta Q}{T}$ mais T varie dans le temps, et on ne connait pas sa profil de variation.

Il me disait qu'il voulait la variation d'entropie de l'univers je ne comprenais pas...

J'ai proposé un profil exponentiel pour T, avec le même temps caract que la vitesse ?

103

Rapport de l'Oral de Physique
X

ZHOU Benoît
PC*2

Session 2015

1 Exercice I

On considère un cylindre de rayon r et de hauteur h en rotation autour de son axe à une vitesse angulaire ω (valeurs numériques fournies). Il est rempli d'azote. Donner la répartition de l'azote dans le cylindre. Que se passe-t-il si l'on remplace l'azote par de l'air ? Et si la paroi est calorifugée ?

2 Exercice II

On considère un récipient cylindrique. Il explose lorsqu'on impose une pression ΔP à l'intérieur de celui-ci. On considère maintenant le même récipient (même matériau, épaisseur etc...) mais sphérique. À quelle pression explose-t-il ?

FIN DE L'ORAL

3 Commentaires

L'examinateur est Pierre Sens. Il débité l'énoncé de l'exercice à une vitesse incroyable : impossible de tout noter. Par ailleurs, il est très déstabilisant.

104

Retours d'oraux – 2015

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 - 21, rue Mallier - 94120 Fontenay-sous-bois, ou par email : vandenbrouck.francois@gmail.com

Toute correction, même partielle, est la bienvenue. ***Je compte sur votre contribution !***

Concours : X Epreuve : physique Examinateur : petit blond avec des lunettes

Un électron est confiné dans l'espace, soumis à un potentiel $\Phi = -\frac{m}{2e}\omega^2 x^2$

1. Energie minimale de l'électron ?

$E_p = -e\left(-\frac{m}{2e}\omega^2 x^2\right) = \frac{m}{2}\omega^2 x^2$

$E_c = \frac{1}{2}mv^2$

$\Rightarrow E_{tot} = \frac{m}{2}\omega^2 x^2 + \frac{1}{2}mv^2$

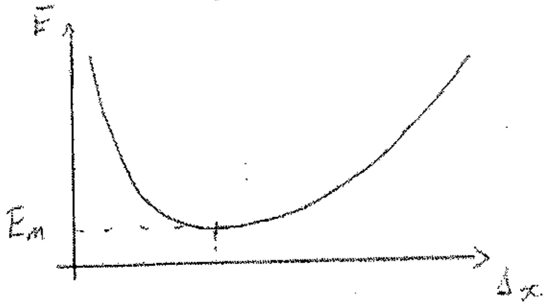
Cas classique : $x = 0$ et $v = 0 \rightarrow E_{min} = 0$

Heisenberg : $\Delta x \, \Delta v \geq \frac{\hbar}{2m}$

$\Rightarrow \Delta v \geq \frac{\hbar}{2m\Delta x}$

$\Rightarrow E_{tot} \geq \frac{m}{2}\omega^2 \Delta x^2 + \frac{1}{2}m\left(\frac{\hbar}{2m\Delta x}\right)^2$

$\geq \frac{m}{2}\omega^2 \Delta x^2 + \frac{1}{8}\frac{\hbar^2}{m\Delta x^2}$



On cherche Δx tq $\frac{dE}{d\Delta x} = 0$

$$\frac{dE}{d\Delta x} = m\,\omega^2 \Delta x - \frac{1}{4}\,\frac{\hbar^2}{m\,\Delta x^3}$$

$$\frac{dE}{d\Delta x} = 0 \Rightarrow \Delta x^4 = \frac{1}{4}\,\frac{\hbar^2}{m^2\omega^2}$$

$$\Rightarrow \Delta x = \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega}}$$

$$E_m = \frac{m}{2}\omega^2 \times \frac{1}{2}\,\frac{\hbar}{m\omega} + \frac{1}{8}\,\frac{\hbar^2}{m} \times \frac{2m\omega}{\hbar}$$

$$= \frac{1}{4}\,\omega\hbar + \frac{1}{4}\,\omega\hbar$$

$$E_m = \frac{1}{2}\,\omega\hbar$$

2. L'équation d'onde de l'électron est: $\Psi(x,t) = e^{-i\frac{Et}{\hbar}}\varphi(x)$

avec $\varphi(x) = A\,e^{-i\alpha\frac{x^2}{2}}$

Déterminer A et α

→ Condition de normalisation : $\int_{-\infty}^{+\infty} |\varphi(x)|^2\,dx = 1$

$$\Rightarrow A\int_{-\infty}^{+\infty} |e^{-i\alpha x^2}| = 1$$

$$\Rightarrow A\sqrt{\frac{\pi}{\alpha}} = 1$$ (il m'a donné l'intégrale)

→ Schrödinger: $-\frac{\hbar}{2m}\,\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \Phi(x)\varphi = E\varphi$

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} = A(-\alpha)e^{-i\alpha\frac{x^2}{2}} + A(-\alpha^2x^2)e^{-i\alpha\frac{x^2}{2}}$$

$$\Rightarrow \frac{\hbar^2}{2m}(\alpha\varphi - \alpha^2x^2\varphi) + m\omega^2x^2\varphi = E\varphi$$

Vrai $\forall x \Rightarrow m\omega^2 = \frac{\hbar}{2m}\alpha^2$

$$\Rightarrow \alpha^2 = 2\,\frac{m^2\omega^2}{\hbar^2}$$

$$\Rightarrow \alpha = \sqrt{2}\,\frac{m\omega}{\hbar}$$

On en déduit alors A

3. Probabilité que l'électron soit au-delà de $|x| = \frac{E_0^2}{a^2\omega^2}$

$$\rightarrow P = \int_{-\infty}^{-\frac{E_0^2}{a^2\omega^2}} |\psi(x,t)|^2 dx + \int_{\frac{E_0^2}{a^2\omega^2}}^{+\infty} |\psi(x,t)|^2 dx$$

L'examinateur se contente de cette formule analytique

4. On ramène brusquement le potentiel à zéro, quelle est la nouvelle équation d'onde?

Il me reste très peu de temps, je n'ai pas su répondre.

Bilan : beaucoup d'erreurs de calculs et d'étourderies qui m'ont empêché de pouvoir traiter la fin du problème.

106

ORAUX 2015

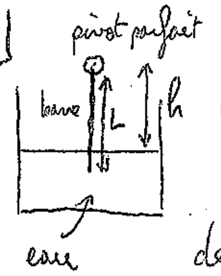
Nom : MICHON Baptiste | Concours : X-Espci | 107

Épreuve : Oral de physique X, à l'ESPCI

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**

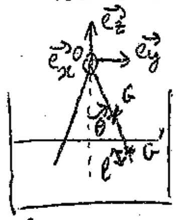
Examinateur : ~ 1m80, lunettes, cheveux poivre et sel, vraiment très sympa.

I) 

Une barre, qui tourne autour d'un pivot, trempe dans une cuve remplie d'eau. Etudiez les positions d'équilibre.

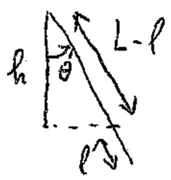
Pas de réel ~~diffi~~ difficulté technique, mais il était possible de faire des erreurs de calculs

(Vers la fin, après une n-ième erreur, je lance "bon, bah je crois que je les aurait toutes faites", ce à quoi il répond "en effet, c'est surtout dommage pour vous, hein" → j'ai su que nous étions faits pour nous entendre)

Schéma : 2 positions d'équilibre 

Les forces qui s'appliquent sur la barre sont $\vec{P}$ et $\vec{\Pi}$

On a besoin de ℓ : longueur de barre immergée :



$$\cos\theta = \frac{h}{L-\ell}, \text{ d'où } \ell = L - \frac{h}{\cos\theta}$$

(et non $L - h\cos\theta$)

Ensuite, TMC projeté sur $\vec{e_x}$: $\frac{dL_x}{dt} = (\vec{\mathcal{M}}(\vec{P}) + \vec{\mathcal{M}}(\vec{\Pi})).\vec{e_x}$

$$\vec{\mathcal{M}}(\vec{P}) = mg(-\vec{e_z}) \wedge \underbrace{\left(\frac{L}{2}\vec{e_r}\right)}_{\vec{OG}}$$

$$= mg\frac{L}{2}\sin\theta\,\vec{e_x}$$

$\vec{e_r} = -\cos\theta\,\vec{e_z} + \sin\theta\,\vec{e_y}$

m : masse de la barre

$$\vec{\mathcal{M}}(\vec{\Pi}) = g S\ell\rho\,\vec{e_z} \wedge \left(L - \frac{\ell}{2}\right)\vec{e_r}$$

je suppose que la tige est de section constante S.

$$= -gS\ell\left(L-\frac{\ell}{2}\right)\rho \sin\theta\,\vec{e_x}$$

A ce stade, j'avais déjà oublié g dans les 2 expressions, et le $\sin\theta$ dans la 2e.

On revient au TMC : $J\ddot{\theta} = 0 = mg\frac{L}{2}\sin\theta - gS\ell(L-\frac{\ell}{2})\rho\sin\theta$

$= g\sin\theta\left(\frac{mL}{2} - S\ell(L-\frac{\ell}{2}\rho)\right)$

Je dis qu'on devrait obtenir une équation du 2^{nd} degré en ℓ, il me conseil de plutôt raisonner en θ : $\ell = \cancel{L} - \frac{h}{\cos\theta}$

$$\rightarrow \ell(L-\frac{\ell}{2}) = (L-\frac{h}{\cos\theta})(L-\frac{L}{2}+\frac{h}{2\cos\theta})$$

$$= \frac{L^2}{2} + \cancel{\frac{Lh}{2\cos\theta}} - \cancel{\frac{Lh}{2\cos\theta}} - \frac{h^2}{2\cos^2\theta}$$

$$= \frac{L^2}{2} - \frac{h^2}{2\cos^2\theta}$$

"et là, c'est bien, ça se simplifie"

- en effet, ça s'appelle une identité remarquable, $(a+b)(a-b) = a^2-b^2$

- ah, oui, c'est bien les identités remarquables, encore mieux quand elles sont remarquées. (je ne sais pas s'il était trop atterré pour répondre ou s'il n'a juste pas relevé)

On a donc $\frac{mL}{2} - \rho S\left(\frac{L^2}{2} - \frac{h^2}{2\cos^2\theta}\right) = 0$

soit $\cos^2\theta = \frac{h^2}{-\frac{mL}{\rho S} + L^2}$ (et non $\cos^2\theta = \frac{4}{h^2(L^2 - \frac{mL}{\rho S})}$: ne cherchez pas)

Là, je dit que c'est pas mal, mais qu'il faut faire attention au signe.

Il me dit que ça peut se simplifier, puis comme indication, me demande ce qui se passerait si la barre était en fer

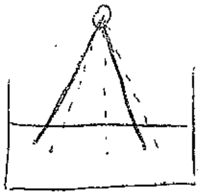
→ illumination (un peu tard) : si $\rho_{barre} > \rho_{eau}$, la barre est verticale. Il faut exprimer m en fonction de ρ_{barre} : $m = \rho_b LS$, i.e $\cos^2\theta = \frac{h^2}{L^2(1-\frac{\rho_{barre}}{\rho_{eau}})}$

Je fais un commentaire sur l'esthétique de cette relation, qu'il ne relève pas.

On a donc nos 2 positions d'équilibre quand $\rho_{barre} < \rho_{eau}$

II] Maintenant, on met le tout dans une voiture, qui accélère de manière constante. Etudiez les nouvelles positions d'équilibres.

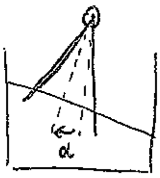
Je dis qu'on va ajouter une force d'inertie d'entraînement et dessine



Je commence à expliquer qualitativement.

Il me fait remarquer que l'eau aussi est soumise à la force.

Je me sens idiot.



Je dis que le dispositif a pivoté sous l'action de cette nouvelle force, puis propose de regarder l'influence sur les positions d'équilibre.

$\vec{F_{ie}} = -am\vec{e_y}$, où l'accélération $\vec{a}$ du véhicule est $\vec{a} = a\vec{e_y}$

$\vec{\mathcal{M}}(\vec{F_{ie}}) = \ldots$

Il m'interromps lorsqu'il comprend que je ne prévois a priori pas d'utiliser l'idée du pivot du système d'un angle α, qui était <u>la</u> méthode à utiliser.

Il me fait remarquer que tout est comme si on avait un $\vec{g}$ modifié : $\vec{g'} = \vec{g} - \vec{a}$, ce qui donne immédiatement le résultat (on obtient les nouvelles positions d'équilibre par rotation d'un angle α, avec $\alpha = \tan\frac{a}{g}$)

~~Jem~~ Je me sens idiot, avec en plus un air de déjà-vu

III) Il me prend un peu au dépourvu, en me demandant si j'ai une voiture

→ j'ai déjà conduit une Clio

" Bon, tu montes dans ta Clio, et tu passes de 0 à 100km/h en 20s avec une accélération constante. Quelle est l'accélération ? "

En intégrant, $v = a \times t + \cancel{cte}_{\,v_0=0}$ d'où $a = \frac{v}{t}$

$= \frac{100}{3{,}6 \times 20}$ (et non $\frac{\cancel{\ldots}\times 3{,}6}{20}$, c'est ici que je dis que je les aurait toutes faites, et qu'il confirme)

$\simeq 1{,}5\ m/s^2$

Ce qui donne, pour revenir à l'exo, <u>$\alpha \simeq 0{,}15$ rad</u>

Contrairement à ce que peuvent laisser supposer certains commentaires, l'examinateur était vraiment sympa : chaleureux, souriant, aucune méchanceté quand il lançait des piques.

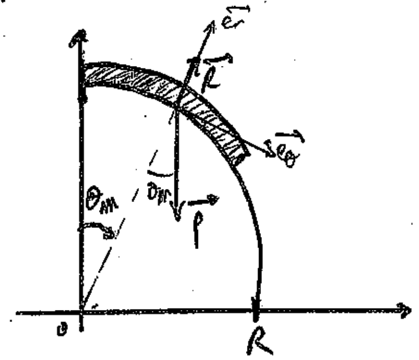
Nom : COURGEON Pierre   Concours : X-ESPCI   110

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

Examinateur: M. Bilal   Merci d'écrire lisiblement en noir

Énoncé : On considère une chaîne fixée au sommet d'une sphère par un clou. À $t=0$, on retire le clou : trouver l'accélération de chaque point de la chaîne. (chaîne inextensible et sphère lisse)



J'effectue un premier modèle simple en considérant que le centre d'inertie se trouve au milieu de la corde :

TMC : $J\ddot{\theta} = mgR\sin(\theta_m)$

$$\Longrightarrow \ddot{\theta} = \frac{g\sin\left(\frac{L}{2R}\right)}{R}$$ où L = longueur de la chaîne.

Il me donne son résultat et me demande de comparer :

→ modèle ok pour $L \ll R$

→ présence d'un facteur multiplicatif en plus dans son expression.

Je calcule donc le centre d'inertie (= barycentre des masses)

À la fin je retrouve le facteur multiplicatif.

2ème exercice : il me donne l'équation d'état suivante vraie pour 1 mole :

$$\left(P+\frac{a}{V^2}\right)(V-b) = RT$$

Où faut-il rajouter des "3" pour qu'elle soit vraie pour 3 moles ?

ORAUX 2015

Nom : LAURENT Mathilde Concours : X- ESPCI

Épreuve : Physique (Oral)

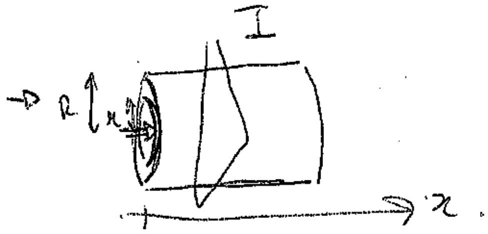
à retourner le plus rapidement possible par mél à ch.poux@gmail.com ou par courrier à Christelle Poux, 20 rue de l'espérance, 94000 Créteil

Merci d'écrire lisiblement **en noir**

Énoncé :

On considère un tube métallique de rayon intérieur r, rayon extérieur R dans lequel circule un courant I.
On fait circuler un débit D d'eau dans le tube afin de refroidir ce dernier.
Conductivités thermiques négligées.
Profil de température ?

examinateur : à l'air gentil, agréable, mais indications floues durant "vicieux"



- Température uniforme transversalement
- Il faut comprendre que l'on cherche T de l'eau !
- Après 40 minutes où l'interrogateur me laisse calculer et effectuer des bilans d'énergie en m'interrompant pour que j'explique qualitativement (ce que j'ai le ⊖ raté), il me dit que je fais fausse route... sympa que il n'y a aucun phénomène

⇒ En 10 minutes j'ai à peine le temps de reprendre, encore plus qu'inachevé : ECHEC.

Ce qu'il ne fallait pas faire : un bilan d'énergie avec un régime stationnaire, j_{th}, puissance reçue par effet Joule mais des bilans faisant intervenir la capacité thermique de thermo plus que de diffusion

⇒ j'ai fait tout l'oral en pensant à la diffusion

Nom : BONBOIRE Damien Concours : X-ESPCI

Épreuve : Physique - Oral.

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

112

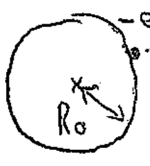
Merci d'écrire lisiblement en noir

Enoncé

On considère une boule de rayon $R_0 = 10\,cm$ initialement chargée en surface de charge $Q_0 < 0$. Elle émet des électrons dont la vitesse en surface de la sphère est $\vec{v} = v_0 \vec{e_r}$. De plus $\frac{dQ_B}{dt} = -\gamma Q_B$ où $\gamma = 10^{-5}\,s^{-1}$.

Déterminer les champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$ ainsi que le mouvement des électrons.

Résolution :



$\vec{v} = v_0 \vec{e_r}$

- Symétrie et invariant :
On obtient : $\begin{cases} \vec{B} = \vec{0} \\ \vec{E} = E(r)\,\vec{e_r} \end{cases}$

Théorème de Gauss : Surface de Gauss = Sphère de rayon r.

$$\oint\!\!\oint_{\mathcal{S}} \vec{E} \cdot d\vec{S}^{2} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \Rightarrow E(r) = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0 4\pi r^2}$$

- Etude du mouvement d'une charge pour déterminer Q_{int}.

Bilan des forces : $\vec{F_2} = -e\vec{E} - \vec{0}$

PFD à un électron : $m_e \frac{d\vec{v}}{dt} = -e\vec{E}$

Projeté sur $\vec{e_r}$: $m_e \ddot{r} = -\frac{e\,Q_{int}}{\varepsilon_0 4\pi r^2}$.

On a sur la boule $\frac{dQ_B}{dt} = -\gamma Q_B \Rightarrow Q_B = Q_0 e^{-\gamma t}$ 1B

On a $\gamma \ll 1$, sur un temps court devant $\frac{1}{\gamma}$ on peut donc considérer que $Q_{int} = Q_B(t_0) = Q_0 e^{-\gamma t_0}$ en première approximation.

D'où $\ddot{r} = \frac{-e Q_0 e^{-\gamma t_0}}{m_e \varepsilon_0 4\pi r^2}$ on pose $A = \frac{e Q_0 e^{-\gamma t_0}}{m_e 4\pi\varepsilon_0} > 0$

- Résolution :

On a

$$\dot{r} \times \ddot{r} = -\frac{A}{r^2} \times \dot{r}$$

$$\frac{\dot{r}^2}{2} = +\frac{A}{r} + cte \rightarrow \text{Or en } r = R_0 \text{, on a } \dot{r} = v_0$$

d'où $\frac{v_0^2}{2} = \frac{A}{R_0} + cte$

$$\text{D'où } \frac{\dot{r}^2}{2} = A\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R_0}\right) + \frac{v_0^2}{2}$$

(Revient à l'étude énergétique).

Puis on reconsidère la variation de charge et déterminons Q_{int} et on en déduit $\vec{E}$. (Je me souviens plus de cette partie).

Remarques :

Examinateur : Mr Bilal plutôt sympathique, il m'a donné un petit coup de pouce lorsque j'étais bloqué (avant l'approximation à réaliser).