I. C.C.P.

EPREUVE ORALE CCP

L'épreuve orale de physique comporte deux exercices remis en même temps au candidat lors de son entrée dans la salle :

– le premier exercice (exercice principal), évalué sur 14 points, est issu d'une banque de sujets. Le même exercice est posé simultanément par tous les examinateurs à tous les candidats ayant le même horaire de passage. Il comporte environ cinq à six questions de difficultés croissantes. La première doit pouvoir être résolue par tout candidat connaissant son cours. Des résultats intermédiaires sont généralement donnés, évitant ainsi au candidat de rester bloqué sur une question pendant la préparation.

– le deuxième exercice, noté sur 6 points, est une question d'application directe du cours, sans pour autant être une question de cours. Il porte sur un thème distinct de celui abordé dans l'exercice principal, ce qui permet une évaluation du candidat sur des domaines suffisamment variés.

Les sujets proposés abordent toutes les parties du programme de Première et de Seconde année.

Le temps de préparation est de 30 minutes. Le temps d'exposé au tableau est également de 30 minutes.

Le candidat est libre de choisir l'ordre de présentation des exercices. Il est recommandé de consacrer environ 20 minutes à la présentation de l'exercice principal et 10 minutes à celle du second exercice Une calculatrice est mise à disposition pendant la préparation. La calculatrice personnelle du candidat n'est autorisée que pendant l'exposé au tableau.

Il n'est peut-être pas inutile de rappeler que, pendant la préparation, un autre candidat effectue son exposé au tableau.

Des bouchons d'oreille peuvent s'avérer être très utiles.

1. CCP (2016, SHUN 14.81/20)

EXERCICE 1

On dispose d'un photo d'un récupérateur d'eau de pluie (grand cylindre muni « en bas » d'un robinet). Déterminer la section s minimale du robinet si l'on veut remplir un arrosoir de 15 litres en 30 secondes.

EXERCICE 2

On considère une OPPM : $s(\vec{r},t) = A \exp j\left(\omega t - \vec{k}\cdot\vec{r}\right)$.

a. Donner l'angle de diffraction du faisceau à travers une fente.

b. On considère une mire de transmittance : $t(x,y) = \frac{1}{2} + \frac{1}{a}\exp j\left(\frac{2\pi x}{a}\right) + \frac{1}{a}\exp j\left(-\frac{2\pi x}{a}\right)$. Donner l'intensité et le vecteur d'onde des rayons émergents si on éclaire la mire sous incidence normale.

c. Cette fois le rayon lumineux contient deux longueurs d'onde : $\lambda_1 = 587\ nm$ et $\lambda_2 = 589\ nm$. On étudie la figure de diffraction dans le plan focal d'une lentille convergente de focale f'. Quelle est la valeur minimale de f' pour distinguer les deux longueurs d'onde ? Valeurs numériques : $a = 10\ \mu m$.

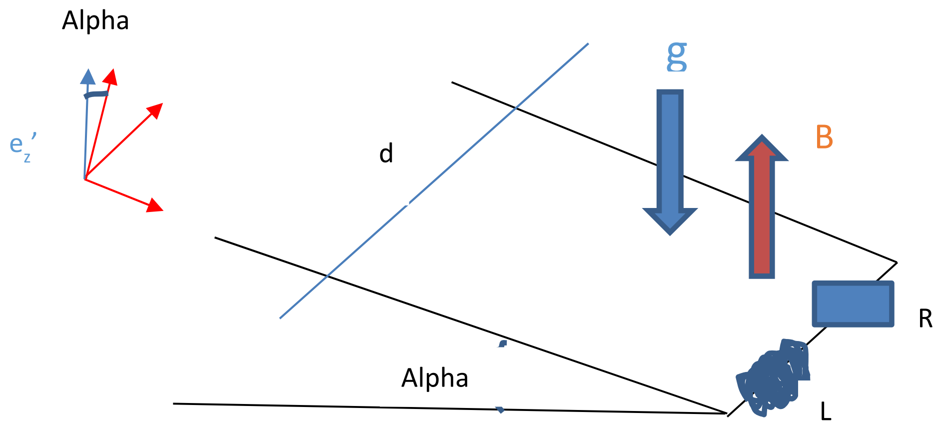
d. On souhaite élargir un faisceau laser d'un facteur 10. Proposer un montage géométrique.

e. L'image du faisceau laser sur un écran comporte des anneaux sombres : cela est dû aux imperfections des matériaux ou a de la poussière. Comment épurer le faisceau lumineux ?

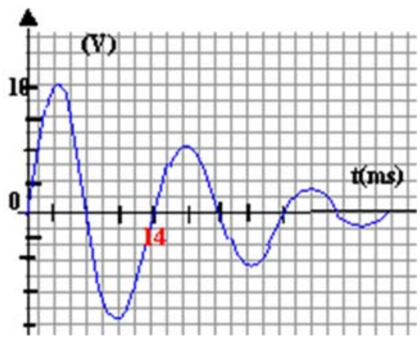
[Salle 121, examinateur très désagréable, donne vite les réponses en les agrémentant de « je vous le dit vu que je vois que vous ne connaissez pas votre cours » ou « ce n'est pas normal de se présenter aux oraux sans savoir ça ».]

2. CCP (2016, CHERIN)

Rails de Laplace inclinés d'une angle α. La barre possède une résistance r, la résistance des rails est négligeable.



1- Montrer qu'il y a variation du champ magnétique
   Pourquoi y-a-t-il un fem induite ?
   Calculer de la fem (il fallait la mettre sous une certaine forme donnée mais je n'y arrivais pas et il finalement c'était une erreur d'énoncé)
2- Calcul de la force de Laplace.
3- Equation différentielle vérifiée par le courant.
4- Il y avait un signal qui représentait l'évolution du courant au cours du temps et il fallait donner le maximum d'information sur le signal.



(un signal de cette forme)

Exercice 2 :

Il y avait une photo d'anneaux d'égale inclinaison obtenue par un Michelson réglé en lame d'air
F' = 50cm

1- Comment doit-on régler le Michelson pour obtenir cette image
2- On se place au contact optique, comment doit-on charioter le miroir pour obtenir cette figure ? (Quantitativement)
3- Je ne l'ai pas faite donc je ne l'ai pas pris en note

3. CCP (2016, Bourret)

Exercice 1 :

On considère la photo suivante prise avec un interféromètre de Michelson à la sortie duquel on a placé une lentille de focale $f' = 15$ cm.

Indiquer le montage à réaliser pour obtenir cette figure.

On se place au contact optique à $t = 0$ s. Ensuite on chariote un des miroirs à la vitesse $V = 260\ mm.s^{-1}$. La photo a été prise à t_0. Déterminer t_0 sachant que $\lambda = 632\ nm$.

EXERCICE 2

- On considère un congélateur dont la température intérieure est $T_i = -18°C$. A l'extérieure la température est $T_e = 20°C$. Des pertes thermiques existent dans la paroi d'épaisseur $e = 7\ cm$ du congélateur : seule la conduction est responsable de ces pertes thermiques. En se plaçant en régime stationnaire, déterminer la puissance thermique dissipée dans le congélateur sur une surface $S = 4\ m^2$. On donne $\lambda = 0.033\ W.m^{-1}.K^{-1}$. Si l'on note $P_e = 30W$ la puissance électrique fournie au congélateur, déterminer son efficacité.
- On considère maintenant un fluide dans une conduite industrielle. Par un bilan d'énergie interne, montrer que $\Delta h = w_u + q$ où q est le transfert thermique massique du fluide et w_u est le travail des forces de pression massique du fluide. Présenter rapidement le principe d'une machine frigorifique ditherme.
- On considère qu'un fluide subit les transformations suivantes :
    - (1-2) : Compression adiabatique réversible du fluide. Le fluide reçoit w_u.
    - (2-3) : Transformation isobare. Le fluide reçoit q_f.
    - (3-4) : Détente isentropique.
    - (4-1) : Transformation isobare. Le fluide reçoit q_c

T Tracer le cycle décrit par le fluide dans un diagramme de Clapeyron. S'agit-il d'un cycle moteur ?

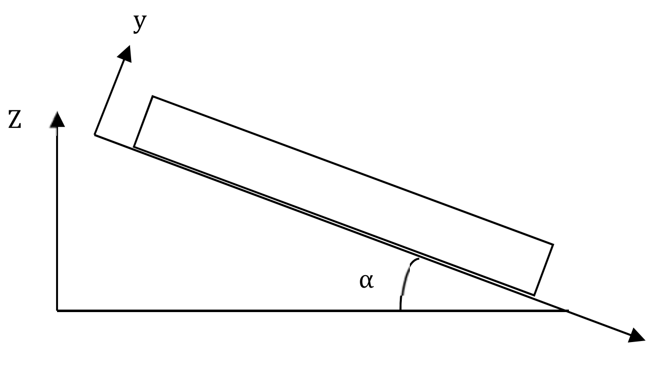
Déterminer m'efficacité de cette machine.

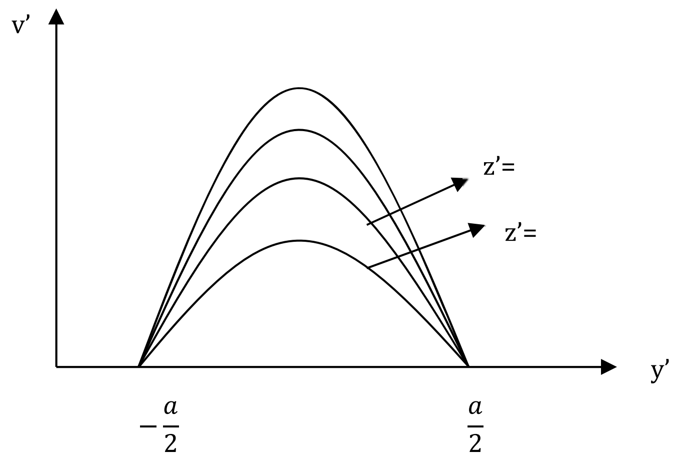
[Examinateur qui ne parle pas sauf pour dire « pourquoi ça ne marche pas ? » et qui semble ne pas écouter. Je pense même que cela lui faisait plaisir de faire sembler de ne pas écouter les candidats]

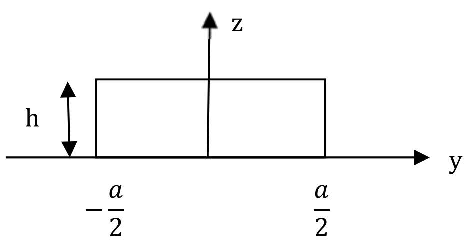
4. CCP (2015, LE ROHELLEC 12/20)

EXERCICE 1 :

L'écoulement d'un glacier est modélisé par un fluide très visqueux.







1. Que peut-on dire de Re ?

2. Quel est le profil des vitesses *(direction, de quelles grandeurs il dépend)* ?
3. D'après l'équation de Navier Stocke, écrire le profil des pressions. Montrer que : $\frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} = -\frac{\rho g}{\eta} sin\alpha$
4. On pose : $y = y'a$; $z = z'a$; $v = v'v_0$. Quelles sont les dimensions de y', z' et $\frac{\partial^2 v\prime}{\partial y\prime^2}$?
5. Déterminer v_0 telle que : $\frac{\partial^2 v\prime}{\partial y\prime^2} + \frac{\partial^2 v\prime}{\partial z\prime^2} = -1$.
6. Donner les conditions limites pour v'.

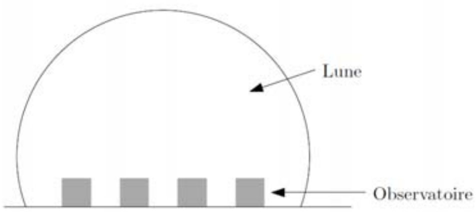
5. CCP (2015, Guibert 11/20)

Exercice 1

Voir exercice 20

Exercice 2

On dispose d'une photo montrant la lune derrière des observatoires sur une colline. On asiat également que le photographe est situé à 13 km des observatoires. Le diamètre d'un observatoire est de 29 m et on donne la distance terre-lune. Trouver le diamètre de la lune.



6. CCP (2015, Minguet 16/20)

On étudie un milieu peu dense, linéaire, homogène et isotrope. Chaque atome est composé d'une charge positive et d'une charge négative. On néglige toute interaction entre les charges.
On donne la pulsation plasma : ω_P=n*e^2/mε_0
Le milieu est traversé par une onde électromagnétique dont le champ électrique s'écrit : $\vec{E}$(M,t)=$E_0 e^{i(\omega t+\psi)}\vec{u}_X$

1. Donner l'expression de $\vec{v}$, la vitesse de propagation de l'onde dans le milieu avec les hypothèses nécessaires. A quelle condition, peut-on écrire $\vec{E}$ complexe en fonction de E_0 complexe ? Donner alors $\vec{v}$ complexe en fonction de E_0 complexe. En déduire le vecteur densité de courant électrique $\vec{\jmath}$ complexe.
2. Donner les équations de Maxwell dans ce milieu.
3. Trouver la relation de dispersion.
4. En déduire la célérité et l'indice du milieu.
5. Montrer qu'il existe un intervalle de fréquence impossible (pas de propagation).

[il manque une question que je n'ai pas traité]

7. CCP (2015, Lodetti 13/20)

Exo sur 6 points :

Un skieur de fond glisse sur la neige (On avait pour infos le profil des vitesses d'un écoulement de Couette, la surface de contact du ski avec la neige, la force de viscosité, l'épaisseur de la couche de neige, la vitesse au contact).

1. A quoi est due la liquéfaction de l'eau lors du passage du skieur ? Justifier l'allure du profil des vitesses.
2. Calculer la puissance que doit fournir le skieur pour garder sa vitesse constante. Comparer avec l'effort produit par un sprinter de 80 kg qui court 100m en 10s

Exo sur 14 points :

On considère la ionosphère (toutes les valeurs numériques nécessaires étaient fournies).

1. Quel est l'argument qui fait que l'on peut négliger la composante magnétique devant la composante électrique ? Déterminer la vitesse des électrons et le vecteur densité de courant.
2. Donner les équations de Maxwell au sein de l'ionosphère en complexe.
3. Retrouver l'équation de propagation.
4. Retrouver la relation de dispersion (Klein-Gordon) et déterminer la valeur de w_p.
5. On considère une onde de fréquence 100kHz. Traverse-t-elle l'ionosphère ?
6. Même question pour une onde de fréquence 1GHz. Commenter. Il m'a ensuite demandé une application de ce phénomène (J'ai parlé du transfert d'infos sur toute la surface du globe en raison de la réflexion totale.)
7. On considère la continuité des champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$ a l'interface atmosphère/ionosphère. Donner deux relations entre E_{0t}, E_0 et E_{0r}.
8. Coefficient r?
9. Coefficient R=|r²|?
10. Faire le lien avec les questions 5 et 6.

[Même si j'avais préparé tout ça au brouillon, je n'ai pas eu le temps de présenter les questions 8/9/10 et de finir la question 7, mais je pense qu'il a compris que j'avais compris le principe de la réflexion totale lors de la discussion à la suite de la question 6.]

8. CCP (2015 Pariot 6/20)

Exercice 1 : (6 pts)

Données : évolution de la température dans la troposphère : $\frac{dT}{dz} = -C$; $C = 6{,}0 * 10^{-3}\ K/m$

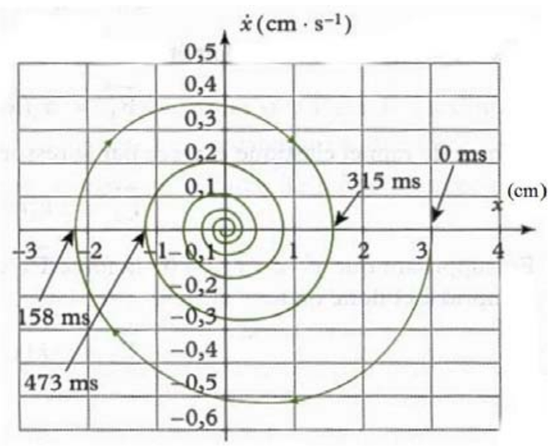
Sommet Mont blanc : 4800m et Chamonix : 1400m

1. Quelle est la température à Chamonix et au sommet du mont blanc ?
2. Donner l'expression de la pression en fonction de la hauteur. Pourquoi ce modèle est-il un modèle diurne ?
3. Quelle est la pression à Chamonix et au sommet du mont blanc ?

Exercice 2 : (14 pts)

On considère une bille M de masse m=500g, attachée à une extrémité d'un ressort de constante de raideur k, subissant une force de frottement f=-hv. On se place dans le référentiel du laboratoire considéré galiléen.

1. Tracer l'aspect des oscillations
2. Donner l'équation différentielle du mouvement ainsi que la forme de la solution. Comment trouver les conditions initiales facilement ?
3. Quelles sont les valeurs de la position initiale, de la position finale, de la pseudo-période, ainsi que du décrément logarithmique ?
4. Exprimer W0 et Q. Donner les valeurs numériques de W0, Q, h et k.
5. Faire une analogie avec le circuit RLC sinusoïdal.



9. CCP (2014, STACHURSKI)

EXERCICE 1

On dispose de 2 photographies d'un tube de gel d'agar agar avec colorant. La première image à t=0, la deuxième à t=quelques heures

1. Exprimer la loi de Fick. Expliquer physiquement ce qu'elle décrit
   [diffusion de la matière des zones de forte densité vers les zones de faible densité].
2. Expliquer pourquoi l'on néglige la masse dans l'étude
   [j'ai parlé de la symétrie de la diffusion dans le tube].
3. Réaliser un bilan en quantité de matière dans le tube. la quantité de matière n du colorant vérifie une équation de la forme : $d^a n/dt^a = D^b * d^c n/dx^c$. Déterminer a, b et c.
   [En utilisant Fick et le bilan].
4. Déterminer une valeur approchée du coefficient de diffusion.
   [à partir de l'équation précédente, en utilisant le temps t=qq heures et en mesurant la distance parcourue par le colorant].
5. Il y avait une dernière question qui devait approximativement correspondre à : En considérant que la diffusion est constante, déterminer n en fonction de no *[à x=0, en plaçant l'origine au centre du tube]*, et D *[et un autre truc que j'ai oublié]*.
   [J'ai utilisé à nouveau la formule précédente avec $0=D*d^2n/dx^2$. J'obtenais une équation en n=ax+b et je pouvais ensuite chercher les constantes à partir des valeurs mesurées/données. Mais je crois qu'on m'a demandé de faire différemment sur le coup].

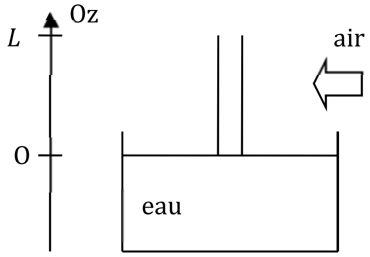
EXERCICE 2

Induction de Lorentz, avec des rails de Laplace (la seule différence venait de l'existence d'une force de rappel, avec un ressort fixé à la barre mobile). Il y avait 4-5 questions intermédiaires pour arriver à l'équation du mouvement.

10. CCP (2013, GATEAU 17/20)

EXERCICE 1

On modélise le séchage d'un linge de la manière suivante :



Dans le tube de longueur L et de section s, il y a un phénomène de diffusion des molécules d'eau selon l'axe Oz. On suppose qu'il n'y a pas de convection. On se place en régime permanent. On note $\vec{j}_D(M) = j_D(z)\vec{u}_z$ le vecteur densité de courant de particules et n(z) la densité particulaire.

1. Donner la loi de Fick.
2. Montrer que j_D ne dépend pas de z.
3.
   3.1. Donner la valeur de $n(L)$ *[nulle car pas de convection]*.
   3.2. Exprimer n(z) en fonction de j_D , D(coefficient de diffusion) et de $n_o = n(0)$.
4. Une masse $m_o = 46$ mg d'eau est évaporée. Calculer j_D

5. En déduire la valeur de D en sachant qu'en z=0 l'eau est assimilée à un gaz parfait en équilibre avec l'eau liquide.

Données :

Pression de vapeur saturante de l'eau à 25°C : Psat=3200 Pa

L=1m ; s=20cm^2 ; T=25°C ; R=8,31 SI ; M(H2O)=18g.mol^{-1}

EXERCICE 2 :

Soit un moment dipolaire $\vec{p} = p_o \cos \omega t \ \vec{u}_z$ et un champ électrique crée

$$\vec{E} = \frac{\mu_o}{4\pi r} \, sin \ \theta \left.\frac{d^2p}{dt^2}\right)_{t-\frac{r}{c}} \vec{u}_\theta$$

2. Donner les approximations amenant à $\vec{E}$ et donner les propriétés de $\vec{E}$.
3. Calculer le vecteur de Poynting de cette onde puis en déduire la formule de Larmor donnant la puissance moyenne rayonnée sur une sphère de rayon r.
4. Expliquer que le ciel est bleu et la couleur du soleil couchant.

11. CCP (2013, FABRE 19/20)

EXERCICE 1

Fonctionnement du transistor : Si il reçoit une tension positive alors il se comporte comme un interrupteur fermé, s'il reçoit une tension négative, il se comporte comme un circuit ouvert.

But du montage : Chauffer la cuve avec la résistance R. Le thermocouple délivre une tension propotionnelle à la température, et permet alors de réguler la température de la cuve.

1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la température lorsque le transistor est passant.
2. Etudier le montage électrique et tracer $V_s(t) = f\big(V_e(t)\big)$.
3. On veut que $T \in [T_c - T_i, T_c + T_i]$. Calculer V_{ref} et R_2 pour qu'il en soit ainsi.
4. Tracer $T(t)$ et donner la période des oscillations.

12. CCP (2013, MAS 12/20)

EXERCICE 1 : THERMODYNAMIQUE ET BILANS (INCOMPLET)

L'air est comprimé dans une turbine de section en entrée S1 plus grande qu'en sortie S2. En entrée, la vitesse de l'air est V_1=20 m.s^{-1} et la température T_1. En sortie, la vitesse est V_2=180 m.s^{-1} et la température T_2.

Données : γ=1,4, Puissance exercée par la turbine sur l'air $P_{méca}$=80 kW, M_{air} =29 g.mol^{-1}, R= 8,31J.mol^{-1}.K^{-1}, Dm=cte=4 kg. s^{-1}

1. Rappeler les expressions de l'enthalpie massique et de la capacité thermique massique Cp en fonction de R, M et gamma.
2. Démontrer l'expression de s_2-s_1 en fonction de P et T.
3. On considère maintenant que l'évolution est isotherme T_1=T_2=280 K
   a. Déterminer et calculer la puissance thermique de l'air P_{th} à l'aide d'un bilan d'énergie interne.
   b. Déterminer et calculer l'entropie échangée par l'univers.

[L'examinateur m'a demandé si j'étais allé plus loin et je lui ai répondu que non. Il m'a donc fait passer à l'exercice 2]

EXERCICE 2 : ONDES ELECTROMAGNETIQUES

Données :

$\vec{j}_n = \gamma\vec{E}$ ($\vec{E}$:vecteur champ électrique)

$j_s = -\frac{\vec{A}}{\lambda^2}$ ($\vec{A}$: potentiel vecteur du champ magnétique)

1. Déterminer une équation aux dérivée partielles de $\vec{B}$ (champ magnétique)
2. En posant $\vec{B}=B_0.e^{i(\omega.t-k.x)}\,\vec{u}_z$, déterminer la relation de dispersion. Commenter les cas $\gamma=0$ et $\gamma\neq0$.

13. CCP.

EXERCICE 1 (6PTS). INTERFERENCES.

On considère deux vibrations lumineuses de même fréquence : $s_i = A\cos(\omega t + \phi_i)$

1. On définit l'éclairement $\mathcal{E}$ comme étant la valeur moyenne du carré de la vibration, et on note $I = A^2$. Calculer l'éclairement dû à ces deux sources au point M en fonction de $\delta\phi(M) = \phi_1(M) - \phi_2(M)$. Représenter $\mathcal{E}$ en fonction de $\delta\phi(M)$. Définir le contraste. Que vaut-il ici ?
2. En pratique, quelles précautions faut-il prendre pour visualiser cela ?
3. On considère deux OPPS de vecteurs d'onde respectifs $\vec{k}$ et $\vec{k}'$ faisant un angle α entre eux. On place un écran perpendiculairement à la bissectrice de ($\vec{k}$, $\vec{k}'$) et on désigne par O l'intersection de l'écran est de cette bissectrice OZ. On prend l'origine en O. Calculer le déphasage au point $M(X, Y)$ sur l'écran.
4. Décrire le Michelson et le rôle des éléments qui le constituent.

J'ajoute : expliquer le montage utilisant l'interféromètre de Michelson permettant de visualiser les résultats de la question 3.

EXERCICE 2 (14 PTS). DYNAMIQUE TERRESTRE.

On considère que la Terre n'est pas un référentiel galiléen : elle tourne à la vitesse angulaire ω. On étudie le mouvement d'un ballon de rugby à la latitude $\lambda = 45°$, lancé initialement vers le nord à la vitesse $\vec{v_0}$ faisant un angle α avec l'horizontale. On se place dans le repère orthogonal direct $Oxyz$ où O est le centre de la Terre, Oz est la droite passant par O et M le lieu considéré, Oy dirigé vers le nord.

1 - Définir le poids et la verticale du lieu M.

Dans la suite, $\vec{g}$ est supposé suivant - $\vec{u_z}$.

2) Appliquer la relation fondamentale de la dynamique au ballon de masse m. Intégrer une fois par rapport au temps. Calculer numériquement ω. En déduire que l'on peut négliger certains termes devant d'autres, et que le système devient :

$$\frac{dx}{dt} = -2\,\omega\,(z\cos\lambda - y\sin\lambda) \qquad ; \qquad \frac{dy}{dt} = v_0\cos\alpha \qquad ; \qquad \frac{dz}{dt} = -gt + v_0\sin\alpha$$

3 - Calculer la déviation finale. AN : $v_0 = 20\ \mathrm{m.s^{-1}}$, $\alpha = 45°$.

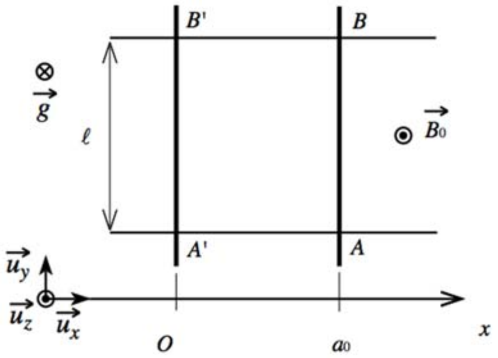
4 - L'effet est-il important ? Sur quel(s) autre(s) effet(s) un rugbyman devrait-il compter ?

[Examinateur qui avait des yeux, une bouche et des jambes. En fait, il faut connaître son cours, lire l'énoncé et faire l'exo.]

14. CCP.

EXERCICE 1 (14 PTS). RAILS DE LAPLACE.

Les deux tiges identiques AB et $A'B'$ de masse m et de résistance r chacune peuvent se déplacer sans frottement sur deux rails parallèles parfaitement conducteurs. L'ensemble est dans un champ magnétique $\vec{B_0}$ perpendiculaire au plan des rails.



Initialement les deux tiges sont distantes de a_0. A $t = 0$, on communique quasi instantanément la vitesse v_0 à la barre AB. La position de $A'B'$ est notée $x(t)$.

1 - Indiquer sans calcul quel serait a priori le mouvement de $A'B'$.

2 - Calculer le flux de $\vec{B_0}$ à travers le circuit.

3 - Établir l'équation différentielle vérifiée par $v(t) = \dot{x}(t)$ et faire apparaître un temps caractéristique τ.

4 - Quelle est la vitesse limite v_ℓ ? Quelle est la distance maximale a_{max} séparant les deux tiges ?

Application numérique $B_0 = 0{,}5$ T, $\ell = 40$ cm, $m = 40$ g, $r = 0{,}4\ \Omega$, $a_0 = ?$

5 - Au bout d'une dizaine de secondes, on arrête AB. Que se passe-t-il ?

Exercice 2 (6 pts) Michelson.

Un interféromètre de Michelson est réglé au contact optique. On translate un des miroirs de $d = 1{,}1$ cm. La source utilisée est étendue et monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 546$ nm.

1 - Décrire les conditions d'observation des franges et décrire leur aspect.

2 - Caractériser géométriquement les trois premières franges.

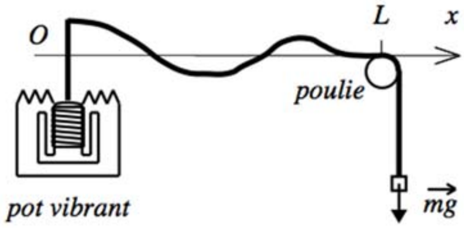
15. CCP.

Exercice 1. Corde vibrante.

La corde est inextensible de masse volumique μ. Les oscillations sont libres et se font dans un plan vertical. Chaque point de la corde est repéré par ses coordonnées $(x, y(x, t))$.

Déterminer l'équation aux dérivées partielles vérifiée par $y(x, t)$ et donner la forme des solutions. Définir la célérité des ondes, donner son expression. Préciser sa signification.

La corde est maintenant fixée rigidement en $x = 0$ et $x = L$. Quelle onde est susceptible de se propager ? On cherche des solutions sous la forme $y(x, t) = f(x)\, g(t)$



[Je n'ai pas compris à quoi servait le vibreur ; à rien ?]

Si la retranscription est fidèle il ne sert à rien. Mais halte, un petit effort, merci ! Il s'agit tout de même d'une question de cours sur les modes propres (oscillations libres, sans vibreur) et de l'expérience de Melde (oscillations forcées, donc avec vibreur).

EXERCICE 2. MODELE DE L'ELECTRON ELASTIQUEMENT LIE – RAYONNEMENT DIPOLAIRE.

On considère l'excitation d'une molécule de sodium. On modélise l'atome par un noyau et un électron ayant pour moment dipolaire $\vec{p}$ vérifiant :

$$\frac{d^2\vec{p}}{dt^2} + 2\gamma\frac{d\vec{p}}{dt} + \omega_0^2\,\vec{p} = \vec{0}$$

On donne $\gamma = 1{,}6 \times 10^7$ s^{-1} et $\lambda_0 = 0{,}568$ µm.

1 - Quelle hypothèse peut- on faire sur l'amortissement ? Calculer la pulsation de résonance. Quelle est l'origine du terme d'amortissement ?

2 - Montrer que $\vec{p}(t) = \vec{p_0}\,e^{-\gamma t}\cos(\omega_0 t)$ est une solution approchée mais convenable de l'équation différentielle.

3.a - Calculer l'énergie cinétique E_c.

3.b - Sachant que l'énergie potentielle peut se mettre sous la forme $E_p = \frac{1}{2}kr^2$ déterminer l'expression de k en fonction de m et ω_0. Calculer l'énergie potentielle E_p. En déduire l'expression de l'énergie mécanique E_m.

Je suggère de réciter son cours sur le modèle de l'électron élastiquement lié, d'identifier le terme issus de la force de rappel dans l'équation différentielle proposée et de montrer que E_p possède cette expression.

4 - L'expression de la puissance rayonnée à travers une sphère de rayon r est :

$$\mathcal{P} = \frac{1}{6\pi\varepsilon_0 c^3}\left[\frac{d^2\vec{p}}{dt^2}\left(t - \frac{r}{c}\right)\right]^2$$

Il faut vérifier l'expression de la puissance moyenne sur une période.

Application numérique visant à retrouver γ.

[Examinateur froid mais pas antipathique qui pose des questions pour faire avancer. Fait gentiment remarquer qu'il n'est pas d'accord quand il y a une erreur grossière au tableau.]

16. CCP.

EXERCICE 1. DIFFUSION.

Exercice tout bête sur la diffusion de chaleur, type barreau solide rectangulaire.

Nous aurions aimé apprécier par nous même le caractère élémentaire de cet exercice....

EXERCICE 2. INDUCTION

On se place à un mètre d'une ligne à haute tension (caractéristique courant tension donnée) on considère la ligne comme un fil infiniment long.

1 - Calculer le champ $\vec{B}$ créé par le fil.

2 - On dispose d'une bobine plate de N spires considérée parfaite, on relie la bobine à une ampoule (caractéristique de l'ampoule donnée), combien faut-il de spires dans la bobine pour allumer l'ampoule ?

[Examinateur très sympa, qui a beaucoup apprécié les remarques physiques qui parsemaient la résolution mathématique de l'exercice, il m'a même "offert" une erreur de calcul.]

17. CCP.

Exercice 1. Diffraction.

Soit une fente dans le plan xOy, infinie selon Oy, de largeur a selon Ox, centrée en O, éclairée par une onde plane monochromatique en incidence normale.

1. Exprimer l'amplitude complexe en un point M situé à l'infini.
2. On translate la pupille suivant un vecteur $b\,\vec{u}_x$. Exprimer la nouvelle amplitude en M. Que se passe-t-il au niveau de la figure de diffraction ?
3. On remplace le dispositif par deux fentes d'Young infinies selon Oy, espacées de d, de largeur a selon Ox. Exprimer l'amplitude puis l'intensité en un point M situé à l'infini.
4. Représenter le terme en cosinus modulé par le sinus cardinal.
5. On considère maintenant un réseau de pas d, quelle est l'amplitude ?

[En gros, il voulait juste la formule des réseaux.]

UTILISER LES TABLES TF

Exercice 2. Thermodynamique.

Un gros parallélépipède avec des parois adiabatiques est séparé en deux compartiments de volumes égaux (V_0 = 0,025 cm^3) par un piston diatherme. Dans l'état initial, le compartiment gauche est dans l'état (P_1, T_0, V_0) et celui de droite dans l'état ($3P_1$, T_0, V_0).

Je suggère de supposer que les compartiments contiennent un gaz parfait.

Comme aucune action n'est décrite, on peut supposer qu'on libère le piston (on pourrait aussi l'ôter)

1) Caractériser l'état final (T, P)

2) Calculez l'entropie créée.

[Examinateur normal, juste sur la diffraction il n'avait pas les mêmes notations que moi et ça le tracassait de temps en temps.]

18. CCP.

Exercice 1 (6 pts). Diffraction.

Déterminer la figure de diffraction donnée par quatre fentes carrées de largeur a centrées respectivement en ($-a$, $-a$), (a, $-a$), (a, a) et ($-a$, a).

[Pas plus de renseignements, à nous de faire les hypothèses (source ponctuelle monochromatique à l'infini, observation à l'infini, montage...). En revanche, l'examinateur n'a pas accepté la propagation dans le vide, "vous trouvez ça réaliste ?" dit-il, donc n à trimbaler pendant tout l'exercice !]

Il suffit souvent dans ce cas d'introduire la longueur d'onde dans le milieu $\lambda = \lambda_0/n$

UTILISER LES TABLES TF

EXERCICE 2 (14 PTS). CORDE VIBRANTE.

Étude d'une corde vibrante dans l'approximation des petits angles. La corde est confondue avec l'axe des x à l'équilibre. Sa masse linéique est μ_1 pour $x < 0$ et μ_2 pour $x > 0$. La partie $x < 0$ est parcourue par une OPPH de pulsation ω se propageant dans le sens des x croissants.

1) Pourquoi peut-on supposer la tension du fil T constante ?

2) Établir l'équation vérifiée par $y(x, t)$ le déplacement transversal en un point de la corde.

[La démonstration est demandée à l'oral, mais il suffit de donner la méthode]

3) Exprimer la norme du vecteur d'onde pour $x > 0$ puis pour $x < 0$.

4) Pourquoi la pulsation est-elle identique pour les ondes incidente, réfléchie et transmise ?

5) Exprimer les coefficients de transmission et de réflexion t et r en fonction de μ_1, μ_2 et des célérités c_1 et c_2.

J'ajoute : proposer une définition de l'impédance mécanique de la corde pour $x > 0$ puis pour $x < 0$ et vérifier l'analogie avec les formules du cours d'acoustique.

6) On place une masse m au milieu, $\underline{t}$ et $\underline{r}$ sont complexes, quelle est leur expression ? Examiner les cas particuliers $m \to 0$ et $m \to \infty$

19. CCP.

[Mécanique des fluides avec examinateur sympa qui signale les erreurs de calcul et guide si on bloque.]

EXERCICE 1 (14 PTS). MECANIQUE DES FLUIDES.

Liquide incompressible de masse volumique μ et de viscosité dynamique η est en écoulement stationnaire sur un plan incliné (angle α par rapport à l'horizontale). L'épaisseur de fluide est h.

[Je ne comprends pas ce que cela signifie]

On rappelle l'équation de Navier Stokes (*moi pas*) et on donne le champ des vitesses : $\vec{v} = v_x(z)\,\vec{u_x}$

(Ox parallèle à la ligne de plus grande pente et Oz perpendiculaire au plan incliné)

1) Montrer que la dérivée partielle de la pression dans l'écoulement par rapport à x est nulle partout, en supposant qu'il n'y a pas de système imposant un gradient de pression extérieur.u_x

2) Quelles sont les conditions aux limites en sachant que l'on peut négliger l'action de la viscosité de l'air à l'interface supérieure ?

3) Déterminer le champ des vitesses. Dessiner le profil des vitesses. Est ce logique ?

[Pas sûr pour la question de logique]

4) Exprimer le débit volumique Q et discuter son évolution qualitative en fonction des paramètres.

EXERCICE 2 (6 PTS). THERMODYNAMIQUE

Un kilogramme d'eau liquide dans un état métastable à -10°C se solidifie spontanément de façon monotherme. Calculer l'entropie créée lors de cette transformation. On dispose de la chaleur latente massique de fusion à 0°C et des capacités thermiques de l'eau liquide et solide supposées constantes entre 0°C et - 10°C.

20. CCP.

EXERCICE 1. DIFFRACTION.

Décrire le montage de Fraunhofer. On considère une pupille constituée de deux fentes identiques de hauteur h, de largeur ℓ dont les centres sont distants de a (fentes d'Young). Déterminer l'expression l'éclairement obtenu sur l'écran quand la source est ponctuelle monochromatique. Commenter cette expression.

[Terme d'interférence et terme de diffraction]

Tracer la courbe de l'éclairement en fonction de x (axe de l'écran). Donner la valeur de x aux pieds.

[Bref, plein de questions classiques sur la question, cf cours.]

Répondre aux mêmes questions avec une source monochromatique étendue ; évaluer le contraste ; quand s'annule-t-il ? Discuter.

UTILISER LES TABLES TF

EXERCICE 2. MECANIQUE DU POINT.

Un pendule simple constitué d'une masse m suspendue à un fil de longueur ℓ est placé dans une voiture dont l'accélération est a. Déterminer l'angle du pendule par rapport à la verticale à l'équilibre.

Déterminer la pulsation des petites oscillations autour de cette position d'équilibre.

21. CCP.

EXERCICE 1 (14 PTS). INDUCTION.

1) Un rotor est constitué d'un cylindre d'axe Oz, de rayon r et de hauteur h, supportant N fils le long de ses génératrices. Chaque fil est parcouru par un courant d'intensité i. On place le rotor dans un champ magnétique $\vec{B}$ radial de norme uniforme.

a) Déterminer la force $\vec{F}$ qui s'exerce sur chacun des fils.

b) La vitesse de rotation du rotor est n tours par unité de temps. Quelle est sa puissance ?

2) On le place dans un circuit en série avec un générateur de f.e.m. E. La résistance globale du circuit est R, l'intensité qui le parcourt est I. Chaque fil du rotor est parcouru par un courant d'intensité I/N ; la vitesse angulaire du rotor est notée ω.

a) Exprimer la f.e.m. induite e sur chaque fil.

b) On note J le moment d'inertie du rotor par rapport à Oz. Établir l'équation différentielle vérifiée par ω.

c) Exprimer $n(t)$?

d) Déterminer l'instant t_1 tel que $n(t_1)$ est égal à sa valeur limite au millième près ?

EXERCICE 2 (6 POINTS). OPTIQUE GEOMETRIQUE.

Une lunette astronomique est formée d'un objectif et d'un oculaire. On les modélise respectivement par deux lentilles minces de même axe optique Ox, de centres O_1 et O_2 et de distances focales images f'_1 = 80 cm et f'_2 = 6 mm.

1) Donner en expliquant très brièvement la distance $h = O_1O_2$.

2) Déterminer l'expression du grossissement angulaire?

3) Le diamètre de la Lune est 3400 km. Avez-vous une idée de la distance Terre - Lune ?

On donne (après, bien sûr...) $3{,}2\times10^5$ km.

L'œil peut voir à concurrence de $\theta = 30°$. Peut-on voir la Lune en entier ?

Question finale (il restait 5 minutes) : valeur de μ_0 ? ($4\pi\times10^{-7}$ SI non mais...).

[Exercice 1 : j'ai eu deux ou trois hésitations, il me donnait une indication franchement pas directe à chaque fois, sans aider vraiment, mais ça suffisait pour réembrayer la machine. J'avais eu un bug dans ma préparation, je ne sais pas s'il a vu que je faisais tous les calculs en live... Fini en un quart d'heure et quelques.

Exercice 2 : il était content que je connaisse l'ordre de grandeur de la distance Terre - Lune.

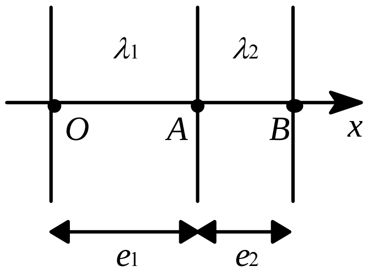
Dans l'ensemble, examinateur assez froid qui n'aide pas vraiment mais qui "allume une petite loupiotte" pour attirer l'attention sur l'endroit où chercher, ne pipe pas un mot quand ça roule, quand ça roule pas non plus, mais il le fait remarquer à la fin des calculs (notamment le candidat avant moi qui s'est fait démonter sur une machine thermique, et qui avait oublié de regarder le verso de l'énoncé ou figurait le deuxième exercice, le petit sur 6 points...), sinon RAS.]

22. CCP.

EXERCICE 1 (6 PTS). DIFFUSION THERMIQUE.

Redémontrer l'équation de la chaleur. Montrer que dans le cas unidimensionnel et en régime permanent, $T(x) = ax + b$.

2 - On considère deux milieux homogènes de conductivités thermiques λ_1 et λ_2 d'épaisseurs respectives e_1 et e_2. On prend comme conditions aux limites $T(O) = T_1$ et $T(B) = T_2$.



Exprimer T_A en fonction de λ_1, λ_2, e_1 et e_2.

Introduire la notion de résistance thermique. Mettre en évidence une analogie avec le théorème de Millman en électrocinétique.

23. CCP.

EXERCICE 1. RESEAUX.

1 - Démontrer la formule des réseaux.

2 - Un réseau est éclairé par une source ponctuelle à l'infini. Faire un schéma. Définir la déviation D et montrer qu'il existe un minimum de déviation D_m.

3 - On donne pour une raie verte λ_0 et D_{m_0}. Pour une raie rouge, on donne le minimum de déviation D_{m_1}.

3.a - Déterminer l'angle d'émergence i_0 au minimum de déviation dans le cas de la raie rouge.

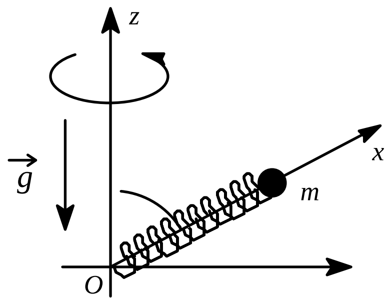
3.b - Déterminer la longueur d'onde λ_1 de la raie rouge.

3.c - Déterminer le pas a du réseau.

4 - On observe le spectre d'une source à vapeur de sodium dans le plan focal d'une lentille convergente de distance focale f'. On donne pour le doublet jaune λ_1 = 589,0 nm et λ_2 = 589,6 nm. Quelle distance Δx sépare les deux taches lumineuses associées à ces longueurs d'onde ?

5 - La source est maintenant blanche avec $\lambda \in$ [500 nm, 800 nm] et l'incidence est normale. A partir de quel ordre y a t'il recouvrement d'ordres ?

EXERCICE 2. MECANIQUE DU POINT.



Un anneau de masse m glisse sans frottement sur une tige rectiligne en rotation uniforme autour d'un axe vertical Oz et formant avec lui un angle constant α.

Déterminer l'équation du mouvement de l'anneau par rapport à la tige. Déterminer les positions d'équilibre et déterminer leur stabilité.

24. CCP.

EXERCICE 1. OEM DANS LE VIDE.

On donne dans le vide le champ électrique $\vec{E} = \begin{pmatrix} 0 \\ E_0 \cos\left(\pi \dfrac{y}{a}\right) e^{j(kz - \omega t)} \\ -j \dfrac{\alpha}{k} E_0 \sin\left(\pi \dfrac{y}{a}\right) e^{j(kz - \omega t)} \end{pmatrix}$ dans laquelle a, ω et E_0 sont considérées comme des données.

1 - Déterminer α en fonction des données. Caractériser le champ électrique de cette onde (plane, progressive, transverse, longitudinal...).

2 - Donner la direction du vecteur d'onde et établir la relation de dispersion.

3 - Déterminer le champ magnétique associé $\vec{B}$. Caractériser ce champ magnétique.

EXERCICE 2. DIFFUSION DE PARTICULES.

On étudie la diffusion de neutrons dans un cylindre de section S d'axe $x'x$ et de longueur L. La densité volumique de neutrons est notée $n(x, t)$. La loi de Fick est vérifiée et on note D le coefficient de diffusion.

1.a - Montrer que $\dfrac{\partial n}{\partial t} = D \dfrac{\partial^2 n}{\partial x^2}$

1.b - En régime permanent, calculer $j(x)$ (densité surfacique de flux de neutrons) et $n(x)$ avec les conditions aux limites $n(0) = n_0$ et $n(L) = n_L$.

2 - On suppose maintenant qu'il y a absorption de neutron (k neutrons par unité de temps et de volume).

2.a - Montrer que $\frac{\partial n}{\partial t} = D\frac{\partial^2 n}{\partial x^2} - k$.

Je suggère de remplacer k par k n ce qui correspond à une cinétique d'ordre 1, *plus réaliste : il y a d'autant plus de capture de neutrons qu'il y a de neutrons présents.*

2.b - En régime permanent calculer $j(x)$ sachant qu'on impose $j(0) = j_0$.

2.c - Déterminer la valeur minimale de j_0 pour que j ne s'annule pas.

3 - On suppose qu'il y a absorption et production de neutrons, la production l'emportant sur la l'absorption. Le nombre de neutrons créés par unité de temps et de volume est kn.

3.a - Montrer que $\frac{\partial n}{\partial t} = D\frac{\partial^2 n}{\partial x^2} + k\, n$.

3.b - On suppose que $n(x, t) = N\, e^{-\lambda t} \sin\left(\pi\frac{x}{L}\right)$. Montrer qu'il existe une valeur critique L_c de L telle que pour $L > L_c$ n diverge.

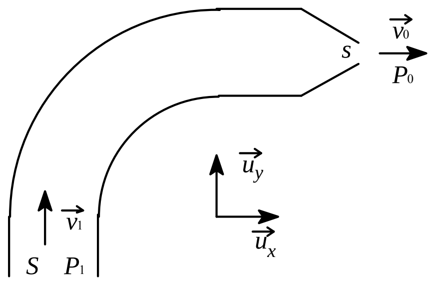
Question posée pendant l'oral : définition d'une onde plane.

Pas d'autre question l'examinateur "dormait"

Se méfier des examinateurs qui semblent dormir...

25. CCP.

EXERCICE 1 (14 PTS). BILANS.



Régime permanent, fluide parfait incompressible. On néglige la pesanteur.

1 - Définir un fluide parfait incompressible. On suppose $S \gg s$; que peut-on dire de v_0 et v_1 ?

Distinguer fluide et écoulement.

2 - Établir une relation entre les vitesses v_0 et v_1 puis calculer le débit massique en fonction de (P_1 - P_0).

3 - Exprimer la résultante des forces $\vec{F}$ à exercer sur le coude pour le maintenir immobile.

4 - Application numérique : P_0 = 1 bar, P_1 = 10 bar, s = 1 cm².

EXERCICE 2 (6 PTS). MACHINE THERMIQUE.

Au cours d'un cycle, un réfrigérateur prélève Q_F à la source froide de température T_F et reçoit Q_C d'une source chaude de température T_C.

1 - Exprimer l'efficacité théorique e_{th} en fonction de T_F et T_C sachant que le cycle est décrit de façon réversible. A.N. T_F = 273 K et T_C = 300 K.

2 - En pratique, la réversibilité n'est pas atteinte. On donne k tel que $\left(\frac{Q_C}{Q_F}\right)_{réel} = k\left(\frac{Q_C}{Q_F}\right)_{rév}$. Exprimer l'efficacité réelle. Application numérique : k = 1,1.

3 - Exprimer l'entropie créée sur un cycle en fonction de Q_F, T_F et k.

II. AUTRES CONCOURS.

26. PETITES MINES (2015, BLUTEAU)

Un cylindre métallique de rayon R, de longueur L, de conductivité électrique σ et de conductivité thermique λ est parcouru par un courant I. La température à ses extrémités est T_0. Quelle est la température maximale dans le cylindre ? Où ?

[Examinateur plutôt sympa, le problème c'est que je ne me souvenais plus de la résistance électrique d'un conducteur…]

27. ECOLE DE L'AIR (2013, MARIETTE)

EXERCICE 1 :

Exercice sur la propagation d'une impulsion avec nécessité d'écrire la valeur de l'amplitude pour t quelconque en tenant compte du retard de l'onde pour t>0. Seule l'amplitude y(x=0, t) est donnée. Il y avait une discussion sur l'onde réfléchie et les conditions limites. Ensuite d'autres questions étudiaient les modes de la corde.

EXERCICE 2 :

1. Un faisceau laser monochromatique transporte une puissance de 10W sur un plan d'onde de 1cm^2. Déterminez l'amplitude des champs électriques et magnétiques associés.
2. La Terre reçoit une puissance de 10W/m^2 de la part du Soleil. Déterminez la puissance totale émise par le Soleil.
3. Calculez la masse perdue par le Soleil.

Données : Distance Terre-Soleil, rayon du Soleil.

28. ENSEA-ENSIIE (BANQUE CCS, 2013, MARIETTE)

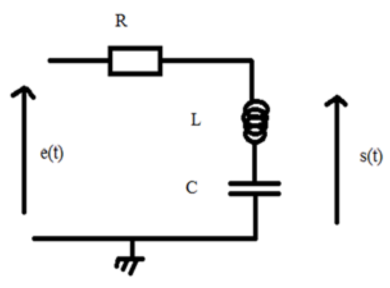
(20min de préparation pour 20min de passage)

QUESTION DE COURS:

Redémontrez la formule des réseaux.

EXERCICE: ELECTRICITE

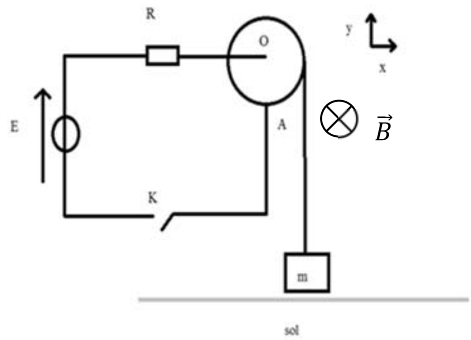
1. Etudier le circuit en BF et en HF. Caractériser le quadripôle.
2. Trouvez <u>H</u>=<u>s</u>/<u>e</u>
3. Diagramme de Bode.
4. EDF fourni un courant strictement sinusoïdal de fréquence f=50hz. De par leurs systèmes personnels et appareils usagés les utilisateurs perturbent le réseau par une harmonique indésirable. Il s'agit de la 3eme. En quoi ce filtre peut-il être utile ? Connaissant L=50mH et R=100 Ohms donner la valeur de C pouvant résoudre le problème.



29. TPE – EIVP – Physique 1 (2013, Mariette)

On ferme l'interrupteur K.

1. Montrer qu'il existe une tension E_{min} en dessous de laquelle la masse m ne peut pas être soulevée. Déterminez e=force électromotrice induite par la rotation de la roue.
2. Liez par des équations différentielles les grandeurs suivantes : ω=vitesse de rotation et y(t)=altitude de la masse m.
3. En déduire la valeur de E_{min}.



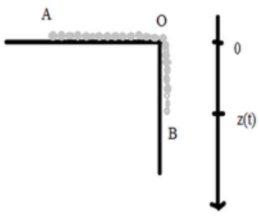
[Commentaire : partir de la limite de mise en mouvement de m, notamment dy/dt=0]

30. TPE – EIVP – Physique 2 (2013, Mariette)

Une chaîne de longueur $AB = l$ et de masse m se trouve sur le bord d'une table. A $t = 0$, $z(0) = z_0$.

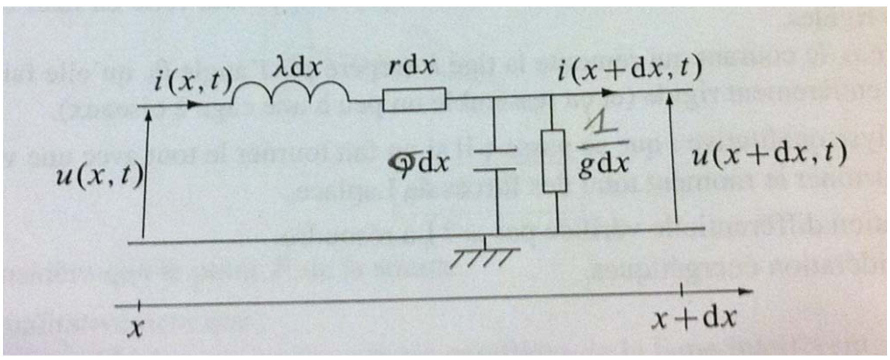
1. Sans frottements: Déterminer z(t) à l'aide d'une équadiff puis déterminez l'instant théta où la chaîne est en chute libre.
2. Avec frottements solides de coefficient de frottement f=0,2: Déterminez z(t), le nouveau théta et donner les conditions de glissement et de basculement.

$\vec{B}$



31. TPE - EIVP - Physique 1 – Modele des constantes reparties.

On modélise une tranche $(x, x + dx)$ d'un câble coaxial réel de la façon suivante :



1 - Établir l'équation aux dérivées partielles vérifiée par $u(x, t)$? En déduire la relation de dispersion pour une OPPH. Que retrouve-t-on si l'on néglige l'aspect dissipatif ?

2 - Une OPPH de représentation complexe $\underline{u}(x, t) = u_0\, e^{i(\omega t - kx)}$ se propage dans le câble. On règle les paramètres de telle sorte que la vitesse de phase et la distance caractéristique d'amortissement sont indépendantes de ω. Quel est l'intérêt ? Déterminer alors la vitesse de phase. Quelle est alors la relation entre λ, σ, r et g ?

Condition dite de Heaviside.

3 - Déterminer $Z_c = \frac{\underline{u}}{\underline{i}}$. Montrer que l'on retrouve la même impédance que pour un câble coaxial sans perte.

4) On envoie un échelon de tension en $x = -L$ (à l'extrémité gauche du câble), et le câble est fermé en $x = 0$ sur une résistance R. Le coefficient de réflexion sur R est $\rho = \frac{R - Z_c}{R + Z_c}$

Montrer que l'on peut déterminer expérimentalement (par des mesures en $x = -L$) λ, σ, r et g en donnant deux valeurs quelconques mais connues à R.

32. TPE - EIVP – PHYSIQUE 2 – MECANIQUE DES FLUIDES.

(Il y avait un schéma fourni).

Tuyau cylindrique de rayon R, de longueur L et d'axe Oz relié à un récipient cylindrique de section S telle que $S \gg \pi R^2$. Récipient rempli jusqu'à une hauteur $h(t)$.

Écoulement permanent, fluide de masse volumique ρ constante et uniforme. On utilise les coordonnées cylindriques et on note $\vec{v} = v(r)\vec{u}_z$ la vitesse du fluide dans le tuyau cylindrique, avec r la distance à l'axe Oz.

On donne l'équation de Navier Stokes : $\rho \frac{D\vec{v}}{Dt} = -\overrightarrow{grad}\, p + \rho \vec{g} + \eta \vec{\Delta} \vec{v}$.

On note Δp la différence de pression entre l'amont du tuyau et l'aval. On s'intéresse d'abord uniquement au tuyau cylindrique.

1 - On note $p' = p - p_h$ avec p_h le champ de pression tel que $-\overrightarrow{grad}\, p_h + \rho \vec{g} = \vec{0}$. Montrer que p' ne dépend que de z.

2 - En déduire $v(r)$.

3 - Calculer le débit volumique.

4 - On prend désormais le dispositif dans son ensemble. On suppose h lentement variable. Calculer Δp. En déduire une équation différentielle vérifiée par $h(t)$.

5) Montrer qu'en étudiant la fonction $\ln[h(t)]$, on peut déterminer la viscosité du fluide.

6 - On donne les viscosités dynamiques de la glycérine et de l'eau :

glycérine : 1,49 Pa.s

eau : $1{,}00 \times 10^{-3}$ Pa.s

Les calculs précédents sont-ils valables pour ces deux fluides ? On comparera les écoulements, les temps caractéristiques… (nombre de Reynolds !)

III. SOMMAIRE