

MINES - PONTS.

EPREUVE ORALE MINES

L'épreuve orale de physique du concours commun Mines-Ponts dure environ une heure. Elle est donc relativement longue. Cela permet à l'examineur d'aborder des aspects différents des connaissances et des méthodes acquises par le candidat, ainsi que de tester son aptitude à les utiliser dans des situations nouvelles, voire originales.

L'examineur a pour mission d'évaluer au mieux les candidats et non de les mettre en difficulté. Son rôle est de les classer, aussi toute l'échelle de notes est-elle utilisée, 20 compris.

Chaque examinateur interroge à sa façon qui est la même pour tous les candidats de son jury. Il peut donner - ou non - une « question de cours », faire préparer - ou pas - tout - ou juste une partie - du ou des sujets.

Insistons bien néanmoins sur le fait que malgré cette apparente diversité, tous les examinateurs ont les mêmes attentes, évaluent les mêmes qualités et sanctionnent de la même façon les mêmes lacunes ou les mêmes défauts.

Nous rappelons que l'épreuve orale n'est nullement « un écrit au tableau » et qu'elle est basée sur un dialogue dirigé par l'examineur, qui gère parfaitement le temps. Le candidat ne doit donc être nullement surpris par les interventions de l'examineur. Il est ainsi fort regrettable que des candidats ne laissent pas l'examineur parler, n'écoutent pas ses indications ou ses questions, sous prétexte qu'elles ne sont pas mentionnées sur l'énoncé, ou pire qu'ils consultent leurs montres de façon convulsive. Le candidat est libre de sa méthode, mais l'examineur peut l'amener à en changer, soit qu'il pressente une impasse, soit qu'il préfère explorer d'autres pistes. En particulier, le candidat n'a nullement intérêt à s'enfermer dans une voie sans issue, ou à surenchérir avec du hors programme.

L'écrit est un premier filtre, aussi l'oral essaie-t-il de tester autrement les aptitudes scientifiques de candidats qui se sont préparés pendant deux ou trois ans. Au cours de cet échange, l'examineur adapte ses questions afin d'appréhender le degré de maîtrise du cours et de s'assurer de la solidité de son assimilation, ou malheureusement de mesurer l'étendue des lacunes ou le superficiel de l'acquis des notions de base.

L'examineur a tout à fait conscience du stress ou de la fatigue que peut éprouver un candidat. Il doit néanmoins garder une attitude neutre et rester objectif. L'examineur a pour consigne de ne rien laisser paraître au sujet de la valeur des réponses du candidat. Il est donc inutile que le candidat cherche dans l'attitude de l'examineur un quelconque « indice », ni même attende un acquiescement, une négation, ou encore une réponse. Au contraire, nous lui recommandons d'écouter attentivement les questions et les éventuelles suggestions de l'examineur, sans trop se préoccuper de l'énoncé si on s'en éloigne. Une attitude souple et constructive est toujours en faveur du candidat, au contraire d'une attitude fermée qui ne fait que le desservir.

1. MINES (2025, BOUTORA – 9/20)

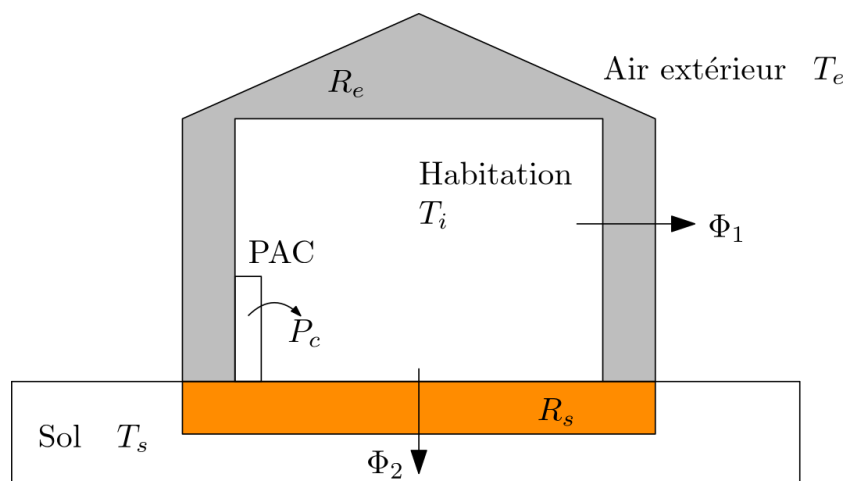
QUESTION DE COURS :

- Pour deux ondes incohérentes spatialement, parler de l'additivité des intensités et l'exploiter.
- Pour deux ondes quasi-monochromatiques, établir la formule de Fresnel (Il voulait la formule avec $I_1 \neq I_2$). Qu'est-ce qu'un bon contraste ? quelle relation a-t-on entre I_1 et I_2 dans ce cas-là ?

EXERCICE : TH3

On considère une habitation de température intérieure $T_i = 20^\circ\text{C}$. L'air extérieur est à la température T_e et le sol est à la température $T_s = 12^\circ\text{C}$. Le local contient une PAC qui consomme une puissance P_{elec} .

Lorsque $T_e = 10^\circ\text{C}$, on a : $P_{elec} = 6\text{ kW}$ pour maintenir T_i constante et lorsque $T_e = 0^\circ\text{C}$, on a $P_{elec} = 8\text{ kW}$ pour maintenir T_i constante.



- Déterminer R_e et R_s .
- Si $T_e = 0^\circ\text{C}$ et que la PAC est éteinte, vers quelle température tend T_i ? Commenter.
- La PAC fonctionne entre la source froide $T_f = T_s$ et la source chaude $T_c = T_i$ avec une efficacité $\eta = 0.1 \eta_{\text{Carnot}}$.
 - Pourquoi ne pas construire la PAC avec pour la source froide l'air extérieur?
 - Déterminer la puissance consommée. Commenter.

2. MINES (2025, VILLARET – 8.5/20)

QUESTION DE COURS :

Michelson réglé en lame d'air éclairé par une source étendue. Application au cas d'une source présentant deux longueurs d'ondes très proches.

EXERCICE : MC

On place un anneau sur un cerceau de longueur $2\pi R$. Le contact de l'anneau avec le cerceau fait intervenir des frottements solides de coefficient f .

On lance l'anneau à une vitesse V_0 . Déterminer quand l'anneau s'arrête.

Donnée : $\int \frac{1}{\sqrt{1+x^2}} dx = \text{argsh}(x)$

[Examinateur qui nous aide à avancer et à comprendre le pb. Comme je n'avais pas le temps de finir, il m'a demandé ce que je comptais faire pour la suite. Phrase préférée quand j'hésitais sur une de ses indications : « vous comprenez ce que je veux dire ? »]

3. MINES (2025, BONNEFOY - 13/20)

Ex1 : EM2

On considère le quadrupôle suivant avec $a \ll r$

- Déterminer le potentiel pour $\theta = 0$. Commenter
- Tracer l'allure des ldc de \vec{E} .
- Comment réagit ce quadrupôle si on le place dans un champ \vec{E} uniforme ? \vec{E} faiblement non uniforme ?

Ex2 : MF3

On considère une serre placée dans le vent.

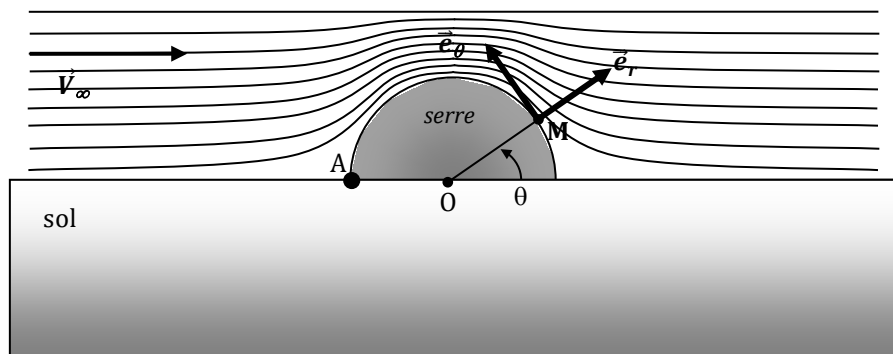
Les hypothèses de l'écoulement sont : parfait, incompressible-homogène, stationnaire.

La vitesse du vent loin de la serre est $\vec{V}_\infty = V_0 \vec{e}_x$ et la pression est P_0 .

On admet que le potentiel des vitesses de l'air est de la forme :

$$\phi(r, \theta, z) = Ar \cos \theta + \frac{B}{r} \sin \theta$$

On suppose enfin que la pression dans la serre est uniforme et vaut P_A



1. Déterminer A et B.
2. Calculer la force exercée par l'air sur la serre.

4. MINES (2025, THOUVENOT – 14/20)

QUESTION DE COURS

Relation de Bernoulli pour un écoulement parfait, incompressible-homogène, dans un champ de pesanteur uniforme dans un référentiel galiléen.

Etablir et utiliser la relation de Bernoulli.

[J'ai démontré Bernoulli. En application, j'ai proposé Torricelli : il m'a demandé si mon hypothèse « ligne de champ stables » était valable]

EXERCICE : EM2

On considère la distribution de charges suivante :

1. Etablir l'énergie potentielle de A.
2. Quelles sont les positions d'équilibre ? Etudier leurs stabilités.
3. Etudier l'équilibre en $x = 0$ et donner la période des oscillations.
4. Le chlorure de sodium cristallise dans une structure avec des charges positives en alternance avec des charges négatives. L'étude précédente permet-elle de justifier cette stabilité ? Conclure.

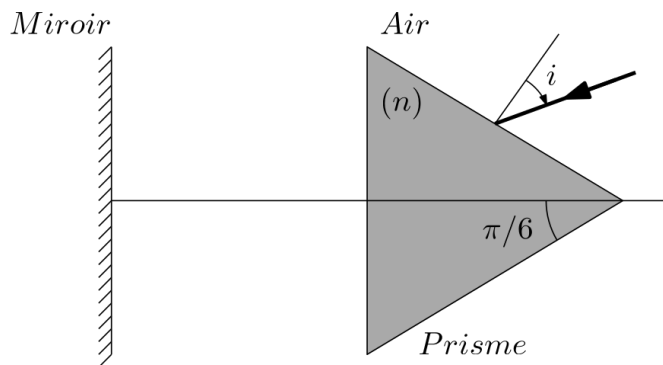
5. MINES (2025, LE DISSEZ – 9/20)

QUESTION DE COURS :

Ondes électromagnétiques dans les métaux (15 mn de préparation, 25 mn de passage !)

Ex : OG

1. Déterminer la valeur de i pour que le rayon lumineux arrive perpendiculairement au miroir
2. Le rayon réfléchi par le miroir rebrousse chemin et ressort par le prisme. Montrer que l'angle de sortie est alors égal à i . Quel phénomène optique ce dispositif illustre-t-il ?
3. On réalise l'expérience dans l'air, à pression atmosphérique P_0 (on note n_0 l'indice de l'air à cette pression) et on note i_0 l'angle d'incidence correspondant. Exprimer i_0 en fonction de n et n_0 .



4. On fait varier la pression P de l'air en plaçant le prisme dans une enceinte à vide et on mesure l'angle d'incidence i correspondant à une pression P . On obtient le tableau de valeur suivant :

$P (\times 10^5 \text{ Pa})$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$i (^\circ)$	48,590	48,588	48,586	48,584	48,581	48,578

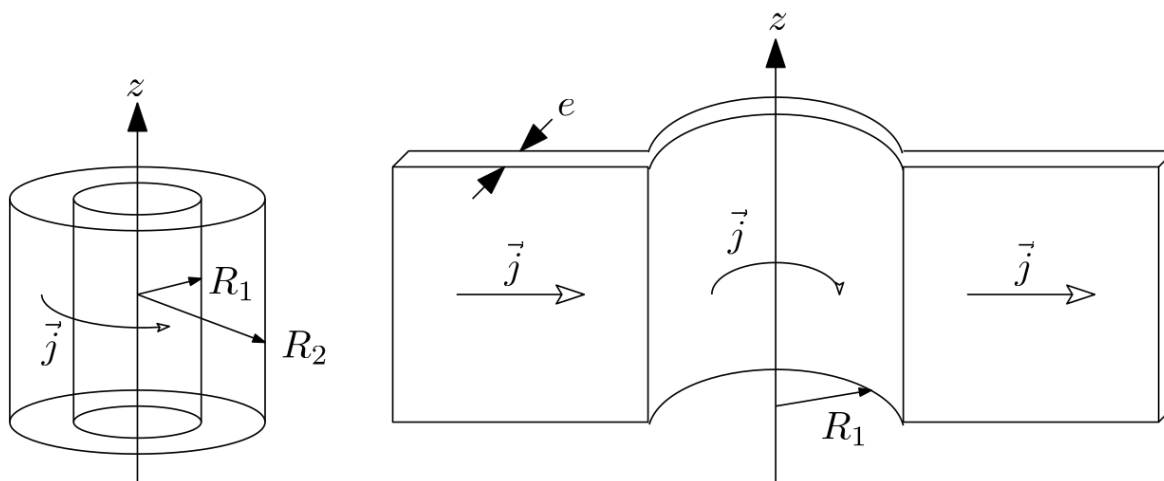
- Commenter les valeurs de ce tableau.
- La loi de Gladstone est-elle vérifiée ?

Loi de Gladstone -Dale : pour un gaz, on a : $n - 1 = kP$, où k est une constante de proportionnalité dépendant du gaz et de la longueur d'onde.

6. MINES (2025, NAHMANI – 17/20)

EXERCICE 1 :

- On considère un cylindre métallique infini, creux de rayon intérieur R_1 et de rayon extérieur $R_2 = R_1 + e$, parcouru par des courants orthoradiaux : $\vec{j} = j\vec{e}_\theta$. Déterminer le champ \vec{B} créé par cette distribution. Question de l'examinateur : vous trouvez \vec{B} continu, est-ce cohérent ?



- On considère maintenant la deuxième distribution donnée ci-dessus constituée de deux demi-plans infinis et d'un demi-cylindre infini également. Déterminer une expression approchée du champ \vec{B} en tout point de l'axe (Oz) .
- Si les 2 demi-plans font entre eux un angle α quelconque, comment est modifié ce résultat ?

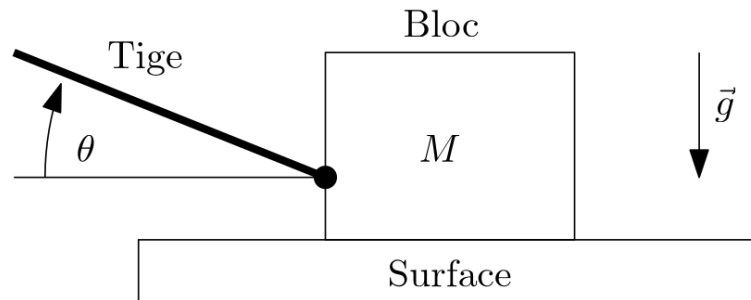
EXERCICE 2

On considère un bloc de masse M reposant sur une surface plane. Ce bloc peut glisser sur la surface avec des frottements solides.

On accroche au bloc une tige sans masse faisant un angle α avec l'horizontal.

Un opérateur pousse ou tire la tige avec une force \vec{F} .

Déterminer la valeur F_s de la force pour que le bloc commence à glisser puis la valeur F_c de la force pour permettre une translation rectiligne uniforme du bloc. A quelle condition a-t-on $F_s = F_c = F$? Tracer $F(\theta)$.



EXERCICE 3

On considère une corde de masse linéique μ .



- Déterminer la tension le long de la corde lorsqu'elle est au repos.
- On envoie une petite perturbation depuis le point d'accroche. Au bout de combien de temps cette perturbation arrive-t-elle au bout de la corde ?

7. MINES (2025, MB -)

QUESTION DE COURS :

Donner 2 montages permettant d'agrandir un objet situé à l'infini. Un montage avec deux lentilles convergentes et un montage avec une lentille convergente et une lentille divergente.

EXERCICE : EL-TH3

On considère le montage suivant :

- Etablir l'équation différentielle reliant $u_{n-1}(t)$; $u_{n+1}(t)$ et $u_n(t)$.
- Dans l'AMC, on remplace $u_n(t)$ par $u(x, t)$ avec $x = nh$. Montrer que $u(x, t)$ vérifie une équation de diffusion.
- On envoie un signal sinusoïdal en entrée :

$$u_0(t) = U_0 \cos \omega t$$

On considère une pseudo - OPPM(+) se propageant le long de la ligne.

- Déterminer la relation de dispersion. Commenter.
- Dégager un nombre de cellules caractéristiques.
- A partir de combien de cellule, le signal sera-t-il atténué de 95% ?
- Pour combien de cellules at-ton un déphasage de $\frac{\pi}{2}$.

4. On envoie un signal créneau en entrée :

$$u_0(t) = \frac{4U_0}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{2n+1} \sin(2n+1)\omega t$$

Comment évolue le signal parcourant les cellules ?

8. MINES (2025, CARLIER – 10/20)

On considère une montgolfière de masse totale $m = 400 \text{ kg}$ (masse ne comprenant pas la masse d'air chaud). On note $T_0 = 20^\circ\text{C}$ la température extérieure supposée indépendante de l'altitude.

1. A quelle condition sur la température T de l'air chaud la montgolfière décolle-t-elle ? (On notera T_c la température limite).
2. On suppose $T > T_c$. A quelle altitude la montgolfière se stabilise-elle ?
3. A quelle condition cet équilibre est-il stable ?

9. MINES (2025, SITTE -)

QUESTION DE COURS : CAVITE ET SUPERPOSITION D'ONDES

On a une cavité 1D de longueur e avec deux miroirs : l'un est parfait l'autre à un coefficient de réflexion proche de 1.

1. Pourquoi prendre $R \sim 1$?

On donne l'intensité dans la cavité :

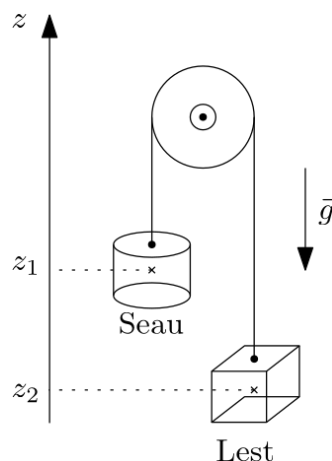
$$I = \frac{I_0}{1 + m \sin^2 \frac{\phi}{2}} \text{ avec } \phi = \frac{2\pi}{\lambda_0} \times 2ne$$

Et l'allure de $I(\phi)$ était donnée, il fallait commenter.

2. Que peut-on dire de l'OEM à la sortie de la cavité (du côté du miroir non parfait) ?

EXERCICE MC/MF

On considère le système suivant :



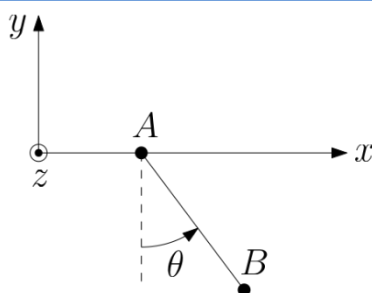
A $t = 0$, le seau (rempli d'eau) et le lest ont même masse m_0 et sont à l'équilibre. On perce alors un petit trou de section s . La vitesse d'éjection de l'eau, par rapport au seau, est notée $u(t)$. On note $m(t)$ la masse du seau à un instant t . On note z_1 la position du seau et z_2 la position du lest.

Les hypothèses sont les suivantes :

- On néglige la masse du seau,
 - On néglige la masse de la poulie,
 - On considère le fil comme inextensible.
1. Faire un bilan de quantité de mouvement au seau.
 2. En faisant des hypothèses pertinentes, trouver $u(t)$.
 3. Déterminer D_m puis $m(t)$.
 4. Déterminer $z_1(t)$

10. MINES (2024, SHARKAWI – 12/20)

EXERCICE



Les points A et B ont pour masses m_A et m_B . A a un mvt de translation suivant (Ox) . On néglige les frottements.

A $t = 0$, on a $x_A(0) = 0$; $\dot{x}_A = 0$; $\theta(0) = \theta_0 > 0$; $\dot{\theta}(0) = 0$.

1. Etudier le mouvement de G ne centre d'inertie du système.
2. Déterminer l'énergie cinétique du système. On fera intervenir la masse réduite μ .
3. Déterminer l'énergie potentielle du système.
4. En déduire le système d'équations différentielles vérifiées par le système.

QUESTIONS DE COURS

Trois questions de cours :

- Ondes acoustiques
- Effet Tunnel
- Courants de Foucault

11. MINES (2024, THOUVENOT - 4,5/20)

QUESTION DE COURS

On met deux solides S_1 et S_2 , de capacités calorifiques identiques notées C et de températures initiales T_{10} et T_{20} , en contact thermique (le tout étant isolé thermiquement).

On considère que le matériau permettant le contact thermique entre les deux solides est un bon conducteur thermique et que l'évolution des températures se fait lentement.

Déterminer l'état final et faire un bilan d'entropie.

Si $T_{10} \neq T_{20}$, l'évolution est irréversible : justifier.

EXERCICE 1

Une plaque infinie, d'équation $y=0$, est parcourue par des courants surfaciques :

$$\vec{j}_s(z, t) = j_{ms} \exp i(kz - \omega t) \vec{e}_z$$

1. Déterminer la densité surfacique de charges σ en tout point de la plaque.
2. On cherche à déterminer le champ électrique crée par σ . Déterminer la structure du champ à l'aide des symétries.
3. Préciser les conditions aux limites, en déduire l'expression du champ électrique.

12. MINES (2024, POIRIER – 7/20)

On s'intéresse à la durée de vie d'un état excité de l'atome d'Hélium. On utilise le dispositif ci-dessous dans lequel les atomes d'Hélium sont chauffés dans un four à 300 K et s'échappent par la petite ouverture. Ils sont alors ionisés à l'aide d'un faisceau d'électrons puis accélérés à l'aide d'un condensateur plan (tension de l'ordre du kV). On retire ensuite l'électron précédemment ajouté aux atomes tout en les laissant dans un état excité (Leur énergie est alors de 1,3 eV si l'on considère l'énergie du fondamental nulle). On étudie alors l'énergie $I(z)$ reçue par le récepteur (le système récepteur/lentille pouvant translater sur l'axe (Oz)).

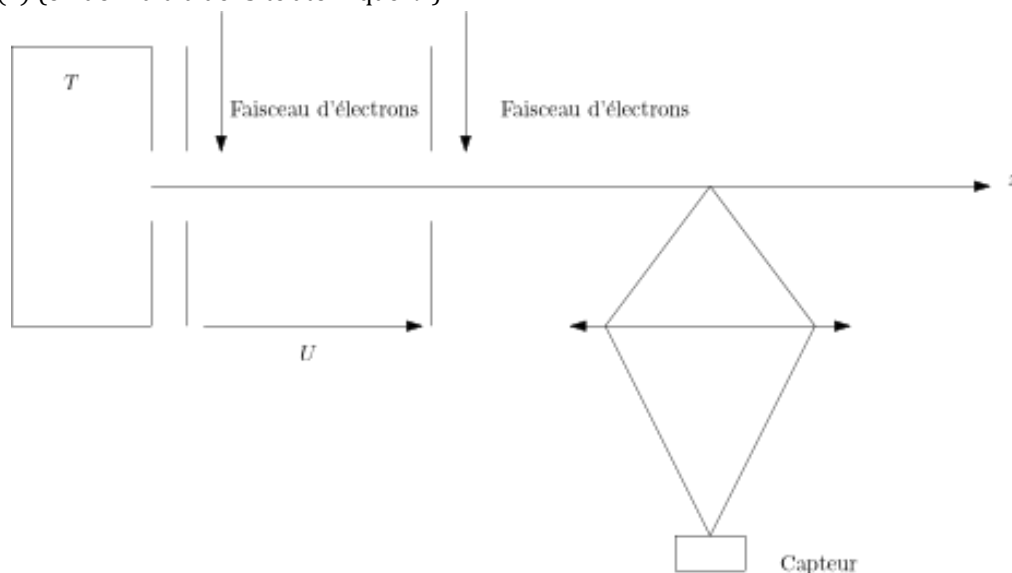
1. Expliquer pourquoi il est nécessaire de faire le vide dans le dispositif.
2. Quel est l'intérêt d'ioniser les atomes à la sortie du four ?
3. Déterminer la longueur d'onde du rayonnement émis par les atomes.
4. Déterminer la vitesse v_F des atomes à la sortie du four et leur vitesse v à la sortie du condensateur.
5. On donne la probabilité qu'un atome se désexcite à l'instant t :

$$P(t) = e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Où τ est la durée de vie de l'état excité.

Déterminer la probabilité pour que l'atome se désexcite entre t et $t + dt$ puis celle qu'il se désexcite entre z et $z + dz$.

6. Déterminer $I(z)$ (on donnait la densité atomique n^*).



13. MINES (2024, PLAZA – 9/20)

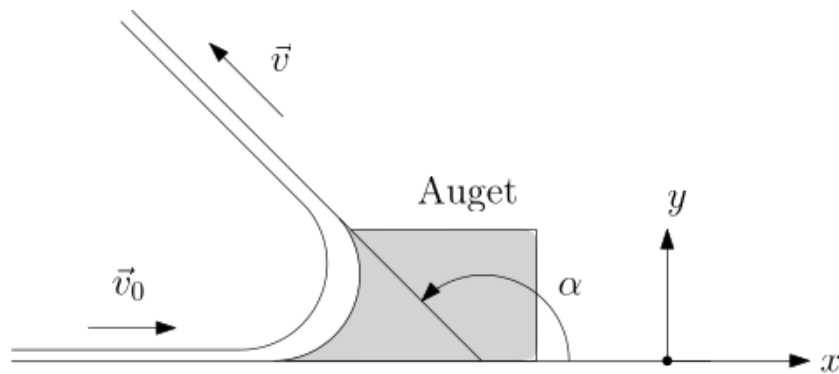
QUESTION DE COURS

Equation de diffusion sans terme de sources – applications et ODG

EXERCICE 1

Jet d'eau dévié par un auget

Hypothèses : fluide parfait, incompressible, homocinétique, régime permanent, effet de la pesanteur négligé, jet de section S



1. Hypothèse : auget fixe
 - a. Déterminer la norme de v' en fonction de v_0
 - b. Déterminer la composante selon Ox de la force de l'opérateur nécessaire pour maintenir l'auget fixe, conclure.
2. Hypothèse auget mobile (posé sur un chariot à la vitesse V selon ex)
Se placer dans un référentiel R' à déterminer afin de se ramener dans le cas précédent
 - a. Déterminer les composantes de v' dans le référentiel R' en fonction de v_0 et V
 - b. Calculer cette vitesse dans le cas $\alpha = \pi$ et $V = v_0/2$

[Examineur très gentil, il a essayé de me faire avancer et il ne me laissait pas bloqué trop longtemps]

14. MINES (2024, SEGURON – 7/20)

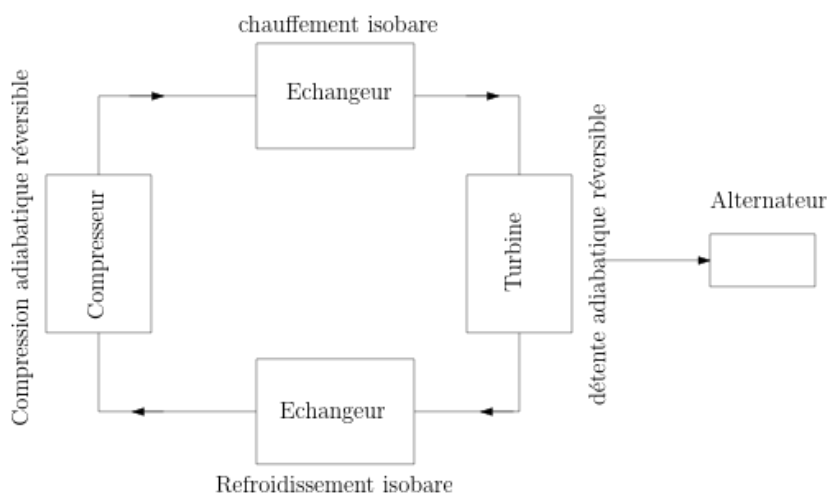
QUESTION DE COURS

Mouvement à force centrale, loi de Kepler, énergie mécanique

EXERCICE

Cycle moteur de Joule (ou cycle Brayton)

Hypothèse : le fluide utilisé (air) est un gaz parfait



1. Représenter ce cycle dans le diagramme de Clapeyron. Donner les signes des transferts thermiques et travaux reçus par l'air.
2. Déterminer le rendement de ce cycle en fonction de γ et du taux de compression.

15. MINES (2024, VAN AARSEN – 13/20)

QUESTION DE COURS (QUELQUES MINUTES DE PREPARATION, 20 MN DE PASSAGE)

Effet Hall

Mon plan :

I - Nouvelle expression de la force de Lorentz, approche qualitative du phénomène

II - Expression de E_H

III - Application de l'effet Hall

(j'ai parlé de l'induction de Lorentz et de la détermination expérimentale du champ B)

EXERCICE (SANS PREPARATION)

On considère un échangeur dans lequel circule de l'eau assimilée à un fluide incompressible avec $c=4,2$ kJ/K/kg qui passe de la température $\theta_e = 12^\circ\text{C}$ à θ_s . L'air est considéré comme un gaz parfait diatomique ($\gamma = 1,4$) de masse molaire $M=29$ g/mol subissant une détente isobare passant de la température $T_1 = 529$ K en entrée à $T_0=300$ K en sortie. L'enceinte est considérée parfaitement calorifugée. Les débits massiques sont notés $D_m = 100$ g/s et $d_m = 6,8$ g/s pour l'eau et l'air respectivement.

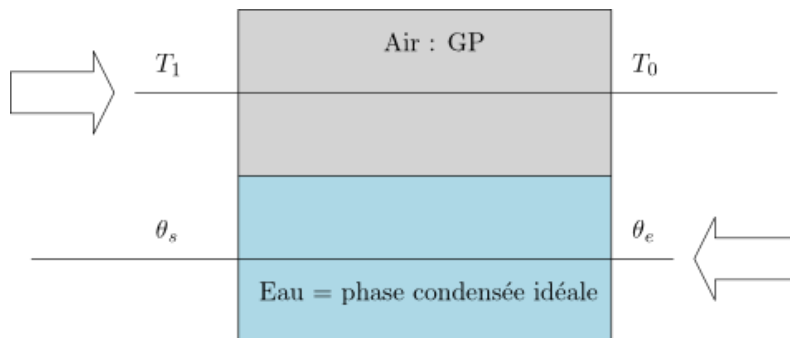
Q1 - Etablir l'expression de la température θ_s de l'eau en sortie et la calculer.

Q2 - Calculer la différence d'entropie massique pour l'air, puis pour l'eau.

Q3 - Calculer l'entropie créée par unité de temps par ce système.

[Une annexe était donnée rassemblant tout ce qui est hors programme et des méthodes de calcul : allant de l'expression de l'entropie pour un gaz parfait aux formulaires de calcul, graphe de certaines fonctions mathématiques.

Le jury était très professionnel, il n'a pas beaucoup parlé sauf pour me rediriger sur les bonnes pistes quand je me trompais. Il attendait un petit peu avant de me donner des indications.]



16. MINES (2024, BASSE – 17,5/20)

QUESTION DE COURS

Oscillateur harmonique électrique, équation différentielle et bilan d'énergie

Mon plan :

- I- Equation différentielle, loi des mailles
- II- Bilan d'énergie
- III- Analogie avec un oscillateur mécanique : le pendule (TMC)

EXERCICE

On considère une voiture dont le mouvement est circulaire uniforme (vitesse v , rayon R)

- Montrer qu'il existe une force s'appliquant à la voiture perpendiculaire à la vitesse
- Donner l'origine physique de cette force.
- Il n'y a pas de dérapage tant que $F \leq \mu R_N$. Exprimer la vitesse maximale pour que la voiture ne glisse pas.
- On incline la route d'un angle α .
 - a. Déterminer la valeur de α pour que F s'annule lorsque la vitesse est maximale.
 - b. Si on diminue la vitesse de moitié, doit-on diminuer l'angle α de moitié ?

[L'examineur était très gentil (30-40 ans un peu chauve). Il n'a pas eu bcp à intervenir. Il m'a fait calculer la vitesse maximale de deux façons.]

17. MINES (2024, NAHMANI – 10,5/20)

QUESTION DE COURS : EFFET HALL ET CONDUCTIVITE (GUIDE)

1- Expliquer qualitativement l'effet Hall dans un ruban

[Il m'a demandé d'expliquer les directions du champ B et la distribution des porteurs de charges dans le ruban.]

2- Déterminer la tension de Hall

3- Donner un odg de cette tension

[J'ai voulu prendre B égal à 5 milliteslas, ce que j'avais pour une bobine pour mon TIPE. Pour v, je n'avais aucune idée de l'odg. J'ai voulu prendre la plus grande valeur possible, et je me suis placé en limite relativiste en prenant $c/10$, je trouvais 15 000 000 volts... Cet odg est évidemment mauvais ; les porteurs de charges n'allant pas très vite.]

4- Quel matériau utiliser pour observer un champ Hall conséquent ?

[J'ai voulu utiliser la loi d'Ohm locale en écrivant $j = \gamma E$ mais j'ai abandonné. Il faut avoir ρ petit et donc utiliser un semi-conducteur.]

5- Donner une application courante du champ Hall

[J'ai évidemment donné la sonde à effet Hall. Il m'a demandé comment ça marchait.]

EXERCICE

On considère un rotor (sorte de chaise constitué de 6 fils de longueurs a) et un stator constitué de deux cadres orthogonaux (dont l'un est représenté)

On ne considère que le premier cadre dans un premier temps

1. Déterminer la direction du champ B créé par le cadre. On admet par la suite que B s'écrit : $B(t) = K \cdot I(t)$

[J'ai utilisé la règle du bonhomme d'Ampère, en me disant que ça suffirait. Il voulait un argument plus précis (la symétrie des distributions de courant).]

2. Quel serait le champ magnétique généré en O par un fil infini distant de $L/2$ du point O ? En déduire un encadrement de K.

[J'ai du coup écrit que $4\mu_0/\pi L$ majorait K (en considérant 4 fils infinis, ceux du cadres). Puis pour minorer j'ai dit que le champ du carré serait plus fort que celui d'une spire circulaire de rayon $\sqrt{2} L/2$ car les fils sont « plus loins ». il avait l'air satisfait de la réponse mais ne m'a pas fait calculer K dans la minoration.]

On considère désormais le deuxième cadre du stator, parcouru par $I'(t)$.

3. Déterminer comment choisir I et I' afin d'avoir $\vec{B} = B_0(\cos(\omega t)\vec{e}_x + \sin(\omega t)\vec{e}_y)$

[Question facile, il m'a cependant demandé qui de la composante selon \vec{e}_x ou \vec{e}_y était en retard par rapport à l'autre.]

On impose un courant i_0 constant dans le rotor.

4. Déterminer la résultante des forces et le moment des forces qui s'exercent sur le rotor. Quelle particularité présente la rotation du rotor ?

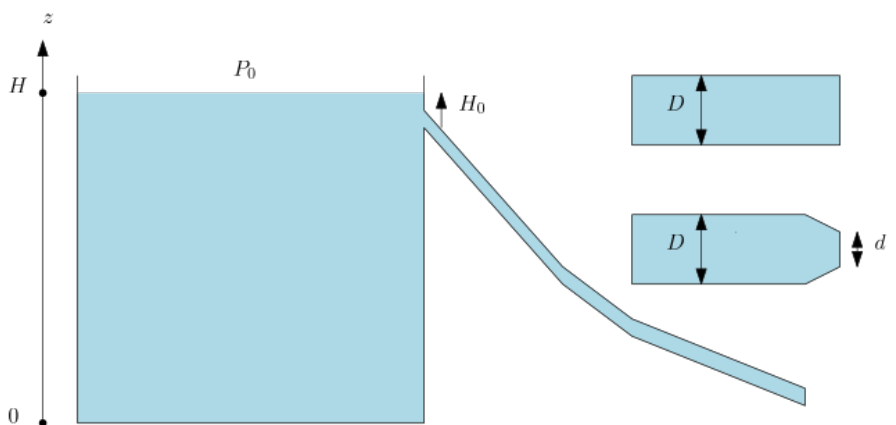
[J'ai oublié le fait qu'un circuit filiforme fermé possède une résultante nulle des forces de Laplace. Pour le couple, j'ai voulu écrire le moment élémentaire puis l'intégrer. Il m'a fait plutôt utiliser le moment magnétique. Au vu de la forme du rotor, j'ai voulu décomposer le moment m en deux moments des deux carrés qui constituent le rotor, mais j'ai eu un doute sur le fait qu'il n'y a pas de fil qui ferme chaque carré. Il m'a dit que ce n'était pas grave, car si on ferme les carrés par un fil imaginaire, ce fil, confondu dans les deux carrés, est parcouru par i_0 dans un sens mais dans l'autre ce qui l'annule et permet donc de sommer les moments magnétiques rigoureusement. J'ai dit que la vitesse de rotation finirait par valoir w .

Examineur très sympathique, il restait cependant neutre à chaque réponse et revient sur des précédentes réponses pour m'inviter à les reconsidérer car elles étaient fausses. L'exercice est vraiment abordable, mais le stress de l'oral rend ça vite difficile.]

18. MINES (2024, MAYARD – 7/20)

EXERCICE 1 : CAVITATION

Introduction : présentation du phénomène de cavitation pouvant se produire dans un barrage et d'une solution à ce problème : un injecteur. Cela consiste à diminuer progressivement le diamètre de la sortie de la conduite.



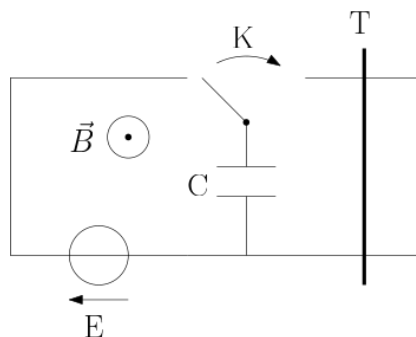
1. Sans injecteur :
 - a. Déterminez la pression $P(z)$ dans la conduite à l'altitude Z , commentez.
 - b. À partir de quelle hauteur $H - H_0$ n'y a-t-il pas cavitation ?
2. Avec injecteur :
 - a. On note v la vitesse du fluide à l'entrée de l'injecteur, déterminez l'expression de la vitesse en sortie de l'injecteur V de deux manières différentes.
 - b. À partir de quelle valeur de d minimum pour qu'il n'y ait pas cavitation ?

Données : $H = 120$ m, $H_0 = 100$ m, $P_{sat} = 2 \cdot 10^{-2}$ bar

EXERCICE 2 : INDUCTION

À l'instant $t = 0$: on ferme l'interrupteur K , déchargeant le condensateur dans le circuit.

Une tige de masse m et de résistance R sert à fermer le circuit. Quelle est la vitesse maximale de la tige ?



[Examineur sympathique. Pour ma part, beaucoup d'erreurs de précipitation, notamment pour la résolution de l'équation électrique dans l'exercice 2.]

19. MINES(2024, MASNOU -9,5/20)

QUESTION DE COURS

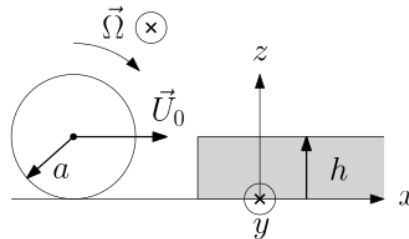
On considère un proton de masse m dans un champ magnétique extérieur uniforme : $\vec{B} = B_{ext}\vec{e}_z$.

Le proton a un moment cinétique de spin \vec{S} et un moment magnétique associé : $\vec{\mu} = \gamma \vec{S}$.

1. Donner la dimension de μ est donner un odg.
2. Montrer que $\|\vec{\mu}\|$ se conserve et montrer que μ_z se conserve également.
3. Quel est le mouvement de \vec{S} ?
4. Déterminer la fréquence de rotation de μ_x et μ_y ?
5. Proposer des odg dans un contexte d'application que l'on précisera.

EXERCICE

On considère un cylindre de rayon a , de masse m , de moment d'inertie par rapport à son axe $J = \frac{1}{2}ma^2$, qui arrive sur une marche de hauteur h avec une vitesse \vec{U}_0 .



Décrire ce qui se passe. A quelle condition le cylindre « passe-t-il » la marche ?

[Examinateur gentil qui essayait de me faire avancer]

20. MINES (2024, JEAGER – 14,5/20)

QUESTION DE COURS

Etablir l'équation de Navier-Stokes (écoulement incompressible homogène). Définir le nombre Reynolds et en donner une interprétation.

[Mon plan :

- I- Equation de NS
- II- Nombre de Reynolds R_e (j'ai utilisé le rapport $\rho a_{conv}/f_{vis}$)
- III- Interprétation de R_e (j'ai parlé des écoulements laminaires et turbulents et du graphe $C_x(R_e)$)

Il m'a demandé :

- La signification de la dérivée particulaire,
- La signification de C_x et l'expression de la trainée,
- Application : calculer R_e dans un cas particulier au choix (j'ai choisi la chute d'une balle de ping-pong)]

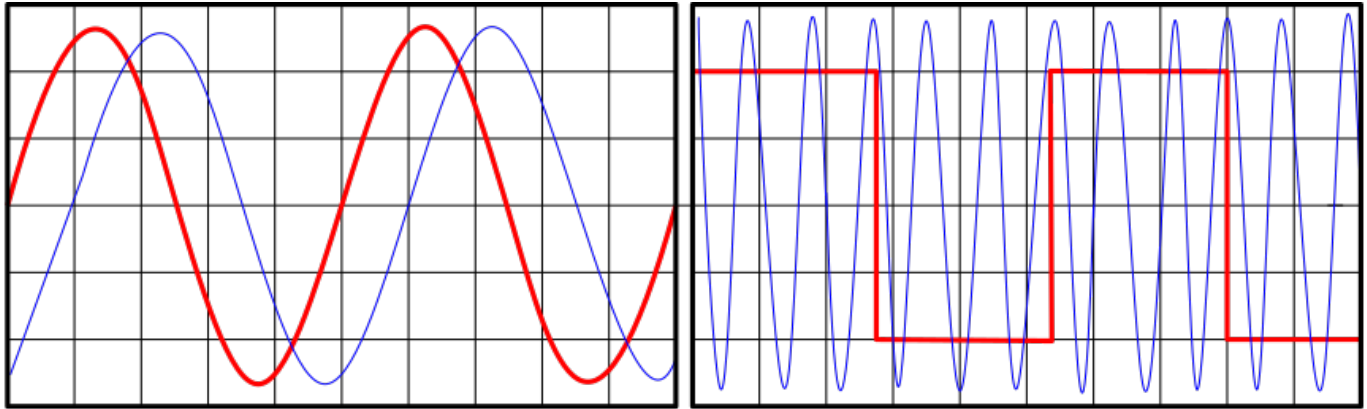
EXERCICES

On dispose d'une boîte noire dont on veut déterminer la nature du filtre correspondant. On dispose de deux oscillogrammes (CH1 correspond à la tension d'entrée et CH2 correspond à la tension de sortie).

1. Déterminer la fonction de transfert du filtre (ω_0 , H_0 et Q attendus) et tracer son diagramme de Bode.
2. Sachant que $L = 50$ mH, proposer des valeurs pour les autres composants du filtre.

La décomposition en série de Fourier du créneau était donnée :

$$V_e(t) = \frac{4E}{\pi} \left(\sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \frac{1}{5} \sin 5\omega t + \dots \right)$$



CH1 : 2V/div ; CH2 : 10 mV/div ; tps : 100μs/div

CH1 : 5V/div ; CH2 : 4/3 V/div ; tps : 10ms/div

21. MINES (2024, MORET-BAILLY, 9/20)

EXERCICE 1 : ETUDE DU DOUBLET Π DU BENZENE.

Les électrons se déplacent sur un rayon a . On modélise ce déplacement par une trajectoire 1D entre $x = 0$ et $x = 2\pi a$

On donne :

$$\Psi(x, t) = \phi(x) \exp\left(-\frac{iEt}{\hbar}\right)$$

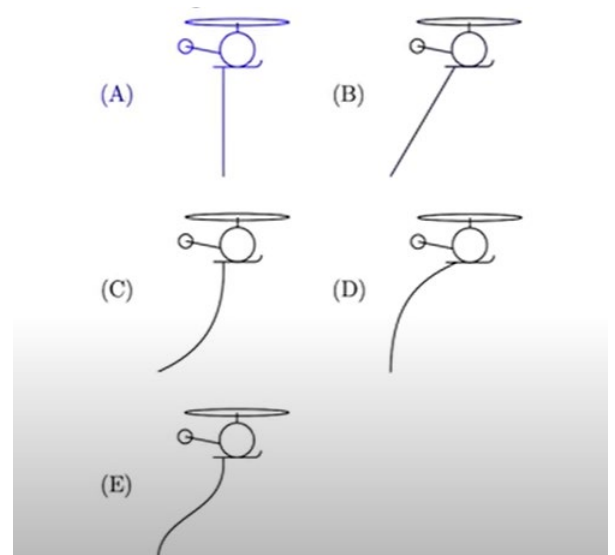
Avec : $\phi(x) = A \exp(iKx)$

1. Donner l'expression de K . Pourquoi peut-on supposer que $A \in \mathbb{R}$?
2. On cherche les solutions telles que $\phi(0) = \phi(2\pi a)$.
 - a. Expliquer ce choix.
 - b. En déduire une quantification de l'énergie. Pourquoi peut-on avoir des orbitales doublement dégénérées ?
 - c. Représenter les niveaux d'énergie sur un graphe et sachant que l'on a 6 électrons dans le doublet Π remplir le diagramme avec la règle de Pauli et la règle de Hund.
3. Sachant que le benzène a une bande d'absorption à 255 nm, calculer a . Comparer cette valeur à la longueur C-C.

EXERCICE 2 : HELICOPTER ROPE RIDDLE

On accroche une masse $m = 25 \text{ kg}$ à une corde de 15 m fixée à un hélicoptère.

1. Montrer que la force de frottement est négligeable devant le poids de la masse.
2. Quelle est la forme de la corde ?



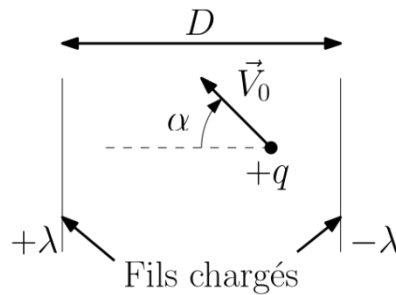
22. MINES (2024, DELEUZE – 9/20)

QUESTION DE COURS : STATIQUE DES FLUIDES

Mon plan :

- I- Définition de la statique des fluides
- II- Relation fondamentale de la statique des fluides
- III- Exemple d'application : atmosphère isotherme, évolution de la densité particulaire

EXERCICE



Etudier la trajectoire de la charge q .

23. MINES (2024, LE PICARD -15,5/20)

EXERCICE 1

On considère un bac d'eau (1) de masse m et un autre (2) de masse $m/5$.

On veut transformer (2) en glace pour une patinoire et (1) en eau chaude pour une piscine à l'aide d'une PAC.

Quelle sera la température de l'eau chaude si l'on veut que la glace formée soit à la température de -5°C ?

Quel est le travail nécessaire ?

EXERCICE 2



Déterminer la résultante des forces de pression s'exerçant sur le barrage.

[Jury neutre et professionnel. Exercice 1 résolu sans problème. Exercice 2 résolu péniblement à cause d'une erreur débile qu'il ne m'a pas signalée.]

24. MINES(2023, DELHAIE -13.5/20)

QUESTION DE COURS

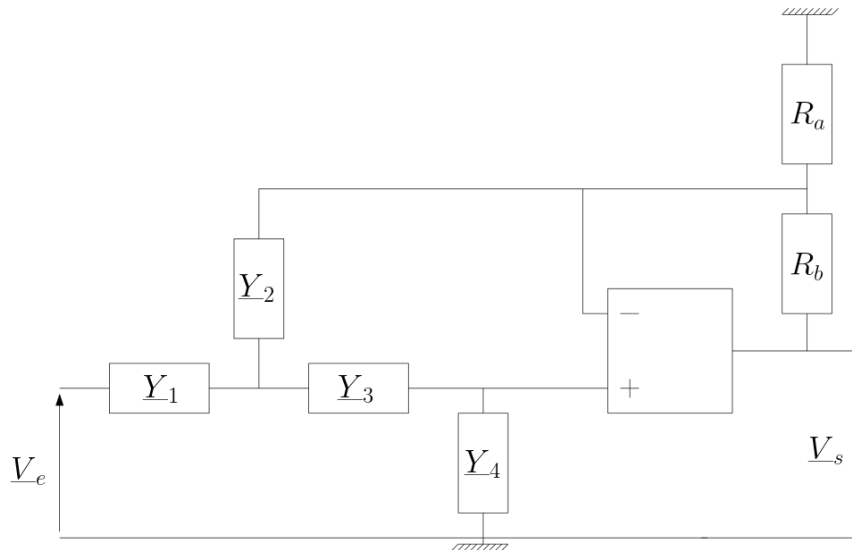
Soit un récipient cylindrique contenant du mercure de masse volumique ρ . Le récipient est en rotation uniforme.

Déterminer l'équation de la surface libre. La NASA utilise ce principe pour réaliser un télescope à miroir sphérique de diamètre 3 m. Expliquer l'intérêt.

EXERCICE

On considère le filtre de Sallen-Key suivant dans lequel : $\underline{Y}_1 = \underline{Y}_2 = \frac{1}{R}$; $\underline{Y}_3 =$ capacité C ; $\underline{Y}_4 =$ association R et C série.

On pose : $k = \frac{R_a + R_b}{R_b}$



1. Déterminer la fonction de transfert du filtre. Quel filtrage réalise le filtre ? Déterminer les caractéristiques du filtre. Ce filtre est-il stable ?

2. On envoie un signal triangulaire de période T , comment obtenir un signal sinusoïdal à 1% près ?

25. MINES (2023, ODDOUX – 19/20)**QUESTION DE COURS (EN DIRECT)**

Décrire le mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme. Faire un bilan énergétique.

[Plan adopté :

- I- Force de Lorentz, odg (poids)
- II- Equation du mouvement
- III- Bilan énergétique

Sur la partie III, j'ai juste calculé les énergies potentielles et cinétiques. Il m'a proposé de considérer un dispositif créant un champ électrique uniforme et d'exploiter mon bilan d'énergie. J'ai proposé un condensateur plan que l'on décharge et j'ai ainsi pu calculer la vitesse des particules en fonction de C et \vec{E}].

EXERCICE (10 MN DE PREPARATION)

Calculatrice interdite

On considère une machine thermique (machine frigorifique) dont le fluide subit, dans l'ordre :

- Une compression adiabatique en phase vapeur de A vers B. A correspond à de la vapeur saturante.
- Un refroidissement isobare de B vers C. C correspond à une vapeur saturante.
- Une liquéfaction totale isobare de C vers D. D est un liquide saturant.
- Une détente adiabatique irréversible, modélisée par une détente isenthalpique de D vers E. E correspond à un équilibre liquide/vapeur.
- Vaporisation isobare du fluide de E vers A.

Données : $h_A ; h_B ; h_D$ en kJ.kg.

1. Représenter le cycle et le sens de parcours sur un diagramme de Clapeyron. Calculer les chaleurs massiques échangées q_c et d_F respectivement avec les sources chaudes et froides.
2. Evaluer l'efficacité η de la machine.
3. On note T_B et T_C les températures en B et en C. Le gaz peut être considéré comme parfait. Exprimer littéralement la chaleur latente de vaporisation à la température T_C en fonction des données (le gaz a une chaleur massique à pression constante c_p).
4. On donne la chaleur latente de vaporisation en A. Calculer le titre de la vapeur en E.
5. La machine est calibrée pour prélever une puissance P , déterminer le débit massique du fluide.

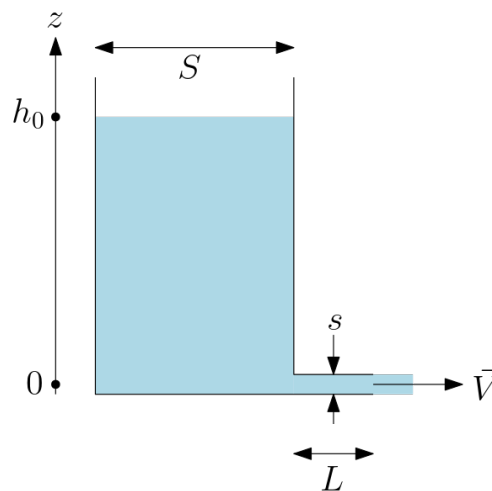
[Il m'a posé beaucoup de questions sur les valeurs numériques, les diagrammes (point critique, pente A-B...) et les changements d'état : pourquoi $P=f(T)$ par exemple.]

[Examineur pro et peu amical, peu aidant (il n'a pas eu trop besoin non plus) et qui aiguille vers les erreurs au lieu de les pointer directement]

26. MINES (2023, LE PICARD 12/20)

EXERCICE 1

On considère une vidange classique :



1. On se place en début de vidange. Exprimer la conservation du débit volumique. Peut-on considérer le régime stationnaire ? Exprimer la vitesse en sortie.
2. On se place dans l'ARQS. Quelle hypothèse faut-il faire pour se placer dans cette situation ? Calculer le temps caractéristique de vidange (S, s, h_0 données).
3. On considère le régime transitoire : on étudie l'évolution de la vitesse en sortie de 0 à $\sqrt{2h_0g}$ et on considère que h_0 varie très peu. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par V (vitesse en sortie) est :

$$2L \frac{dV}{dt} = 2h_0g - V^2$$

4. On cherche les solutions sous la forme :

$$V(t) = V_\infty \tanh\left(\frac{t}{\tau}\right)$$

Exprimer V_∞ et τ .

EXERCICE 2

Rails de Laplace.

Les deux tiges conductrices sont posées, sans vitesse initiale, sur des rails de Laplace à une distance ℓ . On établit un champ magnétique \vec{B} , perpendiculaire au plan des rails, dont la valeur augmente progressivement de 0 à B_0 . Quelle est la distance finale entre les deux rails à l'équilibre ?

[Examineur assez neutre, plutôt ouvert à la discussion mais laisse du temps pour chercher seul sans indications. Il m'a laissé réfléchir 5 mn au tableau pour le deuxième exercice avant de commencer.]

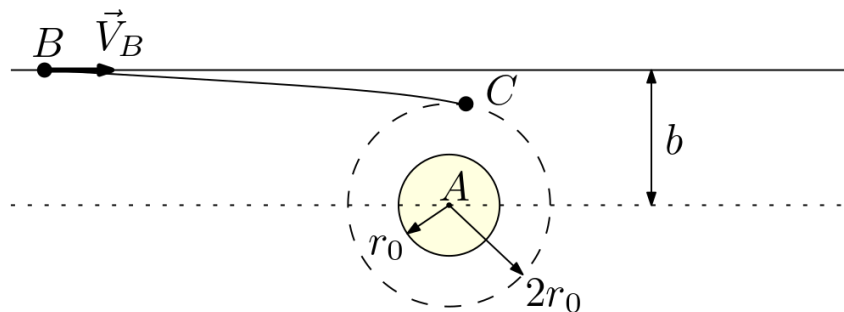
27. MINES (2023, MARTINETTI-9/20)**QUESTION DE COURS**

ARQS magnétique

EXERCICE

Un vaisseau est à une très grande distance d'un astre, sa vitesse est \vec{V}_B et son paramètre d'impact est b .

1. Quelle est la nature de sa trajectoire ?
2. Quelle est la condition sur b pour que le vaisseau arrive en C avec une vitesse orthoradiale ?
3. On veut que le vaisseau adopte une trajectoire circulaire en C. Que faut-il faire ? Comment réduire la vitesse du vaisseau ?



Données : $V_B ; m ; r_0 + E_p$ est négligeable en B.

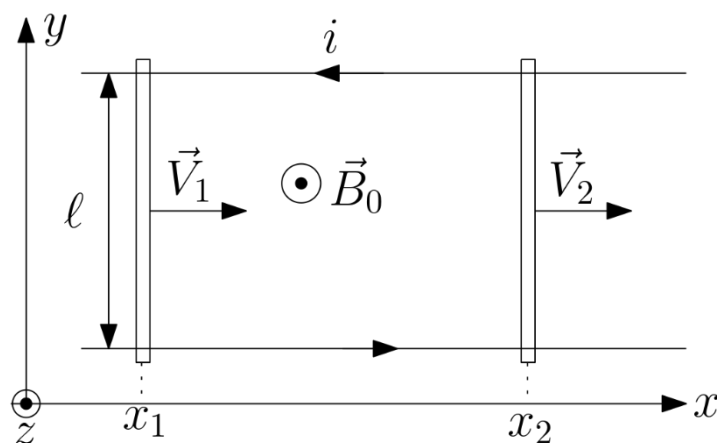
28. MINES (2023, MICHELON- 14/20)**QUESTION DE COURS (SOUS FORME D'EXERCICE)**

1. Etablir l'équation de d'Alembert pour une corde vibrante fixée à ses deux extrémités.
2. Pour quelles fréquences observe-t-on des fuseaux sur la corde ?
3. Calculer l'ordre de grandeur de la tension le long de la corde d'une guitare (ordres de grandeur à proposer).

EXERCICE

On considère deux tiges identiques, de masse m , de résistance R , posées sur deux rails de Laplace. On néglige la résistance des rails.

1. Expérience 1 : $\vec{V}_2(0) = \vec{V}_0$ et $\vec{V}_1(0) = \vec{0}$. Déterminer $\vec{V}_2(t)$ et $\vec{V}_1(t)$. Calculer l'énergie dissipée avec deux approches.
2. Expérience 2 : On donne une impulsion initiale à la barre 2 vers la droite et on l'arrête lorsque les deux barres sont à la distance d . Etudier le mouvement de la barre 1.



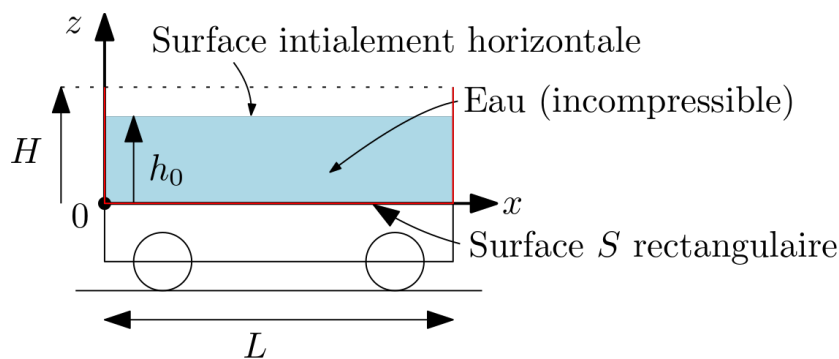
29. MINES (2023, SUAU -12/20)

EXERCICE 1 (15 MN DE PREPARATION)

On considère deux bobines idéales identiques, d'inductance L , notée B_1 et B_2 que l'on place en série avec deux résistances identiques $R_1 = R_2 = R = 1k\Omega$. On ferme le circuit (B_2R_2) par un fil et on ajoute un générateur au circuit B_1R_1 . On place les deux bobines « face à face » et on note M le coefficient d'induction mutuelle. A $t = 0$, le générateur impose un échelon de tension. On observe alors les chronogrammes représentant la somme et la différence des deux tensions. En déduire, L et M .

EXERCICE 2 (SANS PREPARATION, 25 MN DE PASSAGE)

Un camion est mis en mouvement avec une accélération constante : $\vec{a} = -a \vec{e}_x$ ($a > 0$).



- Déterminer l'équation de la surface libre $z = f(x)$ lorsqu'elle est stabilisée.
- Déterminer l'accélération pour laquelle, l'eau déborde de la citerne.

30. MINES (2023, DEMARCY- 8/20)

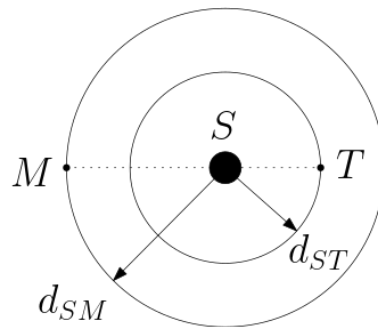
QUESTION DE COURS

Approche probabiliste du phénomène de diffusion à 1D. Relier la diffusivité au libre parcours moyen et à la vitesse quadratique moyenne.

EXERCICE

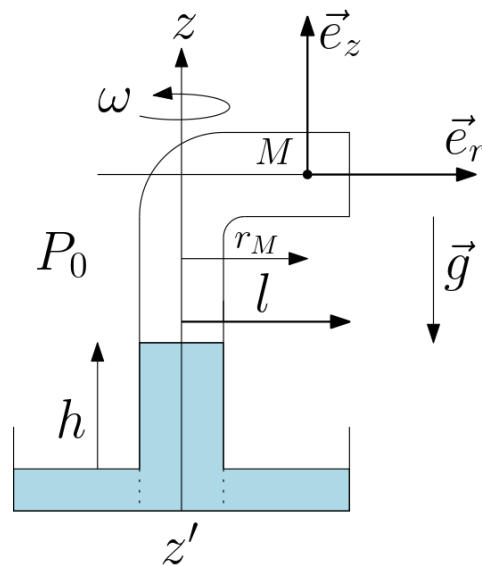
On considère qu'à la date du 16 mai 2022, la Terre, Mars et le Soleil sont dans la configuration suivante :

- Quelle est la trajectoire la plus économique pour passer d'une orbite circulaire à une autre ?
- Déterminer la date optimale du lancement de la fusée pour aller sur Mars lors de la prochaine expédition.



31. MINES (2022, BRU - 7/20)

Soit un tube coudé plongé dans un liquide de masse volumique ρ en rotation à la vitesse angulaire ω d'axe (zz'). On considère que les dimensions du tube sont assez faibles pour que les effets de la pesanteur sur l'air soient négligés.



Exprimer la pression en M et la hauteur h dans les deux cas suivants :

1. ρ est constante.
2. ρ est non constante.

Faire des AN avec des odg raisonnables.

EXERCICE 2 (VOIR EXERCICE 2, MURAILLE 2022)

[Examinateur gentil, aidant qui regardait ailleurs chaque fois que je me retournais vers lui. Sujet plutôt simple pour du CCMP, j'aurais dû être moins guidée]

32. MINES (2023, LEREDDE - 9/20)

On considère un solénoïde de rayon a et de longueur ℓ .

On considère tout d'abord que le champ magnétique est uniforme dans le solénoïde : $\vec{B} = B(t)\vec{e}_z$.

A $t = 0$, l'intensité dans le solénoïde décroît exponentiellement et donc $B(t)$ aussi :

$$B(t) = B_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

1. Expliquer pourquoi un champ électrique se crée. Quel est sa direction ? Donner l'expression de E en coordonnées cylindriques.
2. Calculer les densités d'énergie électrique et magnétique en fonction de r et de $\lambda = c\tau$. Les comparer.

- Calculer le vecteur de Poynting en tout point du solénoïde. Conclure.
- Discuter de l'hypothèse uniforme du champ magnétique.

On considère maintenant un condensateur plan, de section S et dont les armatures sont distance de a .

On considère tout d'abord que le champ électrique est uniforme dans le condensateur : $\vec{E} = E(t)\vec{e}_z$.

A $t = 0$, la charge aux bornes du condensateur diminue exponentiellement et donc le champ $E(t)$ aussi :

$$E(t) = E_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

- Expliquer pourquoi un champ magnétique se crée. Quel est sa direction ? Donner l'expression de B en coordonnées cylindriques.
- Calculer les densités d'énergie électrique et magnétique en fonction de r et de $\lambda = \tau$. Les comparer.
- Calculer le vecteur de Poynting en tout point du condensateur. Conclure.
- Discuter de l'hypothèse uniforme du champ électrique.

33. MINES (2023, ESTEVE – 13.5/20)

QUESTION DE COURS (10 MN DE PREPARATION)

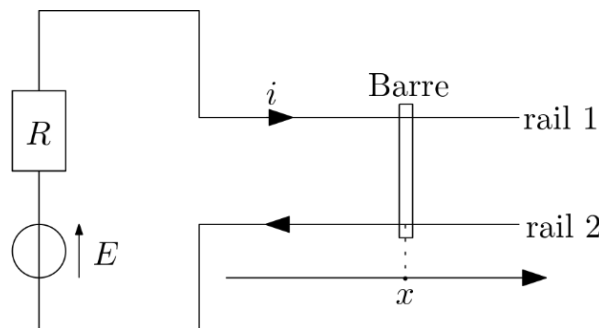
Aspects énergétiques des OEM : On considère une OPPM, polarisée rectilignement suivant \vec{e}_x , se propageant suivant z .

- Exprimer \vec{E} et \vec{B} .
- Calculer la puissance moyenne traversant une surface S .
- En assimilant cette énergie à un flux de photons de densité n^* , donner l'expression de n^* .

[1^{ère} question facile, pour la deuxième question, il m'a demandé pourquoi prendre la valeur moyenne ? J'ai parlé de temps caractéristique des capteurs, il m'a dit « qu'on pouvait prendre la valeur quadratique moyenne ». A ce moment-là, j'ai compris qu'il y avait la volonté de nuire]

EXERCICE

On considère le montage ci-après.



- Déterminer le champ magnétique \vec{B} créé entre les deux rails.
- En déduire l'équation donnant l'évolution de $i(t)$.
- A partir d'un bilan énergétique, montrer que :

$$F_{\{Laplace\}} = \frac{1}{2} \frac{dL}{dt} i(t)^2$$

[Examineur peu aidant qui n'a parlé que 3 fois dans toute l'heure. 2 fois pour me poser des questions et une fois à la fin pour m'expliquer que lorsque on travaille avec $B(t)$ variable dans le temps et un circuit mobile, les outils au programme tels que $P_e + P_L = 0$ ne fonctionnaient plus et que plutôt que d'essayer de me rapprocher des démonstrations du cours, j'aurais dû essayer d'avoir un sens physique pour comprendre ce qui se passe]

34. MINES (2022, TATON – 12/20)

QUESTION DE COURS

Le plan était donné :

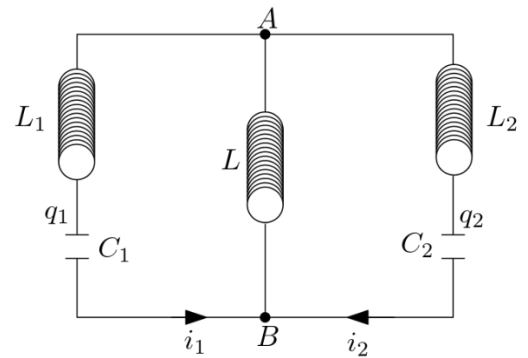
I – Expérience et mise en évidence du phénomène.

II – Applications

III – Mesure de l'inductance d'une bobine

EXERCICE

Déterminer les équations vérifiées par q_1 et q_2



QUESTION DE COURS 2 : EFFET TUNNEL

Plan proposé :

I – Modèle de l'effet tunnel

- Approche classique
- Approche quantique

II – Application : Microscope à effet tunnel

Autres questions : dimension du champ électrique dans le système MKSA.

35. MINES (2022, SUAU – 10/20)

QUESTION DE COURS (SANS PREPARATION, A LA FIN DE L'ORAL)

Mouvement dans un champ de force centrale conservative. Energie mécanique dans le cas d'une trajectoire elliptique.

EXERCICE : ETUDE ENERGETIQUE D'UN PLASMA (15 MN DE PREPARATION)

On considère une OEM (OPPMR) : $\vec{E} = E_0 \exp j(\omega t - kz) \vec{e}_z$ se propageant dans un plasma avec $\omega > \omega_p$. On donne la relation de dispersion :

$$k^2 = \frac{\omega^2 - \omega_p^2}{c^2}$$

1. Exprimer le champ magnétique \vec{B} associé à cette onde, calculer $\langle u_e \rangle$, la densité d'énergie électrique, et $\langle u_m \rangle$, la densité d'énergie magnétique. Les comparer. Exprimer la densité d'énergie totale en fonction de ω en autre.
2. Calculer la vitesse d'oscillation des électrons. En déduire $\langle u_c \rangle$ la valeur moyenne de la densité d'énergie cinétique des électrons.
3. Calculer $\langle \vec{\Pi} \rangle$...

Questions supplémentaires :

- Démontrer la relation de structure.
- Calculer la vitesse de phase.
- Dans quel cas a-t-on une équipartition de l'énergie ?

[Examinateur gentil]

36. MINES (2022, FABRE – 10/20)

QUESTION DE COURS

Déterminer l'énergie électrique d'un noyau (Z protons, N neutrons)

- Par une analyse dimensionnelle (à un coefficient près)
- En raisonnant par une accréation de charges depuis l'infini

EXERCICE

On considère une montgolfière sphérique (diamètre : $D = 12\text{m}$; masse (nacelle + enveloppe) : $m = 500\text{ kg}$)

1. Déterminer la température T_{min} de l'air dans le ballon pour faire décoller la montgolfière.
2. On gonfle la montgolfière avec de l'air à la température $T_c > T_{min}$, déterminer l'altitude atteinte par la montgolfière.
3. La montgolfière est stabilisée à son altitude maximale. Déterminer la période d'oscillation de la montgolfière autour de cette position d'équilibre.

37. MINES (2022, ESCANDE – 12.5/20)

EXERCICE 1 : INDUCTION

Soit le montage suivant. Pour des temps négatifs, l'interrupteur est dans la position 1, à $t = 0$ on le bascule dans la position 2. La tige a une résistance R , une masse m . On néglige les frottements.

1. Déterminer la vitesse maximale de la tige.
2. Définir et calculer le rendement du canon électromagnétique ainsi construit.

EXERCICE 2 : OEM

On envoie une OPPMR sur un conducteur métallique parfait :

1. Donner l'expression du champ électrique incident en un point M de l'espace en introduisant ses coordonnées cartésiennes.
2. Donner l'expression du champ électrique réfléchi (avec justification rapide).
3. En déduire le champ total. Commenter.
4. Si on rajoute un autre conducteur parfait en $z = L > 0$, que se passe-t-il ?
5. Exprimer $\vec{\Pi}$ et u_{em} .

[Pas de question de cours, l'examinateur est énergique, il participe. L'oral a été vraiment agréable, surtout vu l'heure]

38. MINES(2022, DELHAIE – 11/20)

QUESTION DE COURS (PREPARATION 15 MN)

Equation des cordes vibrantes.

Autres questions : type d'onde, modes propres, pourquoi l'amplitude des vibrations diminue ? quelles sont les énergies échangées lors des vibrations ?

EXERCICE

Soit un cylindre, de conductivité γ , de base de rayon a et de hauteur h , parcouru par un courant $i(t)$ uniforme.

1. Déterminer le champ \vec{E} .
2. Déterminer \vec{B} créée en tout point de l'espace.
3. Déterminer le vecteur de Poynting associé ainsi que son flux. Que reconnait-on ? pourquoi ce flux est-il négatif ?

Autres questions : donner la preuve de la relation : $P_j = \vec{j} \cdot \vec{E}$; donner un odg pour γ .

[Comme l'exercice n'était pas compliqué, l'examineur attendait une justification de tous les résultats. Il m'a demandé de faire une conclusion de l'exercice, mais je n'ai pas compris ce qu'il attendait]

39. MINES (2022, HAMMANI)**QUESTION DE COURS**

Filtre linéaire – signaux périodiques

[Présentation assez étrange : il avait photocopié une partie du programme de physique et a visiblement découpé la partie « filtrage linéaire » à l'endroit « signaux périodiques », en laissant même les attendus niveau compétences et notions à connaître ; j'étais un peu perturbé]

EXERCICE

Données :

- Composition d'un plasma (ions immobiles, électrons en mouvement)
 - $\vec{E} = E_0 \exp j(\omega t - kz) \vec{e}_x$; introduction de grandeurs utiles à l'étude d'un plasma
 - Hypothèses des électrons non relativistes
1. Montrer que la composante magnétique de la force de Lorentz est négligeable.
 2. Etablir la relation de dispersion du plasma (l'expression de ω_p était donnée)
 3. Etablir les expressions de v_ϕ et de v_g .
 4. Etablir l'expression de la densité volumique de l'énergie électrique moyenne $\langle w_e \rangle$ en fonction de E_0 et ϵ_0 .
 5. Etablir l'expression de la densité volumique de l'énergie magnétique en fonction de c , v_ϕ et $\langle w_e \rangle$.
 6. Etablir l'expression du vecteur de Poynting moyen.

[Examineur très professionnel, neutre et courtois pendant l'oral mais avec une aura sympathique. Un formulaire était mis à disposition avec des formules sur les opérateurs, double produit vectoriel ...]

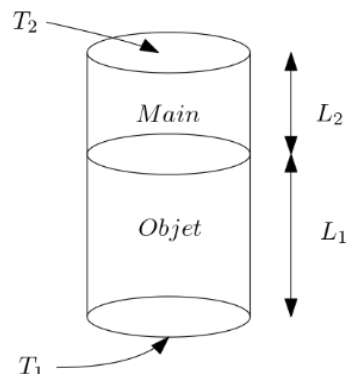
40. MINES (2022, BEN – 7/20)**QUESTION DE COURS**

Influence de Q sur un oscillateur amorti, cas particulier où $Q = 5$.

EXERCICE 1

1. Comment expliquer la différence de sensation de chaleur quand on touche un morceau de bois chaud et un morceau d'acier chaud ?
2. On se place en RS et on modélise l'expérience de la manière suivante :

Expliquer qualitativement la sensation de chaleur ressentie.



EXERCICE 2

Photo d'un petit tunnel de 4.3 m de haut dont on voit le bout dans la profondeur. Connaissant la focale de la lentille et la taille du capteur, trouvez la profondeur du tunnel.

41. MINES (2022, NONNET – 9/20)**QUESTION DE COURS (15 MN DE PREPARATION)**

Diffusion moléculaire, odg, analogies

Questions supplémentaires :

- Quelle est la différence entre le \vec{j} défini par $\vec{j} = n\vec{v}$ et celui défini par $\vec{j} = -D \overrightarrow{\text{grad}} n$?
- Quelle est l'unité de D ?
- Démontrer l'expression de la résistance moléculaire

EXERCICE (SANS PREPARATION)

On considère une fusée de masse $m = 4.8T$ lancée à partir de l'équateur avec une vitesse $v_s = 4 \text{ km/s}$, le vecteur \vec{v}_s faisant un angle β avec la verticale ascendante en direction de l'est. La terre tourne autour de l'axe (Oz) à la pulsation ω_T .

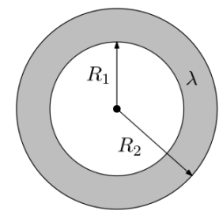
1. Pourquoi est-il plus intéressant de lancer les fusées depuis l'équateur ? Quelle est l'économie d'énergie réalisée par rapport à un lancement en métropole ?
2. Dans le référentiel géocentrique, donner le module de la vitesse de la fusée et l'angle que fait cette vitesse avec la verticale ascendante.
3. Quelle est la vitesse l'altitude maximale atteinte par la fusée ?

[examineur très vite agacé par une performance médiocre]

42. MINES (2022, WANG – 16/20)**QUESTION DE COURS**

En régime stationnaire, on a : $T(R_1) = T_1 = \text{cste}$ et $T(R_2) = T_2 = \text{cste}$.

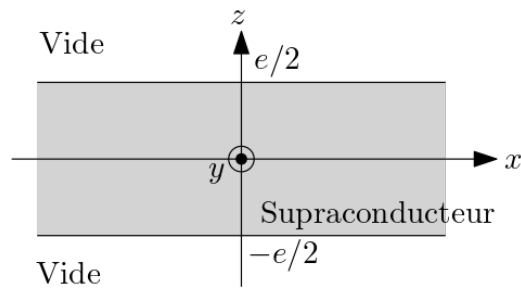
1. En symétrie sphérique, que vaut ϕ_{th} ? Montrer que ϕ_{th} ne dépend pas de r .
2. Quelle est la relation entre ϕ_{th} , T_1 et T_2 ? Proposer une analogie.
3. Que se passe-t-il si les conductivités des milieux $r < R_1$ et $r > R_2$ sont très élevées ?
4. Déterminer $T_1(t)$ et $T_2(t)$ sachant que $T_1(0) = T_{10}$ et $T_2(0) = T_{20}$.

**EXERCICE**

On se place en régime stationnaire et on s'intéresse à un aimant qui lévite au-dessus d'un supraconducteur (Photo fournie).



On modélise le supraconducteur comme suit :



Et on admet que dans le supraconducteur on a la relation :

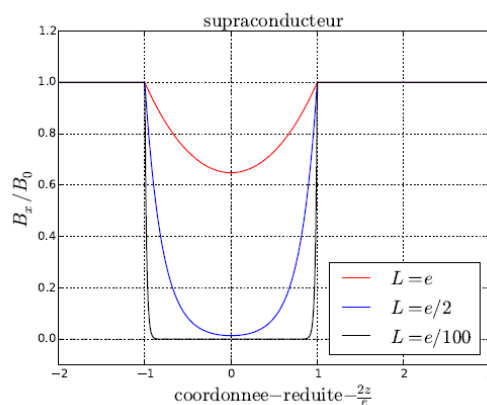
$$\overrightarrow{\text{rot}}(\vec{j}) = -\alpha\vec{B}$$

On suppose qu'à l'extérieur du supraconducteur, il règne un champ magnétique uniforme : $\vec{B}_0 = B_0\vec{e}_x$.

1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par \vec{B} dans le supraconducteur
2. Montrer que :

$$\vec{B} = B_0 \left(\frac{\text{ch}\left(\frac{z}{L}\right)}{\text{ch}\left(\frac{e}{2L}\right)} \right) \vec{e}_x$$

3. Que vaut \vec{j} ? Commenter.
4. On donne les graphes donnant $B(z)$. Commenter.
5. Peut-on expliquer la lévitation de l'aimant avec ce modèle ?



43. MINES (2022, ROUSSEL - 9/20)

QUESTION DE COURS

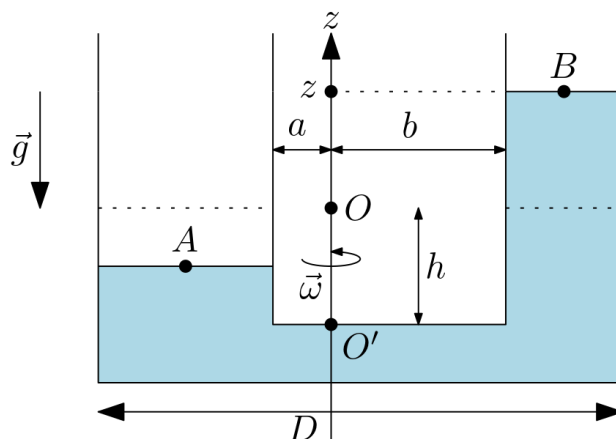
Conversion puissance électrique/puissance mécanique sur l'exemple du HP électrodynamique.

EXERCICE

On considère un tube en U en rotation autour de l'axe (Oz) à la vitesse ω . On note $L = D + 2h$, h étant la longueur du fluide en écoulement parfait, incompressible, homogène. On se place dans le référentiel R du tube, non galiléen, en rotation uniforme dans le référentiel du laboratoire. On se place en coordonnées cylindriques.

1. Donner l'équation fondamentale de l'hydrostatique dans le référentiel R .

- Déterminer l'expression de $P(r, z)$.
- En égalant les expressions de $P(A)$ et $P(B)$ grâce aux relations précédentes, trouvez l'expression de $\omega^2(z)$. Exprimer ω_{max}^2 dans le cas où le tube le plus proche de l'axe (Oz) est vide. AN à partir de valeurs données.



44. MINES (2022, HENNEBERT, 7/20)

EXERCICE 1

On considère une particule M soumise à :

$$\vec{F} = -\frac{k}{r^3} \vec{e}_r ; k \in \mathbb{R}$$

À $t = 0$, M est en M_0 tel que :

$$O\vec{M}_0 \cdot \vec{V}_0 = 0$$

- Montrer qualitativement que plusieurs trajectoires sont possibles en fonction de k

On pose : $u = \frac{1}{r}$; $u' = \frac{du}{d\theta}$; $u'' = \frac{d^2u}{d\theta^2}$

- Montrer que u vérifie une équation différentielle de la forme :

$$u'' + \alpha u' + \beta u = 0$$

Donner α et β

- En déduire $r(t)$. En combien de temps la particule arrive-t-elle sur l'origine ?

QUESTION DE COURS :

Notion de paquet d'onde dans un milieu peu dispersif et non absorbant. Vitesse de phase et vitesse de groupe. Applications et odg.

45. MINES(2022, BERGER – 8/20)

EXERCICE 1 : CADRE TOURNANT

On considère un cadre métallique rectangulaire, de cotés a et b , pouvant tourner autour de l'axe (Oz) et placé dans un champ magnétostatique : $\vec{B} = B_0 \vec{e}_y$

- Déterminer le moment des forces agissant que le cadre.

Questions : Définir un moment magnétique, Donner l'énergie potentielle d'un moment magnétique placé dans un champ magnétique.

2. Trouver les positions d'équilibre, sont-elles stables ?
3. Quelle est l'équation différentielle du mouvement ? Conséquence de la non-linéarité ?

EXERCICE 2

On étudie la propagation des ondes acoustiques dans un rail (il y avait un texte d'introduction sur les Dalton qui collent leurs oreilles au rail).

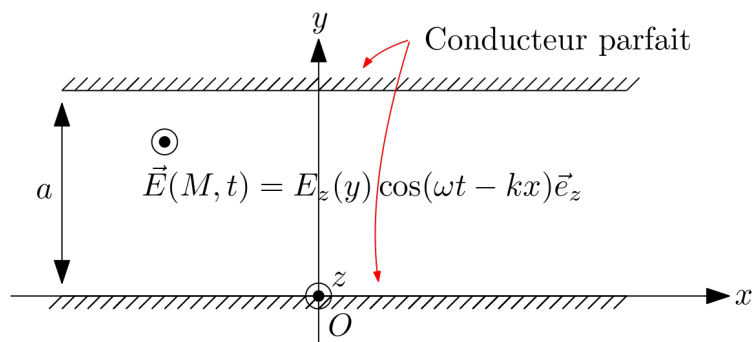


1. Commenter le document.
2. Déterminer la puissance acoustique de l'onde se propageant dans le rail
3. Donner la puissance rayonnée dans l'air par le train qui arrive
4. Définir l'impédance acoustique, pourquoi la méthode d'Avrel ne fonctionne pas ?

46. MINES (2022, BENART - 17.5)

EXERCICE1 (15 MN DE PREPARATION)

On considère le guide suivant :



On admet que E_{\parallel} et B_{\perp} sont continus en $y = 0$ et en $y = a$.

1. Donner la dimension dans le système MKSA de la conductivité électrique.

Qu'est-ce que le modèle du conducteur parfait ? [J'ai dit : $\sigma \rightarrow \infty$, il voulait $E = 0$].

Donner l'odg de σ pour différents matériaux [J'ai donné eau et cuivre]

2. Calculer $E_z(y)$ pour $y \in [0, a]$. On posera : $K^2 = \frac{\omega^2}{c^2} - k^2$

Discuter les différents cas.

3. Donner v_{ϕ} et v_g
4. Donner $\vec{\Pi}$

QUESTION DE COURS :

Démontrer l'équation de diffusion thermique 1D

Démontrer l'équation de propagation des ondes acoustiques, définir l'approximation acoustique

Parlez-moi de viscosité

47. MINES (2022, MARTINAGGI – 10/20)**EXERCICE 1**

On considère un hublot d'aquarium de rayon $R = 1 \text{ m}$, placé à une hauteur H sous la surface. On prend le centre du hublot comme centre du repère.

1. Calculer la résultante des forces de pression s'exerçant sur le hublot.
2. Interpréter physiquement le résultat, comment le trouver sans calculs ?

EXERCICE 2

On considère une goutte d'eau à la température de 40°C dans de l'air à la température de -45°C

Les échanges thermiques entre la goutte et l'air sont de nature conducto-convective de coefficient $h = 65 \text{ SI}$.

1. Calculer le temps mis par la goutte pour atteindre la température de -5°C .
2. En réalité, lorsque l'on obtient -5°C , une partie de la goutte se solidifie et la température passe instantanément à 0°C . Calculer le temps mis par la goutte pour se solidifier entièrement.

48. MINES (2021 BELLIER – 4/20)**QUESTION DE COURS**

Effet Hall (Extrait de programme)

EXERCICE

On considère un écoulement incompressible homogène irrotationnel parfait et stationnaire en deux $\frac{1}{2}$ plaques formant un dièdre d'angle α .

1. Montrer que le champ des vitesses dérive d'un potentiel $\phi(r, \theta, z)$
2. On considère que l'écoulement est tel que : $\phi(r, \theta) = f(r) \cdot g(\theta)$
3. Déterminer les équations différentielles vérifiées par f et g (on introduira une constante K). Quelles sont les conditions imposées par les plaques sur ϕ ?
4. Résoudre l'équation différentielle vérifiée par g et exprimer K en fonction de α et un entier n .
5. On pose $\alpha = \frac{\pi}{2}$ et $n = 1$: déterminer K et résoudre l'équation différentielle vérifiée par f en posant $f(r) = r^m$. En déduire la valeur de m .
6. Représenter le champ des vitesses [je n'y arrive pas]

49. MINES(2022, MURAILLE – 12/20)**EXERCICE 1**

On étudie une tige de longueur L en rotation autour d'un axe fixe (Δ). A quelle vitesse ω faut-il que la tige tourne pour qu'elle s'allonge de δL ?, « La modélisation est laissée à la libre appréciation du candidat ».

Données :

- Masse volumique de la tige,

- Longueur de la tige,
- Module de Young
- Enthalpie massique de fusion
- Conductivité thermique de la tige,
- Surface de la base de la tige.

Indications :

- La barre est fixée à l'axe par une de ses extrémités,
- Appliquer le PDF sur une méso-tranche dans le référentiel tournant
- Introduire l'élongation locale de la barre $\psi(x)$

[J'ai trouvé : $\omega = \sqrt{\frac{6ES\delta L}{\rho L}}$]

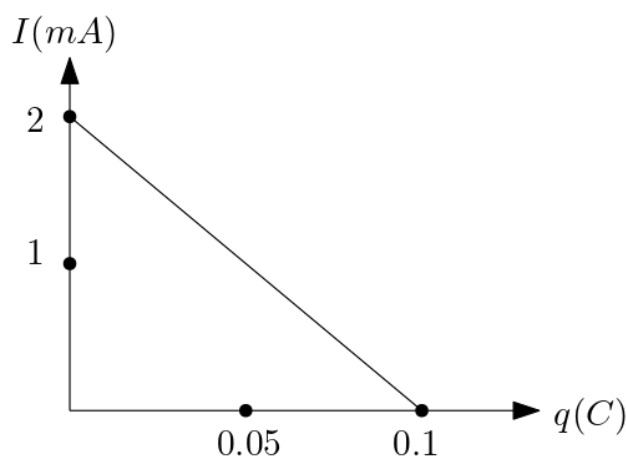
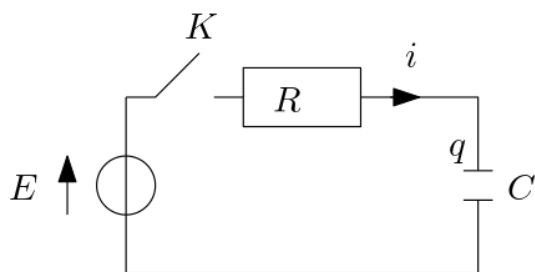
EXERCICE 2

Soit un circuit RC-série contenant en plus un générateur de tension idéal (E) et un interrupteur K.

Le condensateur étant déchargé, on ferme K à $t = 0$.

On obtient le graphe donnant l'intensité dans la maille en fonction de la charge aux bornes du condensateur.

1. Quel type de graphique a-t-on tracé ? quel est le sens du courant ?
2. Déterminer :
 - E
 - R
 - Le temps caractéristique de la charge τ
 - L'énergie dissipée par effet Joule dans la résistance
 - L'énergie emmagasinée dans le condensateur



50. MINES (2021, BOISTEL - 14/20)

QUESTION DE COURS

Dipôle électrostatique

EXERCICE 1

On considère le cycle moteur suivant.

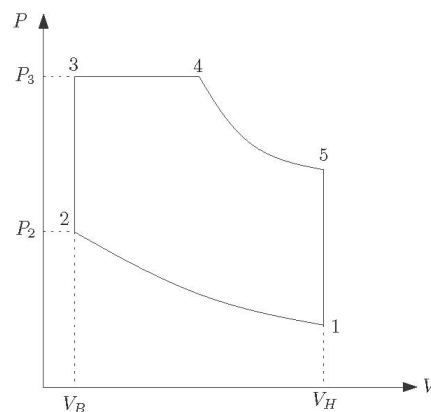
Les transformations 1-2 et 4-5 sont adiabatiques. On modélise le mélange air-gaz par un gaz parfait de capacités calorifiques c_{vm} et c_{pm} .

On note :

$$a = \text{coefficient de compression} = \frac{P_3}{P_2}$$

$$b = V_H - V_B = \text{cylindrée}$$

$$c = \frac{T_4}{T_3} = \text{coefficient d'échauffement}$$

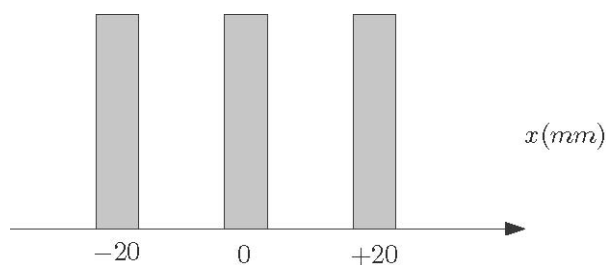


1. Définir une transformation quasistatique. Pourquoi peut-on considérer les étapes du cycle comme quasistatiques ?
2. La combustion a lieu dans les étapes 2 et 4. Expliquer la modélisation.
3. Définir et exprimer le rendement du moteur en fonction des données

EXERCICE 2

A l'aide d'une lentille de focale 50 cm et de grandissement $|\gamma| = 10$, on observe en sortie d'un Michelson la figure suivante sur un écran.

Exploiter au maximum ces données.



51. MINES (2021, LAZAROO - 6/20)

EXERCICE 1

On considère une lampe à vapeur de sodium, avec $\Delta\lambda = 0.6 \text{ nm}$, la différence entre les deux longueurs d'onde du doublet. A l'aide d'un dispositif d'interférences à 2 ondes, on obtient l'éclairement suivant :

$$I = 2I_0 \left(\cos\left(\frac{2\pi\delta}{\lambda_1}\right) + \cos\left(\frac{2\pi\delta}{\lambda_2}\right) \right)$$

1. Montrer que $\Delta\lambda$ peut être la cause d'une annulation de contraste. Déterminer le nombre de franges d'interférences entre le centre et le brouillage.

2. Comment peut-on déterminer $\Delta\lambda$ à l'aide d'un Michelson ? Enumérer les étapes de la manipulation.
3. Peut-on déterminer $\Delta\lambda$ avec des fentes de Young ? proposer des applications numériques.

EXERCICE 2

1. Quelle est l'origine de la force de Coriolis ? Dans quel cas est-elle nulle ?
2. Application : on avait le choix entre 9 exemples (dont : objet en chute libre et pendule de Foucault). La force de Coriolis a-t-elle une influence sur ces exemples ?

52. MINES (2021, MARTINAGGI - 7.5/20)

EXERCICE 1 :

On considère un satellite de masse m en orbite circulaire autour d'un astre de masse M , à la distance r_0 . Il parcourt son orbite avec la vitesse V_0 . La quantité de carburant disponible permet de faire varier la vitesse de $4V_0$.

1. Quelle est la vitesse minimale V_1 à fournir pour que le satellite puisse s'échapper de son orbite ?
2.
 - a) On est dans la situation initiale, on accélère en utilisant tout le carburant disponible, on considère donc que la vitesse initiale est $5V_0$. Quelle est la vitesse V_2 à l'infini ?
 - b) On se place dans la situation initiale, on freine jusqu'à $\frac{V_0}{2}$ en gardant la même direction de la vitesse et on est toujours à $r = r_0$ puis on accélère avec tout le carburant restant. Tracer l'allure de la trajectoire de freinage et l'allure de la trajectoire finale. Donner la valeur de la vitesse V_3 à l'infini.

EXERCICE 2

On considère une OPPM, dans le vide, arrivant sous incidence normale sur un conducteur parfait. Donner les expressions des champs incidents et réfléchis. En déduire les champs totaux. Exprimer le vecteur de Poynting en tout point du vide.

Questions :

- Pourquoi les ellipses ont-elles cette forme ?
- C'est quoi un conducteur parfait ?
- Pour vous c'est quoi la continuité ?
- C'est quoi la polarisation ?

[Le jury posait beaucoup de questions, refuse les maths pour la question 2b), il ne voulait que des schémas. Globalement, il n'aidait pas beaucoup et était peu bavard.]

53. MINES (2021, BENART - 12/20)

QUESTION DE COURS

Corde de Melde

EXERCICE 1

On considère un fluide parfait homogène incompressible dans le contexte d'un écoulement dans une rivière infinie de largeur l et la hauteur de l'eau $h(t)$ variant peu, vitesse $V(t)$ uniforme sur une section S .

1. Donner l'expression du $D_v(t)$ (débit volumique) et donner son évolution au cours du temps.
2. Montrer que $h(t) + \frac{v(t)^2}{2g} = cte$
[Je suis parti de Euler j'ai montré que $\overrightarrow{grad} \left(h(t) + \frac{v(t)^2}{2g} \right) = 0$, en gros j'ai refait la démo de Bernoulli il était content]
3. Donner l'expression de $D_v(h)$ et tracer $Dv = f(h)$.
[j'ai obtenu une parabole avec un max il voulait que je fasse le lien avec $D_v = cte$ en lien avec la question suivante mais je n'ai pas trop compris]
4. Soit un débit donné définir un régime torrentiel et fluvial.

5. Pierre jette un caillou dans l'eau. A quelle condition l'onde remonte le fleuve ?

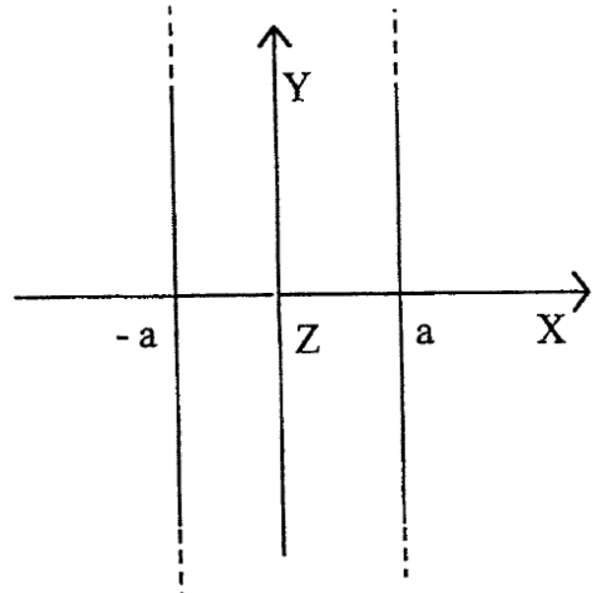
[j'ai proposé de réfléchir selon vitesse de groupe de l'onde issue du jet du caillou (onde sphérique modélisée par une OPPM pour r grand) et la vitesse des particules fluides il n'était pas content]

54. MINES (2021 BOULET 7/20)

Lorsqu'un matériau est dans l'état supraconducteur, il est dépourvu de toute résistance électrique et s'oppose à la pénétration du champ magnétique. On considère une plaque supraconductrice d'épaisseur $2a$. On associe à cette plaque un repère OXYZ, OX étant perpendiculaire à la plaque. La longueur et la largeur de la plaque étant beaucoup plus grandes que $2a$, on adopte le modèle d'une plaque illimitée dans les directions OY et OZ.

Cette plaque est plongée dans un champ magnétique uniforme dont on ne considère pas la dépendance temporelle. A l'extérieur de la plaque, on a $\vec{B}_e = B_e \vec{e}_y$.

Il se développe à l'intérieur de la plaque des courants supraconducteurs d'écrantage de densité volumique de module J_c constant, qui tendent à s'opposer au champ $\vec{B}_e(t)$, en créant, à l'intérieur de la plaque, un champ magnétique opposé.



Ces courants d'écrantage se développent d'abord sur la périphérie de la plaque et circulent sur une épaisseur d'autant plus importante que $\vec{B}_e(t)$ est intense. On ne s'intéresse pas à la portion du supraconducteur qui permet de fermer le circuit.

Dans le modèle de BEAN, l'écrantage du champ magnétique extérieur est réalisé dans la zone centrale $-x_{\text{sat}} < x < x_{\text{sat}}$ par une distribution volumique de courant périphérique caractérisée par le vecteur densité uniforme \vec{J}_e suivant :

Pour $x \in [-x_{\text{sat}}, x_{\text{sat}}]$, $\vec{J}_e = \vec{0}$;

pour $x \in [x_{\text{sat}}, a]$, $\vec{J}_e = +J_c \vec{e}_z$;

pour $x \in [-a, -x_{\text{sat}}]$, $\vec{J}_e = -J_c \vec{e}_z$.

On note \vec{B}_{int} le champ magnétique à l'intérieur de la plaque.

1-a) A partir d'un raisonnement reposant sur des arguments qualitatifs à préciser soigneusement :

α) Montrer que \vec{B}_{int} ne possède qu'une composante sur la base $(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$.

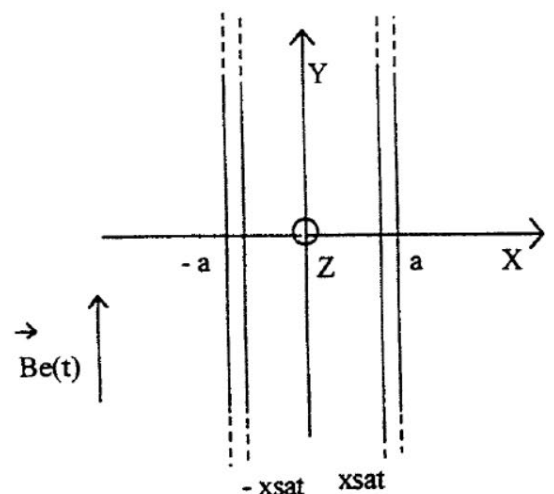
β) Etablir que cette composante ne dépend que de x .

γ) Comparer les composantes $B_{\text{int}}(x)$ et $B_{\text{int}}(-x)$.

1-b) A partir du théorème d'Ampère :

α) Etablir que \vec{B}_{int} est uniforme dans la zone $x \in [-x_{\text{sat}}, x_{\text{sat}}]$.

β) Trouver B_{int} en fonction de x , J_c , x_{sat} , a et B_e pour tout $x \in [-a, a]$.



Vérifier que les résultats satisfont aux conditions aux limites.

1-c) En déduire une relation entre x_{sat} , J_c , B_e et a lorsque le champ magnétique est nul dans la zone centrale ($x \in [-x_{\text{sat}}, x_{\text{sat}}]$).

1-d) Montrer que cette relation n'est valable que pour $0 < B_e < B_{\text{max}}$; déterminer B_{max} .

1-e) Représenter $B_{\text{int}}(x)$ en fonction de x pour $-a < x < +a$.

2) D'autres modèles d'écrantage pourraient être proposés.

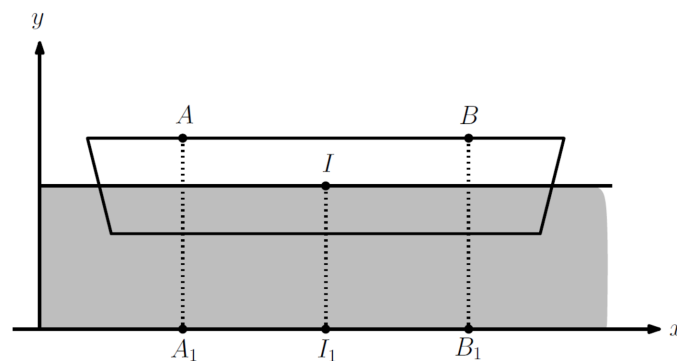
2-a) Montrer que, dans tout modèle, on doit avoir $\vec{J} = J(x)\vec{e}_z$.

2-b) Donner, en justifiant, la condition à respecter sur la fonction $J(x)$ pour que le modèle soit adapté au problème.

55. MINES (2021, PALOC 17/20)

1 EXERCICE EN PREPARATION AVEC QUESTION DE COURS.

On considère une barque de masse m , de centre d'inertie I sur un lac sans courant.



2 personnes de masses respectives m_a et m_b sont sur la barque.

On note A_1 le projeté du centre d'inertie de la personne A sur le fond du lac. B_1 pour B, I_1 pour I. Les deux personnes permutent.

Calculer I_1I_2 (vecteur de déplacement du centre d'inertie de la barque) en fonction de A_1B_1 (vecteur), m , m_a , m_b

Autres questions :

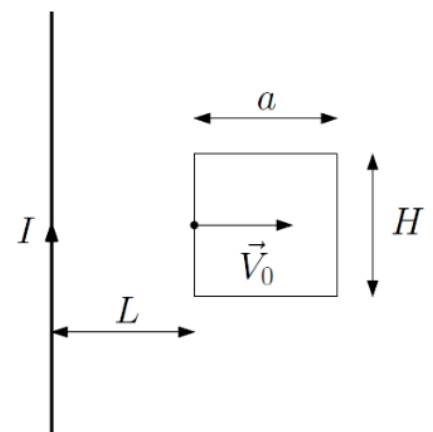
- Que se passe-t-il si m est négligeable ?
- Que se passe-t-il si le fluide est visqueux

56. MINES (2018, DOMPNIER 7/20)

EXERCICE 1 : INDUCTION DE LORENTZ

On considère un fil infini parcouru par un courant I . Un cadre de résistance équivalente R est à une distance L du fil. A l'instant $t = 0$, on met le cadre en mouvement à la vitesse V_0 . On suppose $a \ll L$.

1. Donner l'expression du champ magnétique créé par le fil en tout point de l'espace.
2. Expliquer qualitativement pourquoi le cadre est freiné.
3. Donner l'équation différentielle vérifiée par r la position du cadre. Commenter.

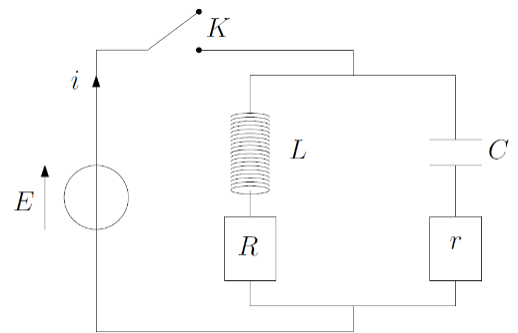


EXERCICE 2 : REGIME TRANSITOIRE.

Soit le circuit suivant.

A $t = 0$, on ferme l'interrupteur K .

1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par $i(t)$ et la résoudre.
2. A quelle condition $i(t)$ ne dépend pas du temps ?

**57. MINES (2018, BRUGUIER 7/20)****EXERCICE 1 (15 MN DE PREPARATION, 15 MN DE PASSAGE)**

1. Proposer un montage permettant de déterminer la capacité C d'un condensateur avec le matériel de laboratoire.
2. Soit le montage suivant, avec :

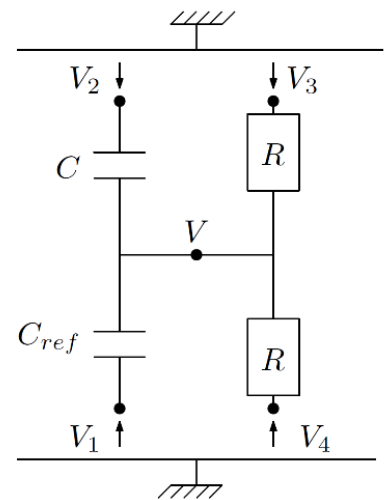
$$V_1(t) = V_0 + V_0 \cos \omega t$$

$$V_2(t) = V_0 - V_0 \cos \omega t$$

$$V_3 = V_0$$

$$V_4 = 0$$

Expliquer comment ce montage permet de déterminer C
(La capacité C_{ref} est variable).

**EXERCICE 2 (5 MN DE PREPARATION AU TABLEAU, 25 MN DE PASSAGE)**

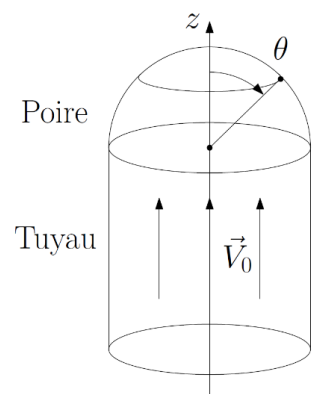
Un électron est dans un puits de potentiel infini de largeur L . La probabilité de présence de l'électron est nulle notamment en $x = 0.3 L$ et $x = 0.40 L$. L'électron passe dans le niveau d'énergie inférieur. Déterminer la longueur d'onde émise lors de cette transition.

58. MINES (2018, RAMADIER 13/20)**EXERCICE 1 : MECANIQUE DES FLUIDES**

On modélise une poire d'arrosoir par une demi-sphère de rayon a . La vitesse de l'eau arrivent sur la poire est V_0 . On note $N(\theta)$ de nombre de trou par unité de surface au point de la demi-sphère repéré par l'angle θ .

Question : Déterminer $N(\theta)$ pour que l'arrosage soit uniforme.

[J'ai d'abord pris un point B sur la demi-sphère et j'ai calculé la vitesse en $B(r, \theta, \phi)$ par rapport à la vitesse V_0 du fluide. Après, j'ai déterminé la trajectoire d'une particule fluide sortant du point B : point d'impact. Je n'ai pas continué par faute de temps. Je voulais connaître, en fonction de l'angle θ du point sur la poire, l'abscisse du point d'impact du jet d'eau et trouver une condition pour que les points d'impact soient espacés d'une petite distance (connaissant la section du jet).]



59. MINES (2018, GAIDET 8/20)

EXERCICE 1 : DIFFUSION MOLECULAIRE

On dispose au fond d'une éprouvette graduée de hauteur H , une hauteur h_0 d'éther. La hauteur de la colonne ($h(t)$) d'éther diminue alors au cours du temps : en effet l'éther s'évapore (on suppose que la durée caractéristique d'évaporation de l'éther est très inférieure devant celle de diffusion)

1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par $h(t)$.
2. Etablir l'expression du temps τ d'évaporation totale de l'éther.

60. MINES (2018, LE ROHELLEC 14.5/20)

EXERCICE 1 : MECANIQUE QUANTIQUE- DOUBLE Puits

Soit a et b , réels positifs avec $a < b$
On définit le potentiel suivant :

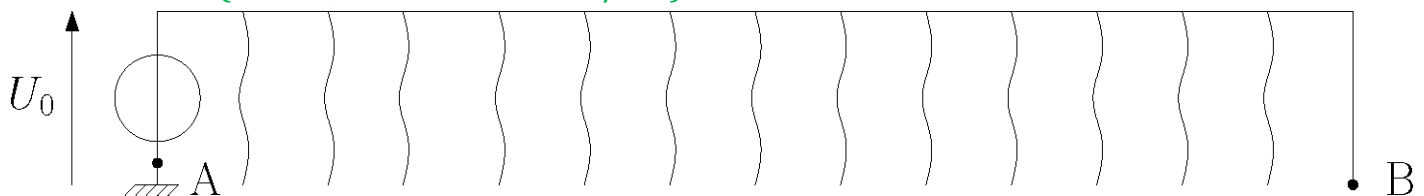
$$V = \begin{cases} +\infty & \text{si } |x| > b \\ 0 & \text{si } a > |x| > b \\ V_0 & \text{si } |x| < a \end{cases}$$

1. Dessiner un tel potentiel.
2. On prend V_0 infini, donner l'expression de la fonction d'onde à droite et à gauche ainsi que les différents niveaux énergétiques
3. La superposition d'ondes stationnaires est-elle stationnaire ?
4. On donne $\psi = e^{-\frac{iEt}{\hbar}}(\phi_D \cos(\frac{\Delta E}{2\hbar}t) - i\phi_G \sin(\frac{\Delta E}{2\hbar}t))$ avec φ comme défini au 2, quelle est la probabilité de présence à droite.

EXERCICE 2 : EQUATIONS AUX DIMENSIONS

Déterminer l'unité SI de μ_0 (utiliser la force de Laplace ou le théorème d'Ampère)

61. MINES (2017, ROUSSIGNOL 11/20)



On a une clôture en aluminium, de longueur $L = 400\text{m}$ et de section $s = 4\text{mm}$. La clôture est reliée au sol à espacements réguliers par des herbes, entraînant une perte de tension, avec une conductance g . On note $u(x)$ et $i(x)$ la tension et l'intensité à la longueur x .

Déterminer la valeur maximale de g pour que la perte soit au maximum de 50%, sachant que A et B sont électriquement isolés.

[Examinateur assez agréable mais qui ne laissait pas beaucoup de temps pour réfléchir, n'acceptait qu'une seule façon de faire les choses et donnait des instructions floues]

62. MINES (2017, CHERIN 7/20)

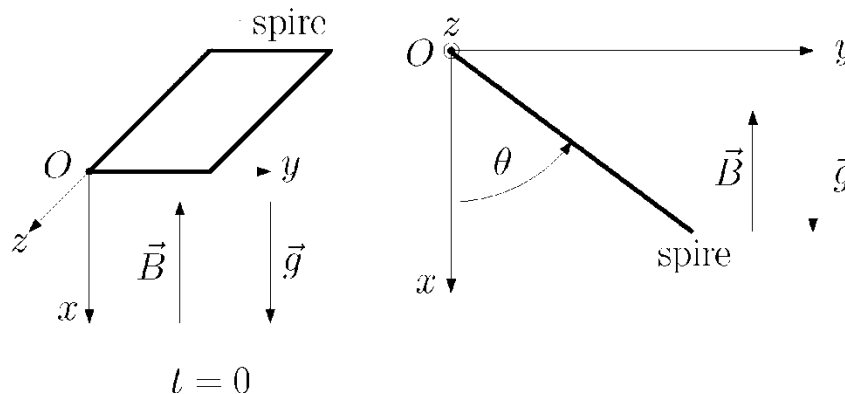
EXERCICE 1 (20 MN DE PREPARATION ET 20MN DE PASSAGE)

Soit une gouttelette de température $T_0 = T_{\text{vaporisation}}$ uniforme, de masse volumique ρ et de rayon R_0 , plongée dans une atmosphère à la température $T_1 > T_0$. On suppose que $R(t)$ évolue très lentement devant les transferts thermiques.

1. Calculer $T(r)$.
2. Calculer la puissance transmise par l'atmosphère à la goutte par un bilan d'énergie, établir la loi d'évolution de $R(t)$.
3. Calculer le temps pour que R vale $\frac{R_0}{\sqrt{2}}$

EXERCICE 2 (20 MN)

On considère une spire carrée, de masse m , d'inductance propre L , pouvant pivoter autour de l'axe (Oz) . A $t = 0$, on laisse pivoter la spire. Trouver la valeur de θ à l'équilibre.

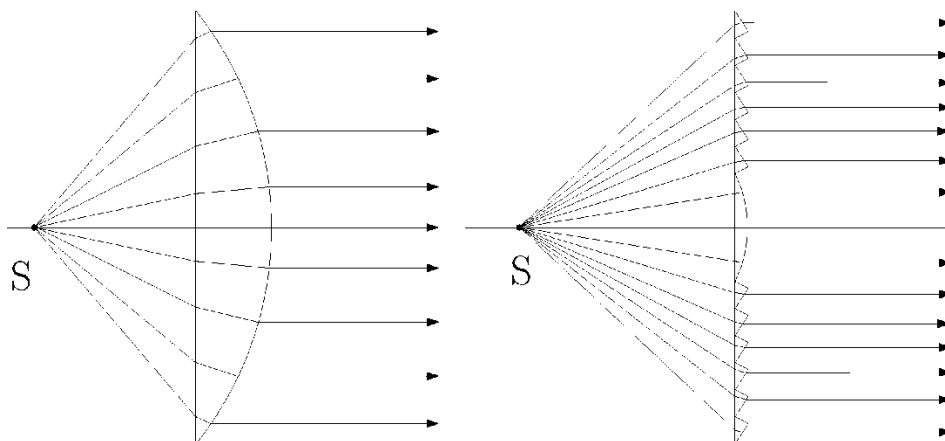


63. MINES (2017, COURTEVILLE 12/20)

EXERCICE 1 :

- ✓ Petite question de cours : conditions de Gauss, stigmatisme, aplanétisme, comment déterminer la focale d'une lentille, il m'a fait détailler comment fonctionne l'autocollimation.
- ✓ Énoncé : Pour diminuer son épaisseur, une lentille est remplacée par une lentille plus petite et des prismes. Le prisme n°k se trouve entre l'ordonnée $a.k$ et $a(k+1)$ et la normale à sa face de sortie fait un angle ak avec l'axe optique. (Le schémas était très peu détaillé, il fallait bien lire le texte).

Exprimer, dans les conditions de Gauss, l'angle de déviation D_k à travers le prisme k d'un rayon provenant d'une source A sur l'axe optique en fonction de ak et l'indice n du prisme. (J'ai tout de suite vu que c'était la déviation d'un rayon par un prisme d'angle au sommet ak , mais j'ai mis un peu de temps à retrouver les relations entre les angle).



64. MINES (2017, GODIN 16/20)

On considère un solénoïde infini parcouru par un courant $i(t)$ faiblement variable. On note $B_0(t) = \mu_0 n i(t) e_z$. B_0 génère un champ $E_1(t)$ qui génère un champ $B_1(t)$ etc.. On ne considère que les champs B_0 et E_1 pour la suite.

- 1) Retrouver l'expression de $E_1(t)$ en fonction des variables précédentes.
- 2) Calculer le vecteur Poynting.
- 3) Calcul de la puissance par unité de longueur.
- 4) Le courant passe de 0 à I_0 , déterminer l'énergie par unité de longueur libérée.
- 5) Calcul de la densité d'énergie électromagnétique. Montrer que la contribution de la densité d'énergie électrique est négligeable.
- 6) Calculer l'énergie électrostatique totale.

65. MINES (2017, LESBRE 7.5/20)

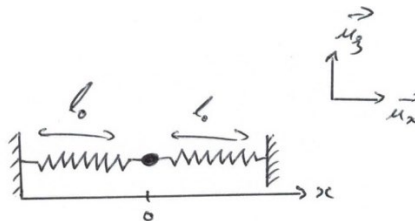
Soit un écoulement fluide de vitesse V contenant un traceur (particules réfléchissantes). On éclaire l'écoulement avec deux ondes qui se croisent en faisant un angle α de longueur d'onde λ .

1. Montrer que l'interfrange vaut : $i = \frac{\lambda}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}$.
2. Montrer que ce dispositif permet de déterminer la vitesse de l'écoulement.
[Sujet portant sur une toute petite partie du cours que je n'avais pas revu, donc ça s'est mal passé... 10min de préparation (où je n'ai rien fait) puis 40min de passage. Examineur plutôt correct mais peu condescendant. J'ai bien mis 30min à démontrer la formule de l'interfrange. Il m'a ensuite demandé l'évolution de l'intensité suivant un axe, l'endroit où on observe des interférences puis l'allure de la figure d'interférence dans un plan perpendiculaire aux ondes]

66. MINES (2016 HEYRAUD 18/20)

EXERCICE 1 (20 MINUTES DE PREPARATION) :

1. On déplace la masse de sa position d'équilibre d'une distance A selon l'axe Ox , que vaut la période T des oscillations ? Comment est modifiée T si on déplace initialement la masse de $2A$?
2. On déplace désormais la masse selon l'axe Oz , comment évolue T en fonction de l'élongation initiale ?

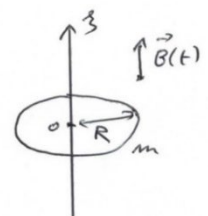


[Commentaire : Je lui ai directement proposé l'équation que j'avais obtenu en préparation (j'ai commencé par effectuer un DL sur l'expression de la longueur des ressorts, et j'ai considéré que les angles restaient faibles). Il l'a accepté en me disant qu'il me faisait confiance sur le calcul qui m'y avait conduit, mais je n'ai pas pu la résoudre : $\ddot{z} = -\alpha z^3$]

[Il m'a proposé de passer par une autre approche, je lui ai proposé une approche énergétique. L'équation obtenue était légèrement différente (j'ai essayé de justifié cela par l'absence d'approximation sur les angles dans cette approche). Par homogénéité j'ai proposé un temps caractéristique dépendant de l'élongation initiale, mais je n'arrivais pas à intégrer ni à retrouver de période. On est passé à l'exercice 2.]

EXERCICE 2 (SANS PREPARATION) :

On considère un anneau linéique de rayon R , de masse m , de charge Q , isolant, placé dans un champ magnétique $B(t)$ dirigé selon l'axe Oz . Le champ $B(t)$ tend vers B_0 . Données : moment d'inertie de l'anneau par rapport à l'axe Oz , divergence et rotationnel en cylindrique.



1. Montrez à l'aide des équations de Maxwell que l'anneau est mis en rotation.
2. Exprimer la vitesse angulaire finale en fonction de B_0 , Q , m ...

[Commentaire : J'ai perdu de vue le fait que l'anneau était isolant... Ce qui m'a fait perdre 5 minutes. Mais j'ai pu arriver au bout, sans utiliser la divergence ou le rotationnel. Après avoir terminé in extremis je lui ai signalé qu'on pouvait résoudre autrement l'exercice en utilisant le rotationnel. Examineur très agréable, nous avons pu échanger sereinement tout au long de l'oral. Je l'avais déjà vu l'avant-veille pour déplacer mon oral à cause de la visite médicale de l'X]

67. MINES(2016, 17/20 GODIN)

EXERCICE 1

On laisse couler un filet d'eau avec un débit massique Q_m . Le robinet possède une section S et l'eau coule depuis une hauteur h . Exprimer le section s en bas de l'évier (les hypothèses étaient laissées à l'initiative du candidat).

La section était proportionnelle à $\frac{1}{\sqrt{v^2+gh}}$. Ce résultat vous paraît-il cohérent ? faire une analyse dimensionnelle.

EXERCICE 2

On a une boule de charge uniforme ρ de centre O à l'intérieur de laquelle il y a une cavité de centre O' . On pose $d = OO'$. Déterminer le champ électrostatique créé en tout point de la cavité.

Remarque : il fallait appliquer le principe de superposition en déterminant le champ créé avec et sans cavité.

Autre question : Si la boule sans cavité tourne sur elle-même, que se passe-t-il ?

68. MINES (2016, CHERIN 11/20)

Ex 2 :

On considère le jet d'eau suivant :



Débit de 500L/s

Cette photo sur un écran 24*36 a été prise par une focale de 67 mm

Calculer la puissance de la pompe

[J'ai utilisé les formules de conjugaison pour retrouver la hauteur réelle du jet puis l'examineur m'a dit de passer par l'énergie pour retrouver la puissance, donc j'ai appliqué la conservation de l'énergie entre l'énergie potentielle de pesanteur de l'eau en haut du jet et l'énergie cinétique au niveau de la pompe. Je n'ai pas eu le temps de faire les applications numériques]

69. MINES (2015, MONEUSE 9/20)

On considère une onde électromagnétique émise par un fil : $\vec{E}(M, t) = E(r) \exp j(\omega t - kr) \vec{e}_z$ (on se placera dans la base cylindrique).

1. Exprimer \vec{B} .

[Il m'a demandé les significations physiques de div et \overrightarrow{rot} et de donner les div et \overrightarrow{rot} des vecteurs de base de la base cylindrique. Il m'a demandé également de préciser les caractéristiques de cette onde et notamment de préciser les surfaces d'onde telles de : $\vec{E}(M, t) = E(x) \exp j(\omega t - kx) \vec{e}_z$ et $\vec{E}(M, t) = E(y) \exp j(\omega t - ky) \vec{e}_z$.

2. Calculer le vecteur de Poynting \vec{R} et $\langle \vec{R} \rangle$. Interpréter le résultat.

[Evidemment je suis resté en complexe]

Désespérant...

3. Calculer la puissance rayonnée par un cylindre de rayon R et de hauteur h .

70. MINES (2015, FLEURY 10/20)

On considère un câble coaxial de rayon intérieur a et extérieur b . Un courant $i(z, t) = I(z) \cos \omega t$ circule. On admet que les champs \vec{E} et \vec{B} créés dépendent de r, z et t et que \vec{E} est radial et \vec{B} est orthoradial.

1. En intégrant l'équation de Maxwell- Ampère, déterminer \vec{B} .
2. Déterminer une relation entre $\frac{dB}{dz}$ et $\frac{dE}{dt}$ et en déduire une expression de $B = f(E)$.
3. En utilisant l'équation de Maxwell-Faraday, déterminer une équation différentielle vérifiée par $i(z, t)$, en déduire que $I(z)$ est de la forme : $I_0 \exp jkz$

[J'ai fait une erreur de calcul à la question 3 et j'ai passé un moment à la chercher donc je n'ai pas pu faire la dernière question. Au début de la question 2, lorsque j'ai exprimé le rotationnel de B, il m'a dit « Vous avez utilisé les tables mais ça un enfant de 5 ans pourrait le faire, pouvez-vous me retrouver l'expression du rotationnel en cylindrique en faisant un peu d'analyse vectorielle simplement ? Regarder B comme un scalaire fois un vecteur ... c'est quoi pour vous le sens d'un rotationnel et d'une divergence d'un vecteur unitaire ? » là j'ai dit quelques trucs qui ne l'ont pas convaincu et il m'a laissé chercher un moment. J'étais un peu bloqué...]

Questions complètement HP et à côté de l'esprit des nouveaux programmes !

71. MINES (2015, COOREMAN 11/20)

EXERCICE 1 (10 MN DE PREPARATION)

On considère une corde vibrante parcourue par un courant $i(t) = I_0 \cos(\omega t)$. La corde est fixée en $x=0$ et $x=L$. Le dispositif est placé dans un champs magnétique constant orienté selon $-u_z$.

Question :

1. Etablir l'équation aux dérivées partielles de $Y(x, t)$. [On obtient une équation de type Klein-Gordon]
2. Trouver les modes propres en régime forcé. [J'ai bêtement cherché une solution de la forme $Y(x, t) = A \cos(\omega t + \phi) \cos(kx + \phi')$. N'aboutissant pas l'examinateur m'a demandé le sens du terme " $\cos(x + \phi')$ ", je me suis alors rendu compte que il n'y avait aucune raison que le terme de propagation soit sinusoïdal, j'ai donc proposé une solution de la forme : $Y(x, t) = A \cos(\omega t + \phi) \cdot f(x)$. Je n'ai pas eu le temps d'en faire plus.]

[Questions supplémentaires : Qu'est-ce qu'une corde sans raideur ? Qu'est-ce qu'une corde inélastique ? Pourquoi négliger la masse de la corde ? Qu'est-ce que la tension ? Il était très pointilleux sur le vocabulaire employé et ne me laissait pas la possibilité de me justifier]

Exercice très classique

EXERCICE 2

Un cylindre de grande section rempli d'eau se vide par le bas par un capillaire. Déterminer le débit de vidange et l'équation $h(t)$.

72. MINES (2015, STACHURSKI 11/20)

EXERCICE 1 :

On considère une sphère en rotation à vitesse angulaire ω (selon Oz). On considère une masse localisée sur la surface (intérieure) de la sphère à $R/2$ en dessous du centre de la sphère ($z=-R/2$). Quelle sont les conditions sur le coefficient de frottement pour que la masse soit "fixe dans le référentiel tournant de la sphère" ?

[Ce n'est pas la phrase exacte mais c'est l'idée... (pas de glissement)].

EXERCICE 2 :

On considère un réacteur nucléaire de section S et disposé entre $-a/2$ et $a/2$. (Problème à une dimension). Dans ce réacteur, il y a absorption de N neutrons par unité de temps et d'espace. Pour un neutron absorbé, K sont émis.

1. Déterminer l'équation de diffusion vérifiée par $n(x,t)$ (nombre de neutrons par m^3).
2. En régime stationnaire quelle est la condition sur K pour que le régime soit stable ?

73. MINES (2015, BOUFFIER 13/20)**EXERCICE 1**

Une masse m est accrochée à une tige de longueur l en un point A d'un cerceau ce dernier en rotation autour de son axe (vitesse angulaire ω). Montrer que le mouvement de la masse m est celui d'un pendule simple plongé dans un champ de pesanteur g_a . Donner g_a .

EXERCICE 2 (10 MN)

Déterminer l'intensité lumineuse envoyée par la Lune sur la Terre. (Aucun ordre de grandeur donné)

74. MINES (2015, LE ROHELLEC 10.5/20)**EXERCICE**

On considère une étendue infinie d'eau à 0°C , un fil de rayon a , maintenu à -50°C , est plongé dans l'eau. De la glace se forme autour du fil en conservant la symétrie cylindrique. On note $\xi(t)$ la petite variation de rayon du fil.

Etablir une équation différentielle vérifiée par ξ .

75. MINES (2015, DEGRAEVE 18/20)**EXERCICE 1**

On considère une montagne que l'on assimile à un cône de hauteur h et de demi angle au sommet α dont la masse volumique est supposée supérieure à celle de la terre. Le champ gravitationnel au sommet de la montagne est-il supérieur à celui en un point de la surface de la terre loin de la montagne ?

Question supplémentaire : déterminer l'ordre de grandeur de la masse d'une montagne.

[Pour calculer le champ créé par la montagne au sommet j'ai proposé de considérer que le cône avait une base sphérique (et non plane) pour faciliter l'intégration. Je ne l'ai pas faite car je n'arrivais pas à trouver la surface d'une telle base. J'ai mentionné l'angle solide mais il m'a dit qu'on pouvait faire sans. Il m'a posé la question sup avant le passer à l'autre exo. Pour la masse, j'ai proposé : $h=4\text{km}$ et une surface circulaire pour la base de rayon 100km et une masse volumique de $1,2 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

EXERCICE 2

Soit une spire carrée posée sur une table. Un champs \vec{B} est appliqué perpendiculairement à la table de la forme $b = B_0(1 + kx)$. On lance la spire avec une vitesse v_0 selon l'axe (Ox) . On mesure le temps au bout duquel la vitesse de la spire s'annule pour la première fois. Peut-on en déduire l'inductance propre de la bobine ?

76. MINES (2015, MATHIEU 11/20)**EXERCICE 1**

On a un piston rempli de gaz surmonté par un piston en verre. On chauffe le gaz avec un laser pendant 10s, le piston se déplace de Δx vers le haut. Déterminer P_f et T_f .

[J'ai trouvé les formules mais j'ai coincé sur la puissance du laser, j'ai alors pris l'énergie d'un photon connaissant la longueur d'onde, il me manquait le flux de photons, je ne me rappelais plus l'ordre de grandeur de 10mW...d'autres questions non traitées.]

EXERCICE 2 :

Explication physique du fonctionnement d'un avion.

[J'ai fait le schéma classique avec les 4 forces ; j'ai dû expliquer le phénomène de portance : j'ai expliqué l'effet venturi subi par l'aile. Quelle est la forme d'une aile ? Expression du delta de la couche limite laminaire ? Expression du nombre de Reynolds, ordre de grandeur de la viscosité de l'air...]

77. MINES (2014, CHEKROUN ?/20)

EXERCICE 1

On dispose 4 charges identiques $-q$ aux sommets d'un carré de coté a et on place, en un point $M(x, y)$ proche du centre du carré, une charge $+q'$. Etudier les mouvements de M .

EXERCICE 2

Peut-on envisager un champ magnétique \vec{B} qui s'écrirait : $\vec{B} = B(r)\vec{e}_r$.

EXERCICE 3

On envoie une excitation sinusoïdale le long d'une corde, non homogène (La corde présente une discontinuité de sa masse linéique en $x = 0$: Pour $x < 0$ elle vaut μ_1 et pour $x > 0$ elle vaut μ_2), soumise à une tension T de la forme : $s_i(x, t) = x_0 \exp j(\omega t - k_1 x)$. Déterminer les ondes résultantes le long de la corde.

78. MINES (2013, BRUNET 16/20)

EXERCICE 1

(Avec 10min de préparation) On étudie un écoulement de peinture dans un pinceau. On modélise le pinceau par des plans verticaux distants de b (plans contenant les vecteurs \vec{u}_x et \vec{u}_y). Le pinceau est animé d'une vitesse \vec{U} constante, selon \vec{u}_x . On suppose l'écoulement incompressible, homogène ; le champ de pression uniforme et on néglige les effets de pesanteur. Déterminer le débit volumique de peinture entre les plaques.

[J'ai déterminé la vitesse par Navier Stokes en supposant que l'écoulement est permanent]

EXERCICE 2

Soit une lame a face parallèle d'épaisseur e , indice n , un rayon incident d'angle $i=30$ degrés. Calculer la différence de marche en un point M à l'infini ; conditions d'observations ? Qu'est ce qu'on observe sur l'écran ?

EXERCICE 3

Déterminer la taille d'une planète telle que lorsqu'on saute a pied joint, on se soustrait de son attraction. (Approche énergétique avec le potentiel effectif, environ 10min)

[Examinateur plutôt silencieux, sauf pour signaler des erreurs. Ne donne pas de pistes.]

79. MINES (2013, BERTHOMIEU 11/20)

EXERCICE 1

On considère deux haut-parleurs ($f = 2$ kHz) distants de $a = 50$ cm. Un homme à une distance $D = 2$ m se déplace parallèlement à eux.

1. Si les sources sont reliées au même générateur, qu'entend l'homme en se déplaçant ?
2. Si les sources sont reliées chacune à un générateur ayant les mêmes caractéristiques, qu'entend-t-il ? Et si les sources n'ont pas exactement la même fréquence ? (Il fallait tout calculer). Comment appelle-t-on ce phénomène ?
3. On remplace l'homme par un microphone relié à un oscilloscope. Que voit-on ?

Questions :

- Montrer que $\delta = \frac{ax}{D}$.
- Quand on fait la valeur moyenne, sur quel intervalle de temps se place-t-on ? (D'après lui, pas la période, mais le temps caractéristique de sensibilité du récepteur).

Et oui !

EXERCICE 2

On place une spire à l'intérieur d'un long solénoïde. Son axe fait un angle θ avec celui du solénoïde.

1. Trouver le flux de B du solénoïde à travers la spire. En déduire M (coefficient d'induction).
2. On note i le courant dans la spire qui tourne à la vitesse angulaire ω constante. Trouver la f.é.m. induite $e(t)$ du solénoïde.
3. Donner $I(t)$: courant dans le solénoïde.
4. Ensuite, une histoire de couple...

[Examinateur pas réactif du tout et qui s'adaptait mal à mes notations/méthodes (représentation complexe...)]

80. MINES (2013, BOUISSON 8/20)**EXERCICE 1 :**

(Préparé pendant environ 10 minutes, suivi d'un passage de 20 minutes environ sur l'exo)

Soit une onde EM polarisée selon (Oz) qui se propage selon (Oy) , elle est sinusoïdale et plane. A $D = 20$ km, il y a un carré de côté a entouré de 100 épaisseurs de cuivre (une sorte d'antenne), tournant autour de l'axe oz et on le repère par t = $(n; OX)$

1. Donner l'expression de E.
2. Comment augmenter la réception en agissant sur le carré ?
[Il faut $\theta = 0$ pour avoir dS parallèle à B.
Or, B dépend de y , et $E = Bc$, donc $\phi = \dots$ (utilisation de formules trigo). De la forme $\tan(x) = -x \Rightarrow x$ environ égal à 2.]
3. Peut-on, au niveau du carré, supposer que l'onde est bien plane ?

QUESTIONS "PHYSIQUES", APRES L'EXERCICE, PENDANT ENVIRON 20/25 MINUTES :

- Détente de Joule-Thomson et applications (!) : pas la démo, seulement le sens physique (Variation de $T < 0$ ou > 0 ? Démonstration de la variation d'entropie (2ème identité thermodynamique).
- Donner un exemple montrant qu'un équilibre mécanique est plus rapide qu'un équilibre thermique (moteur de voiture)).
- Figures de diffraction avec fentes d'Young (Fraunhofer) : paramètres influant sur les figures.
- Dimension de la conductivité électrique ($j = \gamma E$ avec $I = j S$ et $F = q E$), définition de la loi d'Ohm locale.

[Examinateur "pince-sans-rire", qui privilégie nettement le sens physique aux calculs. Il avait l'air de vouloir faire le plus grand tour possible du programme dans le temps imparti. On voit là la nécessité de comprendre "ce qui se passe vraiment" dans les exercices, et surtout dans le cours.]

81. MINES (2013, FABRE 6/20)**EXERCICE 1**

Fonctionnement de l'oscilloscope, mode AC/DC, mode déclenchement, mode XY.

Comment déterminer la pulsation propre d'un circuit du second ordre ?

Comment observer la décharge d'un condensateur ?

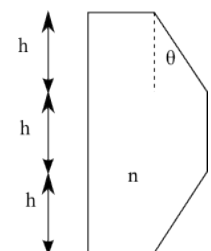
EXERCICE 2

On suppose θ petit.

On envoie une OPPM sur le dispositif (on note \vec{u}_0 , \vec{u}_1 et \vec{u}_{-1} les vecteurs émergents) et on place un écran à une distance D .

1. Déterminer ces vecteurs en fonction de $\alpha = (n - 1)\theta$.
2. On observe différentes figures en fonction de α . Expliquer.

[Catastrophique, il ne cherche pas à m'aider, mais à m'embrouiller]



Autres questions : Est-il possible qu'il y ait réflexion totale ? Quel est l'indice du verre ? Angle de déviation du prisme ? Loi de Cauchy

82. MINES (2013, GATEAU 5/20)

EXERCICE 1 (15 MINUTES DE PREPARATION)

- 1.1. Soit une masse m lâchée à une hauteur h_0 . Elle subit 2 forces : $\mathbf{P} = m \cdot \mathbf{g}$ et $\mathbf{F} = -k \cdot \mathbf{v} \cdot \mathbf{v}$.
 v est la vitesse de la masse m , l'axe Oz est ascendant. Étudier le mouvement de la masse m .
- 1.2. Faire l'analyse dimensionnelle d'un coefficient de conductivité. Trouver 2 grandeurs physiques différentes qui ont même dimension.

EXERCICE 2.

Dans le modèle de l'électron élastiquement lié, il y a une force de rappel $\mathbf{F} = -k \cdot \mathbf{r}$. Trouver une méthode permettant de calculer numériquement k .

Autres questions :

- Question de cours : Les changements d'état.
- Donner les ordres de grandeurs de : champ magnétique terrestre, taille d'un atome

[L'examineur me disait de passer à la question suivante dès que je bloquais un peu sur une question. A chaque fois que je disais quelque chose c'était un peu «ça passe ou ça casse».]

83. MINES (2013, TAUB 16/20)

EXERCICE 1 (SANS PREPARATION)

Soit une particule de masse m chargée $+q$, dans un champ B uniforme, soumise à une force $f = -kv$. Donner son mouvement.

[J'ai écrit le PFD en tenant compte de la pesanteur, puis j'ai négligé, puis il m'a demandé de donner les résultats d'autres façons (TMC et TEC), et de justifier pourquoi on négligeait le poids, pourquoi on pouvait considérer un mouvement plan.]

EXERCICE 2

On envoie un faisceau laser sur la base d'une demi-boule de verre, sous quelle condition reste-t-elle en suspension ?

[J'ai d'abord regardé ce que ça donnait en optique géométrique, il m'a dit de considérer qu'il n'y avait pas de rayon réfracté. Puis il m'a demandé la quantité de mouvement des photons et il m'a incitée à faire un bilan. J'ai parlé de pression cinétique mais j'ai fait un bilan un peu comme en méca flu, dans le cas d'un jet sur une plaque.]

PETITS EXERCICES.

1. Expliquer le principe des filtres de verre coloré.

[J'ai dit qu'on les utilisait quand on avait des lames quart ou demi onde, et j'ai dessiné l'absorbance dans le spectre visible, il n'avait pas l'air d'attendre plus.]

2. Pour refroidir une boisson, est-il plus intéressant d'utiliser 10g d'eau à 0 degrés ou 10g de glace à 0 degrés ?

[La glace, car la fusion est endothermique.]

[L'examineur m'a pas mal aidée, surtout pour l'exercice 2 ou je ne savais pas trop quoi faire.]

84. MINES (2013, BOUILLIN 13/20)

EXERCICE. MECANIQUE DES FLUIDES.

On place un béccher rempli d'eau sur agitateur.

1. Proposer un principe de fonctionnement de l'agitateur.
2. Donner l'équation de la surface, une partie du fluide étant rotationnelle l'autre non.

[J'ai calculé les vitesses en les exprimant en fonction du vecteur tourbillon et j'ai ensuite dit qu'à l'interface la pression était égale à la pression extérieure. L'examineur m'a demandé pourquoi la pression était continue à l'interface]

85. MINES (2013, MARIETTE 14/20)

EXERCICE :

Soit un tube à essai rempli d'une solution d'eau salée. On dépose sur la surface libre une membrane conductrice infiniment souple et une électrode plate dans le fond du tube. On impose le potentiel U entre la membrane et l'électrode.

1. Déterminer la forme de la membrane après l'application de la tension.
2. On éclaire par le haut à l'aide d'un laser diffu la surface de la membrane qui est transparente. Discuter de l'évolution de la forme, proposer une application.

[Inutile d'étudier les courants surfaciques dans la membrane ou les forces de Laplace sur celle-ci. Il faut étudier les forces de Laplace s'appliquant sur le fluide salé. Assimiler le tube à un tube de champ. Je n'ai pas touché à la suite. L'exercice est très déstabilisant mais l'examineur essaye de faire progresser.]

86. MINES.

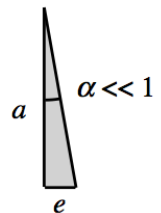
EXERCICE. MICHELSON.

On considère un interféromètre de Michelson réglé au contact optique. On intercale devant un des miroirs une lame de verre légèrement prismatique.

L'interféromètre est éclairé par un faisceau parallèle de lumière monochromatique.

Décrire ce que l'on observe avec et sans lame.

[Je suis passé avec "la folle des mines" qui mérite bien cette appellation ; elle n'arrêtait pas de répéter "dites moi ce qui je marque sur ma feuille". Pour parler des interférences du coin d'air, elle me dit de tracer ce que devient un rayon incident ; je trace donc :



Elle me dit que c'est faux parce que sinon, les rayons ne se croisent pas et il n'y a pas d'interférences (qu'elle aille expliquer ça à Descartes).]

Les lieux de croisement virtuels existent et les lentilles de projection ne sont pas faites pour les chiens ! Si la question posée est bien celle-ci, la remarque de l'examinatrice est infondée. En effet cet intitulé de question suppose que l'on observe l'intersection des deux rayons émergents issus d'un même rayon incident, c'est à dire en un point du lieu de localisation.

Dans tous les cas, cela montre que dans un interféromètre, un tracer de rayon n'est pertinent que si on précise un point d'observation ET un point source. Qu'on se le (re)dise ! Cela éviterait bien des ambiguïtés regrettables.

[J'ai donc bugué tout le reste de la colle pour me rendre compte à la fin que c'était vrai (quoi ?) mais qu'il fallait considérer deux rayons qui se croisent en sortie et tracer leurs trajets avant de se croiser.]

Je traduis correctement :

version 1 : on fixe un point P d'observation et un point source S . On considère les antécédents P_1 et P_2 de P respectivement par les miroirs M_1 et M_2 . On peut ainsi tracer les rayons issus de SP_1P et SP_2P .

version 2 : on fixe un point P d'observation et un point source S . On considère les images S_1 et S_2 de S respectivement par les miroirs M_1 et M_2 . On peut ainsi tracer les rayons issus de SP_1P et SP_2P .

On s'aperçoit alors que les variations de différences de marche provoqués par un changement de point source S sont minimisés par le choix de P sur le lieu de localisation.

87. MINES.

[Oral à 8h aux Mines de Paris, examinateur plutôt normal. J'attends 50 min que l'autre passe. Le candidat avant moi s'embrouille sur la cuisson d'un steak au micro-onde.]

EXERCICE 1 (5 MIN DE PREPARATION) – BILETTE DE BILLET.

On coupe une lentille de rayon $2R$ en deux parties égales qu'on sépare de a , disposées orthogonalement à l'axe optique, on obstrue l'écart entre les deux (comme l'exemple du cours quoi). On éclaire avec une source monochromatique suivie d'une fente infiniment fine à $2f'$ de la bilette (f' étant sa distance focale).

1. Déterminer la position des images F_1 et F_2 de F par le dispositif ainsi que leur position relative par rapport à l'axe optique.

[On trouve les sources secondaires à $2f'$]

Qu'a-t-on par conséquent réalisé ?

[Objet - image distants de $4f'$...]

2. Où doit-on placer l'écran pour observer des interférences ? Quelle est la largeur L du champ d'interférence ?
3. Interfrange sur l'écran ? (et d'autres question du même genre)

[Je dessine le champ, il ne me laisse pas calculer la valeur de L , mais me demande cash :]

Que vaut l'interfrange sur l'écran ? Combien de franges brillantes observe-t-on ? On éclaire avec une lampe à vapeur de mercure : que voit-on ?

[Je parle de la longueur de cohérence.]

Que vaut-elle pour le mercure ?

[Je la lui donne, puis je compare avec le cas du sodium.]

Ok, si je ne vois rien avec le sodium que dois-je bouger ? Bouger l'écran va-t-il faire apparaître des franges ?

[On en arrive au Michelson]

Comment obtenir des franges avec un Michelson ?

EXERCICE 2 (2 MIN DE REFLEXION)...LE TEMPS QU'IL AILLE PRENDRE UN CAFE – RAILS DE LAPLACE.

On considère deux rails parallèles avec des barres en métal régulièrement espacées, disposées comme sur la figure. On impose un champ magnétique \vec{B} vertical, homogène et stationnaire. L'abscisse de la barre n° j par rapport à sa position initiale pourra être notée X_j . Les rails comportent en outre des résistances R , les barres se déplacent sans frottements.

1. Équation différentielle vérifiée par X_j ?
2. Passer au modèle continu. Qu'à-t-on modélisé ?

[Il demande une analyse qualitative de ce qui se passe]

3. Le tout étant au repos, je déplace la barre j ; que se passe-t-il ?

[Il demande directement ce qu'on est en train de modéliser]

Suivent des questions sur l'induction s'opérant : je déplace la barre $j + 1$ à vitesse v constante, conséquence ?

QUESTIONS FINALES.

Comment expliquer qu'il fasse froid en hiver même avec un soleil éclatant ?

[J'introduis la diffusivité thermique de l'air, l'éclairement moyen du Soleil]

Il embraye : quelle est la puissance reçue par la Terre de la part du Soleil ?

[Je trouve un ordre de grandeur un peu faible]

De quelle puissance ont besoins les humains en tout ?

[Je lui sors la puissance d'une centrale : 1GW, puis : euh... 1TW ? on en est resté là.]

88. MINES.**EXERCICE 1. THERMODYNAMIQUE.**

1. Modèle de l'atmosphère isotherme. On modélise l'air par un gaz parfait. On suppose qu'il n'est soumis qu'au champ de pesanteur terrestre uniforme. On donne : $R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}\text{.K}^{-1}$ et $M = 29 \text{ g.mol}^{-1}$

- Montrer que l'on a $P(z) = P(0) e^{-\frac{z}{H}}$ où H est une longueur que l'on exprimera en fonction des données.
- A.N : calculer H pour $T = 300 \text{ K}$.
- A.N : calculer $P(z = 4 \text{ km})$ et $P(z = 8 \text{ km})$?

2. Modèle de l'atmosphère polytropique. On suppose maintenant que l'air suit une évolution isentropique d'indice γ .

- Montrer qu'on a alors un gradient de température : $\frac{dT}{dz} = -\frac{g}{c_p}$, où c_p est la capacité thermique massique de l'air.
- A.N : calcul de ce gradient avec $\gamma = 1,4$.
- On note $-a$ ce gradient. Déterminer $P(z)$.
- A.N : $z = 4 \text{ km}$, $z = 8 \text{ km}$

Questions posées durant l'oral : cohérence des résultats ? analyse dimensionnelle de H ? autres questions qualitatives

EXERCICE 2. MECANIQUE DU SOLIDE.

Une boule homogène de masse M et de rayon a roule sans glisser sur une piste en forme de quart de cercle dont le rayon de courbure vaut $R = b + a$. On repère la boule par l'angle θ qu'elle fait avec l'axe vertical. On donne le moment d'inertie de la boule par rapport à n'importe lequel de ses diamètre $J = \frac{2}{5} Ma^2$.

Donner l'équation du mouvement vérifiée par θ .

89. MINES.**EXERCICE 1 (5 MIN DE PREPARATION) - INDUCTION.**

On considère un solénoïde infini parcouru par un courant d'intensité $i(t) = I_0 \cos(\omega t)$

1 - Justifier qu'il existe un champ électrique.

2 - On place dans le solénoïde un conducteur cylindrique de conductivité γ de longueur L et de rayon R , le conducteur est dans un récipient calorifugé contenant 5 L d'eau (on suppose que cela ne modifie pas le champ) calculer le temps que met l'eau pour passer de 300 K à 350 K (on supposera connues les capacités thermiques).

3 - Calculer le champ magnétique créé par le conducteur. Commenter.

4 - Expliquer le fonctionnement d'un transformateur.

[Il m'a laissé présenter ce que j'avais préparé sans rien dire puis il m'a demandé de vérifier la dimension de la puissance car j'avais fait une erreur.]

EXERCICE 2 – MECANIQUE DU SOLIDE.

On considère un crayon posé sur sa pointe et faisant un angle ε avec la verticale (il met sur la table un crayon pour que je fasse moi-même l'expérience).

1 - Donner $\varepsilon(t)$ en supposant ε petit (quand on fait l'expérience on se rend compte qu'on peut faire l'hypothèse que le crayon ne glisse pas)

2 - Quel est l'influence des frottements ? Que se passerait-il sans frottement ?

[Je fais le début des calculs dans le cas où le crayon glisse puis il voulait une discussion sur tout ce qu'il pouvait se passer dans le mouvement.]

EXERCICE 3 (5 MIN AVANT LA FIN) – OPTIQUE GEOMETRIQUE.

[Il me laisse préparer 2 min au tableau le temps de faire rentrer le candidat d'après pour lui faire préparer son exercice.]

On veut observer une station spatiale en la pointant avec un laser ; doit-on viser au dessus ou en dessous de la position réelle de la station ?

[Je lui ai expliqué qualitativement la déviation des rayons dans l'atmosphère avec un dessin et il m'a fait faire le début des calculs de la déviation d'un rayon par des couches successives en sphérique.

L'examineur est normal, il ne parle pas beaucoup au début des exercices et recherche le dialogue lorsqu'on a des résultats pour essayer d'en dégager un sens physique.]

90. MINES.

EXERCICE 1 (30 MIN DE PREPARATION) – CABLE COAXIAL.

(C'est trop !!!!)

On considère la propagation d'une onde $I_i = I_0 e^{i(\omega t - kx)}$ créée en $x = 0$ par un générateur dans un câble d'impédance caractéristique Z_c . On branche en $x = L$ une impédance Z_L .

1. Donner l'expression de $I(x, t)$ et $V(x, t)$.
2. Donner l'expression de l'impédance effective Z , préciser sa valeur en $x = 0$.
3. Comment choisir Z_L pour que Z ne dépende pas de L ?
4. Comment appelle-t-on ce qu'on vient de faire ?

EXERCICE 2 (EN DIRECT) – CINEMATIQUE DES FLUIDES.

On considère un écoulement fluide tel que le champ des vitesses soit $v_x = b v_y = a \cos(\omega t)$. On donne $b = 1 \text{ m.s}^{-1}$, $a = 2\pi \text{ m.s}^{-1}$ et $\omega = 2\pi \text{ s}^{-1}$.

1 - Analyse lagrangienne.

Déterminer les équations et dessiner les trajectoires pour $x(0) = 0, y(0) = -1, 0$ et 1 ; accélération ?

2 - Analyse Eulérienne.

Déterminer l'équation cartésienne d'une ligne de courant et représenter les lignes de courant passant par les points précédents (sur le même graphe que Lagrange). Accélération ?

3 - Déterminer les propriétés de cet écoulement.

[L'examineur est très sympa (presque beaucoup trop en fait...), il ne dit rien, sauf quand ça patine vraiment. De plus exercices plutôt faciles, je le sens pas...]

91. MINES.

[Oral de physique : le 14 juillet à 8h :-) Deux exercices (avec 15 min de préparation) Il m'a dit au bout de 5 min de chercher d'abord le second exercice : lors de l'oral on est ensuite revenu rapidement sur le 1er exercice, que je savais faire pour le coup, il s'agit de la démonstration que l'on fait en sup.]

EXERCICE 1. GAZ PARFAITS.

- On considère un gaz parfait monoatomique. Définir un espace isotrope, et donner les hypothèses de validité du gaz parfait.
[Lors de la discussion sur l'isotropie, il m'a demandé si l'espace qui nous entoure, en tenant compte de la gravitation, était un espace isotrope, et m'a demandé une expérience physique qui le montrait (projectile dans le champ de pesanteur : si la vitesse initiale est verticale, la trajectoire est verticale, sinon elle est parabolique).]
- On s'intéresse donc à un GP, de densité volumique n , chaque atome a une masse m et se déplace à la vitesse v .
 - Définir la pression cinétique P .
 - Exprimer P en fonction de m , v , n et d'autres paramètres pertinents.
 - Comment doit-on écrire v pour retrouver l'équation d'état : $PV = nRT$.

EXERCICE 2. HAUT-PARLEUR.

On modélise un haut-parleur par un disque de rayon b , et dont on suit le mouvement en régime sinusoïdal forcé par $Z(t) = Z_m e^{i\omega t}$. Le déplacement du disque provoque une surpression $p = p_m e^{i\omega t}$.

1 - Rappeler le principe de Huygens - Fresnel. Questions orales sur le montage de Fraunhofer.

2 - La surpression en M s'écrit $dp(M, t) = K \frac{e^{i(\omega t - \sqrt{r^2 + z^2})}}{\sqrt{r^2 + z^2}} dS$ avec dS la surface du disque. Commenter.

3 - En déduire la surpression en M .

4 - On suppose désormais $b \ll \lambda \ll r = OM$. Commenter ces hypothèses.

On en est donc venu à discuter du dipôle oscillant.

En déduire une expression simplifiée de la surpression.

5 - On suppose l'onde localement plane, de la forme $P(M, t) = \frac{AK}{2\pi} \frac{e^{i(\omega t - kr)}}{r}$. Quelle est la dimension de A ? Déterminer l'expression de v , vitesse de déplacement des particules.

[Peut-être encore une question dont je n'ai pas le souvenir.]

QUESTION SUBSIDIAIRE.

Exprimer l'unité de la conductivité électrique γ en A, kg, m et s.

[J'ai dans un premier temps utilisé la loi d'Ohm, j'obtenais une unité pour γ . Il m'a ensuite demandé de retrouver cette unité à partir de l'expression de la puissance $P = RI^2$, sauf que je n'ai pas obtenu deux fois la même unité pour γ ...mais il n'a pas trop insisté.

Examineur pas méchant, mais assez pointilleux, rien de surprenant, et qui de toute évidence cherchait à balayer le plus possible l'ensemble du programme.]

92. MINES.

[Oral de physique : examinateur sympathique qui fait trouver ses erreurs, engage des discussions. Trois exercices, le premier avec 5 min de préparation, le dernier à 5 min de la fin donc une seule question de traitée. Pardon, il n'y a pas les schémas donc tout ne sera pas forcément très compréhensible.]

EXERCICE 1. COLLE - GLISSE.

Soit parallélepède de masse m , de longueur ℓ , de hauteur h et de largeur L attachée à un ressort reposant sur un tapis roulant à la vitesse v .

On donne le coefficient de frottement dynamique f et le coefficient de frottement statique qui vaut $2f$. L'origine du repère est pris à la longueur à vide du ressort.

Déterminer $x(t)$

[Il s'agit du "collé - glissé". Je lui ai dit ce qui allait se passer, les différents cas de figures, puis il ne m'a fait étudier que le cas où il y a glissement sur le tapis roulant. Il m'a ensuite demandé de lui énoncer les lois de Coulomb avant de passer à la suite.]

EXERCICE 2. MICHELSON.

On considère un Michelson réglé en lame d'air éclairé par un laser. Le miroir M_2 est remplacé par un miroir M dont les défauts ont des épaisseurs de l'ordre de $\lambda/30$ et ils s'étendent sur des grandes distances devant la longueur d'onde.

A l'aide d'un détecteur, on mesure une intensité I . Ensuite, on effectue successivement deux translations suivant la normale à M de l'ensemble {laser, séparatrice, M_1 , laser} de $\lambda/8$. On mesure les deux intensités I' et I'' .

Déterminer à l'aide de I , I' et I'' le déphasage modulo 2π entre les deux voies de l'interféromètre.

Proposer une méthode afin de mesurer les défauts de M .

EXERCICE 3. STATIQUE DES FLUIDES.

Soit un bateau de forme cubique de poids $3P_0$ sur un lac. Le lac possède une profondeur de H_0 . Ses parois sont constituées d'un métal de densité $d = 3$, le volume des parois est V_0 et le volume intérieur est $9V_0$. Lorsque le bateau est au fond du lac rempli d'eau, l'eau s'élève de Δ mètres.

1) Le bateau flotte : déterminer la hauteur de l'eau.

[Autres questions non traitées.]

93. MINES.

EXERCICE 1 (20 MIN DE PREPARATION) - THERMODYNAMIQUE.

On considère un astre à symétrie sphérique de rayon R , qui suit la loi polytropique suivante : $\frac{P(r)}{\rho(r)} = C$.

R étant la distance du centre de l'astre au point considéré et C une constante.

On note $m(r)$ la masse contenue dans une sphère de rayon r .

1 - Donner l'expression du champ gravitationnel pour $r > R$.

2 - En raisonnant sur un volume contenu entre les deux sphères concentriques de rayon r et $r + dr$, donner un lien entre $\frac{dm}{dr}$ et $\rho(r)$.

3 - En faisant un bilan mécanique local et à l'aide des deux premières questions, établir l'équation différentielle suivante :

$$r \frac{d^2 \rho}{dr^2} + 2 \frac{d\rho}{dr} + Ar\rho = 0,$$

en précisant l'expression de A en fonction des constantes C et G (constante de Cavendish).

En posant $f = r \rho(r)$, trouver l'expression de $\rho(r)$, sachant que ρ reste bornée pour $r < R$.

EXERCICE 2. POLARISATION.

On considère l'onde polarisée rectilignement : $\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - kz) \vec{u}_x$.

On place après la source un polariseur dont la direction de transmission privilégiée fait un angle de 45° avec l'axe Oy , puis une lame quart d'onde dont les axes lents et rapides sont confondus avec les axes Ox et Oy .

1 - Quel est l'état de polarisation de l'onde en sortie ?

2 - Si on tourne la lame de 45° , que se passe-t-il ?

94. MINES.**COURS ET EXERCICE (PREPARATION 15 MN) - RESONANCE ET ACOUSTIQUE.**

Étudier la possibilité de propagation d'une OPPH acoustique dans un milieu vérifiant la relation :

$$\rho_0 \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = - \text{grad } P + \eta \Delta \vec{v}$$

On donne $\chi_T = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial P} \right)_T$

Questions posées : pourquoi χ_T ? Pourquoi la qualificatif cinématique dans la viscosité ? Analyse dimensionnelle de $\eta \chi_T$

QUESTION EN DIRECT (5 MN) - MISE EN EVIDENCE EXPERIMENTALE DE LA VISCOSITE.

Décrire une expérience mettant en évidence la viscosité.

[Je parle du viscosimètre de Couette, puis de la chute d'un solide car il faut mettre en évidence le phénomène de viscosité et non mesurer une viscosité.

Il me semble que le viscosimètre de Couette met en évidence le fait que des couches de fluide en entraînent d'autres par friction.

Examineur très agréable qui parle physique et non technicité de calcul (à condition de ne pas faire trop d'erreurs de calcul).]

95. MINES.**EXERCICE 1 (20 MN DE PREPARATION) - OEM DANS UN CONDUCTEUR.**

On considère un cylindre de rayon R , d'axe Oz , de hauteur h , de conductivité électrique γ . On le place dans un champ magnétique

\vec{B} de fréquence 1 kHz parallèle Oz . On se propose de déterminer la densité volumique de courant $\vec{j} = g(r) e^{i\omega t} \vec{e}_\theta$.

1. En se plaçant dans l'approximation des régimes quasipermanents, écrire les équations de Maxwell.

2. En déduire une équation différentielle vérifiée par \vec{j} puis par $g(r)$.

3. On pose $\delta = \sqrt{\frac{2}{\mu_0 \gamma \omega}}$, $u = \frac{r}{\delta}$ et $g(r) = \frac{F(u)}{\sqrt{u}}$. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $F(u)$.

On donnait l'expression du rotationnel en coordonnées cylindriques et on rappelait :

$$\text{rot}(\text{rot } \vec{A}) = \text{grad}(\text{div } \vec{A}) - \Delta \vec{A}$$

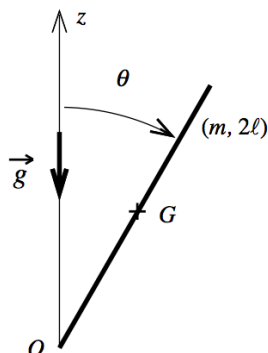
En déduire l'expression de \vec{j} .

4. Calculer la puissance dissipée par effet Joule dans le cylindre.

EXERCICE 2 (EN DIRECT) – MECANIQUE DU SOLIDE.

Barre rigide de longueur 2ℓ de masse m .

Couple de torsion de moment $\Gamma = -C\theta$ avec $C > 0$.



- 1) Déterminer l'équation vérifiée par θ .
- 2) Discuter le nombre de positions d'équilibre et leur stabilité.

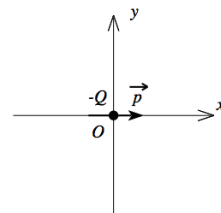
96. MINES.**EXERCICE 1 (PREPARATION : UNE VINGTAINNE DE SECONDES...) – ELECTROSTATIQUE.**

Dans le plan xOy se trouvent au point O une charge ponctuelle $-Q$ et un dipôle électrique de moment \vec{p} parallèle à Ox .

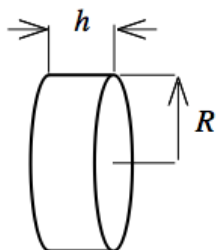
1 - Calculer le potentiel $V(M)$ et le champ électrostatique \vec{E} à grande distance. Représenter l'équipotentielle $V = 0$.

2 - Soit le point A tel que $\vec{E}(A) = \vec{0}$. Calculer le champ au voisinage de A .

[Beaucoup d'autres questions non abordées]

**EXERCICE 2. OPTIQUE.**

Un cylindre circulaire transparent de rayon R et de hauteur $h \ll R$ contient un gaz parfait. On place un écran à la distance D . On envoie un faisceau lumineux de rayon r_0 . Calculer le rayon de la tache lumineuse sur l'écran.



[J'avoue ne pas comprendre comment est orienté le faisceau par rapport au cylindre.

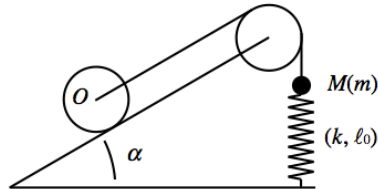
Je l'ai fait de façon "optique géométrique" et, à la fin, il m'a demandé de retrouver le résultat avec des calculs de déphasages, c'est à dire de façon ondulatoire. On voit cela très succinctement.

Et ça n'est déjà pas mal par rapport au programme.]

EXERCICE 3.

Une puce peut sauter à une hauteur proportionnelle à sa taille. Estimer l'accélération initiale lors d'un saut.

[Bon courage...]

97. MINES.**EXERCICE (5 MIN DE PREPARATION) - MECANIQUE DU SOLIDE.**

Un solide M assimilé à un point de masse m est soumis à la force de rappel d'un ressort ainsi qu'à la tension d'un fil lui-même relié à un cylindre de masse M via une poulie. La poulie et le fil sont idéaux, la liaison d'axe de la poulie est idéale. Pas de frottements au niveau du ressort. Le cylindre roule sans glisser. Pour $t < 0$, le système est à l'équilibre.

À $t = 0$, on écarte légèrement la masse m de sa position initiale. Déterminer l'équation différentielle du mouvement.

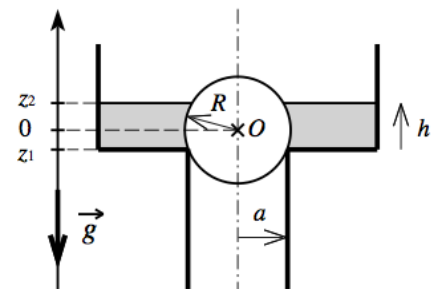
[Examinatrice bizarre, qui n'aide jamais, n'approuve jamais, et demande sans arrêt « c'est bien ça que vous voulez que je note dans mon rapport ? », dès que l'on dit ou écrit quelque chose. Peut-être bien la fameuse « folle des mines ».]

≈HP

98. MINES.**EXERCICE 1 (PREPARATION 20 A 30 MN) - STATIQUE DES FLUIDES.**

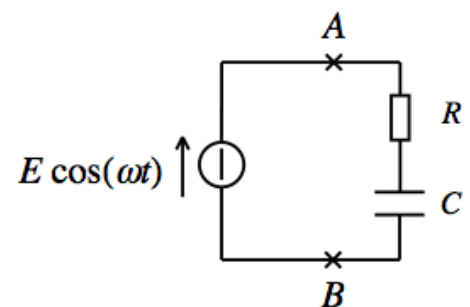
On obstrue l'entrée d'un tuyau par un flotteur sphérique de masse M , de rayon R .

- 1 Calculer la réaction du tuyau sur le flotteur.
2. Montrer qu'elle passe par un extremum pour une certaine hauteur de fluide.
3. Calculer ρ_s , masse volumique critique du flotteur au delà de laquelle il ne peut jamais s'élever.

**EXERCICE 2. ELECTRODINAMIQUE.**

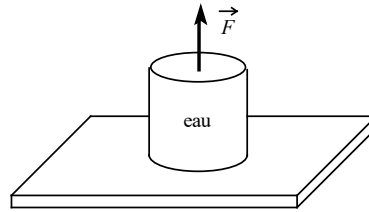
On donne $RC\omega = 1$.

Calculer la puissance fournie au dipôle AB .



99. MINES.

EXERCICE 1. MECANIQUE DES FLUIDES.

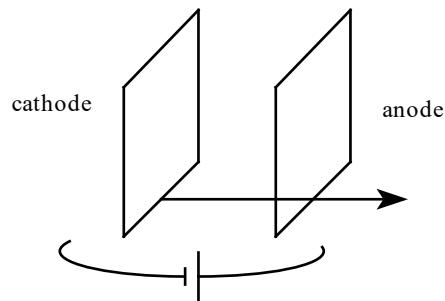


Une plaque circulaire est maintenue parallèle à un plan horizontal. De l'eau se trouve entre le plan et la plaque. On exerce une force verticale \vec{F} sur la plaque. Déterminer la force minimale F_{min} pour laquelle la plaque se sépare du fluide.

On donne div , Δ , grad en coordonnées cylindriques ainsi que l'équation de Navier Stokes projetée sur \vec{u}_r .

EXERCICE 2. MODELISATION D'UNE DIODE.

La cathode, plan d'abscisse $x = 0$ émet des électrons selon \vec{u}_x avec une vitesse nulle. Les différentes grandeurs ne dépendent que de x . Déterminer le potentiel $V(x)$.



Indications : introduire le nombre d'électrons par unité de volume $n(x)$, utiliser le théorème de l'énergie cinétique et l'équation de Maxwell Gauss.

100. MINES.

EXERCICE 1. CORDE VIBRANTE.

Une corde de longueur L est fixée à ses deux extrémités $x = 0$ et $x = L$.

I.1 - Définir la tension de la corde.

I.2 - Rappeler l'équation vérifiée par $y(x, t)$. Quel est l'ordre de grandeur de la célérité des ondes sur une corde de guitare ?

I.3 - On cherche des solutions de la forme $y(x, t) = f(x)g(t)$. Résoudre.

II - On remarque une dissipation d'énergie.

II.1 - Quelles sont les causes de cette dissipation ?

II.2 - Introduire un terme dissipatif et reprendre les questions I.2 et I.3.

EXERCICE 2. INDUCTION.

Un long solénoïde à spires jointives est parcouru par un courant d'intensité $I(t)$. Calculer le champ électrique \vec{E} à l'intérieur.

QUESTIONS D'ORDRES DE GRANDEUR.

- ✓ Distance Terre - Soleil ?
- ✓ Conductivité thermique d'un métal ?
- ✓ Conductivité électrique du cuivre ?

101. MINES.**EXERCICE. INTERFEROMETRE DE TWYMANN-GREEN.**

On considère un interféromètre de Michelson dans lequel le miroir plan mobile est remplacé par un miroir sphérique de sommet S . On appelle alors contact optique la situation dans laquelle l'image de S par la séparatrice se trouve sur le miroir plan (fixe).

Dans ce cas l'interféromètre porte le nom de Twymann -Green.

Le rayon de courbure R du miroir est supposé grand devant les autres longueurs caractéristiques du montage.

Quelle est la figure d'interférence observée.

J'ajoute : préciser un mode d'éclairage de l'interféromètre, préciser en conséquence le lieu d'observation avant de répondre à la question.

Comment évolue cette figure quand on translate le miroir mobile ?

QUESTIONS POSEES ORALEMENT SUR LE COURS.

- ✓ Détaillez la façon d'arriver à l'équation de d'Alembert.
- ✓ A-t-on vraiment besoin d'une équation de mécanique des fluides pour y arriver ?
- ✓ Le son se propage-t-il dans les solides ? Donner un modèle de propagation du son dans les solides.
- ✓ Pourquoi considère-t-on la compressibilité isentropique ? Peut-on faire l'hypothèse quasistatique ?
- ✓ Que représente l'impédance acoustique ? Analogie avec quelque chose ?
- ✓ Quelle est l'analogie possible entre tension et pression d'une part, vitesse et intensité d'autre part ?
- ✓ Au sujet de l'analogie tension - pression, à quel potentiel la pression est-elle liée puisque la tension est une différence de potentiel liée au champ électrique ?

QUESTIONS POSEES ORALEMENT SUR L'EXERCICE.

- ✓ Différence de marche en coin d'air ? Pourquoi est-il réaliste de faire ici l'approximation du coin d'air localement ?
- ✓ Pourquoi a-t-on besoin d'avoir R grand devant les autres longueurs ? Qu'en déduisez-vous sur la cohérence ?
- ✓ Différence de marche en fonction de x ? Interfrange sur la figure ? Que pouvez-vous dire de la figure au contact optique ? Le contact optique dépend-il de la longueur d'onde ?
- ✓ Qu'en déduisez-vous sur le centre de la figure au contact optique avec une source de lumière blanche ? Avez-vous déjà observé des interférences en lumière blanche ?

102. MINES.

[Examineur blasé qui se lasse vite des calculs et s'intéresse plutôt aux raisonnements avec qui il est possible de dialoguer. 10 minutes de préparation pour l'ensemble des deux exercices.]

EXERCICE 1. PRESSION CINÉTIQUE.

- 1) Définir isotrope. Quels sont les hypothèses et le domaine de validité du modèle du gaz parfait ?
- 2) Définir la pression cinétique.
- 3) Établir l'expression de la pression cinétique en fonction des paramètres que vous jugerez pertinents.

[Toutes les hypothèses du modèle sont à énoncer ; par exemple, avant que je ne rappelle que toutes les molécules ont même vitesse, il m'a demandé pourquoi je ne faisais pas de moyenne spatiale en plus de la moyenne temporelle.]

- 4) Quel expression faut-il donner à V pour obtenir $PV = nRT$?

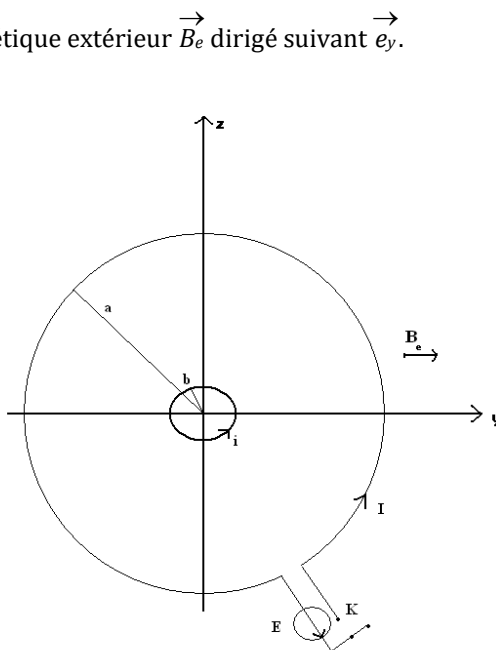
[La question n'a pas été traitée car, une fois P_{cin} calculée, l'examineur m'a fait passer au deuxième exercice.]

103. MINES.

EXERCICE 1. INDUCTION.

A une grande boucle centrée en O de rayon a , dont les axes Oy et Oz sont des diamètres, est relié un générateur de f.e.m. E , de résistance interne r , ainsi qu'un interrupteur K . L'intensité du courant qui y circule est noté I (orienté dans le sens trigonométrique). Il y a ensuite une petite boucle de rayon $b \ll a$, de même, centrée en O et (Oz) constitue un "diamètre". Elle est de résistance R et d'auto-inductance négligeable. Elle peut tourner autour de l'axe Oz , par rapport auquel son moment d'inertie est noté J . L'intensité du courant qui y circule est notée i (orienté dans le sens trigonométrique).

Le tout est plongé dans un champ magnétique extérieur \vec{B}_e dirigé suivant \vec{e}_y .



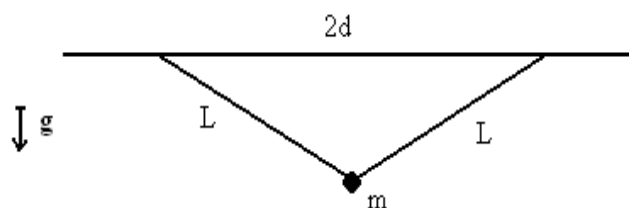
A un instant t , on ferme l'interrupteur. On observe deux phases :

- ✓ une première de durée τ_1 très courte durant laquelle le courant s'établit dans la grande boucle pour atteindre une valeur I constante. Durant cette phase, la petite boucle n'a pas encore eu le temps de tourner, mais elle a acquis une vitesse initiale $\omega(\tau_1)$.

- ✓ Une deuxième phase de durée τ_2 pendant laquelle la petite boucle s'arrête de tourner. Elle a tourné d'un angle θ_2 non infini.

Expliquer et commenter les phénomènes.

EXERCICE 2. MECANIQUE DU POINT.



On considère un fil de longueur 2ℓ attaché à un plan horizontal. On a enfilé une perle de masse m sur le fil, on la considère comme ponctuelle. L'écart entre les deux points d'attache du fil est noté $2d < 2\ell$. L'ensemble est soumis au champ de pesanteur.

On donne une impulsion à la bille ; quelle est la période des oscillations ?

[J'ai considéré que le mouvement se faisait uniquement suivant x (direction du plan horizontal) et que les variations suivant z étaient négligeables. C'était un exercice à faire en 10 minutes pendant que le suivant préparait sa question de cours. Je ne l'ai donc pas du tout terminé, juste énoncé des idées de simplification dans ce genre. Ça ne m'a pas follement inspirée.]

104. MINES.

EXERCICE (10 MINUTES DE PREPARATION AU TABLEAU) - MACHINE THERMIQUE.

On considère une machine thermique fonctionnant selon le cycle suivant :

- $1 \rightarrow 2$: compression adiabatique de V_1 à $\frac{V_1}{a}$.
- $2 \rightarrow 3$: combustion du carburant à volume constant, apport de chaleur Q
- $3 \rightarrow 4$: détente adiabatique de $\frac{V_1}{a}$ à V_1
- $4 \rightarrow 1$: refroidissement à volume constant, chaleur libérée Q'

Le gaz est considéré comme parfait et diatomique ($\gamma = 1,4$).

- 1) Démontrer que le rendement thermodynamique ne dépend que de a et γ .
- 2) Déterminer les pressions et températures aux différentes étapes ; on donne a , V_1 , P_1 et T_1 .

105. MINES.

[Examinateur très gentil.]

EXERCICE (10 MIN DE PREPARATION AU TABLEAU) - OEM DANS UN CONDUCTEUR.

On considère un milieu conducteur ohmique de conductivité σ , de densité volumique de charge nulle dans lequel se propage une onde plane

$$\vec{E} = \vec{E}_0 e^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)}$$

- 1°) Montrer que tout se passe comme si l'onde se propageait dans un milieu électrique de permittivité $\underline{\epsilon}$ complexe.
- 2°) En déduire que le vecteur d'onde est complexe.

3°) En déduire que l'onde est atténuée.

Question de cours entre temps : propagation des ondes dans un conducteur parfait.

DISCUSSION : LES GAZ PARFAITS.

En particulier, pour terminer : les gaz parfaits ont-ils une réalité physique ?

[Réponse positive attendue, car les gaz réels ont presque un comportement de gaz parfait (cf. les anciens rapports des Mines).]

106. MINES.

[Deux élèves sont convoqués en même temps et donc avec un peu de chance, on peut attendre une heure de plus.]

EXERCICE 1 (10-15 MIN DE PREPARATION) – ELECTROMAGNETISME.

On considère un très long solénoïde (longueur ℓ , inductance L) d'axe Ox , en série avec un générateur de tension constante de f.e.m. $E_0 = 5 \text{ V}$ et une résistance $R = 100 \Omega$.

1.a - Que signifie très long ?

1.b - Calculer $B(t)$ en fonction des caractéristiques du solénoïde (à définir soi-même) Question assez peu claire puisqu'il n'était pas trop précisé en quel point et c'était ; en fait en n'importe quel point du solénoïde.

1.c - Donner un ordre de grandeur de l'inductance L du solénoïde.

Données : nombre de spires par unité de longueur, rayon des spires.

2.a - On place une particule de masse m et de charge q à l'intérieur du solénoïde. Donner les équations du mouvement en coordonnées cylindrique.

2.b - On considère que les variations du champ \vec{B} sont très inférieures aux variations de positions de la charge.

[Cette phrase est insensée mais j'ai l'impression que la phrase proposée n'était pas tellement mieux, en gros il fallait comprendre que B était à peu près constant donc i aussi.]

En déduire que :
$$\frac{d^2 r}{dt^2} = \left(\frac{qB}{2m}\right)^2 \left(1 + \left(\frac{r}{r_0}\right)^4\right) + \left(\frac{qB}{2m}\right)(1 + \dots) + \dots$$

[Il y avait encore d'autres termes (notamment en r^3 et en θ aussi mais je ne vois absolument pas d'où ils sortaient. L'interrogateur m'a dit d'intégrer l'équation du mouvement qui est selon \vec{u}_θ ; j'ai pas trop compris il y avait du $\ddot{r}\dot{\theta}$ et du $r\ddot{\theta}$.

Je n'ai de toute façon pas eu le temps de chercher beaucoup puisqu'il a décidé d'arrêter l'exo là.]

[L'examinateur n'était pas agréable du tout...]

107. MINES.

EXERCICE 1 (EN DIRECT). MECANIQUE DU POINT.

Un vaisseau est en orbite très rapprochée autour d'un astéroïde sphérique. Il tourne autour avec une période $T = 15 \text{ mn}$. Un astronaute prend sa combinaison, sort du vaisseau, et creuse un tunnel fin qui traverse l'astéroïde le long d'un diamètre. Son copain resté dans le vaisseau jette un rocher dans le tunnel, à une vitesse égale en norme à celle du vaisseau.

Le rocher va-t-il revenir à son point de départ ? Si oui, au bout de combien de temps, sinon pourquoi ?

EXERCICE 2 (EN DIRECT). DIFFRACTION.

Donner la figure de diffraction à l'infini d'une pupille en forme de "N" puis de "V" puis de "Z".

[Pour l'exercice 2 il restait 5 minutes, je ne voyais pas trop comme ça. En fait il m'a posé des questions rapides sur la diffraction.]

108. MINES.

QUESTIONS EN DIRECT.

- ✓ Qu'est-ce qui vous semble le plus important sur la courbe du sinus cardinal ?
- ✓ La diffraction est-elle plutôt utile ou nuisible ?

[J'ai dit que ça dépendait pour gagner du temps comme me l'a appris notre excellent professeur. Nuisible en astronomie, utile en granulométrie par ex. Il n'avait vraiment pas l'air convaincu, il m'a même avoué que la granulométrie était un truc de livre de prépa et que jamais de la vie on se servait de cette méthode !!!]

- ✓ Comment on grave-t-on les réseaux ? Quelles précisions obtient-on ? Quel est le prix d'une fente très fine et droite dans une lame de verre ?

[Réponse : jusqu'à 10 000 €]

109. MINES.

EXERCICE 2 : REFLEXION D'UNE ONDE RADIO SUR L'ATMOSPHERE - INTERFERENCES.

L'épaisseur de l'atmosphère est environ 200 km et varie lentement. Pour suivre son évolution, on pose au sol un émetteur radio et un récepteur à 500 km de distance. Quel est le lien entre la réponse du récepteur et la variation de l'épaisseur de l'atmosphère?

Questions orales :

- ✓ Avez-vous déjà entendu parler de ce phénomène ?
- ✓ Comment s'appelle cette couche partiellement réfléchissante ?
- ✓ Cela affecte-t-il identiquement toutes les fréquences radio ? Quels sont les domaines de fréquences concernés ?
- ✓ Cette méthode peut-elle être utilisée en pratique ?

EXERCICE 3 : MUSIQUE (5 MIN)

- 1 - On souffle sur le goulot d'une bouteille. Quelles fréquences peut-on produire ?
- 2 - On tape sur la bouteille. Que se passe-t-il ?
- 3 - Peut-on produire le même son avec un instrument à cordes ?
- 4 - Pourquoi un violon et un violoncelle ne produisent pas les mêmes fréquences ?
- 5 - Quelle est la fréquence du La ?

[Examineur sympathique, mais on ne voyait jamais où il voulait en venir avec toutes ses questions (je n'en ai même pas retranscrit la moitié) ... ou alors si, mais trop tard, il attend au tournant ! Phrase préférée (même si c'est juste) : "vous êtes sûre ?". Sinon, il guide s'il voit qu'on est bloqué.]

110. MINES.

EXERCICE 1. THERMODYNAMIQUE.

Dans un récipient aux parois adiabatique avec un piston coulissant sans frottements lui-même adiabatique, il y a :

- une mole de GP.
- un bloc métallique

A quelles conditions a-t-on l'équilibre thermique ? Trouver une loi reliant la pression et le volume (dans le récipient).

Calculer l'entropie créée par un changement de température.

EXERCICE 2.

On dispose d'un GBF (délivrant une tension de la forme : $E \cos \omega t$, d'une bobine (autoinductance L), d'une résistance (résistance R) et d'un condensateur (capacité C). Trouver un circuit tel que :

- à travers une bobine d'inductance L_1 passe le courant $I \cos(\omega t)$,
- à travers une bobine d'inductance L_2 passe le courant $I \sin(\omega t)$

EXERCICE 3.

Calculer l'énergie cinétique de la Terre. *Préciser un référentiel aurait été bien utile.*

SOMMAIRE

MINES - PONTS.....	1
1. Mines (2025, Boutora – 9/20).....	1
2. Mines (2025, Villaret – 8.5/20)	2
3. Mines (2025, Bonnefoy - 13/20).....	2
4. Mines (2025, Thouvenot – 14/20).....	3
5. Mines (2025, Le Dissez – 9/20).....	3
6. Mines (2025, NahmAni – 17/20).....	4
7. Mines (2025, MB -).....	5
8. Mines (2025, Carlier – 10/20).....	6
9. Mines (2025, Sitter -).....	6
10. Mines (2024, Sharkawi – 12/20).....	7
11. Mines (2024, Thouvenot - 4,5/20).....	7
12. Mines (2024, Poirier – 7/20).....	8
13. Mines (2024, Plaza – 9/20).....	8
14. Mines (2024, Séguron – 7/20).....	9
15. Mines (2024, Van Aarsen – 13/20).....	10
16. MINES (2024, Basse – 17,5/20).....	10
17. Mines (2024, Nahmani – 10,5/20).....	11
18. Mines (2024, Mayard – 7/20).....	12
19. Mines(2024, Masnou -9,5/20)	12
20. Mines (2024, Jeager – 14,5/20).....	13
21. Mines (2024, Moret-Bailly, 9/20).....	14
22. Mines (2024, Deleuze – 9/20).....	15
23. MINES (2024, Le Picard -15,5/20).....	15
24. Mines(2023, Delhaie -13.5/20)	15
25. MINES (2023, Oddoux – 19/20).....	16
26. Mines (2023, Le Picard 12/20).....	17
27. Mines (2023, Martinetti-9/20)	18
28. Mines (2023, Michelon- 14/20)	18
29. Mines (2023, Suau -12/20).....	19
30. Mines (2023, Demarcy- 8/20).....	19
31. Mines (2022, Bru – 7/20).....	20
32. Mines (2023, Leredde - 9/20)	20
33. Mines (2023, Estève – 13.5/20).....	21
34. Mines (2022, Taton – 12/20).....	22

35.	Mines (2022, Suau – 10/20).....	22
36.	Mines (2022, Fabre – 10/20).....	23
37.	Mines (2022, Escande – 12.5/20).....	23
38.	Mines(2022, Delhaie – 11/20).....	23
39.	Mines (2022, Hammani).....	24
40.	Mines (2022, Ben – 7/20).....	24
41.	Mines (2022, Nonnet – 9/20).....	25
42.	Mines (2022, Wang – 16/20).....	25
43.	Mines (2022, Roussel – 9/20).....	26
44.	Mines (2022, Hennebert, 7/20).....	27
45.	Mines(2022, Berger – 8/20).....	27
46.	Mines (2022, Bénart - 17.5).....	28
47.	Mines (2022, Martinaggi – 10/20).....	29
48.	Mines (2021 Bellier – 4/20).....	29
49.	Mines(2022, Muraille – 12/20).....	29
50.	Mines (2021, Boistel - 14/20).....	30
51.	Mines (2021, Lazaroo - 6/20).....	31
52.	Mines (2021, Martinaggi - 7.5/20).....	32
53.	Mines (2021, Benart - 12/20).....	32
54.	Mines (2021 Boulet 7/20).....	33
55.	Mines (2021, Paloc 17/20).....	34
56.	Mines (2018, Dompnier 7/20).....	34
57.	Mines (2018, Bruguier 7/20).....	35
58.	Mines (2018, Ramadier 13/20).....	35
59.	Mines (2018, Gaidet 8/20).....	36
60.	Mines (2018, LE Rohellec 14.5/20).....	36
61.	Mines (2017, Roussignol 11/20).....	36
62.	Mines (2017, Cherin 7/20).....	36
63.	Mines (2017, Courteville 12/20).....	37
64.	Mines (2017, Godin 16/20).....	37
65.	Mines (2017, Lesbre 7.5/20).....	38
66.	Mines (2016 Heyraud 18/20).....	38
67.	Mines(2016, 17/20 Godin).....	39
68.	Mines (2016, Cherin 11/20).....	39
69.	Mines (2015, Moneuse 9/20).....	40
70.	Mines (2015, Fleury 10/20).....	40

71.	Mines (2015, Cooreman 11/20).....	40
72.	Mines (2015, Stachurski 11/20).....	40
73.	Mines (2015, Bouffier 13/20).....	41
74.	Mines (2015, Le rohellec 10.5/20).....	41
75.	Mines (2015, Degraeve 18/20).....	41
76.	Mines (2015, Mathieu 11/20).....	41
77.	Mines (2014, Chekroun ?/20).....	42
78.	Mines (2013, Brunet 16/20).....	42
79.	Mines (2013, Berthomieu 11/20).....	42
80.	Mines (2013, Bouisson 8/20).....	43
81.	Mines (2013, Fabre 6/20).....	43
82.	Mines (2013, Gateau 5/20).....	44
83.	Mines (2013, Taub 16/20).....	44
84.	Mines (2013, Bouillin 13/20).....	44
85.	Mines (2013, Mariette 14/20).....	45
86.	Mines.....	45
87.	Mines.....	46
88.	Mines.....	47
89.	Mines.....	47
90.	Mines.....	48
91.	Mines.....	49
92.	Mines.....	49
93.	Mines.....	50
94.	Mines.....	51
95.	Mines.....	51
96.	Mines.....	52
97.	Mines.....	53
98.	Mines.....	53
99.	Mines.....	54
100.	Mines.....	54
101.	Mines.....	55
102.	Mines.....	56
103.	Mines.....	56
104.	Mines.....	57
105.	Mines.....	57
106.	Mines.....	58

107.	Mines.....	58
108.	Mines.....	59
109.	Mines.....	59
110.	Mines.....	59
Sommaire.....		61