I. C.C.P.

EPREUVE ORALE CCP

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

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

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

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

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

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

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

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

1. CCINP (2022, GUERINONI - 11.27)

EXERCICE 1 (6PTS)

On donne les expressions, en coordonnées sphériques, des champs d'une OEM :

$$\vec{E} = -\frac{Cste}{r}\sin\theta\cos\left(\omega t - \frac{\omega r}{c}\right)\,\vec{e}_\theta$$

$$\vec{E} = -\frac{Cste}{rc}\sin\theta\cos\left(\omega t - \frac{\omega r}{c}\right)\,\vec{e}_\phi$$

1. Commenter ces expressions (direction de propagation, polarisation …)
2. Calculer la valeur moyenne du vecteur de Poynting. En déduire s'il faut travailler à HF ou BF pour augmenter le signal.
3. On considère une antenne réceptrice de surface S (spire). Comment positionner cette antenne pour détecter au mieux le signal ? [il fallait parler d'induction]

EXERCICE 2 (14 PTS)

On se place en régime stationnaire.

1. Enoncer la loi de Fourier (grandeurs, unités, condition d'application).
2. On considère un bloc de neige de surface rectangulaire S et d'épaisseur e. Exprimer sa résistance thermique en partant de l'équation de diffusion en RS.
3. On considère un igloo cubique, chaque face étant constituée d'un bloc de neige identique au précédent. Déterminer sa résistance thermique.
4. Soit un igloo hémisphérique, constitué d'un bloc de neige d'épaisseur e. Une personne à l'intérieur émet une puissance de 100 Watt. Trouver la valeur de e permettant d'avoir $T_{int} = 0°C$. [J'ai trouvé 1.4 m]

2. CCINP (2022, Rodriguez C)

Exercice 1 (14 pts)

On considère une OPPH acoustique dans le cadre de l'approximation acoustique

On pose :

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \chi_s}}$$

$$I = moyenne\ temporelle\ du\ produit\ de\ la\ surpression\ par\ la\ vitesse\ du\ fluide$$

$$e = \langle \frac{1}{2}\mu_0 v^2 + \frac{1}{2}\chi_s p\text{^}2 \rangle$$

1. Retrouver la relation entre I, e et c.
2. On définit l'énergie E contenue dans un volume V. Déterminer E.
3. On considère des murs, un sol et un plafond d'une surface totale S.
   a. Déterminer P_0 la puissance totale reçue par S.
   b. Une partie de l'énergie est absorbée, le coefficient d'absorption est α : exprimer P_{abs}
   c. Déterminer $I(t)$ en faisant apparaitre un temps caractéristique τ qui dépend de α, S, V et c. Pour que le modèle utilisé soit vérifié, quelle est la condition sur τ ?
   d. Exprimer I_{dB}. Déterminer le temps de réverbération T_{rev} (temps pour lequel I_{dB} a perdu 60 dB.
4. Application : on a une cathédrale cubique d'arête $a = 30\ m$ avec $\alpha = 0.1$. On considère aussi un studio tel que $a = 3m$ et $\alpha = 0.05$. Comparer T_{rev}.

3. CCINP (2022, Ben - 18.08)

Exercice 1(14 pts)

On considère un cylindre métallique de longueur L. Une extrémité est maintenue à T_0, l'autre set à $T_a < T_0$. Le tout baigne dans l'air à T_a.

1. L'équation de diffusion de la chaleur en $1D$, en négligeant les transferts avec l'air est :

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

   Donner l'unité de a .

2. Donner le temps caractéristique de diffusion de la température, noté τ.
3. On introduit la puissance échangée avec l'air sur une surface dS :

$$dP = -h(T - T_a)dS$$

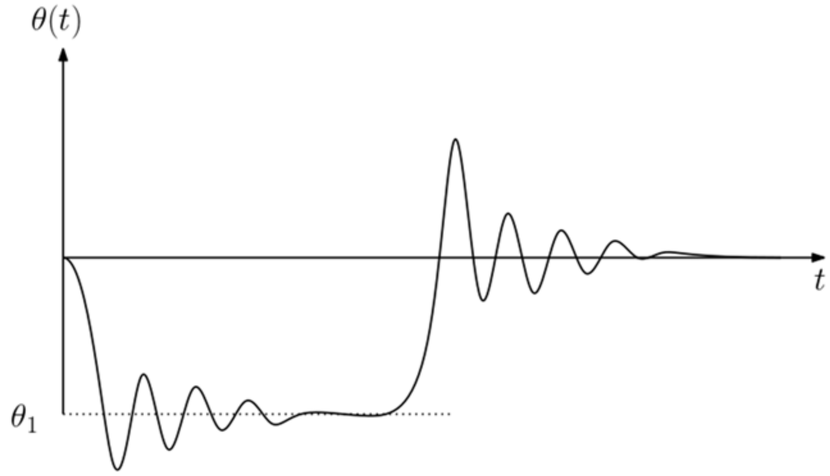
Trouver l'équation aux dérivées partielles vérifiée par T à l'aide d'un bilan sur une méso-tranche convenablement choisie.

4. En régime stationnaire, trouver $T(x)$ en introduisant δ une distance caractéristique.
5. On dispose maintenant de 2 barres recouvertes d'une couche parfaitement isolante que l'on met au contact thermique sur une de leurs extrémités (contact thermique parfait). Connaissant λ_1, proposer un protocole permettant de déterminer λ_2.

Exercice 2

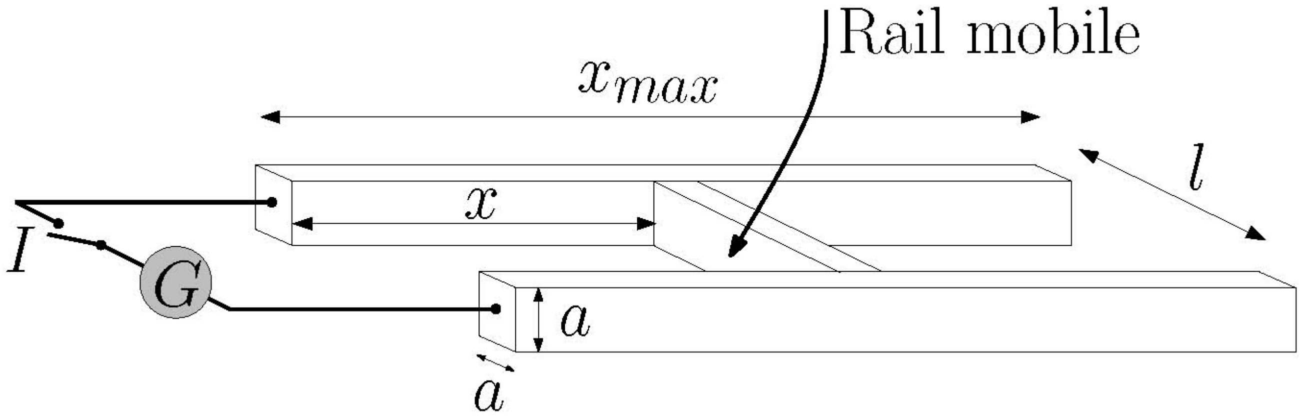
On met en place un pendule dans un camion qui accélère et on relève $\theta(t)$, avec $\theta_1 = -6°$

1. Déterminer l'accélération du camion et sa vitesse finale.
2. Déterminer la longueur l du pendule
3. Pourquoi le nombre d'oscillations entre les deux phases n'est-il pas le même ?



4. CCINP (2022, Colomer - 11.95)

Exercice 1 (14 pts) : catapulte magnetique.



On fait circuler un courant I à travers deux barres rectangulaires de côté a, mettant en mouvement une barre en aluminium de coté a également. Il apparait une force F :

$$F = \frac{1}{2}\, i^2 \frac{dL}{dx}$$

Où, L est l'inductance du système.

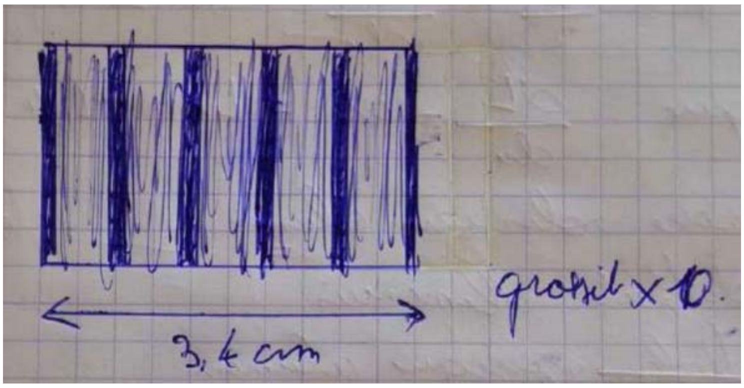
On observe que $\frac{dL}{dx} = cste = L_x = 1.4\ \mu H/m$.

Données : masse volumique ρ de l'aluminium, résistivité γ de l'aluminium, chaleur massique c de l'aluminium.

1. A quel type de système vu en PCSI cela vous fait-il penser ?
2. Quelle est la force mettant la barre d'aluminium en mouvement ? Quelle est la différence fondamentale avec ce système ? Déterminer la vitesse $v(x)$ du rail en fonction de ρ , l , a , s , i et L_x. Vérifier l'homogénéité de F.
3. Déterminer le courant I pour lequel la barre se fait éjecter avec une vitesse $v = 50\ m/s$. Déterminer alors l'accélération de la barre. Commenter.
4. Déterminer, en fonction de x, la fem induite par le mouvement de la barre.
5. Déterminer l'énergie cinétique dissipée par effet Joule dans l'ensemble du système.

EXERCICE 2 (6 PTS)

On met en place un dispositif centré permettant d'obtenir la figure d'interférences suivante (grossie 10 fois) :



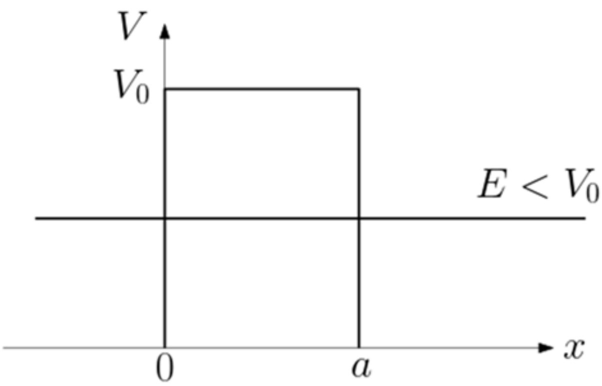
1. Quel est le dispositif utilisé pour obtenir cette figure ? Faire un tracé de rayons lumineux.
2. Déterminer toutes les grandeurs caractéristiques ce ce dispositif.

Données : $D = 1m$ et $\lambda = 638\ nm$.

5. CCINP (2022, LOSTUZZO - 12.83)

EXERCICE 1 (14 PTS)

On considère une particule quantique, de masse m et d'énergie E, arrivant de – l'infini sur une barrière de potentiel de largeur a et de hauteur V_0.



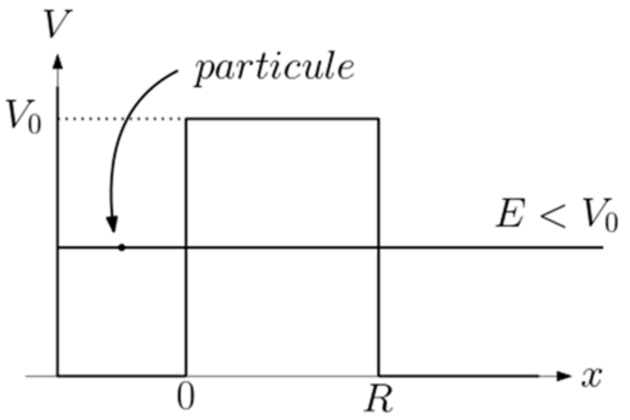
1. Décrire le phénomène observé. Donner deux exemples d'application. Décrire ce qui se passerait dans le cas classique.
2. L'équation de Schrödinger est donnée : établir l'équation de Schrödinger stationnaire.
3. Déterminer $\phi_1(x)$, $\phi_2(x)$ et $\phi_3(x)$. Comment trouver les constantes d'intégration ? Laquelle est nulle ?
4. On donne l'expression de T :

$$T = \frac{16E(V_0 - E)}{V_0^2} \exp(-2a\sqrt{2m(V_0 - E)}\,/\hbar\,)$$

   Définir T et expliquer comment l'obtenir.

5. Application à la radioactivité α.

   On modélise la situation comme représenté figure ci-dessous.
   La vitesse de la particule est $v = 1 \times 10^7 m/s$ et $R = 10^{-14}\ m$.
   Déterminer la probabilité que la particule α passe en une seconde.



EXERCICE 2 (6 PTS) : OG, 10 MN DE PRESENTATION

On observe deux étoiles couplées vues sous un angle de 30 '' à l'aide d'une lunette astronomique de focales $f_1' = 50\ cm$ et $f_2' = 5\ cm$. Un œil normal peut-il séparer les deux étoiles ?

6. CCINP (2022, LAILLIER - 11.94)

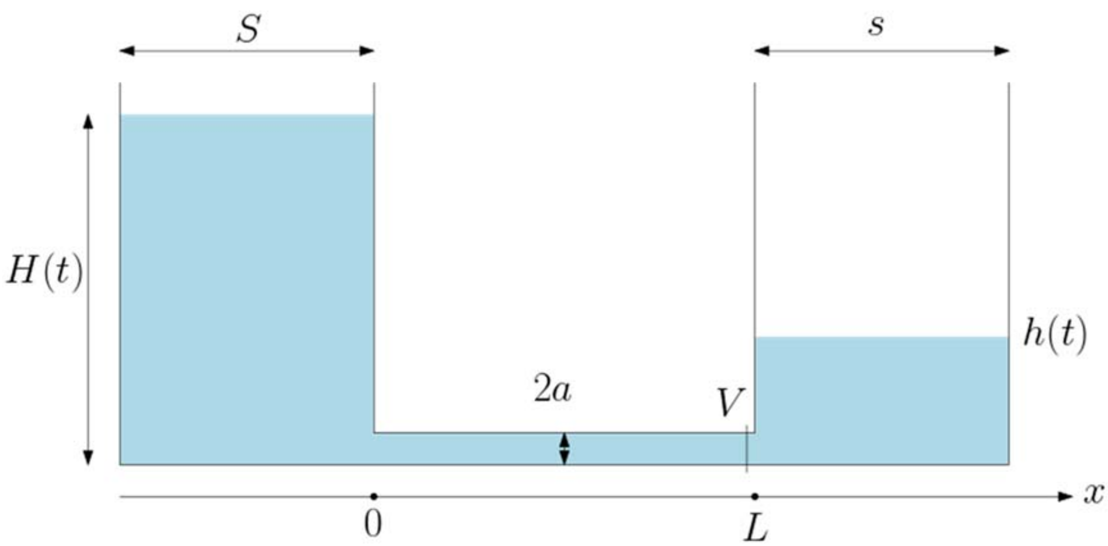
EXERCICE 1 (6 PTS)

Un interféromètre de Michelson est réglé en lame d'air et est éclairé par une source étendue présentant un doublet (λ_1 et λ_2 avec $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 \ll \lambda_1$ et $\ll \lambda_2$ et $\lambda_m = \frac{(\lambda_1+\lambda_2)}{2} \approx \lambda_1$ et $\approx \lambda_2$). On effectue une translation automatique d'un des miroirs à la vitesse $V = 0.033\ mm.min^{-1}$ et on enregistre le signal lumineux au centre du champ d'interférences.

1. Détailler le protocole expérimental permettant d'obtenir un tel enregistrement.
2. Sachant que la durée de 3 battements est 425 s, déterminer $\Delta\lambda$.

EXERCICE 2 (14 PTS)

On considère le dispositif suivant :



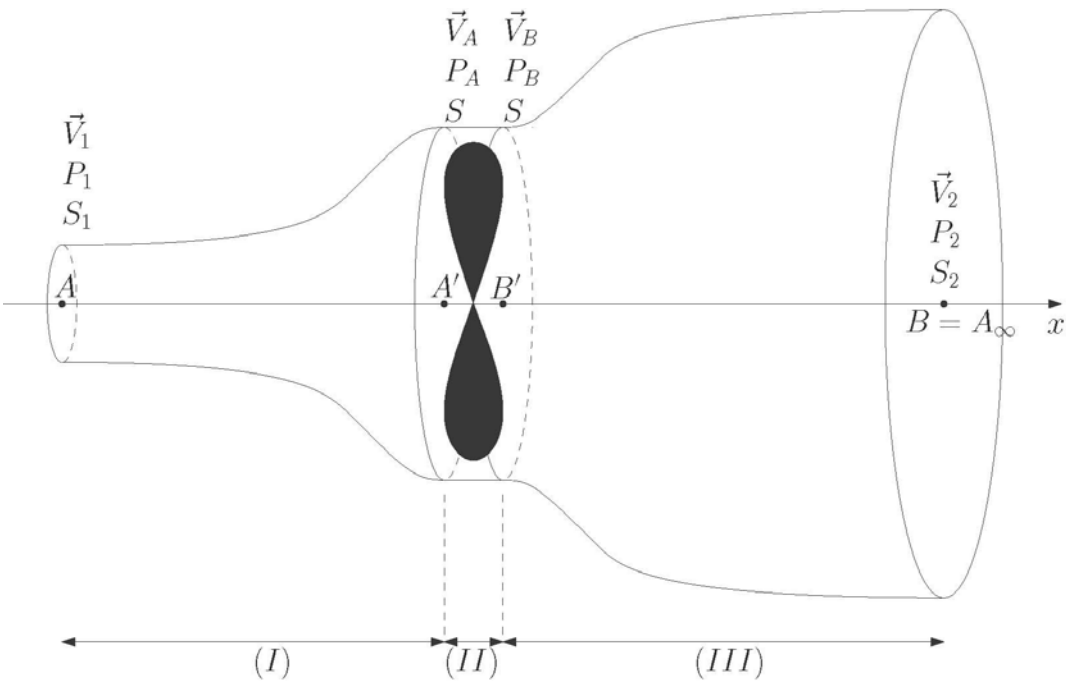
Initialement, la vanne (V) est fermée et à $t = 0$, on ouvre la vanne (V) avec : $h(0) = 0$; $H(0) = H_0$

1. Moyennant des hypothèses que l'on précisera, déterminer le champ des vitesses dans le capillaire en fonction de $\Delta P(t)$, L , a et η. En déduire le débit volumique dans la conduite.
2. Déterminer $H(t)$ et $h(t)$.
3. A quelles hauteurs se stabilise le fluide ? Déterminer alors $P(0)$ et $P(L)$.

7. CCINP (2022, TREGEAR - 16.82)

EXERCICE 1

On considère l'écoulement d'air incompressible, homogène et parfait dans le tdc allant de A à A_∞.



On suppose les écoulements stationnaires dans les zones I et III

On note : $v = V_A = V_B$

1. Donner la relation entre μ, P_1, v_1, P_A et V_A. De même, donner la relation entre μ, P_2, v_2, P_B et V_B.
   Expliquer pourquoi la vitesse se conserve de part et d'autre de l'hélice mais pas la pression.
   Exprimer $P_B - P_A$ à l'aide des données.
2. On note F la force exercée par l'air sur l'hélice.
   a. A l'aide d'un bilan de quantité de mouvement sur un système convenablement choisi, donner la relation entre P_A, V_A, P_B, V_B et F.
   b. A l'aide d'un bilan de quantité de mouvement appliqué à un autre système, donner la relation entre F, V_1 et V_2.
   c. En déduire l'expression de v en fonction de V_1 et V_2.
3. On note P la puissance reçue par l'hélice.
   a. Exprimer P en fonction de V_1 et V_2.
   b. On donne $V_1 = 3V_2$; $d = 10\ m$ et $V_1 = 8m/s$. Calculer numériquement P.

EXERCICE 2

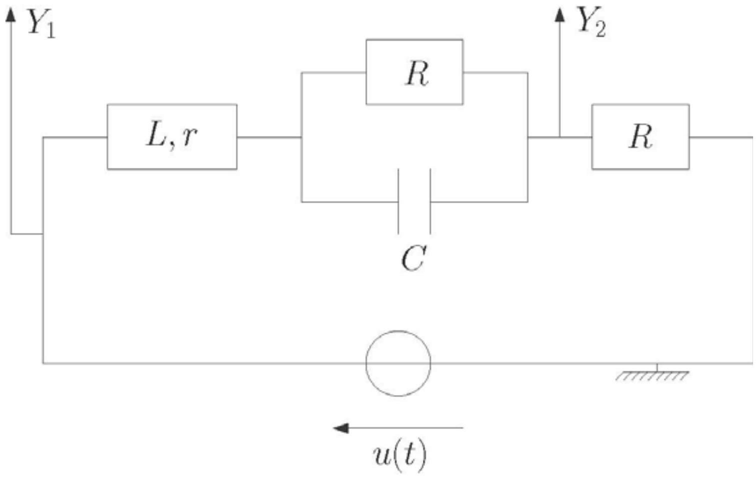
On considère le circuit suivant :

La bobine est réelle, elle est modélisée par une inductance pure L en série avec une résistance r.

La tension délivrée par le GBF est sinusoïdale de pulsation ω.

A l'oscilloscope, on observe que pour $f = 148\ Hz$, les deux signaux sont en phase.

En déduire l'inductance de la bobine.



8. CCINP (2022, Rodriguez L)

Exercice 1 (6pts)

Une baignoire, robinet ouvert et bonde fermée se remplie en 8 mn, elle se vide (robinet fermé et bonde ouverte) en 12 mn. Monsieur X souhaite remplir cette baignoire, bonde ouverte et robinet ouvert sans surveillance : la baignoire risque-elle de déborder ?

Exercice 2 (14pts)

Un tunnel traversant la terre relie Paris à Tokyo en ligne droite. On suppose que ce tunnel ne modifie pas le champ gravitationnel terrestre. On place des rails dans ce tunnel et on considère un wagon à Paris, sans vitesse initiale (On négligera toute forme de frottement).

1. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par la position du wagon.

2. En déduire le temp au bout duquel le wagon arrive à Tokyo.

[Examinateur très gentil mais qui parle peu]

9. CCINP (2022, Nonnet – 13.82)

Exercice 1 (6pts)

On considère un circuit RLC série alimenté par un générateur de tension sinusoïdale.

1. On donne les valeurs efficaces des tensions aux bornes de chaque dipôle. En déduire la valeur efficace de la tension aux bornes du dipôle RLC.
2. Déterminer le déphasage entre la tension aux bornes de la bobine et la tension aux bornes du dipôle RLC.

Exercice 2 (14pts)

On considère un skieur qui évolue sur une piste constituée d'une couche de neige horizontale sur laquelle se trouve une pellicule d'eau liquide d'épaisseur e.

L'écoulement d'eau liquide sous les skis est supposé incompressible, homogène et stationnaire et on introduit les champs suivants : $P(z)$: champ des pressions et $\vec{V} = v(z)\,\vec{e}_x$, le champ des vitesses (z étant la verticale ascendante).

On note $\vec{V_s} = V_s\,\vec{e}_x$ la vitesse du skieur supposée constante.

1. En appliquant le PFD à une méso-tranche d'épaisseur dz, de surface S d'eau, montrer que : $\frac{dv}{dz} = cste$. En déduire le champ des vitesses et représenter son profil.

2. La vitesse V_s est -elle vraiment indépendante du temps ? Proposer un temps caractéristique d'évolution de cette vitesse et donner son évolution au cours du temps. Proposer un odg.
3. On suppose l'écoulement non stationnaire, montrer que V_s vérifie une équation de diffusion et donner l'expression du temps caractéristique de diffusion. Faire une application numérique.
4. On considère que le travail des forces de viscosité est entièrement converti en chaleur. Déterminer l'épaisseur de neige fondue au passage du skieur.

10. CCP (2021, DE TADDEO - 13.77)

EXERCICE 1. EN DEDUIRE LE TEMPS CARACTERISTIQUE DE DIFFUSION. PROPOSER UN ODG.

Soit un fil de longueur l, de diamètre D de résistivité :

$$\rho(T) = \rho_0\big(1 + \alpha(T - T_0)\big)$$

Ce filament est parcouru par un courant I et est perpendiculaire à un écoulement de gaz de tempégarture T_g.

1. Rappeler la loi de Fourier, donner l'unité de la conductivité thermique λ et expliquer la signification du signe « -».
2. On donne l'évolution de la température du filament en fonction de x (abscisse le long du filament) et du temps :

$$\mu c_p S \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda S \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \rho(T) j^2 S - hS'\big(T - T_g\big)$$

   Expliquer comment obtenir cette équation et la signification des différentes grandeurs.

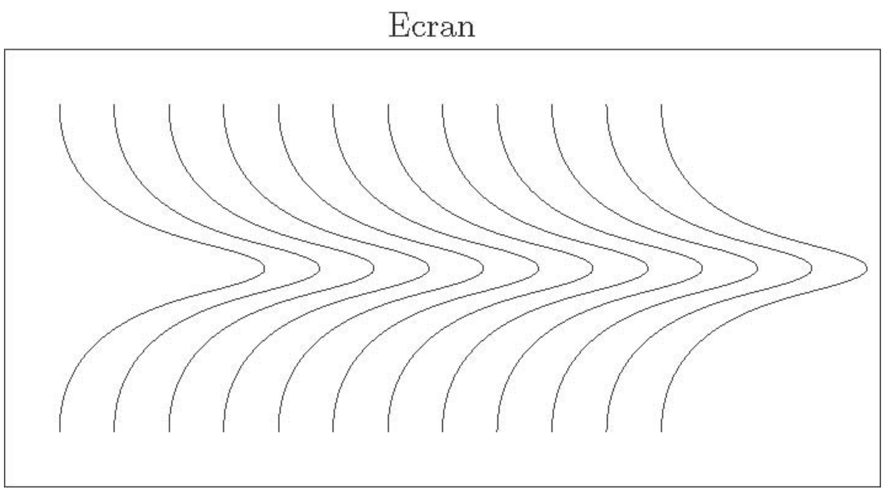
3. Définir et exprimer le temps caractéristique de diffusion thermique.
4. Définir et exprimer le temps caractéristique de conduction électrique. Comparer ces deux temps.
5. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $\theta(t) = T(t) - T_0$, la résoudre.
6. Discuter de l'évolution du système.

EXERCICE 2

Soit la figure d'interférence observée à la sortie d'un interféromètre de Michelson :

1. Donner le schéma complet du montage et exprimer la différence de marche en fonction de l'angle α du coin.

2. On utilise une lentille de focale 20 cm que l'on place à 1 m des miroirs. Caractériser l'imperfection observée.



11. CCP (2021, Chisholm - 12.78)

Ex1 : MQ

Une particule quantique, d'énergie $E = E_c$, provenant de $x = -\infty$, se dirige vers une barrière de potentiel, située entre $x = 0$ et $x = a$, de hauteur V_0.

1. Quel est l'effet étudié ? Donner des exemples d'application.
2. Etablir l'équation de Schrödinger stationnaire.
3. Exprimer la fonction d'onde dans les trois zones. On introduira :

$$q = \sqrt{\frac{2m(V_0 - E)}{\hbar^2}}$$

$$k = \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}$$

4. Définir le coefficient de transmission en utilisant le vecteur densité de courant de probabilité. Préciser les calculs nécessaires pour atteindre :

$$T = \frac{1}{1 + \frac{V_0^2}{E(V_0 - E)}\ sh^2(qa)}$$

Commenter

Ex2 : MF

On fait léviter une balle de ping-pong en utilisant un sèche-cheveux. On donne le diamètre de la balle de ping-pong et le débit d'air sortant du sèche-cheveux.

1. Qualifier l'écoulement autour de la balle. En déduire la force de trainée à utiliser.
2. Comparer cette force au poids. Peut-on faire léviter ainsi une balle de ping-pong ?

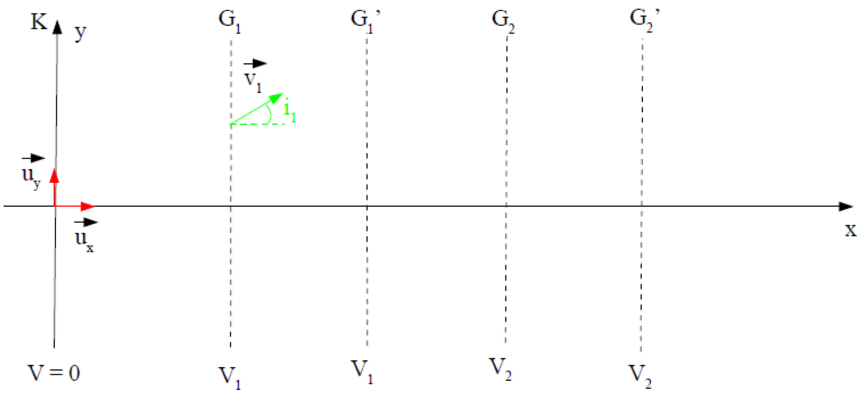
[Examinateur sympathique, qui a accepté que je passe la démonstration détaillée de l'équation de Schrodinger stationnaire]

12. CCP(2018 , Rosain - 9/20)

Ex1 : Particules dans les champs – analogies avec l'optique geometrique.

On considère une cathode K à un potentiel nul qui émet des électrons en direction du dispositif ci-dessus. On s'intéresse aux électrons qui arrivent sur G1 avec une vitesse $\overrightarrow{v_1}$ et qui font un angle i_1 avec l'axe des x. On a $V_1 > 0$. On néglige l'effet de la pesanteur, on a un vide poussé dans le dispositif et la vitesse des électrons est non relativiste.

1. Représenter $\overrightarrow{v_2}$, vitesse des électrons a la sortie de G2, sur le schéma. On supposera que $V_2 > V_1$.
2. Exprimer v_2 en fonction de v_1, V_1 et V_2.
3. Exprimer sin i_1 en fonction de sin i_2 , m_e , e, V_1, V_2 et v_1 .
4. Montrer que le système {G1,G2} se comporte comme un dioptre et donner son indice relatif.
5. Etudier les cas $V2 \geqslant V1$ et $V2 \leqslant V1$. (Question incomplète : je ne me souviens plus de l'intitulé).



Ex2 : Resistances thermiques

On considère une maison dont l'air intérieur est de 20°C et l'air extérieur est à 0°C. On souhaite percer une fenêtre de surface 1 m^2 dans le mur de la façade de surface 30 m^2. On veut étudier les pertes thermiques. On se place en régime stationnaire, on néglige les transferts thermiques dus au rayonnement et à la convection. On traite le problème de manière unidimensionnel. Le flux thermique est continu dans les différents milieux.

OPTION N°1 : On considère le mur de la maison composé de béton sur 20 cm d'épaisseur puis de polystyrène expansé sur 10 cm d'épaisseur. Le polystyrène expanse est directement collé au mur de béton.

OPTION N°2 : On considère le même mur de surface totale 29 m^2 dans lequel on a perce une fenêtre d'épaisseur 0.5 cm et de surface 1 m^2.

OPTION N°3 : On considère la même situation que précédemment mais avec cette fois-ci un double vitrage avec une épaisseur d'air de 0,5 cm entre les deux fenêtres d'épaisseur 0,5 cm chacune.

Données : $\lambda_{verre} = 1\, W.m^{-1}.K^{-1}$; $\lambda_{beton} = 1\, W.m^{-1}.K^{-1}$; $\lambda_{air} = 0.03\, W.m^{-1}.K^{-1}$; $\lambda_{PSE} = 0.004\, W.m^{-1}.K^{-1}$

1. Déterminer la résistance thermique du mur dans l'option n°1. En déduire les pertes thermiques en Watt.
2. Réaliser une analyse thermique pour l'option n°2 et n°3. Conclure.

[Pas de difficultés, je me suis trompé dans l'application numérique de l'option n°2, je me suis corrige seul et je lui ai dit qu'on devrait plutôt avoir un transfert thermique plus élevé puisque la fenêtre a une faible résistance thermique. Je ne crois pas m'être trompe sur les formules (je les ai données directement sans démonstration en passant par l'analogie avec l'électrocinétique).]

Question supplémentaire : Pouvez-vous, sans utiliser l'analogie avec l'électrocinétique, démontrer que dans le cas de matériaux tous places ≪en série≫ la résistance thermique globale est la somme des résistances thermiques de chacun de ces matériaux ?

[Jury neutre, qui est très intéressé par ce qu'il se passe sur son ordinateur. Il ne dit rien sauf lorsqu'il voit une erreur que l'on ne corrige pas par soi-même. Oral à 8h, convoqué à 7h30 le samedi 06/07 : premier en salle. Appréciation de la présentation : elle aurait pu être meilleure en évitant les erreurs bêtes et stupides effectuées durant cet oral. Néanmoins il s'est plutôt bien passé. Note estimée : 12]

13. CCP (2018, Lhostis - 12.87/20)

Ex1 : Ecoulement de Couette

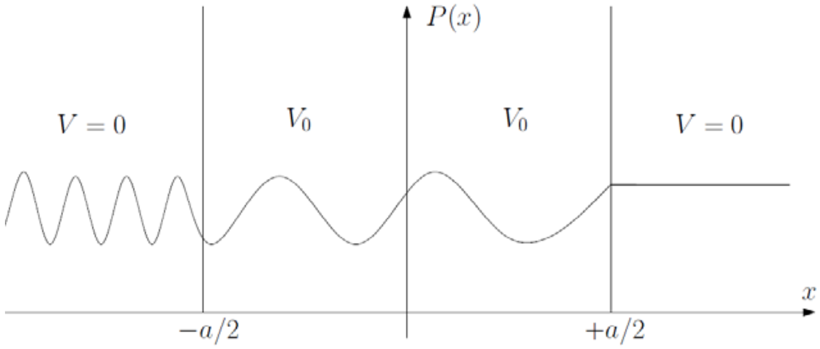
Soit un skieur, de masse m se déplaçant sur une couche de neige horizontale à la vitessse constante : $\vec{V_s} = V_s\vec{e}_x$. On note S la surface des skis au contact avec la neige et e l'épaisseur de la couche d'eau liquide qui se forme sous les skis (viscosité η et masse volumique μ). On note (Oz), la verticale ascendante et on suppose que la pression dans l'eau ne dépend que de z.

1. Justifier que la vitesse d'écoulement dans l'eau est de la forme : $\vec{V} = V(z)\vec{e}_x$.
2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par $V(z)$, en déduire le profil de $V(z)$.
3. Expliquer pourquoi V_s en fait dépend du temps. Donner l'expression de $V_s(t)$ et du temps caractéristique τ.

4. On suppose que V dépend aussi du temps, montrer que $V(z,t)$ vérifie une équation de diffusion. En déduire l'expression du temps caractéristique de diffusion.
5. On donne : $m = 60\ kg$; $\eta = 2.10^{-2}\ Pl$; $e = 6\ \mu m$ et $S = 0.05\ m^2$. Faire les applications numériques, en déduire que les variations de V_s sont négligeables. Calculer R_e, commenter.

EX2 : BARRIERE DE POTENTIEL

Soit une particule quantique d'énergie $E > 0$ se déplaçant selon (Ox). Entre $-\frac{a}{2}$ et $+\frac{a}{2}$, la particule est soumise à un potentiel constant non nul et en dehors à un potentiel nul. On donne l'allure de la densité de probabilité de présence de la particule en fonction de x :



1. Expliquer les phénomènes qui interviennent ici, expliciter $P(x)$ dans les différents cas.
2. Montrer qu'à partir du graphe, on peut remonter au potentiel $V(x)$

14. CCP(2018, LEMOINE - 12.87/20)

EX1 : PLASMA IONOSPHERIQUE

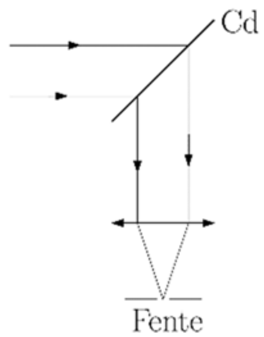
L'ionosphère est considérée comme un plasma dilué neutre contenant $n = 10^{12}$électrons par m^3.

Soit une OEM incidente $\vec{E} = E_0 e^{j(\omega t - kz)}\ \vec{e}_x$ qui se réfléchit à l'interface entre l'atmosphère et l'ionosphère (en $z = 0$) : $\vec{E_r} = E_{0r} e^{j(\omega t + kz)}\ \vec{e}_x$ et qui se transmet aussi : $\vec{E_t} = E_{0t} e^{j(\omega t - k'z)}\ \vec{e}_x$.

1. Rappeler pourquoi on peut négliger la composante magnétique de la force de Lorentz agissant sur les électrons. Déterminer la vitesse des électrons et le vecteur densité de courant.
2. Déterminer l'équation de propagation du champ électrique dans l'ionosphère. En déduire la relation de dispersion. On introduira la pulsation de plasma ω_p.
3. Soit une onde incidente de fréquence 168 kHz. Peut-elle se propager ? Même question pour une onde de 100MHz
4. Donner les relations entre E_0, E_{0r} et E_{ot}. En déduire $r = \frac{E_{or}}{E_0}$ et R.

EX2 : RESEAU DE DIFFRACTION

Soit un disque auquel on a enlevé la partie réfléchissante pour la considérer comme un réseau plan par transmission. On envoie un OPPM à 45° de la normale au réseau :



1. Donner la relation fondamentale des réseaux, comment la simplifier ici ?
2. Montrer que l'on peut associer la couleur reçue au niveau de la fente, à la nature du CD (CD, DVD, Blu-Ray).

15. CCP(2018, Le Rohellec - 16.26/20)

Ex1 : Electrostatique

On définit le potentiel électrique $V = \begin{cases} V_0 \ pour \ x < 0 \\ V_0 \exp\left(\frac{-x}{a}\right) \ pour \ x > 0 \end{cases}$

1. Montrer que les équipotentielles sont perpendiculaires au champ électrique
2. Donner l'expression du champ électrique pour l'ensemble de l'espace
3. Quel est l'état de surface du plan $x = 0$, on donne :
$$\sigma = \epsilon_0[E(x = 0+) + E(x = 0-)]$$
4. Donner l'expression de la charge locale
5. Quelle est la charge totale du système ?

Ex2 : interferences a deux ondes

On considère le dispositif constitué de 2 cuves contenant des gaz d'indice n_1 et n_2 et traversées par le même faisceau laser après qu'il ait été divisé. À la sortie des cuves les deux rayons interfèrent sur l'écran.

$D = 1m, e = 10cm, a = 1mm$, Faisceau laser rouge de longueur d'onde 600 nm

1. On place l'ordre 0 en $x = 0$ pour $n_1 = n_2$, quelle est la figure d'interférence ? Donner l'expression de l'interfrange.
2. La cuve 2 est remplie d'un gaz d'indice $n_2 > n_1$, on observe alors que la figure a translaté de 70 interfranges. De quel côté ? Déterminer $n_2 - n_1$.

16. CCP(2018, Dompnier - 16.93/20)

Ex1 : induction de Lorentz

On considère le dispositif des rails de Laplace (rails suivant (Ox), distants de l), comportant deux tiges mobiles (AB) et (A'B') de résistances électriques identiques r (suivant (Oy)). Le champ magnétique statique appliqué étant suivant (Oz).

A $t = 0$, on a : $AA' = a$ et on impose une vitesse V_0 à la tige (AB).

1. Expliquer qualitativement ce qui se passe.
2. On note $x(t)$ la position de (AB) et $x'(t)$ la position de $(A'B')$. Déterminer $x(t)$ et $x'(t)$. Mettre en évidence un temps caractéristique τ.
3. Quelle est la distance maximale entre (AB) et $(A'B')$?
4. Au bout de 30 s, on arrête (AB), que se passe-t-il ensuite ?
5. Exprimer la puissance dissipée par effet Joule dans le circuit.

Ex2 : Vidanges

On considère un bidon de récupération d'eau de pluie de hauteur $h = 2m$ et de volume $V = 1000L$

1. Quel doit être le diamètre du robinet de sortie pour remplir un arrosoir de15 L en 30 s ?
2. Discuter des hypothèses.

[Oral plutôt simple, Guillaume Gaidet qui passait en même temps que moi a eu le même premier exercice, note attendue 16-17]

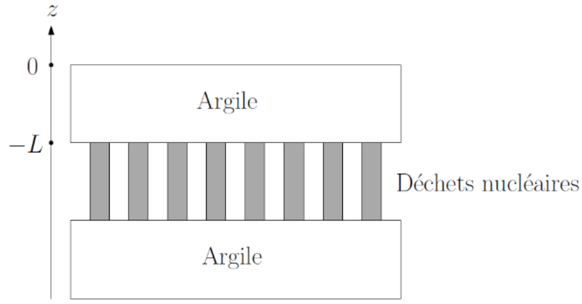
17. CCP(2018, Bezert - 16.78/20)

Ex1 : Diffusion thermique

On considère un stockage de N déchets radioactifs. Chaque déchet émet une puissance $P_0 = 1\ kW$ de manière équivalente de ses deux côtés. L'ensemble des déchets rayonnent sur une surface S.

On donne $T(z = 0)$ =15°C ; $\lambda = 1W.m^{-1}.K^{-1}$ et $c = 2\ J.K^{-1}Kg^{-1}$

1) Quelles sont les conditions limites ?
2) Equation vérifiées par $T(z)$? Résolution dans le cas stationnaire.
3) Pour assurer la sécurité sur site, on veut $T_{max} < 100°C$. Trouver la surface minimale qui convient pour $N = 36000$.
4) Quel est l'équivalent électrique de cette installation ? Faire un schéma électrique équivalent en utilisant uniquement une résistance R et des générateurs. Donner la valeur de R.
5) On prévoit d'attendre 60 ans avant d'enterrer les déchets nucléaires. Pourquoi ?



Ex2 : Polarisation d'une source inconnue

On étudie une source lumineuse de polarisation inconnue.

On place un polariseur devant la source et on constate que l'éclairement à la sortie admet un maximum (suivant Ox))

et un minimum (suivant Oy)). On place le polariseur dans la direction (Ox) pour la suite.

On met une lame $\lambda/4$ rentre la source et le polariseur : pour obtenir l'extinction on doit tourner le polariseur d'un angle de 60° dans le sens horaire. Déterminer la polarisation de la source, son héliticité ainsi que le rapport $\frac{E_{ox}}{E_{oy}}$.

18. CCP(2018, Godin - 14.92/20)

Exercice 1 :

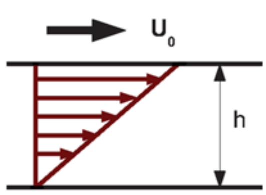
Un flux d'azote passe à travers une turbine. L'azote peut être considéré comme un gaz parfait. Les caractéristiques en entrée sont P1=4 bar , V1=20m/s , T1 , et en sortie P2=2bar , T2=298K , V2=180m/s. La puissance de la turbine est de 80kW

1) Représenter la turbine
2) A l'aide d'un bilan d'énergie interne, exprimer la différence des enthalpies massiques hs-he.
3) On suppose que la transformation est isotherme, calculer la puissance thermique libérée.
4) Par un bilan d'entropie, calculer l'entropie crée par unité de temps.
5) On suppose maintenant que la transformation est adiabatique, calculer T1.
6) Calculer alors l'entropie créée par unité de temps.

Exercice 2

On considère un skieur sur une piste sans pente. Le champ des vitesses au sein de la pellicule d'eau sous les skis est représentée Uo=10m/s , h=6µm.

1) Pourquoi existe-t-il une pellicule d'eau sous les skis ?
2) Justifier le profil du champ des vitesses.
3) Quelle puissance doit fournir le skieur en poussant sur ses bâtons pour avancer à vitesse constante ?
4) Comparer cette puissance à celle que fournit un coureur qui grâce à une accélération constante met 10s pour faire 100m.



19. CCP (2016, Shun - 14.81/20)

Exercice 1

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

EXERCICE 2

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

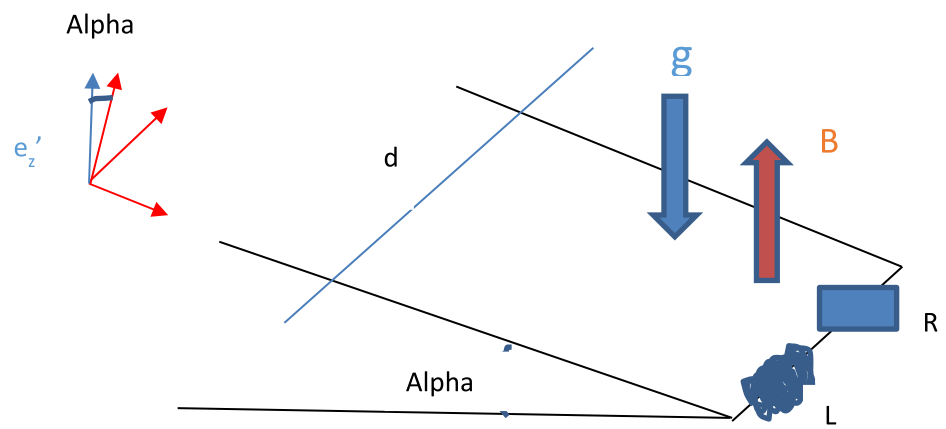
a. Donner l'angle de diffraction du faisceau à travers une fente.
b. On considère une mire de transmittance : $t(x,y) = \frac{1}{2} + \frac{1}{a}\exp j\left(\frac{2\pi x}{a}\right) + \frac{1}{a}\exp j\left(-\frac{2\pi x}{a}\right)$. Donner l'intensité et le vecteur d'onde des rayons émergents si on éclaire la mire sous incidence normale.
c. Cette fois le rayon lumineux contient deux longueurs d'onde : $\lambda_1 = 587\ nm$ et $\lambda_2 = 589\ nm$. On étudie la figure de diffraction dans le plan focal d'une lentille convergente de focale f'. Quelle est la valeur minimale de f' pour distinguer les deux longueurs d'onde ? Valeurs numériques : $a = 10\ \mu m$.
d. On souhaite élargir un faisceau laser d'un facteur 10. Proposer un montage géométrique.
e. L'image du faisceau laser sur un écran comporte des anneaux sombres : cela est dû aux imperfections des matériaux ou a de la poussière. Comment épurer le faisceau lumineux ?

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

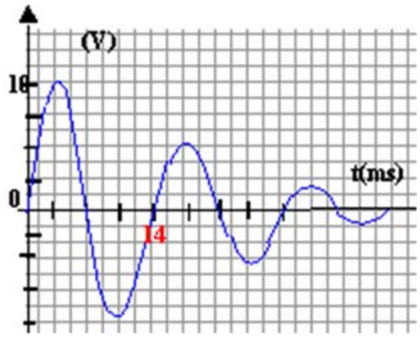
20. CCP (2016, CHERIN)

EXERCICE 1 :

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



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



(un signal de cette forme)

EXERCICE 2 :

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

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

21. CCP (2016, BOURRET)

EXERCICE 1 :

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

Indiquer le montage à réaliser pour obtenir cette figure.

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

EXERCICE 2

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

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

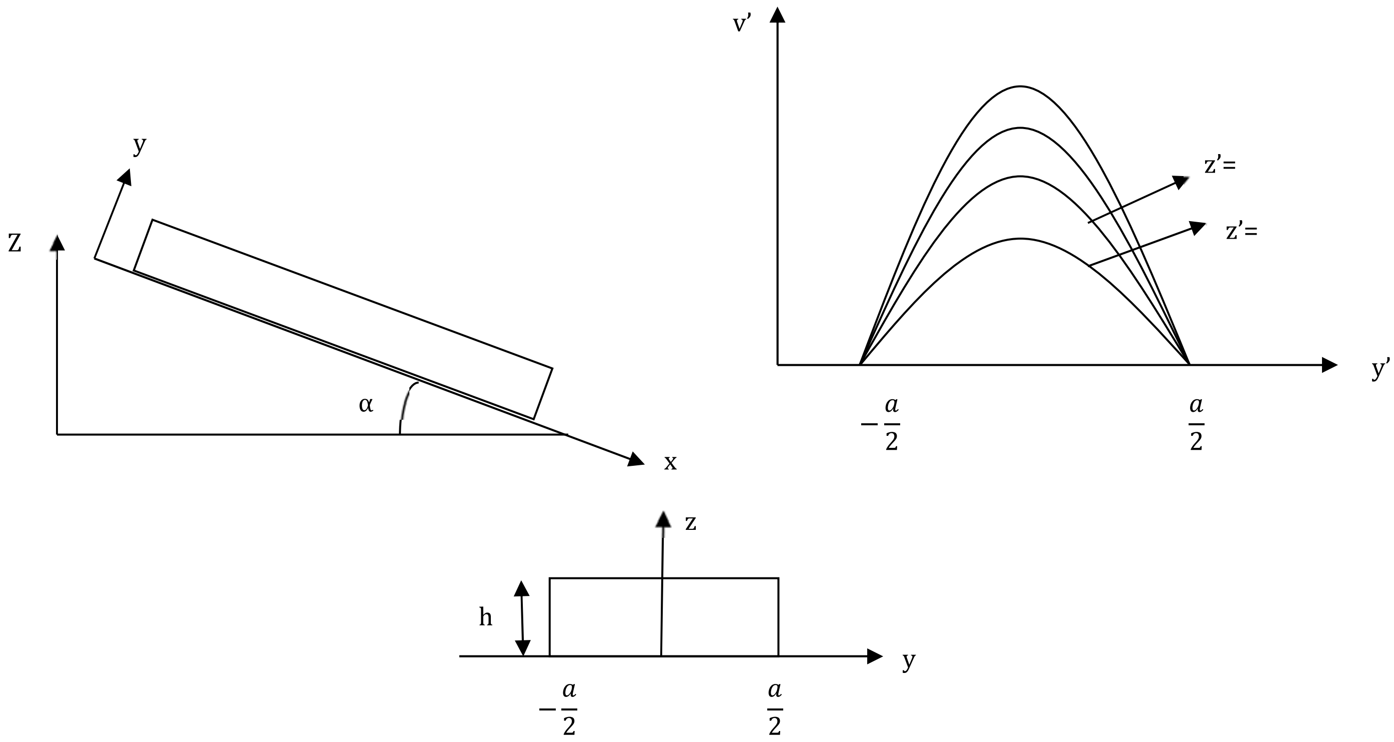
Déterminer m'efficacité de cette machine.

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

22. CCP (2015, Le Rohellec - 12/20)

Exercice 1 :

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

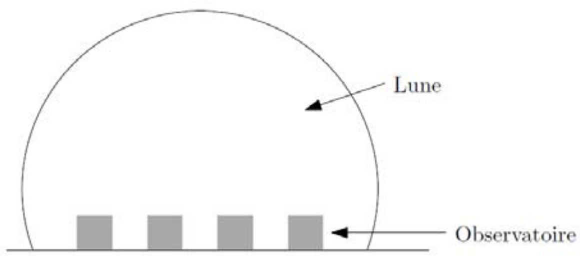


1. Que peut-on dire de Re ?
2. Quel est le profil des vitesses *(direction, de quelles grandeurs il dépend)* ?
3. D'après l'équation de Navier Stocke, écrire le profil des pressions. Montrer que : $\frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} = -\frac{\rho g}{\eta} sin\alpha$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

23. CCP (2015, Guibert - 11/20)

Exercice 2

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



24. CCP (2015, Minguet - 16/20)

On étudie un milieu peu dense, linéaire, homogène et isotrope. Chaque atome est composé d'une charge positive et d'une charge négative. On néglige toute interaction entre les charges.
On donne la pulsation plasma : $\omega_P=n^*e^2/m\varepsilon_0$
Le milieu est traversé par une onde électromagnétique dont le champ électrique s'écrit : $\vec{E}(M,t)=E_0e^{i(\omega t+\psi)}\vec{u}_X$

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

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

25. CCP (2015, Lodetti - 13/20)

Exo sur 6 points :

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

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

Exo sur 14 points :

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

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

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

26. CCP (2015 Pariot - 6/20)

Exercice 1 : (6 pts)

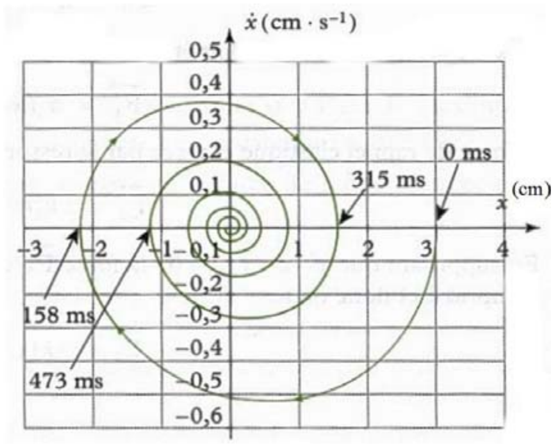
Données : évolution de la température dans la troposphère : $\frac{dT}{dz} = -C\ ;\ C = 6{,}0 * 10^{-3}\ K/m$
Sommet Mont blanc : 4800m et Chamonix : 1400m

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

EXERCICE 2 : (14 PTS)

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

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



27. CCP (2014, STACHURSKI)

EXERCICE 1

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

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

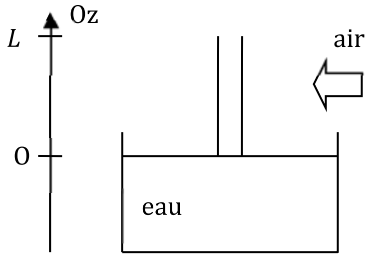
EXERCICE 2

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

28. CCP (2013, Gateau - 17/20)

Exercice 1

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



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

1. Donner la loi de Fick.
2. Montrer que j_D ne dépend pas de z.
3.
    3.1. Donner la valeur de $n(L)$ *[nulle car pas de convection]*.
    3.2. Exprimer n(z) en fonction de j_D , D(coefficient de diffusion) et de $n_o = n(0)$.
4. Une masse $m_o = 46$ mg d'eau est évaporée. Calculer j_D
5. En déduire la valeur de D en sachant qu'en z=0 l'eau est assimilée à un gaz parfait en équilibre avec l'eau liquide.

Données :

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

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

Exercice 2 :

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

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

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

29. CCP (2013, Fabre - 19/20)

Exercice 1

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

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

1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la température lorsque le transistor est passant.

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

30. CCP (2013, MAS -12/20)

EXERCICE 1 : THERMODYNAMIQUE ET BILANS (INCOMPLET)

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

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

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

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

EXERCICE 2 : ONDES ELECTROMAGNETIQUES

Données :

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

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

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

31. CCP.

EXERCICE 1 (6PTS). INTERFERENCES.

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

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

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

EXERCICE 2 (14 PTS). DYNAMIQUE TERRESTRE.

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

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

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

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

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

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

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

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

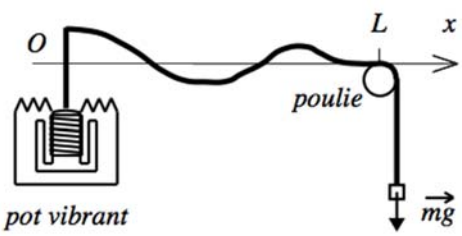
32. CCP.

EXERCICE 1. CORDE VIBRANTE.

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

3.a - Calculer l'énergie cinétique E_c.

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

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

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

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

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

Application numérique visant à retrouver γ.

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

33. CCP.

Exercice 1. Diffusion.

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

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

Exercice 2. Induction

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

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

2 - On dispose d'une bobine plate de N spires considérée parfaite, on relie la bobine à une ampoule (caractéristique de l'ampoule donnée), combien faut-il de spires dans la bobine pour allumer l'ampoule ?
[Examinateur très sympa, qui a beaucoup apprécié les remarques physiques qui parsemaient la résolution mathématique de l'exercice, il m'a même "offert" une erreur de calcul.]

34. CCP.

Exercice 2 (14 pts). Corde vibrante.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

35. CCP.

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

EXERCICE 1 (14 PTS). MECANIQUE DES FLUIDES.

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

[Je ne comprends pas ce que cela signifie]

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

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

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

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

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

[Pas sûr pour la question de logique]

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

EXERCICE 2 (6 PTS). THERMODYNAMIQUE

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

36. CCP.

EXERCICE 2. MECANIQUE DU POINT.

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

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

37. CCP.

EXERCICE 1 (14 PTS). INDUCTION.

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

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

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

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

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

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

c) Exprimer $n(t)$?

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

EXERCICE 2 (6 POINTS). OPTIQUE GEOMETRIQUE.

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

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

2) Déterminer l'expression du grossissement angulaire?

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

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

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

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

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

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

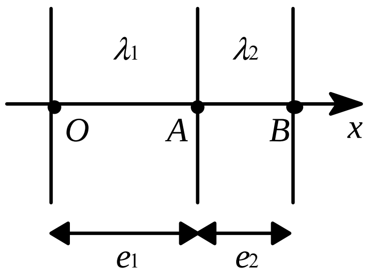
Dans l'ensemble, examinateur assez froid qui n'aide pas vraiment mais qui "allume une petite loupiotte" pour attirer l'attention sur l'endroit où chercher, ne pipe pas un mot quand ça roule, quand ça roule pas non plus, mais il le fait remarquer à la fin des calculs (notamment le candidat avant moi qui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

38. CCP.

Exercice 1 (6 pts). Diffusion thermique.

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

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



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

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

39. CCP.

Exercice 1. Reseaux.

1 - Démontrer la formule des réseaux.

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

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

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

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

3.c - Déterminer le pas a du réseau.

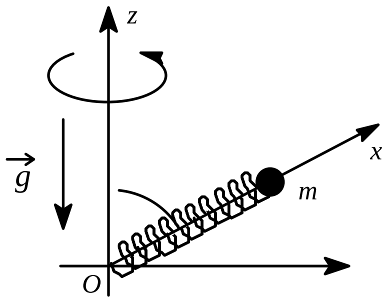
4 - On observe le spectre d'une source à vapeur de sodium dans le plan focal d'une lentille convergente de distance focale f'. On donne pour le doublet jaune $\lambda_1 = 589{,}0$ nm et $\lambda_2 = 589{,}6$ nm. Quelle distance Δx sépare les deux taches lumineuses associées à ces longueurs d'onde ?

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

Exercice 2. Mecanique du point.

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

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



40. CCP.

EXERCICE 1. OEM DANS LE VIDE.

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

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

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

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

EXERCICE 2. DIFFUSION DE PARTICULES.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

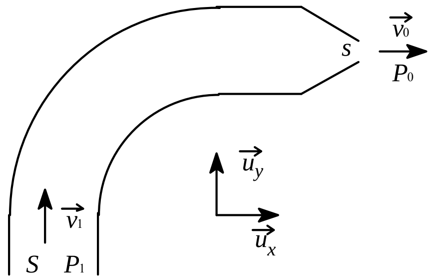
Question posée pendant l'oral : définition d'une onde plane.

Pas d'autre question l'examinateur "dormait"

Se méfier des examinateurs qui semblent dormir...

41. CCP.

EXERCICE 1 (14 PTS). BILANS.



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

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

Distinguer fluide et écoulement.

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

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

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

EXERCICE 2 (6 PTS). MACHINE THERMIQUE.

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

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

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

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

II. AUTRES CONCOURS.

42. MINES TELECOM (2022 LAILLIER - 18/20)

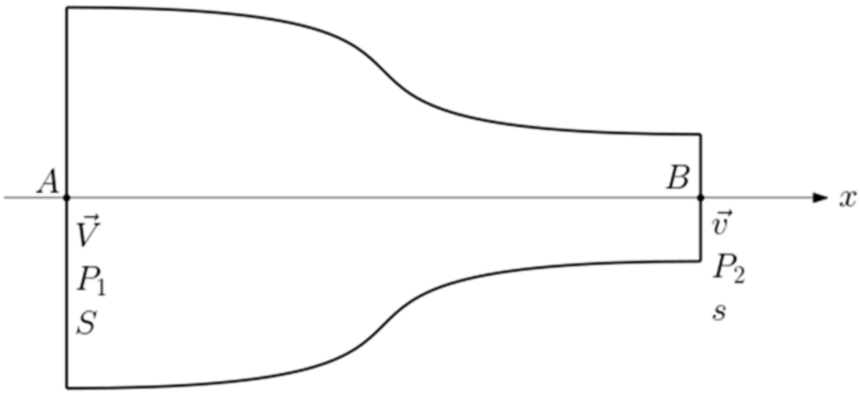
EXERCICE 1 : IMPACT D'UNE METEORITE

Une météorite de rayon R arrive avec une vitesse $\vec{V}_0$ dans l'atmosphère d'une planète (de hauteur $h = 120\ km$). Déterminer la taille de l'impact crée par le choc.

Données :

- La planète est constituée de silicates de masse volumique ρ de chaleur massique c, de température de fusion T_f et de chaleur latente de fusion L_f.
- La météorite a une masse constante lors de son entrée dans l'atmosphère et arrive perpendiculairement à la surface de la planète.
- Le cratère est assimilé à une demi-sphère de rayon R'.

EXERCICE 2 : FORCE EXERCE PAR UN FLUIDE SUR UNE CONDUITE



1. On donne V, S, s : donner v.
2. On donne P_1 : déterminer P_2.
3. Quelle est la vitesse limite de la vitesse en A ?

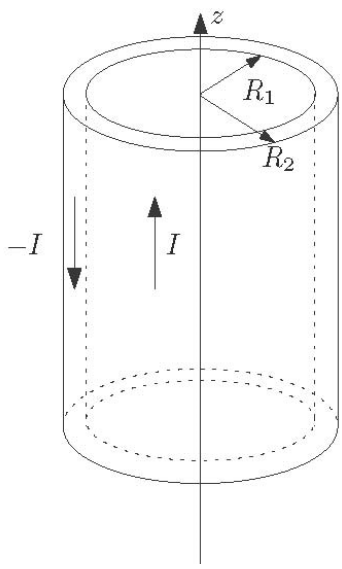
43. MINES TELECOM (2021 LE BRETON - 18/20)

EXERCICE 1

On considère un câble coaxial cylindrique de rayon interne R_1 et de rayon externe R_2.

On néglige les effets de bords.

1. Déterminer le champ magnétique en tout point M de l'espace.
2. Déterminer l'énergie emmagasinée dans le câble (on notera l la longueur du câble).
3. En déduire l'inductance L du câble par unité de longueur.

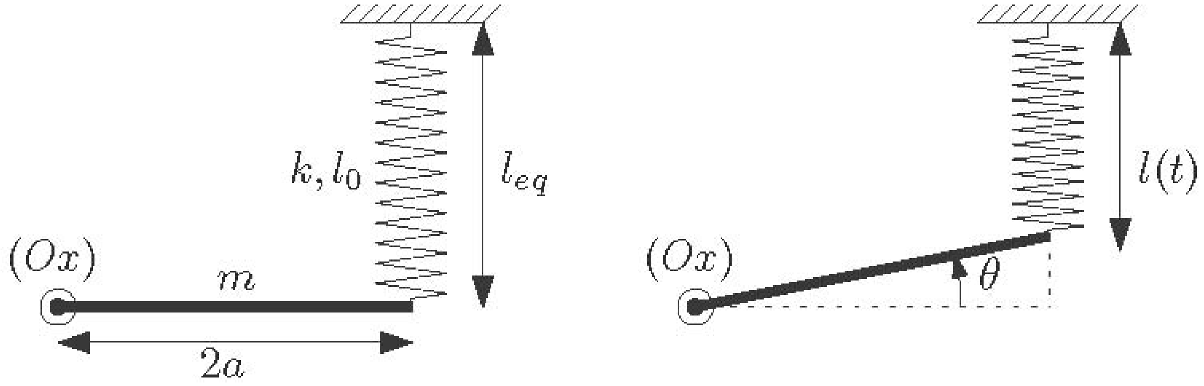


EXERCICE 2

On note J le moment d'inertie de la barre par rapport à (Ox). On suppose que θ est petit devant 1 rad.

1. Déterminer l_{eq}.

2. Trouver l'équation différentielle vérifiée par $\theta(t)$. En déduire la période des oscillations.



44. MINES TELECOM (2021 TATON - 14/20)

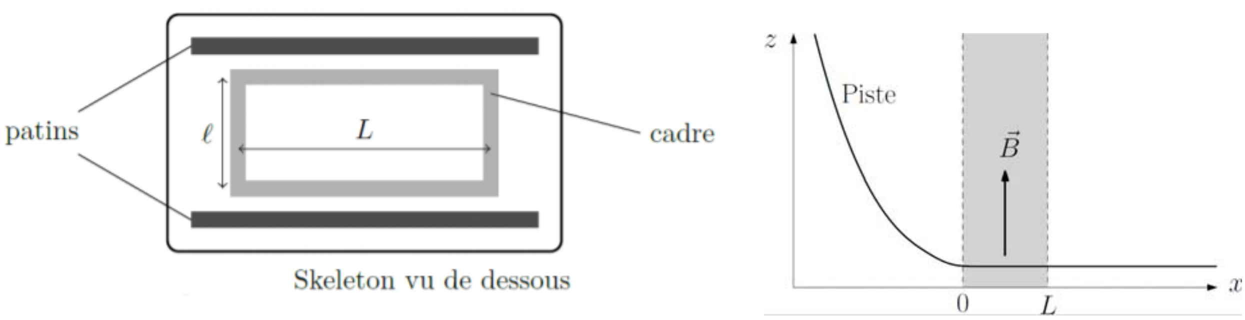
EXERCICE 1

Soit 2 blocs S_1 et S_2 aux températures T_1 et T_2 de capacité thermique C. Les blocs sont séparés d'une distance L par un milieur de conductivité thermique λ et de capacité thermique négligeable. L'ensemble est entouré par des parois athermes.

1. On se place en régime stationnaire. Déterminer la résistance thermique du milieu.
2. On met les blocs à des températures T_{10} et T_{20}. Pourquoi peut-on encore considérer comme valable l'expression précédente de la résistance ?
3. Déterminer les expressions de $T_1(t)$ et $T_2(t)$.

EXERCICE 2

On dispose d'un skeleton avec un cadre en métal de résistance R. La piste de freinage est horizontale. Le skeleton arrive en $x = 0$ avec une vitesse $\overrightarrow{V_0} = V_0\vec{e}_x$. Sachant que la position x du skeleton est repérée par la position de son extrémité avant.



1. Exprimer la fem induite.
2. Trouver l'équation différentielle vérifiée par $V(t) = \frac{dx}{dt}$ et exprimer le temps caractéristique τ de l'évolution de $V(t)$ en fonction de m, l et B_0.
3. Résoudre cette équation différentielle et déterminer $V(t)$.

45. Mines Telecom (2018, Hossenlopp)

Un bucheron coupe un arbre incliné initialement à 5° par rapport à la verticale ascendante. Déterminer le temps de chute de l'arbre.

46. ENSEA (2018, Crouzet)

Question de cours

Lignes de champ magnétique.

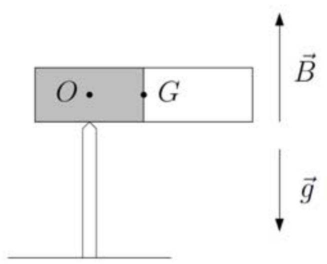
Exercice

Une source émet uniformément deux longueurs d'onde λ_1 et λ_2. On éclaire des fentes de Young séparées d'une distance a et placées à une distance D d'un écran. A quelle distance de la frange centrale a-t-on la première extinction ?

47. Mines Telecom (2018, Samard - 10,07/20)

Ex1

Un aimant de moment magnétique $\vec{\mu}$ et de masse m est posé en équilibre sur un clou de fer. Le tout est plongé dans un champ magnétostatique uniforme. Donner une condition sur $d = OG$ (G étant le CI de l'aimant) pour que l'aimant reste à l'équilibre.



Ex2

Dans un bécher cylindrique de hauteur H on introduit de l'éther sur une hauteur $h_0 = 5\ cm$. A l'interface éther-air, la pression est égale à la pression partielle de l'éther. Le temps de diffusion de l'éther dans l'air est négligeable devant le temps d'évaporation de l'éther.

Etablir l'équation différentielle vérifiée par la hauteur $h(t)$ de la colonne d'éther et l'intégrer.

Déterminer le temps τ pour lequel tout l'éther est évaporé.

48. Petites Mines (2017, Gauquiere)

Ex 1:

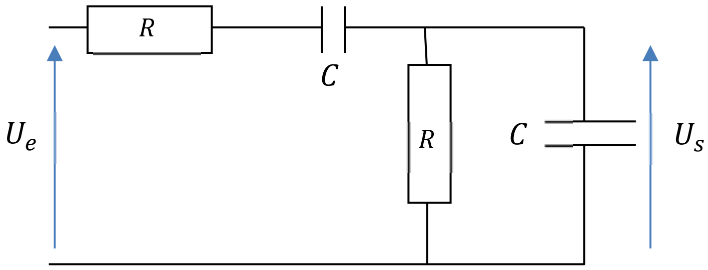
On a une cuve de hauteur H à laquelle on a rajouté un tuyau de longueur L (sous la cuve). Déterminer la durée de vidange
[J'ai pris en considération une pression en bas du tuyau différente de Po, l'examinateur a dit que c'était bon mais m'a demandé de la considérer égale à Po]

Ex 2:

Déterminer la nature du filtre.

[je l'ai directement fait par équivalence HF et BF mais j'ai également dû passer par le calcul de la fonction de transfert]

[Examinatrice très agréable mais qui regardait en permanence une correction écrite]



49. Petites Mines (2015, Bluteau)

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

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

50. Ecole de l'Air (2013, Mariette)

Exercice 1 :

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

Exercice 2 :

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

Données : Distance Terre-Soleil, rayon du Soleil.

51. ENSEA-ENSIIE (banque CCS, 2013, Mariette)

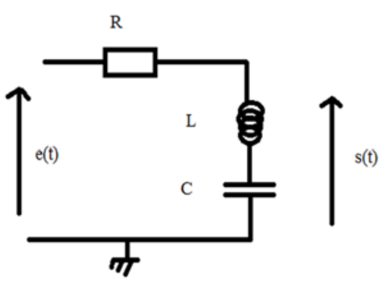
(20min de préparation pour 20min de passage)

Question de cours:

Redémontrez la formule des réseaux.

Exercice: Electricite

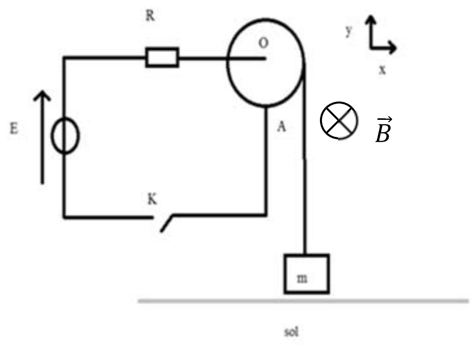
1. Etudier le circuit en BF et en HF. Caractériser le quadripôle.
2. Trouvez H=s/e
3. Diagramme de Bode.
4. EDF fourni un courant strictement sinusoïdal de fréquence f=50hz. De par leurs systèmes personnels et appareils usagés les utilisateurs perturbent le réseau par une harmonique indésirable. Il s'agit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



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

On ferme l'interrupteur K.

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

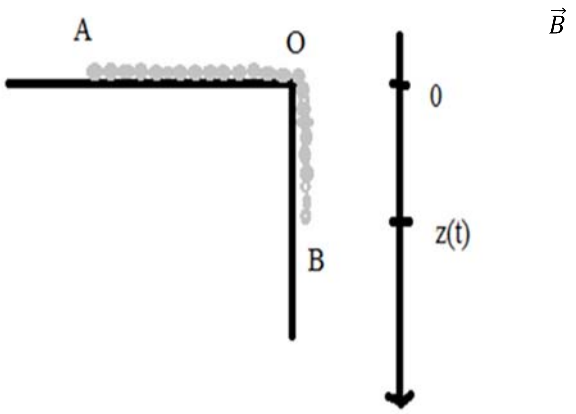


[Commentaire : partir de la limite de mise en mouvement de m, notamment dy/dt=0]

53. TPE – EIVP – PHYSIQUE 2 (2013, MARIETTE)

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

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

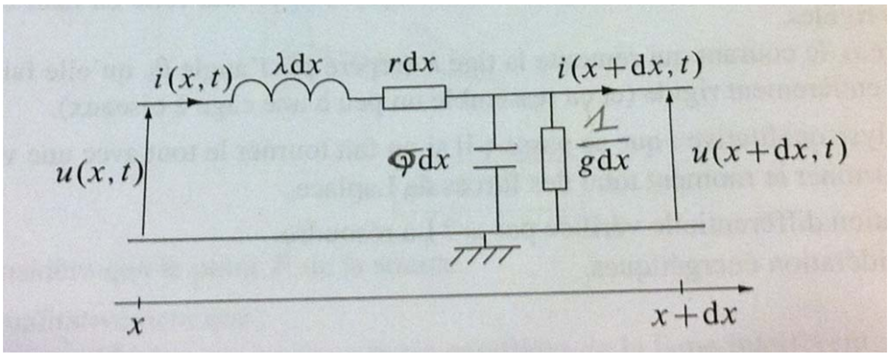


54. TPE - EIVP - PHYSIQUE 1 – MODELE DES CONSTANTES REPARTIES.

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

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

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



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

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

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

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

(Il y avait un schéma fourni).

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

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

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

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

1 - On note $p' = p - p_h$ avec p_h le champ de pression tel que $-\overrightarrow{grad}\, p_h + \rho \vec{g} = \vec{0}$. Montrer que p' ne dépend que de z. - En déduire $v(r)$. et calculer le débit volumique.

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

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

6 - On donne les viscosités dynamiques de la glycérine et de l'eau : glycérine : 1,49 Pa.s ; eau : $1{,}00 \times 10^{-3}$ Pa.s

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

III. SOMMAIRE