

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 présente 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.

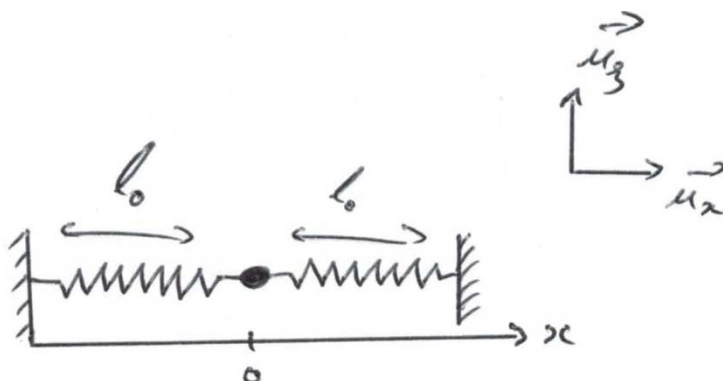
Voici une liste de quelques questions cours qui ont été proposées par certains examinateurs ces dernières années :

- ✓ Fentes de Young : effet d'une lame d'air sur p (2015, Mathieu)
- ✓ Description d'un fluide en mouvement (2015, Degraeve)
- ✓ Mouvement d'un point matériel dans le cas d'une force centrale conservative, $E_{p,eff}$ (2015, Le Rohellec)
- ✓ Machines thermiques (2015, Bouffier)
- ✓ Effet Doppler longitudinal, mesure de vitesse par détection synchrone (2015, Stachurski)
- ✓ Réflexion, réfraction, lois de Descartes en optique ondulatoire (2015, Cuau)
[L'examineur voulait toute la démonstration pénible utilisant la continuité des champs j'ai réussi à la faire relativement correctement il avait l'air plutôt content. On a parlé du phénomène de réflexion total et des angles limites de réfraction et on a discuté des différents cas.]
Démonstration HP
- ✓ Similitudes oscillateur quasi-sinusoïdal/Circuit RLC série (2015, Bateman)
- ✓ Démontrez le théorème de Bernoulli (2014 Chekroun)
- ✓ Effet Hall dans un tuyau rectangulaire. Applications. (2013, Mariette)

- ✓ **Fonctionnement de l'oscilloscope, mode AC/DC, mode déclenchement, mode XY. (2013, Fabre)**
- ✓ **Lentilles dans l'approximation de Gauss : Définition, formules de conjugaison et grandissement (Avec Démonstration !) (2013, Bouillin)**
Question supplémentaire au cours de la présentation : Comparaison entre un miroir convergent et une lentille convergente.
- ✓ **Viscosité (pas de calculs, présentation d'expériences) (2013, Moulin)**
Après la question de cours, plusieurs questions très « rapides » : Déterminer la dimension du Farad de deux manières, quel est l'ordre de grandeur de la distance terre-lune ? de la viscosité de l'air ? de la conductivité du cuivre ?
- ✓ **Phénomène d'interférences (2011)**
Commentaires du candidat : Vaste chapitre, j'ai repris le plan du cours sans refaire les calculs. Examinatrice très gentille ça fait du bien de voir qu'il y en a ! Questions une fois mon exposé fini : 1. Existe-t-il des phénomènes naturels qui font des interférences (j'ai heureusement pensé à mon ADS de l'X et je lui ai parlé des bulles de savon) ; 2. Existe-t-il des phénomènes naturels qui jouent le rôle de monochromateurs (comme un réseau) ? Quelque chose de régulier ?
- ✓ **Champ de force centrale newtonien, dans le cas d'une trajectoire circulaire. Lien rayon-vitesse, lien E_p/E_c . Démontrer la troisième loi de Kepler. (2011)**
Commentaires du candidat : Il m'a complètement déstabilisé quand il m'a dit « la constante des aires, je n'en veux pas, je ne la connais pas, effacez moi ce C! ». Il fallait utiliser la relation entre r et v qui existe en trajectoire circulaire, mais l'examinateur n'aide pas beaucoup à reprendre ses esprits.
- ✓ **Coefficient de transmission et de réflexion d'une onde acoustique. Onde plane progressive à l'interface entre 2 fluides en incidence normale pour la vitesse, la surpression et la puissance. (2011)**
- ✓ **Induction (avec comme consigne de présenter des expériences) (2011)**
Commentaires du candidat : J'ai parlé des cas de Neumann et de Lorentz en proposant des expériences de mise en évidence, de la loi de Lenz et des forces de Laplace, des applications pratiques de l'induction. Il m'a demandé de lui expliquer le principe de fonctionnement du haut-parleur, il m'a demandé des ordres de grandeur de champs magnétiques.
- ✓ **Les dipôles (électrostatique, magnétostatique, oscillant) (2011)**
- ✓ **Vibrations transversales d'une corde (2010)**
- ✓ **Étude phénoménologique des fluides : description, pression, viscosité cinématique et dynamique (2010)**
Je cite le candidat : « J'ai eu largement 30 minutes pour préparer la question de cours ce qui était plus que suffisant. L'examinatrice attendait plus ou moins un résumé organisé du cours de mécaflu. »
- ✓ **Ondes électromagnétiques dans les milieux (2010)**
Commentaires du candidat : L'examinatrice pose plein de questions en cours de route (citer des milieux diélectriques, le verre en est-il un ?, etc.). En tout cela a duré 35 minutes.
- ✓ **La détente de Joule-Gay Lussac (2010)**
- ✓ **Diagramme (P, T) du corps pur. Enthalpie de changement d'état et entropie de changement d'état. Justification de la monovariance d'un corps pur sous deux phases.**
- ✓ **Equation d'Euler, Relations de Bernoulli pour les écoulements incompressibles et homogènes.(2011)**
- ✓ **Ondes acoustiques dans les fluides (2010)**
Quelques questions de l'examinateur sur la compressibilité χ qui intervient dans l'expression de la célérité c. Pourquoi s'agit-il de χ_s plutôt que de χ_T ?
- ✓ **Comparaison des propriétés des champs \vec{E} et \vec{B} (2010).**
- ✓ **Phénomènes de propagation unidirectionnels et dispersifs (on introduira vitesse de phase, vitesse de groupe et on s'appuiera sur un exemple pour traiter la dispersion). (2011)**
- ✓ **Diffraction par une fente infiniment longue (2010)**
Commentaire du candidat : « J'ai eu le droit aux questions rituelles : la fenêtre de cette salle diffracte-t-elle ? La diffraction est-elle utile ou nuisible ? »
- ✓ **Les phénomènes de résonance (2009 et 2011)**
Quelques questions supplémentaires de la part de l'examinateur, notamment des applications à la vie courante.
- ✓ **Les modes propres d'une corde (2009)**
Je cite le candidat : « Après mon exposé, on est resté quinze minutes sur des questions franchement pas intéressantes : est ce que les modes propres ne sont rencontrés qu'avec les cordes ? Il m'a demandé de préciser la notion avec les instruments à vent. Citez des applications des modes propres pour le travail d'un ingénieur (il ne voulait pas d'exemples « taupinesques » et ça lui tenait franchement à cœur). Donnez une définition avec vos propres mots de ce que ce sont les modes propres. »

1. MINES (2016 HEYRAUD 18/20)

EXERCICE 1 (20 MINUTES DE PREPARATION) :

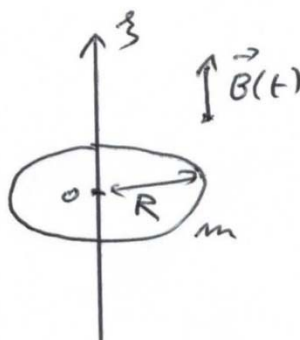


1. On déplace la masse de sa position d'équilibre d'une distance A selon l'axe Ox , que vaut la période T des oscillations ? Comment est modifiée T si on déplace initialement la masse de $2A$?
2. On déplace désormais la masse selon l'axe Oz , comment évolue T en fonction de l'élongation initiale ?

[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]

2. MINES (2016, CHERIN 11/20)

EXERCICE 1 :

Pas de contact entre les milieux 1 et 2 de surface S



- 1- Calcul de R_1, R_2
- 2- Calculer la résistance thermique totale par analogie avec la loi d'ohm
- 3- Montrer que $T_1 - T_i = a * (T_2 - T_1)$
- 4- Donner l'expression de T_i
- 5- Applications numériques si $D_1 = 0.5$ SI et $D_2 = 0.2$ SI puis si $D_2 = 390$ SI (D est en fait un lambda)

[J'ai eu un trou de mémoire sur l'expression de la résistance thermique et il m'a aidé à la retrouver en me disant de passer par la loi d'ohm, je n'ai pas été très rapide sur cet exercice]

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]

3. 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 crée en tout point de la cavité.

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

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

4. 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 rot et de donner les div et 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 .

5. MINES (2015, FLEURY 10/20)

On considère un câble coaxial de rayon intérieur a et extérieur b . Un courant $i(z, t) = I(z) \cos j\omega t$ 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 !

6. 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 forcée. [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 $h(t)$.

7. 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 ($z=-R/2$). Quelles 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 ?

8. 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)

9. 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 .

10. 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 champ \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 ?

11. 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 de 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 Δx de la couche limite laminaire ? Expression du nombre de Reynolds, ordre de grandeur de la viscosité de l'air...]

12. MINES (2014, CHEKROUN ?/20)**EXERCICE 1**

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

13. 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 à 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 à 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.]

14. MINES (2013, BERTHOMIEU 11/20)

EXERCICE 1

On considère deux haut-parleurs ($f = 2 \text{ kHz}$) distants de $a = 50 \text{ cm}$. Un homme à une distance $D = 2 \text{ m}$ 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...

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

15. 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 $D = 20 \text{ km}$, 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 teta = $(n; OX)$

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 $T < \text{ou} > 0$? 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.

[Examineur "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.]

16. MINES (2013, FABRE 6/20)

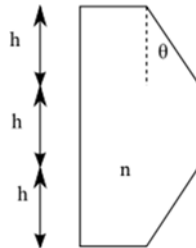
EXERCICE 1

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 .

- Déterminer ces vecteurs en fonction de $\alpha = (n - 1)\theta$.
- 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

17. MINES (2013, GATEAU 5/20)

EXERCICE 1 (15 MINUTES DE PREPARATION)

- 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 .
- Faire l'analyse dimensionnelle d'un 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'examinateur 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».]

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

19. MINES (2013, BOUILLIN 13/20)

EXERCICE. MECANIQUE DES FLUIDES.

On place un bécher 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'examinateur m'a demandé pourquoi la pression était continue à l'interface]

20. 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'examinateur essaye de faire progresser.]

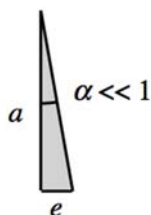
21. MINES.

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.

Bilan : soyez extrêmement précis dans vos propos.

22. 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) – BILENTILLE 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 bilentille (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.]

23. MINES.

EXERCICE 1. THERMODYNAMIQUE.

- 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 $P(z = 8 \text{ km})$?
- 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 diamètres $J = \frac{2}{5} Ma^2$.

Donner l'équation du mouvement vérifiée par θ .

24. MINES.

EXERCICE 1 (5 MIN DE PREPARATION) - INDUCTION.

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

- Justifier qu'il existe un champ électrique.
- 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).
- Calculer le champ magnétique créé par le conducteur. Commenter.
- 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).

- 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)
- 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.]

25. 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...]

26. 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.

1. 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).]

2. 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.]

27. 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 parallélépipède 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.]

28. 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 :

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

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 ?

29. MINES.

COURS ET EXERCICE (PRÉPARATION 15 MN) - RÉSONANCE 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 ÉVIDENCE EXPÉRIMENTALE DE LA VISCOSITÉ.

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).]

30. MINES.

EXERCICE 1 (20 MN DE PRÉPARATION) - 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 quasi permanents, 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 :

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

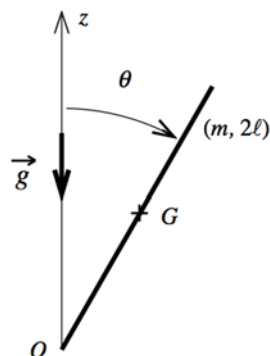
En déduire l'expression de \vec{j} .

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

EXERCICE 2 (EN DIRECT) - MÉCANIQUE 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.

31. MINES.

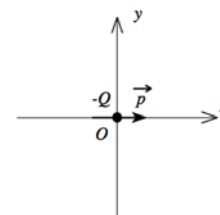
EXERCICE 1 (PRÉPARATION : UNE VINGTAINE DE SECONDES...) – ELECTROSTATIQUE.

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 $V = 0$.

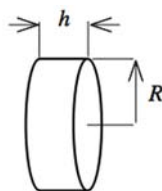
2 - Soit le point A tel que $\vec{E}(A) = \vec{0}$. Calculer le champ au voisinage de A .

[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.]

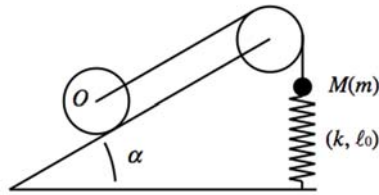
EXERCICE 3.

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

[Bon courage...]

32. 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 ».]

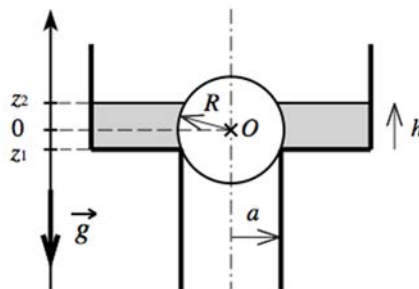
≈HP

33. MINES.

EXERCICE 1 (PREPARATION 20 A 30 MN) – STATIQUE DES FLUIDES.

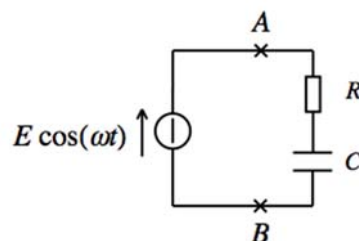
On obstrue l'entrée d'un tuyau par un flotteur sphérique de masse M , de rayon R .

- 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.



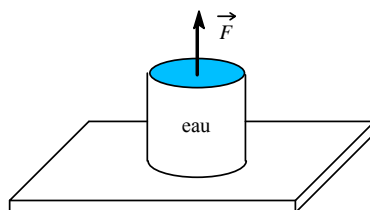
EXERCICE 2. ELECTROCINETIQUE.

On donne $RC\omega = 1$. Calculer la puissance fournie au dipôle AB .



34. MINES.

EXERCICE 1. MECANIQUE DES FLUIDES.

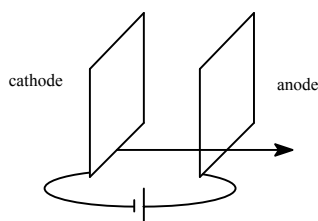


Une plaque circulaire est maintenue parallèle à un plan horizontal. De l'eau se trouve entre le plan et la plaque. On exerce une force verticale \vec{F} sur la plaque. Déterminer la force minimale F_{min} pour laquelle la plaque se sépare du fluide.

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.

35. 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 ?

36. 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 Twyman -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 ?

37. MINES.

[Examinateur 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.]

EXERCICE 2. ONDE ACOUSTIQUE - DIFFRACTION.

- 1) Rappeler le principe de Huygens - Fresnel.
- 2) Schéma : Repère (O, x, y, z) , à $Z(t) = ae^{i\omega t}$ Le centre d'un disque de rayon b centré sur Oz et perpendiculaire à cet axe vibre de sorte que les coordonnées de son centre sont $(0, 0, Z(t) = ae^{i\omega t})$. Sur ce disque, un point est repéré en coordonnées polaires par r' . On donne aussi une onde acoustique incidente $p(t) = p_m e^{i\omega t}$.

On fournit l'expression de l'onde diffractée par un élément de surface dS en un point M appartenant à Oz :

$$dp(M, t) = Kp_m \frac{e^{i(\omega t - ku)}}{u} \text{ avec } u = \sqrt{r'^2 + z^2}$$

Commenter. Quel est le centre de l'onde ?

- 3) En déduire l'expression de l'onde diffractée en tout point de l'axe.

On suppose maintenant $b \ll \lambda \ll r = OM$

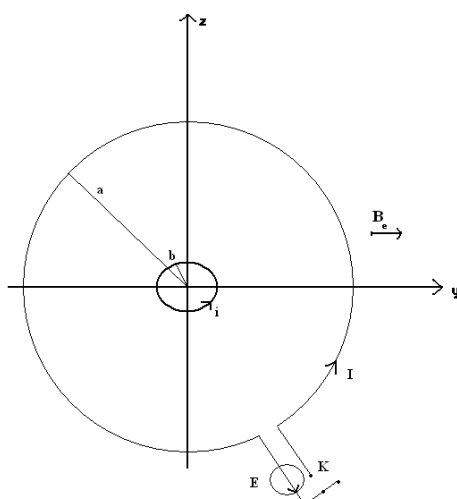
- 4) Commenter (analogie, intérêt des hypothèses) et déterminer l'expression et la structure de l'onde dans le cadre de ces hypothèses.
- 5) En déduire l'expression de l'onde diffractée en tout point du demi-espace $z > Z(t)$.

38. 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 .

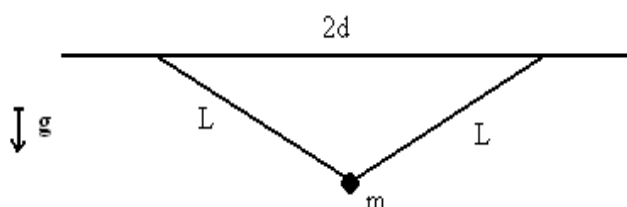


A un instant t , on ferme l'interrupteur. On observe deux phases :

- ✓ 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.]

39. 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 → 4 : détente adiabatique de $\frac{V_1}{a}$ à V_1

4 → 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 .

40. 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).]

41. 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 u_θ ; j'ai pas trop compris il y avait du $\ddot{r}\dot{\theta}$ et du $r\dot{\theta}^2$.

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...]

42. 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 $T = 15$ 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.]

43. 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 €]

44. 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.]

45. 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 (2016 Heyraud 18/20).....	3
2. Mines (2016, Cherin 11/20).....	4
3. Mines(2016, 17/20 Godin).....	5
4. Mines (2015, Moneuse 9/20).....	5
5. Mines (2015, Fleury 10/20).....	5
6. Mines (2015, Cooreman 11/20).....	5
7. Mines (2015, Stachurski 11/20).....	6

8.	Mines (2015, Bouffier 13/20)	6
9.	Mines (2015, Le rohellec 10.5/20)	6
10.	Mines (2015, Degraeve 18/20).....	6
11.	Mines (2015, Mathieu 11/20)	7
12.	Mines (2014, Chekroun ?/20)	7
13.	Mines (2013, Brunet 16/20).....	7
14.	Mines (2013, Berthomieu 11/20)	8
15.	Mines (2013, Bouisson 8/20).....	8
16.	Mines (2013, Fabre 6/20).....	9
17.	Mines (2013, Gateau 5/20).....	9
18.	Mines (2013, Taub 16/20).....	9
19.	Mines (2013, Bouillin 13/20)	10
20.	Mines (2013, Mariette 14/20)	10
21.	Mines.	10
22.	Mines.	11
23.	Mines.	13
24.	Mines.	13
25.	Mines.	14
26.	Mines.	14
27.	Mines.	15
28.	Mines.	16
29.	Mines.	17
30.	Mines.	17
31.	Mines.	18
32.	Mines.	19
33.	Mines.	19
34.	Mines.	20
35.	Mines.	20
36.	Mines.	21
37.	Mines.	21
38.	Mines.	22
39.	Mines.	23
40.	Mines.	24
41.	Mines.	24
42.	Mines.	25
43.	Mines.	25

44.	Mines.	25
45.	Mines.	26
	Sommaire	26