BLAISE PASCAL
PT 2024-2025

Préparation à l'oral

Organisation de la préparation

Format de l'épreuve

- Préparation : 30 minutes — Passage avec l'examinateur : 30 minutes.
- Calculatrice type collège (normalement) fournie pour la préparation et le passage avec l'examinateur, mais des calculs d'ordre de grandeur sont fréquemment demandés.

- L'énonce compte deux exercices, portant sur deux thèmes différents, dont un au moins porte sur le programme de physique de deuxième année.
- De manière **fréquente mais pas systématique**, le premier exercice est une question de cours ou un exercice d'application directe du cours. Les « grosses démonstrations de cours » sont souvent demandées.
- L'un des deux exercices peut être un problème ouvert, mais cela reste relativement rare.
- L'ordre de présentation des exercices est laissé au choix du candidat, qui peut également proposer de passer au second exercice lorsqu'il le souhaite ... sachant que le changement d'exercice finira de toute façon par être imposé par l'examinateur au bout d'environ quinze minutes.

- Les exercices sont normalement progressifs, mais moins guidés que les épreuves écrites. En particulier, il est attendu que le candidat **définisse lui-même les notations** des grandeurs physiques pertinentes.
- Le candidat doit commencer par **présenter l'exercice** (quel thème ? quelle finalité ?) et en faire une **analyse physique** (que va-t-il se passer ? quels phénomènes sont mis en jeu ?). Il ne s'agit donc pas simplement de résumer de l'énoncé, mais de **montrer que vous avez qualitativement compris** la situation physique étudiée dans l'exercice.

Organisation des séances

Séance	Thème travaillé	Exercice de cours à préparer
1	Prise en main de l'épreuve	/
2	Mécanique des fluides	Théorème de Bernoulli
3	Électronique	Filtre RLC passe-bande
4	Électronique	Oscillateur de relaxation
5	Chimie	Calcul de pH
6	Chimie	Préparation du dichlore par électrolyse
7	Électromagnétisme	Condensateur fait maison
8	Électromagnétisme	Solénoïdes imbriqués
9	Électromagnétisme	Effet de peau
10	Mécanique	Mouvement cyclotron avec dissipation
11	Optique	Étude d'une figure d'interférences
12	Thermodynamique	Équation de la chaleur
13	Thermodynamique	Échangeur double flux
14	À discuter	/
15	À discuter	/

BY-NC-SA

© Étienne Thibierge, www.etienne-thibierge.fr

Exercices de cours

Séance 2 : Théorème de Bernoulli

oral banque PT | | |

▷ *Bilan d'énergie pour un système ouvert.*

Établir la relation de Bernoulli en procédant à un bilan d'énergie. Le candidat veillera à soigneusement définir les systèmes sur lesquels il sera amené à raisonner.

Séance 3 : Filtre RLC passe-bande

1 | 2

▷ *Fonction de transfert ;*
▷ *Diagramme de Bode ;*
▷ *Signal de sortie d'un filtre.*

On dispose d'une résistance, d'une bobine, et d'un condensateur, avec lesquels on souhaite réaliser un filtre passe-bande.

1 - Justifier que la tension de sortie doit être mesurée aux bornes de la résistance.

2 - Établir l'expression de la fonction de transfert sous la forme

$$\underline{H}(\mathrm{j}\omega) = \frac{1}{1+\mathrm{j}Q\left(\dfrac{\omega}{\omega_0}-\dfrac{\omega_0}{\omega}\right)}\,.$$

3 - Représenter le diagramme de Bode en gain en supposant $Q = 10$.

4 - On envoie en entrée du filtre le signal

$$u_\mathrm{e}(t) = E_0\cos\left(\frac{\omega_0}{10}t-\frac{\pi}{2}\right)+E_0\cos(\omega_0 t)+E_0\cos\left(10\,\omega_0 t+\frac{\pi}{4}\right)\,.$$

Déterminer le signal de sortie. On donne figure 1 la représentation de $\arg\underline{H}$ en fonction de ω/ω_0 pour le filtre considéré.

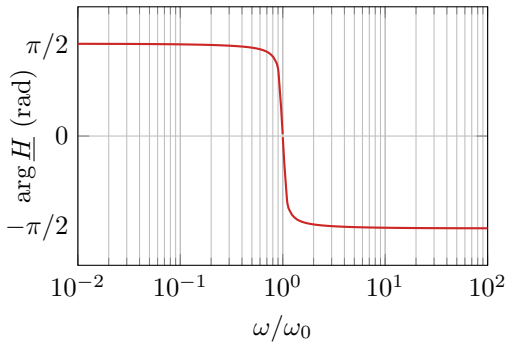


Figure 1 – Diagramme de Bode en phase du filtre RLC.

Séance 4 : Oscillateur de relaxation

oral banque PT | 2 | 2

▷ *Oscillateur de relaxation ;*
▷ *Période des oscillations.*

Considérons le montage de la figure 2. On a $R_1 < R_2$.

1 - Identifier l'ALI fonctionnant en hystérésis. L'étudier.

2 - Le deuxième ALI fonctionne en régime linéaire. L'étudier.

3 - Déterminer complètement $X(t)$ et $Y(t)$.

4 - On a $R = R_1 = 1\,\mathrm{k\Omega}$. On veut que $Y(t)$ ait une amplitude de 5 V (crête-à-crête 10 V), et que la fréquence soit $f_0 = 1\,\mathrm{kHz}$. Déterminer R_2 et C.

BY-NC-SA

© Étienne Thibierge, www.etienne-thibierge.fr

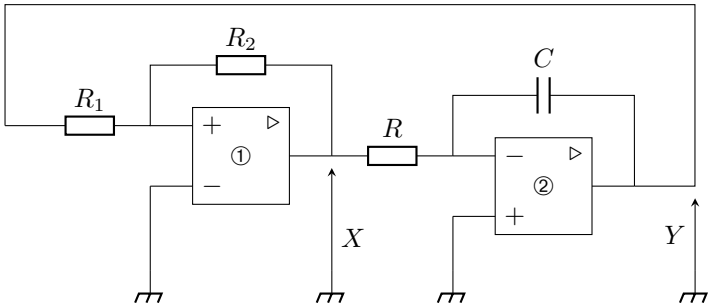


Figure 2 – Oscillateur à relaxation.

Séance 5 : Calcul de pH

oral banque PT | 1 | 2

▷ *Détermination d'une constante d'équilibre ;*
▷ *Calcul de pH.*

On mélange $n_1 = 5 \cdot 10^{-3}$ mol de soude (Na^+, HO^-) et $n_2 = 1 \cdot 10^{-2}$ mol d'acide acétique (CH_3COOH) dans 100 mL d'eau.

1 - Écrire l'équation bilan de la réaction qui a lieu.

2 - Calculer la constante de réaction. Commenter.

3 - Déterminer le pH à l'équilibre.

Donnée : $pK_a = 4{,}8$ pour le couple CH_3COOH/CH_3COO^-.

Séance 6 : Préparation du dichlore par électrolyse

oral banque PT | 1 | 1

▷ *Structure et fonctionnement d'un électrolyseur ;*
▷ *Tension d'électrolyse.*

Un moyen de production du dichlore gazeux $Cl_{2(g)}$ est l'électrolyse d'une solution de chlorure de sodium. On considère l'électrolyse de l'eau de mer, assimilée à une solution de chlorure de sodium de concentration $1\,mol \cdot L^{-1}$ à un pH voisin de 7.

1 - Discuter de l'intérêt d'une électrolyse. Réaliser un schéma présentant le dispositif et précisant anode, cathode et sens de circulation des charges.

2 - Donner l'équation de la réaction d'électrolyse.

3 - En choisissant une électrode de graphite, on obtient une surtension totale de 2 V. Proposer une valeur pour la tension U de l'électrolyse.

4 - On observe un dégagement de H_2. Ce dégagement est-il favorable ou défavorable à l'électrolyse ?

Données : $E^\circ(Cl_{2(g)}/Cl^-_{(aq)}) = 1{,}36\,V$; $E^\circ(Na^+_{(aq)}/Na_{(s)}) = -2{,}71\,V$

Séance 7 : Un condensateur fait maison

oral banque PT | 1 | 2

▷ *Théorème de Gauss ;*
▷ *Condensateur ;*
▷ *Énergie électrostatique.*

On dispose de fines plaques d'aluminium de côté 10 cm avec lesquelles on cherche à fabriquer un condensateur. Le candidat introduira toute notation jugée utile pour la résolution de l'exercice.

1 - Considérons dans un premier temps une seule plaque chargée. Déterminer le champ électrique en tout point se trouvant à moins de 5 mm de la plaque. On justifiera la modélisation adoptée.

2 - On forme un condensateur en plaçant les deux plaques à une distance de 2 mm l'une de l'autre. Déterminer sa capacité.

3 - Exprimer l'énergie électrostatique stockée à l'intérieur du condensateur en fonction de la tension à ses bornes. Commenter le résultat.

BY-NC-SA

© Étienne Thibierge, www.etienne-thibierge.fr

Séance 8 : Solénoïdes imbriqués

oral CCINP PSI | 2 | 1

▷ *Théorème d'Ampère ;*
▷ *Couplage inductif.*

Deux solénoïdes $\mathcal{S}_1$ et $\mathcal{S}_2$ de même axe (Oz), de même longueur ℓ et de rayons r_1 et $r_2 > r_1$ sont emboîtés l'un dans l'autre, voir figure 3. Ils présentent tous deux le même nombre de spires N. On suppose que la longueur ℓ est très supérieure aux rayons.

La bobine intérieure est parcourue par un courant $i_1(t) = I\cos(\omega t)$, avec $I = 1\,\text{A}$, avec ω une pulsation suffisamment basse pour que l'ARQS magnétique s'applique. La bobine extérieure est en court-circuit.

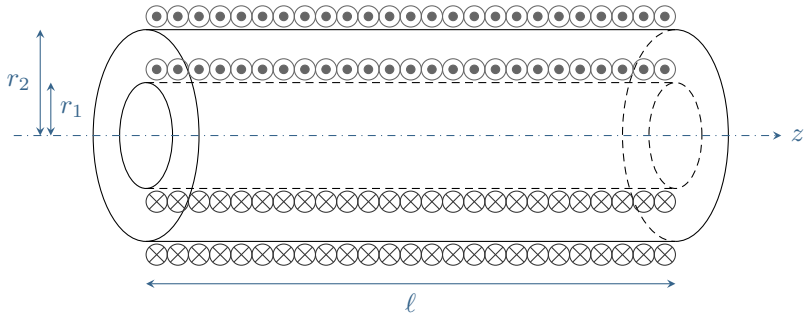


Figure 3 – Solénoïdes imbriqués.

1 - Sachant que le champ est nul à l'extérieur, déterminer le champ à l'intérieur d'un solénoïde infini.

2 - Déterminer les coefficients d'induction propre L_1, L_2, et le coefficient d'induction mutuelle M.

3 - En négligeant les résistances internes des fils, déterminer le courant $i_2(t)$ parcourant la bobine extérieure. Quelle est son amplitude ?

4 - Que vaut le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde central ?

Séance 9 : Effet de peau

2 | 2

▷ *Effet de peau.*

On s'intéresse à un métal bon conducteur électrique. Dans tout l'exercice, on considère un champ électrique sinusoïdal, de la forme $\underline{\vec{E}}(M,t) = \underline{\vec{e}}(M)\,\mathrm{e}^{\mathrm{i}\omega t}$.

1 - Quel paramètre quantifie le caractère conducteur du métal ? Donner un ordre de grandeur.

2 - Dans quel domaine de fréquence peut-on négliger le courant de déplacement de Maxwell devant le courant électrique ?

3 - En déduire la forme simplifiée des équations de Maxwell dans le métal, puis l'équation aux dérivées partielles vérifiées par le champ électrique.

4 - On cherche des solutions de cette équation sous la forme $\underline{\vec{E}}(z,t) = E_0\,\mathrm{e}^{\mathrm{i}\underline{k}z}\,\mathrm{e}^{\mathrm{i}\omega t}\,\vec{e}_x$. Déterminer $\underline{k}$. Identifier une longueur caractéristique.

5 - Les solutions précédentes sont appelées ondes planes pseudo-progressives harmoniques. Expliquer cette dénomination. Interpréter physiquement la longueur caractéristique précédemment identifiée.

Donnée : $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\text{F}\cdot\text{m}^{-1}$.

BY-NC-SA

© Étienne Thibierge, www.etienne-thibierge.fr

Séance 10 : Mouvement cyclotron avec dissipation

oral banque PT | 2 | 2

▷ *Mouvement dans un champ magnétique ;*
▷ *Théorèmes énergétiques.*

On considère une particule ponctuelle de charge $q < 0$ et de masse m en mouvement dans un champ magnétique stationnaire uniforme $\vec{B} = B\vec{u}_z$. À l'instant initial, la charge se trouve au centre du repère avec une vitesse $\vec{v}(t = 0) = v_0\vec{u}_y$.

1 - Montrer que la norme de la vitesse de la particule est constante.

2 - On admet que la trajectoire est circulaire. Déterminer le rayon et le centre de la trajectoire.

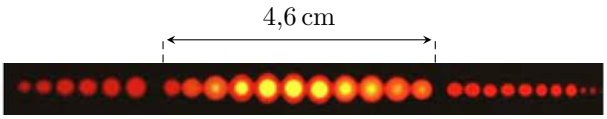
3 - Justifier que le mouvement est périodique. Déterminer la période.

4 - En plus de la force magnétique, la charge subit une force dissipative de puissance $\mathcal{P} = -mv^2/\tau$, avec τ une constante. On suppose que le mouvement demeure quasi-circulaire. Établir l'expression du rayon en fonction du temps.

Séance 11 : Étude d'une figure d'interférences

oral banque PT | 1 | 1

▷ *Fentes d'Young ;*
▷ *Interfrange.*



Un dispositif interférentiel, éclairé par un laser de longueur d'onde 632,8 nm, produit la figure d'interférences ci-contre, observée sur un écran situé à 2 m du dispositif. Donner son nom et déterminer ses caractéristiques.

Séance 12 : Équation de la chaleur

oral banque PT | 2 | 2

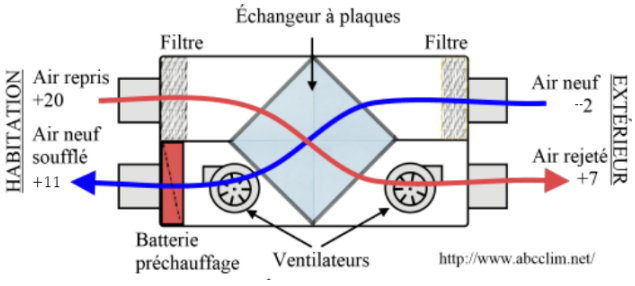
▷ *Bilan mésoscopique ;*
▷ *Coordonnées cartésiennes.*

Établir l'équation de la chaleur (équation de la diffusion thermique) à une dimension cartésienne.

Séance 13 : Échangeur double flux d'une VMC

d'après oral banque PT | 2 | 1

▷ *Identité thermodynamique ;*
▷ *Principes thermodynamiques pour un fluide en écoulement ;*
▷ *Étude d'un composant thermodynamique.*



On s'intéresse à l'échangeur d'une VMC double flux parcouru par un débit $Q = 120\,\mathrm{m^3 \cdot h^{-1}}$. L'air est un gaz parfait de masse molaire $M = 29\,\mathrm{g \cdot mol^{-1}}$ et de coefficient isentropique $\gamma = 7/5$, et on pose $r = R/M$ la constante massique du gaz. L'échangeur est supposé thermiquement isolé de l'extérieur, les écoulements isobares, et le régime permanent. La batterie de préchauffage est considérée désactivée.

1 - Montrer qu'au cours d'une transformation $1 \to 2$ isobare l'entropie massique d'un gaz parfait varie de

$$\Delta s = \frac{\gamma r}{\gamma - 1} \ln \frac{T_2}{T_1}\,.$$

2 - Énoncer sans démonstration les deux principes thermodynamiques appliqués à un fluide en écoulement permanent au travers d'une machine thermique. Justifer comment les simplifier dans le cas de l'échangeur étudié.

3 - En déduire la chaleur massique fournie à l'air neuf par l'air rejeté et l'entropie créée par unité de temps.

4 - Grâce à la batterie de préchauffage, l'air est en réalité soufflé à 15 °C au lieu de 11 °C. Donner la puissance consommée.

BY-NC-SA

© Étienne Thibierge, www.etienne-thibierge.fr