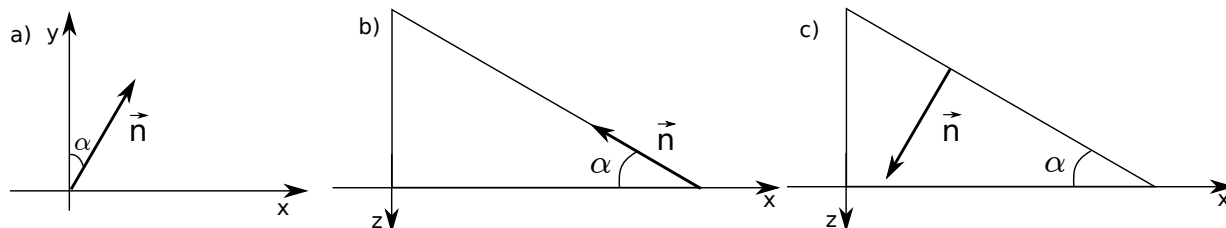


Compilation des interrogations de cours Toute l'année

Ce document regroupe les interrogations de cours de l'année. Quelques questions ont été ajoutées. L'ensemble des questions constitue la "base" de ce qui doit être connu.

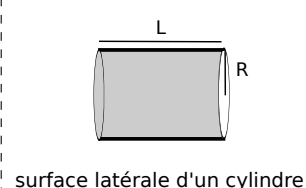
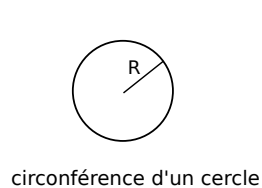
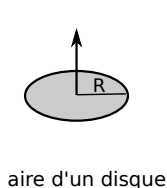
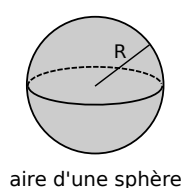
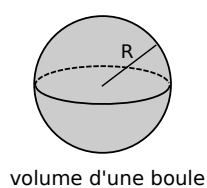
Mathématiques

1 – Exprimer le vecteur \vec{n} en fonction des vecteurs de la base cartésienne \vec{e}_x , \vec{e}_y et/ou \vec{e}_z .



2 – Donner le développement limité à l'ordre 1 de $(1+x)^\alpha$ pour $x \ll 1$.

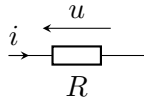
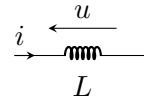
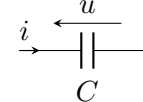
3 – Compléter :



Partie I : électronique

Électronique, révision de première année

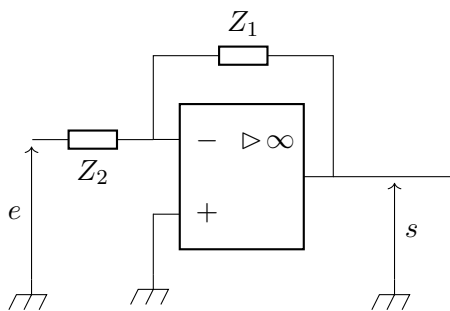
4 – Remplir le tableau suivant :

Propriété	Résistance	Bobine	Condensateur
Symbole normalisé			
Loi de comportement			
Impédance complexe $\underline{Z} = \underline{U}/\underline{I}$ en RSF			
Dipôle équivalent en basses fréquences			
Dipôle équivalent en hautes fréquences			
Puissance reçue $P = ui$	$P = Ri^2 = u^2/R$	X	X
Énergie stockée			
Grandeur physique nécessairement continue			

- 5 – Donner la solution générale de l'équation différentielle suivante : $\frac{du}{dt} + \frac{u}{\tau} = \frac{E}{\tau}$, où E et τ sont des constantes.
- 6 – La fonction de transfert d'un montage donne la relation $\underline{v}_s = -(\tau\omega)^2 \underline{v}_e$. Donner l'expression de $v_s(t)$ en fonction de $v_e(t)$ ou de ses dérivées.
- 7 – La fonction de transfert d'un montage donne la relation $\underline{v}_s = -\frac{1}{j\tau\omega} \underline{v}_e$. Donner l'expression de $v_s(t)$ en fonction de $v_e(t)$, en supposant qu'à l'instant t_1 on connaît la valeur de $v_e(t_1)$.

ALI et montages à ALI (chap. 1)

- 8 – Donner les conséquences du modèle idéal pour un ALI fonctionnant en régime linéaire.
- 9 – Donner les conséquences du modèle idéal pour un ALI fonctionnant en régime saturé.
- 10 – Dans quelles conditions est-on sûr qu'un ALI fonctionne en régime saturé ?
- 11 – Quel est l'ordre de grandeur du gain statique d'un ALI ?
- 12 – Sur le montage suivant, exprimer v_- en fonction de e et de s .



- 13 – La fonction de transfert d'un montage donne la relation $\underline{v}_s = -\frac{1}{j\tau\omega} \underline{v}_e$. Donner la relation entre $v_s(t)$ et $v_e(t)$ en supposant que à l'instant t_1 on connaît la valeur de $v_e(t_1)$.

Oscillateurs électroniques (chap. 2)

- 14 – Rappeler la structure générale d'un oscillateur à relaxation (sous forme de schéma bloc pour l'exemple vu en cours, en précisant le rôle de chaque bloc).
- 15 – Rappeler la structure générale d'un oscillateur quasi-sinusoïdal (sous forme de schéma bloc, en précisant le rôle de chaque bloc).
- 16 – Supposons que l'étude d'un oscillateur quasi sinusoïdal électronique aboutisse à l'équation différentielle suivante pour une des tensions du circuit :

$$\frac{d^2v}{dt^2} + \omega_0(A_0 - A)\frac{dv}{dt} + \omega_0^2v = 0,$$

avec A un paramètre libre que l'on peut faire varier en changeant une des résistances par exemple. Que se passe-t-il si :

- a - $A \ll A_0$?
- b - $A \leq A_0$ mais proche de A_0 ?
- c - $A = A_0$?
- d - $A \geq A_0$ mais proche de A_0 ?
- e - $A \gg A_0$?

On précisera, lorsqu'il y a oscillation, la pulsation des oscillations si on peut la connaître et leur caractère plus ou moins sinusoïdal.

Partie II : Thermodynamique et mécanique des fluides

Statique des fluides (chap. 1)

- 17 – Rappeler la relation de la statique des fluides et les hypothèses nécessaires à sa validité.
- 18 – Quelle est l'expression qui donne la pression en fonction de la profondeur z dans un liquide incompressible ? Démontrer cette relation.
- 19 – On considère un ballon d'air complètement immergé dans l'eau. Quelle est l'expression de la résultante des forces de pression qui s'exercent sur le ballon ? On introduira les grandeurs nécessaires.
- 20.a – On considère une vitre de surface $S = 2.0\text{m}^2$. Elle est d'un coté à la pression atmosphérique, et de l'autre on a fait le vide. Exprimer puis calculer la force qui s'exerce sur cette vitre.
- 20.b – À quelle masse cette force est-elle équivalente ?
- 21 – On suppose que l'on connaît le profil de masse volumique $\rho(z)$ dans l'atmosphère. Exprimer à l'aide d'une intégrale la masse d'une colonne d'air dont la base est de surface S , qui s'étend de l'altitude $z = 0$ jusqu'à $z = +\infty$.

Fluides en écoulement, viscosité, et relation de Bernoulli (chap. 2 et 3)

- 22 – Pour chacune des affirmations à gauche, indiquer par une flèche quelle(s) conséquence(s) elles ont parmi les propositions à droite.

Fluide incompressible	Conservation du débit volumique
Écoulement stationnaire	Conservation du débit massique
Les particules de fluide tournent sur elles-mêmes	Écoulement rotationnel
	Écoulement non divergent

- 23.a** – Donner l'expression du débit volumique dans le cas où la vitesse est uniforme sur la section considérée.
- 23.b** – Donner la relation entre le débit volumique et le débit massique.
- 24** – Rappeler les hypothèses sous lesquelles on peut écrire la relation de Bernoulli, écrire cette relation.
- 25** – Écrire la relation de Bernoulli entre l'entrée et la sortie d'un système qui comporte un élément actif qui fournit un travail massique w_i , et qui prend en compte une perte de charge écrite sous la forme Δp_c .
- 26** – On considère une cuve d'eau de hauteur h et de diamètre a percée à sa base d'un trou de diamètre $d \ll a$.
Donner l'expression de la vitesse de l'écoulement en sortie de la cuve.

Révisions de thermodynamique

- 27** – On considère un gaz sous une pression $p = 1.0$ bar et une température $T = 25^\circ\text{C}$. On utilise le modèle du gaz parfait.
Donner l'expression du volume occupé par n moles de ce gaz.
(**Remarque** : l'application numérique pour $n = 1.0$ mol donne $V = 25$ L.)
- 28** – Donner l'expression de $\rho(T, p)$ pour un gaz parfait (la masse molaire intervient dans l'expression).
- 29** – Donner la formule permettant de définir l'enthalpie.
- 30** – Énoncer le premier principe formulé avec l'enthalpie.
- 31** – Indiquer ce que signifie pour une transformation d'être :
- monobare :
 - monotherme :
 - isobare :
 - isotherme :
 - isochore :
 - adiabatique :
- 32** – Rappeler la loi de Laplace et ses conditions d'application.
- 33** – On considère une évolution isochore d'un gaz parfait, qui est chauffé entre une température T_1 et T_2 . On note C_v sa capacité thermique à volume constant et C_p celle à pression constante. Donner l'expression du transfert thermique reçu par le gaz lors de cette évolution en fonction des température et de C_v .
- 34** – Représenter l'allure, dans un diagramme p - V et pour un gaz parfait : d'une évolution isotherme, d'une adiabatique réversible, d'une isochore et d'une isobare.

Transformations infinitésimales en thermodynamique (chap. 4)

- 35** – Sous quelles conditions peut-on dire que l'on a $p = p_{\text{ext}}$ tout au long de la transformation ? et $T = T_{\text{ext}}$?
- 36** – Écrire le 1^{er} principe pour une transformation infinitésimale, en précisant l'expression du travail des forces de pression.
- 37** – Écrire le 2nd principe pour une transformation infinitésimale, en précisant l'expression de l'entropie échangée.
- 38** – Donner l'expression de la première identité thermodynamique, et de la seconde.

- 39 – On considère une pièce à la température $T(t)$, on note T_e la température de l'air extérieur. L'air intérieur reçoit une puissance thermique algébrique $P_{\text{th,pertes}} = -aC(T(t) - T_e)$, avec C la capacité thermique totale de l'air.

Aboutir à une équation différentielle vérifiée par $T(t)$.

Diagrammes d'état des fluides réels purs (chap. 5)

- 40.a – Pour un changement d'état isobare isotherme réversible ayant lieu à la température T_0 d'une masse m de corps pur, donner le lien entre l'énergie thermique Q reçue par le corps pur et l'enthalpie massique $h_{1 \rightarrow 2}$ de changement d'état.

- 40.b – Toujours dans le même cadre, donner l'expression de la variation d'entropie du corps pur.

- 41 – Donner l'ordre de grandeur de l'enthalpie massique de vaporisation de l'eau, et d'un fluide réfrigérant typique.

- 42 – Une machine frigorifique utilise le réfrigérant R134a. Une des étapes du cycle consiste en la vaporisation isobare de la totalité du fluide (soit 1 kg).

Quel est le transfert thermique associé à cette transformation ? On fera l'A.N. de manière approchée, et on précisera bien si le transfert thermique est reçu par le fluide ou reçu par le milieu extérieur.

Cette étape doit-elle avoir lieu à l'intérieur de la machine frigorifique ou à l'extérieur ?

- 43 – On place $m = 1.0$ g d'eau liquide dans une enceinte indéformable initialement vide de volume $V = 1.0$ L. La transformation a lieu au contact d'un thermostat à 100°C . On donne (ou on lit sur un diagramme) le volume massique du liquide saturé à 100°C $v_l = 1.04 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$, et celui de la vapeur saturée à 100°C $v_v = 1.673 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$.

Exprimer x_l et x_v dans l'état final en fonction de m , V , v_l et v_v .

Transfert d'énergie par conduction thermique (chap. 6)

- 44 – Donner la loi de Fourier dans le cas 1D cartésien, et dans le cas général.

Comment s'appelle le paramètre λ qui intervient ?

- 45 – Donner l'équation de la chaleur dans le cas 1D cartésien telle que démontrée dans le cours.

Quelles hypothèses (autre que 1D cartésien) doit on vérifier pour qu'elle soit valable ?

- 46 – Quel est le nom donné au paramètre (noté κ ou D) qui apparaît dans l'équation de la chaleur ? Quelle est son unité ?

En déduire la relation entre la longueur caractéristique L et le temps caractéristique τ d'un problème de conduction de la chaleur.

- 47 – On considère un mur en béton qui sépare l'intérieur d'une maison (température T_{int}) de l'extérieur (température T_{ext}). On note R sa résistance thermique. Faire un schéma électrique équivalent, et donner l'expression du flux thermique perdu par la maison en fonction de données du problème.

- 48 – On considère un solide dont la paroi extérieure est à la température T_p , qui est en contact avec un fluide à la température T_f . Donner, dans le cadre de la loi de Newton, l'expression du flux surfacique sortant du solide.

Quel est le nom du paramètre apparaissant dans cette loi ? son unité ?

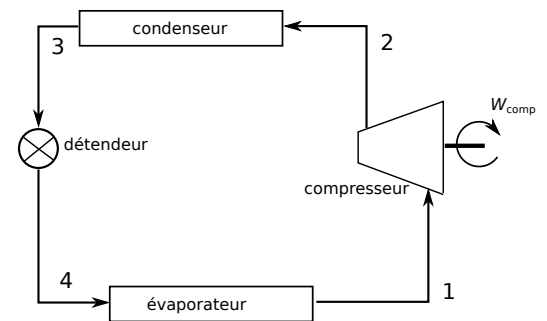
Thermodynamique des systèmes ouverts (chap. 7)

- 49 – Écrire le premier principe de la thermodynamique pour un système ouvert en écoulement ainsi que les hypothèses sous lesquelles il est valide. Préciser l'expression du terme représentant l'énergie cinétique. Même question mais pour le second principe.
- 50 – Donner la relation entre puissance indiquée et travail massique indiqué. Même question entre puissance thermique Ψ_{th} et transfert thermique q .
- 51 – Quelle expression a-t-on l'habitude d'employer pour exprimer la variation d'enthalpie massique Δh en fonction des températures dans le cas d'un gaz parfait ? Et dans le cas d'un fluide incompressible indilatable ?
- 52 – On considère une pompe à chaleur ditherme. Exprimer son efficacité (ou COP) en fonction des échanges d'énergie thermique Q_c et Q_f avec les deux sources et du travail W reçu par le fluide.

53.a –

On considère une machine frigorifique qui utilise du fréon. Un cycle se compose de quatre étapes :

- 1 → 2 est une compression. On donne $h_1 = 200 \text{ kJ/kg}$, $p_1 = 3 \text{ bar}$, $T_1 = 19^\circ\text{C}$; $h_2 = 230 \text{ kJ/kg}$, $p_2 = 10 \text{ bar}$.
- 2 → 3 → 4 → 5 a lieu dans le condenseur, de façon isobare à p_2 . On donne $h_5 = 60 \text{ kJ/kg}$. En 3 le fluide est à l'état de vapeur saturée, et en 4 à l'état de liquide saturé. On a $T_3 = T_4 = 41^\circ\text{C}$.
- 5 → 6 est une détente isenthalpe. On donne $p_6 = 3 \text{ bar}$.
- 6 → 7 → 1 a lieu dans l'évaporateur de façon isobare. En 7 le fluide est à l'état de vapeur saturée. On a $T_7 = 0^\circ\text{C}$.

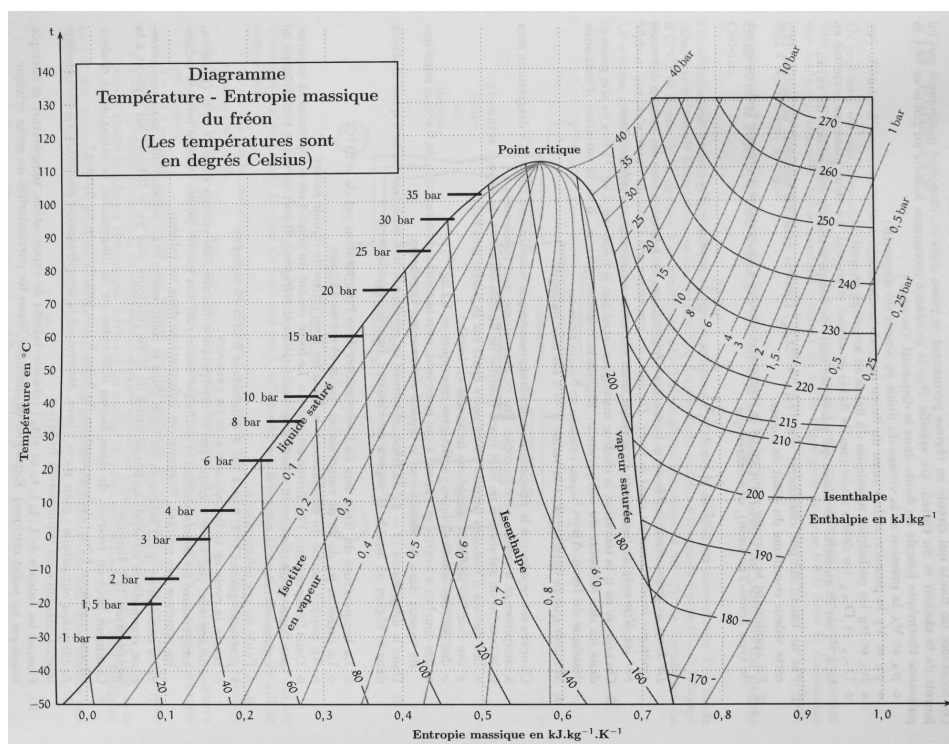


On donne le diagramme $T-s$ du fréon ci-dessous.

Les seules parties mobiles se situent dans le compresseur, et on suppose le régime stationnaire.

Tracer le cycle sur le diagramme.

On tracera également l'allure du cycle dans un diagramme de Clapeyron.



53.b – Dans l'exemple précédent, où doit avoir lieu l'évaporation (intérieur ou extérieur du réfrigérateur) ?

53.c – Dans l'exemple précédent, donner l'expression puis la valeur du transfert thermique massique reçu par le fluide lors du passage dans l'évaporateur.

Partie III : Chimie

Thermodynamique des réactions chimiques : utilisation du 1er principe (chap. 1)

54 – On considère la réaction $C_{(\text{graphite})} + CO_{2(g)} = 2CO_{(g)}$. Donner l'expression de son enthalpie standard de réaction en fonction des enthalpies standards de formation des constituants apparaissant dans l'équation.

55 – On admet que l'on trouve un résultat positif à la question précédente. La réaction est-elle endothermique ou exothermique ?

56 – On considère la transformation {avancement ξ de la réaction précédente}. Sous quelles hypothèses sur la transformation peut-on relier simplement l'enthalpie standard de la réaction à la variation d'enthalpie pour cette transformation ?

Écrire cette relation.

57 – Écrire la réaction standard de formation de $H_2O_{(l)}$ à $T = 10^\circ C$. Comment s'appelle l'enthalpie standard de réaction associée ? comment est-elle notée ?

58 – Que signifie l'approximation d'Ellingham ?

59 – On suppose que la réaction précédente a lieu en conditions isobares et isothermes. Donner l'expression du transfert thermique reçu par le système physico-chimique pour un avancement ξ de la réaction, en fonction de ξ et de l'enthalpie standard de la réaction.

60 – Donner l'état standard des constituants physico-chimiques suivants : $He_{(g)}$ à $T = 100^\circ C$ et $p = 5$ bar ; $O_{2(l)}$ à $T = 10^\circ C$ et $p = 100$ bar.

Équilibre et évolution d'un système chimique (chap. 2)

61.a – On considère l'équilibre suivant : $2H_{2(g)} + O_{2(g)} = 2H_2O_{(g)}$ ($\Delta_r H^0 < 0$).

Comment est déplacé l'équilibre si on augmente la température à pression constante ? On utilisera le principe de Le Châtelier pour justifier *soigneusement*.

61.b – Même question mais si on augmente la pression à température constante. On utilisera également le principe de Le Châtelier pour justifier *soigneusement*.

62 – On suppose que la réaction précédente a lieu en conditions isobares et isothermes. Donner l'expression du transfert thermique reçu par le système physico-chimique pour un avancement ξ de la réaction, en fonction de ξ et de l'enthalpie standard de la réaction.

63 – Écrire la relation de Van't Hoff.

64 – Le quotient de réaction associé à une équation est de la forme $Q_r = \frac{n_{NH_3} n_{H^+}}{n_{NH_4^+} c^0 V_0}$.

On augmente la quantité de matière de NH_3 , et on suppose qu'il n'y a pas de rupture d'équilibre. Dans quel sens l'équilibre est-il déplacé ?

Diagrammes E-pH (chap. 3)

- 65 – Écrire la demi-équation de réaction entre $\text{Zn}_{(s)}$ et $\text{Zn}(\text{OH})_{2(s)}$. Qui est le réducteur et qui est l'oxydant ? Énoncer la formule de Nernst cette demi-équation. En déduire la pente de cette frontière.
- 66 – Écrire la demi-équation de réaction entre $\text{Zn}_{(aq)}^{2+}$ et $\text{Zn}(\text{OH})_{2(s)}$. De quel type de réaction s'agit-il ? Que peut-on en déduire ?
- 67 – Donner les couples redox de l'eau, les demi-équations associées, et l'allure du diagramme E-pH de l'eau. Démontrer l'équation des deux frontières.

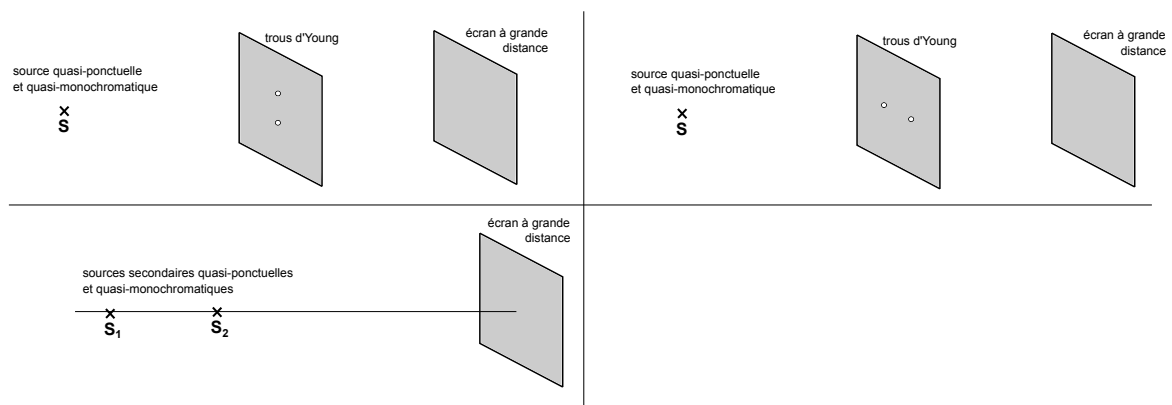
Partie IV : Optique

Optique ondulatoire (chap. 1)

- 68 – Donner la relation entre le vecteur d'onde k et la longueur d'onde λ pour une propagation dans un milieu d'indice optique n .
Donner ensuite la relation entre le vecteur d'onde k et la longueur d'onde λ_0 dans le vide pour une propagation dans un milieu d'indice optique n .
- 69.a – Donner la relation entre fréquence ν et longueur d'onde λ pour une onde lumineuse se propageant dans le vide.
Quel est l'ordre de grandeur de ν pour une onde dans l'optique ?
- 69.b – Une source possède une largeur spectrale $\Delta\nu$. Donner alors l'expression de sa largeur spectrale $\Delta\lambda$.
- 70 – Donner le temps de cohérence d'une lampe spectrale de TP.
En déduire sa largeur spectrale $\Delta\nu$.
- 71 – Donner le temps de réponse moyen d'une photodiode. Le comparer à la fréquence d'une onde dans le visible.
Quelle conséquence pour la définition de l'intensité d'une onde lumineuse ?
- 72 – Donner l'expression du chemin optique pour un parcours sur une distance l dans un milieu d'indice n par une radiation de longueur d'onde dans le vide λ_0 .
Donner la relation entre différence de phase $\varphi(B, t) - \varphi(A, t)$ et chemin optique entre A et B .

Interférences à deux ondes (chap. 2)

- 73 – Énoncer la formule de Fresnel, dans le cas d'intensités I_1 et I_2 quelconques, puis dans le cas où elles sont égales.
- 74 – Énoncer les conditions pour que deux sources produisent des interférences et expliquer la signification des termes employés.
- 75 – Dessiner l'allure de la figure d'interférence dans chacun des cas ci-dessous :



76 – Définir l'ordre d'interférence (définition faisant intervenir la différence de marche δ entre deux rayons).
Pour quelle(s) valeur(s) de l'ordre d'interférence a-t-on une intensité maximale ?

77 – Un dispositif interférentiel produit une intensité sur l'écran dont l'expression est

$$I(y) = A[1 - C \cos(2\pi\alpha y + \varphi_0)].$$

Donner l'expression de l'interfrange.

Réseaux (chap. 3)

78 – Donner la formule des réseaux pour un réseau en transmission.

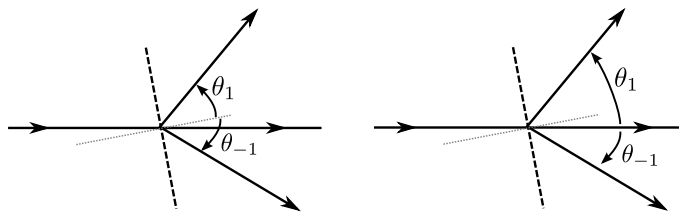
79 – Entre un réseau à 150 traits par mm et un autre à 500 traits par mm, lequel dévie le plus un faisceau incident ?

La longueur d'onde la plus déviée par un réseau est-elle le bleu ou le rouge ?

80 – Dans un dispositif de type spectromètre, la position d'une raie sur le capteur CCD est donnée par la formule $x = \frac{f\lambda}{a}$, avec f et λ des constantes. La grandeur a est le pas du réseau utilisé. On suppose que a peut varier de Δa (c'est une incertitude). Donner l'expression correspondante de Δx , variation de la position x de la raie sur l'écran.

81 – Un dispositif interférentiel à deux ondes produit une intensité sur l'écran dont l'expression est $I(x) = A[1 + C \cos(2\pi\alpha x)]$. Donner l'expression de l'interfrange.

82 – Quel est le schéma sur lequel les angles sont correctement placés, et donc pour lequel on a la formule des réseaux énoncée dans le cours ?



Partie V : Électromagnétisme

Électrostatique (chap. 1)

83 – Donner l'expression du champ électrostatique \vec{E} créé par une charge q ponctuelle.

Donner également l'expression du potentiel électrostatique.

84 – On considère un point M appartenant à un plan de symétrie de la distribution de charges. Que peut-on dire de $\vec{E}(M)$?

Même question si M est dans un plan d'antisymétrie de la distribution de charges.

85 – On donne l'expression $V(x, y, z) = V_0 \frac{x^2}{2L^2}$ pour le potentiel. En déduire l'expression du champ électrique.

86 – Donner la relation entre la différence de potentiel entre deux points A et B et la circulation du champ électrique entre ces deux points.

Que dire de la circulation de \vec{E} si $A = B$?

87 – Donner l'énoncé mathématique du théorème de Gauss. On fera un dessin avec l'orientation des éléments considérés.

Magnétostatique (chap. 2)

- 88 – Donner l'énoncé mathématique du théorème d'Ampère. On fera un dessin avec l'orientation des éléments considérés.
- 89 – On considère un point M appartenant à un plan de symétrie de la distribution de courants. Que peut-on dire de $\vec{B}(M)$?
Même question si M est dans un plan d'antisymétrie de la distribution de courants.
- 90 – On considère un plan Π de symétrie de la distribution de courants. On considère un point P quelconque (pas nécessairement sur le plan), et un point P' symétrique de P par rapport au plan Π .
Quelle est la relation entre \vec{B} au point P et \vec{B} au point P' ?
- 91 – Que signifie de dire que \vec{B} est à flux conservatif ?

Équation de Maxwell (chap. 3)

- 92 – Compléter le tableau suivant.

Équations de Maxwell :

Forme locale	Forme intégrale
Équation de Maxwell-Gauss :	
Équation de Maxwell-Faraday :	
Équation de Maxwell-Thomson (ou flux) :	
Équation de Maxwell-Ampère :	

Autres équations, déduites des équations de Maxwell :

Équation de conservation de la charge 1D	
Équation de conservation de la charge 3D	
Équation de Poisson pour le potentiel valide si :	

Bilans d'énergie en électromagnétisme (chap. 4)

- 93 – Donner l'expression et l'unité de la puissance reçue par une charge q de vitesse \vec{v} placée dans un champ électrique \vec{E} .
- 94 – Donner l'expression et l'unité de la puissance reçue par unité de volume par les charges d'un milieu, en fonction de grandeurs parmi \vec{E} , \vec{B} , ρ , \vec{j} , q .
- 95 – Donner la loi d'Ohm sous forme locale.
- 96 – Donner l'expression du vecteur de Poynting, son unité et son interprétation.

Ondes électromagnétiques (chap. 5)

- 97 – Donner l'équation de d'Alembert suivie par le champ électrique \vec{E} .
Donner la composante selon x de cette équation.
- 98 – Donner l'expression générale du champ \vec{E} en complexe lorsqu'il s'agit d'une OPPM.
Quelle est la relation entre ω et k pour qu'elle soit solution de l'équation de d'Alembert dans le vide?
- 99 – On considère une OPPM dans le vide, de vecteur d'onde \vec{k} . Donner l'expression du champ \vec{B} en fonction du champ \vec{E} et de \vec{k} .
- 100 – Comment s'écrit le champ $\vec{E}(M, t)$ dans le cas d'une OPPM se propageant dans les z croissants et de polarisation rectiligne selon le vecteur $\vec{\alpha}$? On note ω sa pulsation et k la norme du vecteur d'onde.
- 101 – Quelle doit être la relation entre τ (temps de propagations des ondes à travers le système) et T (période de variations des champs \vec{E} et \vec{B} et donc des sources) pour être dans l'ARQS?