Concours Commun INP (CCINP), France

Session 2016, filière TPC

Physique

Durée : 4 heures

Ce que traite le sujet

- Problème A, documents et partie I : le jet d'atomes d'argent
- Problème A, partie II : moment magnétique et déflexion
- Problème B, documents et parties I et II : le CD et le signal numérisé
- Problème B, partie III : lecture des CD, DVD et Blu-ray
- Problème B, parties IV et V : filtrage et écriture sur le CD

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/ccinp/tpc/2016/physique

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

CONCOURS COMMUNS POLYTECHNIQUES

EPREUVE SPECIFIQUE - FILIERE TPC

PHYSIQUE

Mercredi 4 mai : 8 h - 12 h

N.B. : le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction. Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Les calculatrices sont autorisées

*****

Le sujet comporte deux parties indépendantes au sein desquelles de nombreuses questions sont indépendantes.

Les candidats rédigeront en veillant à ne pas modifier la numérotation imposée des questions. Au sein d'une partie, les candidats s'efforceront de répondre aux questions dans l'ordre prescrit.

Les réponses seront systématiquement justifiées.

Les candidats attacheront la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction.

A Expérience de Stern et Gerlach

L'expérience de Stern et Gerlach réalisée en 1922 est historiquement fondamentale car elle a permis de mettre en évidence la quantification du moment cinétique intrinsèque (dit de spin) de l'atome. Nous allons en examiner différents aspects.

Document A1 - Expérience de Stern et Gerlach

En 1922, Stern et Gerlach ont mesuré les valeurs du moment magnétique dipolaire des atomes d'argent avec le dispositif de la **figure A1** représenté ci-dessous :

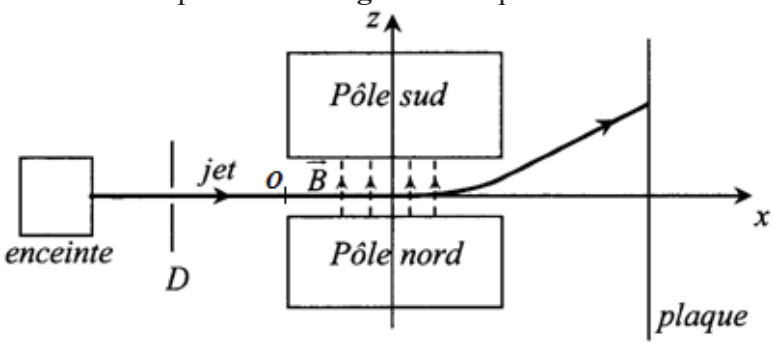


Figure A1

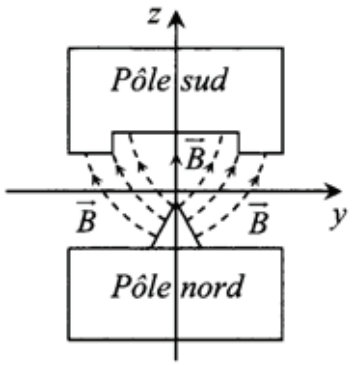


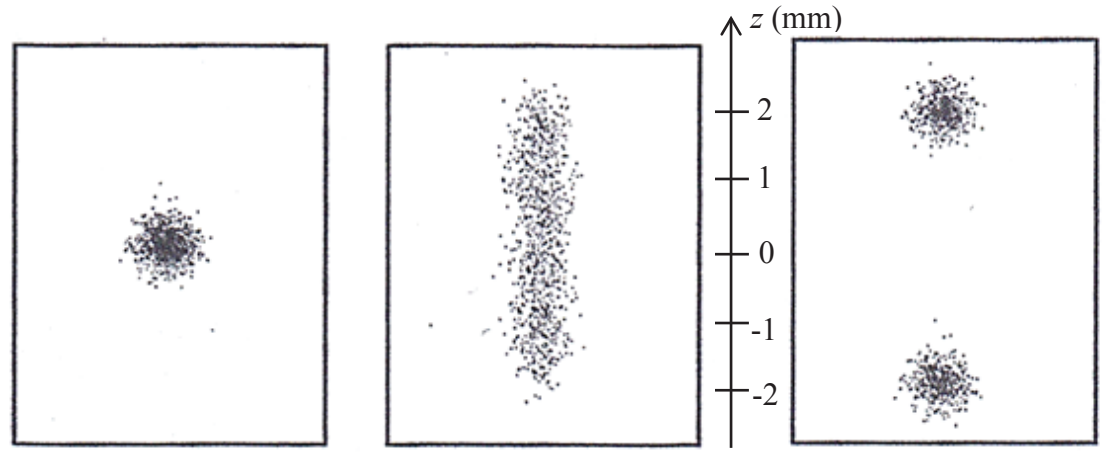
Figure A2

Tout le dispositif est placé dans un vide poussé où règne une pression inférieure au millipascal. Des atomes d'argent s'échappent par un petit orifice de l'enceinte (la source) chauffée à haute température. Ils se déplacent en ligne droite jusqu'à une fente (D) qui sélectionne les atomes qui ont une vitesse parallèle à l'axe des x.

Le jet atomique pénètre alors dans l'entrefer d'un électroaimant dont la forme est choisie pour que le champ magnétique ne soit pas uniforme. L'allure des lignes de champ magnétique dans le plan (yOz) est donnée sur la **figure A2**.

Le jet atomique est dévié par ce champ inhomogène. Quand il sort de l'électroaimant, il continue en ligne droite jusqu'à un écran où sont repérés les impacts des atomes.

La **figure A3** donne le résultat attendu par la mécanique classique ainsi que le résultat obtenu expérimentalement :



a) Résultat obtenu sans champ magnétique

b) Résultat attendu avec champ magnétique

c) Résultat obtenu avec champ magnétique

Figure A3 - Image obtenue à l'aide d'un microscope de grossissement x 20

Document A2 - Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé par Stern et Gerlach est représenté **figure A4** (dans un souci de lisibilité, l'échelle et les proportions n'ont pas été respectées) :

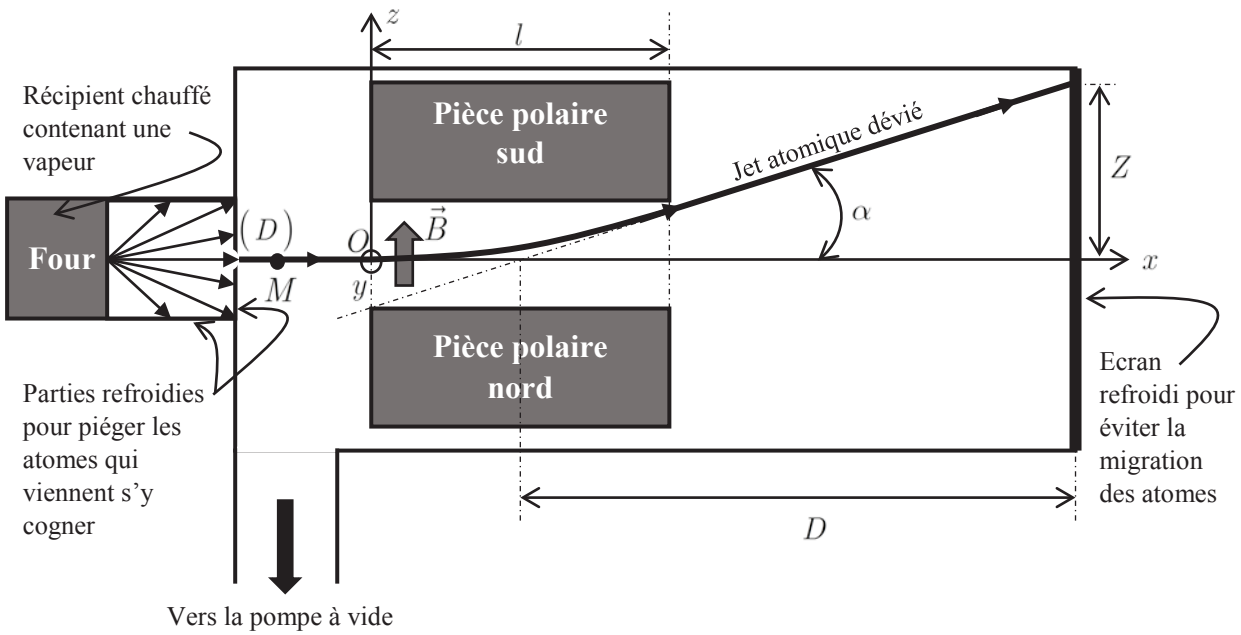


Figure A4 - Vue en coupe de l'enceinte

Caractéristiques :

Taille de la fente $\left(D\right)$ d'entrée : $b = 1\ \text{mm}$

Longueur de l'électroaimant : $l = 3{,}5\ \text{cm}$

Distance entre le milieu de l'électroaimant et l'écran : $D = 1{,}8\ \text{cm}$

Pression dans l'enceinte : $P = 1{,}0\ \text{mPa}$

Température du jet à la sortie du four : $T = 1\,270\ \text{K}$

Gradient de champ magnétique : $\dfrac{dB}{dz} = 500\ \text{T.m}^{-1}$

Document A3 – Données

Atome d'argent :

- configuration électronique :
  $Ag\left(\mathcal{Z}=47\right) : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 4d^{10} 5s^1$
- masse molaire : $M_{Ag} = 108 \text{ g.mol}^{-1}$
- rayon atomique : $r_{Ag} = 160 \text{ pm}$

Charge élémentaire : $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$

Masse d'un l'électron : $m_e = 9,1.10^{-31} \text{ kg}$

Nombre d'Avogadro : $\mathcal{N}_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Constante de Boltzmann : $k_B = 1,38.10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$

Constante des gaz parfaits : $R = \mathcal{N}_A k_B = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

Constante de Planck : $h = 6,6.\ 10^{-34} \text{ J.s}$

Permittivité du vide : $\varepsilon_0 = 8,8.10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$

Accélération de la pesanteur : $g \simeq 10 \text{ m.s}^{-2}$

Energie cinétique d'agitation thermique d'une particule de gaz parfait monoatomique : $e_c^* = \frac{3}{2} k_B T$

On négligera l'effet de la pesanteur devant toutes les autres forces en présence.

I. Analyse du jet d'atomes d'argent

Les atomes d'argent présents dans le four se vaporisent et le jet de gaz obtenu en sortie se comporte comme un gaz parfait monoatomique à la température T. On supposera que les atomes ont alors tous la même énergie cinétique (jet monocinétique).

Q.1 Montrer que la masse d'un atome d'argent s'écrit $m_{Ag} = \frac{M_{Ag}}{\mathcal{N}_A}$. En déduire que la vitesse quadratique moyenne des atomes d'argent s'écrit : $v_0 = \sqrt{\frac{3RT}{M_{Ag}}}$. Calculer cette vitesse.

Q.2 En considérant la dualité onde-corpuscule, en déduire la longueur d'onde de De Broglie correspondante. Comparer à la taille de la fente d'entrée $\left(D\right)$ et conclure.

Q.3 Exprimer la densité volumique de particules d'argent n^* du jet, une fois celui-ci dans l'enceinte, en fonction de la pression dans l'enceinte P, de la température T et de la constante de Boltzmann k_B. Calculer cette densité.

Q.4 On désigne par libre parcours moyen la distance que parcourt un atome entre deux collisions. La physique statistique nous donne une expression simple de ce libre parcours moyen : $\ell^* = \dfrac{1}{4\pi r_0 n^*}$ avec r_0 le rayon de l'atome. Calculer le libre parcours moyen des atomes d'argent. Conclure quant à la validité du modèle du gaz parfait dans ce cas.

II. Analyse de la déflexion magnétique

Dans cette partie, on souhaite interpréter les résultats obtenus et les comparer aux résultats attendus par la mécanique classique (**figure A3**).

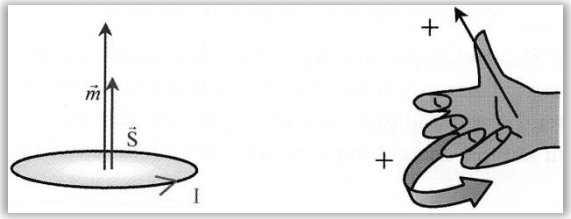
Les atomes d'argent sont porteurs d'un moment magnétique noté $\vec{m}$ dont la norme est du même ordre de grandeur que celle du magnéton de Bohr μ_B associé à l'atome d'hydrogène.

II.1. Magnéton de Bohr

Document A4 - Propriétes des dipôles magnétiques

Un dipôle magnétique est caractérisé par son **moment magnétique** $\vec{m}$. Pour une spire de courant, ce moment magnétique s'écrit :

$$\vec{m} = \mathrm{I}\vec{\mathrm{S}}.$$



Plongé dans un champ magnétique, le dipôle magnétique subit au premier ordre un couple $\vec{\Gamma} = \vec{m} \wedge \vec{B}$ et possède une énergie potentielle $E_p = -\vec{m}.\vec{B}$.

Le modèle de Bohr est une description semi-classique de l'atome d'hydrogène. Dans ce modèle, l'électron est en orbite circulaire uniforme de rayon $R_H = 53\ \mathrm{pm}$, d'axe Δ autour d'un proton comme indiqué sur la **figure A5**. Ce proton est fixe et placé au centre O du référentiel d'étude supposé galiléen et associé aux coordonnées polaires (r, θ). L'électron, supposé non relativiste, possède une charge $-e$ et une masse m_e.

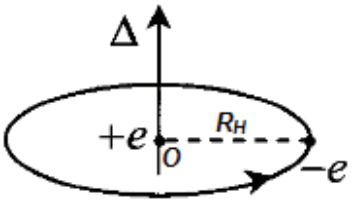


Figure A5

Q.5 Rappeler l'expression de la force électrostatique exercée par le proton sur l'électron. Justifier que l'action de la pesanteur puisse être négligée.

Q.6 Montrer que la vitesse angulaire de l'électron s'écrit : $\omega = \dfrac{e}{2\sqrt{\pi m_e \varepsilon_0 R_H^3}}$.

Q.7 Calculer la période du mouvement de l'électron T.

Q.8 On assimile l'effet magnétique du mouvement de l'électron autour du proton à celui d'un courant I circulant dans une spire circulaire. Exprimer I pour cette boucle en fonction de e et de ω.

Q.9 En déduire l'expression du moment magnétique $\vec{m}$ associé à cette boucle de courant en fonction de e, ω, R et $\vec{e}_\Delta$, vecteur unitaire associé à l'axe Δ.

Q.10 Montrer alors que le moment magnétique peut s'écrire : $\vec{m} = \gamma \vec{L}$, avec $\vec{L}$ le moment cinétique de l'électron par rapport au point O et γ le rapport gyromagnétique. On donnera l'expression de γ en fonction de e et de m_e.

Q.11 L'hypothèse de Planck, confirmée ensuite par la mécanique quantique, consiste à poser $\left\| \vec{L} \right\| = n\hbar$ où n est un entier positif et $\hbar = \dfrac{h}{2\pi}$, constante de Planck réduite. Le magnéton de Bohr μ_B est la norme du moment magnétique de l'électron dans son état fondamental, correspondant à $n = 1$. Donner son expression en fonction de e, $\hbar$ et de m_e. Calculer μ_B.

II.2. Cas d'un champ magnétique uniforme dans l'entrefer

On suppose tout d'abord que l'électroaimant produit un champ uniforme dans l'entrefer $\vec{B} = B\vec{e}_z$ vertical qui ne perturbe pas l'orbite des électrons. On prendra $B \simeq 1$ T.

On supposera que l'axe Δ portant le moment magnétique des atomes d'argent fait un angle θ constant avec $\left(Oz\right)$ tel que $\left(\widehat{\vec{B};\vec{m}}\right) = \theta$ comme indiqué **figure A6**.

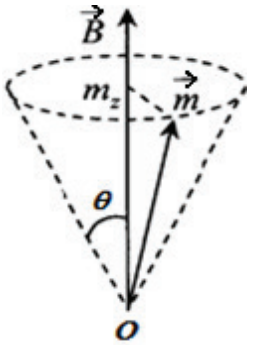


Figure A6

Le moment magnétique d'un atome d'argent s'écrit toujours : $\vec{m} = \gamma \vec{L}$, où $\vec{L}$ est ici le moment cinétique résultant de l'atome par rapport au point O.

Q.12 En appliquant le théorème du moment cinétique à l'atome, exprimer l'équation différentielle vérifiée par $\vec{m}$ et montrer que : $\frac{dm_z}{dt} = 0$ et que : $\frac{d}{dt}\left(\frac{m^2}{2}\right) = 0$ où m_z représente la composante de $\vec{m}$ selon l'axe $\left(Oz\right)$ et m la norme du vecteur $\vec{m}$.

Q.13 Justifier que l'extrémité de $\vec{m}$ tourne donc autour de $\left(Oz\right)$ en décrivant un cercle avec une pulsation $\Omega_L = \frac{eB}{2m_e}$, dite pulsation de Larmor.

Q.14 Evaluer la période de rotation T_L de $\vec{m}$ autour de $\vec{B}$ ainsi que le temps de trajet τ dans l'entrefer à l'aide de la **question Q.1** et des données.
Justifier alors que la composante m_z peut être considérée comme uniforme et que les composantes m_x et m_y perpendiculaires au champ peuvent être considérées en moyenne comme nulles pendant la durée de traversée dans l'entrefer.

Q.15 Calculer la force subie par les atomes dans l'entrefer et justifier qu'un champ uniforme ne peut être responsable de la déviation des atomes dans l'entrefer. On rappelle que pour une force conservative $\vec{F} = -\overrightarrow{grad}\left(E_p\right)$.

II.3. Cas d'un champ magnétique non uniforme dans l'entrefer

On considère cette fois les conditions expérimentales dans lesquelles un champ non uniforme $\vec{B} = B\left(z\right)\vec{e}_z$ est présent dans l'entrefer de l'électroaimant dont la vue en coupe est fournie **figure A2**. On supposera que la composante m_z du moment magnétique des atomes reste toujours uniforme dans l'espace et dans le temps.

Q.16 Traduire l'expression suivante : « le champ magnétique est à flux conservatif ».

Q.17 En analysant l'allure des lignes de champs dans l'entrefer, le champ est-il plus intense au niveau du pôle nord ou du pôle sud ? En déduire le sens du vecteur $\overrightarrow{grad}\left(B_z\right)$.

Q.18 Montrer que la force subie par les atomes s'écrit simplement $\vec{F} = m_z \frac{dB_z}{dz}\vec{e}_z$.
Evaluer l'ordre de grandeur de cette force.

Q.19 Justifier le résultat attendu par la mécanique classique (**figure A3b**)

Un atome d'argent de masse m_{Ag} (repéré par le point M sur la **figure A4)** entre dans la zone où règne le champ magnétique avec une vitesse $\vec{v}_0 = v_0 \vec{u}_x$ au point d'origine O du repère cartésien $\left(O, x, y, z\right)$.

Q.20 Déterminer les équations horaires $x\left(t\right)$ et $z\left(t\right)$ puis montrer que l'équation de la trajectoire s'écrit : $z\left(x\right) = \dfrac{m_z}{2m_{Ag}v_0^2}\dfrac{dB_z}{dz}x^2$.

Q.21 Justifier que pour $x > \ell$, les atomes d'argent suivent une trajectoire rectiligne jusqu'à l'écran. Montrer que la pente a de cette trajectoire s'écrit $a = \dfrac{m_z}{m_{Ag}v_0^2}\dfrac{dB_z}{dz}l$.

Q.22 En déduire que la déflexion Z (**figure A4**) sur l'écran s'écrit :

$$Z = D\frac{m_z}{3k_BT}\frac{dB_z}{dz}l \ .$$

Q.23 A l'aide de la **figure A3c**, déterminer les deux valeurs des déflexions puis les deux valeurs possibles de m_z. Comparer au magnéton de Bohr.

Q.24 En analysant la configuration électronique de l'atome d'argent, combien d'électrons célibataires contient-t-il ? En admettant que seuls les électrons de valence participent au moment magnétique de l'atome, conclure quant au résultat de la **question Q.23**.

Q.25 Quelle propriété quantique du moment cinétique de l'atome l'expérience de Stern et Gerlach a-t-elle pu révéler en 1922 ?

Fin du problème A

B Les disques optiques numériques

Les disques optiques numériques, communément appelés CD, DVD, HD-DVD, Blu-ray, etc, sont des objets courants de notre quotidien. La compréhension de leur fonctionnement fait appel à de nombreux domaines de la physique et nous allons tenter d'en aborder quelques-uns.

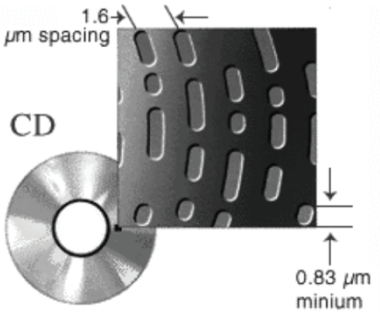


Document B1 - Le CD

Détails physiques

Les disques compacts sont constitués d'une galette de polycarbonate (indice optique 1,55) de 1,2 mm d'épaisseur recouvert d'une fine couche d'aluminium (au début, c'était d'une couche d'or et c'est encore le cas actuellement sur les disques à longue durée de vie) protégée par un film de laque. Ce film peut aussi être imprimé pour illustrer le disque. Les techniques d'impression sont l'offset et la sérigraphie. Les différentes couches sont déposées par la machine à l'état liquide au centre du disque et réparties sur la surface par la force centrifuge, afin de garantir une répartition uniforme.

Sur un CD standard, les informations sont codées sur une piste en spirale constituée d'alvéoles moulées dans le polycarbonate.



Chaque alvéole mesure 500 nm de large et sa longueur varie entre 833 nm et 3,5 µm selon l'information à coder. L'espace entre les pistes est de 1,6 µm. Pour se donner une idée des dimensions, si le disque était mis à l'échelle d'un stade de foot, une alvéole aurait la taille d'un grain de sable. La spirale commence au centre du disque pour se terminer en périphérie, ce qui autorise plusieurs tailles de disques.

Un CD est lu par une diode laser de longueur d'onde 780 nm à travers la couche de polycarbonate. La différence de profondeur entre une alvéole (creux) et la surface plane (bosse) est d'un quart de la longueur d'onde du laser, ce qui permet d'avoir un déphasage d'une demi-longueur d'onde entre une réflexion du laser dans une alvéole et sur la surface plane. L'interférence destructive causée par cette réflexion réduit l'intensité de la lumière réfléchie dans une alvéole comparée à une réflexion sur la surface plane. En mesurant cette intensité avec une photodiode, on est capable de lire les données sur le disque.

Les creux et les bosses ne représentent pas les « 0 » et les « 1 » des informations binaires. C'est le passage d'un creux à une bosse ou d'une bosse à un creux qui indique un « 1 ». On appelle cela un « front ». S'il n'y a pas de passage bosse-creux, alors il s'agit d'un « 0 ».

Document B1 - Le CD - Suite

Taille physique et structure logique

- Diamètre maximum : 120 mm
- Diamètre du trou central : 15 mm
- Du centre vers la périphérie, on distingue cinq zones dont trois contiennent de l'information.
  1) La zone centrale transparente sans information logique (mais un numéro de référence de production). Elle s'étend du rayon 7,5 mm au rayon 23 mm.
  2) La zone *Lead-in* contient des informations décrivant le contenu du support (ces informations sont stockées dans la table des matières). Elle s'étend du rayon 23 mm au rayon 25 mm.
  3) La zone *Program* contient les données et commence à partir d'un rayon de 25 mm, elle s'étend jusqu'à un rayon de 58 mm et peut contenir l'équivalent de 74 minutes de données. Elle peut contenir un maximum de 99 pistes (ou sessions) d'une longueur minimale de 4 secondes.
  4) La zone *Lead-Out* contient des données nulles (du silence pour un CD audio) et marque la fin du CD. Elle commence au rayon 58 mm et mesure 1 mm d'épaisseur (radialement). Elle doit ainsi contenir au minimum 6 750 secteurs, soit 90 secondes de silence à la vitesse minimale (1X).
  5) La zone extérieure transparente sans information en bord du disque. Elle s'étend du rayon 59 mm au rayon 60 mm.

Vitesse et capacité de stockage

Les spécifications du disque compact recommandent une vitesse linéaire de 1,2 $m.s^{-1}$ et un pas entre les pistes de 1,6 µm. Cela conduit sur un CD-ROM (74 minutes) de 120 mm de diamètre à 747 Mio (783 Mo) de données audio.

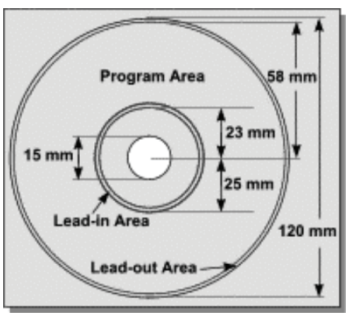
Format du signal numérisé

Nombre de canaux	2 canaux (enregistrement sur 4 canaux possible)
Quantification	16-bit linéaire
Fréquence d'échantillonnage	44,1 kHz
Code correcteur d'erreurs	Cross Interleaved Reed-Solomon Code (CIRSC)
Code d'enregistrement	Eight-to-Fourteen Modulation (EFM)

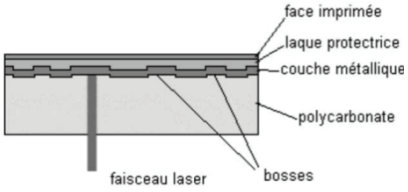
Représentations



La piste en spirale



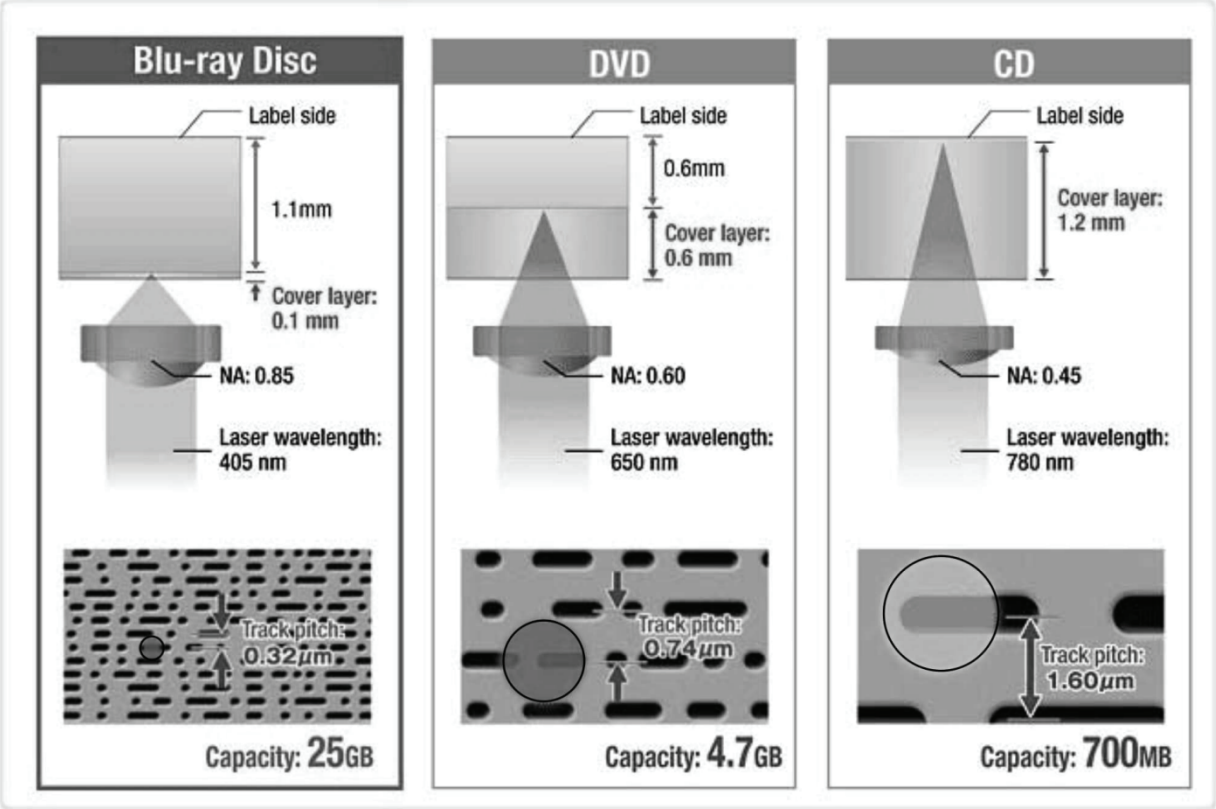
La structure logique



Les différentes couches

Document B2 - CD, DVD et Blu-ray

Quelques-unes des différences entre les technologies CD, DVD et Blu-ray sont présentées ci-dessous, parmi lesquelles la longueur d'onde, l'ouverture numérique (notée NA), l'écart entre pistes et la capacité de stockage.



Sources 2015 : wikipedia.org, blu-raydisc.com, doc. J.-P. Muller

I. Le CD

Les informations stockées sur un CD sont enregistrées sous forme numérique sur une seule piste qui s'enroule en spirale sur le disque.

Q.1 Déterminer la valeur numérique de la surface utile du CD, c'est-à-dire celle contenant l'information.

Q.2 Estimer la longueur totale L de la piste.

Q.3 En déduire la durée maximale d'un enregistrement et comparer cette valeur aux données disponibles.

II. Traitement numérique du signal

Les informations audio stockées sur le CD ont été préalablement numérisées.

Q.4 Quel est le domaine fréquentiel correspondant au domaine audible ?

Q.5 Préciser la fréquence à laquelle sont échantillonnées les informations sonores enregistrées sur le CD et justifier la valeur choisie.

Q.6 En utilisant la durée maximale d'enregistrement et les données du paragraphe « Format du signal numérisé » du **document B1**, retrouver la capacité de stockage affichée par le fabricant.
On rappelle que 1 ko = 1 000 octets, 1 kio=1 024 octets et qu'un octet contient 8 bits.

III. Principe de la lecture des CD, DVD et Blu-ray

La lecture d'un CD repose sur l'analyse de la lumière qu'il réfléchit. La source employée est une diode laser assimilée à une source ponctuelle et monochromatique. Elle est placée au foyer objet d'une lentille convergente L_1 de distance focale image $f_1^{'}$, de façon à produire un faisceau cylindrique de diamètre $D = 2,5\ \text{mm}$ parallèle à l'axe optique. Une seconde lentille L_2 de distance focale image $f_2^{'}$, appelée *lentille de focalisation*, concentre le faisceau sur la face réfléchissante du CD où sont gravées les informations à lire.

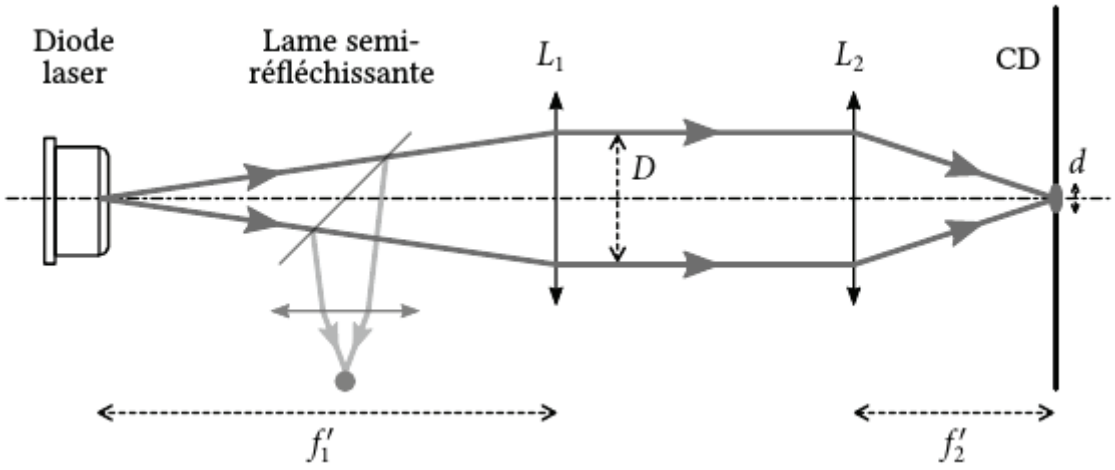


Figure B1 - Bloc optique de lecture

On constate que l'image obtenue sur le CD n'est pas parfaitement ponctuelle. Il s'agit d'une tache circulaire, appelée spot, dont le diamètre d dépend notamment de la longueur d'onde de la source (λ_0 dans l'air) et de l'indice n du milieu traversé, le polycarbonate ici. On admet que ce diamètre est donné par la relation :

$d = 1,22\dfrac{\lambda_0}{n \times \left(NA\right)}$ où $\left(NA\right)$ est l'ouverture numérique (Numerical Aperture en anglais).

Afin de lire correctement les données, la dimension du spot ne doit couvrir qu'une seule piste à la fois (voir **figure B2**).

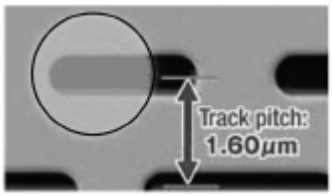


Figure B2

Q.7 Justifier que l'image obtenue sur le CD n'est pas ponctuelle.

Q.8 Déterminer le diamètre maximal du spot permettant de lire correctement le CD.

Q.9 Calculer le diamètre réel d du spot pour un CD. Ce résultat est-il en accord avec la **question Q.8** ? Expliquer.

Q.10 Justifier numériquement en quoi les technologies DVD ou Blu-ray sont supérieures au CD.

Q.11 On admet que la valeur de l'ouverture numérique, $\left(NA\right)$, s'obtient par la relation $\left(NA\right) = \dfrac{D/2}{\sqrt{\left(D/2\right)^2 + f_2'^2}}$. En déduire la valeur numérique de la distance focale f_2' de la lentille L_2 utilisée pour lire un CD.

Afin d'atteindre les données, le faisceau issu de la lentille L_2 doit traverser la couche de polycarbonate transparente. Plusieurs trajectoires des rayons lumineux peuvent être envisagées.

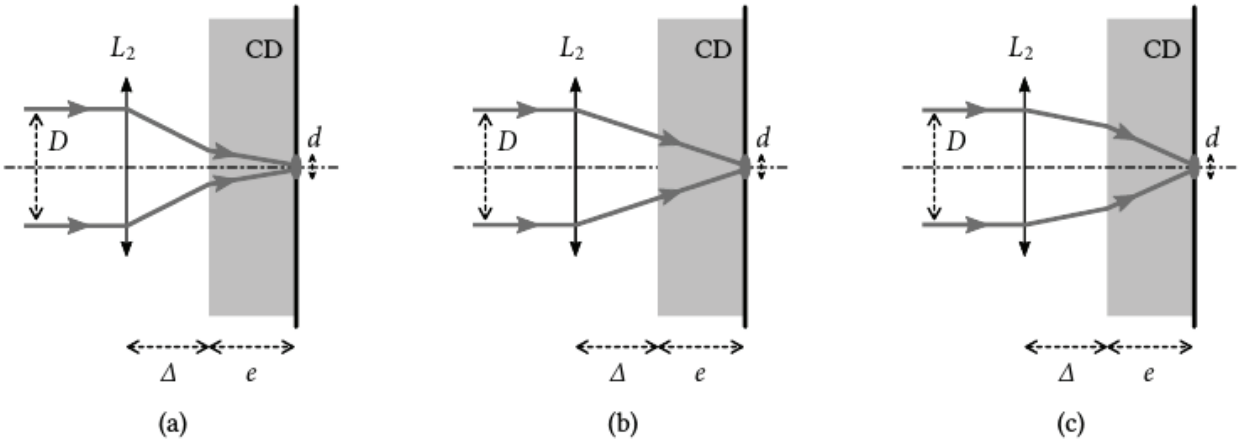


Figure B3

Q.12 Parmi les trajectoires (a), (b) et (c) de la **figure B3**, justifier quelle est la seule plausible.

Q.13 L'épaisseur e à traverser étant celle du CD, déterminer l'expression littérale puis numérique de la distance Δ qui sépare la lentille L_2 de la face avant du CD en fonction de f_2', n et e. On supposera les conditions de Gauss vérifiées.

La couche réfléchissante du CD n'est pas plane. Elle est constituée de *creux*, aussi appelés *alvéoles*, de largeur constante, de longueur variable et d'épaisseur constante h (voir **figure B4**). On appelle *plat* les parties séparant les alvéoles.

Les diverses réflexions n'introduisent aucun déphasage particulier.

Q.14 On suppose que le faisceau éclaire en partie un *plat* et en partie un *creux*. Exprimer la différence de phase entre un rayon qui se réfléchit dans une alvéole et un rayon qui se réfléchit sur un *plat*, en fonction de n, λ_0 et h.

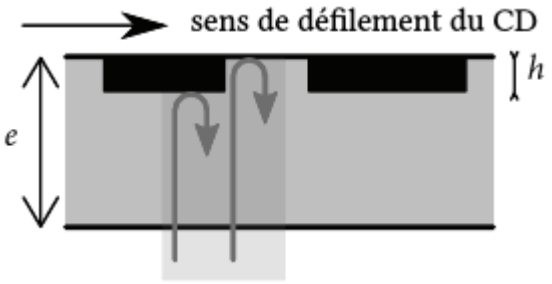
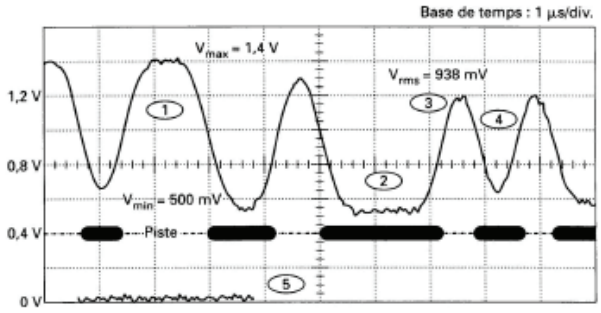


Figure B4

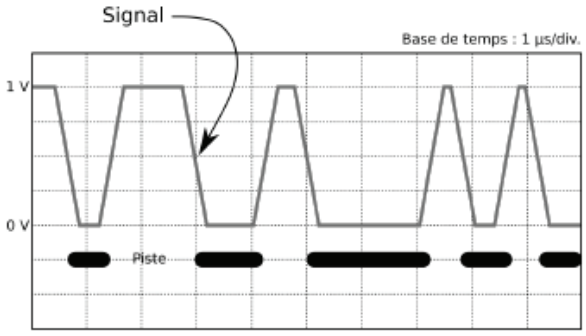
Q.15 En déduire l'expression littérale puis la valeur numérique de la profondeur h minimale d'une alvéole correspondant à des interférences destructrices des deux rayons réfléchis. Comparer ce résultat aux données disponibles.
Pourquoi l'intensité enregistrée dans ce cas n'est-elle pas nulle mais seulement minimale ?

IV. Filtrage du signal

Le faisceau réfléchi sur le CD retraverse les lentilles L_2 puis L_1 avant d'être dirigé vers un photodétecteur par la lame semi-réfléchissante (voir **figure B1**). La tension aux bornes de ce photodétecteur est proportionnelle à l'intensité reçue (voir **figure B5a**). Ce signal est mis en forme avant d'être traité par l'étage de filtrage (voir **figure B5b**).



(a) Signal reçu par le photodétecteur



(b) Signal mis en forme

Figure B5 – Traitement du signal

On souhaite réaliser un circuit permettant de détecter la présence d'un « 1 », tout le reste étant considéré comme un « 0 ».

Q.16 Faut-il utiliser un filtre permettant de détecter les hautes fréquences ? Les basses fréquences ? Les fronts montants ? Les fronts descendants ? Les paliers de haute tension ? Les paliers de basse tension ? Justifier vos réponses.

Q.17 On dispose d'une résistance de valeur $R = 1\ \mathrm{k\Omega}$. Le filtrage évoqué à la **question Q.16** peut être réalisé :

- soit à l'aide d'un filtre contenant la résistance R et un condensateur C ;
- soit à l'aide d'un filtre contenant la résistance R et une bobine d'inductance L.

Proposer un montage effectuant le filtrage demandé et préciser une valeur possible du composant choisi L ou C, en justifiant la démarche employée.

V. Thermodynamique de l'écriture sur le CD

Les CD réinscriptibles (CD-RW) sont constitués d'une couche photosensible qui, sous l'effet de la chaleur induite par le laser, peut fondre. Si la fusion est de courte durée sous une forte puissance, le matériau refroidit sous forme amorphe et opaque. Si la fusion est de longue durée sous faible puissance, le matériau refroidit sous forme cristalline et redevient transparent.

La couche photosensible est caractérisée par une masse volumique $\mu = 3,00.10^3\ \mathrm{kg.m^{-3}}$, une capacité thermique massique $c = 2,50.10^2\ \mathrm{J.K^{-1}.kg^{-1}}$ et une enthalpie massique de changement d'état (fusion) $L = 1,00.10^5\ \mathrm{J.kg^{-1}}$ à la température de fusion $T_f = 900\ \mathrm{K}$.

Le CD est initialement à la température $T_0 = 300\ \mathrm{K}$, on note $P = 14,0\ \mathrm{mW}$ la puissance reçue sous forme thermique par la masse $m = 2,85.10^{-15}\ \mathrm{kg}$ de matériau photosensible.

Q.18 Déterminer l'expression littérale puis la valeur numérique du transfert thermique Q nécessaire pour faire fondre une masse m de matériau photosensible.

Q.19 En déduire la durée pendant laquelle la masse m doit être illuminée pour réaliser cette fusion.

Q.20 Comparer la distance parcourue par le faisceau durant la fusion à la longueur d'une alvéole. Conclure.

Fin du problème B

Fin de l'énoncé

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de TPC chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Grandeurs, unités, analyse dimensionnelle et ordres de grandeur
- Magnétostatique : formulation locale
- Description et paramétrage du mouvement d'un point
- Optique géométrique et formation des images
- Superposition d'ondes lumineuses, trous d'Young et réseau
- Modèle scalaire des ondes lumineuses
- Signaux périodiques et filtrage linéaire
- Régime sinusoïdal forcé

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière : **écrire sur WhatsApp**

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/ccinp/tpc