

BACCALAURÉAT SÉRIE S**Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE
Évaluation des Compétences Expérimentales****Sommaire**

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE	3
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT	4
1. Analyse des données (20 minutes conseillées).....	7
2. Mise en œuvre du protocole expérimental (20 minutes conseillées).....	8
3. Exploitation des mesures (20 minutes conseillées)	8

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	Dans ce sujet, le candidat doit : • identifier les grandeurs expérimentales permettant de déterminer le pas d'un CD ; • déterminer comment calculer la capacité de stockage d'un CD ; • obtenir la figure d'interférences générée par un CD éclairé par un laser en incidence normale ; • mesurer la distance L entre les taches lumineuses d'ordres +1 et -1 de la figure d'interférences et la distance d entre l'écran et le CD ; • exploiter ces mesures à partir des documents fournis, pour déterminer la valeur du pas d'un CD ; • calculer la capacité de stockage d'un CD.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	• S'approprier (APP) : coefficient 2 • Réaliser (REA) : coefficient 2 • Valider (VAL) : coefficient 2
Préparation du poste de travail	<u>Précautions de sécurité</u> • Tous les appareils qui doivent être connectés au secteur le sont avant l'arrivée du candidat. • Un panneau de signalisation doit alerter le candidat sur les précautions à prendre lors de l'utilisation d'une source laser. <u>Avant le début des épreuves</u> • L'examineur teste l'expérience et disposera d'une série de valeurs mesurées de L et de d pour le CD. <u>Entre les prestations de deux candidats</u> • Changer la feuille de papier scotchée sur l'écran si le candidat a écrit dessus.
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<u>Minutage conseillé</u> • Analyse des données (20 minutes) • Mise en œuvre du protocole expérimental (20 minutes) • Exploitation des mesures (20 minutes) <u>Il est prévu deux appels obligatoires et un appel facultatif de la part du candidat.</u> • Lors de l'appel 1, l'examineur vérifie que le candidat a su identifier les grandeurs à mesurer pour déterminer le pas du CD. Il vérifie également que le candidat sait comment il va calculer la capacité de stockage du CD. • En continu ou lors de l'appel facultatif, l'examineur vérifie que le candidat a réalisé correctement le montage expérimental et effectué des mesures correctes des distances d et L. • Lors de l'appel 2, l'examineur vérifie que le candidat a su calculer le pas du CD. Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.
Remarques	Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année. <u>Autre remarques</u> • Pour obtenir les meilleurs résultats, il convient d'éclairer le CD sur la partie éloignée de son centre (laquelle se comporte comme un réseau quasi rectiligne). • La valeur de la longueur d'onde du laser est à compléter sur le document élève. • Il est nécessaire d'ajuster le protocole pour qu'il soit adapté au matériel dont dispose le candidat.

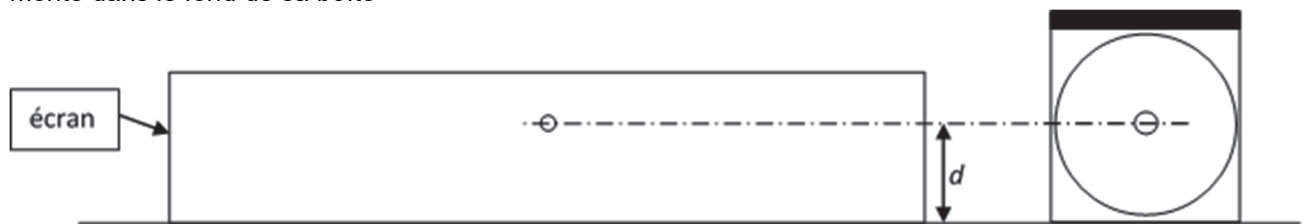
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE

La version modifiable de l'ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT jointe à la version .pdf vous permettra d'adapter le sujet à votre matériel. Cette adaptation ne devra entraîner EN AUCUN CAS de modifications dans le déroulement de l'évaluation.

Paillasse candidats

- un laser ou une diode laser et un système permettant de régler sa hauteur (support élévateur ou potence + pince + noix)
- un panneau de signalisation pour alerter le candidat sur les précautions à prendre lors de l'utilisation d'une source laser
- un CD et le fond de la boîte du CD qui servira de support et qui sera accroché sur une potence avec pince et noix ou fixé sur un support élévateur
- un écran cartonné rigide, ou mieux une planchette, de longueur au moins égale à 50 cm et de largeur d'au moins 10 cm percé en son centre d'un trou de diamètre 1 cm maximum

Remarque : afin de faciliter le positionnement du trou de l'écran par rapport au CD (ils doivent être situés dans un même plan horizontal lors de l'expérience), on pourra centrer le perçage du trou à la cote $d = 6,7$ cm d'un des grands côtés de l'écran, ce qui correspond à la position du centre du CD lorsqu'il est monté dans le fond de sa boîte



Ainsi pour des raisons de sécurité, on disposera l'écran à une hauteur inférieure à celle des yeux de l'élève quand il est assis. Celui-ci sera idéalement positionné si un grand côté de l'écran repose directement sur la table comme l'indique la figure, ce qui simplifie grandement tous les réglages.

- un système de supports et pinces pour fixer correctement l'écran de façon à ce que celui-ci repose directement sur la table
- une règle graduée en plastique de 30 cm minimum
- un mètre-ruban
- une lampe de poche ou une lampe de bureau
- une bande de papier uni de dimension 40 cm par 6 cm trouée que l'on fixe sur l'écran ou la planchette (fabriquée à partir d'un format A3)
- un ruban adhésif pour fixer correctement la bande de papier sur l'écran

Particularités

- Pour obtenir les meilleurs résultats, il convient d'éclairer le CD sur la partie éloignée de son centre (laquelle se comporte comme un réseau presque rectiligne).

Remarques

- La valeur de la longueur d'onde du laser est à compléter sur le document élève. De même, on pourra disposer une étiquette sur le laser ou la diode laser, indiquant la valeur de la longueur d'onde.
- Il est préférable de ne pas utiliser de réglet ou de règle métallique sur lesquels le faisceau laser peut se réfléchir.
- Il est nécessaire d'ajuster le protocole pour qu'il soit adapté au matériel dont dispose le candidat.

III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Ce sujet comporte **six** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.
En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.
L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collège » est autorisé.

CONTEXTE DU SUJET

Le stockage optique de l'information est né avec les premiers CD audio en 1979. Le principe de fonctionnement est resté le même pour les DVD et le Blue-ray, mais la capacité de stockage a considérablement augmenté. Elle est passée de 780 Mo pour un CD à 4,7 Go pour un DVD et à 27 Go pour un Blue-ray simple couche.

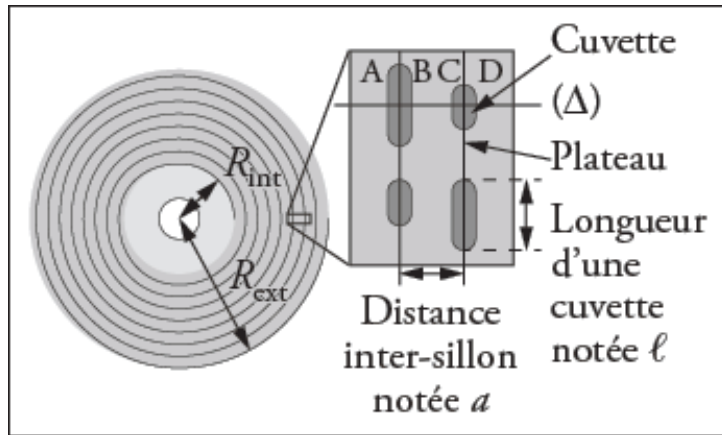
Ces supports optiques permettent d'écouter de la musique, de regarder un film ou de lire des fichiers de données informatiques.

Le stockage optique est une technologie consistant à écrire et à lire des informations en utilisant des phénomènes optiques.

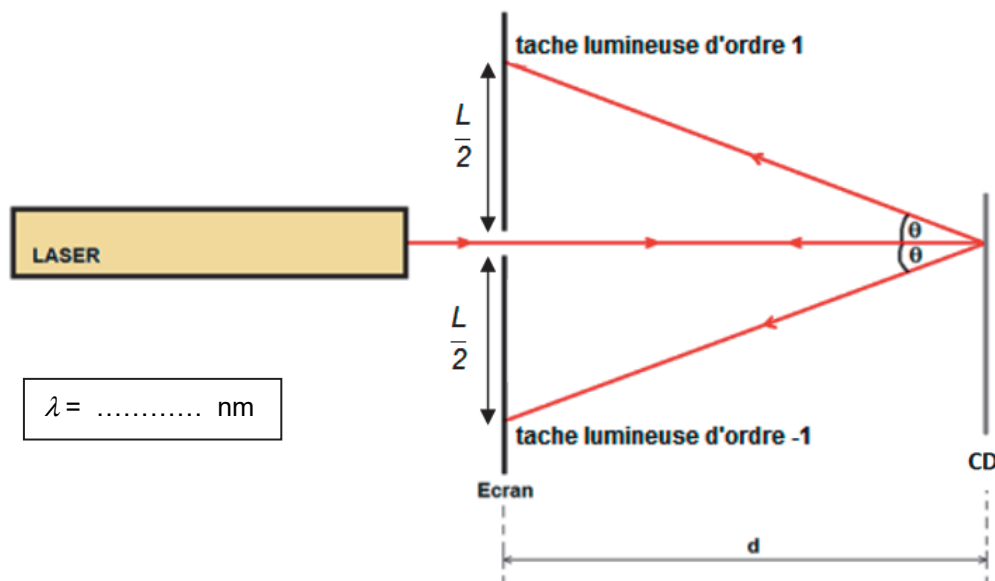
Le but de cette épreuve est d'utiliser le phénomène d'interférences lumineuses pour déterminer la capacité de stockage d'un CD.

DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT**Document 1 : Support optique et lecture des données**

Sur un support optique (CD, DVD, disque Blue-ray), les données sont inscrites sur une surface ayant la forme d'une couronne de rayon intérieur $R_{\text{int}} = 2,2 \text{ cm}$ et de rayon extérieur $R_{\text{ext}} = 5,9 \text{ cm}$. Les données sont gravées sur une piste en spirale enroulée du centre vers l'extérieur du disque. Le pas a de la spirale ou distance inter-sillon (voir figure ci-contre) est de $1,6 \mu\text{m}$ pour un CD. La piste est une succession de creux et de bosses gravées. Le laser lit la totalité de la piste où sont gravés les microreliefs du centre vers l'extérieur du disque. Les bosses et les creux rencontrés par le laser permettent de traduire les informations stockées en données numériques.



D'après Bac S 2013 Nouvelle Calédonie session de remplacement

Document 2 : Figure d'interférences et support optique gravé

En dirigeant le faisceau laser perpendiculairement au support gravé mais pas trop proche de son centre, on obtient, par réflexion, une figure d'interférences caractéristique. Cette dernière résulte de la superposition des multiples faisceaux diffractés par les sources secondaires que forment les sillons du support inclus dans le diamètre du spot laser. Cette figure présente un alignement de taches lumineuses : une tache centrale et des taches secondaires réparties symétriquement de part et d'autre. Les premières taches à gauche et à droite de la tache centrale sont qualifiées d'ordre 1 et -1.

Document 3 : Calcul du pas du disque optique

Si le faisceau laser éclaire le support gravé selon la disposition décrite dans le document n°2, on peut montrer que la distance a , également nommée « pas », est donnée par la relation :

$$a = \lambda \cdot \sqrt{1 + 4 \times \left(\frac{d}{L}\right)^2}$$

avec : λ la longueur d'onde de la lumière laser (en mètre), d la distance écran-CD (en mètre) et L la grandeur indiquée sur le schéma du document n°2 (en mètre).

Document 4 : Données concernant la capacité de stockage d'un disque optique

En première approximation, on peut considérer qu'un bit de données occupe sur le disque optique une surface effective estimée à $s = \ell \cdot a$.

ℓ est la longueur minimale d'une cuvette pour un CD. On prendra $\ell = 0,83 \mu\text{m}$

La surface disponible pour l'écriture des données a la forme d'une couronne dont la surface S_c est donnée par la relation :

$$S_c = \pi \cdot (R_{ext}^2 - R_{int}^2)$$

La capacité de stockage s'exprime en Mo (mégaoctets). Pour un CD, elle est estimée à 780 Mo.

Un octet correspond à 8 bits.

Protocole pour déterminer le pas du disque optique

- placer dans l'ordre suivant : le laser sur un support élévateur, l'écran (percé), puis le CD sur sa boîte (face gravée orientée vers le laser) ;
- régler la hauteur du support élévateur de façon à ce que le faisceau du laser passe au travers du trou de l'écran ;
- diriger le faisceau laser perpendiculairement au support optique mais pas trop proche de son centre ;
- vérifier que l'écran est bien perpendiculaire au faisceau incident du laser ;
- régler la distance d de telle sorte que l'on puisse observer sur l'écran la tache lumineuse d'ordre 1 et la tache lumineuse d'ordre -1 ;
- mesurer la distance L entre la tache lumineuse d'ordre 1 et la tache lumineuse d'ordre -1 de la figure d'interférences et la distance d entre l'écran et le support optique ;
- utiliser la formule pour en déduire le pas du support optique choisi.

Liste du matériel mis à disposition du candidat

- un laser ou une diode laser et un système permettant de régler sa hauteur (support élévateur ou potence + pince + noix)
- un panneau de signalisation pour alerter le candidat sur les précautions à prendre lors de l'utilisation d'une source laser
- un CD et le fond de la boîte du CD qui servira de support et qui sera accroché sur une potence avec pince et noix ou fixé sur un support élévateur
- un écran cartonné rigide, ou mieux une planchette, de longueur au moins égale à 50 cm et de largeur d'au moins 10 cm percé en son centre d'un trou de diamètre 1 cm maximum
- un système de supports et pinces pour fixer correctement l'écran de façon à ce que celui-ci repose directement sur la table
- une règle graduée en plastique de 30 cm minimum
- un mètre-ruban
- une lampe de poche ou une lampe de bureau
- une bande de papier uni de dimension 40 cm par 6 cm trouée que l'on fixe sur l'écran ou la planchette (fabriquée à partir d'un format A3)
- un ruban adhésif pour fixer correctement la bande de papier sur l'écran

TRAVAIL À EFFECTUER**1. Analyse des données** (20 minutes conseillées)

On souhaite mettre en œuvre une expérience permettant d'accéder au pas « a » d'un support optique gravé.

Le pas n'est pas accessible par la mesure directe. À l'aide des documents, identifier les grandeurs dont il faut déterminer la valeur pour calculer le pas « a ».

.....

.....

.....

.....

Parmi ces grandeurs, quelles sont celles qu'il convient de mesurer pour déterminer la valeur numérique du pas ?

.....

.....

.....

.....

Exprimer le nombre de bits n disponibles sur un CD en fonction de R_{ext} , R_{int} , ℓ et a .

.....

.....

.....

.....

.....

Expliquer brièvement comment en déduire la capacité de stockage N du CD en mégaoctet (Mo).

.....

.....

.....

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter les réponses ou en cas de difficulté	

2. Mise en œuvre du protocole expérimental (20 minutes conseillées)

- Mettre en œuvre le protocole expérimental donné dans les documents.
- Choisir une distance CD-écran d . Mesurer L la distance entre la tache lumineuse d'ordre 1 et la tache lumineuse d'ordre -1 de la figure d'interférences.
- Compléter le tableau suivant en effectuant trois mesures.

Distance CD-écran d (en cm)			
Distance entre les taches lumineuses L (en cm)			

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté lors de la mise en œuvre du protocole expérimental	

3. Exploitation des mesures (20 minutes conseillées)

Déterminer la valeur du pas du CD pour les trois mesures réalisées. On explicitera un calcul.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Quel est l'intérêt de faire trois mesures ?

.....

.....

.....

En déduire la valeur expérimentale du pas « a » du CD.

.....

.....

.....

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats ou en cas de difficulté	

Calculer la capacité de stockage N du CD (en Mo). Commenter le résultat obtenu.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.