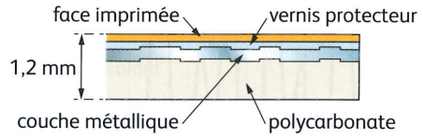
3 Lecture d'un CD (6 points)

Doc 1. Principe de fonctionnement

Un CD est un disque en polycarbonate (matière plastique transparente) recouvert d'une couche métallique réfléchissante, elle-même protégée par un vernis. La face supérieure peut être imprimée ou recouverte d'une étiquette.



A. Vue en coupe d'un CD.

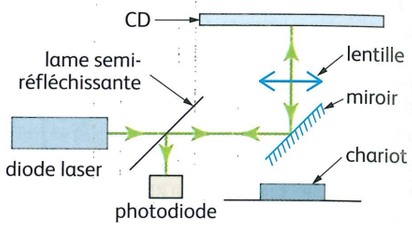
Les informations sont stockées sous forme de plats et de cuvettes sur une spirale qui commence sur le bord intérieur du CD et finit sur le bord extérieur. Les cuvettes ont une profondeur e et une largeur de 0,67 µm.

La tête de lecture est constituée d'une diode laser émettant une radiation de longueur d'onde dans le vide λ_0 = 780 nm et d'une photodiode détectant la lumière réfléchie par la surface métallisée du CD.

La lumière émise par la diode laser traverse une lame semi-réfléchissante avant de se réfléchir sur un miroir. L'ensemble miroir-lentille est monté sur un chariot mobile horizontalement pour permettre au faisceau laser de balayer un rayon du disque et verticalement pour assurer la mise au point du faisceau sur le CD

La surface du disque défile devant le faisceau laser à une vitesse de 1,2 m/s quelle que soit la position du faisceau.

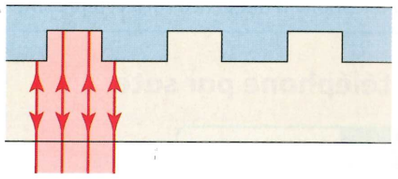
Quand le faisceau laser frappe un plat, l'éclairement de la photodiode est maximal. Quand il frappe une cuvette, l'éclairement est minimal.



B. Tête de lecture d'un lecteur de CD.

L'éclairement constant de la photodiode (cuvette ou plat) correspond au codage 0. Le passage d'un plat à un creux ou d'un creux à un plat entraîne un changement de l'éclairement de la photodiode. C'est ce changement qui est codé 1. La longueur d'un bit est normalisée. Elle correspond à la distance parcourue par la surface du CD devant le faisceau laser en 231,4 ns.

Quand le faisceau laser frappe une cuvette, une partie du faisceau est réfléchie par le fond de la cuvette et le reste par le bord, car le diamètre du faisceau est plus grand que la largeur de la cuvette.



C. Coupe du CD suivant un rayon.

Doc 2. Formulaire

$$\lambda_{poly} = \frac{\lambda_0}{n}$$

$$n = \frac{c}{v}$$

Interférence constructive si :

$$\delta = d_2 - d_1 = k\lambda_{poly}$$

Interférence destructive si :

$$\delta = d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda_{poly}}{2}$$

avec $k \in \mathbb{Z}$.

QUESTIONS

1. a. Les cuvettes dont parle l'énoncé sont-elles situées sous le CD ou dans le polycarbonate ?

b. Quel est l'intérêt de cette situation ?

c. Quelle est la longueur d'un bit ?

d. L'indice du polycarbonate est n = 1,55. Calculer la longueur d'onde de la lumière dans l'épaisseur du CD.

2. a. Lorsque le faisceau frappe une cuvette, l'éclairement de la photodiode est minimal. Pourtant, le fond des cuvettes est réfléchissant comme les plats. Comment expliquer ce phénomène ?

b. Exprimer la différence de marche entre les deux parties du faisceau réfléchi (plat et cuvette) en fonction de la profondeur e de la cuvette.

c. Calculer la plus petite profondeur e de la cuvette pour obtenir un éclairement minimal.

d. Pourquoi l'éclairement de la photodiode n'est-il pas nul ?

4 Modélisation de l'absorption infrarouge (8 points)

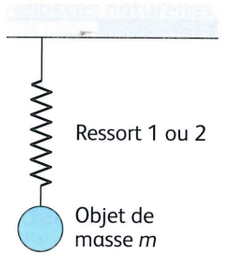
PROBLÉMATIQUE

Quels sont les facteurs qui influencent la position des bandes d'absorption en spectroscopie infrarouge ? On se propose d'étudier l'influence de différents paramètres lors des oscillations de différents systèmes masse-ressort afin d'envisager une application simplifiée au principe de la spectroscopie infrarouge.

A. Constante de raideur d'un ressort

Doc. 1. Étude de l'allongement

On considère deux ressorts, qui possèdent la même longueur à vide (c'est-à-dire lorsqu'aucune force ne s'exerce sur leurs extrémités) l_0 = 3,0 cm. L'une des extrémités de chacun de ces ressorts est fixée à un support horizontal. À l'autre extrémité est fixé un objet, de masse m variable. On négligera la masse du ressort devant m. On mesure pour chaque valeur de m la longueur du ressort à l'équilibre l_{eq}.



Le tableau 1 (respectivement 2) regroupe les valeurs mesurées expérimentalement pour le ressort 1(respectivement 2) :

m (g)	10	20	30	40
l_{eq} (cm)	3,8	4,6	5,4	6,2

Tableau 1.

m (g)	10	20	30	40
l_{eq} (cm)	3,2	3,4	3,6	3,8

Tableau 2.

QUESTIONS Partie A.

a. Vérifier que pour chaque ressort, l'allongement $x = l_{eq} - l_0$ est proportionnel à la masse m.

On admettra par la suite que la constante de proportionnalité est $\frac{g}{k}$, où g est le champ de pesanteur local et k une constante, appelée « constante de raideur », caractéristique du ressort.

b. Déterminer l'unité d'une constante de raideur k.

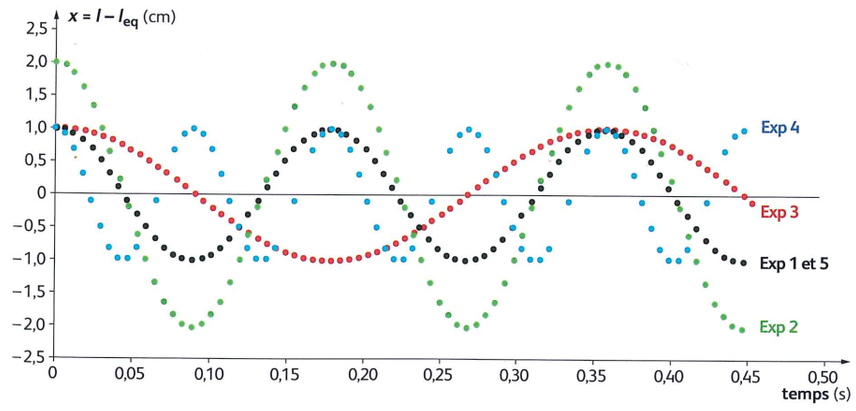
c. Déduire des mesures expérimentales que $k_2 = 4\,k_1$ (k_i étant la constante de raideur du ressort i).

On prendra g = 9,8 N·kg^{-1}.

B. Oscillations libres du pendule élastique

Doc. 2. Étude expérimentale des oscillations

On enregistre des oscillations libres du système masse-ressort, à partir du moment où on lâche la masse après avoir étiré verticalement le système de sa position d'équilibre. Le graphique ci-après traduit les mouvements observés pour cinq expériences différentes dans lesquelles on décide de faire varier la nature du ressort utilisé (R_1 ou R_2), la masse m attachée à l'extrémité mobile et l'allongement initial x_0.



Expérience 1 : ressort 1 ; m_1 = 10 g ; x_1 = 1,0 cm
Expérience 2 : ressort 1 ; m_1 = 10 g ; x_2 = 2,0 cm
Expérience 3 : ressort 1 ; m_4 = 40 g ; x_1 = 1,0 cm
Expérience 4 : ressort 2 ; m_1 = 10 g ; x_1 = 1,0 cm
Expérience 5 : ressort 2 ; m_4 = 40 g ; x_1 = 1,0 cm