

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2001

PHYSIQUE – CHIMIE

Série S

Durée de l'épreuve : 3 heures 30

coefficient : 6

ENSEIGNEMENT OBLIGATOIRE

L'usage de la calculatrice n'est pas autorisé.

Le sujet comporte 10 pages, dont l'annexe de l'exercice 3, page 8, est à rendre avec la copie.

Exercice 1:	Comparaison de solutions acido-basiques	(5 points)
Exercice 2:	Cinétique chimique	(4 points)
Exercice 3:	Oscillations électriques forcées d'un circuit RLC série	(6 points)
Exercice 4:	Lancer de ballon en GRS(Gymnastique rythmique et sportive)	(5 points)

Comparaison de solutions acido-basiques

(5 Points)

Les deux parties sont indépendantes.

I – Première partie : identification des solutions

1 - Utilisation d'indicateurs colorés

On dispose de 3 flacons A, B, C contenant chacun l'une des solutions suivantes, de même Concentration molaire volumique C_0 , dans les 3 cas :

- Solution d'acide éthanóique
- Solution d'hydroxyde de sodium (ou soude)
- Solution d'acide chlorhydrique

On cherche à identifier le contenu de chaque flacon.

On dispose de tubes à essais et de deux indicateurs colorés : le bleu de bromothymol et l'héliantine dont on rappelle les zones de virage à la fin de l'exercice.

On réalise des tests colorimétriques dans les tubes à essais avec ces trois solutions :

	Bleu de bromothymol	Héliantine
A	Jaune	Rouge
B	Jaune	Rouge
C	Bleu	Jaune

a) Dans quels domaines de valeurs se situe le pH de chacune des solutions ?

Quelle(s) solution(s) peut-on identifier ?

b) Pourquoi, lors des tests, ne doit-on verser dans chaque tube que quelques gouttes de l'indicateur coloré utilisé ?

2 - Utilisation d'un pH mètre

Pour permettre d'identifier ces trois solutions, on les dilue cent fois de façon précise et on mesure le pH des solutions diluées.

a) Choisir, dans la liste suivante, la verrerie pour obtenir 100 mL de chacune des solutions diluées.

- burette graduée 25 mL
- erlenmeyers 100mL - 200mL
- pipette jaugées 1mL - 2mL - 5mL - 10mL - 20mL
- bechers 100mL - 500mL
- fioles jaugées 50mL - 100mL – 500mL

b) La mesure du pH des trois solutions diluées donne :

- $pH_A = 2,0$
- $pH_B = 2,9$
- $pH_C = 12,0$

Montrer comment ces résultats permettent d'identifier les 3 solutions A, B et C.

c) Quelle était la concentration C_0 des solutions initiales ?

II - Deuxième partie : comparaison de deux acides faibles

On dispose de deux solutions d'acides faibles notées 1 et 2 et d'un certain nombre de renseignements concernant chaque solution :

Solution 1	Solution 2
Acide éthanóique	acide AH
$pK_{A1} = 4,75$	$pK_{A2} = ?$
$C_1 = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$	$C_2 = ?$
$PH_1 = 3,1$	$PH_2 = 2,9$

On se propose d'effectuer des mesures qui permettent de savoir par deux méthodes différentes lequel de ces deux acides est le plus fort

1 – Première méthode : détermination de C_2

On dose la solution 2 par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$. Le volume à doser est $V_2 = 20,0 \text{ mL}$. L'équivalence est repérée par le virage d'un indicateur coloré, la phénolphtaléine, dont on rappelle la zone de virage en fin d'exercice. Le volume de solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence est $V_{Be} = 10,0 \text{ mL}$.

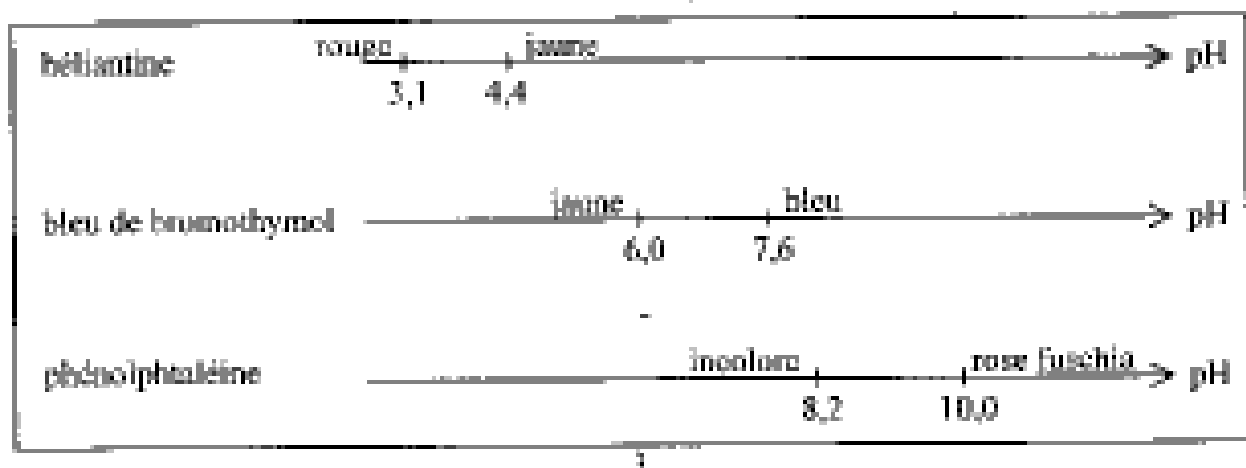
- Faire les schéma annoté du dispositif de dosage.
- Quel changement de couleur a-t-on observé à l'équivalence ?
- Écrire l'équation bilan de la réaction de dosage, définir l'équivalence et calculer C_2 .
- Comment peut-on alors comparer la force de deux acides ?

2 - Détermination du pK_A du couple de la solution 2

À $20,0 \text{ mL}$ de la solution 2, on ajoute le volume de solution d'hydroxyde de sodium nécessaire pour obtenir la demi équivalence. On mesure le pH et on trouve $pH = 3,75$.

- Quel volume de solution d'hydroxyde de sodium a-t-on versé ?
- Que représente la valeur trouvée du pH dans ce cas ?
- Comment peut-on alors comparer la force des deux acides ?

Zones de virage des indicateurs colorés.



Exercice 2

Cinétique chimique

(4 points)

Trois expériences sont réalisées à température et volume constants afin d'étudier l'évolution de trois « systèmes chimiques » au cours du temps.

A l'instant $t = 0$ on mélange les réactifs 1 et 2 suivants :

Expérience	Réactif 1	Réactif 2
Expérience I	0,50 mol de propanoate d'éthyle	0,50 mol d'eau
Expérience II	10 mL d'une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène (ou eau oxygénée) de concentration 1,0 mol/L	50 mL d'une solution aqueuse contenant $8 \cdot 10^{-1}$ mol/L d'ions tartrate en milieu acide à chaud
Expérience III	10 mL d'une solution aqueuse de permanganate de potassium de concentration $2,0 \cdot 10^{-2}$ mol/L	30 mL d'une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène de concentration $1,0 \cdot 10^{-1}$ mol/L en milieu acide

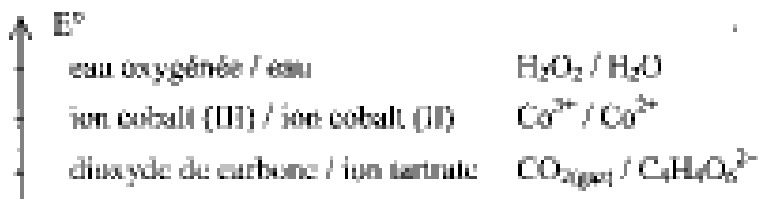
Données :

Le rendement d'une réaction d'estérification ou d'hydrolyse est le rapport entre la quantité de produit formé et celle qui aurait été obtenue s'il la réaction avait été totale.

Le rendement d'une estérification, dans le cas d'un mélange équimolaire (avec un alcool primaire) est égal à 67 %.

Le rendement d'une hydrolyse, dans le cas d'un mélange équimolaire (produisant un alcool primaire) est égal à 33%.

Dans le cadre de l'expérience II le potentiel rédox des couples est dans l'ordre représenté ci-dessous



En solution aqueuse, les ions permanganate sont violet, les ions cobalt (III) sont verts, les ions cobalt (II) sont roses, toutes les autres entités sont incolores.

1 – Expériences I

Pour la réaction I

- Écrire l'équation - bilan de la réaction en utilisant les formules semi-développées des réactifs et des produits. Nommer les produits formés .
- Préciser les caractéristiques de cette réaction.
- On détermine à chaque instant la quantité de matière n_p d'un des produits de la réaction. Tracer l'allure du graphique représentant l'évolution de n_p au cours du temps en précisant la valeur numérique finale de n_p .

2 – Expérience II

L'équation - bilan de la réaction II est la suivante :



- a) On prépare un mélange témoin de solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène et de solution contenant les ions tartrate en milieu acide à chaud : on observe au bout d'un temps assez long un très léger dégagement gazeux
L'ajout de cristaux de chlorure de cobalt (II) dans un mélange identique au mélange témoin se colore tout d'abord en rose, puis rapidement un dégagement gazeux devient très important et la solution devient verdâtre. Après quelques instants, le dégagement gazeux diminue et la solution reprend la couleur rose.
Quel est le rôle joué par les ions Co^{2+} ? Interpréter les changements de couleurs observés.
(Aucune équation-bilan n'est demandée.)

- b) On a tracé le graphique représentant l'évolution

de la quantité n_{CO_2} de dioxyde de carbone formé au cours du temps, sans ajout d'ions Co^{2+} : on a obtenu le graphique ci-contre.

On ajoute des ions Co^{2+} au mélange réactionnel : reproduire le graphique sur la copie et indiquer sur celui-ci, comment il est éventuellement modifié.



3 - Expérience III

L'équation bilan de la réaction III est la suivante :



Cette réaction entre les ions permanganate et l'eau oxygénée a pour catalyseur les ions Mn^{2+}

- a) On a tracé le graphique ci-contre représentant l'évolution de la quantité de dioxygène n_{O_2} formé au cours du temps.
Décrire l'évolution de la vitesse de formation du dioxygène au cours du temps et justifier cette évolution.

- b) Donner la valeur numérique finale de la quantité de dioxygène n_{O_2} formé.



Oscillations électriques forcées d'un circuit RLC série

(6 points)

Résonance d'intensité.

On se propose d'étudier la résonance d'intensité d'un circuit série comportant une bobine, une boîte de résistances, un condensateur et un générateur de signaux basses fréquence (G.B.F.).

Liste du matériel utilisé

Un GBF qui délivre une tension alternative sinusoïdale de fréquence f réglable, dont la valeur est affichée sur l'écran digital de l'appareil.

Une bobine d'inductance L et de résistance $r = 10 \Omega$.

Une boîte de résistances réglée sur la valeur $R = 10 \Omega$.

Un condensateur de capacité $C = 1 \mu\text{F}$.

Un oscilloscope bicourbe

Un ordinateur équipé pour mesurer en mode multimètre l'intensité efficace I dans le circuit et la tension efficace U aux bornes du GBF.

1^{ère} partie : Recherche de la résonance.

le dipôle constitué de la bobine, la boîte de résistances et le condensateur montés en série est alimenté par le GBF.

En utilisant l'oscilloscope, on veut visualiser simultanément la tension $u(t)$ aux bornes du GBF sur la voie A et une tension proportionnelle à l'intensité $i(t)$ du courant qui traverse le circuit sur la voie B.

1 – Dessiner le schéma du montage à réaliser en faisant apparaître les branchements de l'oscilloscope.

2 - On règle la fréquence du signal délivré par le GBF pour observer sur l'écran de l'oscilloscope deux courbes en phase ce qui caractérise la résonance d'intensité. La valeur de la fréquence f_R correspondante est voisine de 500 Hz.

a) Que représente cette fréquence f_R pour le dipôle ?

b) Quelle est la relation entre cette fréquence f_R et les caractéristiques du dipôle ?

En déduire une valeur approchée de l'inductance L de la bobine (on prendra $\pi^2 = 10$).

2^{ième} partie : Courbe de réponse en intensité du circuit

Grâce à l'ordinateur on mesure l'intensité efficace I dans le circuit précédent et la tension efficace U aux bornes du GBF pour différentes valeurs de la fréquence f de la tension sinusoïdale délivrée par le GBF.

Le logiciel utilisé permet alors de représenter les variations de I en fonction de f tout en vérifiant que la valeur efficace U de la tension fournie par le GBF reste constante et égale à 2,0 V.

La courbe obtenue est fournie dans l'annexe (page 8) à rendre avec la copie

3 - Déterminer graphiquement la valeur de la fréquence f_R .

4 - Définir la bande passante à 3 dB, la faire apparaître sur la courbe et donner sa largeur β

(on prendra $\frac{1}{\sqrt{2}} = 0,7$).

5 - Le facteur de qualité étant défini par $Q = f_R / \beta$, en donner une valeur approchée.

6 - A partir de la courbe, déterminer, en la justifiant, la valeur de la résistance totale R_T du circuit.
Celle-ci est-elle en accord avec données fournies dans l'énoncé ?

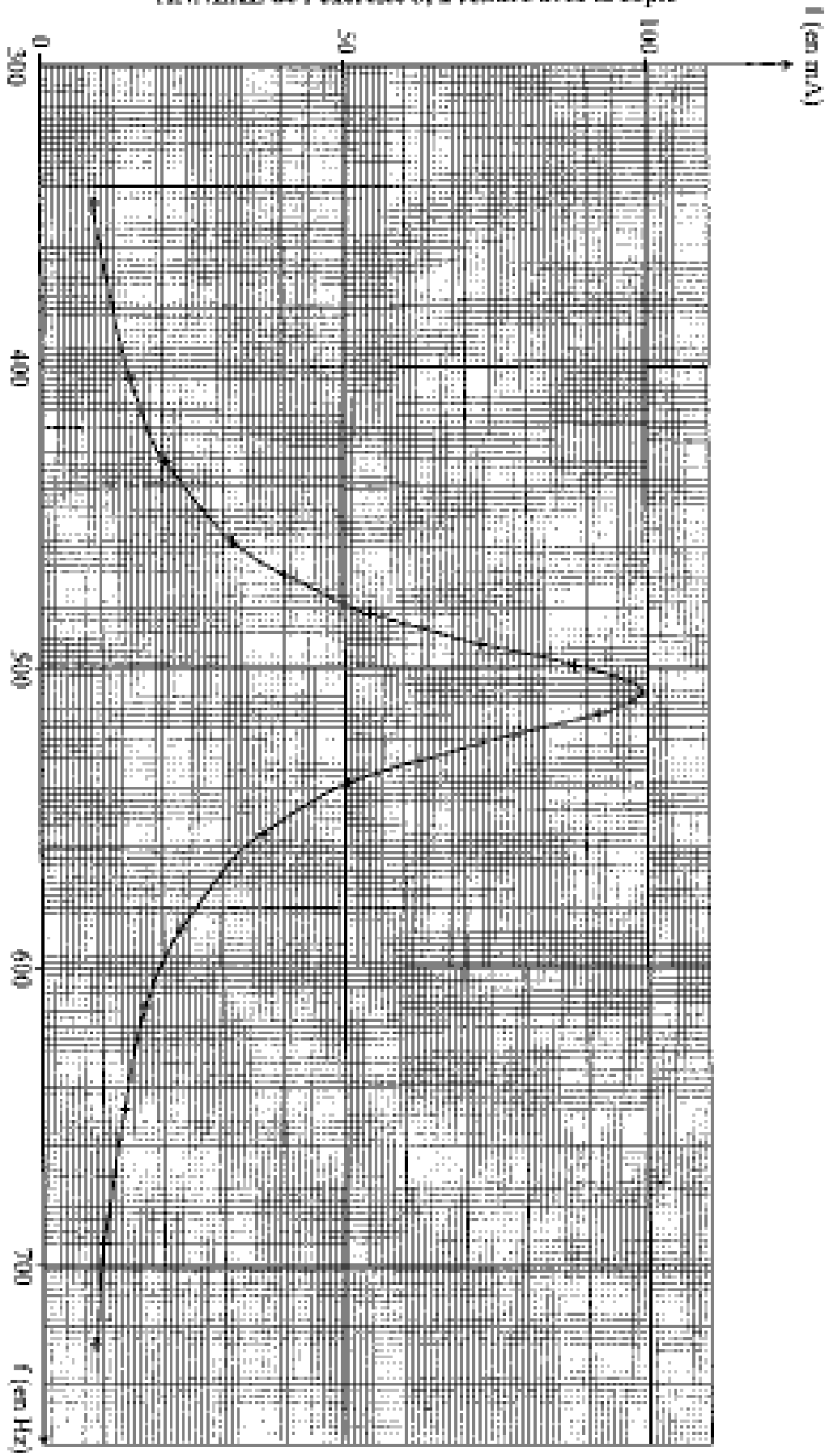
7 - On montre que Q est aussi donné par la relation $Q = \frac{1}{R_T} \sqrt{\frac{L}{C}}$ où R_T est la résistance totale du dipôle

Calculer une valeur approchée de Q . Est-elle en accord avec celle déterminée à la question 5 ?

8 - On modifie le réglage de la boîte de résistances en augmentant la valeur de R : préciser pour les grandeurs ci-dessous si elle est modifiée et, si oui, dans quel sens

- la fréquence de résonance f_R ;
- la largeur β de la bande passante,
- le facteur de qualité Q .

ANNEXE de l'exercice 3, à rendre avec la copie



Exercice 4

Lancer d'un ballon en G.R.S. (gymnastique rythmique et sportive).

(5 points)

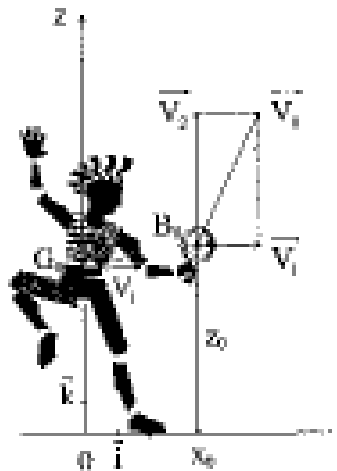
Une gymnaste, tout en étant en mouvement, doit lancer en l'air un ballon et le rattraper.

« On se propose de montrer dans cet exercice que pour être au bon moment et au bon endroit pour rattraper un ballon préalablement lancé en l'air, une solution simple pour la gymnaste consiste à lancer le ballon avec une vitesse verticale et à continuer son déplacement horizontal en gardant une vitesse constante. La coïncidence en temps et en lieu sera ainsi assurée et, cela, quelle que soit la grandeur de la vitesse verticale donnée au ballon. »

D'après un extrait de l'ouvrage : Physique pour les sciences du sport (Alain Durey)

Dans un référentiel lié à la salle de gymnastique, la gymnaste est en mouvement rectiligne uniforme à la vitesse \vec{v}_1 .

Dans ce même référentiel à l'instant du lancer la vitesse du ballon est \vec{v}_0 dont la composante horizontale V_{0x} est égale à V_1 . Sa composante verticale V_{0z} sera notée V_2 .



Situation à l'instant du lancer choisi comme origine des dates $t = 0$.

L'instant du lancer est choisi comme origine des dates $t = 0$.

Dans le référentiel de la salle ; on considère le repère (O, \vec{i}, \vec{k}) défini de la manière suivante : l'origine O correspond à la projection du centre d'inertie G_0 de la gymnaste sur le sol horizontal à l'instant du lancer ; l'axe Ox est horizontal et l'axe Oz vertical ascendant (cf. figure).

Le centre B du ballon se trouve au point B_0 de coordonnées $(x_0 ; z_0)$ à l'instant du lancer.

Dans la salle le champ de pesanteur uniforme est noté g .

Dans tout le problème on négligera l'action de l'air. Aucun calcul numérique n'est demandé.

Toutes les réponses seront exprimées en fonction des données : g, V_1, V_2, x_0 et z_0

1 – Mouvement de la gymnaste

Déterminer l'équation horaire $x_G(t)$ du mouvement du centre d'inertie G de la gymnaste sur l'axe Ox.

2 – Mouvement du ballon

- De l'étude dynamique du mouvement du centre d'inertie B du ballon déduire les équations horaires $x_B(t)$ et $z_B(t)$ du point B.
- En déduire l'équation de la trajectoire du point B et tracer l'allure de la courbe correspondante en y faisant apparaître le vecteur \vec{v}_0
- Quelles sont les caractéristiques du vecteur vitesse du point B au sommet de sa trajectoire ?
Quelle est la hauteur maximale atteinte par le point B ?

3 - Rattraper du ballon par la gymnaste

- La gymnaste récupère le ballon lorsque son centre B repasse à l'altitude z_0 .
Déterminer le "temps de vol" t_v du ballon (durée séparant les instants du lancer et du rattraper).
Comment la gymnaste peut-elle augmenter ce "temps de vol" ?
- Déterminer la distance parcourue par le centre d'inertie B du ballon suivant l'axe horizontal Ox pendant le "temps de vol" .
De quel(s) paramètre(s) dépend cette distance.
- Montrer que la distance parcourue par le centre d'inertie G de la gymnaste pendant ce "temps de vol" est la même.

4 – Critique du texte introductif

- Dans l'extrait de l'ouvrage cité en début d'exercice deux vitesses sont mentionnées. Dans quel référentiel chacune est-elle définie ?
- Justifier la dernière phrase de l'extrait : « La coïncidence en temps...vitesse verticale donnée au ballon. »

ENSEIGNEMENT de SPÉCIALITÉ

Exercice 4

Observations faites avec une lentille $+8 \delta$

(5 points)

Description de l'expérience

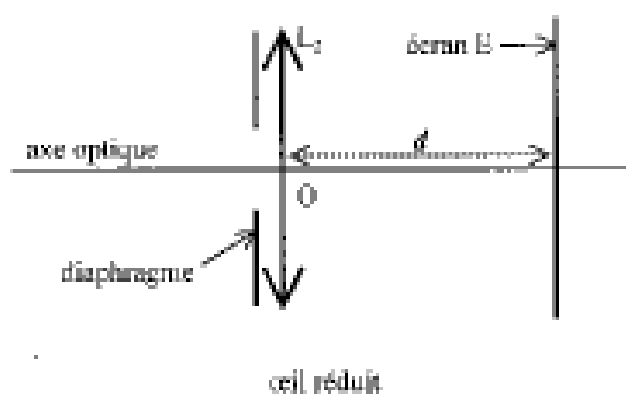
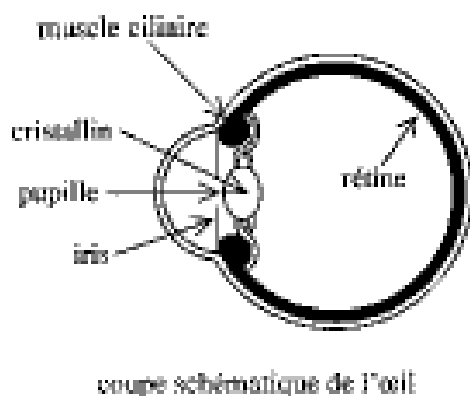
On tient une lentille L_1 de vergence $C_1 = +8 \delta$ à bout de bras et on regarde à travers cette lentille un objet AB très lointain (considéré comme à l'infini) : l'image de cet objet est vue nette et renversée si le bras est bien tendu.

On rapproche alors la lentille de l'œil tout en regardant ce même objet à travers la lentille : l'image devient progressivement très floue, jusqu'à disparaître. puis lorsque la lentille est très proche de l'œil, elle réapparaît presque nette mais droite

On cherche dans cet exercice à interpréter ces observations en modélisant l'œil et en étudiant le système de deux lentilles convergentes formé par la lentille de vergence 8δ et l'œil.

Première partie: modélisation de l'œil

On peut donner de l'œil un modèle simplifié appelé "œil réduit" (cf schéma ci-dessous) :



- La vergence C_2 de L_2 est variable (caractéristique due à la déformation possible du cristallin).
- Un objet n'est vu nettement par l'œil que si son image se forme sur la rétine située à une distance d fixe du cristallin.
- L'œil normal donne d'un objet à l'infini une image nette sur la rétine sans avoir à accommoder. On dit que l'œil est au repos. Sa vergence est alors minimale et vaut 60δ .
- Quand l'œil normal regarde un objet rapproché, le cristallin se déforme : on dit que l'œil accommode.

De même, dans l'œil réduit la vergence C_2 de la lentille L_2 augmente.

1- Calculer, en centimètres, la valeur de la distance d entre la lentille L_2 et l'écran (équivalente à la distance séparant le cristallin de la rétine).

2 -Calculer la vergence maximale de L_2 sachant que la distance minimale de vision distincte pour l'œil normal est de 25 cm.

Deuxième partie : système (lentille L_1 + œil) correspondant à l'expérience

la lentille L_1 de vergence $C_1 = +8 \delta$ donne de l'objet AB à l'infini une image A_1B_1 . Cette image sert d'objet pour la lentille L_2 de vergence C_2 qui en donne une image A_2B_2 .

La vergence C_2 est variable comme il a été rappelé précédemment.

On rappelle que la perception visuelle est inversée par rapport à A_2B_2 (une image finale A_2B_2 orientée vers le bas correspond à la vision d'un objet orienté vers le haut).

1 – Préciser la position de l'image A_1B_1 donnée par L_1 de l'objet AB à l'infini.

Construire cette image sur le schéma 1 de l'annexe à rendre avec la copie (page 11)

2 - On considère les différentes positions de cette image A_1B_1 par rapport à l'œil lorsque l'on rapproche L_1 de celui-ci supposé au repos.

a) Sur les schémas 2, 3, 4 de l'annexe, construire l'image A_2B_2 que donne la lentille L_2 de l'objet A_1B_1 .

b) Indiquer sur chaque schéma la nature (réelle ou virtuelle) de l'objet A_1B_1 et de l'image A_2B_2

3 - a) En s'aidant du schéma 2, montrer que l'accommodation permet d'avoir une image nette.

b) À quelle distance minimale de l'œil doit se trouver A_1B_1 pour que l'image se forme sur la rétine ?

c) Quelle doit être alors la longueur minimale du bras tendu ?

4 - A l'aide du schéma 4, interpréter la fin de la description de l'expérience : « puis lorsque la lentille est très proche de l'œil, elle (l'image) réapparaît presque nette mais droite ».

ANNEXE de l'exercice 4, à rendre avec la copie

(Les dimensions réelles n'ont pas été respectées pour permettre une lecture facile des schémas)

Pour chaque lentille, on note F et F' les foyers principaux objet et image

