BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2006

PHYSIQUE – CHIMIE

Série S

OBLIGATOIRE

Durée de l'épreuve : 3 h 30 - Coefficient : 6

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Ce sujet comporte 2 exercices de PHYSIQUE et 1 exercice de CHIMIE présentés sur 11 pages numérotées de 1 à 11, y compris celle-ci.

Ce sujet comporte 3 annexes à rendre avec la copie en fin d'épreuve.

Le candidat doit traiter les trois exercices, qui sont indépendants les uns des autres :

Exercice n°1 : Bobine à inductance réglable.
Exercice n°2 : Analyse d'un lait.
Exercice n°3 : À propos de la lumière.

Il sera tenu compte de la qualité de la présentation et de la précision des résultats numériques en fonction de la précision des données fournies par l'énoncé (emploi correct des chiffres significatifs).

Exercice n°1 (5,5 points)

BOBINE À INDUCTANCE RÉGLABLE

Au cours d'une séance de travaux pratiques, on veut vérifier la valeur de l'inductance indiquée par le curseur du dispositif de réglage d'une bobine à noyau de fer doux. Pour cela on va procéder en deux étapes :
Première étape : on détermine la valeur de la capacité d'un condensateur par l'étude expérimentale de sa décharge à travers un conducteur ohmique.
Seconde étape : on étudie la décharge de ce condensateur à travers la bobine pour en déduire la valeur de son inductance.

1. DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ DU CONDENSATEUR.

Le circuit d'étude du condensateur est schématisé sur le **document N° 1 en ANNEXE N° 1, à rendre avec la copie.**
L'interrupteur est en position 1. Le condensateur est chargé sous la tension E.
À la date t = 0, on commute l'interrupteur en position 2. Le condensateur se décharge à travers un conducteur ohmique de résistance R = 5,6 kΩ.
La courbe de décharge est donnée sur le **document N° 2 en ANNEXE N° 1 à rendre avec la copie.**

1.1. En utilisant la convention récepteur, flécher les tensions u_C aux bornes du condensateur et u_R aux bornes du conducteur ohmique. Noter par q et –q les charges des armatures du condensateur.

1.2. Montrer que l'équation différentielle du circuit vérifiée par la tension u_C peut s'écrire :

$$u_C + RC\frac{du_C}{dt} = 0$$

La solution de l'équation est $u_C(t) = Ee^{-t/\tau}$ avec la constante de temps $\tau = RC$.

1.3. À $t = \tau$, la tension aux bornes du condensateur est-elle égale à 37 %, 63 % ou 93 % de sa valeur initiale ? Justifier la réponse.

1.4. À l'aide du graphe donné sur le **document N° 2**, déterminer la valeur de la constante de temps τ.

1.5. En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

1.6. Sur le graphe donné sur le **document N° 2**, tracer l'allure de la courbe de décharge $u_C' = f(t)$ dans le cas où on utilise un conducteur ohmique de résistance R' plus faible. Justifier.

2. MESURE DE L'INDUCTANCE DE LA BOBINE.

La bobine étudiée a une inductance L que l'on peut régler de 0,1 H à 1,1 H et une résistance r = 12 Ω.

On admet que la relation $u_L = ri + L\frac{di}{dt}$ où u_L et i sont définis en convention récepteur, reste valable aux bornes de la bobine avec noyau de fer doux.

Pour mesurer une valeur L de l'inductance de la bobine, on place l'index de réglage sur 0,5 H.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

On réalise le circuit donné sur le **document N° 3 en ANNEXE N° 1 à rendre avec la copie**, en utilisant le condensateur de capacité C = 2,2 µF.
L'interrupteur est en position 1. Le condensateur est chargé sous la tension E.
À la date t = 0 , on commute l'interrupteur en position 2.
On obtient la courbe $u_C = f(t)$ donnée sur le **document N° 4 en ANNEXE N° 1 à rendre avec la copie**.

2.1. Pour visualiser à l'ordinateur la tension u_C aux bornes du condensateur, représenter sur le schéma du circuit donné sur le **document N° 3 en ANNEXE N° 1 à rendre avec la copie** les connexions de la voie 1 et de la masse de la carte d'acquisition.

2.2. Pourquoi qualifie-t-on le régime de la tension u_C de pseudo-périodique ?

2.3. Dans notre expérience, on peut considérer que la pseudo-période T est égale à la période propre donnée par la relation : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$.
En vous aidant de la courbe $u_C = f(t)$ du **document N° 4 en ANNEXE N° 1 à rendre avec la copie**, déterminer la valeur de l'inductance L du circuit en expliquant votre démarche.

2.4. Comparer la valeur de l'inductance obtenue précédemment avec la valeur pointée par l'index de la bobine en calculant l'écart relatif $\frac{|L_{exp} - L_{bobine}|}{L_{bobine}}$. L'indication de l'index est-elle correcte ? Justifier la réponse.

3. BILAN ÉNERGÉTIQUE.

Maintenant on s'intéresse à l'évolution temporelle des énergies emmagasinées par le condensateur et la bobine, W_C et W_L. Les courbes sont données sur le **document N° 5 en ANNEXE N° 1 à rendre avec la copie**.

3.1. Écrire les expressions des énergies W_C et W_L en fonction des données u_C, i intensité du courant dans le circuit, C et L.

3.2. En vous aidant des conditions initiales, identifier sur **document N° 5 en ANNEXE N° 1 à rendre avec la copie** les courbes W_C et W_L. Justifier votre réponse.

3.3. En comparant les évolutions temporelles des énergies W_C et W_L, que se passe-t-il entre le condensateur et la bobine ?

3.4. L'énergie totale $W = W_C + W_L$ emmagasinée par le circuit décroît au cours du temps. Quelle est l'origine de cette perte d'énergie ?

3.5. On aurait pu faire cette étude en associant en série avec la bobine à inductance réglable et le condensateur, un dipôle qui entretient les oscillations électriques. Quel est le rôle de ce dipôle ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Exercice n° 2 (6,5 points)

ANALYSE D'UN LAIT

Les parties 1. et 2. de cet exercice sont indépendantes et peuvent être traitées séparément.

On se propose de déterminer les masses en ions chlorure et en acide lactique présents dans un lait.

1. DOSAGE PAR CONDUCTIMÉTRIE.

1.1. On prélève un volume $V_0 = 20{,}0$ mL de lait (solution S_0) et on les introduit dans une fiole jaugée de volume $V_S = 100{,}0$ mL.
On complète avec de l'eau distillée et on homogénéise pour obtenir une solution S, de concentration C_S. Quel rapport existe entre la concentration C_0 de la solution S_0 et la concentration C_S de la solution S ?

1.2. On verse un volume $V_1 = 10{,}0$ mL de la solution S dans un bécher et on y ajoute environ 250 mL d'eau distillée. Indiquer précisément le protocole à suivre pour prélever les 10,0 mL de solution S (matériel utilisé, manipulations à effectuer).

1.3. On plonge ensuite dans le bécher une cellule conductimétrique.
Initialement et après chaque ajout, mL par mL, d'une solution aqueuse de nitrate d'argent ($Ag^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)}$) de concentration $C2 = 5{,}00.10^{-3}$ mol.L^{-1} on détermine la conductivité du milieu réactionnel.
Indiquer, sur un schéma annoté, le dispositif expérimental à mettre en place.

Le suivi conductimétrique du dosage permet d'obtenir la courbe d'évolution de la conductivité σ du milieu réactionnel en fonction du volume V_2 de la solution de nitrate d'argent versé **(document N° 1 donné en ANNEXE N° 2, à rendre avec la copie)**. La transformation chimique, rapide, met uniquement en jeu les ions chlorure et les ions argent selon l'équation de réaction :

$$Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} = AgCl_{(s)}$$

Rappel : *le chlorure d'argent* AgCl *est un solide blanc, pratiquement insoluble dans l'eau, qui noircit à la lumière.*

1.4 Quelle est l'origine de la conductivité initiale de la solution ?

1.5. En utilisant les valeurs des conductivités molaires ioniques données ci-dessous, interpréter la variation de la valeur de la conductivité σ du milieu réactionnel au cours du dosage.

À 25 °C : $\lambda(Cl^-_{(aq)}) = 76{,}3.10^{-4}$ m^2.S.mol^{-1}

$\lambda(NO^-_{3(aq)}) = 71{,}4.10^{-4}$ m^2.S.mol^{-1}

$\lambda(Ag^+_{(aq)}) = 61{,}9.10^{-4}$ m^2.S.mol^{-1}

1.6. Quel événement correspond au point particulier apparaissant sur la courbe $\sigma = f(V_2)$?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

1.7. Déterminer, en utilisant cette courbe, le volume V_{2E} de solution de nitrate d'argent versé à l'équivalence.

1.8. Quelle est à l'équivalence la relation entre la quantité de matière en ions argent introduits et la quantité de matière en ions chlorure initialement présents ?

1.9. En déduire la concentration molaire C_S en ions chlorure initialement présents dans la solution S, puis celle C_0 dans le lait.

1.10. La masse d'ions chlorure présents dans un litre de lait doit être comprise entre 1,0 g et 2,0 g. Calculer la masse d'ions chlorure présents dans le lait étudié et conclure.

Donnée : masse molaire des ions chlorure : $M(Cl^-) = 35,5\ g.mol^{-1}$.

2. DOSAGE DE L'ACIDE LACTIQUE.

Un lait frais ne contient pas d'acide lactique. En vieillissant, le lactose présent dans le lait se transforme en acide lactique, noté par la suite HA.
On dose l'acide lactique, considéré comme le seul acide présent dans le lait étudié, par une solution d'hydroxyde de sodium : $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ (soude) de concentration $C_B = 5,00\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

On prélève un volume $V_A = 20,0$ mL de lait que l'on place dans un bécher et on suit l'évolution du pH en fonction du volume V_B de soude versé.

2.1. Écrire l'équation de la réaction qui se produit lors du mélange. Quelles caractéristiques doit présenter cette réaction pour être adaptée à un dosage ?

2.2. Exprimer puis calculer la constante de réaction K correspondante. Conclure.

Données : couples acide/base : $H_2O / HO^-_{(aq)}$: $pK_{A1} = 14,0$
H_3O^+ / H_2O : $pK_{A2} = 0,0$
$HA_{(aq)} / A^-_{(aq)}$: $pK_A = 3,9$

On obtient les valeurs données dans le tableau suivant :

V_B (mL)	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10	11	11,5	12	12,5	13	14	16
pH	2,9	3,2	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	6,3	8,0	10,7	11,0	11,3	11,5

2.3. En utilisant un diagramme de prédominance, déterminer quelle est, entre $HA_{(aq)}$ et $A^-_{(aq)}$ l'espèce chimique prédominante au début du dosage.

2.4. Pour quel volume de soude versé, $HA_{(aq)}$ et $A^-_{(aq)}$ sont-elles présentes en quantités égales ?

2.5. Le tracé du graphe représentant l'évolution du pH en fonction du volume de soude versé montre que l'équivalence acide base est atteinte pour un volume de soude $V_B = 12,0$ mL.
En déduire la quantité de matière d'acide lactique présente dans le volume V_A de lait.

2.6. On considère qu'un lait frais a une concentration massique en acide lactique inférieure à $1,8\ g.L^{-1}$.
Quelle est la masse d'acide lactique présente dans un litre de lait ? Conclure.
Donnée : masse molaire moléculaire de l'acide lactique : $M(HA) = 90\ g.mol^{-1}$.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Exercice n° 3 (4 points)

À PROPOS DE LA LUMIÈRE

Cet exercice décrit deux expériences utilisant une lumière de couleur rouge, émise par un laser, de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 633$ nm.
On rappelle que l'indice de réfraction n d'un milieu est le rapport de la célérité c de la lumière dans le vide et de sa vitesse v dans le milieu considéré : $n = \frac{c}{v}$.

1. PREMIÈRE EXPÉRIENCE

On place perpendiculairement au faisceau lumineux et à quelques centimètres du laser, une fente fine et horizontale de largeur a. Un écran situé à une distance D de la fente, montre des taches lumineuses réparties sur une ligne verticale. La tache centrale plus lumineuse que les autres, est la plus large (**voir figure 1 donnée en ANNEXE n° 3 , à rendre avec la copie**).

1.1. Quel phénomène subit la lumière émise par le laser dans cette expérience ? Que peut-on en conclure par analogie avec les ondes mécaniques ?

1.2. L'angle θ (de la figure 1) est donné par la relation :

$$\theta = \frac{\lambda}{a} \quad \text{(relation (1))}$$

1.2.1. Que représente cet angle ?

1.2.2. Préciser les unités de chaque terme intervenant dans cette relation.

1.2.3. Comment évolue la largeur de la tache centrale lorsqu'on réduit la largeur de la fente ?

1.3. Exprimer θ en fonction de la largeur l de la tache centrale et la distance D (relation (2)). L'angle θ étant faible, on pourra utiliser l'approximation $\tan\theta \approx \theta$.

1.4. En utilisant les relations (1) et (2), montrer que la largeur a de la fente s'exprime par la relation : $a = \frac{2\lambda D}{l}$. Calculer a.

On donne : $l = 38$ mm et $D = 3{,}00$ m.

2. DEUXIÈME EXPÉRIENCE

On utilise dans cette expérience, comme milieu dispersif, un prisme en verre d'indice de réfraction n (**voir figure 2 donnée en ANNEXE N° 3 à rendre avec la copie**).
On dirige, suivant une incidence donnée, le faisceau laser vers l'une des faces du prisme placé dans l'air. On observe que ce faisceau est dévié. Un écran placé derrière le prisme montre un point lumineux de même couleur (rouge) que le faisceau incident.

2.1. Quelle est la nature de la lumière émise par le laser ? Justifier votre réponse.

2.2. La célérité de la lumière dans le vide est $c = 3{,}00.10^8$ m.s^{-1}.

2.2.1. Rappeler la relation entre la longueur d'onde λ de l'onde émise par le laser, sa fréquence ν et sa célérité c. Calculer ν.

2.2.2. La valeur de ν varie-t-elle lorsque cette onde change de milieu de propagation ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2.3. Donner les limites des longueurs d'onde dans le vide du spectre visible et les couleurs correspondantes. Situer les domaines des rayonnements ultraviolets et infrarouges par rapport au domaine du spectre visible.

2.4. L'indice de réfraction du verre pour la fréquence ν de l'onde utilisée est n = 1,61.

2.4.1. Pourquoi précise-t-on la fréquence ν de l'onde lorsqu'on donne la valeur de n ?

2.4.2. Calculer la longueur d'onde λ' de cette onde dans le verre.

On remplace la lumière du laser par une lumière blanche (**figure 3 donnée en ANNEXE N°3 à rendre avec la copie**).

2.5. Qu'observe-t-on sur l'écran ?

2.6. Les traits en pointillé (**figure 3**) correspondent aux trajets de deux rayons lumineux de couleurs respectives rouge et bleu. Tracer, en les identifiant clairement, ces deux rayons. On rappelle que la déviation d augmente quand la longueur d'onde diminue.

3. TRANSITION QUANTIQUE DANS LE LASER

La radiation de fréquence ν émise par ce laser, correspond à la transition des atomes de néon d'un état d'énergie E_2 à un état d'énergie inférieure E_1. La variation d'énergie entre ces deux états est notée $\Delta E = E_2 - E_1$.

3.1. Rappeler la relation qui lie ΔE et ν.

3.2. Calculer ΔE. Donner le résultat en eV.

Données : Constante de Planck : $h = 6{,}62.10^{-34}$ J.s
$1\ eV = 1{,}60.10^{-19}$ J

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

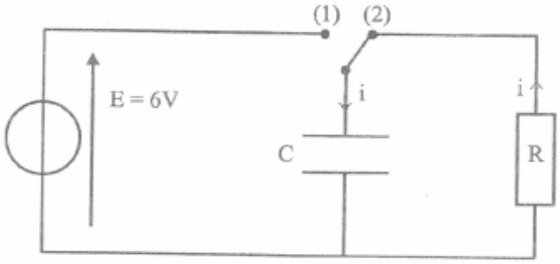
Page 7 / 11

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

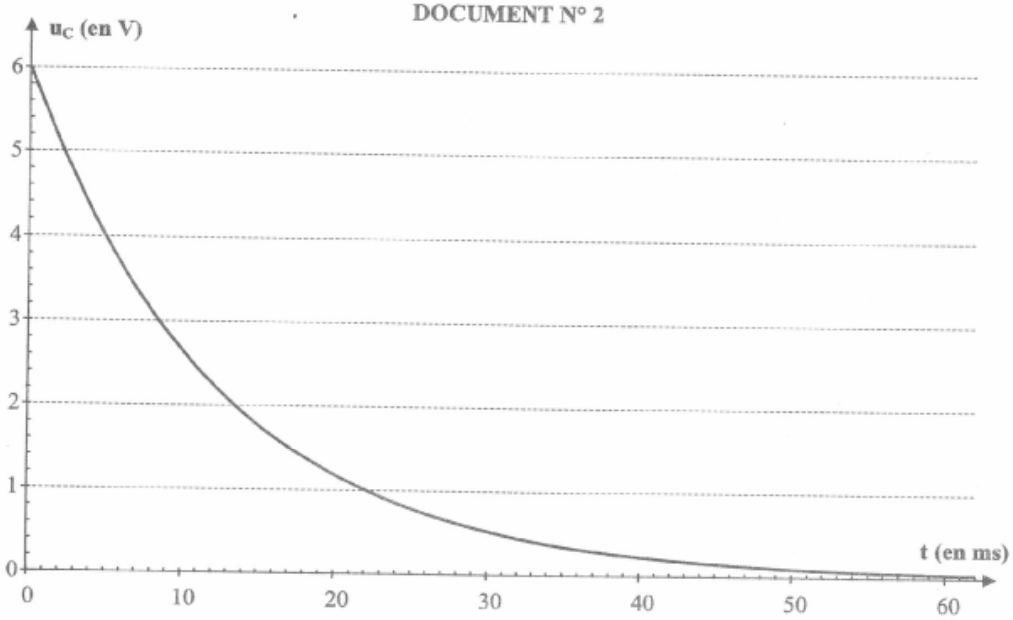
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

ANNEXE N° 1 (À RENDRE AVEC LA COPIE)

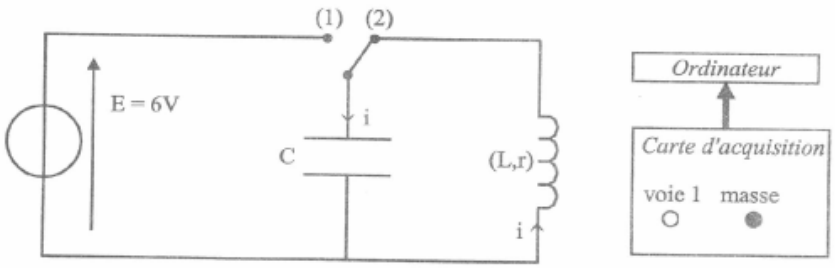
DOCUMENT N° 1



DOCUMENT N° 2



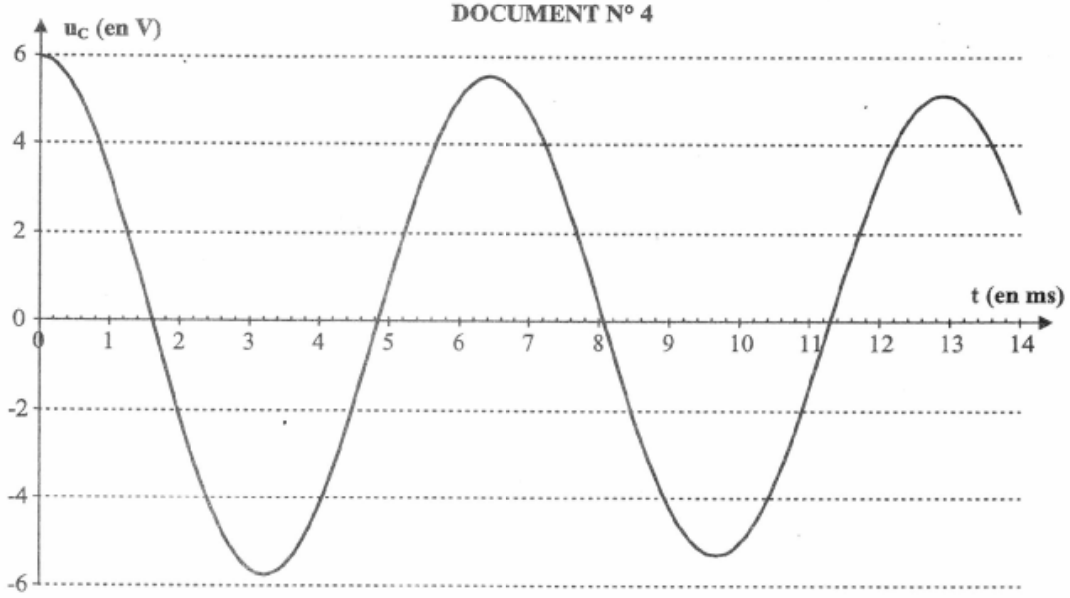
DOCUMENT N° 3



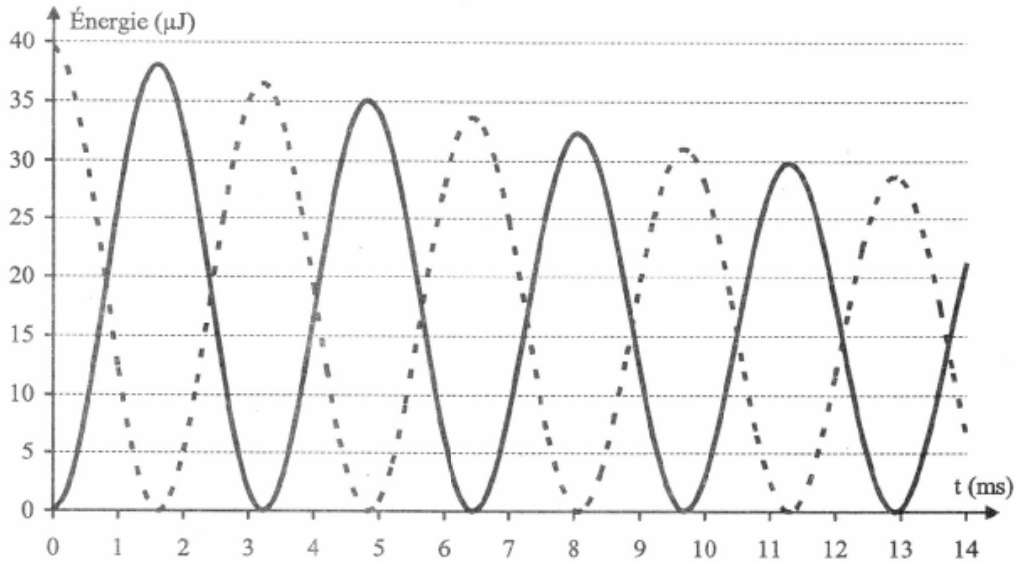
YOSAG1

ANNEXE N° 1 (SUITE) (À RENDRE AVEC LA COPIE)

DOCUMENT N° 4



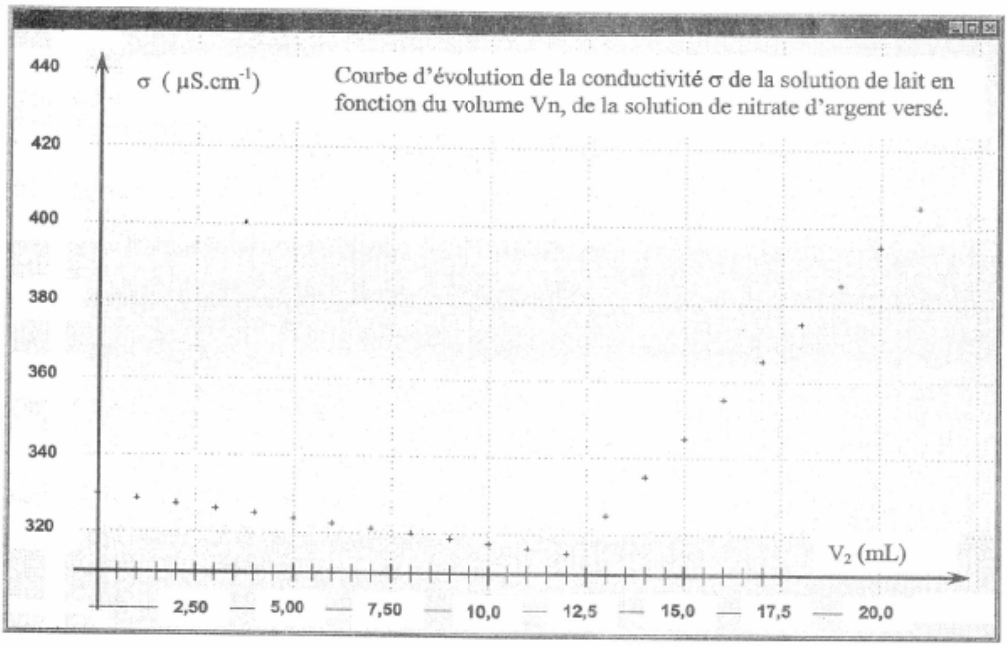
DOCUMENT N° 5



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

ANNEXE N° 2 (À RENDRE AVEC LA COPIE)

DOCUMENT N° 1



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

ANNEXE N° 3 (À RENDRE AVEC LA COPIE)

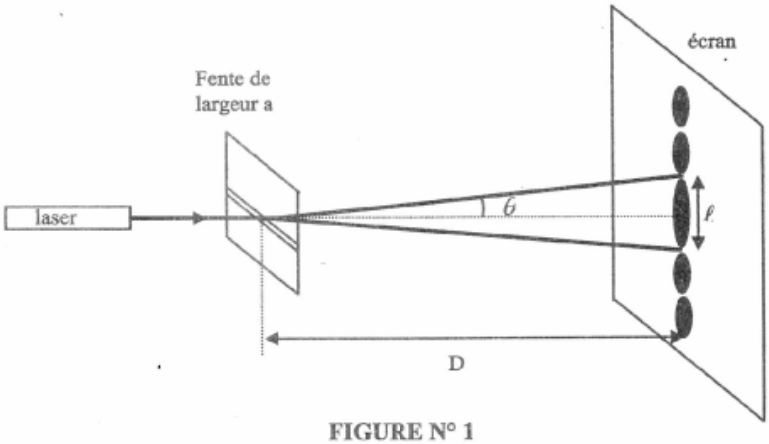


FIGURE N° 1

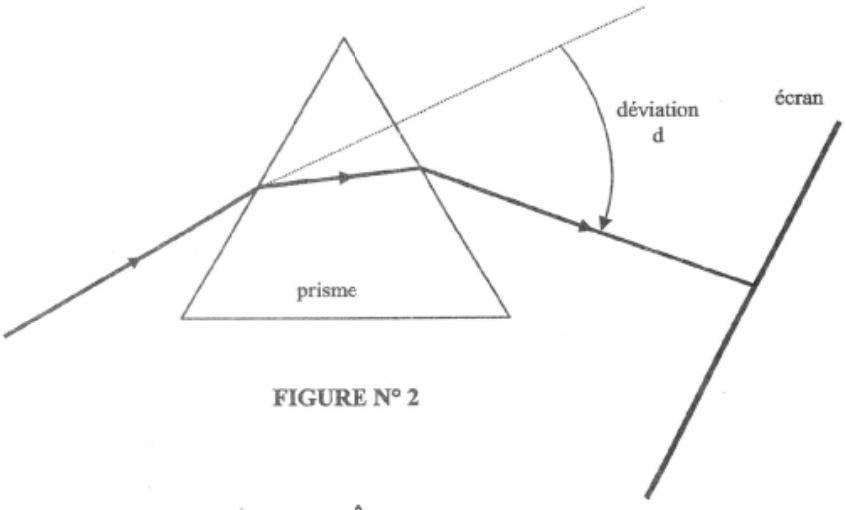


FIGURE N° 2

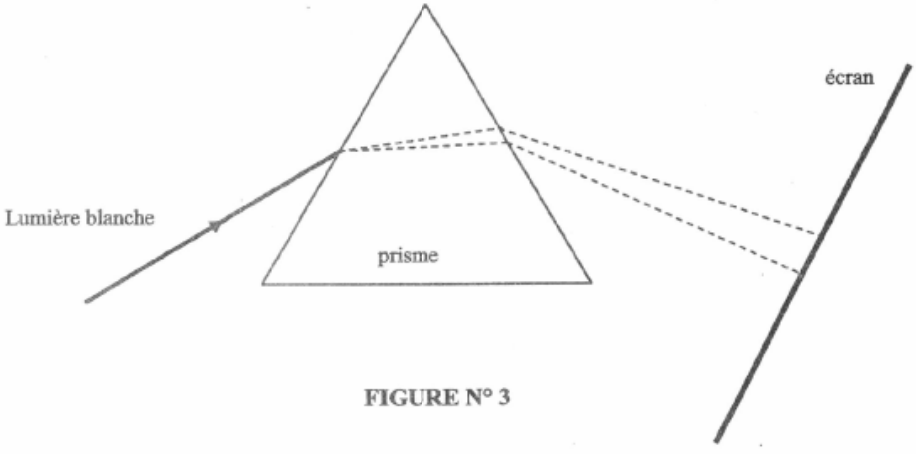


FIGURE N° 3