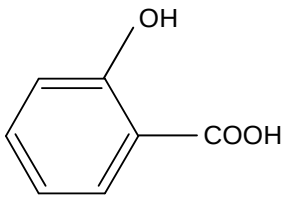
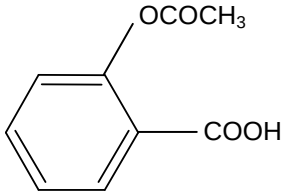
Liban 2007 Exercice n°1 : De la reine des prés à l'aspirine (6 ,5 points)
Calculatrice interdite

Les parties I et II sont indépendantes.

Données utiles pour les deux parties :

	Acide salicylique	Acide acétylsalicylique ou aspirine
Formule semi développée		
Masse molaire ($g.mol^{-1}$)	138	180
pK_A	3,0	3,5

- Produit ionique de l'eau à 25°C : $K_e = 10^{-14}$

I. Étude de l'acide salicylique

La reine des prés (Filipendula Ulmaria ou spirée) est une plante vivace des zones humides. Sa tige, haute de 50 cm à 1,50 m, est surmontée d'une grappe de fleurs, de couleur crème, au parfum doux. Les fleurs contiennent de l'acide salicylique ou acide spirique (acide 2-hydroxybenzoïque) connu pour ses propriétés anti-inflammatoires et son action apaisante lors de douleurs articulaires.

On prépare un volume V d'une solution aqueuse d'acide salicylique de concentration molaire en soluté apporté $C = 1{,}0 \times 10^{-2}$ $mol.L^{-1}$. On mesure le pH de la solution à 25°C : pH = 2,5.

Aide au calcul :
- log (2,5) = 0,4 ; log (1,3) = 0,1
- $10^{2,5} = 3 \times 10^{2}$; $10^{-2,5} = 3 \times 10^{-3}$; $\frac{9}{7} = 1{,}3 \approx 1$

1. Définir un acide au sens de Brönsted.

2. Écrire l'équation chimique de la réaction de l'acide salicylique avec l'eau en utilisant les formules semi développées.

3. Compléter le tableau d'évolution fourni en annexe 1. On pourra utiliser la notation $HA_{(aq)}$ pour l'acide salicylique.

4. Définir puis calculer le taux d'avancement final τ de cette réaction. Conclure.

5. Définir le quotient de réaction à l'équilibre $Q_{r,éq}$ de cette réaction et montrer que sa valeur est $Q_{r,éq} \approx 10^{-3}$.

6. Comment nomme-t-on ce quotient de réaction à l'équilibre ? Sa valeur dépend-elle des conditions initiales ?

7. On désire vérifier par titrage la composition d'une solution d'acide salicylique achetée en pharmacie aux propriétés verrucides par application locale. L'étiquette indique : 10 g d'acide salicylique pour 100 mL de solution.
On dilue 10 fois la solution pharmaceutique puis on prélève 20,0 mL de cette solution diluée que l'on dose par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+_{(aq)}$ + $HO^-_{(aq)}$) de concentration molaire en soluté apporté C_b = 0,10 mol.L^{-1}. On note le pH du mélange réactionnel après chaque ajout de solution d'hydroxyde de sodium, ce qui permet de tracer la courbe pH = f(V_b) et d'en déduire la courbe dérivée $\frac{dpH}{dV_b} = f(V_B)$ (courbes en annexe 2).

7.1. Écrire l'équation chimique de la réaction entre la solution d'acide salicylique, noté $HA_{(aq)}$, et la solution d'hydroxyde de sodium. *On supposera la réaction totale.*

7.2. Utiliser les courbes de l'annexe n°2 pour déte rminer l'équivalence acido-basique.

7.3. Définir l'équivalence acido-basique et en déduire la concentration molaire en acide salicylique de la solution diluée puis de la solution pharmaceutique.

7.4. Le titrage peut être réalisé plus rapidement en utilisant un indicateur coloré. Choisir, dans la liste proposée ci-dessous, un indicateur convenable, en justifiant la réponse.

Indicateur	Zone de virage
Hélianthine	3,1 – 4,4
Rouge de bromophénol	4,8 – 6,4
Bleu de bromothymol	6,0 – 7,6
Rouge de crésol	7,2 – 8,8
Phénolphtaléine	8,2 – 10,0

II. De l'acide salicylique à l'aspirine

En 1853, le français Charles-Frédéric Gerhardt réalisa l'acétylation de l'acide salicylique en créant l'acide acétylsalicylique plus connu sous le nom commercial aspirine, mais ses travaux tombèrent dans l'oubli.
Commercialisée en 1899 par les laboratoires allemands Bayer, à la suite de la découverte par l'allemand Félix Hoffman des propriétés du composé, l'aspirine a depuis de nombreuses indications. Environ 40 000 tonnes de comprimés, cachets, gélules, suppositoires sont consommés chaque année.

1. Recopier la formule de l'acide acétylsalicylique, entourer et nommer les groupes caractéristiques présents dans cette molécule.

2. Écrire l'équation chimique de la réaction de synthèse de l'acide acétylsalicylique à partir de l'acide salicylique et de l'acide carboxylique convenable. Nommer l'acide carboxylique utilisé.
On rappelle que le groupe hydroxyle –OH de l'acide salicylique constitue une fonction phénol mais réagit comme un alcool.
De quel type de réaction s'agit-il ? Préciser ses caractéristiques.

3. Les différents protocoles expérimentaux proposent de chauffer pendant une durée adaptée un mélange non stœchiométrique de réactifs en présence d'ions oxonium H_3O^+.
3.1. Quel est le rôle des ions oxonium ? Donner la définition d'une telle espèce.
3.2. Quel est l'intérêt d'utiliser un réactif en excès ?

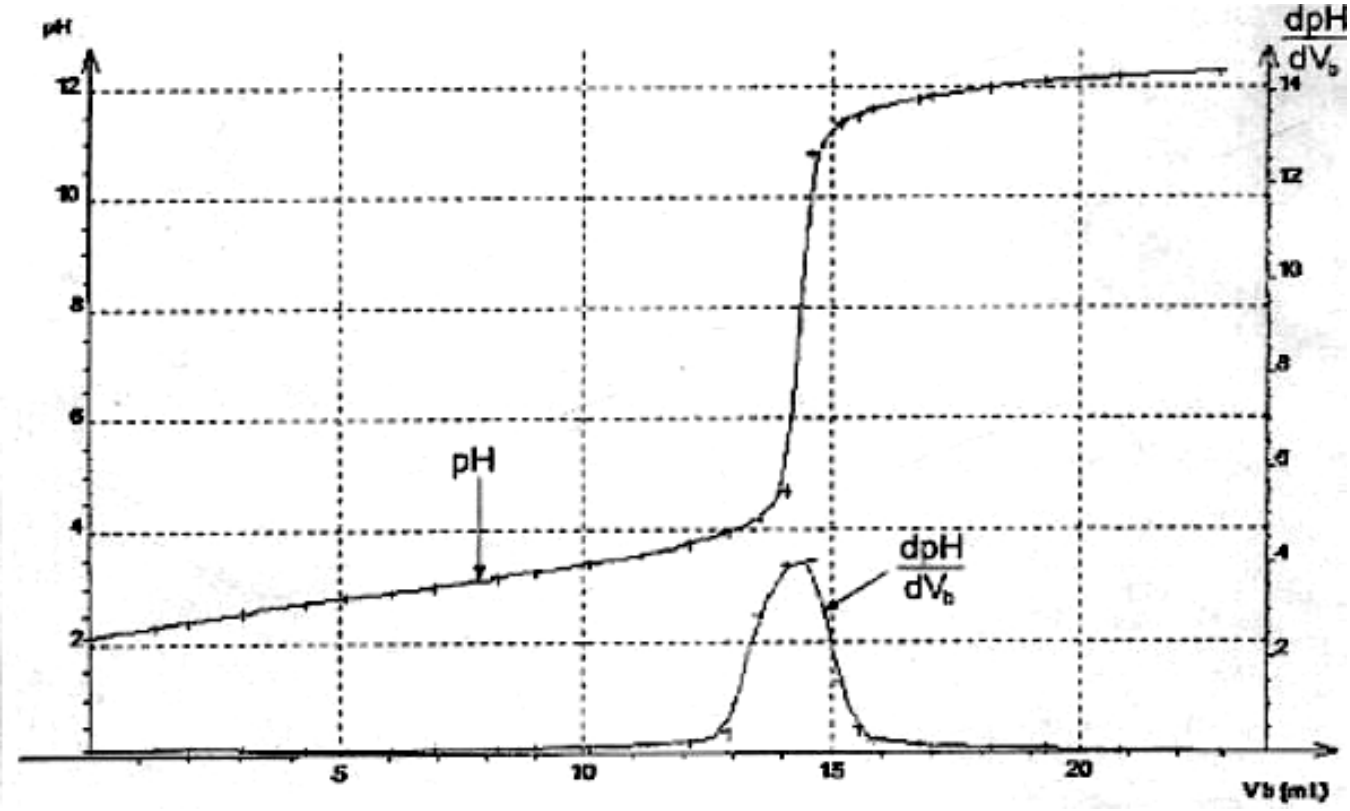
4. Cette synthèse peut être réalisée de façon plus efficace en remplaçant l'acide carboxylique par l'un de ses dérivés.
Écrire l'équation de la réaction en précisant la famille chimique et le nom du dérivé de l'acide carboxylique utilisé. Quel est l'intérêt de ce changement ?

ANNEXES

Annexe n°1 :

		Quantités de matière (mol)			
	Avancement (mol)				
État initial	0				
État intermédiaire	x				
État final expérimental	x_f				
État final théorique	$x_{max} = n_0$				

Annexe n°2 :



2007 Liban Exercice n°2 : La station spatiale internationale à l'heure atomique Pharao
Calculatrice interdite **(5,5 points)**

La station spatiale internationale (Internationale Space station, ISS) est le résultat d'une coopération internationale sans précédent qui va permettre, pendant plus de 10 ans, d'effectuer des expériences dans de nombreux domaines scientifiques.
Lorsqu'elle sera achevée, l'ISS sera la plus grande structure jamais réalisée par l'homme dans l'espace. La surface de cet immense complexe de plus de 100 m de long sera équivalente à celle d'un grand stade de football comprenant des laboratoires, un module d'habitation…
Le lancement du 1er élément de l'ISS, le module russe Zarya, a eu lieu en 1998 et, depuis novembre 2000, deux ou trois spationautes occupent en permanence la station.
Sa construction se poursuit au fur et à mesure des vols de la navette spatiale américaine.
L'horloge atomique Pharao (projet d'horloge atomique par refroidissement d'atomes en orbites), sera embarquée à l'horizon 2010 à bord de l'ISS. À la clé, de nouveaux tests en physique fondamentale. Cet instrument unique doit mesurer le temps avec une exactitude et une stabilité inégalées : l'horloge ne perdra qu'une petite seconde toutes les 300 millions d'années.

D'après le site du CNES (mars 2006)

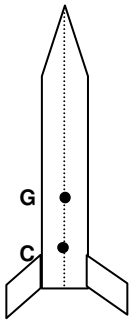
I. Décollage de la navette spatiale (shuttle en anglais)

Au décollage, la navette comporte trois éléments : le gros réservoir extérieur, les deux fusées d'appoint (boosters) et la navette proprement dite (ou orbiter) avec ses ailes delta et ses trois moteurs SSME. L'ensemble a une masse au décollage voisine de $M_N = 2{,}0 \times 10^3$ tonnes.
Après une longue préparation, à $t_0 = 0$ s, les boosters sont mis à feu et le véhicule est libéré de ses attaches. Pendant les quinze premières secondes du vol, la trajectoire est verticale par rapport au référentiel terrestre. À $t_3 = 3{,}0$ s, la navette a une vitesse d'environ 50 km.h^{-1} soit 14 m.s^{-1} et à $t_5 = 5{,}0$ s, sa vitesse vaut environ 92 km.h^{-1} soit 25 m.s^{-1}.
Après huit minutes et différentes manœuvres, elle atteindra son orbite stable.

Données :
- Accélération de la pesanteur terrestre : g = 10 m.s^{-2}.
- La durée d'étude étant très courte, on considère que la masse de la navette ne change pas, en réalité elle perd 1 % de sa masse).

1. Définir puis déterminer l'accélération de la navette à la date $t_4 = 4{,}0$ s.

2. Durant cette phase on peut négliger l'action de l'atmosphère (de l'air) et on supposera que la force de poussée due à l'éjection des gaz par les fusées est constante. Cette force s'applique au centre de poussée noté C sur le schéma ci-contre et situé sous le centre de gravité G.



2.1. Représenter les forces qui s'exercent sur la navette à la date $t_4 = 4{,}0$ s. On utilisera le schéma simplifié ci-contre à reproduire sur la copie.
2.2. Calculer la valeur de la poussée.

II. Étude du mouvement de la station spatiale

Par rapport au référentiel géocentrique, la station S effectue seize révolutions par jour sur une orbite circulaire, inclinée de 51,6° par rapport à l'équateur et située à une altitude z (environ 400 km).

Données :
- M_T : masse de la Terre
- R_T : rayon de la Terre
- M_S : masse de la station
- G : constante de gravitation universelle
- Z : altitude de la station
- La Terre a une répartition de masse à symétrie sphérique et la station a des dimensions faibles par rapport à la distance qui la sépare de la Terre.

1. Donner l'expression vectorielle de la force gravitationnelle que la Terre exerce sur la station en fonction des données. Faire un schéma où seront représentées la Terre, la station et la force.

2. Étude de la vitesse

2.1. En supposant que seule la force gravitationnelle s'exerce sur la station, montrer que le mouvement de la station est uniforme et établir l'expression de sa vitesse en fonction des données.

2.2. La masse M_S de la station croît au fur et à mesure de sa construction : elle valait 195 tonnes en septembre 2006 et vaudra 435 tonnes en 2010, date prévue pour la fin de sa construction. La vitesse de la station sur son orbite sera-t-elle modifiée ?

2.3. Quelle est la loi de Kepler qui prévoit que le mouvement circulaire d'un satellite est uniforme. L'énoncer.

3. Définir puis établir l'expression de la période de révolution de la station en fonction des données.

4. Satellite géostationnaire

4.1. Définir un satellite géostationnaire.

4.2. La station est-elle géostationnaire ? Justifier la réponse.

III. L'horloge atomique à jet de césium

Depuis 1967, c'est l'horloge atomique au césium qui sert à définir la seconde. Cet appareil utilise les principes de la mécanique quantique : dans un atome, les niveaux d'énergie sont quantifiés.
Cette horloge comprend un oscillateur à quartz. Le signal électrique oscillant est utilisé pour générer une onde électromagnétique de fréquence ν = 9 192 631 770 Hz dans la cavité où on fait passer des atomes de césium 133.
Si le quartz oscille à la bonne fréquence, les atomes absorbent le rayonnement et passent d'un niveau d'énergie E_A au niveau d'énergie E_B.
Si le quartz se dérègle, ce n'est plus le cas et un système électronique agit sur la fréquence d'oscillation du quartz jusqu'à ce que les atomes absorbent à nouveau le rayonnement.

Données : utiliser les valeurs arrondies ci-dessous pour les calculs.

- Constante de Planck : $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J.s $\approx 7 \times 10^{-34}$ J.s
- Célérité de la lumière dans le vide et dans l'air : $c = 299\,792\,458$ m.s^{-1} $\approx 3 \times 10^{8}$ m.s^{-1}
- ν = 9 192 631 770 Hz $\approx 9 \times 10^{9}$ Hz

1. Expliquer la phrase : *« dans un atome les niveaux d'énergie sont quantifiés »*.

2. Calculer la longueur d'onde de l'onde électromagnétique émise.

3. Calculer la différence d'énergie entre les niveaux A et B de l'atome de césium 133.

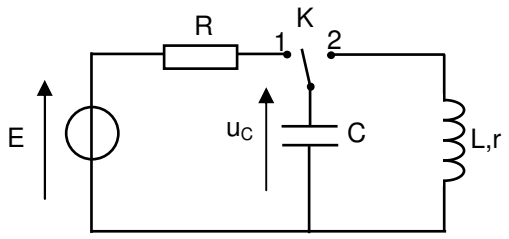
4. Sur un diagramme, placer les niveaux d'énergie E_A et E_B puis représenter la transition effectuée par les atomes de césium qui absorbent l'onde.

Liban 2007 Exercice n°3 : Filtre pour enceinte (4 points)
Calculatrice interdite

Une enceinte pour chaîne hi-fi est composée de plusieurs haut-parleurs : le plus petit émet les sons les plus aigus et le plus gros émet les sons les plus graves. Il est donc nécessaire de ne pas les alimenter de la même manière ce qui est réalisé à l'aide d'un montage électrique constitué de condensateurs et de bobines et appelé filtre.

Condensateurs et bobines sont des composants incontournables en électricité. Nous allons voir comment déterminer leurs caractéristiques à partir du montage ci-dessous comprenant :

- un générateur de tension constante continue E = 12 V ;
- une résistance R = 100 Ω ;
- un interrupteur K à trois points ;
- un condensateur de capacité C ;
- une bobine d'inductance L et de résistance r.



Aide au calcul : $0{,}37 \times 12 \approx 4{,}4$; $0{,}63 \times 12 \approx 7{,}6$; $\pi = 3{,}14 \approx 3$; $\pi^2 \approx 10$

I- Charge du condensateur

Le condensateur étant déchargé, on place à t = 0, l'interrupteur K en position 1. Un système d'acquisition permet d'enregistrer les graphes des tensions E et u_c en fonction du temps. On obtient les courbes I, fournies en **annexe à rendre avec la copie.**

1. Indiquer sur le schéma du montage **fourni en annexe à rendre avec la copie,** les branchements du système d'acquisition (analogue à un oscilloscope à mémoire) pour visualiser, sur la voie A, la tension E aux bornes du générateur et, sur la voie B, la tension u_C aux bornes du condensateur.

2. L'expression en fonction du temps de la tension u_C aux bornes du condensateur est :
$u_C = U\,[1 - \exp(-t/\tau)]$ où U et τ sont des constantes non nulles.
   2.1. Déterminer graphiquement U.
   2.2. Que représente τ pour la charge d'un condensateur ? Nommer τ.
   2.3. Déterminer graphiquement la valeur de τ. La méthode utilisée doit être visible sur les courbes I.

3. Évolution de u_c
   3.1. Établir l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension u_c aux bornes du condensateur lors de sa charge.
   3.2. Montrer que $u_C = U\,[1 - \exp(-t/\tau)]$ est bien une solution de cette équation différentielle et exprimer U et τ en fonction des grandeurs caractéristiques du montage.
   3.3. Vérifier la dimension de τ par une analyse dimensionnelle.

II- Décharge du condensateur dans une bobine

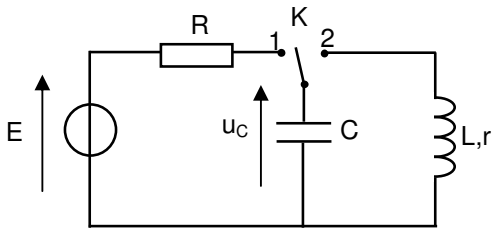
Le condensateur étant chargé, on bascule l'interrupteur en position 2 ; cet instant sera pris comme nouvelle origine des dates.
De la même façon on enregistre l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur et on obtient la courbe II fournie en **annexe à rendre avec la copie.**
On prendra C = 10 µF.

1. Quelle est la nature du phénomène observé ?

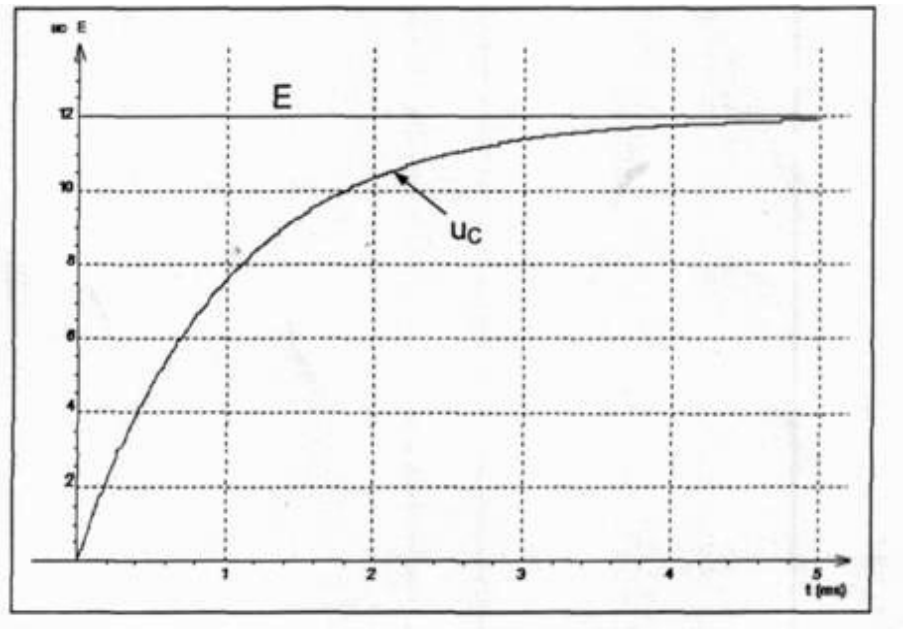
2. Temps caractéristique
2.1. Nommer le temps caractéristique du phénomène observé puis le déterminer. La méthode utilisée doit être visible sur la courbe.
2.2. Donner l'expression de ce temps en fonction des éléments du montage.
3. En déduire la valeur de l'inductance de la bobine.
4. Comment voit-on que la bobine possède une résistance non nulle ?
5. Sous quelle(s) forme(s) est stockée l'énergie totale du dipôle (L,C) à la date t = 2,0 ms ? Calculer sa valeur.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

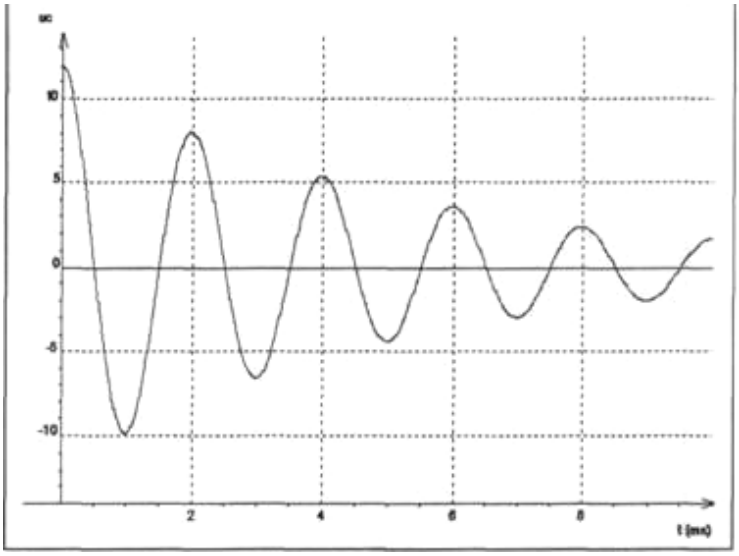
Montage



Courbe I



Courbe II



Liban 2007 Exercice n°3 Spécialité : Éléments optiques d'un microscope (4 points)
Calculatrice interdite

Un microscope comporte deux systèmes optiques de même axe :
- l'objectif qui donne de l'objet une image renversée et très agrandie ;
- l'oculaire sert de loupe pour examiner cette image.

Ces deux systèmes optiques convergents sont maintenus à une distance constante l'un de l'autre. Seule la distance objet - objectif est réglable grâce à une vis de mise au point rapide et à une vis micrométrique. De plus, le microscope est équipé d'un dispositif d'éclairage plus ou moins élaboré.

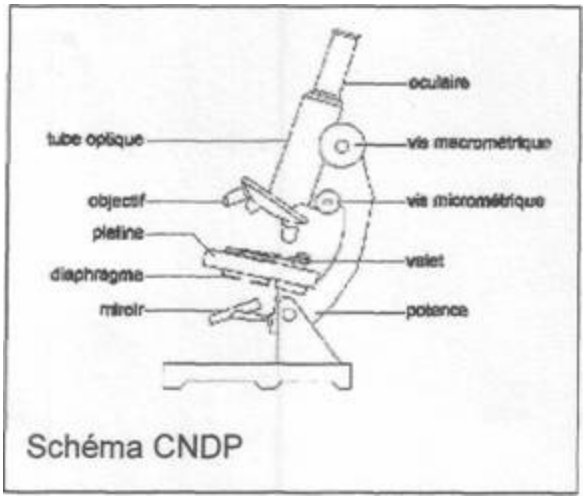


Schéma CNDP

I- Le miroir

Un miroir sphérique permet de concentrer la lumière d'une source sur la préparation posée sur la platine.

1. Soit (Δ) l'axe optique principal du miroir et C son centre.
   En justifiant la réponse, placer sur la figure (a) de **l'annexe à rendre avec la copie** son foyer principal F.

2. Compléter sur cette figure (a), la marche des rayons lumineux provenant d'une source lumineuse qui éclaire le miroir.

II- L'objectif

L'objectif est un système optique convergent équivalent à une lentille mince convergente L_1 de distance focale f'_1. Il donne de l'objet AB posé sur la platine une image intermédiaire A_1B_1 renversée très agrandie.

1. Compléter les figures (b) et (c) de **l'annexe à rendre avec la copie** en construisant l'image A_1B_1 de l'objet AB.
2. Laquelle de ces constructions correspond à la situation du microscope ?
3. Afin de déterminer la distance focale de l'objectif marqué x4, un élève le dévisse de son support et le place sur un banc optique. Il utilise un objet lumineux placé 5,0 cm avant l'objectif et constate qu'il recueille une image nette sur un écran placé 15,0 cm après l'objectif.
   Déduire la distance focale f'_1 de l'objectif.

III- L'oculaire

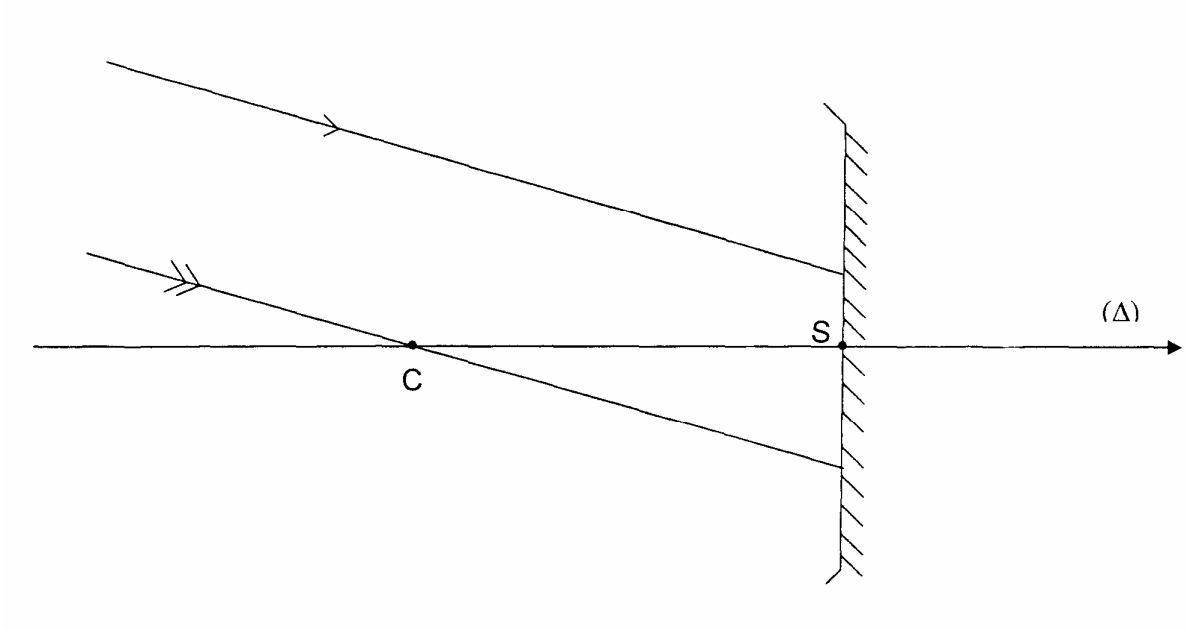
L'oculaire est un système optique convergent équivalent à une lentille mince convergente L_2 de distance focale f'_2 qui joue le rôle d'une loupe.

1. Où doit se situer l'image intermédiaire A_1B_1 pour obtenir une image définitive A'B' à l'infini ?
2. Compléter la figure (d) de **l'annexe à rendre avec la copie** en construisant l'image définitive A'B' de A_1B_1
3. L'indication x10 gravée sur la monture de l'oculaire est son grossissement G.
   Le grossissement G d'une lentille est le rapport du diamètre apparent α' de l'image formée par la lentille au diamètre apparent α de l'objet, cet objet étant placé à d = 25 cm de l'œil :
   $G = \alpha'/\alpha$

Les angles α' et α sont petits ; on peut alors écrire $\tan \alpha' \approx \alpha'$ et $\tan \alpha \approx \alpha$.
Exprimer le grossissement G_2 de l'oculaire en fonction de sa distance focale f'_2 et d puis calculer f'_2.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Figure (a)



ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Figure (b)

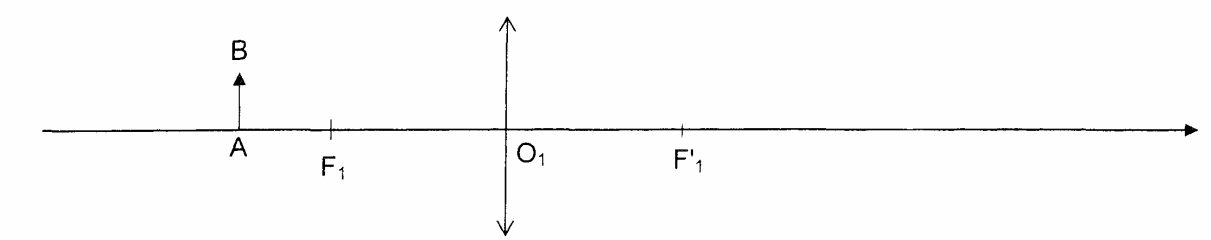


Figure (c)

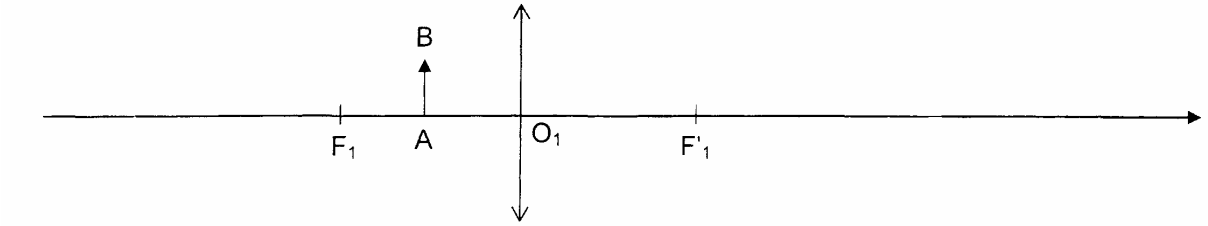


Figure (d)

