BACCALAURÉAT GÉNÉRAL
Centre de Pondichéry.

SESSION 2003

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DURÉE DE L'ÉPREUVE : **3 h 30.** – COEFFICIENT : **6 ou 8**

L'USAGE DE LA CALCULATRICE EST AUTORISE.

Ce sujet comporte un exercice de CHIMIE et deux exercices de PHYSIQUE.

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

- I - Étude d'une estérification.
- II - Mise en orbite d'un satellite artificiel par la fusée Ariane.
- III - Le flash électronique.
- III bis - Spécialité : Le télescope de Newton

I. Étude d'une estérification (6 points)

Données

- pK_A (CH_3COOH / CH_3COO^-) = 4,8 ; pKe = 14,0 .
- Masses atomiques molaires: H = 1 $g.mol^{-1}$; C = 12 $g.mol^{-1}$; O = 16 $g.mol^{-1}$.
- Masse volumique du propan-1-ol : 0,80 $g.cm^{-3}$.

On étudie la cinétique de la formation d'un ester à partir d'acide éthanoïque et de propan-1-ol.

On maintient, à la température constante θ_0, sept erlenmeyers numérotés 1,2,3...7, contenant chacun un mélange de 0,500 mol d'acide éthanoïque et de 0,500 mol de propan-1-ol.

Ces erlenmeyers sont tous préparés à l'instant t = 0 et on dose d'heure en heure l'acide restant dans le mélange. On peut ainsi en déduire la quantité de matière d'ester formé à t = 1 h , dosage de l'erlenmeyer n°1, à t = 2 h , dosage de l'erlenmeyer n°2 , etc.

1) La réaction d'estérification

a) En utilisant les formules semi-développées, écrire l'équation de la réaction d'estérification et nommer l'ester formé.

b) On dispose d'un flacon de propan-1-ol pur. Quel volume de cet alcool doit-on verser dans chacun des sept erlenmeyers ?

c) Exprimer la quantité de matière d'ester formé dans un erlenmeyer à une date t en fonction de la quantité de matière d'acide restant.

2) Titrage de l'acide restant.

Mode opératoire

A la date t considérée, le contenu de l'erlenmeyer est versé dans une fiole jaugée puis dilué avec de l'eau distillée pour obtenir 100 mL de solution. On en prélève 5 mL que l'on verse dans un becher. On titre cette solution par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration c_b = 1,0 $mol.L^{-1}$. On en déduit la quantité de matière d'acide restant dans le becher puis dans les 100 mL de départ, ce qui permet de déterminer la quantité d'ester au temps t dans les 100 mL de départ.

a) Ecrire l'équation chimique de la réaction de titrage.

b) Rappeler la définition de la constante d'acidité du couple auquel appartient l'acide éthanoïque.

En déduire l'expression de la constante d'équilibre K associée à la réaction de titrage. Calculer la valeur numérique de K. Cette réaction de titrage peut-elle être considérée comme totale ?

c) Pour l'erlenmeyer n°1 (t = 1 h), le volume de solution de soude versé pour atteindre l'équivalence est de 14,2 mL. En déduire la quantité de matière d'acide restant dans l'erlenmeyer et la quantité de matière d'ester formé à cet instant.

3) Cinétique de la réaction d'estérification.

Le titrage des solutions contenues dans les sept erlenmeyers précédents a permis le tracé de la courbe donnée en annexe 1.

L'avancement de la réaction est défini par la quantité de matière x d'ester formé.

a) Dresser le tableau descriptif de l'évolution du système.

Déterminer l'avancement maximal x_m ainsi que l'avancement à l'équilibre x_{eq}

Comparer ces deux valeurs et déterminer le rendement η de la réaction.

b) Rappeler l'expression de la vitesse volumique v d'une réaction. Quelle interprétation géométrique ou graphique peut-on en donner ? Comment cette vitesse évolue-t-elle au cours de la transformation ? Justifier.

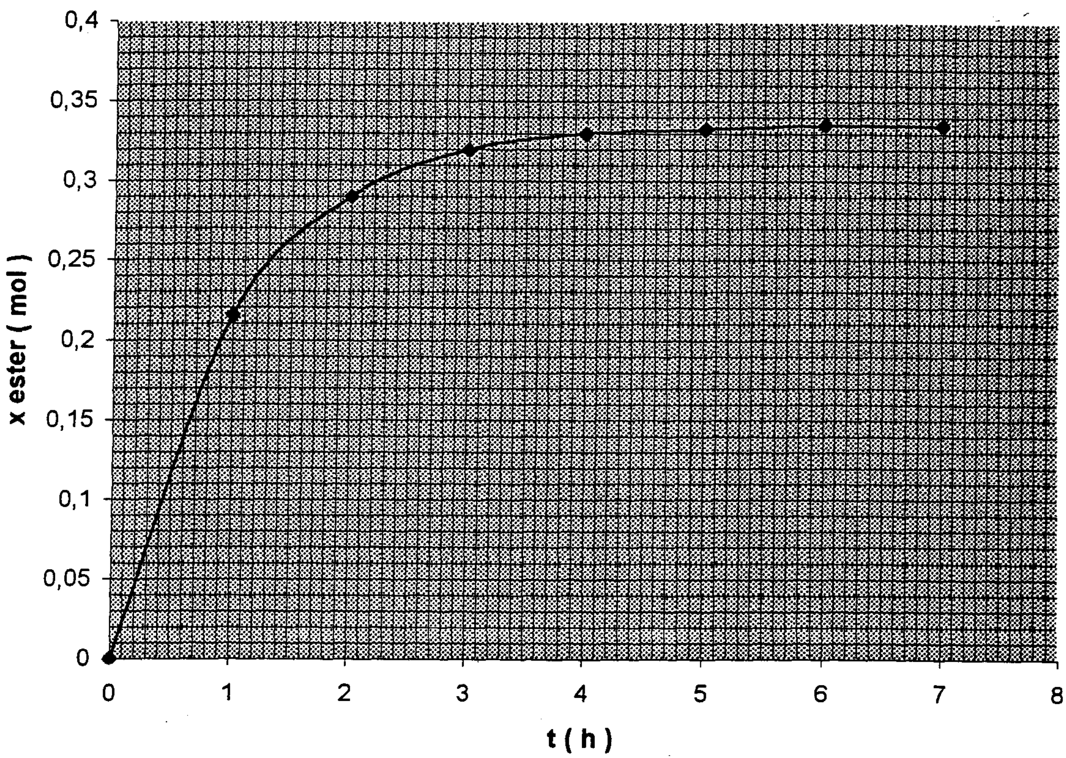
c) Calculer la constante d'équilibre K' de cette réaction d'estérification.

d) Pour déplacer l'équilibre, on ajoute une mole d'acide supplémentaire. Calculer le quotient de réaction Qr et déterminer le sens de l'évolution du système.

Déterminer les nouvelles valeurs de l'avancement à l'équilibre et du rendement de la réaction.

ANNEXE 1 (Cinétique de la réaction d'estérification).

x ester = f (t)



II. Mise en orbite d'un satellite artificiel par la fusée Ariane (6 points).

D'après Encyclopedia Universalis (1998).

(Certains renseignements et données sont nécessaires à la résolution du sujet).

Le premier lanceur Ariane est une fusée à trois étages dont la hauteur totale est de 47,4 m et qui pèse, avec sa charge utile (satellite), 208 tonnes au décollage.

Le premier étage qui fonctionne pendant 145 secondes est équipé de 4 moteurs Viking V alimentés par du peroxyde d'azote N_2O_4 (masse de peroxyde emportée : 147,5 tonnes). L'intensité de la force de poussée totale F de ces 4 réacteurs est constante pendant leur fonctionnement: elle vaut F = 2445 kN.

Ce lanceur peut mettre en orbite circulaire basse de 200 km d'altitude un satellite de 4850 kg; il peut également placer sur une orbite géostationnaire un satellite de 965 kg; il peut aussi être utilisé pour placer en orbite héliosynchrone des satellites très utiles pour des applications météorologiques.

1**) L'ascension de la fusée Ariane**

Le champ de pesanteur g_0 est supposé uniforme : son intensité est go = 9,8 m.s $^{-2}$. On choisit un axe Oz vertical dirigé vers le haut.

On étudie le mouvement de la fusée dans le référentiel terrestre qu'on suppose galiléen.

a) Représenter clairement, sur un schéma, en les nommant, les deux forces qui agissent sur la fusée Ariane lorsqu'elle s'élève verticalement. On néglige les frottements et la poussée d'Archimède dans l'air.

b) A un instant quelconque, la masse de la fusée est m.

Déterminer en fonction de m et des intensités des 2 forces précédentes la valeur a de l'accélération a .

c) On considère d'abord la situation au décollage. La masse de la fusée vaut alors m_i. Calculer la valeur numérique a_i de l'accélération a , à cet instant.

On envisage la situation qui est celle immédiatement avant que tout le peroxyde d'azote ne soit consommé. La masse de la fusée vaut alors m_2. Calculer la valeur numérique de m_2 puis celle de l'accélération a_2 à cet instant.

Le mouvement d'ascension de la fusée est-il uniformément accéléré ?

d) La vitesse d'éjection V_e des gaz issus de la combustion du peroxyde d'azote est donnée par la relation $V_e = \frac{\Delta t}{\Delta m}.\vec{F}$ où $\frac{\Delta t}{\Delta m}$ est la variation de masse de la fusée par unité de temps et caractérise la consommation des moteurs. Vérifier l'unité de V_e par analyse dimensionnelle.

Calculer la valeur numérique de V_e. Quel est le signe de $\frac{\Delta t}{\Delta m}$? En déduire le sens de $\vec{V_e}$. Qu'en pensez-vous ?

A l'aide d'une loi connue qu'on énoncera, expliquer pourquoi l'éjection des gaz propulse la fusée vers le haut.

2) Étude du satellite artificiel situé à basse altitude (h = 200 km)

On s'intéresse au mouvement d'un satellite artificiel S, de masse m_s, en orbite circulaire (rayon r) autour de la Terre de masse M_T, de rayon R_T et de centre O.

On suppose que la Terre est une sphère et qu'elle présente une répartition de masse à symétrie sphérique et que le satellite peut être assimilé à un point.

a) Préciser les caractéristiques du vecteur accélération $\vec{a}$ d'un point animé d'un mouvement circulaire uniforme de rayon r et de vitesse v.

b) Enoncer la loi de la gravitation universelle. On appellera G la constante de gravitation universelle.

Faire un schéma sur lequel les vecteurs-forces sont représentés.

c) Le satellite S est à l'altitude h : on a donc r = R + h.

On appelle $\vec{F}_{T/s}$ la force qu'exerce la Terre sur le satellite. Cette force dépend de la position du satellite et on pose $\vec{F}_{T/s} = m_s.\vec{g}(h)$. On note g(h) l'intensité de la pesanteur $\vec{g}(h)$ à l'endroit où se trouve le satellite.

Exprimer g(h) en fonction de M_T, R_T, h et G puis g(h) en fonction de R_T, h et go = g(0) à l'altitude 0.

d) Appliquer la deuxième loi de NEWTON au satellite en orbite circulaire.

En déduire l'expression de la vitesse v_s du satellite en fonction de go , R_T et h puis celle de sa période de révolution Ts.

e) Application numérique.

Calculer vs et Ts sachant que go = 9,8 m.s $^{-2}$; h = 200 km et R_T = 6400 km.

III. - Le flash électronique (4 points)

D'après une documentation.

(Certains renseignements et données sont nécessaires à la résolution du sujet).

Un flash électronique d'appareil photo est alimenté par deux piles de 1,5 volts. Un oscillateur basse tension transforme le courant continu en courant alternatif. Un petit transformateur dont le bobinage primaire constitue l'inductance de ce circuit oscillant élève la tension qui est ensuite redressée au moyen d'une diode. Cette tension redressée permet de charger un condensateur de capacité C = 150 µ F ± 10% à une tension de U = 33 volts.

1) Etude du flash.

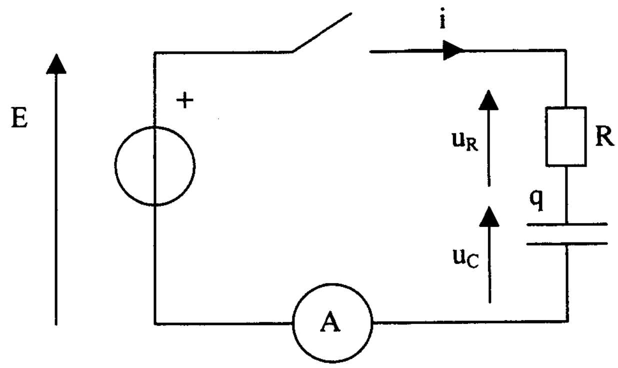
a) Donner l'expression de l'énergie électrique E_e stockée dans le condensateur de ce flash lorsqu'il est chargé. Calculer sa valeur numérique.

b) La décharge rapide dans la lampe à éclats provoque un éclair d'une durée d'environ une milliseconde. Quelle est la valeur numérique de la puissance électrique P_e consommée durant cet éclair ?

c) Pour quelle raison doit-on élever la tension avant de l'appliquer, une fois redressée, aux bornes du condensateur ?

2) Etude expérimentale du circuit RC.

Pour vérifier la valeur de la capacité C de ce condensateur, un élève a réalisé le montage ci-contre. La résistance R a une grande valeur et le générateur de tension continue a pour force électromotrice E = 12 V.A la date t = 0, il ferme le circuit et note les intensités dans le circuit toutes les 10 secondes



t (s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
i (µA)	54,0	40,6	30,6	23,0	17,4	13,1	9,8	7,3	5,6	4,2

a) Sachant que le condensateur est déchargé à la date t = 0, déterminer la valeur de la résistance R utilisée dans ce montage.

b) Tracer sur une feuille de papier millimétré la courbe i = f(t) à partir du tableau de mesures ci-dessus.

On prendra 2 cm pour 10 s en abscisse et 2 cm pour 10 µA en ordonnée.

c) L'intensité du courant électrique durant cette expérience décroît en fonction du temps selon la loi $i(t) = I_0.e^{-\frac{t}{\tau}}$ où τ étant la constante de temps de ce circuit et Io l'intensité à t = 0 : Io = i(0).

Quelle est la valeur numérique de l'intensité i(t) dans ce circuit lorsque t = τ ?

Lire sur le graphe la valeur de τ et en déduire la valeur de la capacité C de ce condensateur. Ce résultat vous semble t'il conforme aux indications du fabricant ?

III. - Le Télescope de Newton (4 points)

Les constructions géométriques sont à faire sur la feuille en annexe 2 (à rendre avec la copie).

1) Images d'un objet réel AB dans un miroir plan et un miroir sphérique.

a) Construire géométriquement l'image A'B' de la flèche AB dans le miroir plan de la figure l. Que vaut le grandissement γ ?

b) On considère le miroir sphérique de foyer F (figure 2).

- Où se trouve l'image de l'objet AB si ce dernier est placé à une très grande distance (éloigné à l'infini) sur l'axe optique, à gauche du miroir sphérique ?
- Construire géométriquement l'image de la flèche AB telle qu'elle est placée sur la figure pour le miroir sphérique.

2) Etude du télescope

Un télescope de NEWTON est essentiellement constitué d'un miroir sphérique concave, optique D de sommet S, de foyer F, et de distance focale f = SF.

On souhaite observer un objet éloigné à l'infini (étoile, planète, Lune, ...) dans la direction de l'axe optique Δ du miroir.

Le télescope est équipé d'un oculaire assimilable à une lentille mince convergente de distance focale f'_2 ($f'_2 > 0$) et de foyers F_2 et F'_2.

On souhaite que l'observation se fasse selon un axe Δ' perpendiculaire à l'axe Δ.

C'est pourquoi on place un miroir plan incliné à 45° par rapport à Δ, de centre I situé sur cet axe entre le foyer F, et le sommet S du miroir sphérique.

a) - Sur la figure 3, indiquer la position de l'image F', de F, dans le miroir plan. - L'axe Δ' de l'oculaire est perpendiculaire en I à Δ.

Le réglage du télescope est afocal : dans ces conditions, F, et F_2 sont confondus.

Placer l'oculaire sur la figure 3. On ne tiendra pas compte sur le dessin des valeurs relatives de f, et f'_2 données ultérieurement.

Si l'objet observé est à l'infini sur Δ où se trouve son image finale ?

b) L'astronome désire observer la Lune (considérée comme infiniment éloignée et de centre situé sur Δ)
.

Le rayon lumineux issu du bord supérieur de la Lune A. infini, arrive en S en faisant l'angle α supposé faible avec Δ (voir figure ci-dessous).

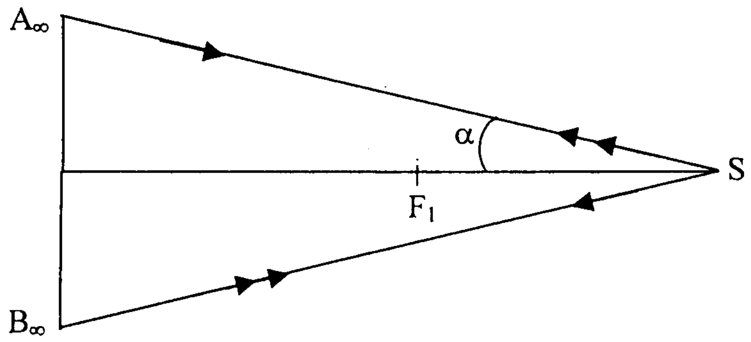


Figure.

Justifier que $\theta = 2\alpha$ est le diamètre apparent de la Lune observée à l'œil nu. Où se trouve l'image A_1 de $A\infty$ pour le miroir sphérique ?

Soit B_1 l'image de $B\infty$ bord inférieur de la Lune.

Quelle relation existe-t-il entre A_1B_1, f, et θ ? On suppose θ petit : $\tan\theta = \theta$. Que vaut A_2B_2, image de la Lune dans le miroir plan ?

Calculer numériquement A_2B_2 si f ' = SF, = 1,20 m ; $\theta = 2\ \alpha$ = 30' d'arc = 0,00872 rad.

c) Le télescope étant afocal, l'astronome observe la Lune dans l'oculaire.

Sur la feuille annexe 2 (à rendre avec la copie), faire un schéma de l'oculaire (axe optique Δ' foyers F_2 et F'_2) sur lequel on placera A_2B_2.

Où se trouve l'image de la Lune dans l'oculaire (image finale) ?

Soit α' l'angle d'inclinaison sur Δ' du rayon passant par A2 et le centre de l'oculaire. Exprimer α ' (supposé petit) en fonction de α f_1 et f'_2.

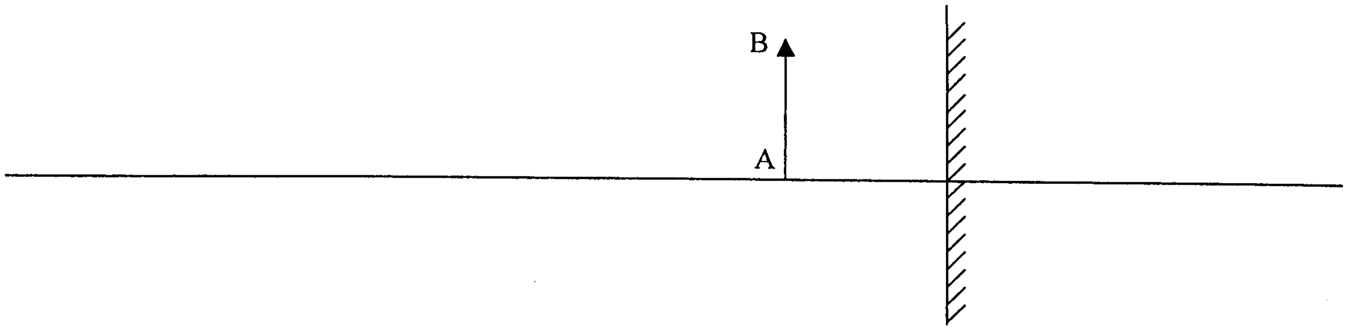
Justifier que $\theta' = 2\alpha'$ est le diamètre apparent de la Lune vue dans le télescope.

d) On donne : f'_2 = 2,00 cm.

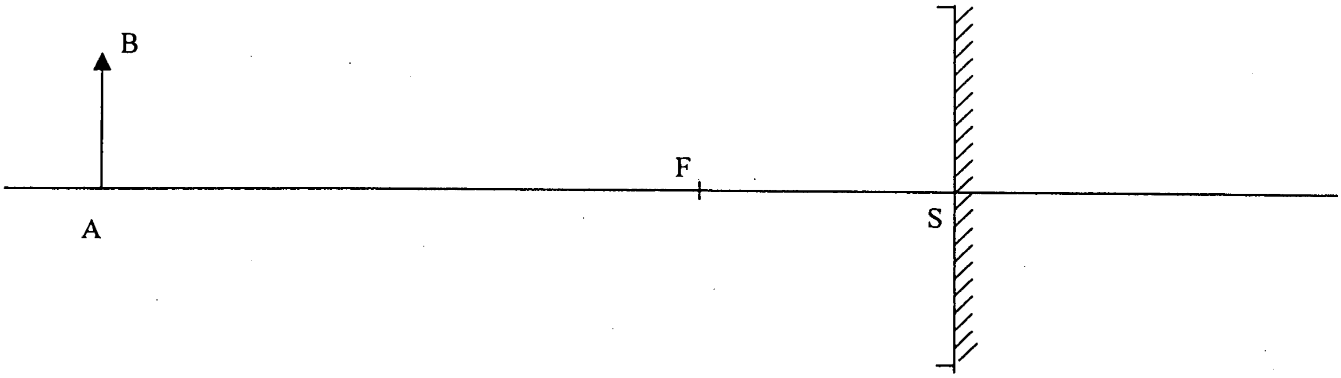
Calculer la valeur numérique du rapport $\frac{\theta'}{\theta} = \frac{\alpha'}{\alpha}$

Comment appelle-t-on ce quotient ? Justifier ce nom.

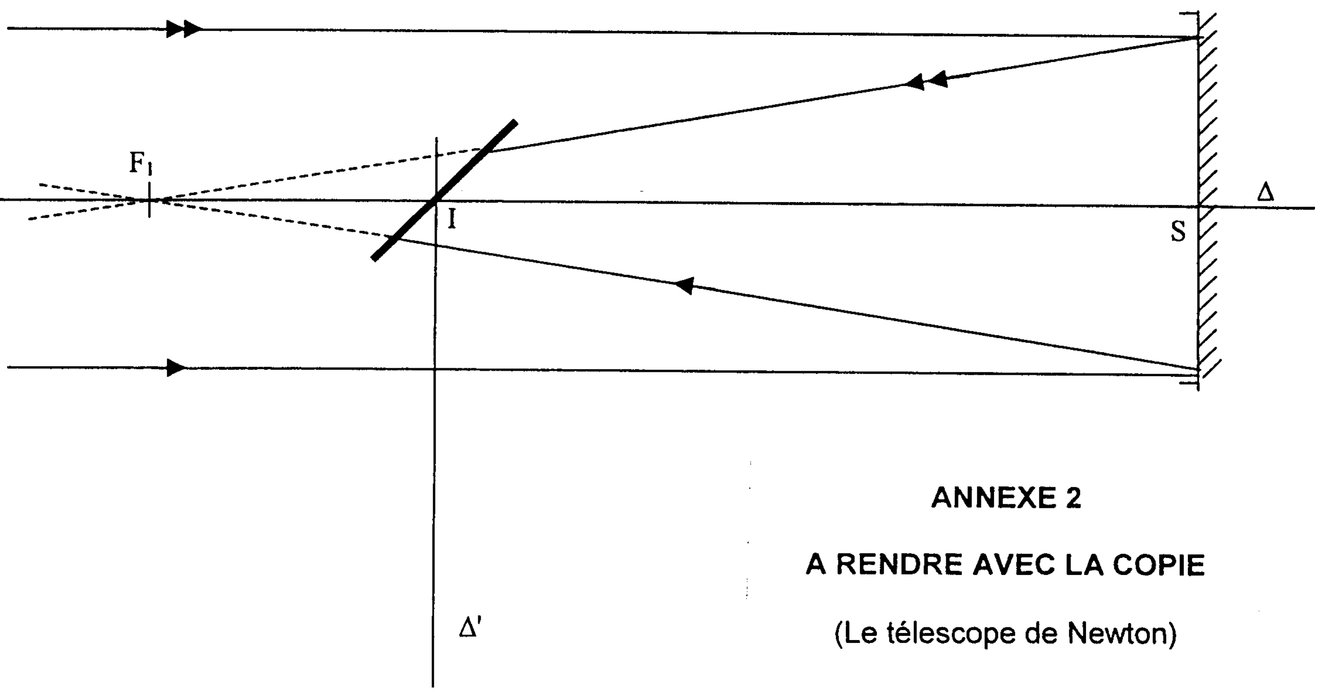
le miroir plan : figure 1



le miroir sphérique : figure 2



le télescope : figure 3



ANNEXE 2

A RENDRE AVEC LA COPIE

(Le télescope de Newton)