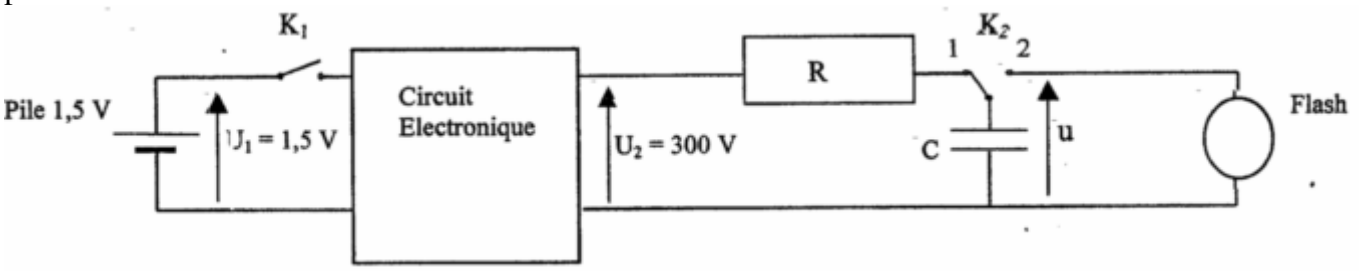
2003 Antilles — Condensateur d'un flash — 4 points

On se propose d'étudier le fonctionnement d'un flash d'appareil photographique jetable. Pour obtenir un éclair de puissance lumineuse suffisante, on utilise un tube flash qui nécessite pour son amorçage, une forte tension (au moins 250 V) pour émettre un éclair très bref. Pour stocker l'énergie nécessaire au fonctionnement du tube flash, on utilise un condensateur de capacité C. Ce condensateur est chargé à l'aide d'un circuit électronique alimenté par une pile.
On schématise le fonctionnement de ce dispositif sur le schéma ci-dessous :

- l'alimentation est assurée par une pile de tension continue $U_1 = 1{,}50$ V;
- un circuit électronique permettant d'élever la tension U_1 à une tension continue $U_2 = 300$ V.
- un conducteur ohmique de résistance $R = 1{,}00$ kΩ permettant la charge du condensateur de capacité $C = 150$ µF en plaçant l'interrupteur K_2 en position 1 et en fermant l'interrupteur K_1.
- le tube flash qui est déclenché (une fois le condensateur chargé) en basculant l'interrupteur K_2 en position 2.



1. Charge du condensateur :

On charge le condensateur en fermant l'interrupteur K_1.

1.1. On donne l'expression de la constante de temps $\tau = RC$ Vérifier par analyse dimensionnelle l'homogénéité de cette formule.

1.2. Calculer numériquement τ.

1.3. Calculer l'énergie emmagasinée E par le condensateur de capacité C une fois la charge terminée à la tension U_2.

1.4. En calculant l'énergie E' qu'aurait stockée le condensateur s'il avait été chargé directement à l'aide de la pile (tension U_1), justifier l'intérêt de charger le condensateur avec une haute tension de 300 V.

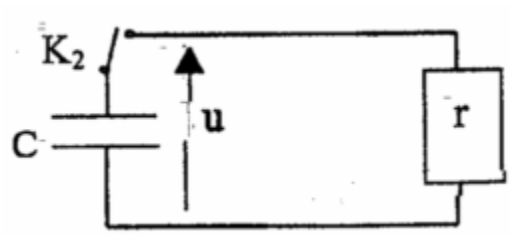
2. Décharge.
En plaçant l'interrupteur inverseur K_2 sur la position 2 on provoque le flash grâce à l'énergie stockée dans le condensateur.
On enregistre la tension u aux bornes du condensateur C (voir graphique en annexe).

2.1. Comparaison entre temps de charge et temps de décharge.

2.1.1. Déterminer graphiquement la constante de temps τ' correspondant à la décharge en précisant la méthode employée (**l'annexe complétée sera rendu avec la copie**).

2.1.2. Comparer les constantes de charge τ et de décharge τ'. Ce constat est-il en accord avec les conditions de fonctionnement du tube flash ?

2.2. On assimilera, après son amorçage, le tube flash à un conducteur ohmique de résistance r. À partir du schéma électrique ci-contre montrer que l'équation différentielle de la décharge du condensateur à travers un conducteur ohmique de résistance r est de la forme :



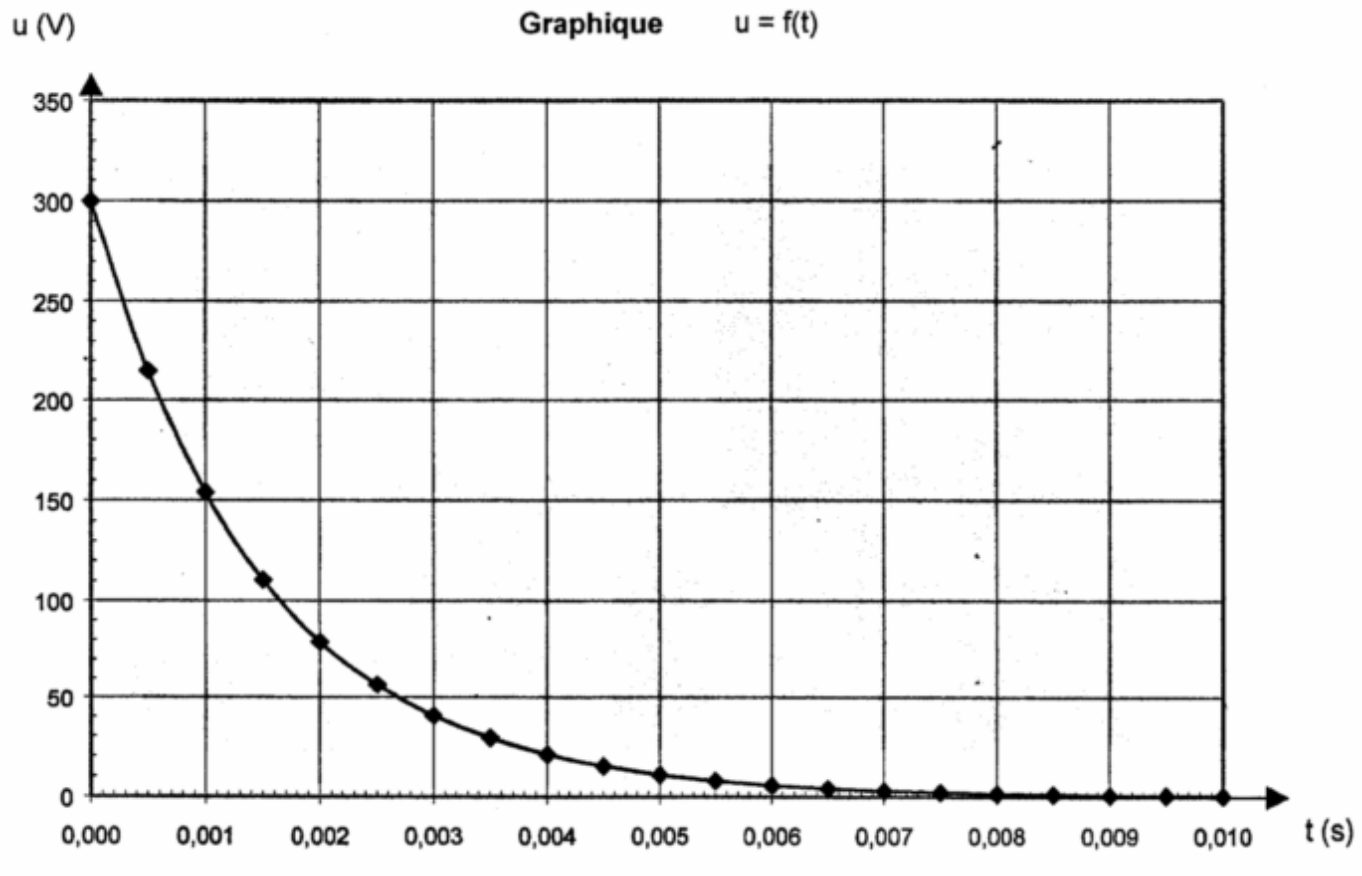
$$\frac{du}{dt} + \frac{1}{r.C}.u = 0$$

2.3. Vérifier que la solution est de la forme $u = U_0 \exp(-t / \tau')$

2.4. Que représente la tension U_0 pour le fonctionnement du tube flash ?

2.5. Déterminer U_0. Cette valeur est-elle en accord avec la production de l'éclair ?

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE



2003 Antilles — Exercice 1: Réalisation d'une pile nickel-zinc (6,5 points)

On réalise une pile formée à partir des couples Ni^{2+}/Ni et Zn^{2+}/Zn.
Chaque solution a pour volume V = 100 mL et la concentration initiale des ions positifs est $C = 5{,}0.10^{-2}$ mol.L^{-1}.

Données :
M(Zn) = 65,4 g.mol^{-1}
M(Ni) = 58,7 g.mol^{-1}
Charge élémentaire de l'électron: $e = 1{,}6.10^{-19}$ C
Constante d'Avogadro: $N = 6{,}02.10^{23}$ mol^{-1} .
Charge d'une mole d'électrons: F = 96500 C
Pour la réaction suivante: $Ni^{2+} + Zn = Zn^{2+} + Ni$, la constante d'équilibre vaut $K = 10^{18}$.

1. Réalisation de la pile

1.1. L'électrode positive de cette pile est l'électrode de nickel.
Légender le schéma de la figure 1 en annexe (à rendre avec la copie) avec les termes suivants: électrode de zinc, électrode de nickel, pont salin, solution contenant des ions Zn^{2+}, solution contenant des ions Ni^{2+}.

1.2. Équation des réactions.

Écrire les demi-équations des réactions se produisant aux électrodes.

Préciser à chaque électrode s'il s'agit d'une oxydation ou d'une réduction.

Écrire l'équation de la réaction globale qui intervient quand la pile débite.

Calculer la valeur du quotient réactionnel initial $Q_{r,i}$. Cette valeur est-elle cohérente avec la polarité proposée ?

2. Étude de la pile

2.1. On fait débiter la pile dans un conducteur ohmique.

2.1.1. Compléter le schéma de la figure 1.

2.1.2. Préciser sur ce schéma le sens du courant et le sens de déplacement des électrons dans le circuit extérieur.

2.2. Comment varie la concentration des ions positifs dans chacun des béchers ?
En déduire l'évolution du quotient réactionnel Q_r.

2.3. Sachant que la masse des électrodes ne limite pas la réaction, pour quelle raison la pile s'arrêtera-t-elle de débiter? Quelle est alors la valeur numérique de Q_r ?

2.4. La réaction étant considérée comme totale, calculer l'avancement maximal x_{max} de la réaction.

2.5. Quelle relation existe-t-il entre x_{max} et la quantité de matière d'électrons qui ont circulé ?

En déduire la quantité totale d'électricité fournie par cette pile.

3. Décharge partielle de la pile

On prend une deuxième pile identique et on la laisse fonctionner pendant une heure. On supposera que l'intensité reste constante.
On constate une augmentation de masse de l'électrode de nickel de $\Delta m = 100$ mg.

3.1.

3.1.1. Calculer la quantité de matière d'ions Ni^{2+} disparus notée $n_{disp}(Ni^{2+})$ pendant cette durée.

3.1.2. Déterminer la quantité d'électricité correspondante notée Q.

En déduire la valeur de l'intensité du courant.

3.2. On donne les valeurs de l'absorbance, pour des solutions de sulfate de nickel de concentrations C différentes, mesurées à une longueur d'onde égale à 390 nm.

C ($mol.L^{-1}$)	0	0,010	0,020	0,030	0,040	0,050
A	0	0,20	0,41	0,61	0,82	1,02

Tracer la courbe de l'absorbance sur la figure 2 en annexe **(à rendre avec la copie)** en fonction de la concentration C.

3.3. On mesure l'absorbance de la solution dans laquelle plonge l'électrode de nickel. La valeur mesurée est A = 0,67.

En déduire graphiquement la concentration des ions Ni^{2+} restant en solution.

Quelle est la quantité d'ions Ni^{2+} disparus ?

Ce résultat est-il conforme avec le calcul du 3.1.1. ?

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Figure 1

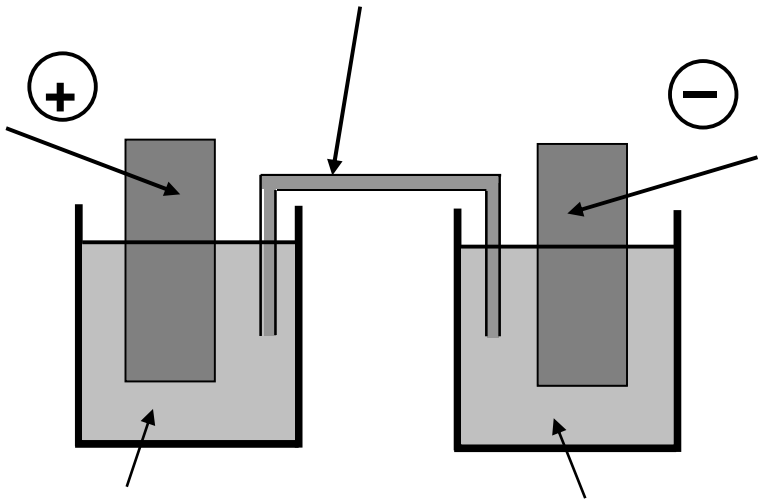
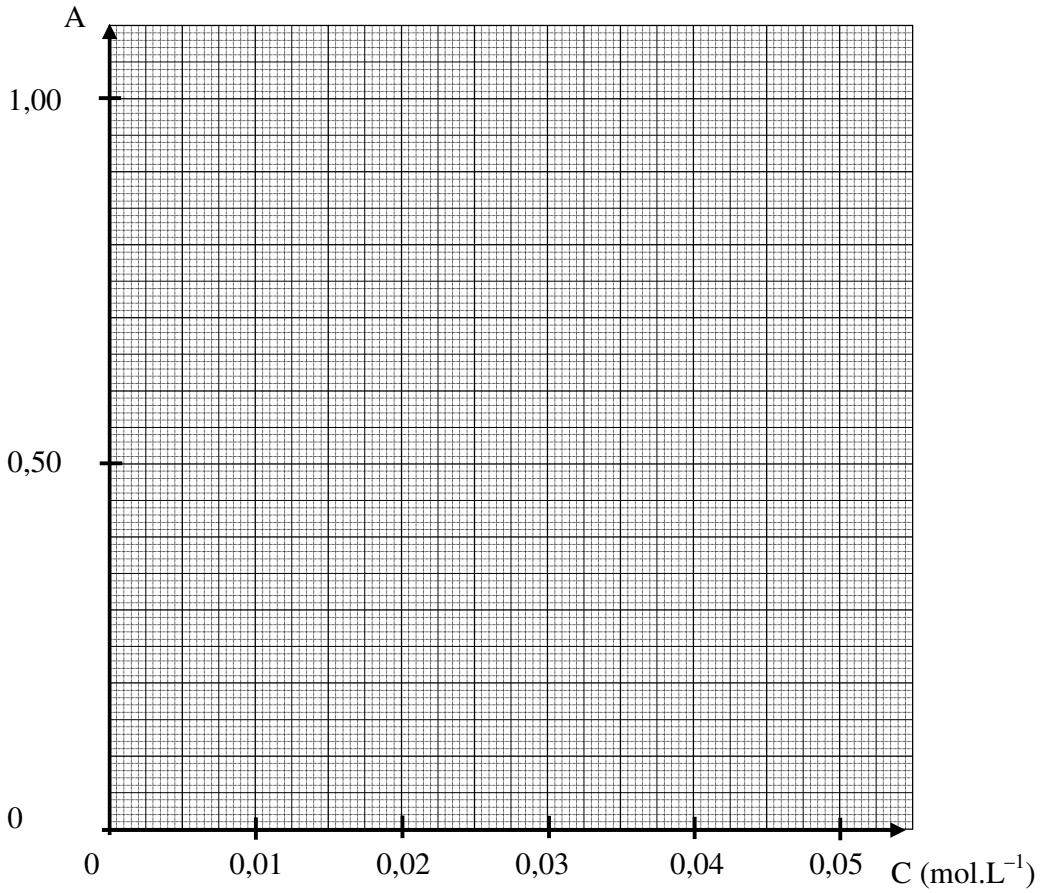


Figure 2



TOUTES LES ANNEXES, COMPLETEES OU NON, DOIVENT ETRE REMISES ET AGRAFEES AVEC LA COPIE D'EXAMEN

2003 Antilles Exercice 3 Spécialité Le télescope de Newton 4pts

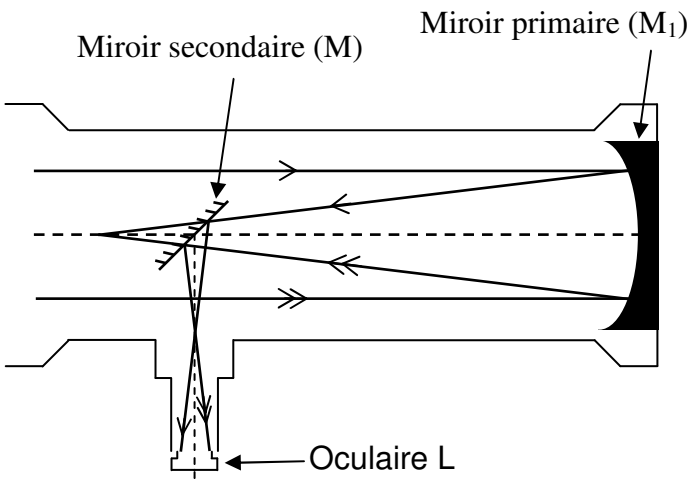
Un télescope de Newton est constitué de trois éléments optiques principaux :

- l'objectif (miroir concave convergent noté M_1),
- le miroir secondaire (miroir plan noté M),
- l'oculaire (lentille convergente notée L).

Le télescope amateur, dont le principe et la fiche technique figurent ci-dessous, est utilisé par un élève pour observer la planète Mars sous son diamètre apparent α. Le télescope sera considéré comme afocal.

Notice du constructeur :

Caractéristiques :
Objectif (miroir concave à courbure parabolique)
Focale : 800 mm
Diamètre : 130 mm
Pouvoir séparateur : 0,89"
Magnitude limite : 12,4
Clarté: 469 ×
Grossissement maxi théorique: 325



Compléter et rendre les 4 figures en annexe avec la copie

1. Miroir sphérique.

Envisageons le miroir sphérique M_1 de ce télescope.

1.1. Définir la distance focale d'un miroir concave.

1.2. Sur la figure 1, positionner le sommet (S), le centre (C), le foyer (F_1) en respectant l'échelle 10 mm sur la figure correspondent à 100 mm pour le télescope, sachant que la distance SC = 1 600 mm.

1.3. Construire sur la figure 1 l'image A_1B_1 de la planète Mars située à l'infini.

2. Miroir secondaire.

On considère maintenant le miroir plan (M) associé au miroir concave (M_1) comme indiqué sur la figure 2. L'image A_2B_2 donnée par ce miroir plan est notée sur le schéma de cette figure 2.

2.1. À partir de A_2B_2 replacer par construction l'image intermédiaire A_1B_1 de Mars sur la figure 2.

2.2. Quel rôle joue l'image intermédiaire A_1B_1 pour le système miroir plan (M) et l'oculaire (L) ?

3. L'oculaire

Aux deux éléments d'optique précédents, on associe une lentille convergente (L) qui constitue l'oculaire comme indiqué sur la figure 3.

3.1. Placer le foyer objet F_2 de la lentille.

3.2. Où se situe l'image définitive de la planète Mars observée à l'aide de ce télescope ?

3.3. Justifier la réponse précédente en traçant, sur la figure 3, la marche des deux rayons caractéristiques, à partir du point B_2 et traversant la lentille (L).

4. Le grossissement

4.1. Le grossissement maximum du télescope, noté G, correspond au quotient de la distance focale de l'objectif f'_1 par la distance focale de l'oculaire f'_2 : $G = \frac{f_1'}{f_2'}$.

À partir des données de la fiche technique du télescope, calculer la distance f'_2 de l'oculaire.

4.2. Le grossissement G est aussi égal au quotient du diamètre apparent α' sous lequel est vu l'astre à travers le télescope par le diamètre apparent α sous lequel est vu l'astre à l'œil nu soit $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$.

La planète Mars est observée sous le diamètre apparent $\alpha = 14''$ soit $3{,}88.10^{-3}$ degré.

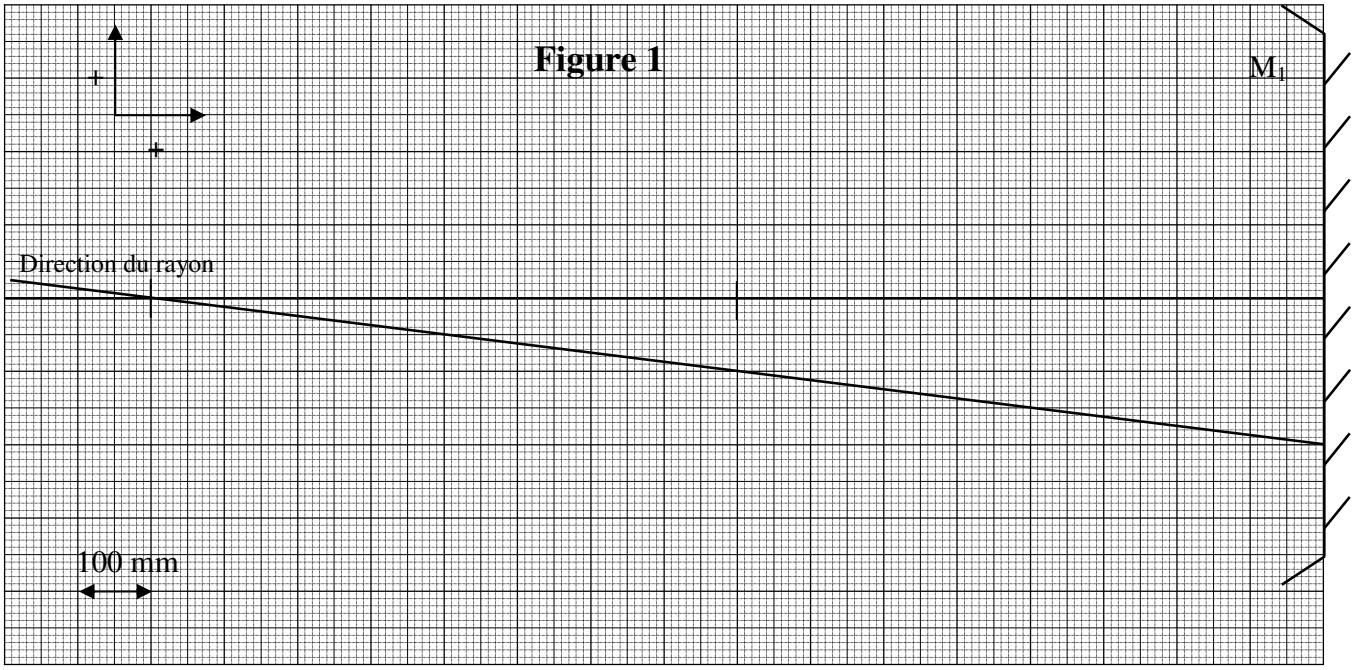
4.2.1. Définir le diamètre apparent α.

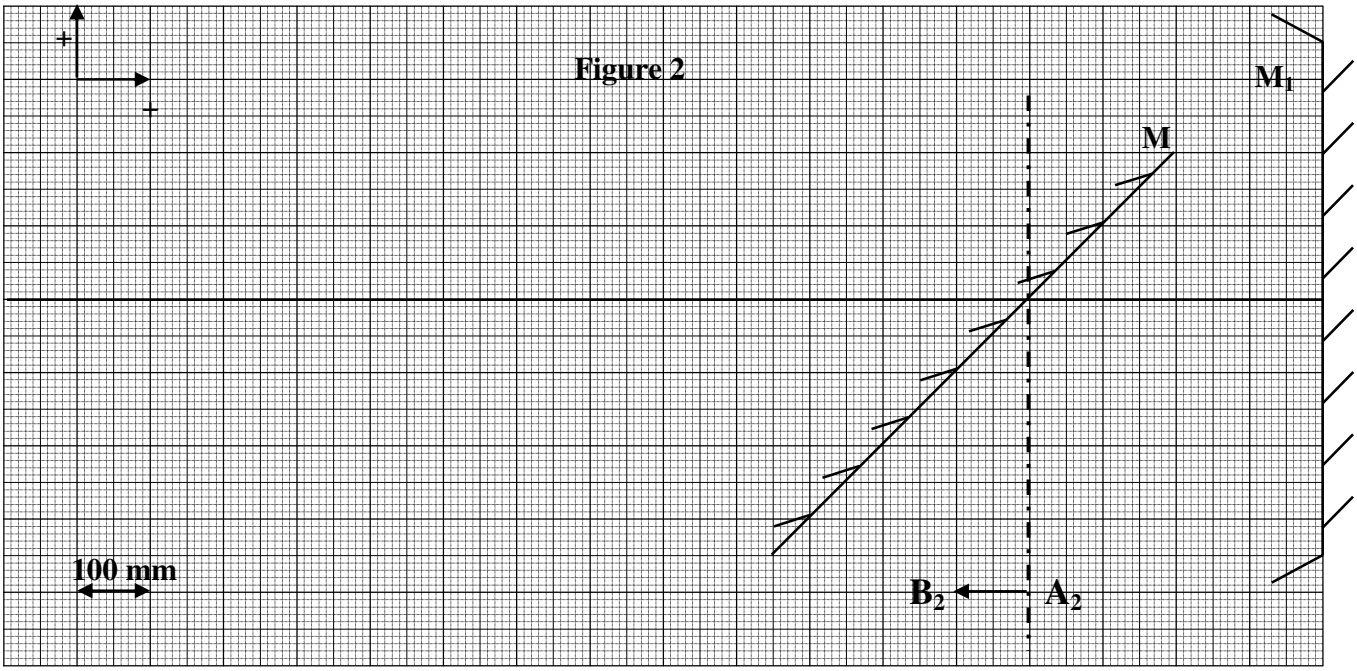
4.2.2. Calculer le diamètre apparent α' (en degré).

4.2.3. Tracer la marche d'un rayon issu de Mars et passant par le foyer F_1, sur la figure 4.
Pour faciliter la construction, l'angle α représenté sur la figure 4 est plus grand que la réalité.

4.2.4. En respectant l'augmentation d'angle α faire figurer le diamètre apparent α' sur la figure 4.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE





TOUTES LES ANNEXES, COMPLETEES OU NON DOIVENT ETRE REMISES ET AGRAFEES AVEC LA COPIE D'EXAMEN

TOUTES LES ANNEXES, COMPLETEES OU NON DOIVENT ETRE REMISES ET AGRAFEES AVEC LA COPIE D'EXAMEN

Figure 3

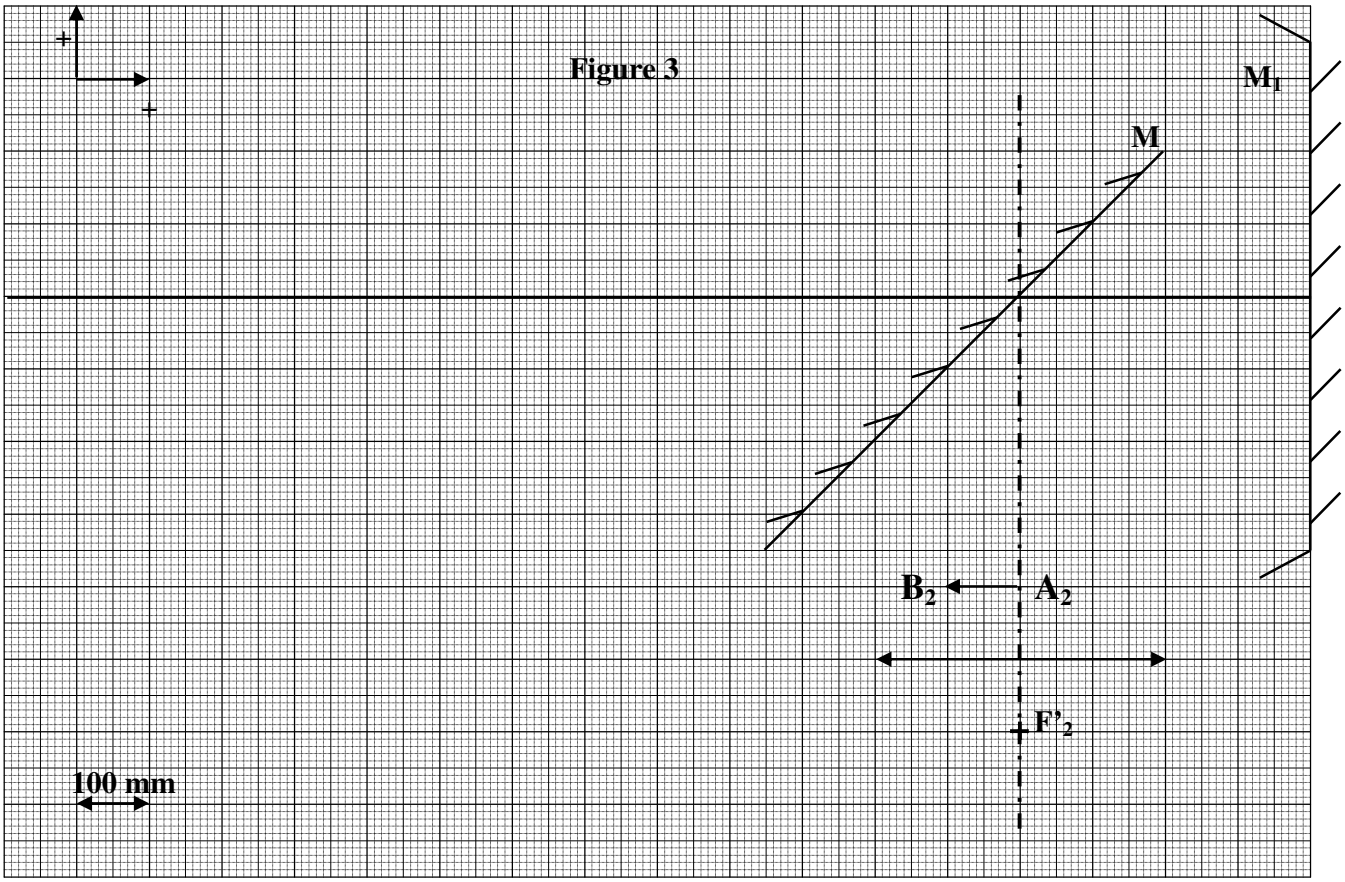
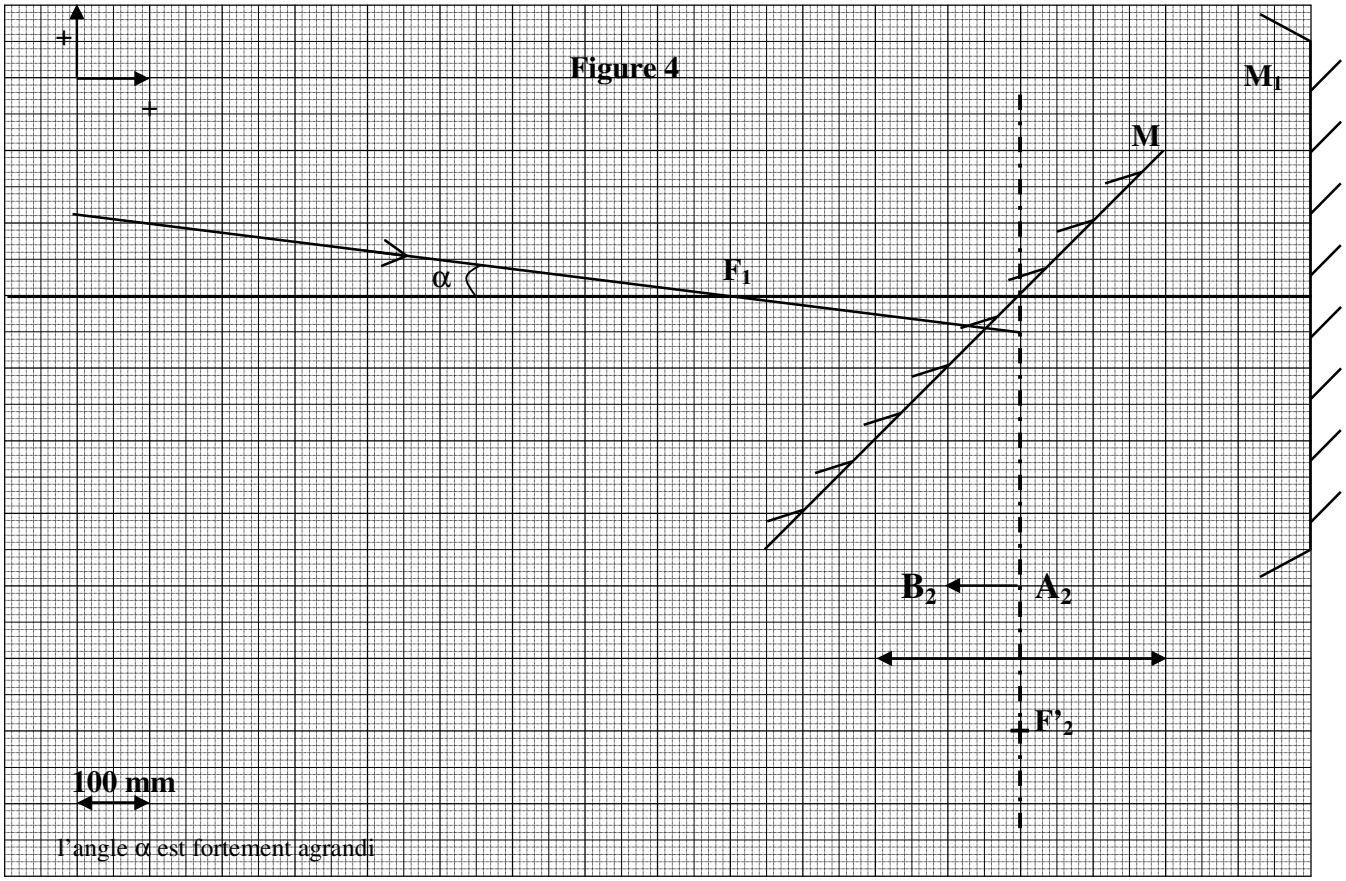


Figure 4



l'angle α est fortement agrandi

2003 Antilles *calculatrice autorisée* **(5,5 points)**

RADIOACTIVITÉ DANS LA FAMILLE DE L'URANIUM

Données (valables pour tout l'exercice)

Unité de masse atomique	u = 1,660 54 × 10^{-27} kg
Énergie de masse de l'unité de masse atomique	E = 931,5 MeV
Électronvolt	1 eV = 1,60 × 10^{-19} J
Megaélectronvolt	1 MeV = 1×10^{6} eV
Célérité de la lumière dans le vide	c = 3,00 × 10^{8} m.s^{-1}

Nom du noyau ou de la particule	Radon	Radium	Hélium	Neutron	Proton	Électron
Symbole	$^{222}_{86}Rn$	$^{226}_{88}Ra$	$^{4}_{2}He$	$^{1}_{0}n$	$^{1}_{1}p$	$^{0}_{-1}e$
Masse (en u)	221,970	225,977	4,001	1,009	1,007	5,49 × 10^{-4}

1. Désintégration du radium

L'air contient du radon 222 en quantité plus ou moins importante.
Ce gaz radioactif naturel est issu des roches contenant de l'uranium et du radium. Le radon se forme par désintégration du radium (lui-même issu de la famille radioactive de l'uranium 238), selon l'équation de réaction nucléaire suivante :

$$^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$$

1.1. Quel est le type de radioactivité correspondant à cette réaction de désintégration?
Justifier votre réponse.

1.2. Défaut de masse

Donner l'expression littérale du défaut de masse Δm du noyau de symbole $^{A}_{Z}X$ et de masse m_X

Calculer le défaut de masse du noyau de radium Ra. L'exprimer en unité de masse atomique u.

1.3. Écrire la relation d'équivalence masse-énergie.

1.4. Le défaut de masse Δm(Rn) du noyau de radon Rn vaut 3,04 × 10^{-27} kg

Définir l'énergie de liaison E_l d'un noyau.

Calculer, en joule, l'énergie de liaison E_l(Rn) du noyau de radon.

Vérifier que cette énergie de liaison vaut 1,71×10^{3} MeV.

En déduire l'énergie de liaison par nucléon E_l/A du noyau de radon.
Exprimer ce résultat en MeV.$nucléon^{-1}$.

1.5. Bilan énergétique.

Établir littéralement la variation d'énergie ΔE de la réaction (1) en fonction de m_{Ra}, m_{Rn} et m_{He} , masses respectives des noyaux de radium, de radon et d'hélium.

Exprimer ΔE en joule.

2. Fission de l'uranium 235.

À l'état naturel, l'élément uranium comporte principalement les isotopes $^{238}_{92}U$ et $^{235}_{92}U$.
Dans une centrale nucléaire "à neutrons lents", le combustible est de l'uranium « enrichi ».
Lors de la fission d'un noyau d'uranium 235, un grand nombre de réactions sont possibles.
Parmi celles-ci, il y en a une qui donne les noyaux de zirconium et de tellure, dont les symboles des noyaux sont $^{99}_{40}Zr$ et $^{134}_{52}Te$.

2.1. Définir le terme "isotope"

2.2. Intérêt énergétique de la fission

Donner la définition de la fission.

Écrire la réaction de fission d'un noyau d'uranium 235 bombardé par un neutron, conduisant à la formations de Zr et de Te.

Les noyaux U, Zr et Te sont placés sur la courbe d'Aston (**Annexe à rendre avec la copie**).
À partir de cette courbe, dégager l'intérêt énergétique de cette réaction de fission

3. Désintégration du noyau Zr.
Le noyau Zr issu de la fission du noyau d'uranium est instable. Il se désintègre au cours d'une désintégration β^- en donnant le noyau de niobium Nb.

3.1. Donner la définition de la radioactivité β^- .

3.2. Écrire l'équation de désintégration du noyau Zr.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

