

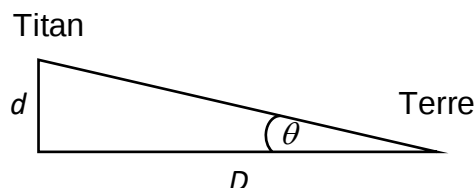
EXERCICE I : AUTOUR DE SATURNE (11 pts)

Partie A – Observation de Titan à l'œil nu

Q1. Dans l'approximation des petits angles : $\tan \theta \approx \theta = \frac{d}{D}$.

$$\theta = \frac{5,2 \times 10^3 \text{ km}}{1,43 \times 10^9 \text{ km}} = 3,6 \times 10^{-6} \text{ rad.}$$

$$\frac{5.2E3}{1.43E9} = 3.636363636E-6$$



Q2. Comme $\theta < \varepsilon = 3 \times 10^{-4} \text{ rad}$, Titan n'est pas observable à l'œil nu.

Q3. Le grossissement G d'un instrument est : $G = \frac{\theta'}{\theta}$

avec θ et θ' respectivement les angles sous lesquels l'objet est vu à l'œil nu et à travers un instrument d'optique.

Le grossissement minimal $G_{\min}$ correspond au cas où $\theta' = \varepsilon = 3 \times 10^{-4} \text{ rad}$ donc : $G_{\min} = \frac{\varepsilon}{\theta}$

soit $G_{\min} = \frac{3 \times 10^{-4} \text{ rad}}{3,6 \times 10^{-6} \text{ rad}} = 83$ soit 1×10^2 en ne conservant qu'un seul chiffre significatif.

Partie B – Observation de Titan à l'aide d'un instrument astronomique

Q4. L'objectif est la lentille située du côté de l'objet à observer : il s'agit de la lentille L_1 .

L'oculaire est la lentille située du côté de l'œil : il s'agit de la lentille L_2 .

La lunette étant afocale, le foyer objet F_2 de L_2 est confondu avec le foyer image F'_1 de L_1 .

Par ailleurs, F_2 et F'_2 sont symétriques par rapport au centre optique O_2 de L_2 .

Voir ANNEXE en fin de corrigé.

Q5. Marche des rayons lumineux issus de B_∞ et construction de l'image intermédiaire B_1 .

Voir ANNEXE en fin de corrigé

Explications (non demandées) : L'objet B_∞ étant à l'infini, l'image intermédiaire B_1 se forme dans le plan focal image de la lentille L_1 passant par F'_1 .

Les rayons entrants dans la lentille L_1 sont parallèles entre eux : ils émergent tous par le point image intermédiaire B_1 .

Les rayons issus de l'image intermédiaire B_1 , située dans le plan focal objet de la lentille L_2 , ressortent tous parallèles entre eux.

Q6. Par définition du grossissement de la lunette : $G = \frac{\theta'}{\theta}$

Dans le triangle $O_1 F'_1 B_1$: $\tan \theta = \frac{F'_1 B_1}{O_1 F'_1} = \frac{F'_1 B_1}{f'_{ob}} \approx \theta$ (approximation des petits angles).

Dans le triangle $O_2 F'_1 B_1$: $\tan \theta' = \frac{F'_1 B_1}{O_2 F'_1} = \frac{F'_1 B_1}{f'_{oc}} \approx \theta'$ (approximation des petits angles).

$$\text{Ainsi, } G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{F'_1 B_1}{f'_{oc}} \times \frac{f'_{ob}}{F'_1 B_1} = \frac{f'_{ob}}{f'_{oc}}.$$

Q7. La distance focale f'_{ob} étant fixée à 3,10 m, le grossissement maximal s'obtient avec la distance focale de l'oculaire la plus petite soit $f'_{oc} = 12 \text{ mm}$.

Q8. $G_{\max} = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{f'_{ob}}{f'_{oc,\min}}$ donc $\theta' = \frac{f'_{ob}}{f'_{oc,\min}} \cdot \theta$.

$$\frac{3.1E3 \times 3.6E-6}{12} = 9.3E-4$$

$$\frac{3.1E3 \times 1.3E-7}{12} = 3.358333333E-5$$

Pour Titan : $\theta'_T = \frac{f'_{ob}}{f'_{oc,\min}} \cdot \theta_T$ soit $\theta'_T = \frac{3,1 \times 10^3 \times 3,6 \times 10^{-6}}{12} = 9,3 \times 10^{-4} \text{ rad}$ (distances focales en mm)

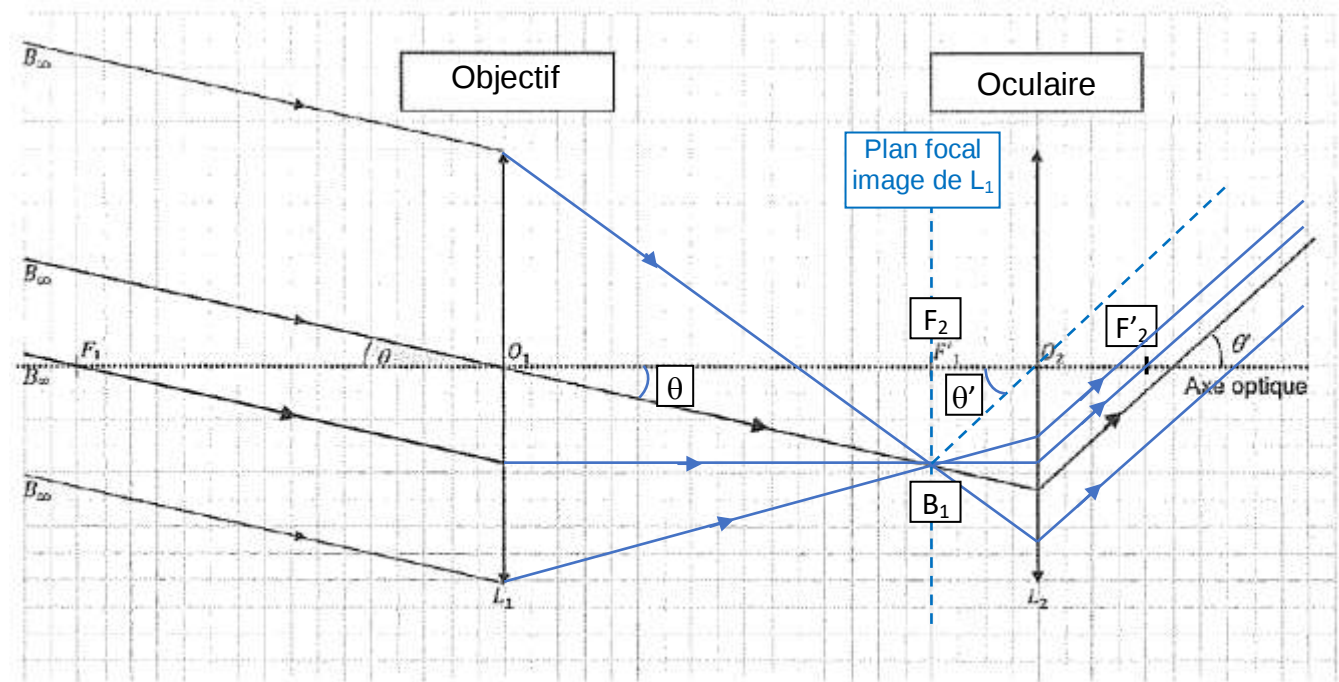
Pour Janus : $\theta'_J = \frac{f'_{ob}}{f'_{oc}} \cdot \theta_J$ soit $\theta'_J = \frac{3,1 \times 10^3 \times 1,3 \times 10^{-7}}{12} = 3,3 \times 10^{-5} \text{ rad}$

On a donc : $\theta'_T > \varepsilon = 3 \times 10^{-4} \text{ rad}$ mais $\theta'_J < \varepsilon$.

On peut observer Titan à travers la lunette astronomique de Marseille mais pas Janus.

- Q9.** La lunette étant afocale : $O_1O_2 = f'_{ob} + f'_{oc}$.
 Avec l'oculaire de plus grande distance focale $f'_{oc} = 40 \text{ mm}$ il vient :
 $O_1O_2 = 3,1 \times 10^3 + 40 \text{ mm} = 3,140 \times 10^3 \text{ mm} \approx 3,1 \times 10^3 \text{ mm} = 3,1 \text{ m}$.
 La longueur L de la lunette est voisine de la distance focale f'_{ob} soit environ 3,1 m.

ANNEXE Questions Q4.



Bac 2022 Métropole (jour 1)

Correction © <https://labolycee.org>

Spécialité physique chimie

Exercice C – DÉFIBRILLATEUR CARDIAQUE (5 points)

Q1. Pour réaliser la charge du condensateur, l'interrupteur doit être basculé du côté du générateur, soit en position 1.

Q2. D'après la loi des mailles : $E - u_r - u_C = 0 \Leftrightarrow E = u_r + u_C$

D'après la loi d'Ohm aux bornes de la résistance r : $u_r = r.i$

De plus, l'intensité du courant étant un débit de charges électriques : $i = \frac{dq}{dt}$.

Ainsi : $i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C.u_C)}{dt} = C \cdot \frac{du_C}{dt}$ car C est une constante.

Ainsi, $u_r = r.i = r.C \cdot \frac{du_C}{dt}$. donc $u_r + u_C = E$ devient $r.C \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = E$

Q3. Vérifions que $u_C = E \times \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}}\right)$ est solution de l'équation différentielle précédente.

$$\frac{du_C}{dt} = \frac{d\left(E \times \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}}\right)\right)}{dt} = E \times \frac{d\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}}\right)}{dt} = E \times \left(0 - \left(-\frac{1}{\tau_{charge}}\right) \times e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}}\right) = \frac{E}{\tau_{charge}} \times e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}}$$

Injectons les expressions de u_C et $\frac{du_C}{dt}$ dans l'équation différentielle $r.C \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = E$:

$$r.C \cdot \frac{E}{\tau_{charge}} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}} + E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}}\right) = E$$

$$\Leftrightarrow r.C \cdot \frac{E}{\tau_{charge}} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}} + E - E \cdot e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}} = E$$

$$\Leftrightarrow \left(r.C \cdot \frac{E}{\tau_{charge}} - E \right) \cdot e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}} = 0 \text{ Pour que la solution convienne, il faut que cette égalité soit vraie quel}$$

$$\text{que soit } t. \text{ Cela implique que } r.C \cdot \frac{E}{\tau_{charge}} - E = 0 \Leftrightarrow r.C \cdot \frac{E}{\tau_{charge}} = E \Leftrightarrow \frac{r.C}{\tau_{charge}} = 1$$

$$\Leftrightarrow \tau_{charge} = r.C \quad \text{Ce temps caractéristique de la charge s'exprime en s.}$$

La solution proposée convient à condition de prendre cette expression de τ_{charge} .

Autre méthode :

On écrit l'équation différentielle $r.C \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = E$ sous la forme $y' = a.y + b$ qui admet des solutions de

$$\text{la forme } y = K \cdot e^{a.x} - \frac{b}{a} :$$

$$\frac{du_C}{dt} = -\frac{1}{r.C} \cdot u_C + \frac{E}{r.C}$$

$$\text{Par analogie, } a = -\frac{1}{r.C} \text{ et } b = \frac{E}{r.C}$$

$$\text{ainsi les solutions sont de la forme } u_C(t) = K \cdot e^{-\frac{t}{r.C}} - \frac{\frac{E}{r.C}}{-\frac{1}{r.C}} = K \cdot e^{-\frac{t}{r.C}} + E.$$

En tenant compte des conditions initiales, on peut trouver l'unique solution : $u_C(t=0) = 0$.

$$K \times e^{-\frac{0}{r.C}} + E = 0 \text{ donc } K + E = 0 \text{ donc } K = -E \text{ donc } u_C = -E \cdot e^{-\frac{t}{r.C}} + E$$

$$\text{Finalement on retrouve la solution proposée : } u_C = E \times \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}} \right) \text{ avec } \tau_{charge} = r.C$$

$$\text{Q4. } u_C = E \times \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}} \right) \text{ donc } u_C(t=0) = E \times \left(1 - e^{-\frac{0}{\tau_{charge}}} \right) = 0$$

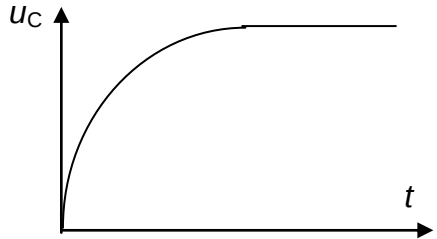
$$\text{Quand } t \text{ tend vers l'infini, } e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}} \text{ tend vers 0 donc } u_C(\infty) \rightarrow E.$$

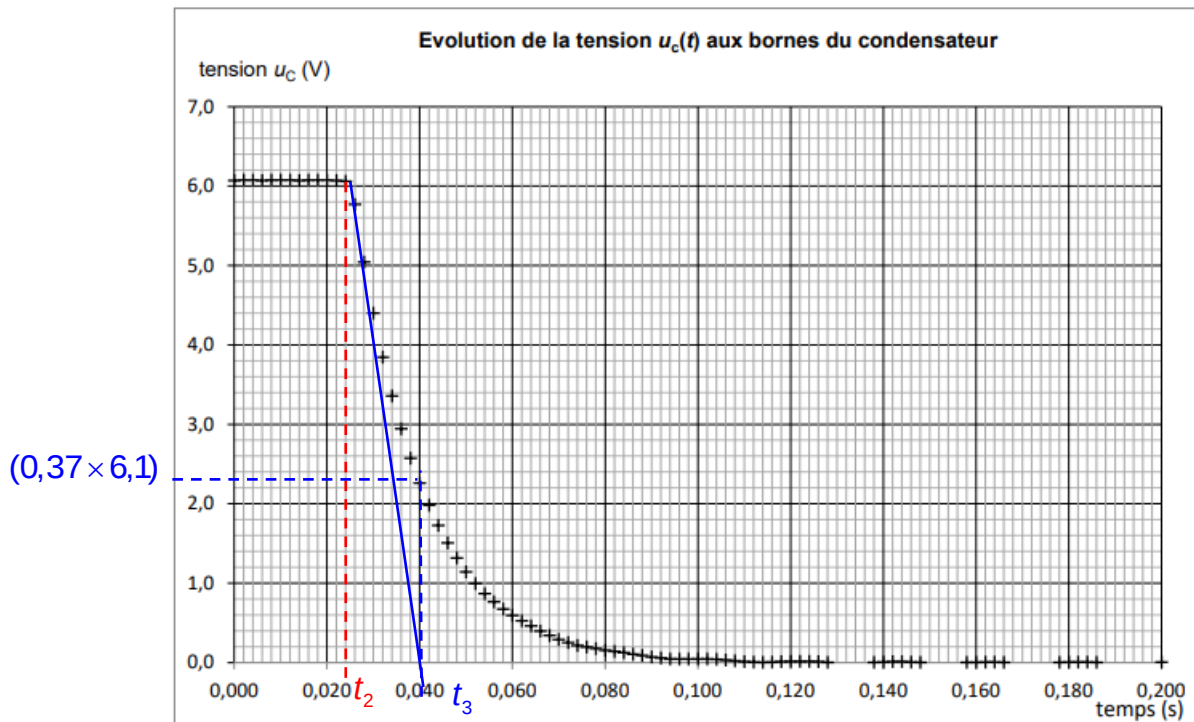
$$\text{Q5. Si } t_1 = 5 \times \tau_{charge}, \text{ alors } u_C(t_1) = E \times \left(1 - e^{-\frac{5 \times \tau_{charge}}{\tau_{charge}}} \right) = E \times (1 - e^{-5}) = 0,99 \times E$$

À la date $t_1 = 5 \times \tau_{charge}$, la tension aux bornes du condensateur a atteint 99 % de sa valeur finale.

Q6. L'interrupteur est basculé de la position 1 à la position 2 quand le condensateur commence à se décharger donc quand u_C diminue.

Graphiquement, cela correspond à la date $t_2 = 0,024 \text{ s}$.





Q7. La décharge du condensateur commence à la date $t_2 = 0,024$ s. Ainsi, pour trouver le temps caractéristique τ_{graph} , on détermine la date t_3 correspondant à l'abscisse de l'intersection de la tangente à la courbe de décharge au début de la décharge (c'est-à-dire à la date t_2) avec l'axe des temps.

$$\tau_{\text{graph}} = t_3 - t_2 = 0,040 - 0,024 = 0,016 \text{ s} = 16 \text{ ms.}$$

Variante pour trouver t_3 : lors de la décharge d'un dipôle RC, le temps caractéristique est égal au temps nécessaire pour que la tension atteigne 37 % de sa tension initiale.

Cette valeur semble suffisamment faible pour que la décharge d'énergie dans le thorax soit quasi-instantanée.

8. On peut considérer que la décharge est terminée au bout de $5 \times \tau_{\text{décharge}}$ avec $\tau_{\text{décharge}} = R.C$

R est compris entre $50 \, \Omega$ et $150 \, \Omega$ et $C = 170 \, \mu\text{F}$ donc la durée de décharge est comprise entre $5 \times 50 \times 170 \times 10^{-6} \text{ s}$ et $5 \times 150 \times 170 \times 10^{-6} \text{ s}$ soit entre 0,043 s et 0,128 s

La durée est bien inférieure aux 4 secondes maximale indiquées dans les données de la notice.

