

CLASSE : Terminale

EXERCICE B : au choix du candidat (5 points)

VOIE : Générale

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui sans mémoire, « type collège »

EXERCICE B au choix du candidat
Un radar de contrôle de vitesses (5 points)

1.

"Un véhicule se déplaçant sur route sèche à double sens sans séparateur central "

Vitesses autorisées :

Route à double sens sans séparateur central : Route sèche : $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

Vitesses autorisées :

Route à double sens sans séparateur central :

Route sèche : $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ Par un temps de pluie : $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

Route à 2 chaussées séparées par un terre-plein central :

Route sèche : $110 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ Par un temps de pluie : $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

Calculons sa vitesse en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$:

$$25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} = 25 \times 3,6 = 90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$$

Or "La loi admet alors une tolérance de $5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ "

$$\text{Vitesse retenue} : 90 - 5 = 85 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$$

$$\text{Calculons l'excès de vitesse} : 80 - 85 = 5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$$

Pour un écart entre vitesse autorisée et vitesse contrôlée inférieur à $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ avec vitesse maximale autorisée supérieure à $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, le conducteur encourt :

- Amende forfaitaire de 68 euros.
- Retrait d'1 point sur permis de conduire.

Écart entre vitesse autorisée et vitesse contrôlée	Sanctions encourues	
	Montant de l'amende	Retrait de point(s) sur le permis de conduire
Inférieur à $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ avec vitesse maximale autorisée inférieure à $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	Amende forfaitaire de 135 euros.	Retrait d'1 point sur permis de conduire.
Inférieur à $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ avec vitesse maximale autorisée supérieure à $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	Amende forfaitaire de 68 euros.	Retrait d'1 point sur permis de conduire.
Égal ou supérieur à $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ et inférieur à $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	Amende forfaitaire de 135 euros.	Retrait de 2 points sur permis de conduire.
Égal ou supérieur à $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ et inférieur à $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	Amende forfaitaire de 135 euros.	Retrait de 3 points sur permis de conduire. Autres sanctions pouvant aller jusqu'à une suspension de permis.

2.

Persistence rétinienne :

$$0,070 \text{ s} = 7,0 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

Durée maximale entre le début du premier flash et le début du deuxième:

$$52 \text{ ms} = 52 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 5,2 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

$$5,2 \cdot 10^{-2} \text{ s} < 7,0 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

La durée maximale entre le début du premier flash et le début du deuxième est inférieure à la persistance rétinienne : les membres du véhicule flashé n'ont vu qu'un seul éclair lumineux.

3.

D'après la loi d'additivité des tensions ou loi des mailles :

$$U_C(t) + U_R(t) = E$$

$$\text{or } U_R(t) = R \times i$$

$$U_C(t) + R \times i = E$$

$$\text{Or } i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

$$U_C(t) + R \times \frac{dq(t)}{dt} = E$$

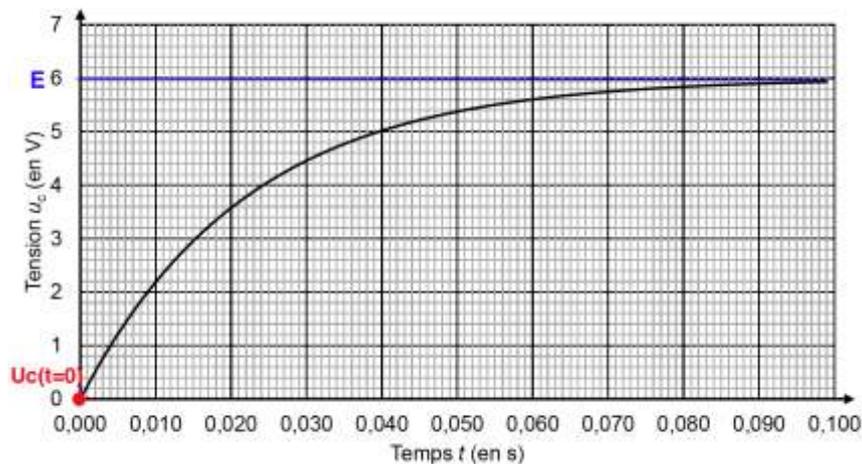
$$\text{Or } q(t) = C \times U_C(t)$$

$$U_C(t) + R \times \frac{d(CU_C(t))}{dt} = E$$

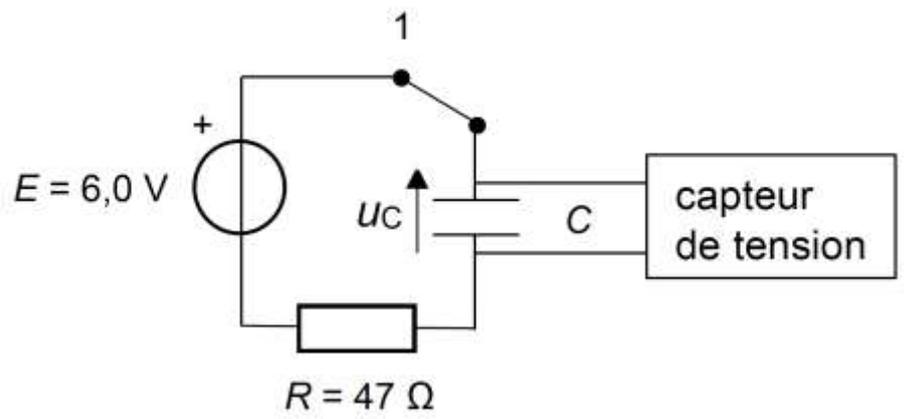
$$U_C(t) + RC \frac{dU_C(t)}{dt} = E$$

4.

$$U_C(t) = A + B \times e^{-\frac{t}{\tau}}$$



Initialement : $U_C(t = 0) = 0$



D'après la solution de l'équation différentielle :

$$U_C(t = 0) = A + B \times e^{-\frac{0}{\tau}}$$

$$U_C(t = 0) = A + B$$

$$\text{Donc } A + B = 0$$

Pour un temps très grand $t = \infty$, le condensateur est chargé : $U_C(t = \infty) = E$

D'après la solution de l'équation différentielle :

$$U_C(t = \infty) = A + B \times e^{-\frac{\infty}{\tau}}$$

$$U_C(t = \infty) = A + B \times 0$$

$$U_C(t = \infty) = A$$

$$\text{D'où } A = E$$

Donc

$$A + B = 0$$

$$E + B = 0$$

$$B = -E$$

$$U_C(t) = A + B \times e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$U_C(t) = E + -E \times e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$U_C(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

Trouvons τ :

$$U_C(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

-Dérivons $U_C(t)$:

$$\frac{dU_C(t)}{dt} = E \times - \left(\frac{-1}{\tau} \right) e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\frac{dU_C(t)}{dt} = \frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

-Remplaçons $U_C(t)$ et $\frac{dU_C(t)}{dt}$ dans l'équation :

$$RC \frac{dU_C(t)}{dt} + U_C(t) = E$$

$$RC \frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) = E$$

$$RC \frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + E - E e^{-\frac{t}{\tau}} = E$$

$$E e^{-\frac{t}{\tau}} \times \left(\frac{RC}{\tau} - 1 \right) + E = E$$

$$E e^{-\frac{t}{\tau}} \times \left(\frac{RC}{\tau} - 1 \right) = 0$$

Un produit de facteur est nul si un de ses facteurs est nul :

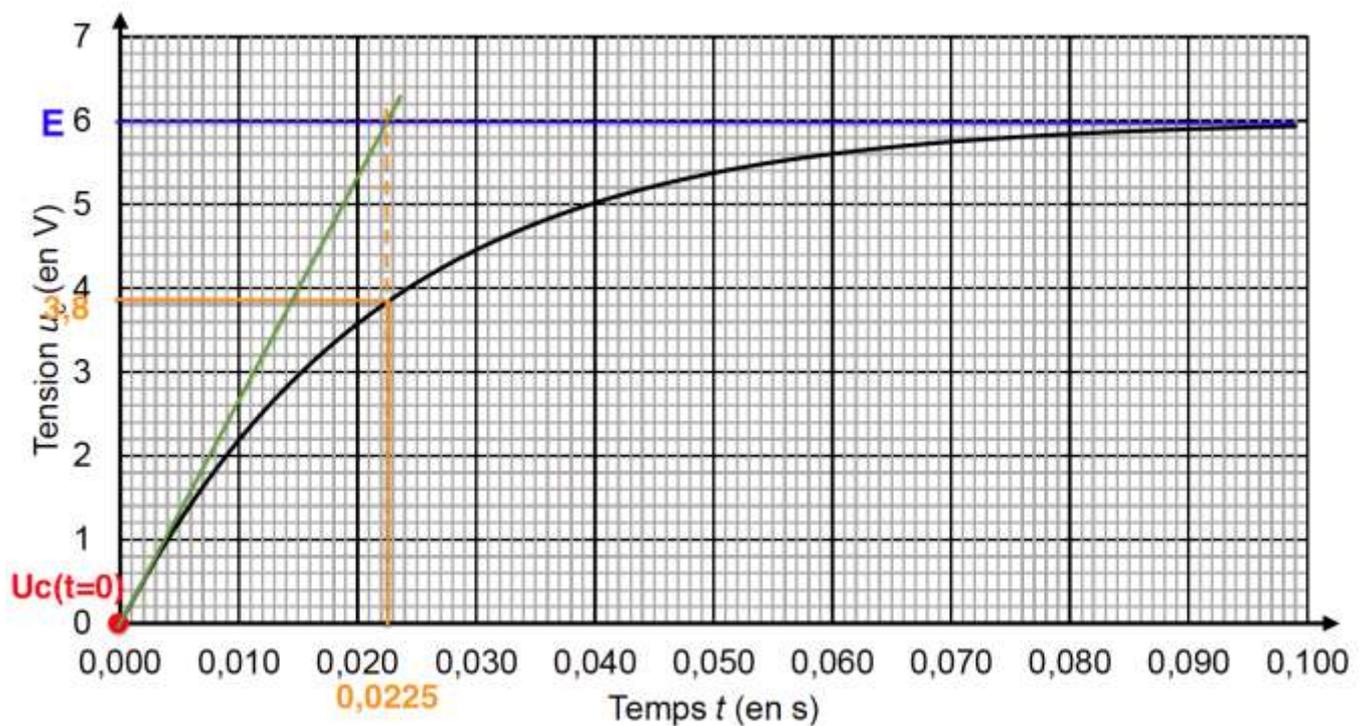
$$\frac{RC}{\tau} - 1 = 0$$

$$\frac{RC}{\tau} = 1$$

$$\tau = RC$$

$$\text{D'ou } U_C(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

5.



La constante de temps $\tau = RC$, peut être déterminée graphiquement par deux méthodes :

$$\checkmark \quad U_C(t = \tau) = E \left(1 - e^{-\frac{\tau}{\tau}} \right) = E(1 - e^{-1}) = 0,63E$$

On lit le temps pour lequel $U_C(\tau) = 0,63E = 0,63 \times 6,0 = 3,8 \text{ V}$

\checkmark On trace la tangente à la courbe à $t=0$ et on regarde l'abscisse du point d'intersection entre cette tangente et l'asymptote $U_C = E$ pour la charge, et $U_C = 0$ pour la décharge.

On trouve $\tau = 0,0225 \text{ s}$

$$\tau = RC$$

$$RC = \tau$$

$$C = \frac{\tau}{R}$$

$$C = \frac{0,0225}{47}$$

$$C = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{F}$$

6.

"Lors de la deuxième charge, le condensateur bascule sur la position 2 dès qu'il a emmagasiné une énergie égale à $7,0 \times 10^{-3} \text{ J}$."

Calculons la valeur de la tension correspondante :

$$W_{\text{cond}} = \frac{1}{2} \times C \times u_c^2$$

$$\frac{1}{2} \times C \times u_c^2 = W_{\text{cond}}$$

$$u_c^2 = \frac{2 \times W_{\text{cond}}}{C}$$

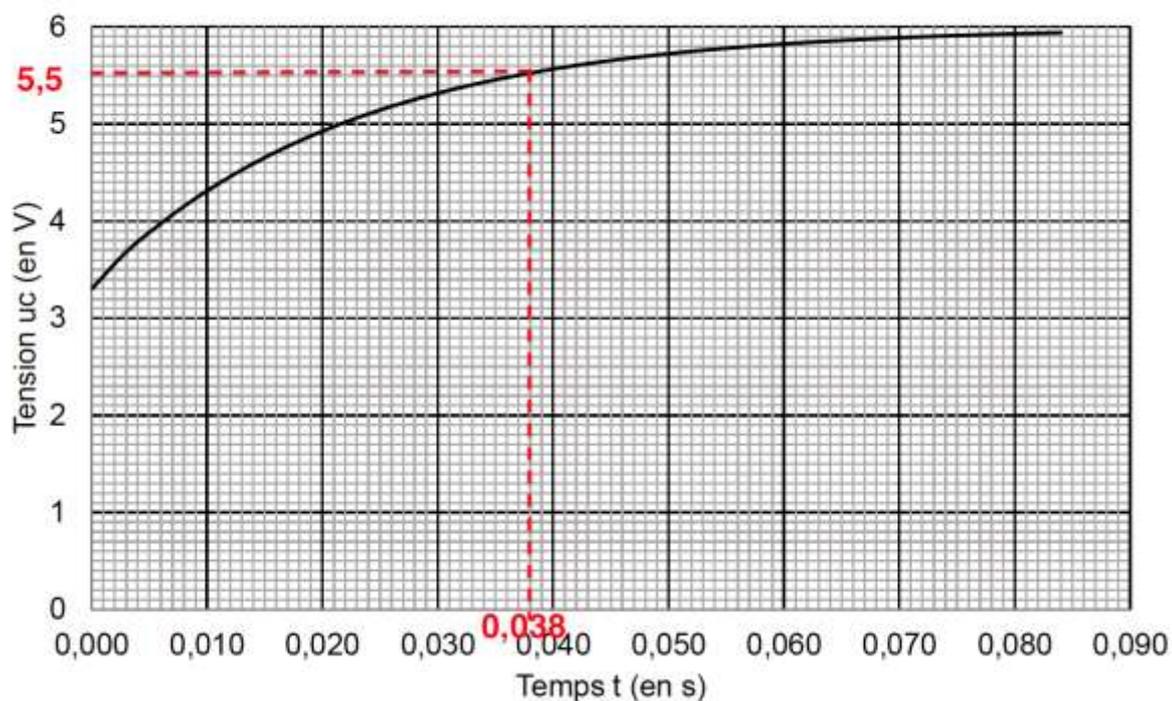
$$u_c = \sqrt{\frac{2 \times W_{\text{cond}}}{C}}$$

$$u_c = \sqrt{\frac{2 \times 7,0 \cdot 10^{-3}}{470 \cdot 10^{-6}}}$$

$$u_c = 5,5 \text{ V}$$

Graphiquement, le condensateur atteint une tension $u_c = 5,5 \text{ V}$ pour $t_{\text{charge}} = 0,038 \text{ s}$.

Évolution temporelle de la tension aux bornes du condensateur avant le second flash



Or "La durée de décharge du condensateur jusqu'à la tension seuil de la diode est de 8,0 ms".

Calculons le temps minimal entre le 1^{er} et le 2nd flash :

$$\Delta t = t_{\text{charge}} + t_{\text{décharge}}$$

$$\Delta t = 0,038 + 8,0 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta t = 4,6 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

$$\Delta t = 46 \text{ ms}$$

$$\Delta t < 52 \text{ ms}$$

Ainsi le dispositif utilisé par l'élève permet d'émettre les deux flashes avec le décalage temporel de 52 ms imposé par le cinémomètre.