**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 : $i = \dfrac{dq}{dt}$.

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

Ainsi, $u_r = r.i = r.C.\dfrac{du_C}{dt}$.

$u_r + u_C = E$ devient $r.C.\dfrac{du_C}{dt} + u_C = E$

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

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

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

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

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

$\Leftrightarrow \left(r.C.\dfrac{E}{\tau_{charge}} - E\right).e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}} = 0$ Pour que la solution convienne, il faut que cette égalité soit vraie quel que soit *t.* Cela implique que $r.C.\dfrac{E}{\tau_{charge}} - E = 0 \Leftrightarrow r.C.\dfrac{E}{\tau_{charge}} = E \Leftrightarrow \dfrac{r.C}{\tau_{charge}} = 1$

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

La solution proposée convient à condition de prendre cette expression de $\tau_{charge}$.

**Autre méthode :**

On écrit l'équation différentielle $r.C.\dfrac{du_C}{dt} + u_C = E$ sous la forme $y' = a.y + b$ qui admet des solutions de la forme $y = K.e^{a.x} - \dfrac{b}{a}$ :

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

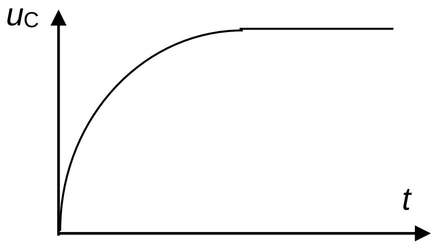
Par analogie, $a = -\dfrac{1}{r.C}$ et $b = \dfrac{E}{r.C}$

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

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

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

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




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

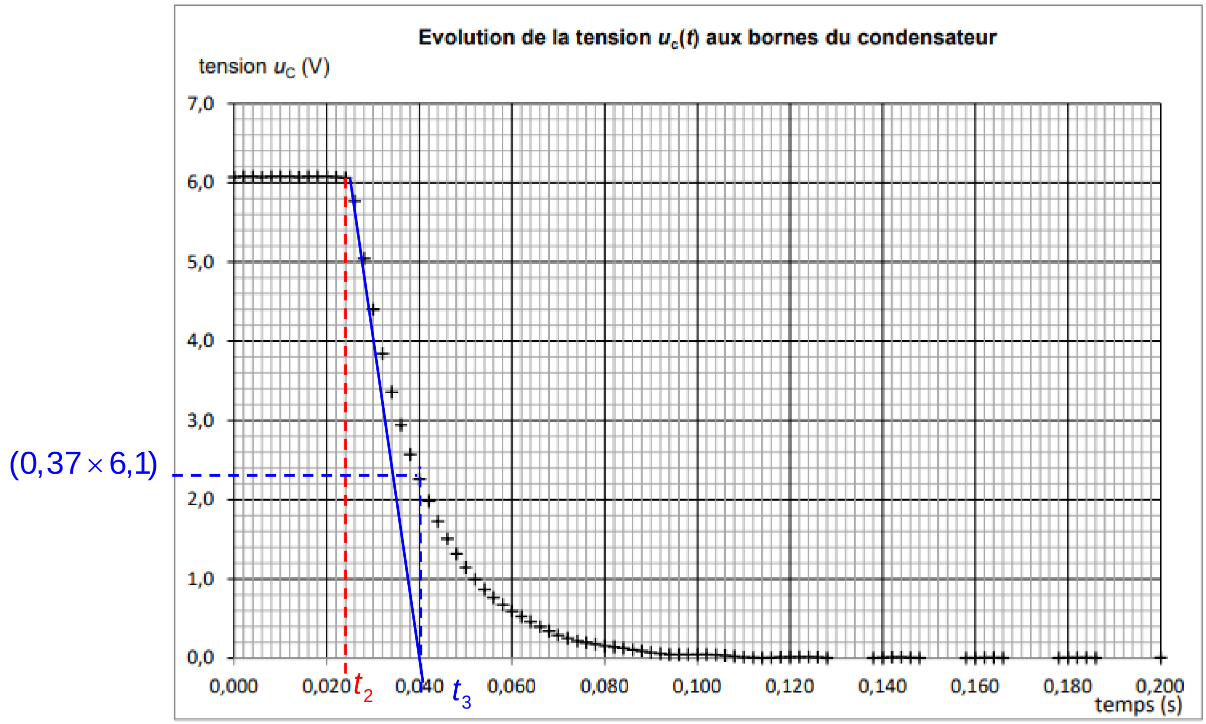
Quand $t$ tend vers l'infini, $e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}}$ tend vers 0 donc $u_C(\infty) \to E$ .

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

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 s.




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

$\tau_{graph} = t_3 - t_2$ = 0,040 – 0,024 = 0,016 s = 16 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 $5 \times \tau_{décharge}$ avec $\tau_{décharge} = R.C$

*R* est compris entre 50 Ω et 150 Ω et *C* = 170 µF donc la durée de décharge est comprise entre $5 \times 50 \times 170 \times 10^{-6}\,s$ et $5 \times 150 \times 170 \times 10^{-6}\,s$ 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.