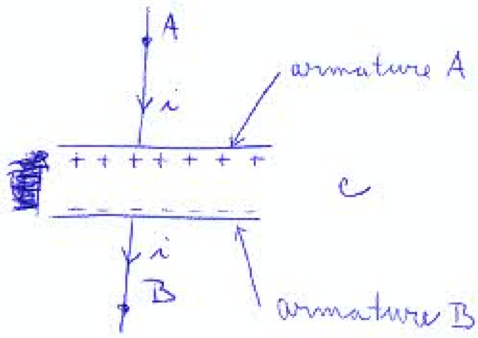
Karolína Brückmerová C.C

LES CONDENSATEURS

processus de charge



f.é.m. = force électromotrice

Q... la charge du condensateur
... exprimé en Coulombs

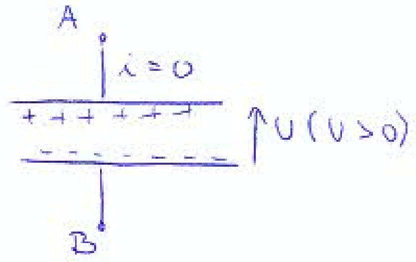
$Q_A = +Q$

$Q_B = -Q$

$Q = C \cdot U$ — tension (V) ; C — capacité (F)

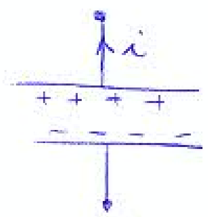
Relation fondamentale de condensateur

condensateur chargé



=

processus de décharge



la durée de charge

$\tau = R \cdot C$ — capacité ; R — la résistance

$\rightarrow \tau \downarrow$ charge et décharge plus rapides

u... la tension aux bornes du condensateur en suivant le sens positif
q... la charge de l'armature sur laquelle le sens positif arrive
i... l'intensité
↳ variables au cours du temps

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} Q \cdot U$$

Q — en Coulombs

$$i = \frac{dq}{dt}$$

$$U = R \cdot I$$

$$q = Cu$$

$$i = C \cdot \frac{du}{dt}$$

$$Q = I \cdot t$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$$

U — tension en Volts ; C — capacité en Farads

$$W = P \cdot t \qquad P = u \cdot i$$

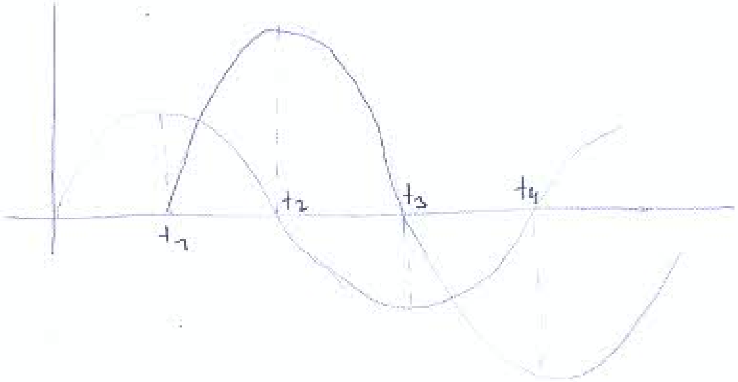
E_c — énergie en Joules (énergie stockée) = énergie potentielle électrostatique

LE DIPÔLE RC

$u = u_{AB}$

→ l'intensité i et la tension u ont la même fréquence, mais ils ne sont pas en phase (ils sont déphasés, il existe une différence de phase)

→ cas particulier où R est très petite (négligeable)
u et i sont en quadrature de phase (quand l'une est nulle, l'autre est maximale)



Base : - un dipôle est - soumis à une tension alternative sinusoïdale u
- parcouru par une intensité alternative sinusoïdale i

- le passage du courant dans un circuit RC s'explique par une suite de charges et de décharges de condensateur

Connaissez-vous votre cours ?

1.) $Q = 1,0\,\mu C$ $\qquad Q = C \cdot U$

$U = 10V$

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{1 \cdot 10^{-6}}{10} = 1,0 \cdot 10^{-7}\,F = 0,1\,\mu F$$

2.) $C = 2,2\,mF = 2,2 \cdot 10^{-3}\,F$

$U = 5,0V$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 = \frac{1}{2} \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} \cdot 5,0^2 = 5,5 \cdot 10^{-3}\,J = 5,5\,mJ$$

3.) $Q = 100\,\mu C = 1,0 \cdot 10^{-4}\,C$

$E_c = 50,0\,mJ = 5,0 \cdot 10^{-2}\,J$

$$\cancel{E_c = \frac{1}{2} \cdot C U^2 \rightarrow U = \sqrt{\frac{E_c}{\frac{1}{2} \cdot C}} = \sqrt{\frac{5,0 \cdot 10^{-2}}{\frac{1}{2} \cdot 1,0 \cdot 10^{-4}}}}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot U \rightarrow U = \frac{E_c}{\frac{1}{2} \cdot Q} = \frac{5,0 \cdot 10^{-2}}{\frac{1}{2} \cdot 1,0 \cdot 10^{-4}} = 1000\,V$$

4) $i = 1,0\,mA$

$t = 10s$

$$i = \frac{dq}{dt} \rightarrow Q = I \cdot t = 1,0 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 1,0 \cdot 10^{\cancel{-4}\,-2}\,C = 10\,\cancel{\mu}\,m\,C$$

5) a) $i = C \cdot \frac{du}{dt}$

6) $R = 47\,\Omega$

$C = 0,10\,\mu F = 0,10 \cdot 10^{-6}\,F$

$$\tau = R \cdot C = 47 \cdot 0,10 \cdot 10^{-6} = 4,7 \cdot 10^{-6}\,s$$

7) Pour augmenter la constante de temps d'un circuit, on peut a) augmenter R et c) augmenter C

8) La charge et la décharge d'un condensateur sont d'autant plus rapides que a) la constante de temps τ est plus petite

EXERCICES : p. 215 - p. 218 , 1-15

1) $C = 10\,mF = 1{,}0 \cdot 10^{-8}\,F$

$U = 6{,}0V$

$Q = C \cdot U = 1{,}0 \cdot 10^{-8} \cdot 6{,}0 = 60\,mC$

2) $C = 5{,}0\,mF$

$U = 4{,}5V$

a) $E_c = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 = \frac{1}{2} \cdot (5{,}0 \cdot 10^{-3})^2 \cdot (4{,}5)^2 = 50\,mJ$

b) $P = \frac{E_c}{t} = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}} = 5W$

3) $C = 10\,mF$

$U = 3{,}0V$

$E_c = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 10^{-9} \cdot (3{,}0)^2 = 4{,}5 \cdot 10^{-8}\,J = 45\,mJ$

4) $E_c \overset{?}{=} \frac{1}{2} \cdot CU^2$

$[E] = \frac{[Q]}{[U]} \cdot [U]^{2} = [Q] \cdot [U] = [I] \cdot [t] \quad Q = [R] \cdot [I]^2 \cdot [\Delta t] = \frac{[U]}{[I]} \cdot [I]^2 \cdot [\Delta t] = [U] \cdot [I] \cdot [\Delta t] = [P] \cdot [\Delta t]$

donc $(J) = (W) \cdot (s)$ temps en secondes

énergie puissance en watts

5) $C = 2{,}2 \cdot 10^3\,\mu F$

$I = 1{,}0\,mA$

a) $\cancel{i = \frac{dq}{dt}}$ $\quad Q = I \cdot t = 1{,}0 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 0{,}01\,C = 10\,mC$

b) $U = \frac{Q}{C} = \frac{0{,}01}{2{,}2 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6}} = 4{,}5V$

c) $Q_{max} = U_{max} \cdot C = 8{,}0 \cdot 2{,}2 \cdot 10^{+3} \cdot 10^{-6} = 0{,}018\,C$

$t_{max} = \frac{Q_{max}}{I} = \frac{0{,}018}{0{,}001} = \underline{\underline{17{,}6\,s}}$

6) $I = 150\,\mu A$

$C = 18\,\mu F$

a) $Q = I \cdot t = 150 \cdot 10^{-6} \cdot 8 = 1{,}2\,mC$

$Q_A = 1{,}2\,mC$

$Q_B = -1{,}2\,mC$

b) ~~cela s'annule, car $|Q_A| = |Q_B|$~~

$V_A - V_B = U_{AB} = \frac{Q}{C} = \frac{1{,}2 \cdot 10^{-3}\,C}{18 \cdot 10^{-6}\,F} = \ldots$

c) $W = \frac{1}{2} C U^2 = \ldots$

7) $I = 10\,\mu A$

$R = 4{,}7 \cdot 10^5\,\Omega$

$C = 2{,}0\,\mu F$

$t = 25\,s$

a) $E_c = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C}$ et $Q = I \cdot t = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 25 = 2{,}5 \cdot 10^{-4}\,C$

$E_c = \frac{1}{2} \cdot \frac{(2{,}5 \cdot 10^{-4})^2}{2{,}0 \cdot 10^{-6}} = \frac{31}{2}\,mJ$

b) Effet Joule relative à l'énergie : $E_d = R \cdot I^2 \cdot t$

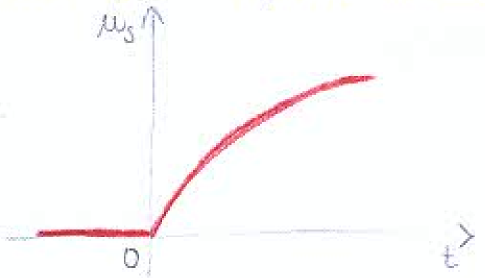
$E_d = 4{,}7 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 25 = 117{,}5\,J$

c) $W = U \cdot I \cdot t$ où $\cancel{U = I R}$

$W = \cancel{I^2 R \cdot t} = (10 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 4{,}7 \cdot 10^5 \cdot 25 \doteq 1{,}2\,mJ$

$W = E_C + E_d$

8) la réponse b) est correcte



9) $C = 10\,nF = 1{,}0 \cdot 10^{-8}\,F$

$Q = 10^{-6}\,C = 10\,\mu C$

1 -> a) $U = ?$ $Q = C \cdot U \rightarrow U = \frac{Q}{C} = \frac{10^{-6}}{1{,}0 \cdot 10^{-8}} = 100\,V$

b) $\cancel{E_c = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 = \frac{1}{2} \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-8} \cdot 100^2 = 5{,}0 \cdot 10^{-5}\,J = 50\,\mu J}$

2 -> $R = 47\,\Omega$

a) $I = \frac{U}{R} = \frac{100}{47} = 2{,}1\,A$

b) lorsque la décharge est terminée, l'énergie dissipée par l'effet Joule est égale à l'énergie emmagasinée, qu'on a calculé dans la première partie de cet exercice, ce qui est $E = 50\,\mu J$

10) a) $I_0 = 0{,}10 \text{ mA}$

$Q_1 = I_0 t_1 = 0{,}10 \cdot 10^{-3} \cdot 20 = 2{,}0 \text{ mC} = 2{,}0 \cdot 10^{-3} \text{ C} \rightarrow q_{A_1} = 2{,}0 \cdot 10^{-3} \text{ C}$

$q_{A_2} = I_0 \cdot t_2 = 0{,}10 \cdot 10^{-3} \cdot 40 = 4{,}0 \text{ mC}$

$q_{A_3} = I_0 \cdot t_3 = 6 \text{ mC}$

$q_{A_4} = 8 \text{ mC}$

$q_{A_5} = 10 \text{ mC}$

b) $I_0 = 0{,}14 \text{ mA}$

$q_{B_1} = I_0 \cdot t_1 = 0{,}14 \cdot 10^{-3} \cdot 20 = 2{,}8 \text{ mC}$

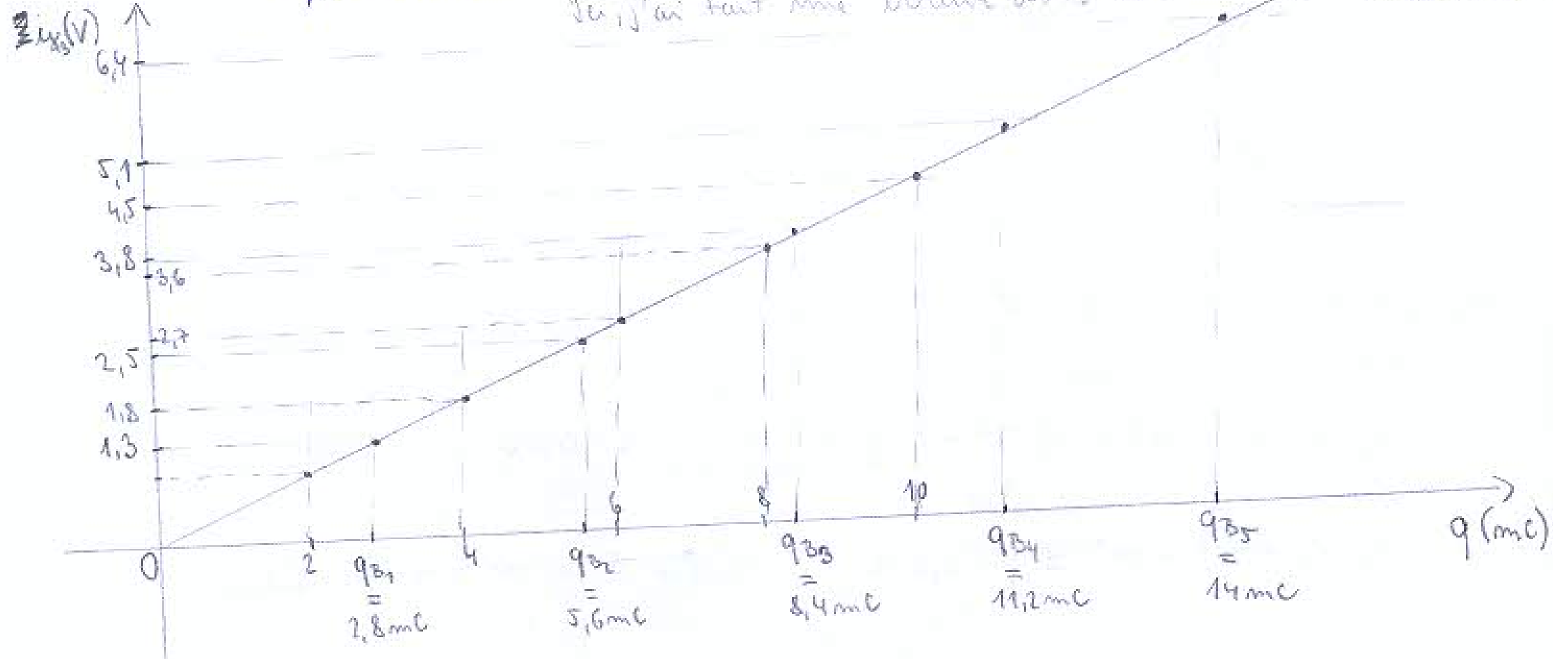
$q_{B_2} = 5{,}6 \text{ mC}$

$q_{B_3} = 8{,}4 \text{ mC}$

$q_{B_4} = 11{,}2 \text{ mC}$

$q_{B_5} = 14 \text{ mC}$

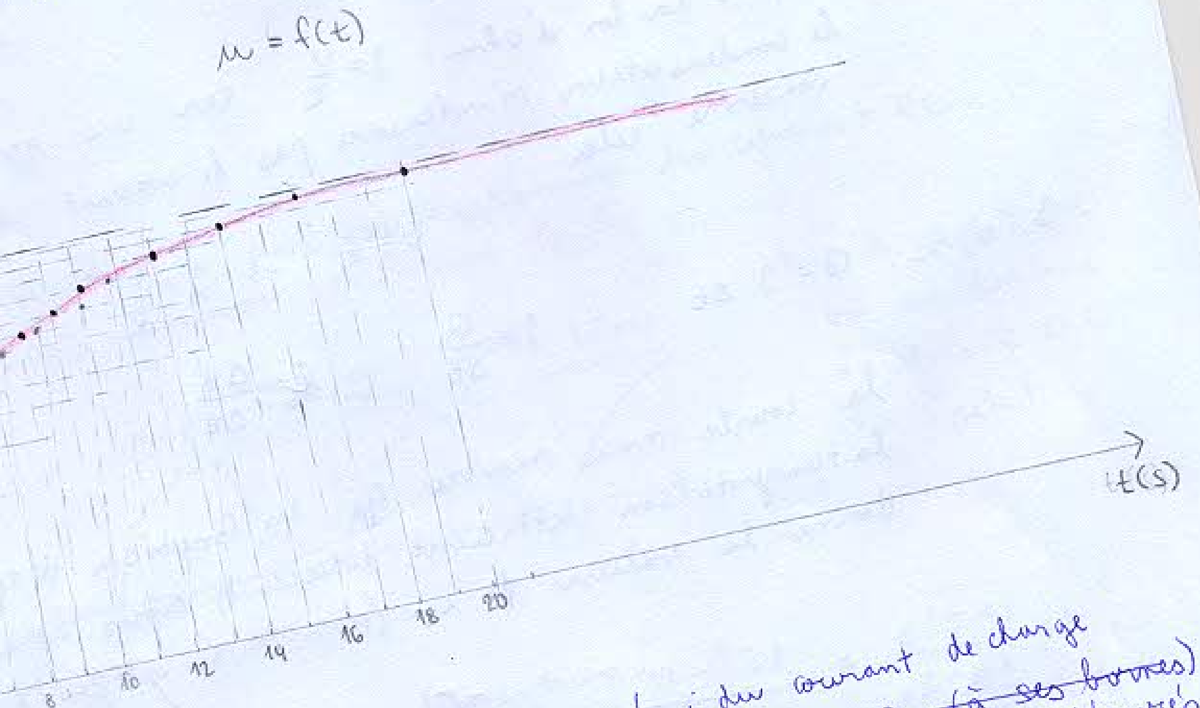
Ici, j'ai fait une erreur dans le graphique car j'ai confondu les deux axes des coordonnés et à la place de $q = f(u_{AB})$, j'ai fait $u_{AB} = f(q)$



On remarque que Q est proportionnelle à U.

$C = \dfrac{Q}{U}$ – c'est le coefficient directeur de la droite $q = f(u)$

1.



...tante de temps

...ment où le condensateur est chargé, i du courant de charge

...le. ~~Il y a toujours une tension de -Q vers +Q (à ses bornes)~~ Mais la tension reste, d'après la loi de Maille, toujours 3,0V.

...nte de tems $\tau =$ 57 s

$\frac{\tau}{R} = \frac{57}{47 \cdot 10^3}$ F $= 1,2$ mF

$1 \mu F = 1 \cdot 10^{-6}$ F

$Q = C \cdot U$ $\rightarrow C \cdot U = I \cdot t$ $\rightarrow$ E varie aussi vers l'infini

$Q = I \cdot t$ $\quad U_{IN} = \frac{I \cdot t}{C} = E$

2. par la loi d'Ohm : $I_0 = \frac{U}{R}$

12)

1.BB. $U = \frac{Q}{C} = \frac{10^{-5}}{10^{-6}} V = 10\ V$

2.A2. d'après la loi d'ohm : $I = \frac{U}{R}$ car au moment $t=0$, le condensateur n'influence pas le circuit en ce qui concerne cela

$$U = E \rightarrow I = \frac{E}{R}$$

3. a) A2. $Q = I \cdot \Delta t \rightarrow I = \frac{Q}{\Delta t} \rightarrow i_0 = \frac{\Delta q}{\Delta t}$

la courbe nous montre q_A en fonction de temps ($q_A = f(t)$), la tangente (son coefficient directeur) nous donc montre/donne la valeur de i_0 (derivée de $q = q(t)$)

(c) $c = \frac{Y_A - Y_B}{X_A - X_B} = \frac{10^{-5} - 10^{-6}}{10^{-2}} = \frac{10^{-5}}{10^{-2}} = \cancel{1000}\ 10^{-3} \Rightarrow i_0 = \cancel{1000\,A}\ 1\,mA$

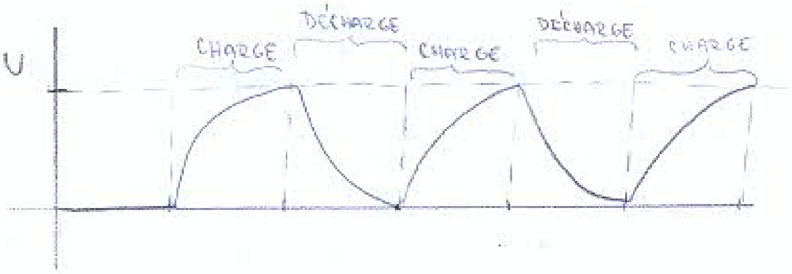
i décroît vers 0

14) 1A2. a) - ~~A~~
- B

b) - A
- B

2A2. la courbe obtenue par oscillogramme du circuit RC
$i = f(t)$ tension aux bornes de R

3A2

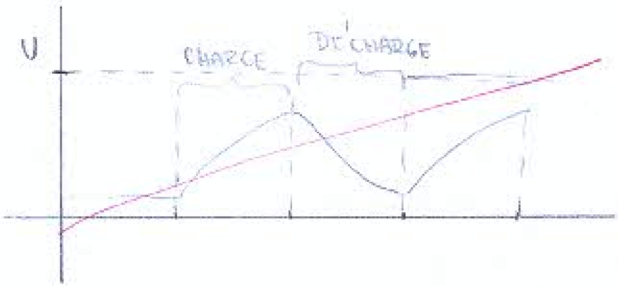


VOIE B dans le cas où on diminue à la fois R et C
↳ τ petit

4A2

VOIE B ~~ap~~ avant la diminution de résistance ou la capacité de condensateur → τ ~~grand~~

$\tau = RC \Rightarrow \tau$ petite



13) f = 100Hz

a) E ~~F~~ ... masse
F ~~E~~ ... voie Y_B
D ... voie Y_A

il faut pousser le bouttom dual
b) les lignes (courbes) ne sont pas flous, donc la vitesse de balayage doit être assez élevé, ($T = \frac{1}{f} = 0{,}01s =$ 10ms
↓
cela correspond aux 10 divisions

0,01s ... 10 div.
1s ... x div
1000 div / seconde

[illegible] / ms / division

c) courbe $i = g(t)$ est en avance de $\frac{\pi}{2}$ avant $U_{EF} = f(t)$ → les oscillations sont en quadrature.

15) a) on doit les relier en série : M à la masse (~~[illegible]~~),
P à l'entrée voie YA où on mesure la tension aux bornes du dipôle RC, et
N à l'entrée voie Y_B où on mesure l'intensité i dans le circuit.

c'est correct

b) le tracé (1) ~~rouge~~ correspond à la voie YA et exprime les variations
de la tension aux bornes du dipôle RC

le tracé (2) vert correspond à la voie Y_B et exprime les variations de
tension aux bornes du condensateur

$\rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{10ms} = 100Hz$ $\rightarrow$ valeur extrême de u_c est 10V

$\rightarrow E = \frac{u_c}{e^{-\frac{t}{\tau}}}$

c) $R = 10k\Omega$
$C = 100\,nF$
$E \in [0; 20V]$
? : YA $\rightarrow$ la valeur de u_c sur l'intervalle $(t_1; t_2)$ est zéro, car
d) $\rightarrow$ dans ce moment ci, le condensateur se décharge

e) $\tau = R \cdot C = 10 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9} = 1ms$

f) $u_c(t) = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ et $\tau = R \cdot C$ $\rightarrow E = \frac{u_c}{e^{-\frac{t}{\tau}}}$ ① $e^{-\frac{t}{\tau}} = e^{-2}$

$\boxed{\frac{u_c}{E}}$ pour $t = 2\tau$ ① ; 3τ ② , 5τ ③

$E \cdot e$

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

donc pour $t = 2\tau$,
c'est e^{-2}

② e^{-3}

③ $e^{-5} \approx 0$