Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + Physique, veuillez visiter :
bac-maths-physique.fr/annales-sujets-et-corriges

Bac 2025 Métropole Jour 2 **Correction © https://www.labolycee.org**
Spécialité Physique-Chimie

Exercice 1 – Mesure de l'épaisseur d'un film alimentaire (11 points)

1. Mesure de l'épaisseur d'un film alimentaire par capacimétrie.

Q1. Loi des mailles : $E = u_R + u_C$
Loi d'Ohm : $u_R = R \times i$

Relation intensité-tension : $i = \dfrac{dq}{dt} = \dfrac{d(C \cdot u_C)}{dt} = C \cdot \dfrac{du_C}{dt}$

car C est une constante.
On reporte l'expression de $u_R = R \times i$ dans la loi des mailles :
$E = R \times i + u_C$

$E = RC \cdot \dfrac{du_C}{dt} + u_C$

En divisant chaque membre par RC : $\boxed{\dfrac{du_C}{dt} + \dfrac{u_C}{RC} = \dfrac{E}{RC}}$.

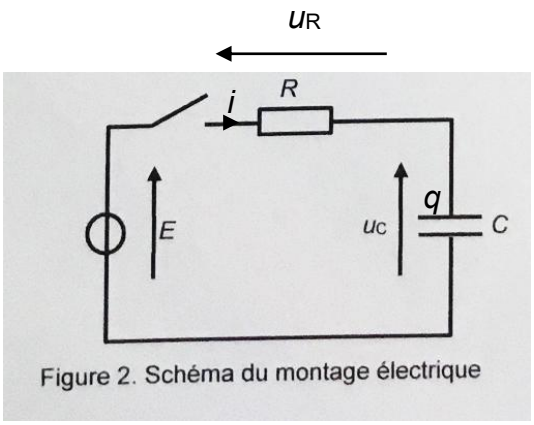


Figure 2. Schéma du montage électrique

Par identification avec l'expression de l'énoncé : $\dfrac{du_C}{dt} + \dfrac{u_C}{\tau} = \dfrac{E}{\tau}$ on a $\boxed{\tau = RC}$.

Q2. On reporte la solution $u_C(t) = A \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ dans l'équation différentielle avec $\dfrac{du_C}{dt} = \dfrac{A}{\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$.

Soit : $\dfrac{A}{\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + \dfrac{A \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)}{\tau} = \dfrac{E}{\tau} \Leftrightarrow \cancel{\dfrac{A}{\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}} + \dfrac{A}{\tau} - \cancel{\dfrac{A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}}{\tau}} = \dfrac{E}{\tau}$

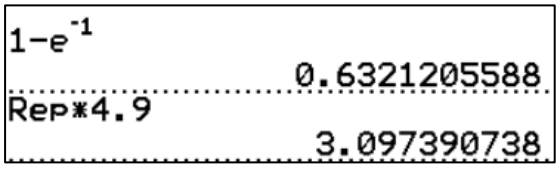
$\dfrac{A}{\tau} = \dfrac{E}{\tau}$ soit $\boxed{A = E}$ et finalement : $\boxed{u_C(t) = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)}$.

Plus rapide : Pour $t \to \infty$, le condensateur est chargé alors $u_C = E$.

$A \cdot \left(1 - e^{-\frac{\infty}{\tau}}\right) = E$

$A \cdot (1 - 0) = E$ donc $A = E$.

Q3. $u_C(\tau) = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{\tau}{\tau}}\right) = E \cdot \left(1 - e^{-1}\right) = 0{,}63 \times E$.



Q4. On a $E = 4{,}9$ V donc $u_C(\tau) = 0{,}63 \times 4{,}9$ V = **3,1 V**.
On trace une droite horizontale d'ordonnée 3,1 V qui coupe la courbe en un point d'abscisse égale à τ.

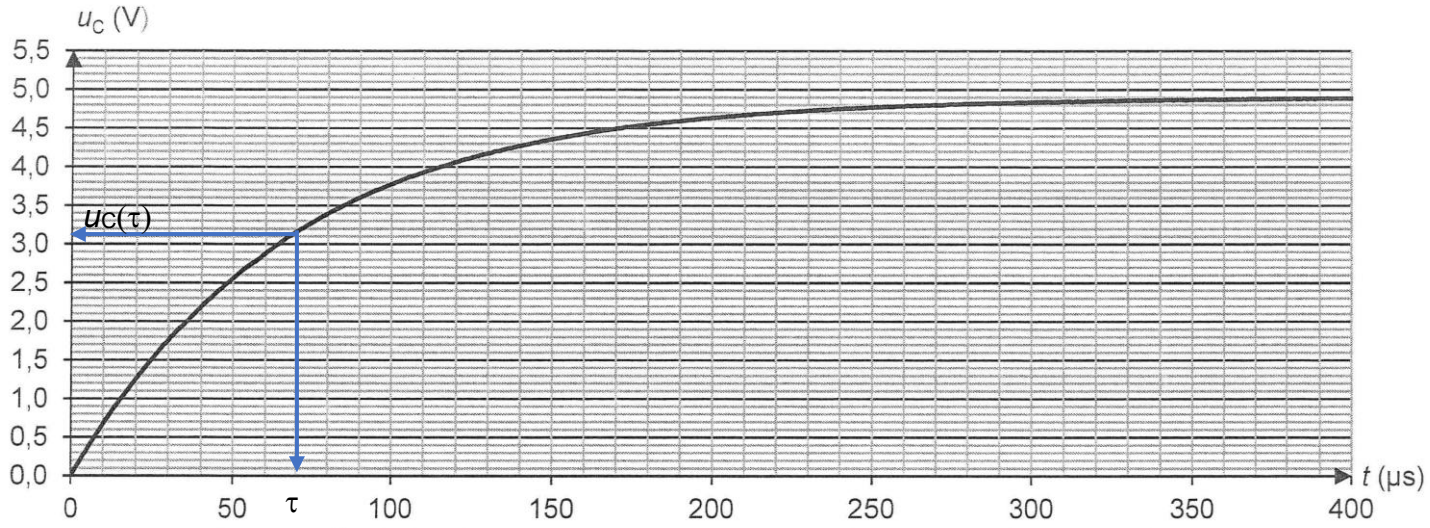


Figure 3. Évolution de la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps

Graphiquement, pour u_C = 3,1 V, on lit : **τ = 70 µs**.

Q5. $\tau = R \cdot C$ donc $C = \dfrac{\tau}{R}$

soit $C = \dfrac{70 \times 10^{-6} s}{1{,}00 \times 10^{3} \Omega}$ = **7,0×10⁻⁸ F = 70 nF**.

Q6. $C = \dfrac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_{r,film} \cdot S}{e_{film}}$ donc $e_{film} = \dfrac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_{r,film} \cdot S}{C}$.

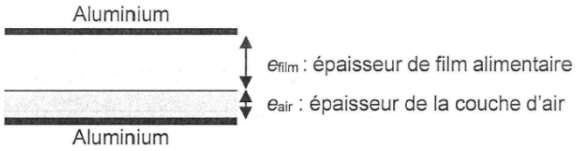
En convertissant la surface S en m² :

$$e_{film} = \frac{8{,}85 \times 10^{-12} F \cdot m^{-1} \times 2{,}3 \times 21 \times 10^{-2} m \times 28 \times 10^{-2} m}{69{,}8 \times 10^{-9} F} = \mathbf{1{,}7 \times 10^{-5}\ m = 17\ \mu m.}$$

Q7. z = $\left|\dfrac{17 - 7{,}6}{1{,}0}\right|$ = 9,4. L'écart entre l'épaisseur du film de référence et celle mesurée est plus de neuf fois supérieur à l'incertitude-type. Il y a un net désaccord entre la valeur de référence et la valeur mesurée.



Q8. Cas limite n°1 : l'épaisseur de la couche d'air est nulle donc : e_{air} = 0 m.



$$C' = \frac{\varepsilon_0 \cdot S}{\dfrac{e_{air}}{\varepsilon_{r,air}} + \dfrac{e_{film}}{\varepsilon_{r,film}}} = \frac{\varepsilon_0 \cdot S}{0 + \dfrac{e_{film}}{\varepsilon_{r,film}}} = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_{r,film} \cdot S}{e_{film}}.$$

On retrouve l'expression donnée dans l'énoncé.

Cas limite n°2 : l'épaisseur de la couche du film alimentaire est nulle donc : e_{film} = 0 m.

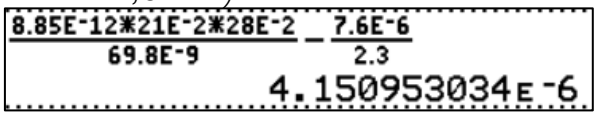
$$C' = \frac{\varepsilon_0 \cdot S}{\dfrac{e_{air}}{\varepsilon_{r,air}} + \dfrac{e_{film}}{\varepsilon_{r,film}}} = \frac{\varepsilon_0 \cdot S}{\dfrac{e_{air}}{\varepsilon_{r,air}} + 0} = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_{r,air} \cdot S}{e_{air}}.$$

L'expression $C' = \dfrac{\varepsilon_0 \cdot S}{\dfrac{e_{air}}{\varepsilon_{r,air}} + \dfrac{e_{film}}{\varepsilon_{r,film}}}$ est donc compatible avec celle précisée dans l'énoncé.

Q9. $C' = \dfrac{\varepsilon_0 \cdot S}{\dfrac{e_{air}}{\varepsilon_{r,air}} + \dfrac{e_{film}}{\varepsilon_{r,film}}} \Leftrightarrow \dfrac{e_{air}}{\varepsilon_{r,air}} + \dfrac{e_{film}}{\varepsilon_{r,film}} = \dfrac{\varepsilon_0 \cdot S}{C'} \Leftrightarrow \dfrac{e_{air}}{\varepsilon_{r,air}} = \dfrac{\varepsilon_0 \cdot S}{C'} - \dfrac{e_{film}}{\varepsilon_{r,film}}$

$\boxed{e_{air} = \varepsilon_{r,air} \cdot \left(\dfrac{\varepsilon_0 \cdot S}{C'} - \dfrac{e_{film}}{\varepsilon_{r,film}} \right)}$ Avec C' = 69,8 nF , $e_{film} = e_{film,réf}$ = 7,6 µm il vient :

$$e_{air} = 1{,}0 \times \left(\frac{8{,}85 \times 10^{-12} F \cdot m^{-1} \times 21 \times 10^{-2} m \times 28 \times 10^{-2} m}{69{,}8 \times 10^{-9} F} - \frac{7{,}6 \times 10^{-6} m}{2{,}3} \right) = \mathbf{4{,}2 \times 10^{-6}\ m = 4{,}2\ \mu m.}$$



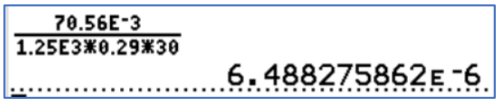
L'épaisseur du film d'air est plus petite que l'épaisseur du film alimentaire, mais elle n'est pas négligeable.

2. Mesure de l'épaisseur du film alimentaire par pesée

Q10. On modélise le film alimentaire par un parallélépipède rectangle d'épaisseur e_{film} et de côtés ℓ = 29 cm et L = 30 m. Le volume du film alimentaire est donc : $V_{film} = e_{film} \cdot \ell \cdot L$.

La masse volumique du film alimentaire est donc : $\rho_{film} = \dfrac{m_{fil}}{V_{fil}} = \dfrac{m_{fil}}{e_{film} \cdot \ell \cdot L}$.

L'épaisseur du film est donc : $\boxed{e_{film} = \dfrac{m_{fil}}{\rho_{film} \cdot \ell \cdot L}}$



En convertissant la masse en kg :

$$e_{film} = \frac{70{,}56 \times 10^{-3} kg}{1{,}25 \times 10^{3} kg \cdot m^{-3} \times 29 \times 10^{-2} m \times 30 m} = \mathbf{6{,}5 \times 10^{-6}\ m = 6{,}5\ \mu m.}$$

Valeur voisine de l'épaisseur de référence 7,6 µm.

3. Mesure de l'épaisseur du film alimentaire par interférométrie

Q11. Pour des interférences constructives : $\delta = k \times \lambda$ avec k entier positif ou négatif.

Q12. $p = \dfrac{\delta}{\lambda} = \dfrac{\beta \times e_{film}}{\lambda} + \dfrac{1}{2}$

Si $\dfrac{\beta \times e_{film}}{\lambda}$ est un entier alors p est un demi-entier.

On se retrouve dans le cas où $\delta = p \times \lambda$ avec p est un demi-entier.

On observera des interférences destructives.

Q13. Les maximas d'intensité entourés correspondent aux longueurs d'ondes pour lesquelles les interférences sont constructives.

Q14. La courbe représentative de l'ordre d'interférence *p* en fonction de 1 / λ est une fonction affine modélisée par l'équation : $p = 22443 \times \frac{1}{\lambda} + 0{,}51$.

Elle est cohérente avec la relation 1, $p = \frac{\beta \times e_{film}}{\lambda} + \frac{1}{2} = (\beta \times e_{film}) \times \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{2}$

car :

- *p* varie en $\frac{1}{\lambda}$;
- l'ordonnée à l'origine (0,51) est voisine de $\frac{1}{2}$.

Q15. Par identification entre les deux expressions de *p* précédentes : $\frac{\beta \times e_{film}}{\lambda} = \frac{22443}{\lambda}$

Soit : $\beta \times e_{film} = 22443$ avec e_{film} en nm car λ en nm.

$e_{film} = \frac{22443}{\beta} nm = \frac{22443}{3{,}02} nm$ = **$7{,}43 \times 10^3$ nm = 7,43 µm.**

L'épaisseur du film mesurée par interférométrie est nettement plus proche de la valeur de référence 7,6 µm que les autres méthodes.

Merci de nous signaler la présence d'éventuelles erreurs : labolycee@labolycee.org

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.