Bac 2026 Métropole Jour 1 **Correction https://www.labolycee.org**

Exercice 1 – Étude d'un lave-linge (11 points)

1. Remplissage de la cuve

Q1. Exprimons le volume de la cuve

$$D_V = \frac{V}{\Delta t} = \frac{\frac{V_c}{2}}{\Delta t_1} = \frac{\frac{a^3}{2}}{\Delta t_1} \text{ donc } \Delta t_1 = \frac{a^3}{2D_V}$$

$$\Delta t_1 = \frac{(0{,}600\ \text{m})^3}{2\times 12\times 10^{-3}\ \text{m}^3\cdot\text{min}^{-1}} = 9\ \text{min}$$

Q2. L'eau monte dans la chambre de compression alors le volume disponible V_2 pour l'air diminue.
D'après la loi de Boyle-Mariotte $P\cdot V$ = Cte.
$P_0\cdot V_0 = P_2\cdot V_2$

$P_2 = \frac{P_0\cdot V_0}{V_2}$ avec V_2 qui diminue ainsi P_2 augmente.

Q3. Au volume V_0 on doit retirer le volume V_{eau} de l'eau qui est montée dans la chambre de compression.
$V_2 = V_0 - V_{eau}$
L'eau occupe un cylindre de rayon r et de hauteur h.
$V_{eau} = \pi\cdot r^2\cdot h$
Ainsi $V_2 = V_0 - \pi\cdot r^2\cdot h$

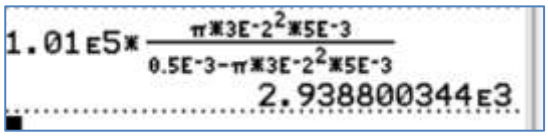
Q4. Comme établi en Q2., $P_2 = \frac{P_0\cdot V_0}{V_2}$ donc $P_2 = \frac{P_0\cdot V_0}{V_0 - \pi\cdot r^2\cdot h}$

$\Delta P = P_2 - P_0$

$$\Delta P = \frac{P_0\cdot V_0}{V_0 - \pi\cdot r^2\cdot h} - P_0 = P_0\cdot\left(\frac{V_0}{V_0 - \pi\cdot r^2\cdot h} - 1\right) = P_0\cdot\left(\frac{V_0 - \left(V_0 - \pi\cdot r^2\cdot h\right)}{V_0 - \pi\cdot r^2\cdot h}\right)$$

$$\Delta P = P_0\cdot\left(\frac{V_0 - V_0 + \pi\cdot r^2\cdot h}{V_0 - \pi\cdot r^2\cdot h}\right) = P_0\cdot\frac{\pi\cdot r^2\cdot h}{V_0 - \pi\cdot r^2\cdot h}$$

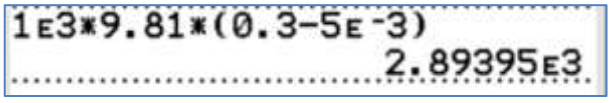
Q5. $\Delta P = P_0\cdot\frac{\pi\cdot r^2\cdot h}{V_0 - \pi\cdot r^2\cdot h}$

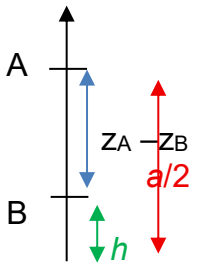


$$\Delta P = 1{,}01\times 10^5\text{Pa}\times\frac{\pi\times(3{,}0\times 10^{-2}\ \text{m})^2\times 5{,}00\times 10^{-3}\ \text{m}}{0{,}50\times 10^{-3}\text{m}^3 - \pi\times(3{,}0\times 10^{-2}\ \text{m})^2\times 5{,}00\times 10^{-3}\ \text{m}} = 2{,}9\times 10^3\ \text{Pa}.$$

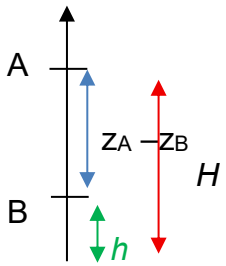
La surpression calculée lors du test est bien plus grande que celle lors d'un cycle normal où ΔP = 150 Pa.
On peut supposer que lors d'un cycle normal, la cuve est moins remplie et ainsi l'air est moins comprimé dans la chambre de compression.

Q6. $\Delta P = P_B - P_A$
$\Delta P = \rho_{eau}\cdot g\cdot(z_A - z_B) = \rho_{eau}\cdot g\cdot(a/2 - h)$
$\Delta P = 1{,}0\times 10^3\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}\times 9{,}81\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}\times(0{,}30 - 5{,}0\times 10^{-3})\ \text{m} = 2{,}9\times 10^3\ \text{Pa}$





Q7. $\Delta P = \rho_{eau} \cdot g \cdot H$ où H est la hauteur d'eau et en négligeant h face à H.



$$H = \frac{\Delta P}{\rho_{eau} \cdot g}$$

$$H = \frac{150}{1{,}0 \times 10^3 \times 9{,}81} = 1{,}5 \times 10^{-2}\text{m} = 1{,}5\text{ cm}$$

La cuve est un cube de coté a.
Le volume d'eau est $V_{eau} = a \cdot a \cdot H$

$$V_{eau} = a^2 \cdot \frac{\Delta P}{\rho_{eau} \cdot g}$$

$$V_{eau} = 0{,}600^2 \times \frac{150}{1{,}0 \times 10^3 \times 9{,}81} = 5{,}5 \times 10^{-3}\text{m}^3 = 5{,}5\text{ L}$$

2. Durée de temporisation

Q8. D'après la loi des mailles
$E = u_R(t) + u_C(t)$
D'après la loi d'Ohm $u_R(t) = R.i(t)$
Or $i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$ avec $q(t) = C.u_C(t)$ où C est supposée constante alors $i(t) = C.\frac{du_C(t)}{dt}$.

Finalement on obtient $E = R.C.\frac{du_C(t)}{dt} + u_C(t)$.

Q9. Pour t → ∞, le condensateur est chargé $u_C(t) = E = A \cdot (1 - e^{-\infty/\tau}) = A \cdot (1 - 0) = A$
Donc $A = E$ et la solution est $u_C(t) = E \cdot (1 - e^{-t/\tau})$.

Q10. $E = u_R(t) + u_C(t)$
$E = u_R(t) + E \cdot (1 - e^{-t/\tau})$
$u_R(t) = E - E \cdot (1 - e^{-t/\tau}) = E - E \cdot + E \cdot e^{-t/\tau} = E \cdot e^{-t/\tau}$

Q11. Le comparateur envoie un signal lorsque $u_R(t_{seuil}) = \frac{E}{3}$

Et $u_R(t_{seuil}) = E \cdot e^{-tseuil/\tau}$ donc on a $E \cdot e^{-tseuil/\tau} = \frac{E}{3}$

$e^{-tseuil/\tau} = \frac{1}{3}$

$-t_{seuil}/\tau = ln\left(\frac{1}{3}\right)$

$-t_{seuil}/\tau = \ln(1) - \ln(3)$
$t_{seuil}/\tau = \ln(3)$
$t_{seuil} = \tau \cdot \ln(3)$

Q12. $\Delta t_2 = t_{seuil} = \tau \cdot \ln(3) = R \cdot C \cdot \ln(3)$

$$R = \frac{t_{seuil}}{C \cdot ln(3)}$$

$$R = \frac{30}{4{,}70 \times 10^{-3} \times ln(3)} = 5{,}8 \times 10^3 \Omega = 5{,}8\text{ k}\Omega$$

On retient la résistance de valeur $R_2 = 5{,}0\text{ k}\Omega$.

On réalise le circuit électrique avec la valeur de la résistance trouvée à la question Q12. On charge le condensateur et on bascule l'interrupteur en position 2, puis on suit l'évolution de la tension aux bornes de la résistance lors de la décharge. Le graphique correspondant est présenté sur la figure 3.

ERREUR DANS LE SUJET ?

Q13. Graphiquement pour $t = 0$ s,
on lit $u_R(t = 0) = 4{,}5$ V.
Comme $u_R(t = 0) > 0$, alors en appliquant la convention récepteur on indique le sens du courant. L'intensité est de sens opposé à la flèche tension u_R.

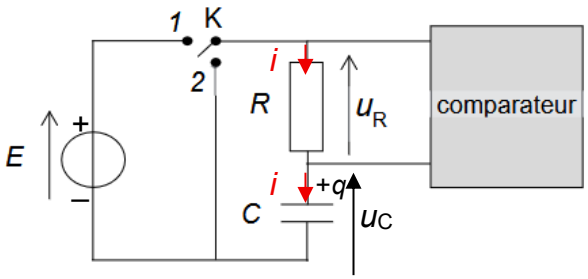


Figure 2. Schéma du montage modélisant un temporisateur

Ce n'est pas normal.
Lors de la charge en position 1, l'armature du condensateur située du coté + du générateur est elle aussi devenue positive.
Puis lors de la décharge, le courant change de sens. On garde le sens de la flèche i mais alors la valeur de i est négative et $u_R = R \cdot i$ devrait être négative.
D'après la loi des mailles
$u_R(t) + u_C(t) = 0$
Or à la date $t = 0$ s,
le condensateur est chargé donc $u_C(t) = E$ V.
$0 = u_R(t) + E$
$u_R(t) = -E$ Ce qui n'est pas vérifié sur la figure 3.
En cas d'erreur dans le sujet, il est de coutume de donner tous les points à la question même si elle est mal traitée, ce n'est pas de la faute du candidat qui n'a pas à être pénalisé

Q14. Il s'agit d'une décharge, pour $t = \tau$,, on a $u_C = 0{,}37 \cdot E$.
$0 = u_R(\tau_{exp}) + u_C(\tau_{exp})$
$0 = u_R(\tau_{exp}) + 0{,}37 \cdot E$
$u_R(\tau_{exp}) = -0{,}37 \cdot E$ Lecture graphique impossible comme uR > 0.
Si on suppose qu'il s'agit de la courbe représentative de u_C alors on lit l'abscisse du point d'ordonnée $u_C = 0{,}37 \times 4{,}5 = 1{,}7$ V, on trouve $\tau_{exp} = 24$ s.
La durée de temporisation sera alors de $\Delta t_2 = \tau \cdot \ln(3) = 24 \times \ln(3) = 26$ s.
Valeur conforme avec la durée de temporisation de 30 s annoncée.

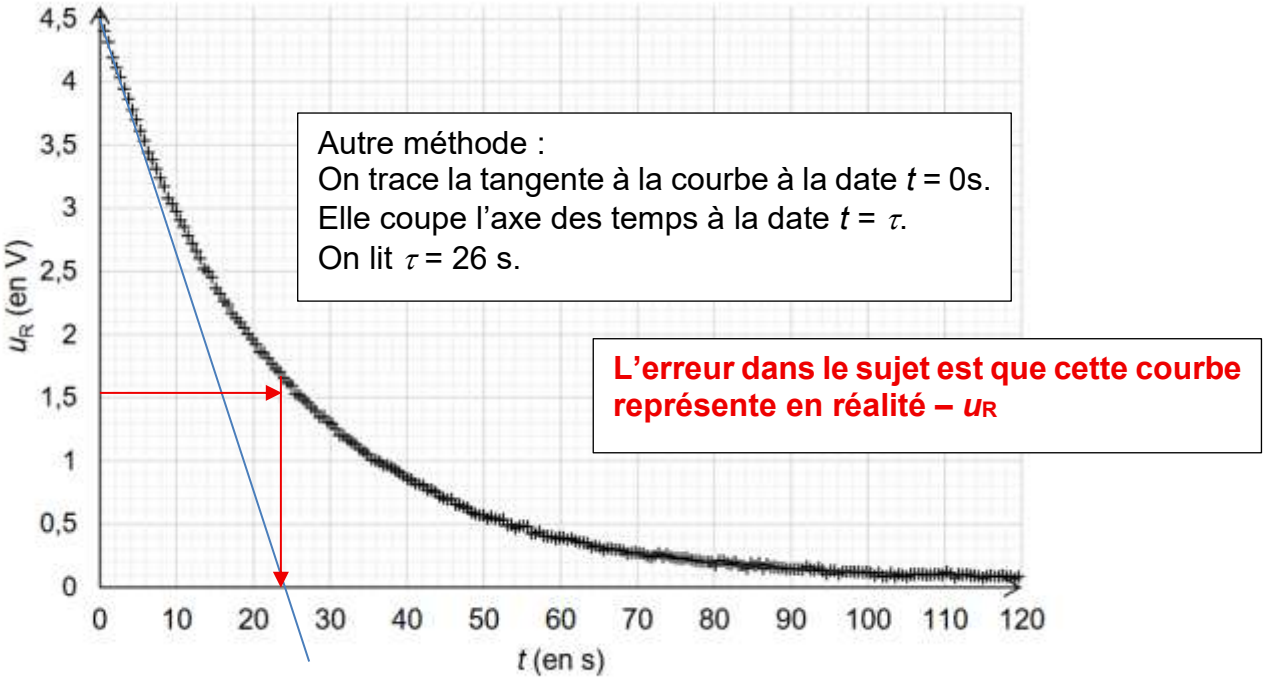


Figure 3. Évolution de la tension $u_R(t)$ aux bornes de la résistance en fonction du temps

3. Chauffage de l'eau

Q15. Les transferts thermiques peuvent se faire par convection, conduction et rayonnement.
La température de la résistance n'est pas assez élevée pour que le rayonnement soit pris en compte.
Remarque : le fait que la température soit uniforme revient à imaginer que la convection est extrêmement efficace.

Q16. $Q = m_{eau} \cdot c_{eau} \cdot (\theta_f - \theta_0)$
$Q = \rho_{eau} \cdot V_{eau} \cdot c_{eau} \cdot (\theta_f - \theta_0)$
$Q = 1{,}0\times10^{3}\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3} \times 5{,}7\times10^{-3}\ \text{m}^3 \times 4{,}18\times10^{3}\ \text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}\ (30-20)\ \text{K} = 2{,}3826\times10^{5}\ \text{J} = 0{,}24\times10^{6}\ \text{J} = 0{,}24\ \text{MJ}$

Q17. $\phi = P_{él} = \dfrac{Q}{\Delta t}$ donc $\Delta t = \dfrac{Q}{P_{él}}$

$$\Delta t = \frac{2{,}3826\times10^{5}\ \text{J}}{2\times10^{3}\text{W}} = 1{,}1913\times10^{2}\ \text{s} = 1{,}98\ \text{min} = 2\ \text{min}$$

Q18. $\phi = h_c \cdot S \cdot (\theta_{thermo} - \theta_{eau})$
$\phi = h_c \cdot S \cdot (\theta_{thermo} - \theta_f)$
$(\theta_{thermo} - \theta_f) = \dfrac{\phi}{h_c \cdot S}$

Avec brassage : $\theta_{thermo} - \theta_f = \dfrac{2\times10^{3}\,\text{W}}{4{,}0\times10^{3}\,\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\times 0{,}020\ \text{m}^2} = 25\ \text{K}$

Une différence de température donne le même résultat en kelvins ou en °C.
$\theta_{thermo} = \theta_f + 25$
$\theta_{thermo} = 30 + 25 = 55°\text{C}$

Sans brassage : $\theta_{thermo} - \theta_f = \dfrac{2\times10^{3}\,\text{W}}{1{,}0\times10^{3}\,\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\times 0{,}020\ \text{m}^2} = 100\ \text{K}$

$\theta_{thermo} = \theta_f + 100$
$\theta_{thermo} = 30 + 100 = 130°\text{C}$

Remarque : Sans brassage le thermoplongeur est plus chaud, il ne cède pas bien sa chaleur à l'eau.

Q19. Sur la figure 4, on lit qu'il faut 120 s pour que l'eau passe de 20° à 30°C sans tartre.
Sur la figure 5, pour t = 120 s on lit θ_{thermo} = 56°C.
Ainsi, on trouve une température très proche de celle obtenue en Q18 avec 55°C.

Q20. Avec du tartre, il faut une durée de chauffage de 140 s pour que l'eau passe de 20°C à 30°C.
On avait trouvé précédemment une durée de 120 s.
Si la durée augmente de 15%, alors elle vaut 120×1,15 = 138 s très proche de 140 s.
Comme $E = P\times\Delta t$, si Δt augmente de 15% alors la consommation d'énergie augmente aussi de 15% avec P = Cte.

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