Métropole 2026 Sujet 1 CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/	
CLASSE : Terminale	**EXERCICE 1 :** 11 points
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ :** PHYSIQUE-CHIMIE
DURÉE DE L'EXERCICE : 1h56	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui « type collège »

EXERCICE 1 : Etude d'un lave-linge

1. Remplissage de la cuve

Q1.

$$D_V = \frac{V}{\Delta t}$$
$$D_V \times \Delta t = V$$
$$\Delta t = \frac{V}{D_V}$$

$$\Delta t_1 = \frac{V_1}{D_V}$$

V_1 est le volume de la moitié de la cuve

$$V_1 = \frac{V}{2}$$
$$V_1 = \frac{a^3}{2}$$

D'où

$$\Delta t_1 = \frac{a^3}{2 \times D_V}$$
$$\Delta t_1 = \frac{(60{,}0 \times 10^{-2})^3}{2 \times 12 \times 10^{-3}}$$
$$\Delta t_1 = 9{,}0 \text{ min}$$

Q2.

$$P \times V = n \times R \times T$$
$$P = \frac{n \times R \times T}{V}$$

Lors du remplissage, le volume d'air diminue.
Or la pression est inversement proportionnelle au volume.
C'est pourquoi la pression augmente dans la chambre de compression lors du remplissage.

Q3.

$$V_2 = V_0 - V_{eau}$$

Or

$$V_{eau} = \pi \times r^2 \times h$$

D'où

$$V_2 = V_0 - \pi \times r^2 \times h$$

Q4.

$$P = \frac{n \times R \times T}{V}$$
$$P_2 = \frac{n \times R \times T}{V_2}$$

$$\Delta P = P_2 - P_0$$

$$\Delta P = \frac{n \times R \times T}{V_2} - P_0$$

Or

$$V_2 = V_0 - \pi \times r^2 \times h$$

D'où

$$\Delta P = \frac{n \times R \times T}{V_0 - \pi \times r^2 \times h} - P_0$$

Or

$$P_0 \times V_0 = n \times R \times T$$

D'où

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

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

On met sous le même dénominateur :

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

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

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

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

Q5.

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

$$\Delta P = 1{,}01 \times 10^5 \times \left(\frac{\pi \times (3{,}0 \times 10^{-2})^2 \times 5{,}0 \times 10^{-3}}{0{,}5 \times 10^{-3} - \pi \times (3{,}0 \times 10^{-2})^2 \times 5{,}0 \times 10^{-3}}\right)$$

$$\Delta P = 2{,}9 \times 10^3\ Pa$$

La valeur obtenue est supérieure par rapport à celle d'un cycle normal hors test.

Q6.

$$P(z) + \rho \times g \times z = \text{constante}$$

$$P(B) + \rho \times g \times z_B = P(A) + \rho \times g \times z_A$$

$$P(B) - P(A) = \rho \times g \times z_A - \rho \times g \times z_B$$

$$P(B) - P(A) = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$

$$\Delta P = P(B) - P(A) = \rho \times g \times \left(\frac{a}{2} - h\right)$$

$$\Delta P = 1{,}0 \times 10^3 \times 9{,}81 \times \left(\frac{60 \times 10^{-2}}{2} - 5{,}0 \times 10^{-3}\right)$$

$$\Delta P = 2{,}9 \times 10^3\ Pa$$

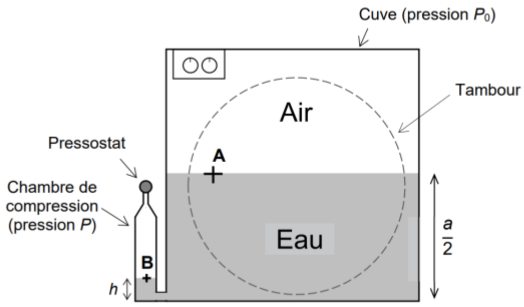


Figure 1. Schéma de la cuve et du pressostat d'un lave-linge

Q7.

$$P(B) - P(A) = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$

On considère alors que la hauteur d'eau dans la chambre de compression, h, est négligeable devant la hauteur d'eau dans la cuve.

$P(B) - P(A) = \rho \times g \times z_A$

$\rho \times g \times z_A = \Delta P$

$$z_A = \frac{\Delta P}{\rho \times g}$$

Le volume d'eau est :

$V_{eau} = \text{longueur} \times \text{largeur} \times \text{hauteur}$

$V_{eau} = a \times a \times z_A$

$$V_{eau} = a^2 \times \frac{\Delta P}{\rho \times g}$$

$$V_{eau} = (60 \times 10^{-2})^2 \times \frac{150}{1{,}0 \times 10^3 \times 9{,}81}$$

$V_{eau} = 5{,}5 \times 10^{-3}\ m^3$

2. Durée de temporisation

Q8.

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

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

or $U_R(t) = R \times i$

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

Or

$$i(t) = \frac{dq_{(t)}}{dt}$$

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

Or

$q(t) = C \times U_C(t)$

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

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

Q9.

Méthode 1 :

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

$U_C(t \to \infty) = A(1 - 0)$

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

Or pour un temps très long, la tension du condensateur prend pour valeur la tension du générateur :

$U_C(t \to \infty) = E$

Ainsi $A = E$

Méthode 2 :

Vérifions que la solution de cette équation différentielle est de la forme :

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

-Dérivons $U_C(t)$:

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

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

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

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

Q10.

$$U_R(t) = R \times i$$

Or

$$i(t) = \frac{dq_{(t)}}{dt}$$
$$U_R(t) = R \times \frac{dq_{(t)}}{dt}$$

Or

$$q(t) = C \times U_C(t)$$
$$U_R(t) = R \times \frac{dC \times U_C(t)}{dt}$$
$$U_R(t) = R \times C \frac{dU_C(t)}{dt}$$

Or

$$\frac{dU_C(t)}{dt} = \frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$
$$U_R(t) = R \times C \times \frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$
$$U_R(t) = R \times C \times \frac{A}{R \times C} e^{-\frac{t}{\tau}}$$
$$U_R(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$$

Or

$$A = E$$
$$U_R(t) = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$$

Q11.

D'après la question précédente :

$$U_R(t_{seuil}) = Ee^{-\frac{t_{seuil}}{\tau}}$$

D'après le sujet :

$$U_R(t_{seuil}) = \frac{E}{3}$$

Ainsi :

$$Ee^{-\frac{t_{seuil}}{\tau}} = \frac{E}{3}$$
$$e^{-\frac{t_{seuil}}{\tau}} = \frac{1}{3}$$
$$ln\left(e^{-\frac{t_{seuil}}{\tau}}\right) = ln\left(\frac{1}{3}\right)$$
$$-\frac{t_{seuil}}{\tau} = ln(1) - ln(3)$$

$$-\frac{t_{seuil}}{\tau} = -ln(3)$$
$$\frac{t_{seuil}}{\tau} = ln(3)$$
$$t_{seuil} = \tau \times ln(3)$$

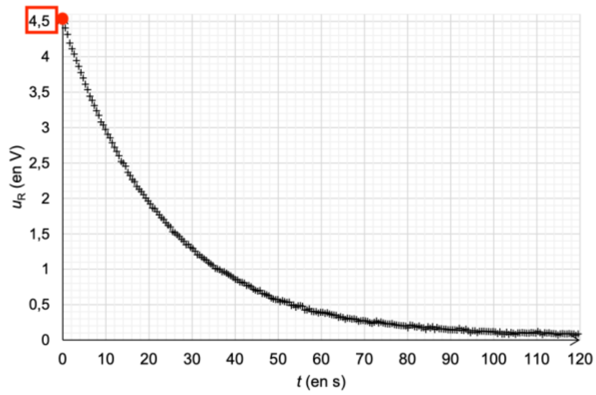
Q12.
$\Delta t_2 = t_{seuil}$
Or
$t_{seuil} = \tau \times ln(3)$
$\Delta t_2 = \tau \times ln(3)$

Or
$\tau = RC$
$\Delta t_2 = RC \times ln(3)$

$RC \times ln(3) = \Delta t_2$
$$R = \frac{\Delta t_2}{C \times ln(3)}$$
$$R = \frac{30}{4{,}70 \times 10^{-3} \times ln(3)}$$
$R = 5{,}8 \times 10^3\ \Omega$
$R = 5{,}8\ k\Omega$

On choisit la résistance ayant la valeur la plus proche : R_2 = 5,0 kΩ.

Q13.
Graphiquement $U_R(t = 0) = 4{,}5\ V$



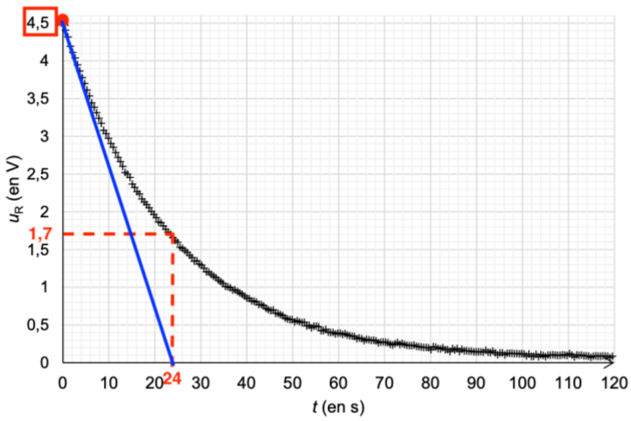
D'après la loi d'additivité des tensions ou loi des mailles :
$U_C(t) + U_R(t) = 0$
$U_R(t) = -U_C(t)$
$U_R(t = 0) = -U_C(t = 0)$

Or initialement le condensateur est chargé : $U_C(t = 0) = E$
Ainsi :
$U_R(t = 0) = -E$
$U_R(t = 0) = -4{,}5\ V$

Remarque : la tension trouvée graphiquement devait être de $-4{,}5\ V$ au lieu de $4{,}5\ V$.

Q14.
τ peut être déterminée graphiquement par deux méthodes :

- ✓ $u_C(\tau) = 0{,}37 \times U_0 = 0{,}37 \times 4{,}5 = 1{,}7\ V$
- ✓ 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 $u_C = 0$ pour la décharge.



$\tau = 24\ s$

Comparons avec la formule $\tau = R \times C$
$\tau = R \times C$
$\tau = 4{,}70 \times 10^{-3} \times 5{,}0 \times 10^3$
$\tau = 24\ s$
Les deux valeurs de τ sont identiques.

Comparons avec la formule $t_{seuil} = \tau \times ln(3)$
$t_{seuil} = \tau \times ln(3)$
$\tau \times ln(3) = t_{seuil}$
$\tau = \frac{t_{seuil}}{ln(3)}$
$\tau = \frac{30}{ln(3)} = 27\ s$
Les deux valeurs de τ sont proches.

3. Chauffage de l'eau
Q15.
Un transfert thermique peut avoir lieu par :
- Conduction
- Convection
- Rayonnement

Le rayonnement peut être négligé lors du chauffage de l'eau.

Q16.
$Q = \Delta U = m_{eau} \times c_{eau} \times (\theta_f - \theta_0)$
Or
$\rho_{eau} = \frac{m_{eau}}{V}$
$\frac{m_{eau}}{V} = \rho_{eau}$
$m_{eau} = \rho_{eau} \times V$
D'où
$Q = \rho_{eau} \times V \times c_{eau} \times (\theta_f - \theta_0)$
$Q = 1{,}0 \times 10^3 \times 5{,}7 \times 10^{-3} \times 4{,}18 \times 10^3 \times (30 - 20)$
$Q = 2{,}4 \times 10^5 J$
$Q = 0{,}24 \times 10^6\ J$
$Q = 0{,}24\ MJ$

Q17.
$\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$
$\Phi \times \Delta t = Q$
$\Delta t = \frac{Q}{\Phi}$

Or
$\Phi = P_{el}$

$\Delta t = \frac{Q}{P_{el}}$
$\Delta t = \frac{0{,}24 \times 10^6}{2 \times 10^3}$
$\Delta t = 1{,}2 \times 10^2\ s$
$\Delta t = 2\ min$

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

$h.S(\theta_{thermo} - \theta_f) = \phi$
$\theta_{thermo} - \theta_f = \frac{\phi}{h.S}$
$\theta_{thermo} = \frac{\phi}{h.S} + \theta_f$

Sans brassage :

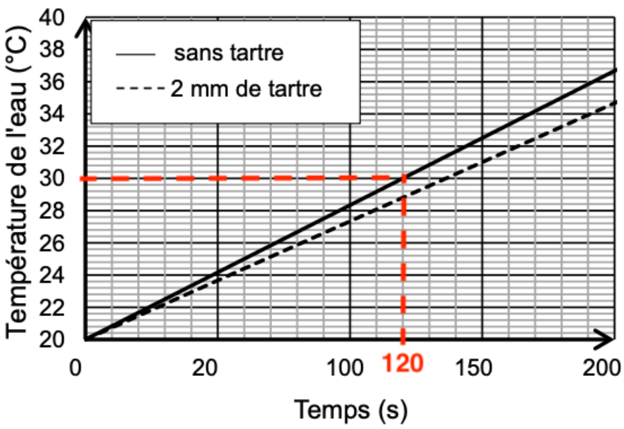
$$\theta_{thermo} = \frac{\phi}{h.S} + \theta_f$$
$$\theta_{thermo} = \frac{2 \times 10^3}{1{,}0 \times 10^3 \times 0{,}020} + 30$$
$$\theta_{thermo} = 130\ °C$$

Avec brassage :

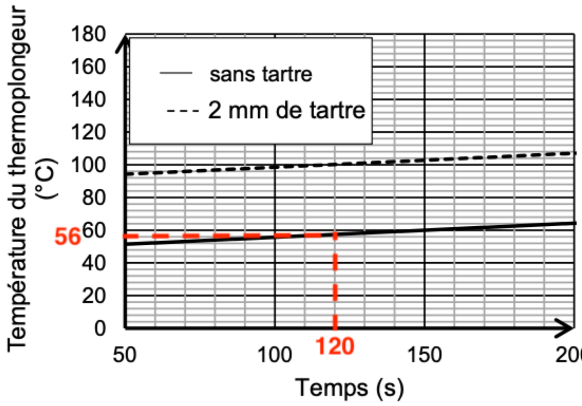
$$\theta_{thermo} = \frac{\phi}{h.S} + \theta_f$$
$$\theta_{thermo} = \frac{2 \times 10^3}{4{,}0 \times 10^3 \times 0{,}020} + 30$$
$$\theta_{thermo} = 55\ °C$$

Q19.

Graphiquement, la durée nécessaire au chauffage de l'eau dans le cas où il n'y a pas de tartre sur le thermoplongeur est de 120 s.



Graphiquement, la température atteinte par le thermoplongeur à la fin du chauffage est de 55 °C.



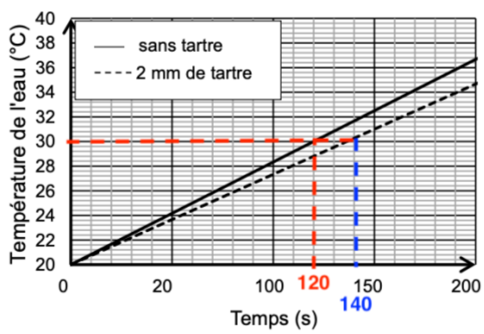
Cette valeur est la même que celle trouvée à la question 18.

Q20.

$$\text{Augementation} = \frac{E_{avec\ tartre} - E_{sans\ tartre}}{E_{sans\ tartre}}$$

Or

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$
$$\frac{E}{\Delta t} = P$$
$$E = P \times \Delta t$$



$$\text{Augementation} = \frac{P \times \Delta t_{avec\ tartre} - P \times \Delta t_{sans\ tartre}}{P \times \Delta t_{sans\ tartre}}$$
$$\text{Augementation} = \frac{P \times (\Delta t_{avec\ tartre} - \Delta t_{sans\ tartre})}{P \times \Delta t_{sans\ tartre}}$$
$$\text{Augementation} = \frac{\Delta t_{avec\ tartre} - \Delta t_{sans\ tartre}}{\Delta t_{sans\ tartre}}$$
$$\text{Augementation} = \frac{140 - 120}{120}$$
$$\text{Augementation} = 0{,}17 = 17\%$$

Ainsi, la présence de tartre sur le thermoplongeur augmente la consommation énergétique de 17% (environ 15 %) lors du cycle de chauffage de l'eau, par rapport à une situation où le tartre est absent.