

CLASSE : Terminale

VOIE : ☒ Générale

DURÉE DE L'EXERCICE : 1h56

EXERCICE 1 : 11 points

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE-CHIMIE

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui « type collège »

EXERCICE 1 : Jeu d'évasion

Partie 1 - Cible à atteindre

Q1.

Système {projectile}

Référentiel terrestre supposé galiléen

D'après la deuxième loi de Newton :

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}$$

$$\vec{P} = m\vec{a}$$

$$m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$\vec{g} = \vec{a}$$

Or

$$\vec{g} \begin{cases} 0 \\ -g \end{cases}$$

Le vecteur accélération du centre d'inertie du solide est égal au vecteur champ de pesanteur.

$$\vec{a} \begin{cases} a_x(t) = 0 \\ a_z(t) = -g \end{cases}$$

Q2.

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

On intègre le système d'équation précédent :

$$\vec{v}(t) \begin{cases} v_x(t) = C_1 \\ v_z(t) = -gt + C_2 \end{cases}$$

Pour trouver les constantes, on utilise $\vec{v}_0$

$$\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_{0z} = v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

d'où

$$\vec{v}(t) \begin{cases} v_x(t) = v_0 \cos \alpha \\ v_z(t) = -gt + v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt}$$

On intègre le système d'équation précédent :

$$\vec{OM}(t) \begin{cases} x(t) = v_0 \cos(\alpha) \times t + C_3 \\ z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + C_4 \end{cases}$$

Pour trouver les constantes, on utilise $\vec{OG}_0$

$$\vec{OM}_0 \begin{cases} x_0 = 0 \\ z_0 = H \end{cases}$$

d'où

$$\vec{OM}(t) \begin{cases} x(t) = v_0 \cos(\alpha) \times t \\ z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + h \end{cases}$$

Q3.

Isolons t :

$$x(t) = v_0 \cos(\alpha) \times t$$

$$v_0 \cos(\alpha) \times t = x$$

$$t = \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)}$$

Remplaçons t dans y :

$$z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + H$$

$$z(x) = -\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{v_0 \cos(\alpha)}\right)^2 + v_0 \sin(\alpha) \times \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} + H$$

$$z(x) = -\frac{1}{2}g \times \left(\frac{x}{v_0 \cos(\alpha)}\right)^2 + \tan(\alpha) \times x + H$$

$$z(x) = -\frac{g}{2 \times v_0^2 \cos^2(\alpha)} \times x^2 + \tan(\alpha) \times x + H$$

Q4.

$$z(x) = -\frac{g}{2 \times v_0^2 \cos^2(\alpha)} \times x^2 + \tan(\alpha) \times x + H$$

$$H = H_T + H_B$$

La hauteur entre le sol et l'entrée de la serrure : $h_c = 1,00 \text{ m}$

La distance entre la table et la serrure : $D = 3,00 \text{ m}$

Pour débloquent la serrure il faut que pour $x = D = 3,00 \text{ m}$, $z = h_c = 1,00 \text{ m}$

$$z(D) = -\frac{g}{2 \times v_0^2 \cos^2(\alpha)} \times D^2 + \tan(\alpha) \times D + H_T + H_B$$

$$h_c = -\frac{g}{2 \times v_0^2 \cos^2(\alpha)} \times D^2 + \tan(\alpha) \times D + H_T + H_B$$

$$-\frac{g}{2 \times v_0^2 \cos^2(\alpha)} \times D^2 + \tan(\alpha) \times D + H_T + H_B = h_c$$

$$H_T = h_c + \frac{g}{2 \times v_0^2 \cos^2(\alpha)} \times D^2 - \tan(\alpha) \times D - H_B$$

$$H_T = 1,00 + \frac{9,81}{2 \times 5,60^2 \cos^2(43,0)} \times 3,00^2 - \tan(43,0) \times 3,00 - 30,0 \times 10^{-2}$$

$$H_T = 0,53 \text{ m}$$

Ainsi, la table doit être réglée à une hauteur de 53 cm pour que le projectile passe par le centre de la serrure.

Partie 2 - Résistance à régler**Q5.**

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

$$U_C(t) + U_R(t) = 0$$

$$\text{or } U_R(t) = R \times i$$

$$U_C(t) + R \times i = 0$$

$$\text{Or } i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

$$U_C(t) + R \times \frac{dq(t)}{dt} = 0$$

$$\text{Or } q(t) = C \times U_C(t)$$

$$U_C(t) + R \times \frac{dC \times U_C(t)}{dt} = 0$$

$$U_C(t) + RC \frac{dU_C(t)}{dt} = 0$$

$$\frac{U_C(t)}{RC} + \frac{RC}{RC} \frac{dU_C(t)}{dt} = 0$$

$$\frac{U_C(t)}{RC} + \frac{dU_C(t)}{dt} = 0$$

$$\frac{dU_C(t)}{dt} + \frac{U_C(t)}{RC} = 0$$

$$\frac{dU_C(t)}{dt} + \frac{U_C(t)}{\tau} = 0$$

Avec $\tau = RC$

Q6.

$$U_C(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$$

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

Equation :

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

$$\frac{dU_C(t)}{dt} + \frac{U_C(t)}{\tau} = Ae^{-\frac{t}{\tau}} \left(-\frac{1}{\tau} + \frac{1}{\tau} \right)$$

$$\frac{dU_C(t)}{dt} + \frac{U_C(t)}{\tau} = 0$$

Ainsi $U_C(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$ est bien solution de l'équation différentielle.

D'après la solution de l'équation différentielle :

$$U_C(t=0) = Ae^{-\frac{0}{\tau}}$$

$$U_C(t=0) = A$$

$$\text{Donc } A = U_C(0)$$

$$\text{Ainsi : } U_C(t) = U_C(0)e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Q7.

D'après l'énoncé :

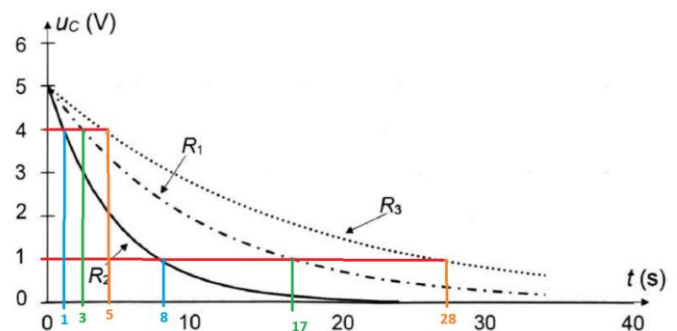
- Pour obtenir un indice nécessaire à la poursuite du jeu, les joueurs doivent ouvrir un coffre-fort. Ce dernier ne s'ouvre que si l'aiguille d'une horloge initialement mise à 0 s'arrête sur la graduation 14 s du cadran.
- La rotation de l'aiguille débute lorsque $u_C = 4,0 \text{ V}$ et s'arrête lorsque $u_C = 1,0 \text{ V}$

Il faut donc que le temps mis par la courbe pour passer de 4,0 V à 1,0 V soit de 14 s.

En lisant le graphique :

- R_1 : passage de 4 V à 1 V en $17-3=14 \text{ s}$.
- R_2 : passage de 4 V à 1 V en $8-1=7 \text{ s}$.
- R_3 : passage de 4 V à 1 V en $28-5=23 \text{ s}$.

Ainsi la courbe de décharge R_1 correspond à la durée correcte de commande de rotation de l'aiguille pour ouvrir le coffre.

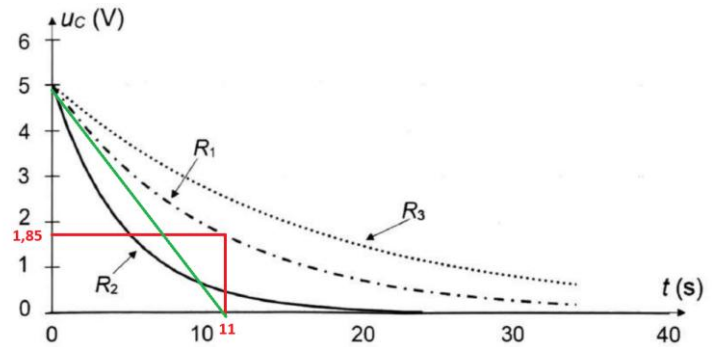


Q8.

τ peut être déterminée graphiquement par deux méthodes :

- ✓ $u_C(\tau) = U_C(0)e^{-\tau/\tau} = U_C(0)e^{-1} = 0,37U_C(0) = 0,37 \times 5 = 1,85 \text{ V}$
- ✓ 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.

Graphiquement $\tau = 11 \text{ s}$.

**Q9.**

$$\tau = RC$$

$$RC = \tau$$

$$R = \frac{\tau}{C}$$

$$R = \frac{11}{47 \times 10^{-6}}$$

$$C = 2,3 \times 10^5 \Omega$$

Partie 3 - Cellules à éclairer**Q10.**

Le phénomène physique responsable de l'existence de l'alternance des zones sombres et lumineuses sur le fond de la boîte est le phénomène d'interférences.

Q11.

L'interfrange est la distance entre le centre de deux franges brillantes consécutives ou deux franges sombres consécutives.

Q12.

D'après l'énoncé : la distance entre le centre de la première cellule et celui de la cinquième : $l = 2,0 \text{ cm}$.

Il y a donc 4 interfranges pour 2,0 cm.

$$4i = l$$

$$i = \frac{l}{4}$$

$$i = \frac{2,0}{4}$$

$$i = 0,50 \text{ cm}$$

$$i = \frac{\lambda \times D}{b}$$

$$i \times b = \lambda \times D$$

$$b = \frac{\lambda \times D}{i}$$

$$b = \frac{650 \times 10^{-9} \times 30 \times 10^{-2}}{0,50 \times 10^{-2}}$$

$$b = 3,9 \times 10^{-5} \text{ m}$$

Ainsi, l'écartement b des fentes à régler pour délivrer la clé est de $3,9 \times 10^{-5} \text{ m}$ ($39 \mu\text{m}$).