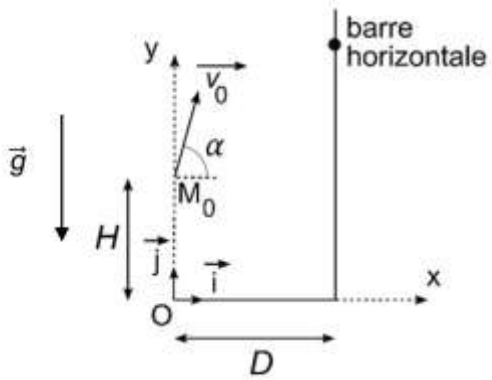
CLASSE : Terminale	**EXERCICE 1** : commun à tous les candidats (10 points)
VOIE : ☒Générale	**ENSEIGNEMENT : physique-chimie**
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h45	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui sans mémoire, « type collège »

EXERCICE 1 – Le lancer de gerbe de paille (10 Points)

A.

A.1.

Système {gerbe de paille}
Référentiel terrestre supposé galiléen



D'après la deuxième loi de newton :

$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}$

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

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

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

Or

$\vec{g}\left|\begin{matrix} 0 \\ -g \end{matrix}\right.$

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

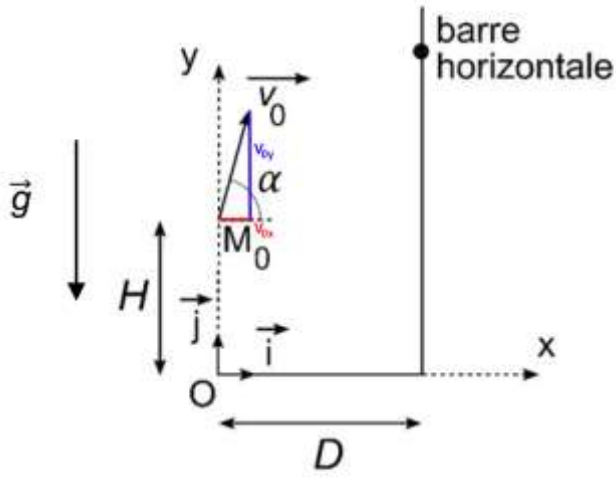
$$\boxed{\vec{a}\left|\begin{matrix} a_{x(t)} = 0 \\ a_{y(t)} = -g \end{matrix}\right.}$$

A.2.

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

On intègre le système d'équation précédent :

$\vec{v}\left|\begin{matrix} v_{x(t)} = C_1 \\ v_{y(t)} = -gt + C_2 \end{matrix}\right.$



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

$\vec{v}_0\left|\begin{matrix} v_{0x} = v_0 \cos\alpha \\ v_{0y} = v_0 \sin\alpha \end{matrix}\right.$

d'ou

$$\boxed{\vec{v}\left|\begin{matrix} v_{x(t)} = v_0 \cos\alpha \\ v_{y(t)} = -gt + v_0 \sin\alpha \end{matrix}\right.}$$

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

On intègre le système d'équation précédent :

$\overrightarrow{OM}\left|\begin{matrix} x(t) = v_0 \cos(\alpha) \times t + C_3 \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + C_4 \end{matrix}\right.$

Pour trouver les constantes, on utilise $\overrightarrow{OM}_0$

$$\overrightarrow{OM}_0 \begin{vmatrix} x_0 = 0 \\ y_0 = H \end{vmatrix}$$

d'ou

$$\boxed{\overrightarrow{OM} \begin{vmatrix} x(t) = \ v_0 \cos(\alpha) \times t \\ y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + H \end{vmatrix}}$$

A.3.

On isole t :

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

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

On remplace t dans y :

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

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

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

A.4.

La barre horizontale se situe à x=D.

Trouvons y pour x=D :

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

$$y(x = D) = -\frac{1}{2} \times 9{,}8 \times \frac{2{,}0^2}{9{,}0^2 (\cos(80))^2} + \tan(80) \times 2{,}0 + 2{,}80$$

$$y(x = D) = 6{,}1 \text{ m}$$

La barre est située à une hauteur de 4,5 m. La gerbe franchira donc la barre.

A.5.

Energie cinétique: $E_c = \frac{1}{2} m . v^2$

$$E_{c0} = \frac{1}{2} m \times {v_0}^2$$

$$E_{c0} = \frac{1}{2} \times 7{,}257 \times 9{,}0^2$$

$$E_{c0} = 2{,}9 . 10^2 \text{ J}$$

Energie potentielle : $E_{pp} = mgy$

$E_{pp0} = mgy_0$

$E_{pp0} = mgH$

$E_{pp0} = 7{,}257 \times 9{,}8 \times 2{,}8$

$E_{pp0} = 2{,}0 . 10^2 \text{ J}$

A.6.

Proposition 1 : Lorsqu'on néglige l'action de l'air, l'énergie mécanique se conserve. Ainsi, elle est constante sur tout le trajet. Elle est donc maximale en M_0. Donc la proposition 1 est vraie.

Proposition 2 : au point M_1, la gerbe ne monte plus, sa vitesse verticale est nulle $v_y = 0$. Cependant sa vitesse horizontale $v_{x(t)} = v_0 \cos\alpha$ n'est pas nulle. v_x est constante sur toute la trajectoire. Donc la proposition 2 est fausse.

Proposition 3 : Lorsqu'on néglige l'action de l'air, l'énergie mécanique se conserve. Ainsi, elle est constante sur tout le trajet.

$E_{M0} = E_{M2}$

$E_{c0} + E_{pp0} = E_{c2} + E_{pp2}$

Or $E_{pp0} = E_{pp2}$ car ils sont à la même altitude.

Donc :

$E_{c0} = E_{c2}$

L'énergie cinétique en M_2 est égale à celle en M_0. Donc la proposition 3 est fausse.

A.7.

Proposition 1 : Lorsqu'on ne néglige plus l'action de l'air, l'énergie mécanique ne se conserve pas. Ainsi, elle décroit sur tout le trajet. Elle est donc maximale en M_0. Donc la proposition 1 est vraie.

Proposition 2 : au point M_1, la gerbe ne monte plus, sa vitesse verticale est nulle $v_y = 0$. Cependant sa vitesse horizontale $v_{x(t)} = v_0 \cos\alpha$ n'est pas nulle. v_x est constante sur toute la trajectoire. Donc la proposition 2 est fausse.

Proposition 3 : Lorsqu'on ne néglige plus l'action de l'air, l'énergie mécanique ne se conserve pas. Ainsi, elle décroit sur tout le trajet.

$E_{M0} > E_{M2}$

$E_{c0} + E_{pp0} > E_{c2} + E_{pp2}$

Or $E_{pp0} = E_{pp2}$ car ils sont à la même altitude.

Donc :

$E_{c0} > E_{c2}$

L'énergie cinétique en M_2 est inférieure à celle en M_0. Donc la proposition 3 est vraie.

B.

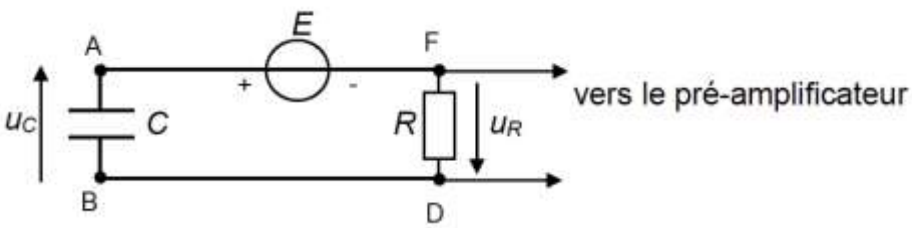
B.1.

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

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

B.2.

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



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

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

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

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

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

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

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

B.3.
Graphiquement $U_C(t = 0) = 0\ V$

Pour chaque fonction proposée calculons $U_C(t = 0)$

Fonction		$U_C(t = 0)$	
Fonction 1	$U_C(t) = E(1 - e^{\frac{t}{R\times C}})$	$U_C(t = 0) = E\left(1 - e^{\frac{0}{R\times C}}\right) = E(1 - 1) = 0$	Possible
Fonction 2	$U_C(t) = E \times e^{-\frac{t}{R\times C}}$	$U_C(t = 0) = E \times e^{-\frac{0}{R\times C}} = E \times 1 = E$	Impossible
Fonction 3	$U_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{R\times C}})$	$U_C(t = 0) = E\left(1 - e^{-\frac{0}{R\times C}}\right) = E(1 - 1) = 0$	Possible

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

Pour chaque fonction proposée calculons $U_C(t \to \infty)$

Fonction		$U_C(t \to \infty)$	
Fonction 1	$U_C(t) = E(1 - e^{\frac{t}{R\times C}})$	$U_C(t \to \infty) = E\left(1 - e^{\frac{\infty}{R\times C}}\right) = E(1 - \infty) = -\infty$	Impossible
Fonction 2	$U_C(t) = E \times e^{-\frac{t}{R\times C}}$	$U_C(t \to \infty) = E \times e^{-\frac{\infty}{R\times C}} = E \times 0 = 0$	Impossible
Fonction 3	$U_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{R\times C}})$	$U_C(t \to \infty) = E(1 - e^{-\frac{\infty}{R\times C}}) = E(1 - 0) = E$	Possible

La seule proposition qui convient pour ces deux conditions est la fonction 3 :
$U_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$

B.4.
Vérifions que la fonction retenue est solution de l'équation différentielle :
$U_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$

-Dérivons $U_C(t)$:

$$\frac{dU_C(t)}{dt} = E(0 - \times -\frac{1}{RC} \times e^{-\frac{t}{RC}})$$
$$\frac{dU_C(t)}{dt} = \frac{E}{RC} \times e^{-\frac{t}{RC}}$$

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

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

$$E = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) + RC \times \frac{E}{RC} \times e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$E = E - Ee^{-\frac{t}{RC}} + \cancel{RC} \times \frac{E}{\cancel{RC}} \times e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$E = E - Ee^{-\frac{t}{RC}} + E \times e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$E = E$$

La fonction retenue est bien solution de l'équation différentielle.

B.5.

$$\mathbf{C = \epsilon\frac{S}{d}}$$

$$\mathbf{d = \epsilon\frac{S}{C}}$$

Or $\boldsymbol{\tau = RC}$

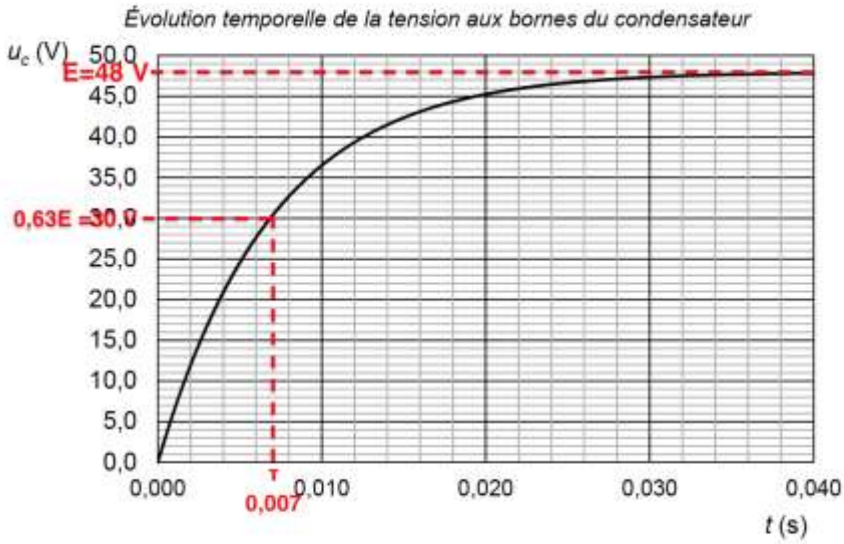
$$\mathbf{C = \frac{\tau}{R}}$$

D'ou

$$\mathbf{d = \epsilon\frac{S}{\frac{\tau}{R}}}$$

$$\mathbf{d = \epsilon S \times \frac{R}{\tau}}$$

A l'aide de la courbe, trouvons τ :
$\tau = 0{,}007$ s



$$\mathbf{d = 1{,}4.10^{-15} \times \frac{100.10^6}{0{,}007}}$$

$$\mathbf{d = 2{,}0.10^{-5}\ m}$$

$$\mathbf{d = 20\ \mu m}$$

Remarque : la distance trouvée correspond à la distance attendue " la distance entre les deux armatures est de l'ordre de 15 à 25 $\boldsymbol{\mu}$**m**"

B.6.

$$\mathbf{C = \epsilon\frac{S}{d}}$$

C est inversement proportionnel à d. Ainsi, quand d diminue, C augmente.

C.

C.1.

$$\mathbf{L_1 = 10 \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right)}$$

$$\mathbf{L_1 = 10 \log\left(\frac{3,2 \times 10^{-3}}{1,0 \times 10^{-12}}\right)}$$

$$\mathbf{L_1 = 95\ dB}$$

C.2.

Pour un niveau d'intensité sonore de 95 dB, la durée maximale d'exposition est de 15 min/jour pour ne pas engendrer des traumatismes irréversibles.

Ainsi, ce niveau est très élevé.

L (dB)	86	92	95	101	107
Durée limite d'exposition	2 h/jour	30 min/jour	15 min/jour	4 min/jour	1 min/jour

C.3.

$$\mathbf{I = \frac{P}{4\pi d^2}}$$

$$\mathbf{P = 4\pi d^2 \times I}$$

$$\mathbf{P = 4\pi \times 1,0^2 \times 3,2 \times 10^{-3}}$$

$$\mathbf{P = 4,0.10^{-2} W}$$

C.4.

Calculons le un niveau d'intensité sonore pour $\mathrm{I = 2{,}0.10^{-4}\ W.m^{-2}}$

$$\mathbf{L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)}$$

$$\mathbf{L = 10 \log\left(\frac{2,0.10^{-4}}{1,0 \times 10^{-12}}\right)}$$

$$\mathbf{L = 83\ dB}$$

La manifestation sportive doit durée 2h. Afin de respecter la réglementation, les organisateurs doivent émettre au maximum 86 dB.

Par mesure de sécurité, ils choisissent un niveau maximum inferieur à cette limite :

$\mathbf{L = 83\ dB}$ pour $\mathbf{I = 2,0.10^{-4}\ W.m^{-2}}$.

C.5.

Calculons la distance de sécurité minimale pour respecter la valeur $\mathrm{I = 2{,}0.10^{-4}\ W.m^{-2}}$.

$$\mathbf{I = \frac{P}{4\pi d^2}}$$

$$\mathbf{d^2 = \frac{P}{4\pi I}}$$

$$\mathbf{d = \sqrt{\frac{P}{4\pi I}}}$$

$$\mathbf{d = \sqrt{\frac{4,0.10^{-2}}{4\pi \times 2,0.10^{-4}}}}$$

$$\mathbf{d = 4,0\ m}$$

En plaçant la barrière à 3,0 m, la distance n'est pas suffisante pour respecter la valeur $\mathrm{I = 2{,}0.10^{-4}\ W.m^{-2}}$.