

**MÉDISUP
SCIENCES**

UNIVERSITÉ PARIS-CITÉ

Année universitaire 2023-2024

Examen Blanc Classant n°1

UE4

PHYSIQUE

CORRIGÉ

Question 1

Réponses : **AD**

A VRAI, B faux : La plaque de potentiel V_A porte une densité surfacique $\sigma_A = -\sigma < 0$.

La plaque de potentiel V_B porte une densité surfacique $\sigma_B = +\sigma > 0$.

On en déduit que $V_B - V_A > 0$. Or le champ $\vec{E}$ est orienté dans le sens des potentiels décroissants : il pointe donc vers la plaque de potentiel V_A .

CE faux, D VRAI : $|\vec{E}| = \left| \frac{dV}{dx} \right| = \left| \frac{V_B - V_A}{D - 0} \right| = \frac{|\Delta V|}{D} = \frac{150}{25 \cdot 10^{-2}} = 600 \text{ V/m}$

Question 2

Réponses : **BC**

A faux, B VRAI : La capacité et la charge du condensateur plan sont liées par la formule : $C = \frac{|Q|}{|\Delta V|}$

D'après l'énoncé, $C = \frac{\epsilon S}{D}$ donc

$$|Q| = C \times |\Delta V| = \frac{\epsilon S}{D} \times |\Delta V| = \frac{9 \cdot 10^{-12} \times 45 \cdot 10^{-4}}{25 \cdot 10^{-2}} \times 150 = 2,4 \cdot 10^{-11} \text{ C}$$

C VRAI, DE faux : D'après l'énoncé, l'énergie stockée E_{pot} dans ce condensateur lors de sa mise en tension à $|\Delta V| = 150 \text{ V}$ est :

$$E_{pot} = \frac{1}{2} C |\Delta V|^2 = \frac{1}{2} |Q| \times |\Delta V| = \frac{1}{2} \times 2,4 \cdot 10^{-11} \times 150 = 1,8 \cdot 10^{-9} \text{ J}$$

$$\text{Avec } 1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J, on a : } E_{pot} = \frac{1,8 \cdot 10^{-9}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 1,1 \cdot 10^{10} \text{ eV}$$

Question 3

Réponses : **BE**

AC faux, B VRAI : Entre les plaques d'un condensateur plan, le potentiel varie linéairement.

Il s'écrit donc $V(x) = ax + b$ or :

$$\begin{cases} V(0) = V_A \Rightarrow b = V_A \\ V(D) = V_B \Rightarrow aD + V_A = V_B \Rightarrow a = \frac{V_B - V_A}{D} \end{cases}$$

$$\Rightarrow V(x) = \left(\frac{V_B - V_A}{D} \right) x + V_A$$

D faux, E VRAI : D'après l'énoncé $|\vec{E}| = \frac{\sigma}{\epsilon}$ et d'après la question précédente $|\vec{E}| = \frac{V_B - V_A}{D}$

$$\text{On en déduit que } V(x) = \left(\frac{V_B - V_A}{D} \right) x + V_A = \frac{\sigma}{\epsilon} x + V_A$$

Question 4

Réponses : **AD**

A VRAI, B faux : Pour $t > 0$, la molécule se déplace vers la plaque de potentiel V_B et de densité surfacique de charge $\sigma_B = +\sigma > 0$, on en déduit que $q < 0$.

CE faux, D VRAI : D'après l'énoncé, la molécule ne subit que la force électrique $\vec{F}_{el}$ due au condensateur et la force de frottement $\vec{F}_\eta$.

Juste après la mise sous tension du dispositif :

$$\vec{F}_{el} = q\vec{E} \text{ avec } \vec{E} = -E\vec{u}_x \text{ puisque } \vec{E} \text{ pointe vers la plaque de potentiel } V_A.$$

$$\vec{F}_\eta = -6\pi\eta R v \vec{u}_x \text{ puisque cette force doit être dans le sens opposé de } \vec{v} = v\vec{u}_x.$$

La relation fondamentale de la dynamique donne : $\vec{F}_{el} + \vec{F}_\eta = m \frac{d\vec{v}}{dt}$

$$\text{Soit } -qE\vec{u}_x - 6\pi\eta R v \vec{u}_x = m \frac{dv}{dt} \vec{u}_x \Rightarrow m \frac{dv}{dt} + 6\pi\eta R v = -qE$$

Question 5

Réponse : **A**

A VRAI : En reprenant l'équation précédente et en remplaçant à l'équilibre, c'est-à-dire après la période

$$\text{transitoire : } \begin{cases} v = cte = v_\infty \\ \frac{dv}{dt} = 0 \end{cases}$$

$$m \frac{dv}{dt} + 6\pi\eta R v = -qE \Rightarrow 6\pi\eta R v_\infty = -qE \Rightarrow v_\infty = \frac{-qE}{6\pi\eta R}$$

On rappelle que $q < 0$ donc $\frac{-qE}{6\pi\eta R}$ est bien positif.

Question 6

Réponses : **DE**

D'après la question précédente : $v_{\infty} = \frac{-qE}{6\pi\eta R}$ avec :

d'après l'énoncé $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$ et d'après la première question de l'exercice $E = \frac{V_B - V_A}{D}$

$$\Rightarrow v_{\infty} = \frac{-q}{6\pi\eta R} \times \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{-q}{6\pi\eta R} \times \frac{(V_B - V_A)}{D}$$

A faux : v_{∞} **dépend** de la charge q de la molécule.

BC faux : $v_{\infty} \propto (V_B - V_A)$: **proportionnelle** à la différence de potentiel entre les deux plaques, donc **dépend** de la différence de potentiel entre les deux plaques.

D VRAI : $v_{\infty} \propto \frac{1}{D}$: augmente si D diminue.

E VRAI : $v_{\infty} \propto \frac{1}{\eta}$: augmente si la viscosité du liquide diminue.

Question 7

Réponses : **AE**

A VRAI, BC faux : D'après l'énoncé, le volume d'air $V_{inj} = \frac{V_p}{2}$ est injecté à la pression p_{atm} .

L'air étant considéré comme un gaz parfait, la loi des gaz parfaits donne :

$$n_{inj} = \frac{p_{atm} V_{inj}}{RT} = \frac{p_{atm} V_p}{2RT} = \frac{10^5 \times 0,05 \cdot 10^{-3}}{2 \times 8,31 \times (273 + 20)} = 1,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \approx 1 \text{ mmole}$$

D faux, E VRAI : Tant que le brassard n'atteint pas son volume maximal, il se gonfle (son volume augmente, dû à l'injection d'air) pour équilibrer la pression entre l'air interne et l'air externe (à p_{atm}). Donc, lors du gonflage, la pression de l'air est constante dans le brassard et égale à p_{atm} .

Question 8

Réponse : **D**

D VRAI : À chaque pression sur la poire, on injecte un volume $V_{inj} = \frac{V_p}{2}$

Le volume total dans le brassard correspond à la somme des volumes injectés :

$$V_{max} = N V_{inj} = N \frac{V_p}{2} \Rightarrow N = 2 \times \frac{V_{max}}{V_p} = 2 \times \frac{0,5}{0,05} = 20$$

Question 9

Réponses : **AD**

A VRAI, B faux : À chaque pression supplémentaire de la poire, de l'air est ajouté dans le brassard alors que son volume et sa température sont fixés. Le volume est fixé car la matière du brassard est inextensible.

On en déduit, d'après la loi des gaz parfaits que la pression $p = \frac{nRT}{V}$ augmente.

L'air du brassard exerce une force de pression de plus en plus importante sur la valve anti-retour qui **nécessitera donc plus d'énergie** pour s'ouvrir.

CE faux, D VRAI : En utilisant la loi des gaz parfaits à V et T fixés avant et après ces N' injections

supplémentaires : $\frac{p}{n} = \frac{RT}{V} = cte \Rightarrow \frac{p_{atm}}{\underbrace{N \times n_{inj}}_{\text{avant}}} = \frac{p}{\underbrace{(N + N') \times n_{inj}}_{\text{après}}}$

$$\Rightarrow \frac{N + N'}{N} = \frac{p}{p_{atm}} \Rightarrow 1 + \frac{N'}{N} = \frac{p}{p_{atm}} \Rightarrow N' = N \left(\frac{p}{p_{atm}} - 1 \right) = 20 \times \left(\frac{1140}{760} - 1 \right) = 10$$

Question 10

Réponse : **C**

C VRAI : D'après l'énoncé, l'air dans le brassard est considéré comme un gaz parfait diatomique dont on néglige les vibrations de ses molécules à la température $T = 20^\circ\text{C}$. Son énergie interne est donc donnée par

la formule : $U_{air} = \frac{5}{2}nRT$ avec n le nombre de moles d'air injecté dans le brassard pour atteindre la pression $p = 1140 \text{ mm Hg}$.

D'après la question précédente, $n = (N + N') \times n_{inj} = (20 + 10) \times n_{inj} = 30n_{inj}$

$$\text{Donc } U_{air} = \frac{5}{2}nRT = \frac{5}{2} \times 30n_{inj} \times RT = 75 \times 1.10^{-3} \times 8,31 \times (20 + 273) \approx 183 \text{ J}$$

Question 11

Réponses : **BD**

A faux, B VRAI : La vitesse moyenne d'ascension du grimpeur est : $v_{\text{moy}} = \frac{L}{t}$ avec L la distance parcourue

pendant $t = 4$ min, L correspondant à la longueur de corde déployée entre les points O et A (la corde étant tendue quand le grimpeur est au point A).

D'après l'énoncé, « Du fait de la présence de dévers dans la paroi, la longueur de corde déployée entre les points O et A est augmentée de 6% par rapport à une paroi entièrement verticale ». Cela signifie que :

$$L = (h_A - h_O) + 6\% \times (h_A - h_O) = (h_A - h_O) \times (1 + 0,06) = (15 - 0) \times 1,06$$

$$\Rightarrow L = 15,9 \text{ m}$$

Donc la vitesse moyenne d'ascension du grimpeur est : $v_{\text{moy}} = \frac{L}{t} = \frac{15,9}{4 \times 60} = 0,06625 \text{ m/s} \approx 66,3 \text{ mm/s}$

C faux : Le poids du grimpeur $\vec{P} = m\vec{g}$ est orienté vers le bas, donc la gravitation s'oppose au déplacement du grimpeur lors de son ascension. Donc, la gravitation **n'est pas motrice** lors de l'ascension.

D VRAI, E faux : L'énergie potentielle de pesanteur est : $E_{pp} = mgh$ avec h la hauteur du grimpeur.

Pendant l'ascension, $\Delta h > 0 \Rightarrow \Delta E_{pp} > 0$

Question 12

Réponses : **ACD**

A VRAI : Au moment où le grimpeur chute du point A, il faisait une pause, donc il était à l'arrêt et $v_A = 0$.

B faux : Entre les points A et B, le grimpeur a un mouvement de chute libre, puisqu'on néglige les frottements d'après l'énoncé.

Pendant la phase de chute, la vitesse augmente : $v_B > v_A = 0$.

C VRAI : Comme le point D est entre les points A et B, on en déduit que : $v_D < v_B$.

D VRAI : Au point C, le grimpeur est stoppé par la corde, donc $v_C = 0$.

E faux : D'après ce qui précède, on en déduit que : $v_D > v_C = 0$.

Question 13

Réponse : **D**

D VRAI : On écrit la conservation de l'énergie totale du grimpeur entre les points A et C, où les vitesses du grimpeur sont nulles :

$$E_A = E_C \Rightarrow E_{c_A} + E_{pp_A} = E_{c_C} + E_{pp_C} + E_{p_C}$$

avec

- $E_{c_A} = \frac{1}{2}mv_A^2$ l'énergie cinétique du grimpeur au point A.
- $E_{pp_A} = mgh_A$ l'énergie potentielle de pesanteur du grimpeur au point A.
- $E_{c_C} = \frac{1}{2}mv_C^2$ l'énergie cinétique du grimpeur au point C.
- $E_{pp_C} = mgh_C$ l'énergie potentielle de pesanteur du grimpeur au point C.
- E_{p_C} l'énergie potentielle associée à la force de choc subie par le grimpeur au point C. D'après l'énoncé, cette force, de norme $|\vec{F}_c| = k\Delta l$, est assimilable à celle d'une force de rappel d'un ressort

et dérive d'une énergie potentielle de la forme : $E_p(l) = \frac{1}{2}k(l - l_0)^2$. Donc cette énergie potentielle

peut s'écrire : $E_{p_C} = \frac{1}{2}k\Delta l^2$ où Δl est l'allongement de la corde entre les points B et C.

$$\Rightarrow \cancel{\frac{1}{2}mv_A^2} + mgh_A = \cancel{\frac{1}{2}mv_C^2} + mgh_C + \frac{1}{2}k\Delta l^2$$

$$\text{Or } \Delta l = h_B - h_C \Rightarrow h_C = h_B - \Delta l$$

$$\Rightarrow mgh_A = mg(h_B - \Delta l) + \frac{1}{2}k\Delta l^2 \Rightarrow mg(h_B - \Delta l) = mgh_A - \frac{1}{2}k\Delta l^2$$

$$\Rightarrow h_B - \Delta l = h_A - \frac{k\Delta l^2}{2mg} \Rightarrow h_B = h_A + \Delta l - \frac{k\Delta l^2}{2mg}$$

$$h_B = 15 + 0,9 - \frac{6 \cdot 10^3 \times 0,9^2}{2 \times 80 \times 9,81} = 12,8 \text{ m}$$

Question 14

Réponses : **AD**

A VRAI, B faux : D'après la question précédente, $h_B = 12,8 \text{ m}$

$$\text{Donc } h = h_A - h_B = 15 - 12,8 = 2,2 \text{ m}$$

CE faux, D VRAI : Comme la paroi est verticale entre les points A et D et que la corde est tendue quand le grimpeur est au point A, la longueur de corde entre les points A et D vaut $h_A - h_D$.

Le grimpeur chute du point A jusqu'au point B, où la corde commence à se tendre. Le point D étant le dernier point d'ancrage de la corde à la paroi (via la dégaine), on en déduit que le point D est situé à égale distance des points A et B : $h_A - h_D = h_D - h_B$

$$\Rightarrow h_D = \frac{h_A + h_B}{2} = \frac{15 + 12,8}{2} = 13,9 \text{ m}$$

Question 15

Réponse : **C**

C VRAI : La vitesse de chute au point B est : $v_B = \sqrt{2g(h_A - h_B)} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9,81 \times 2,2} = 6,6 \text{ m/s}$

Avec $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$, on a : $v_B = 6,6 \times 3,6 \approx 23,7 \text{ km/h}$

Question 16

Réponse : **B**

B VRAI : La variation d'énergie potentielle de pesanteur du grimpeur lors de sa chute entre les points A et C est : $\Delta E_{ppAC} = E_{pp,finale} - E_{pp,initiale} = E_{ppC} - E_{ppA} = mg(h_C - h_A)$

Avec $h_C = h_B - \Delta l = 12,8 - 0,9 = 11,9 \text{ m}$

$\Rightarrow \Delta E_{ppAC} = mg(h_C - h_A) = 80 \times 9,81 \times (11,9 - 15) = -2,4 \cdot 10^3 \text{ J} = -2,4 \text{ kJ}$

Question 17

Réponse : **C**

C VRAI : On applique le théorème de l'énergie cinétique entre le point C où le grimpeur est immobile et le point O qu'il atteint avec la vitesse v_{desc} :

$$\Delta E_c = \sum W \Leftrightarrow E_{c,O} - E_{c,C} = W + W_{poids}$$

Avec

- $E_{c,O} = \frac{1}{2}mv_{desc}^2$
- $E_{c,C} = 0$ car le grimpeur est immobile en C au moment d'être descendu.
- W = le travail de la tension de la corde qui correspond au travail fourni par l'assureur lors de la descente puisque la corde est indéformable pendant cette descente.
- $W_{poids} = -\Delta E_{ppCO} = -mg(h_O - h_C) = mgh_C$

On en déduit : $\frac{1}{2}mv_{desc}^2 - 0 = W + mgh_C$

$$\Rightarrow |W| = \left| \frac{1}{2}mv_{desc}^2 - mgh_C \right| = \left| \frac{1}{2} \times 80 \times \left(\frac{5 \cdot 10^3}{3600} \right)^2 - 80 \times 9,81 \times 11,9 \right| = 9,26 \cdot 10^3 \text{ J} = 9,26 \text{ kJ}$$

Question 18

Réponses : **BC**

A faux, B VRAI : D'après l'énoncé, l'air dans la canette est considéré comme un mélange de gaz parfaits.

Dans la canette fermée, la pression partielle en CO_2 est liée à la pression de l'air : $p_{CO_2} = x_{CO_2} \times p_{air}$

Or « p_{air} au-dessus du soda dans la canette vaut le triple de la pression atmosphérique » donc

$$p_{air} = 3p_{atm} = 3 \text{ atm.}$$

$$\Rightarrow x_{CO_2} = \frac{p_{CO_2}}{p_{air}} = \frac{2,85}{3} = 0,95$$

C VRAI, DE faux : L'air dans la canette fermée est constitué de CO_2 , N_2 , Ar et He donc

$$p_{CO_2} + p_{N_2} + p_{Ar} + p_{He} = p_{air} \text{ soit } p_{N_2} + p_{Ar} + p_{He} = p_{air} - p_{CO_2}$$

D'après l'énoncé, « le reste étant un mélange de gaz inertes initialement composé de 80% de diazote N_2 , de 10% d'argon Ar et de 10% d'hélium He », donc sans CO_2 , la fraction molaire de N_2 dans le mélange de gaz est $x_{N_2, \text{mél}} = 0,8$.

$$\text{D'où : } p_{N_2} = x_{N_2, \text{mél}} \times (p_{air} - p_{CO_2}) = 0,8 \times (3 \cdot 10^5 - 2,85 \cdot 10^5) = 1,2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

Question 19

Réponse : **D**

D VRAI : On écrit la loi de l'hydrostatique entre les points A et B au sein du soda quand la canette est fermée : $p_A + \rho_s g z_A = p_B + \rho_s g z_B$

Avec :

$$\rho_s = d_s \times \rho = 0,993 \times 10^3 = 993 \text{ kg/m}^3 \text{ la masse volumique du soda}$$

$$z_A = 0$$

$$p_B = p_{air} = 3p_{atm} \text{ car d'après le schéma le point B est à l'interface air-soda}$$

$$z_B = h_s$$

$$\Rightarrow p_A = 3p_{atm} + \rho_s g h_s = 3 \times 10^5 + 993 \times 9,81 \times 125 \cdot 10^{-3} = 3,01 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 3,01 \text{ atm}$$

Question 20

Réponses : **BCE**

On écrit la loi de l'hydrostatique entre les points A et B au sein du soda quand la canette est ouverte :

$$p'_A + \rho_s g z_A = p'_B + \rho_s g z_B$$

Avec :

$$z_A = 0$$

$$p'_B = p_{atm} < p_B = 3p_{atm} \Rightarrow \text{A faux, B VRAI}$$

$$z_B = h_s$$

$$\Rightarrow p'_A = p_{atm} + \rho_s g h_s < p_A \Rightarrow \text{C VRAI}$$

$$\text{et } p'_A > p_{atm} = p'_B \Rightarrow \text{E VRAI}$$

D'après le calcul à la question précédente, $\rho_s g h_s \approx 0,01 \text{ atm}$, donc $p'_A < 3p_{atm} = p_B \Rightarrow \text{D faux}$

Question 21

Réponse : **A**

A VRAI : Le débit est un volume écoulé par unité de temps : $Q = \frac{V}{t}$ où V est le volume de soda aspiré (= bu) par le grimpeur lors d'une aspiration de durée t , les aspirations étant toutes de même volume et de même durée.

Le grimpeur boit l'intégralité du volume de soda V_s en 6 aspirations, donc $V = \frac{V_s}{6}$, avec

$$V_s = \pi r_c^2 h_s = \pi \left(\frac{d_c}{2} \right)^2 h_s$$

$$\Rightarrow Q = \frac{V}{t} = \frac{\frac{V_s}{6}}{t} = \frac{\pi \left(\frac{d_c}{2} \right)^2 h_s}{6t} = \frac{\pi \times \left(\frac{60 \cdot 10^{-3}}{2} \right)^2 \times 125 \cdot 10^{-3}}{6 \times 2} = 2,9 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

Question 22

Réponses : **AE**

A VRAI, B faux : Lors d'une aspiration, le débit du soda est conservé entre la canette et la paille, donc :

$$S_c \times v_c = S_p \times v_p \text{ avec } S_c \text{ et } S_p \text{ les sections des canette et paille.}$$

$$\text{On a : } S_c = \pi \left(\frac{d_c}{2} \right)^2 \text{ et } S_p = \pi \left(\frac{d_p}{2} \right)^2$$

D'après l'énoncé, $d_c = 60 \text{ mm}$ et $d_p = 6 \text{ mm}$ donc $d_c > d_p \Rightarrow S_c > S_p \Rightarrow v_c < v_p$

CD faux, E VRAI : On remarque que $d_c = 10 \times d_p$

$$\text{D'où : } S_c = \pi \left(\frac{d_c}{2} \right)^2 = \pi \left(\frac{10 \times d_p}{2} \right)^2 = 100 \times \pi \left(\frac{d_p}{2} \right)^2 = 100 \times S_p$$

$$\text{Donc } v_p = 100 \times v_c \Rightarrow \frac{v_p}{v_c} = 100$$