



Association pour l'Accès Santé – Université Paris Cité
Année Universitaire 2023-2024

Examen Blanc n° 1 UE 4 : Physique



Durée de l'épreuve : 1h30

A LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

**Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes :
nom, prénom, et numéro étudiant.**

**Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex et autres sont interdits car
chaque question comporte une ligne de droit au remords.**

Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices ne sont pas autorisées
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

**Le sujet contient 11 pages numérotées de 2 à 11 et comporte 20 questions.
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.**



Université Paris Cité
A2SUP - Tutorat

Tuto n° :

UE (spé) :

Nom :

Prénom :

Numéro A2SUP :

IDENTIFICATION												
Numéro A2SUP	Diz. Mil.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Mil.											
	Cent.											
	Diz.											
	Unit.											
		Contrôle										
		J diz.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		J unit.										
		M diz.										
		M unit.										
		Date de naissance (JJ/MM)										

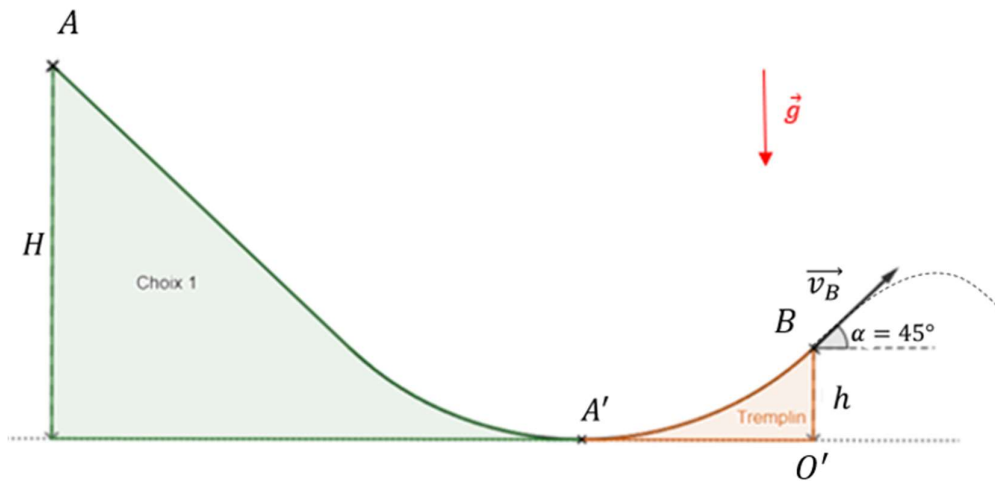
1	☐ ☒ ☐ ☐ ☐	13	☒ ☐ ☒ ☐ ☐	25	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	37	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	A B C D E		A B C D E		A B C D E		A B C D E
	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐
2	☒ ☒ ☐ ☒ ☐	14	☐ ☐ ☐ ☒ ☒	26	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	38	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	A B C D E		A B C D E		A B C D E		A B C D E
	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐
3	☐ ☐ ☒ ☐ ☐	15	☒ ☐ ☒ ☐ ☐	27	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	39	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	A B C D E		A B C D E		A B C D E		A B C D E
	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐
4	☒ ☐ ☐ ☐ ☒	16	☐ ☒ ☐ ☒ ☐	28	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	40	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	A B C D E		A B C D E		A B C D E		A B C D E
	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐
5	☐ ☒ ☐ ☐ ☐	17	☒ ☒ ☒ ☐ ☒	29	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	41	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	A B C D E		A B C D E		A B C D E		A B C D E
	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐
6	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	18	☐ ☒ ☒ ☐ ☒	30	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	42	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	A B C D E		A B C D E		A B C D E		A B C D E
	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐
7	☐ ☒ ☐ ☐ ☒	19	☒ ☐ ☒ ☐ ☐	31	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	43	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	A B C D E		A B C D E		A B C D E		A B C D E
	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐
8	☐ ☐ ☐ ☒ ☐	20	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	32	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	44	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	A B C D E		A B C D E		A B C D E		A B C D E
	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐
9	☒ ☒ ☐ ☐ ☐	21	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	33	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	45	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	A B C D E		A B C D E		A B C D E		A B C D E
	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐
10	☐ ☐ ☒ ☒ ☐	22	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	34	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		
	A B C D E		A B C D E		A B C D E		
	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		
11	☒ ☐ ☐ ☐ ☒	23	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	35	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		
	A B C D E		A B C D E		A B C D E		
	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		
12	☐ ☐ ☒ ☐ ☐	24	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	36	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		
	A B C D E		A B C D E		A B C D E		
	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐ ☐ ☐ ☐ ☐		

Exercice 1 : Course de billes

Salma et Jérémy se défient à un jeu de billes. Ils disposent d'un tremplin allant du point A' au point B . Ils veulent utiliser ce tremplin pour envoyer une bille le plus haut et le plus loin possible.

Première partie :

Salma commence et décide d'utiliser le choix 1 représenté sur le schéma ci-dessous. Il s'agit d'une pente descendante sur laquelle la bille prend de la vitesse avant de s'envoler sur le tremplin.



Données : $H = 80 \text{ cm}$; $h = 20 \text{ cm}$; $\alpha = \frac{\pi}{4}$; $m_{\text{bille}} = 2 \text{ g}$; $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, l'accélération de la pesanteur

Le sol (en pointillé sur le schéma) représente l'origine des altitudes et on oriente l'axe Oz vertical vers le haut. On négligera les frottements qui s'exercent sur la bille pour tout l'exercice.

Question 1 On considère que Salma lâche la bille sans vitesse initiale au point A. Elle atteint le point B avec une vitesse $\vec{v}_B$ de norme $v(B)$. On note $W_{A \rightarrow B}(\vec{P})$ le travail du poids de la bille pour le déplacement de A à B. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

A. $W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = m_{\text{bille}} g (z_B - z_A)$

B. $v(B) = \sqrt{2g(H - h)}$

C. Avec une bille de 5 g, la vitesse en B serait différente

D. $v(B) = 3,43 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

E. $v(B) = 0,95 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

Item A : A FAUX

Le travail du poids ne dépend pas du chemin parcouru et s'exprime selon la formule :

$$dW_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = m\vec{g} \cdot d\vec{z} = -mgdz$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = -mg(z_B - z_A) = m_{bille}g(z_A - z_B)$$

Si on a un doute sur l'ordre des altitudes dans cette formule, on peut (et je vous conseille de le faire toujours), vérifier en faisant un raisonnement intuitif. Si $z_A > z_B$, alors $z_A - z_B > 0$, et donc $W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) > 0$, ce qui correspond bien à un poids moteur qui fait descendre la bille de A à B.

Items B : **B VRAI**

Pour trouver la vitesse au point B, on peut ici appliquer le **théorème de l'énergie cinétique**.

On rappelle son expression :

$$\Delta E_{cin_{A \rightarrow B}} = \sum_i W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_i)$$

« La variation d'énergie cinétique entre les points A et B est égale à la somme des travaux de toutes les forces, conservatives ou non, s'appliquant sur le système lors du trajet de A à B ».

Il faut d'abord déterminer les forces qui s'exercent sur la bille entre les points A et B. Ici, on néglige les frottements, ainsi, le système est soumis à deux forces : son poids, $\vec{P}$, et la réaction normale du support, $\vec{N}$.

On rappelle que par définition, la réaction « normale » du support est systématiquement **perpendiculaire au déplacement**. Son travail est donc nul (*rappel : le travail d'une force constante s'exprime selon la formule : $W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = F \times AB \times \cos(\vec{F}; \overrightarrow{AB})$, donc quand l'angle est de $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$, le cosinus vaut 0 et le travail aussi.*).

Ainsi, on peut simplifier la formule dans notre cas précis :

$$\Delta E_{cin_{A \rightarrow B}} = W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) + W_{A \rightarrow B}(\vec{N})$$

$$\Leftrightarrow \Delta E_{cin_{A \rightarrow B}} = W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) + 0$$

On a déterminé $W_{A \rightarrow B}(\vec{P})$ dans l'item A. On peut utiliser l'expression obtenue :

$$E_{cin_B} - E_{cin_A} = m_{bille}g(z_A - z_B)$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m_{bille}v(B)^2 - \frac{1}{2}m_{bille}v(A)^2 = m_{bille}g(H - h)$$

D'après les données de l'énoncé, $v_A = 0$ car la bille est lâchée « sans vitesse initiale » :

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m_{bille}v(B)^2 = m_{bille}g(H - h)$$

$$\Leftrightarrow v(B)^2 = 2g(H - h)$$

$$\Rightarrow v(B) = \sqrt{2g(H - h)}$$

C'est vraiment important de savoir utiliser le théorème de l'énergie cinétique, donc si la correction de l'item n'est pas assez claire pour toi, viens nous poser tes questions sur le forum ou au bureau !

Item C : C FAUX

En observant l'expression littérale de v_B trouvée précédemment, on s'aperçoit que la masse de la bille n'intervient pas, ainsi, peu importe la masse de la bille, la vitesse en fin de tremplin sera identique. En d'autres termes, la vitesse ne dépend pas de la masse donc prendre une bille de 5g ne changera rien à la vitesse.

Items D et E : D VRAI, E FAUX

Une application numérique, de la formule trouvée à l'item B, mais pour laquelle il faut comme toujours faire attention aux **unités** ! En effet, ici les distances étaient données en *cm*, mais g s'exprime en $m.s^{-2}$ donc il va falloir convertir nos distances en m !

$$\begin{aligned} v_B &= \sqrt{2g(H - h)} \\ \Leftrightarrow v_B &= \sqrt{2 \times 9,81 \times (0,8 - 0,2)} \\ \Rightarrow v_B &= 3,43 \text{ m.s}^{-1} \end{aligned}$$

Pour convertir en $km.h^{-1}$, il faut **multiplier par 3,6**.

En effet : $1 \text{ m.s}^{-1} = 3600 \text{ m.h}^{-1} = 3,6 \text{ km.h}^{-1}$

$$v_B = 3,43 \times 3,6 = 12,4 \text{ km.h}^{-1}$$

Réponses vraies : B et D

On s'intéresse désormais à la trajectoire parabolique de la bille après son passage au point B . On prendra pour nouvelle origine des temps l'instant où la bille quitte le tremplin à la vitesse $\vec{v}_B$, et on étudiera la trajectoire de la bille dans le repère orthonormé d'origine O , dont le sol est l'axe des abscisses et la droite (OB) l'axe des ordonnées orienté de O vers B . Pour le vecteur vitesse $\vec{v}$, on notera v_x sa composante selon l'axe des abscisses et v_z sa composante selon l'axe des ordonnées.

Question 2 A propos de cette phase, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

A. $v_x(B) = v(B) \cos(\alpha)$ et $v_z(B) = v(B) \sin(\alpha)$

B. $v_x(B) = v(B) \sin(\alpha)$ et $v_z(B) = v(B) \cos(\alpha)$

C. $v_x(B) = \frac{v(B)}{\sin(\alpha)}$ et $v_z(B) = \frac{v(B)}{\cos(\alpha)}$

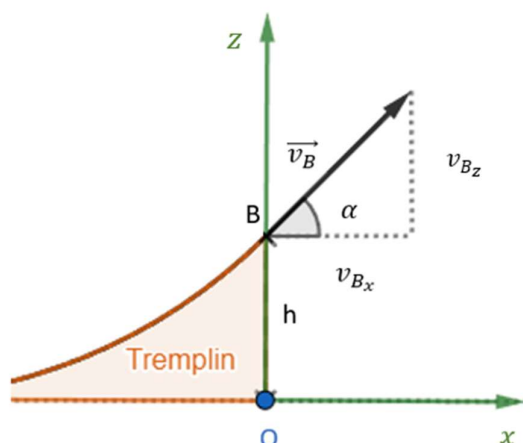
D. La bille n'est soumise qu'à son poids durant cette phase

E. L'accélération $\vec{a}$ de la bille est égale à son poids $\vec{P}$

Items A, B et C: A et B VRAI, C FAUX

Ici, on veut connaître les composantes du vecteur $\vec{v}_B$, c'est-à-dire du vecteur vitesse à l'origine. Pour cela, on va faire de la projection de vecteurs, avec les formules de trigonométrie dans un triangle rectangle :

$$\cos = \frac{\text{Adjacent}}{\text{Hypoténuse}} ; \sin = \frac{\text{Opposé}}{\text{Hypoténuse}} ; \tan = \frac{\text{Opposé}}{\text{Adjacent}}$$



Ici, v_{Bx} représente le côté adjacent, donc $\cos(\alpha) = \frac{v_x(B)}{v(B)} \Rightarrow v_x(B) = v(B) \cos(\alpha)$.

De même, $v_z(B)$ représente le côté opposé, donc $\sin(\alpha) = \frac{v_z(B)}{v(B)} \Rightarrow v_z(B) = v(B) \sin(\alpha)$.

Sauf qu'ici, on est dans un cas particulier où $\alpha = 45^\circ$!!!!!

$$\text{Or : } \cos(\alpha) = \cos(45^\circ) = \frac{\sqrt{2}}{2} = \sin(45^\circ) = \sin(\alpha)$$

Ainsi : $v_x(B) = v(B) \cos(\alpha) = v(B) \sin(\alpha)$ et $v_z(B) = v(B) \sin(\alpha) = v(B) \cos(\alpha)$

Donc la réponse B est aussi vraie !!

Item D : D VRAI

Au moment où la bille quitte le tremplin, elle est en situation de « chute libre » : en effet, si avant elle était soumise à son poids et à la réaction normale du support, désormais, cette réaction

normale du support n'existe plus, puisque la bille n'est plus en contact avec le support. Ainsi **la bille n'est plus soumise qu'à son poids** (tout type de frottement étant négligé).

Items E : *E FAUX*

Il faut se rappeler de l'expression de la seconde loi de Newton, ou principe fondamental de la dynamique pour un système de masse constante m et d'accélération $\vec{a}$:

$$m \times \vec{a} = \sum_i \vec{F}_i$$

Dans notre cas, la bille n'est soumise qu'à son poids, $\vec{P}$, ainsi :

$$\begin{aligned} m_{bille} \times \vec{a} &= \vec{P} \\ \Leftrightarrow m_{bille} \times \vec{a} &= m_{bille} \times \vec{g} \\ \Leftrightarrow \vec{a} &= \vec{g} \end{aligned}$$

Réponses vraies : A, C et D

Question 3 À propos du trajet de la bille après avoir quitté le tremplin, **laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. Le sommet de la trajectoire est un point d'équilibre stable
- B. Le sommet de la trajectoire est un point d'équilibre instable
- C. Le sommet de la trajectoire n'est pas un point d'équilibre**
- D. L'énergie cinétique de la bille au sommet de sa trajectoire est nulle
- E. L'accélération au sommet de la trajectoire est nulle

Items A, B et C : **C VRAI**, *A et B FAUX*

Pour qu'on puisse considérer un point comme un point d'équilibre, il faut que la résultante des forces extérieures s'appliquant au système en ce point soit nulle, en d'autres termes :

$$\sum_i \vec{F}_i = \vec{0}$$

Ici, notre système n'est soumis qu'à une force : son poids $\vec{P}$, qui ne peut donc pas être « compensé » par une autre force. Or, tout système placé dans le champ de gravitation de la Terre est soumis à cette force, de valeur $m \times \vec{g}$.

Ainsi, au point d'ordonnée y_1 , comme en tout point de la trajectoire, on a $\vec{P} = m_{bille} \times \vec{g}$.

On sait que m_{bille} et $\vec{g}$ sont des constantes **non nulles** (c.f. données de l'exercice).

Donc, au point d'ordonnée z_1 :

$$\sum_i \vec{F}_i = \vec{P} = m_{bille} \times \vec{g} \neq \vec{0}$$

Ainsi : **le point d'ordonnée z_1 n'est pas un point d'équilibre.**

Items D et E : D et E FAUX

Attention ! L'énergie cinétique au sommet n'est pas nulle, car même si la vitesse verticale s'annule effectivement en ce point, la balle avance toujours horizontalement !

De plus, on a toujours $a = g$, l'item E est donc faux.

Réponse vraie : C

Question 4 Calculer $v(h')$, la vitesse de la balle lorsqu'elle se situe à $h' = 50 \text{ cm}$ du sol lors de son vol plané. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

A. $v(h') = \sqrt{2g(H - h')}$

B. $v(h') = 2g(H - h')$

C. $v(h') = \sqrt{2g}(H - h')$

D. $v(h') = 24,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

E. $v(h') = 2,43 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Items A, B, C, D et E : A et E VRAI, B, C et D FAUX

Ici, on peut trouver la vitesse v s'exprime avec la conservation de l'énergie mécanique, par exemple entre les hauteurs H (où la vitesse est nulle) et h' :

$$\frac{1}{2}m \times 0^2 + mgH = \frac{1}{2}mv(h')^2 + mgh'$$

$$\frac{1}{2}v(h')^2 = mg(H - h')$$

$$v(h')^2 = 2g(H - h')$$

$$\text{D'où : } v(h') = \sqrt{2g(H - h')} = \sqrt{2 \times 9,81(0,80 - 0,50)} = 2,43 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Il fallait bien faire attention à convertir les cm en m .

Réponses vraies : A et E

Question 5 Calculer $v_z(h')$, la vitesse verticale de la bille lorsqu'elle se situe à $h' = 50 \text{ cm}$ du sol lors de son vol plané. **Laquelle des propositions suivantes est exacte :**

A. $v_z(h') = 0,003 \text{ m.s}^{-1}$

B. $v_z(h') = 0,06 \text{ m.s}^{-1}$

C. $v_z(h') = 1,28 \text{ m.s}^{-1}$

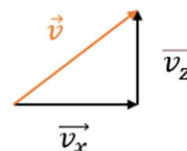
D. $v_z(h') = 2,43 \text{ m.s}^{-1}$

E. $v_z(h') = 3,43 \text{ m.s}^{-1}$

Items A, B, C, D et E : **B VRAI**, A, C, D et E FAUX

On peut appliquer le théorème de Pythagore aux projections horizontales et verticales de la vitesse :

$$v_x^2 + v_z^2 = v^2 \Rightarrow v_z^2(h') = v^2(h') - v_x^2(h')$$



D'après la question précédente : $v(h')^2 = 2g(H - h')$

Pour trouver $v_x^2(h')$, il faut remarquer que le poids, seule force qui s'applique sur la bille durant sa chute, est verticale. Ainsi, la composante horizontale de l'accélération est nulle, est la vitesse horizontale est **constante** ! On peut donc écrire :

$$v_x(h') = v_x(B) = v(B) \cos(\alpha)$$

Et donc, avec $v_B = 3,43 \text{ m.s}^{-1}$ et $\cos(\alpha) = \cos(45^\circ) = \frac{\sqrt{2}}{2}$, on a :

$$v_z(h')^2 = v(h')^2 - v(B)^2 \cos^2(\alpha)$$

$$\Rightarrow v_z(h') = \sqrt{2g(H - h') - v_B^2 \cos^2(45^\circ)}$$

AN :

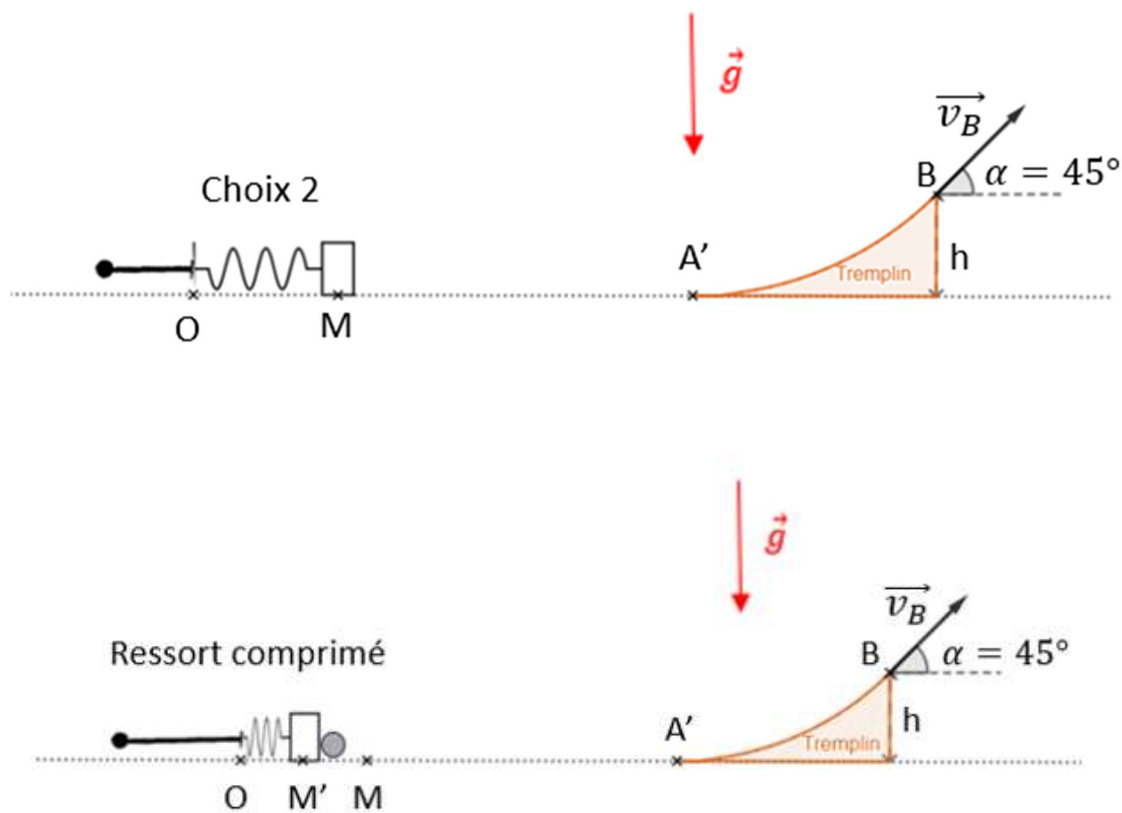
$$\Rightarrow v_z(h') = \sqrt{2 \times 9,81(0,80 - 0,50) - 3,43^2 (\cos(45^\circ))^2} = 0,06 \text{ m/s}$$

Réponse vraie : B

Seconde partie :

Après l'étude du lancer de Salma, c'est au tour de JérémY de présenter son idée. Il a imaginé le choix 2 représenté sur le schéma ci-dessous. Il utilise un ressort qu'il comprime en tirant dessus puis qu'il lâche pour éjecter la bille sur une surface plane, avant d'aborder le tremplin au point A' .

On comprime d'abord le ressort de longueur à vide OM jusqu'au point M' , le point O étant fixé, en poussant sur la poignée, puis on place la bille devant le ressort, avant de relâcher la poignée. La bille est alors éjectée dans la direction du tremplin par la force de rappel $\vec{F}_r$ du ressort de constante de raideur k .



Données : $m_{bille} = 2 \text{ g}$; longueur à vide : $OM = l_0 = 10 \text{ cm}$; $OM' = l = 2 \text{ cm}$; $\alpha = \frac{\pi}{4}$
 $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$; constante de raideur : $k = 10 \text{ USI}$; $h = 20 \text{ cm}$; $MA' = 40 \text{ cm}$

On rappelle la formule de l'énergie potentielle élastique $E_{p,el}$ d'un ressort de constante de raideur k et de longueur à vide l_0 : $E_{p,el} = \frac{1}{2}k(l_0 - x)^2$

Question 6 Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

A. $\vec{F}_r = k \overrightarrow{M'M}$

B. $F_r = 80 \text{ N}$

C. k s'exprime en $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$

D. La vitesse de la bille en M vaut $v_M = \sqrt{\frac{m_{\text{bille}}}{k}} \times (l_0 - l)$

E. $v_M = 5,66 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Item A : A VRAI

On rappelle l'expression de la force de rappel d'un ressort de de longueur à vide l_0 et de nouvelle longueur (après étirement ou compression) l , est colinéaire au ressort, proportionnelle à la raideur k et à l'allongement $l - l_0$:

$$|\vec{F}_r| = k(l - l_0)$$

De plus, ici $l_0 - l$ correspond bien à la distance entre M et M' et le ressort comprimé cherche à repousser M' vers M . On a donc :

$$\vec{F}_r = k \overrightarrow{M'M}$$

Item B : B FAUX

Par application numérique de la formule trouvée dans l'item A :

$$F_r = 10 \times (0,10 - 0,02)$$

$$\Rightarrow F_r = 0,8 \text{ N}$$

Item C : C FAUX

Pour trouver l'unité de k , il faut faire une analyse dimensionnelle :

F_r est une longueur donc s'exprime en Newtons (N), et $l_0 - l$ est une longueur donc est en mètres (m).

Or $k = \frac{F_r}{l_0 - l}$, donc k s'exprime en $N \cdot m^{-1}$. Une force est une masse que multiplie une accélération, en $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$, donc

$$1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m}^{-1} = 1 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-2}$$

k s'exprime donc en $\text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$

Items D et E : D et E FAUX

Il fallait penser à appliquer le théorème de la conservation de l'énergie mécanique de la bille en incluant l'énergie potentielle que lui donne ressort lorsqu'on le lâche au point M' .

On notera $E_m, E_c, E_{pp}, E_{p,el}$ les énergies mécanique totale, cinétique, potentielle de pesanteur, et potentielle élastique due au ressort. On a alors : $E_m = E_c + E_{pp} + E_{p,el}$

La conservation de l'énergie mécanique nous donne :

$$E_m(M) = E_m(M')$$
$$\Leftrightarrow E_c(M) + E_{pp}(M) + E_{p,el}(M) = E_c(M') + E_{pp}(M') + E_{p,el}(M')$$

Or :

- les points M et M' sont tous les deux alignés sur le sol, donc leur altitude est nulle, et par conséquent, leur énergie potentielle de pesanteur l'est aussi.

- la bille part au point M' sans vitesse initiale, donc $E_c(M') = 0 J$

Ainsi :

$$E_{p,el}(M') = E_c(M) + E_{p,el}(M)$$

On va donc reprendre la formule de l'énergie potentielle élastique d'un ressort :

$E_{p,el} = \frac{1}{2}k(l_0 - x)^2$, avec x la longueur du ressort au moment de l'étude

Ainsi, on a :

$$E_{p,el}(M') = \frac{1}{2}k(l_0 - l)^2$$

Et :

$$E_{p,el}(M) = \frac{1}{2}k(l_0 - l_0)^2 = 0 J$$

En effet, au point M , le ressort retrouve sa longueur à vide, donc n'a plus d'énergie potentielle élastique.

Finalement, en remplaçant, notre formule devient :

$$\frac{1}{2}k(l_0 - l)^2 = \frac{1}{2} \times m_{bille} \times v_M^2 + 0$$
$$\Leftrightarrow v_M^2 = \frac{k}{m_{bille}}(l_0 - l)^2$$
$$\Leftrightarrow v_M = \sqrt{\frac{k}{m_{bille}}}(l_0 - l)$$

On fait l'application numérique en faisant **attention aux unités** :

$$v_M = \sqrt{\frac{10}{2 \times 10^{-3}}} \times (0,10 - 0,02)$$

$$\Rightarrow v_M = 5,66 \text{ m.s}^{-1}$$

Réponse vraie : A

La bille effectue à présent le trajet du point M au point B . On notera $\vec{v}'_B$, de norme v'_B , la vitesse de la bille quand elle quitte le tremplin au point B .

Question 7 À propos du trajet de la bille jusqu'au point B , laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

A. $v_M < v_{A'}$

B. $v_M = v_{A'}$

C. $v_M > v_{A'}$

D. $v'_B = v_{A'} - \sqrt{2gh}$

E. $v'_B = 5,30 \text{ m.s}^{-1}$

Items A, B et C : B VRAI, A et C FAUX

Entre les points M et A' , la bille est soumise à deux forces (car il n'y a pas de frottements) : le poids $\vec{P}$ et la réaction normale du support $\vec{N}$. Ces deux forces s'exercent perpendiculairement au segment $[MA']$. Or, aucun mouvement n'est observé dans la direction verticale, ainsi, ces deux forces se compensent.

La résultante des forces est donc nulle, et donc l'accélération aussi : la vitesse est constante entre M et A' , l'item B est vrai !

Items D et E : E VRAI, D FAUX

On connaît la vitesse en A' et on s'intéresse à celle en B . On étudie donc l'évolution de la vitesse dans la pente $A'B$. On va pour cela appliquer la conservation de l'énergie totale:

$$E_m(A') = E_m(B)$$

$$\Leftrightarrow E_{pp}(A') + E_c(A') = E_{pp}(B) + E_c(B)$$

En effet, ici on n'a plus besoin de prendre en compte l'énergie du ressort, puisque la bille a quitté le ressort. Et ainsi :

$$0 + \frac{1}{2} m_{bille} v_{A'}^2 = m_{bille} gh + \frac{1}{2} m_{bille} v_B'^2$$

$$\Leftrightarrow v_B'^2 = v_{A'}^2 - 2gh$$

$$\Leftrightarrow v_B' = \sqrt{v_{A'}^2 - 2gh}$$

On passe à l'application numérique :

$$v_B' = \sqrt{5,66^2 - 2 \times 9,81 \times 0,20}$$

$$\Rightarrow v_B' = 5,30 \text{ m.s}^{-1}$$

Réponses vraies : B et E

Avec son choix, Jérémy parvient à atteindre une altitude maximale $y_1' = 0,92 \text{ m}$. Il a obtenu une altitude maximale plus importante que Salma !

Cependant, Salma, décide de modifier la hauteur de sa pente afin de battre son adversaire.

Question 8 On note H_{min} la valeur minimale d'altitude du début de la rampe, c'est-à-dire la valeur d'altitude de départ (du point A) pour laquelle les performances de la bille de Salma égalent celles de la bille de Jérémy. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

A. $H_{min} = \frac{v_B'}{2g} + h$

B. $H_{min} = \frac{v_B'^2}{g} + h$

C. $H_{min} = 0,47 \text{ m}$

D. $H_{min} = 1,63 \text{ m}$

E. $H_{min} = 3,06 \text{ m}$

Items A et B : A et B FAUX

Pour avoir les mêmes performances que l'expérience avec le ressort, il faut que la vitesse en sortie de tremplin par la méthode de Salma soit égale à celle obtenue par Jérémy avec son ressort.

$$v_{min} = v_B'$$

On va donc appliquer la conservation de l'énergie mécanique entre le point A de départ (en haut de la pente) et le point B d'arrivée :

$$E_m(A) = E_m(B)$$

$$\Leftrightarrow E_{pp}(A) + E_c(A) = E_{pp}(B) + E_c(B)$$

Or, en A la bille est lâchée sans vitesse initiale, donc :

$$0 + m_{bille}gH_{min} = \frac{1}{2}m_{bille}v_{min}^2 + m_{bille}gh$$

$$\Leftrightarrow H_{min} = \frac{1}{2g}v_{min}^2 + h$$

$$\Leftrightarrow \mathbf{H_{min} = \frac{v_B'^2}{2g} + h}$$

Items C, D et E : **D VRAI**, C et E FAUX

On pose l'application numérique :

$$H_{min} = \frac{5,30^2}{2 \times 9,81} + 0,20$$

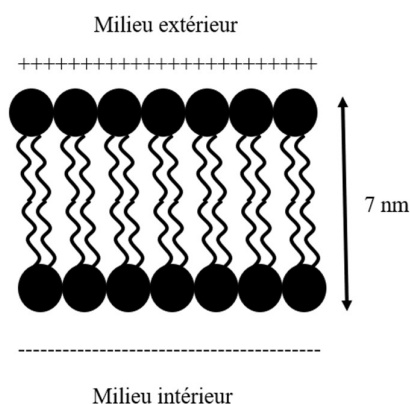
$$\Rightarrow \mathbf{H_{min} = 1,63 \text{ m}}$$

Réponse vraie : D

Exercice 2 : Compétition entre deux neurones

Les neurones sont des éléments principaux dans la transmission d'information. Ils sont composés d'une membrane permettant de créer une différence de potentiel électrique entre les milieux intra et extracellulaires. D'une épaisseur $e_1 = 7 \text{ nm}$, la membrane est une bicouche fermée, majoritairement formée de lipides. Elle peut être assimilée à un condensateur plan avec deux plaques parallèles de surface $S = 9500 \mu\text{m}^2$ et de charge $|Q| = 8,93 \times 10^{-1} \text{ C}$. La face interne est ainsi chargée négativement, et la face externe chargée positivement. On notera ainsi V_- et V_+ les potentiels de ces deux plaques.

La permittivité du milieu ε est telle que $\varepsilon = 8,84 \times 10^{-1} \text{ F.m}^{-1}$. On néglige toutes les autres forces devant les forces électrostatiques. Par ailleurs, on rappelle que le champ électrique entre les plaques d'un condensateur s'exprime comme $|\vec{E}| = \frac{|\sigma|}{\varepsilon}$.



Question 9 A propos des condensateurs, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

A. Le champ électrique est constant entre les plaques

B. Le champ électrique est nul à l'extérieur du condensateur

C. Le champ électrique décroît linéairement de la plaque positive à la plaque négative

D. Le potentiel électrique décroît linéairement de la plaque négative à la plaque positive

E. Le potentiel électrique est constant entre les plaques

Items A, B et C : A et B VRAIS, C FAUX

Il faut le retenir ! Dans le cas d'un condensateur plan, le champ est constant entre les plaques et nul à l'extérieur.

Items D et E : D et E FAUX

Le champ électrique est orienté des charges positives vers les charges négatives. En effet, une charge virtuelle positive placée à l'intérieur de la membrane serait repoussée par la face positive et attirée par la face négative. Puis souvenons-nous que le champ descend les potentiels car,

quand le champ est moteur, l'énergie potentielle doit décroître. Pour une charge virtuelle positive, la force $F = qE$ est motrice dans le même sens que le champ E . Donc le potentiel décroît dans le sens de E , de la face positive à la face négative.

L'item E est également faux. En ce qui concerne l'item D, attention à ne pas lire trop vite, il y avait une inversion ;)

Réponses vraies : A et B

Question 10 Calculer la norme du champ électrique E de la membrane. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

A. $E = 1,06 \times 10^{-5} \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$

B. $E = 1,01 \times 10^{-1} \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$

C. $E = 1,06 \times 10^7 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$

D. Le champ $\vec{E}$ pointe vers l'intérieur de la cellule

E. Le champ $\vec{E}$ pointe vers l'extérieur de la cellule

Items A, B et C : C VRAI, A et B FAUX

L'énoncé nous indiquait que $|\vec{E}| = \frac{|\sigma|}{\epsilon}$, et on a $\sigma = \frac{Q}{S}$ Ainsi,

$$E = \frac{Q}{S\epsilon}$$

On fait bien attention à ce que les unités soient correctes ! Il faut donc convertir S en m^2 . On sait que $1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$, ainsi $1(\mu\text{m})^2 = (10^{-6})^2\text{m}^2$

$$S = 9500 \mu\text{m}^2 = 9500 \times (10^{-6})^2 = 9,5 \times 10^{-9} \text{ m}^2.$$

$$|\vec{E}| = \frac{8,93 \times 10^{-13}}{9,5 \times 10^{-9} \times 8,84 \times 10^{-12}} = 1,06 \times 10^7 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$$

Remarque : vous devez avoir comme premier réflexe de vérifier les unités ! Puis on fait les calculs et enfin on revérifie au cas où avant de cocher un item :))

Items D et E : D VRAI, E FAUX

Le champ électrique pointe de la plaque positive vers la plaque négative. Le schéma nous indiquait le milieu intérieur comme étant la plaque négative. Le vecteur pointe donc bien vers l'intérieur de la cellule.

Réponses vraies : B et D

Question 11 Calculer la différence de potentiel entre les deux plaques, de manière à avoir $\Delta V > 0$. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exactes :**

A. $\Delta V = V_+ - V_-$

B. $\Delta V = V_- + V_+$

C. $\Delta V = V_- - V_+$

D. $|\Delta V| = 64,2 \text{ mV}$

E. $|\Delta V| = 74,2 \text{ mV}$

Items A, B et C : A VRAI, B et C FAUX

Puisque le potentiel électrique décroît linéairement de la plaque positive à la plaque négative, nous avons $V_+ > V_-$ et donc $V_+ - V_- > 0$. La différence de potentiel, pour qu'elle soit bien positive comme le demande la question doit d'exprimer comme : $\Delta V = V_+ - V_-$.

Items D et E : E VRAI, D FAUX

On se rappelle que pour un condensateur :

$$E = \frac{|\Delta V|}{e_1} \Leftrightarrow |\Delta V| = E \times e_1$$

Ainsi,

$$|\Delta V| = 1,06 \times 10^7 \times 7 \times 10^{-9} = 0,0742 \text{ V} = 74,2 \text{ mV}$$

Remarque : on n'oublie pas de convertir e_1 en m ! Pour passer des nm aux m, on multiplie par 10^{-9} .

Réponses vraies : A et E

Question 12 Calculer la charge Q et la capacité C de la membrane. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exactes :**

A. $\sigma = 9,4 \times 10^{-6} \text{ C.m}^{-2}$

B. $\sigma = 9,4 \times 10^{-4} \text{ C.m}^{-2}$

C. $C = 12 \text{ pF}$

D. $C = 1,2 \times 10^{-5} \text{ F}$

E. $C = 1,2 \times 10^{-2} \text{ F}$

Items A et B : A et B FAUX

Par définition,

$$\sigma = \frac{Q}{S}$$

On fait bien attention à ce que les unités soient correctes ! Il faut donc convertir S en m^2 . On sait que $1\mu m = 10^{-6}m$, ainsi $1(\mu m)^2 = (10^{-6})^2 m^2$

$$S = 9500 \mu m^2 = 9500 \times (10^{-6})^2 = 9,5 \times 10^{-9} m^2.$$

Alors,

$$\sigma = \frac{8,93 \times 10^{-13}}{9,5 \times 10^{-9}} = 9,4 \times 10^{-5} C/m^2$$

Items C, D et E : C VRAI, D et E FAUX

Pour la capacité du condensateur, il faut se rappeler de la définition :

$$C = \frac{|Q|}{\Delta V}$$

$$C = \frac{8,93 \times 10^{-13}}{0,075} = 1,2 \times 10^{-11} F = 12 pF$$

Réponse vraie : C

Suite à un stimulus biologique, la cellule réorganise sa membrane plasmique qui prend alors pour épaisseur $e_2 = 7,5 nm$.

Question 13 Calculer la variation relative $\frac{\Delta e}{e}$ de l'épaisseur du neurone modifié par rapport au premier et la variation relative de capacité $\frac{\Delta C}{C}$ associée. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exactes :**

A. $\frac{\Delta e}{e} = 0,071$

B. $\frac{\Delta e}{e} = 0,063$

C. $-0,1 < \frac{\Delta C}{C} < 0$

D. $0 < \frac{\Delta C}{C} < 0,1$

E. $0,1 < \frac{\Delta C}{C}$

Items A et B : A VRAI, B FAUX

Pour calculer la variation relative, on divise la valeur absolue de la différence entre nos deux valeurs par la valeur de référence. Ce qui nous donne :

$$\frac{|\Delta e|}{e} = \frac{|e_2 - e_1|}{e_1} = \frac{|7,5 - 7|}{7} = 0,071$$

Remarque : ici, convertir les nm en m n'a pas de réel intérêt mais je l'ai précisé pour que vous l'ayez quand même comme un réflexe.

Items C, D et E : C VRAI, D et E FAUX

Pour résoudre cette question rapidement, il faut utiliser la méthode de la différentielle logarithmique.

On trouve d'abord une formule liant C et e :

$$C = \frac{|Q|}{\Delta V} = Q \times \frac{1}{\Delta V}$$

Avec $Q = \sigma S$ et $\Delta V = Eh = \frac{\sigma e}{\epsilon}$:

$$C = \sigma S \times \frac{\epsilon}{\sigma e} = \frac{\epsilon S}{e}$$

$$\Leftrightarrow \ln(C) = \ln\left(\frac{\epsilon S}{e}\right)$$

$$\Leftrightarrow \ln(C) = \ln(\epsilon S) - \ln(e)$$

$$\Leftrightarrow \ln(C) = \ln(\epsilon) + \ln(S) - \ln(e)$$

On différentie l'expression :

$$\Leftrightarrow d \ln(C) = d \ln(\epsilon) + d \ln(S) - d \ln(e)$$

Or, pour la fonction $\ln(x)$ on sait que :

$$\frac{d \ln(x)}{dx} = \frac{1}{x} \Rightarrow d \ln(x) = \frac{dx}{x}$$

On peut appliquer cette formule pour des variations plus importantes, ce qui fait apparaître les variations relatives :

$$d \ln(x) = \frac{\Delta x}{x}$$

On a donc :

$$\Leftrightarrow \frac{\Delta C}{C} = \frac{\Delta \epsilon}{\epsilon} + \frac{\Delta S}{S} - \frac{\Delta e}{e}$$

Or, la permittivité du vide et la surface sont constantes entre les deux situations donc leurs variations sont nulles. Ainsi :

$$\frac{\Delta C}{C} = - \frac{\Delta e}{e} = -0,071$$

Réponses vraies : A et C

Question 14 Un ion Na^+ traverse la membrane du neurone modifié. Calculer le travail W que la force électrique exerce sur cet ion transféré de l'extérieur vers l'intérieur de la cellule, en prenant cette fois comme valeur $|\Delta V| = 70 \text{ mV}$. On rappelle la charge élémentaire d'un électron $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exactes :**

- A. $W = -1,12 \times 10^{17} \text{ J}$
- B. $W = -1,12 \times 10^{-20} \text{ J}$
- C. $W = 1,12 \times 10^{17} \text{ J}$
- D. $W = 1,12 \times 10^{20} \text{ J}$

E. La force électrique est motrice

Items A, B, C et D : A, B, C et D FAUX

Le travail est donné par $W = -\Delta E_p$. Avec $E_p = qV$, on a $\Delta E_p = q(V_- - V_+)$. En l'effet, l'ion passe du + au -, comme on calcule la variation en faisant final - initial, on se retrouve bien avec $V_- - V_+$.

$W = -\Delta E_p = -q(V_- - V_+) = q|\Delta V| = e|\Delta V| > 0$ car la force électrique est bien motrice

En effet, on a vu plus haut que $|\Delta V| = V_+ - V_-$. De plus $q = +e$ car l'ion est chargé positivement.

Ainsi,

$$W = e \times |\Delta V|$$

$$W = 1,6 \times 10^{-19} \times (70 \times 10^{-3}) = 1,12 \times 10^{-20} \text{ J}$$

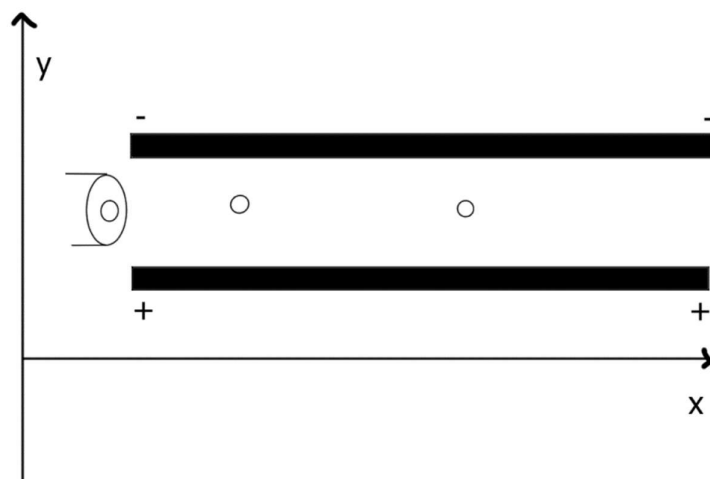
Item E : **E VRAI**

Le travail est positif, la force électrique est donc motrice. On aurait aussi pu se rappeler que la force électrique sur une charge positive va dans le sens du champ, c'est-à-dire du positif vers le négatif. Ainsi quand l'ion Na^+ entre dans la cellule, son trajet est dans le même sens que la force donc celle-ci pousse la particule le long de son trajet : la force est motrice : cela vous permet de vérifier le signe du travail que vous avez trouvé numériquement !

Réponse vraie : E

Exercice 3 : L'expérience de Millikan

Au début du XX^{ème} siècle, Millikan, physicien américain, réalise des travaux sur la charge élémentaire. Lors d'une expérience, il projette à l'horizontale de petites gouttes d'huiles pesantes et chargées qu'on assimile à des sphères de diamètre $D = 1,0 \text{ mm}$ entre les bornes d'un condensateur plan générant un champ électrique constant de norme $E = 10^5 \text{ V.m}^{-1}$. Les deux plaques du condensateur sont séparées par une distance d , et leurs caractéristiques sont telles que les gouttes se déplacent dans le condensateur en restant à l'horizontale, et à vitesse constante. On négligera les forces de frottements et la poussée d'Archimède dans cet exercice.



Question 15 Concernant les gouttes d'huile. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

A. Les gouttes sont chargées positivement

B. Les gouttes sont chargées négativement

C. Le mouvement des gouttes d'huile est rectiligne uniforme

D. Le mouvement des gouttes d'huile est rectiligne accéléré

E. Si les gouttes d'huile n'étaient pas chargées, on observerait le même phénomène

Item A, B, C et D : A et C VRAI, B et D FAUX

Les gouttes avancent uniquement horizontalement, donc les forces qui s'appliquent à la verticale sont nulles ou se compensent. Le poids s'exerçant vers le bas, la force électrique est vers le haut : la charge est attirée par la plaque négative, elle est donc positive.

Au final, les forces se compensent, donc l'accélération est nulle. Le mouvement est alors rectiligne uniforme : la goutte avance tout droit à vitesse constante !

Item E : E FAUX

Si les gouttes d'huiles n'étaient pas chargées, elles ne subiraient pas de force électrostatique et donc, elles ne seraient soumises qu'à leur propre poids. Contrairement à leurs autres amies chargées, elles s'écraseraient directement sur la plaque inférieure ☹

Réponses vraies : A et C

Question 16 On note $\rho_{huile} = 900 \text{ kg/m}^3$ la masse volumique de la goutte d'huile, et V son volume. Exprimer le volume d'une goutte, et sa charge q . **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exactes :**

A. $V = 5,2 \times 10^{-13} \text{ L}$

B. $V = 5,2 \times 10^{-7} \text{ L}$

C. $q = 2,3 \times 10^{-11} \text{ C}$

D. $q = 4,6 \times 10^{-11} \text{ C}$

E. $q = 6,8 \times 10^{-11} \text{ C}$

Item A et B : **B VRAI**, A FAUX

La formule du volume d'une sphère est à connaître par cœur !!! Il s'agit de :

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

On applique la formule, avec $r = \frac{D}{2} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ mm} = 0,5 \times 10^{-3} \text{ m}$

$$V = \frac{4}{3} \pi \times (0,5 \times 10^{-3})^3 = 5,2 \times 10^{-10} \text{ m}^3$$

Attention ! Le résultat est en m^3 , pour convertir en L :

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$$

D'où,

$$V = 5,2 \times 10^{-10} \times 10^3 \text{ L} = 5,2 \cdot 10^{-7} \text{ L}$$

Items C, D et E : **D VRAI**, C et E FAUX

Pour cette question, on va utiliser tout ce qu'on a pu apprendre lors des questions précédentes.

On a vu que les forces se compensaient :

$$\vec{P} + \vec{F}_e = \vec{0}$$

Ces 2 forces sont de sens contraire, pour se compenser il faut donc avoir égalité de leurs normes :

$$P = F_e \Rightarrow mg = qE$$

D'après les données, $m = \rho_{huile} V$, on a :

$$\rho_{huile} V g = qE$$

$$\Leftrightarrow q = \frac{\rho_{huile} V g}{E}$$

$$\Leftrightarrow q = \frac{V \rho_{huile} g}{E}$$

AN :

Attention à bien prendre le volume en m^3 :

$$q = \frac{5,2 \times 10^{-1} \times 900 \times 9,81}{10^5} = 4,6 \times 10^{-11} \text{ C}$$

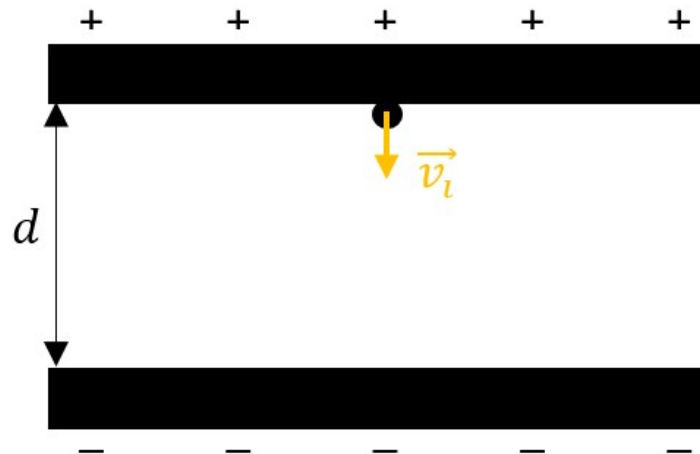
Réponse vraies : B et D

On considère à présent une seconde situation, avec un condensateur constitué de deux plaques horizontales de densité surfacique $\sigma = 6,5 \times 10^{-5} \text{ C.m}^{-2}$ et séparées par $d = 200 \text{ mm}$. La plaque chargée positivement est située au-dessus de la plaque négative. La permittivité du milieu est de $\varepsilon = 8,8 \times 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$ et on rappelle que le champ électrique régnant entre les plaques s'exprime $E = \frac{|\sigma|}{\varepsilon}$.

La goutte débute placée au niveau de la plaque positive, et chute verticalement avec une vitesse initiale $v_i = 2,5 \text{ m.s}^{-1}$: elle viendra ensuite frapper la plaque négative avec une vitesse finale v_f .

On donne la charge élémentaire, $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$. Une goutte d'huile aura cette fois pour masse $m = 8,5 \text{ mg}$ et comme charge $q = +2e$.

On choisit un axe Ox vertical orienté vers le haut et avec une origine à l'altitude de la plaque négative.



Question 17 A propos de la chute de la goutte d'huile dans la nouvelle configuration.
Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s):

A. La goutte descend les potentiels électriques

B. La masse de la goutte influe sur son accélération

C. L'accélération $\vec{a}$ est non nulle

D. L'accélération de la goutte varie au cours de sa chute

E. La somme des énergies potentielles de la goutte décroît linéairement par rapport à la distance durant sa chute

Item A : A VRAI

Et oui, elle va bien du + vers le -, donc descend les potentiels électriques !

Item B : B VRAI

Également. Par application de la 2^{nde} loi de Newton, on a :

$$m\vec{a} = \vec{P} + \vec{F}_e = m\vec{g} + q\vec{E}$$

Et on voit que dans notre situation, la force électrique nous empêche de simplifier par m notre équation, puisque masse et charge sont indépendantes l'une de l'autre.

Ainsi, à la fin, l'accélération dépendra de la masse de la goutte ! Cela n'aurait pas été le cas avec une bille non chargée.

Item C : C VRAI

Effectivement, la goutte chute en subissant 2 forces (de pesanteur et électrostatique), elle accélère donc !

Item D : D FAUX

Et non, la seconde loi de Newton que l'on a écrit juste au-dessus ne fait intervenir aucune distance ou hauteur, l'accélération est donc constante tout au long de la chute car le champ de pesanteur et le champ électrique sont tous deux uniformes entre les plaques du condensateur.

Item E : E VRAI

Oui ! La goutte possède 2 formes d'énergie potentielles :

Tout d'abord, l'énergie potentielle de pesanteur : $E_{pp} = mgz$, elle diminue bien linéairement avec la distance : en effet, si on trace le graphe de E_{pp} en fonction de z on obtient une droite de coefficient directeur : $\frac{dE_{pp}}{dz} = mg = \text{cste}$ (attention, ici E_{pp} diminue car on va vers les altitudes descendantes)

Ensuite, l'énergie potentielle électrique $E_{p,el} = qV$. Le champ électrique est uniforme entre les plaques. Or le champ est la dérivée spatiale du potentiel électrique. Cette dérivée est constante, donc le potentiel décroît linéairement de la plaque + à la plaque -. Il en est donc de même pour l'énergie potentielle.

Ainsi, les deux énergies potentielles de la charge décroissent linéairement, il en est donc de même pour leur somme !

Réponses vraies : A, B, C et E

Question 18 A propos de l'énergie potentielle électrique E_{pe} et du travail $dW(\vec{F}_e)$ de la force électrostatique sur une charge q . **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

A. Le travail de la force électrostatique dépend du chemin suivi

B. Le travail de la force électrostatique ne dépend pas du chemin suivi

C. $dW(\vec{F}_e) = -dE_{pe}$

D. $dW(\vec{F}_e) = dE_{pe}$

E. $dE_{pe} = qdV$

Item A, B : B VRAI, A FAUX

Le poids et la force électrique dérivent d'énergies potentielles qui ne dépendent que de l'état initial et de l'état final. Ce qui est le cas aussi pour le travail de ces forces !

Item C, D, E : C, E VRAI, D FAUX

Reprenons la définition du travail :

Le travail d'une force correspond à la quantité d'énergie échangée entre une force et le système sur lequel elle s'applique lorsque celui-ci se déplace où se déforme.

Dans notre question, on nous parle du travail de la force électrostatique W_e .

$$dW_e = \vec{F}_e \cdot \vec{dl}$$

Or, on a vu dans le cours une relation entre le champ électrique $\vec{E}$ et le potentiel électrique V :

$$E_{pe} = qV$$

$$\Leftrightarrow dE_{pe} = dqV = qdV$$

Car q est une constante

De plus, on a : $dW = -dE_p$

Réponses vraies : B, C et E

Question 19 A propos du travail $W(\vec{P})$ du poids et du travail $W(\vec{F}_e)$ de la force électrostatique, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

A. $W(\vec{P}) = mgd$

B. $W(\vec{P}) = -mgd$

C. $W(\vec{F}_e) = q(V_+ - V_-)$

D. $W(\vec{F}_e) = q(V_- - V_+)$

E. $W(\vec{F}_e) = 2q \times \frac{\sigma}{\epsilon} d$

Item A et B : A VRAI, B FAUX

On connaît la formule $W = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB} = F \times d \times \cos(\alpha) = Fd$ pour une force dans la direction et le sens du déplacement, car on a alors $\alpha = 0 \Rightarrow \cos(\alpha) = 1$.

Ainsi $W(\vec{P}) = mg \times d$. On a bien un travail positif, le poids est ici une force motrice pour un déplacement vers le bas.

Item E : E FAUX

De la même manière on peut écrire

$$W(\vec{F}_e) = Fd = qE \times d = \frac{q\sigma}{\epsilon} d$$

Item C et D : C VRAI, D FAUX

On peut réutiliser la question précédente et écrire :

$$W(\vec{F}_e) = -\Delta E_p = -(E_p^- - E_p^+)$$

Où on a noté E_p^- et E_p^+ les énergies potentielles de la charge lorsqu'elle se situe respectivement au niveau des plaques négative et positive. Attention à ne pas vous tromper sur l'ordre où vous les placer, toujours final – initial pour une variation, et la charge se déplace bien du + vers le – ici.

$$W(\vec{F}_e) = E_p^+ - E_p^- = q(V_+ - V_-)$$

Et comme pour le poids, on vérifie que le travail est bien positif, car la force électrique est bien motrice ici !

Réponses vraies : A et C

Question 20 A propos de la v_{finale} d'une goutte d'huile qui frappe la plaque inférieure du condensateur. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

A. $v_{finale} = 3,2 \text{ m.s}^{-1}$

B. $v_{finale} = 4,3 \text{ m.s}^{-1}$

C. $v_{finale} = 4,6 \text{ m.s}^{-1}$

D. $v_{finale} = 4,8 \text{ m.s}^{-1}$

E. $v_{finale} = 5,1 \text{ m.s}^{-1}$

Item A, B, C, D, E : A VRAI, B, C, D et E FAUX

Pour résoudre cet item, on peut utiliser deux méthodes : le théorème de l'énergie cinétique et la conservation de l'énergie mécanique. Ces deux méthodes sont identiques, nous allons détailler ici un raisonnement, celui avec le théorème de l'énergie cinétique.

On sait que :

$$\sum W_d(\vec{F}_{ext}) = \Delta E_{cinétique}$$

En premier lieu, nous savons que deux forces s'appliquant sur nos gouttes. Le poids $\vec{P}$ et la force électrostatique $\vec{F}_e$.

De plus, le travail s'exprime par :

$$W_F = \vec{F} \cdot \vec{dl}$$

Avec l la distance parcourue par une goutte d'huile qui correspond à $d = 200\text{mm}$ dans notre exercice.

De plus, le sens des vecteurs de nos deux forces s'appliquant sur nos gouttes le poids $\vec{P}$ et la force électrostatique $\vec{F}_e$ sont de même sens que le chemin d , on peut dire que :

$$\sum W_d(\vec{F}_{ext}) = (\vec{F}_e + \vec{P}) \cdot \cos(0) \cdot d = \Delta E_{cinétique}$$

$$\Leftrightarrow (qE + mg) \cdot d = \frac{1}{2}mv_{finale}^2 - \frac{1}{2}mv_{initiale}^2$$

$$\Leftrightarrow (qE + mg) d = \frac{1}{2}m(v_{finale}^2 - v_{initiale}^2)$$

$$\Leftrightarrow \frac{2(qE + mg) d}{m} = v_{finale}^2 - v_{initiale}^2$$

$$\Leftrightarrow v_{finale}^2 = \frac{2(qE + mg) d}{m} + v_{initiale}^2$$

$$\Leftrightarrow v_{finale} = \sqrt{\frac{2(qE + mg) d}{m}} + v_{initiale}^2$$

Pour vous convaincre que l'on arriverait au même résultat avec la conservation de l'énergie totale, nous allons donc détailler le deuxième raisonnement :

Les frottements étaient négligés dans cet exercice, l'énergie totale de la goutte (cinétique, potentielle électrique et potentielle gravitationnelle) est donc conservée entre son état initial et son état final :

$$E_{ci} + E_{ppi} + E_{pei} = E_{cf} + E_{ppf} + E_{pef}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}mv_i^2 + mgd + qV^+ = \frac{1}{2}mv_f^2 + mg \times 0 + qV^-$$

En effet, à l'état initial, la goutte se trouve à une altitude d par rapport à la plaque négative se trouvant elle à une altitude de 0 m . Par ailleurs, la goutte part de la plaque positive, ayant un potentiel électrostatique V^+ , et termine sa chute en s'écrasant sur la plaque négative de potentiel électrostatique V^- .

Ainsi :

$$\frac{1}{2}mv_f^2 = \frac{1}{2}mv_i^2 + mgd + q(V^+ - V^-)$$

$$\Leftrightarrow v_f^2 = v_i^2 + \frac{2}{m}(mgd + qEd)$$

$$\Leftrightarrow v_f = \sqrt{\frac{2(qE + mg) d}{m}} + v_i^2$$

En effet, il faut de souvenir que $E = \frac{\Delta V}{d}$.

Alors, convaincu.e ?

A présent, pour procéder à l'application numérique, calculons nos valeurs selon l'énoncé.

Calculons E :

La formule est donnée donc on fait une simple application numérique :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$E = \frac{6,5 \times 10^{-5}}{8,8 \times 10^{-12}}$$

$$E = 7,4 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$$

Convertissons la vitesse $v_{initiale} = 9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$:

$$v_{initiale} = \frac{9km \rightarrow m}{h \rightarrow s}$$

$$v_{initiale} = \frac{9 \cdot 10^3}{3600}$$

$$v_{initiale} = 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Ainsi :

$$v_{finale} = \sqrt{\frac{2(3,2 \times 10^{-1} \times 7,4 \times 10^6 + 8,5 \times 10^{-6} \times 9,81) \times 200 \times 10^{-3}}{8,5 \times 10^{-6}}} + 2,5^2$$

$$v_{finale} = 3,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Réponse vraie : A

Ce sujet a été réalisé par :

Rédacteurs : Flavie BUI (L1 de Physique), Capucine DI MASCOLO (DFGSM2),
Tamina MOUHAMED (L.AS 2 Sciences Psychologiques)

Relecteurs : Marwa BELAHSEN (L.AS 2 Chimie), Ihcène BENALLOU
(DFGSM2), Ines BOUZIANE (DFGSM2, RM EB de Physique 2023-2024),
Tamina MOUHAMED (L.AS 2 Sciences Psychologiques) et Jiin RYU (DFGSM2)

Testeurs : Yasmine DAOUIA (Césure Médecine-Mines, RM EB de Physique
2021-2022), Abdussamed YAZICI (Master IMaLiS, RMGT de Maths 2021-2022)

Un grand merci aux VP Tuto PASS :
Soline DANIEL (DFGSM2) et Enzo LOEUIL (DFGSM2)

Et enfin un immense merci aux tuteurs et tutrices de la team Fyzik

**Ce support est proposé en collaboration avec l'équipe
pédagogique de l'université**

**Sous la coordination de Ines Bouziane (RM EB de Physique 2023-2024, DFGSM2),
Alix Girard (RM GT de Physique 2023-2024, DFGSM2),
Ilane Lê (RM EB de Physique 2022-2023, DFGSM3)
et Gabriel Tchekemian (RM GT de Physique 2022-2023, DFGSM3)**

Prenez votre grille en photo avant de la rendre

Votre note et classement sont disponibles sur le site www.a2sup.fr
Si vous constatez une erreur, envoyez la photo de votre grille sur l'adresse suivante:
grilles@a2sup.fr



L'A2SUP répond à toutes vos questions sur le forum : forum.a2sup.fr

⚠ Les bases du forum ⚠

Question de cours :

Titre du cours
Photo/Diapo/Figure/Paragraphe
Question

Utiliser la loupe (en haut à droite)

Question Exos/Annales :

Qxx (mettre les 2 chiffres ex : Q03)
Énoncé
Question

L'A2SUP est connectée ! Pour ne rater aucune info :



A2SUP



@A2SUP



@A2SUP