

QCM

Choisir la ou les bonnes réponses. En cas d'erreur, revoir le paragraphe du cours associé.

QCM interactif
hatier-clic.fr/pct357

A

B

C

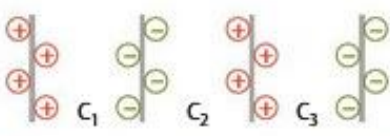
Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme

Dans les questions ci-dessous, on envisage le mouvement d'un système qui ne subit que son poids.

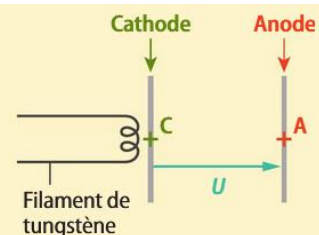
AC	7 L'accélération du système :	est constante.	est nulle.	est égale au champ de pesanteur $\vec{g}$.
AC	8 Pour obtenir les équations horaires de la vitesse, il faut :	calculer la primitive des coordonnées de l'accélération.	dériver les coordonnées de l'accélération.	connaître la vitesse à un instant donné.
BC	9 Pour obtenir les équations horaires de la position, il faut :	dériver les coordonnées de la vitesse.	connaître le vecteur position à un instant donné.	calculer la primitive des coordonnées de la vitesse.
BC	10 Les constantes d'intégration :	sont nulles si on modélise le système par un point.	peuvent s'obtenir à l'aide de conditions initiales.	peuvent dépendre de l'origine du repère choisi.
A	11 L'énergie mécanique d'un système en chute libre :	est constante.	augmente si le système accélère.	diminue si le système ralentit.

Mouvement dans un champ électrique uniforme

Dans les questions ci-dessous, on envisage le mouvement d'un système dans le champ électrique $\vec{E}$ uniforme.

A	12 Le champ électrique $\vec{E}$ dans un condensateur plan soumis à une tension électrique U est orienté :	de l'armature positive à l'armature négative.	de l'armature négative à l'armature positive	dans le même sens que la tension.
A	13 La norme d'un tel champ électrique :	est proportionnelle à U .	est inversement proportionnelle à U .	est proportionnelle à la distance L entre les armatures.
AC	14 L'accélération $\vec{a}$ d'une particule de charge q dans $\vec{E}$:	est de même direction que $\vec{E}$.	est de même sens que $\vec{E}$.	est de même sens que $q\vec{E}$.
AC	15 La variation de l'énergie cinétique entre A et B d'une particule chargée :	est proportionnelle à la tension U_{AB} .	est proportionnelle à la norme du champ électrique E .	est indépendante de la distance entre A et B.
B	16 Une particule de charge positive se déplace de gauche à droite dans un accélérateur linéaire. 	Elle est accélérée à l'intérieur des condensateurs C_1 , C_2 et C_3 .	Son énergie cinétique augmente à l'intérieur des condensateurs C_1 et C_3 uniquement.	Son énergie cinétique diminue à l'intérieur des condensateurs C_1 , C_2 et C_3 .
BC	17 Lorsque la particule de la question précédente se trouve dans le condensateur C_2 :	elle ne subit aucune accélération.	on change les charges pour poursuivre l'accélération.	elle perd le surplus d'énergie cinétique gagné dans C_1 si rien n'est fait.

- 18** Un accélérateur d'électrons contient toujours un canon à électrons. Ce dispositif, schématisé ci-contre, permet d'émettre des électrons grâce au filament de tungstène, puis de les accélérer entre A (l'anode) et C (la cathode), grâce à une tension $U = 2,0$ kV. On modélise ce dispositif par un condensateur plan dans lequel les électrons sont introduits en C avec une vitesse nulle. Lors de l'accélération, on peut considérer qu'un électron ne subit que la force électrique.



Données

- Masse d'un électron : $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg
- Charge électrique d'un électron : $-e = -1,60 \times 10^{-19}$ C

- Déterminer l'énergie cinétique d'un électron au moment où il est émis (à la cathode).
- En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, exprimer et calculer l'énergie cinétique de l'électron une fois qu'il a atteint l'anode (en A).
- En déduire la valeur de la vitesse v_A de l'électron lorsqu'il se trouve en A.

Analyser SES ERREURS



Un exemple de mauvaise réponse

Cohérence
Utiliser le théorème de l'énergie cinétique comme demandé dans l'énoncé.

Littéral
Ne pas oublier le carré présent dans l'expression de l'énergie cinétique.

Notations
Respecter les notations de l'énoncé.

- Elle est nulle.
- $E_c(A) = qU$
Ainsi : $E_c(A) = 1,60 \times 10^{-19} \times 2,0$
 $E_c(A) = 3,2 \times 10^{-19}$
- $E_c(A) = \frac{1}{2}mv^2$
Soit $v = \frac{2E_c(A)}{m} = \frac{2 \times 3,2 \times 10^{-19}}{9,11 \times 10^{-31}}$
 $v = 7,025 \times 10^{11} \text{ m.s}^{-1}$

Unités et conversions

La tension doit être convertie en V.
Le résultat doit comporter une unité.

Chiffres significatifs

Respecter le nombre de chiffres significatifs des données fournies dans l'énoncé.

Cohérence

Prendre du recul sur le résultat : une vitesse ne peut pas être 10^3 fois plus grande que la vitesse de la lumière.

Acquérir LES BONS RÉFLEXES



Un exemple de bonne réponse

Notations
Repérer les notations utilisées dans l'énoncé.

Rédaction
Faire le lien entre les questions. Par exemple, utiliser la question précédente (question b) pour répondre à la question posée (question c).

- À la cathode, la vitesse étant nulle, l'énergie cinétique l'est aussi :
 $E_c(C) = 0 \text{ J}$

- Le théorème de l'énergie cinétique appliqué à l'électron entre C et A s'écrit : $E_c(A) - E_c(C) = W_{AC}(\vec{F})$

Ce travail étant moteur, on a : $W_{AC}(\vec{F}) = e \times E \times AC$

Ici, la norme du champ est $E = \frac{U}{AC}$.

On obtient : $E_c(A) - E_c(C) = e \frac{U}{AC} AC = eU$

Or $E_c(C) = 0 \text{ J}$.

On obtient : $E_c(A) = eU = 1,60 \times 10^{-19} \times 2,0 \times 10^3 = 3,2 \times 10^{-16} \text{ J}$

- Comme $E_c(A) = \frac{1}{2}m_e v_A^2$, on a :

$$v_A = \sqrt{\frac{2E_c(A)}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 3,2 \times 10^{-16}}{9,11 \times 10^{-31}}} = 2,7 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$$



Astuce

Repérer le nombre de chiffres significatifs de chaque donnée.
Donner un résultat avec le bon nombre de chiffres significatifs.

► Fiche 7 p. 604

19 Le canon à électrons

Les anciens téléviseurs et oscilloscopes contenaient un canon à électrons dans lequel un filament chauffé produit des électrons qu'un champ électrique accélère (doc. 1). On modélise la partie accélératrice du canon à électrons par un condensateur plan (doc. 2).

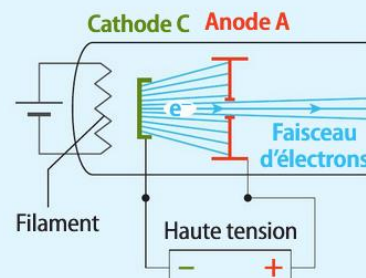
Un électron est libéré en O, sans vitesse initiale, à l'instant $t = 0$ s.

On suppose que l'électron n'est soumis qu'à la force électrique $\vec{F}$.

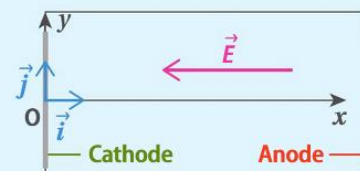
Données

- Masse d'un électron : $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg
- Charge électrique d'un électron : $-e = -1,60 \times 10^{-19}$ C
- Vitesse de la lumière dans le vide : $c = 299\,792\,458$ m·s⁻¹

- En utilisant la deuxième loi de Newton, exprimer l'accélération $\vec{a}$ subie par l'électron en fonction de e , m_e , U , L et du vecteur unitaire adapté. Caractériser le mouvement de l'électron.
- En déduire les équations horaires de la vitesse $v_x(t)$ et de la position $x(t)$ de l'électron.
- Déterminer l'instant t_1 auquel l'électron arrive à l'anode et déterminer la vitesse de l'électron $v_x(t_1)$ à cet instant (vitesse de sortie).
- Les lois de la mécanique classique utilisées en Terminale ne sont valables que si la vitesse du système est inférieure au dixième de la vitesse de la lumière dans le vide. Est-ce le cas ici ? Conclure.



Doc. 1 Le canon à électrons.



Doc. 2 Modélisation du canon à électrons. Les armatures sont séparées de $L = 2,0$ cm. Une tension $U = 1,5$ kV est imposée entre les électrodes. La norme du champ électrique est $E = \frac{U}{L}$.

- On étudie un électron dans le référentiel terrestre supposé galiléen, soumis uniquement la force électrique $\vec{F} = -e\vec{E}$, avec $\vec{E} = -\frac{U}{L}\vec{i}$.

D'après la deuxième loi de Newton : $m_e \vec{a} = \vec{F} = e\frac{U}{L}\vec{i}$ d'où $\vec{a} = \frac{eU}{m_e L}\vec{i}$.

L'accélération de l'électron est constante. Comme l'électron est initialement immobile, son mouvement est rectiligne uniformément accéléré.

- Sachant que $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ et que $\vec{a} = \frac{eU}{m_e L}\vec{i}$, il vient, en projection sur $\vec{i}$: $\frac{dv_x}{dt} = \frac{eU}{m_e L}$

La primitive est $v_x(t) = \frac{eU}{m_e L}t + C_1$, avec C_1 constante.

Or $v_x(0) = C_1 = 0$ m·s⁻¹. Ainsi, $v_x(t) = \frac{eU}{m_e L}t$ ou encore $\frac{dx}{dt}(t) = \frac{eU}{m_e L}t$.

La primitive est $x(t) = \frac{1}{2} \frac{eU}{m_e L}t^2 + C_2$ avec C_2 constante.

Or $x(0) = C_2 = 0$ m. On en déduit que $x(t) = \frac{1}{2} \frac{eU}{m_e L}t^2$.

- Lorsque $t = t_1$, l'électron se trouve à l'anode et $x(t_1) = L$.

Ainsi, $x(t_1) = L = \frac{1}{2} \frac{eU}{m_e L}t_1^2$. On en déduit : $t_1^2 = \frac{2m_e L^2}{eU}$

puis : $t_1 = L\sqrt{\frac{2m_e}{eU}} = 2,0 \times 10^{-2} \times \sqrt{\frac{2 \times 9,11 \times 10^{-31}}{1,60 \times 10^{-19} \times 1,5 \times 10^3}} = 1,7 \times 10^{-9}$ s

À cet instant, la vitesse de l'électron est : $v_x(t_1) = \frac{eU}{m_e L}t_1 = \frac{eU}{m_e L} \times L\sqrt{\frac{2m_e}{eU}}$

soit $v_x(t_1) = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 1,60 \times 10^{-19} \times 1,5 \times 10^3}{9,11 \times 10^{-31}}} = 2,3 \times 10^7$ m·s⁻¹.

- $\frac{v_x(t_1)}{c} = \frac{2,3 \times 10^7}{299\,792\,458} = 0,077$: la mécanique classique est valable.

Aide n° 1

Citer la loi en précisant la condition dans laquelle on l'utilise.

Aide n° 2

Caractériser un mouvement consiste à donner une information sur la trajectoire et une information sur la variation de la norme de la vitesse.

Aide n° 3

Ne pas oublier les constantes lors de la détermination des primitives. Leurs valeurs s'obtiennent à l'aide des conditions initiales.

Aide n° 4

Attention aux unités : dans le système international, une tension est en volts (V) et une distance en mètres (m).

À votre tour

Exercice 43 p. 365

20 La cascade de l'année

Un homme veut effectuer la cascade de l'année, en sautant en voiture par-dessus le Grand Canyon aux États-Unis d'Amérique (doc. 1).

Il connaît les caractéristiques du canyon à l'endroit choisi (largeur du canyon $L = 1,25$ km, profondeur $H = 1,70$ km). Le tremplin fait un angle $\alpha = 30,0^\circ$ au-dessus de l'horizontale. La voiture et son équipage seront modélisés par un point M de masse $m = 1\,230$ kg.

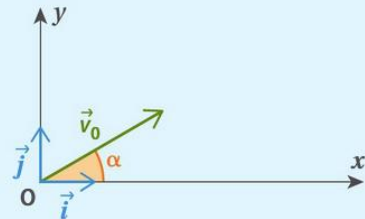
Les forces autres que le poids seront négligées.

La position initiale du système est l'origine du repère (doc. 2). La taille du tremplin est négligeable dans ce problème.

Le mouvement étant plan, on ne considère que les coordonnées x et y du système.



Doc. 1 Illustration de la cascade de l'année.



Doc. 2 Schéma simplifié du décollage, comportant le repère choisi.

Donnée

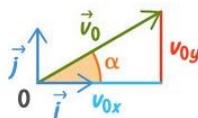
Norme du champ de pesanteur $\vec{g}$ supposé uniforme : $g = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$

- Exprimer les coordonnées du vecteur vitesse initiale $\vec{v}_0$ dans le repère choisi.
- En utilisant la deuxième loi de Newton dans le référentiel terrestre supposé galiléen, déterminer l'accélération subie par le système.
- En déduire les équations horaires de la vitesse $v_x(t)$ et $v_y(t)$.
- À partir de la question précédente, montrer que les coordonnées $x(t)$ et $y(t)$ du système vérifient :

$$x(t) = v_0 \cos(\alpha)t \quad \text{et} \quad y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\alpha)t$$

- En supposant que le saut est réussi, déterminer l'expression de la durée du saut Δt_{saut} puis celle de la distance horizontale D parcourue pendant le saut, en fonction de v_0 , α et g .
- Quelle condition D doit-elle vérifier pour que le saut soit réussi ? En déduire la valeur de la vitesse initiale v_0 nécessaire à la réussite du saut, en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. Calculer la durée du saut correspondante.

- D'après le schéma ci-contre, $\cos(\alpha) = \frac{v_{0x}}{v_0}$, d'où $v_{0x} = v_0 \cos(\alpha)$.
De même, $v_{0y} = v_0 \sin(\alpha)$.



Aide n° 1

Utiliser les relations trigonométriques et un schéma pour déterminer les coordonnées du vecteur $\vec{v}_0$.

► Cours 1 p. 350

- Le système étant soumis uniquement à son poids, la deuxième loi de Newton s'écrit : $m\vec{a} = \vec{P}$
Comme $\vec{P} = m\vec{g}$, cela donne $m\vec{a} = m\vec{g}$.
Ainsi, $\vec{a} = \vec{g} = -g\vec{j}$. Le mouvement du système est uniformément accéléré.

- Sachant que $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ et que $\vec{a} = \vec{g}$, on a en projection sur les axes :

$$\begin{cases} \frac{dv_x}{dt}(t) = 0 \\ \frac{dv_y}{dt}(t) = -g \end{cases}$$

Les primitives sont de la forme :

$$\begin{cases} v_x(t) = C_1 \\ v_y(t) = -gt + C_2 \end{cases} \quad \text{avec } C_1 \text{ et } C_2 \text{ des constantes.}$$

Or les conditions initiales indiquent que $\vec{v}(0) = \vec{v}_0 \begin{pmatrix} v_0 \cos(\alpha) \\ v_0 \sin(\alpha) \end{pmatrix}$

On en déduit que :

$$\begin{cases} v_x(0) = C_1 = v_0 \cos(\alpha) \\ v_y(0) = C_2 = v_0 \sin(\alpha) \end{cases}$$

On en déduit les coordonnées de la vitesse à tout instant :

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

Aide n° 2

La dérivée d'une constante étant nulle, il ne faut pas oublier les constantes lors de la détermination des primitives. Elles s'obtiennent à partir des conditions initiales.

d Sachant que $\vec{v}(t) = \frac{d\vec{OM}}{dt}(t)$, on a donc :

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt}(t) = v_0 \cos(\alpha) \\ \frac{dy}{dt}(t) = -gt + v_0 \sin(\alpha) \end{cases}$$

Les primitives sont donc de la forme :

$$\begin{cases} x(t) = v_0 \cos(\alpha)t + C_3 \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\alpha)t + C_4 \end{cases} \text{ avec } C_3 \text{ et } C_4 \text{ des constantes.}$$

Or les conditions initiales indiquent qu'à $t = 0$ s, le système se trouve à

l'origine des axes. Cela s'écrit :

$$\begin{cases} x(0) = C_3 = 0 \\ y(0) = C_4 = 0 \end{cases}$$

On en déduit les coordonnées de la position à tout instant :

$$\begin{cases} x(t) = v_0 \cos(\alpha)t \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\alpha)t \end{cases}$$

e L'altitude du système est nulle au décollage et à l'atterrissage.

Pour connaître la durée du saut, on résout donc $y(t) = 0$:

$$y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\alpha)t = 0$$

En factorisant par t , cela s'écrit : $t \left(-\frac{1}{2}gt + v_0 \sin(\alpha) \right) = 0$

La solution non nulle vérifie $-\frac{1}{2}gt + v_0 \sin(\alpha) = 0$, d'où $t = \frac{2v_0 \sin(\alpha)}{g}$.

La durée du saut est donc $\Delta t_{\text{saut}} = \frac{2v_0 \sin(\alpha)}{g}$.

Lorsque le système atterrit, il a parcouru une distance :

$$D = x(\Delta t_{\text{saut}}) = v_0 \cos(\alpha) \Delta t_{\text{saut}}$$

On calcule : $D = v_0 \cos(\alpha) \times \frac{2v_0 \sin(\alpha)}{g} = \frac{2v_0^2 \cos(\alpha) \sin(\alpha)}{g}$

f Si le saut est réussi, $D > L$. La distance minimale à parcourir étant L , la

vitesse minimale correspondante vérifie : $L = \frac{2v_0^2 \cos(\alpha) \sin(\alpha)}{g}$

On extrait $v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{2\cos(\alpha)\sin(\alpha)}} = 119 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} = 428 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

C'est la vitesse minimale pour que la cascade réussisse.

La durée du saut correspondante est :

$$\Delta t_{\text{saut}} = \frac{2v_0 \sin(\alpha)}{g} = \frac{2 \times 119 \times \sin(30,0^\circ)}{9,81} = 12,1 \text{ s}$$

Aide n° 3

La primitive de t est $\frac{1}{2}t^2$:
ne pas oublier ni le carré ni le $\frac{1}{2}$.

➤ Primitive p. 20

Aide n° 4

L'équation du deuxième degré peut être résolue par la méthode générale, mais on gagne du temps en factorisant t : un produit est nul si un des deux membres du produit l'est.

Aide n° 5

Il faut vérifier le mode (degrés ou radians) de sa calculatrice avant d'utiliser des fonctions trigonométriques.