www.tousleconcours.info

EXERCICE 1 :

Partie A

1. Nombre d'électrons émis par seconde :

On a : $I_S = ne \quad \Rightarrow \quad n = \frac{I_S}{e}$ AN : $n = \frac{10\times10^{-6}}{1,6\times10^{-19}} = 6,25\times10^{12}$ *électrons*

2. Nombre de photons éclairant la cathode

$R = \frac{n}{N} \quad \Rightarrow \quad N = \frac{n}{R}$ AN : $N = \frac{6,25\times10^{12}}{0,01} = 6,25\times10^{14}$ *photons*

3. Energie lumineuse reçue par la cathode

$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ AN : $E = \frac{6,62\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{0,4\times10^{-6}} = 4,965\times10^{-19}\ J$

4. Puissance lumineuse reçue par la cathode

$N = \frac{P}{E} \quad \Rightarrow \quad P = NE$ AN : $P = 6,25\times10^{14}\times4,965\times10^{-19} = 3,1\times10^{-4}\ W$

5. Rendement

De la cellule en fonction de la fréquence lumineuse, de la puissance et de l'intensité de saturation

On a: $R = \frac{n}{N}$ *avec* $n = \frac{I_S}{e}$ *et* $N = \frac{P}{E} = \frac{P}{h\nu} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{I_S h\nu}{eP}$

Partie B

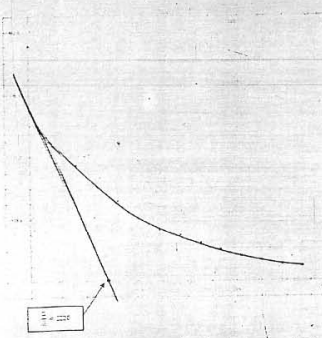
1. Expression de N en fonction de t et de λ : $N = N_0 e^{-\lambda t}$
2. Montrons que A peut s'écrire $A = A_0 e^{-\lambda t}$: $A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$ *avec* $A_0 = \lambda N_0$
3. $A = A_0 e^{-\lambda t} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{A}{A_0} = e^{-\lambda t} \quad \Rightarrow \quad \ln A - \ln A_0 = -\lambda t \quad or \quad \lambda = \frac{\ln 2}{T}$

$\ln A = -\frac{\ln 2}{T}t + \ln A_0$

4. Construisons la courbe $A = f(t)$

t(mn)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
n (Des/5s)	1586	1257	1075	873	741	584	471	428	355	296	235	195	155	132
T(s)	0	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780
A (Des/s)	317,2	251,4	215	174,6	148,2	116,8	94,2	85,6	71	59,2	47	39	31	26,4

- Représentation graphique



www.tousleconcours.info

- Déduction des valeurs de λ et t

Posons $A(t) = A_0 e^{-\lambda t} = f(t)$; la tangente au point (t=0) de la courbe de f(t) a pour équation : $y = f'(0)(t-0) + f(0) = -\lambda A_0 t + A_0 \Leftrightarrow y = A_0(1-\lambda t)$.

Pour $y = 0$, $t = \frac{1}{\lambda} = \frac{T}{\ln 2}$. Nous en déduisons que les valeurs de λ et de T s'obtiennent à partir de l'abscisse du point d'intersection de tangente en $x = 0$ de la courbe de f(t), avec l'axe des abscisses. On obtient donc graphiquement : $\frac{1}{\lambda} \approx 220$

$\Rightarrow \quad \lambda = \frac{1}{220} = 4{,}545 \times 10^{-3}\, s^{-1} \qquad et \qquad T = \frac{\ln 2}{\lambda} = 220 \ln 2 = 152{,}5s$

EXERCICE 2

a. Accélération de la voiture

- Sur le plan incliné

$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}$

Par projection sur le plan incliné, on a : $mg \sin\alpha = ma \Leftrightarrow a = g \sin\alpha$

AN : $a = 9{,}8 \sin 45 = 6{,}93\ m.s^{-2}$

Le mouvement de la voiture est rectiligne uniformément accéléré

- Sur le plan horizontal

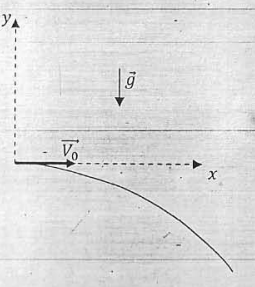
En supposant l'absence d'actions pouvant freiner le mouvement de la voiture telles que les forces de frottement ou la résistance de l'air, le mouvement de la voiture sur le plan horizontal sera rectiligne uniforme car :

$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \vec{P} + \vec{R} = \vec{0} \Rightarrow \vec{a} = \vec{0}$ et $\overrightarrow{V_0} = cste = \overrightarrow{V_i} = 103{,}95\ m.s^{-1}$.

b. La voiture animée d'une vitesse constante $\overrightarrow{V_0} = 103{,}95\ m.s^{-1}$ parcourra le plan horizontal et tombera dans le ravin en décrivant une trajectoire parabolique.

Déterminons le point d'impact de la voiture au fond du ravin.

La voiture tombe sous la seule action de son poids :



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

$\vec{a} = \begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix}$; $\overrightarrow{V_0} = \begin{pmatrix} V_0 \\ -gt \end{pmatrix}$ et $\overrightarrow{OG} = \begin{pmatrix} \cdots t \\ \cdots gt^2 \end{pmatrix}$

L'équation de la trajectoire s'écrira alors :

$y_i = -\frac{1}{2} g \left(\frac{x}{V_0}\right)^2$.

Pour $y = -d = -10\ m$; $x = V_0\sqrt{\frac{2d}{g}} = 103.95\sqrt{\frac{2\times 10}{9.8}} = 148{,}5\ m$.

Le point d'impact serait donc $I = \begin{pmatrix} 148{,}5 \\ -10 \end{pmatrix}$

EXERCICE 3

1. Vitesse de la moto à l'instant $t \in [0; 60]$

- Pour $t \in [0; 10]$ le mouvement de la moto est accéléré.

$V = at$; à $t = 10s$, $V = 10\ m.s^{-1} \Rightarrow a = \frac{V}{t} = \frac{10}{10} = 1m.s^{-2}$

D'où $V = t$

- Pour $t \in [10; 30]$ le mouvement de la moto est uniforme.

$V = 10\ m.s^{-1}$

- Pour $t \in [30; 35]$ le mouvement de la moto est décéléré.

$V = at + b$ avec $b = V_0 = 10\ m.s^{-1}$

A t=35, on a V=0 $\Leftrightarrow a = -\frac{10}{35} = -0{,}28 m.s^{-2}$

$\Rightarrow V = -0{,}28t + 10$

www.tousleconcours.info

- Pour $t\epsilon[35;40]$, le mouvement de la moto est accéléré, mais dans un sens opposé à celui du mouvement précédent.

  $V = at + b$; $a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{-6-0}{40-35} = -1{,}2 m.s^{-2}$;

  à $t = 35$, $V = 0 \Rightarrow b = 0 - 35 \times (-1{,}2) = 42$; D'où $\boldsymbol{V = -1{,}2t + 42}$

- Pour $t\epsilon[40;50]$, le mouvement de la moto est uniforme.

  $V = -1{,}2 \times 40 + 42 = -6\ m.s^{-1}$. D'où $\boldsymbol{V = 6\ m.s^{-1}}$

- Pour $t\epsilon[50;60]$, le mouvement de la moto est décéléré. Dans un sens opposé

  $V = at + b$; $a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{0-(-6)}{60-50} = 0{,}6\ m.s^{-2}$

  à $t = 60$, $V = 0 \Rightarrow b = 0 - 60 \times (0{,}6) = -36$; D'où $\boldsymbol{V = 0{,}6\,t - 36}$

2. Position x de la moto à l'instant $t\epsilon[0;60]$

- Pour $t\epsilon[0;10]$, $V = t$

  $\Rightarrow \boldsymbol{x(t) = \frac{1}{2}t^2}$

- Pour $t\epsilon[10;30]$, $V = 10\ m.s^{-1}$

  $\Rightarrow x(t) = 10t + x_0$;

  à $t = 10$, $x = \frac{1}{2} \times 10^2 = 50\ m \Rightarrow x_0 = x - 10t = 50 - 10 \times 10 = -50$

  D'où $\boldsymbol{x(t) = 10t - 50}$

- Pour $t\epsilon[30;35]$, $V = -0{,}28t + 10$

  $\Rightarrow x(t) = -0{,}14t^2 + 10t + x_0$

  à $t = 30$, $x = 10 \times 30 - 50 = 250\ m \Rightarrow x_0 = 250 + 0{,}14 \times 30^2 - 10 \times 30 = 76$

  D'où $\boldsymbol{x(t) = -0{,}14t^2 + 10t + 76}$

- Pour $t\epsilon[35;40]$, $V = -1{,}2t + 42$

  $\Rightarrow x(t) = -0{,}6t^2 + 42t + x_0$

  à $t = 35$, $x = -0{,}14 \times 35^2 + 10 \times 35 + 76 = 254{,}5$

  $\Rightarrow x_0 = 254{,}5 + 0{,}6 \times 35^2 - 42 \times 35 = -480{,}5$

  D'où $\boldsymbol{x(t) = -0{,}6t^2 + 42t - 480{,}5}$

- Pour $t\epsilon[40;50]$, $V = -6$

  $\Rightarrow x(t) = -6t + x_0$

  à $t = 40$, $x = -0{,}6 \times 40^2 + 42 \times 40 - 480{,}5 = 239{,}5$

  $x_0 = x(t) + 6t = 239{,}5 + 6 \times 40 = 479{,}5$. D'où $\boldsymbol{x(t) = -6t + 479{,}5}$

- Pour $t\epsilon[50;60]$; $V = 0{,}6\,t - 36$

  $\Rightarrow x(t) = 0{,}3t^2 - 36t + x_0$

  à $t = 50$, $x = -6 \times 50 + 479{,}5 = 179{,}5$

  $\Rightarrow x_0 = 179{,}5 - 0{,}3 \times 50^2 + 36 \times 50 = 1229{,}5$.

  D'où $\boldsymbol{x(t) = 0{,}3t^2 - 36t + 1229{,}5}$

3. Distance totale parcourue

   $d = d_{phase\ aller} + d_{phase\ retour}$

   $d_{phase\ aller} = x(35) = 254{,}5\ m$;

   $d_{phase\ retour} = x(35) - x(60) = 254{,}5 - 149{,}5 = 105\ m$

   $\Rightarrow d = 254{,}5 + 105 = 359{,}5\ m$; $\boldsymbol{d = 359{,}5\ m}$

www.tousleconcours.info

EXERCICE 4

1. Pour accélérer les protons entre C et D, il faut créer une force électrostatique dirigée de C vers D. Par conséquent il faut que le point d porte un potentiel négatif, ainsi le vecteur champ électrostatique sera dirigé vers D, et on aura : $V_D - V_C < 0$.

- Expression de V_0 en fonction de m, e et $U = |V_D - V_C|$

Le théorème de l'énergie cinétique nous permet d'écrire :

$$E_{C_D} - E_{C_C} = \sum W_{CD}\left(\overrightarrow{F_{ext}}\right) \quad \Leftrightarrow \quad \frac{1}{2}mV_0^2 - 0 = eU \quad \Leftrightarrow \quad V_0 = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

$$AN : V_0 = \sqrt{\frac{2\times1{,}6\times10^{-19}\times10^{13}}{1{,}67\times10^{-27}}} = 1{,}92\times10^{11}\ m.s^{-1}$$

2. La particule entre avec une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ faisant un angle avec l'horizontale. Pour qu'elle retombe en O, il faut qu'elle soit attirée par une force électrostatique due à l'existence d'un potentiel électrique. Le proton étant chargé positivement, s'il retombe, cela implique qu'il soit attiré par B qui se doit d'être négative. Par conséquent $V_B < 0 \quad \Rightarrow \quad V_A - V_B > 0$.

3. Equation de la trajectoire des protons.

$$\overrightarrow{V_0}\begin{pmatrix} V_0\cos\alpha \\ V_0\sin\alpha \\ 0 \end{pmatrix}; \qquad \vec{a} = \frac{e\vec{E}}{m} \quad \Rightarrow \quad \vec{a}\begin{pmatrix} 0 \\ -\frac{eE}{m} \\ 0 \end{pmatrix}; \qquad \vec{V}\begin{pmatrix} V_0\cos\alpha \\ -\frac{eE}{m}t + V_0\sin\alpha \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$et \quad \overrightarrow{OG}\begin{pmatrix} x = V_0\cos\alpha\, t & (1) \\ y = -\frac{eE}{2m}t^2 + V_0\sin\alpha\, t & (2) \\ z = 0 & (3) \end{pmatrix}$$

$(1) \Rightarrow \quad t = \frac{x}{V_0\cos\alpha} \quad (3)$;

$(3)\ dans\ (2) \quad \Rightarrow \quad y = -\frac{eE}{2m}\left(\frac{x}{V_0\cos\alpha}\right)^2 + V_0\sin\alpha\left(\frac{x}{V_0\cos\alpha}\right)$

$\Leftrightarrow \quad y = -\frac{eE}{2m}\left(\frac{x}{V_0\cos\alpha}\right)^2 + \tan\alpha\, x$. Sachant que $E = \frac{U'}{d}$ et $V_0^2 = \frac{2eU}{m}$, on obtient finalement :

$y = -\frac{U'}{4dU\cos^2\alpha}x^2 + \tan\alpha\, x$. Il s'agit d'une parabole.

4. Dans le cas où la sortie en O' est réalisée, on a $x_S = L$ et $y = 0$. On a en remplaçant dans l'équation de la trajectoire :

$$y = -\frac{U'}{4dU\cos^2\alpha}L^2 + \tan\alpha\, L \quad \Leftrightarrow \quad U' = \frac{(2dU\sin 2\alpha)}{L}$$

$$AN: U' = \frac{(2\times0{,}1\times\sin 60\times10^3)}{25} = 6{,}93\ V$$

5. Distance minimale du plateau supérieur à laquelle passe les protons.

Il suffit ici de trouver la flèche par l'équation $\frac{dy}{dx} = 0$

$$\frac{dy}{dx} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad -\frac{U'}{2dU\cos^2\alpha}x + \tan\alpha = 0 \quad \Leftrightarrow \quad x = \frac{(dU\sin 2\alpha)}{U'}$$

$$y_M = -\frac{U'}{4dU\cos^2\alpha}\left(\frac{(dU\sin 2\alpha)}{U'}\right)^2 + \tan\alpha\left(\frac{(dU\sin 2\alpha)}{U'}\right) \quad \Leftrightarrow \quad y_M = \frac{dU\sin^2\alpha}{U'}$$

La distance minimale cherchée est donc :

$$d_m = y_M - \frac{d}{2} = \frac{0{,}1\times\sin^2 30°\times10^3}{6{,}93} - \frac{0{,}1}{2} = 3{,}55\ m\ .$$