REVISION DE PHYSIQUE T°S 2012//2013

REVISION 1: EXERCICE 5 (05,5 points) BAC S1-S3 98

5.1 - L'uranium 238 est le précurseur d'une famille radioactive aboutissant au plomb 206 par une série de désintégrations α et de désintégrations β-.
5.1.1 - Écrire l'équation-bilan générale de la désintégration α. **(0,25 point)**
5.1.2 - Écrire l'équation-bilan générale de la désintégration β-. **(0,25 point)**
5.1.3 - Déterminer le nombre de désintégrations α et le nombre de désintégrations β- pour passer de $^{238}_{92}U$ à $^{206}_{82}Pb$. **(01 point)**
5.2 - La dernière désintégration est de type α et provient d'un noyau père de polonium (Po).
5.2.1 - Calculer, en MeV l'énergie libérée par cette désintégration. **(01 point)**
5.2.2- En admettant que cette énergie se retrouve intégralement en énergie cinétique pour la particule α, calculer sa vitesse. **(0,5 point)**
5.2.3- L'atome de polonium étant initialement immobile, en déduire la vitesse de recul du noyau fils. Justifier l'approximation faite à la question 5.2.2. **(01 point)**
5.3- En considérant qu'au moment de la formation du minerai d'uranium 238, il n'y avait aucune trace de plomb 206 et que les durées de vie des noyaux intermédiaires sont suffisamment courtes pour être négligées durant la période radioactive la plus longue (T = 4,5.10 ans), déterminer l'âge d'un échantillon contenant à présent 15,00 g d'uranium et 150 mg de plomb. **(01,5 point)**
Données : * Les masses atomiques sont les suivantes :
NB : En dehors du calcul du défaut de masse, pour les autres questions où l'on aura des masses molaires, on prendra pour chaque élément la valeur entière la plus proche.
$^{206}_{82}Pb$: 205,9745 u ; Po : 209,9829 u ; α : 4,0015 u
* Les constantes ou valeurs de conversion sont :
1 u =931,5 MeV/c^2 ; célérité de la lumière dans le vide c = 3,00.10^8 m.s^{-1}
1 MeV = 1,6.10^{-13} J ; N = 6,02.10^{23} mol-1 ; M_U = 238 g. mol-1
* ln 2 ≈ 0,693 et si ε <<1, ln (1 + ε) ≈ ε

JUUF PC

REVISION 2:EXERCICE 3 (04 points) BAC S2 98

La constante de gravitation universelle est G = 6,67.10^{-11} S.I.
On considère une planète P de masse M. Le mouvement de l'un de ses satellites S, assimilé à un point matériel de masse m, est étudié dans un référentiel considéré comme galiléen, muni d'un repère dont l'origine coïncide avec le centre O de la planète P et les trois axes dirigés vers trois étoiles fixes.
On admet que la planète a une distribution de masse à symétrie sphérique et que l'orbite de son satellite est un cercle de centre O et de rayon r.
3.1 - Donner les caractéristiques de la force de gravitation exercée par la planète P sur le satellite S. Faire un schéma. (**0,5 point**)
3.2 -Donner l'expression du vecteur champ de gravitation créé par la planète P au point où se trouve le satellite S. Représenter ce vecteur champ sur le schéma précédent. (**0,5 point**)
3.3 - Déterminer la nature du mouvement du satellite S dans le référentiel d'étude précisé. (**01 point**)
3.4 -Exprimer le module de la vitesse linéaire v et la période de révolution T du satellite S en fonction de la constante de gravitation G, du rayon r de la trajectoire du satellite et de la masse M de la planète P. Montrer que le rapport $\frac{T^2}{r^3}$ est une constante. (**01,25 point**)
3.5 - Sachant que l'orbite du satellite S a un rayon r = 185 500 km et que sa période de révolution vaut T = 22,6 heures, déterminer la masse M de la planète P.
3.6- Un autre satellite S' de la planète P a une période de révolution T' = 108,4 heures. Déterminer le rayon r' de son orbite. (**0,25 point**)

REVISION 3:EXERCICE 4 (4 points) BAC S2 99

Un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension sinusoïdale de valeur efficace constante U = 10,0 V, est utilisé pour alimenter un conducteur ohmique de résistance R = 100 Ω, un condensateur de capacité C = 0,5 µF et une bobine de résistance R_b = 100 Ω et d'inductance L = 50 mH. Ces trois dipôles étant montés en série :

4.1- Pour la fréquence f = f_1 = 318 Hz du GBF , calculer :

4.1.1- L'impédance Z du montage . (**0,5 point**)

4.1.2- La valeur efficace I_1 du courant i (t) débité par le GBF . (**0,5 point**)

4.1.3- La puissance P_1 consommée par le montage. (**0,5 point**)

4.1.4- La phase ϕ de la tension u (t) délivrée par le GBF par rapport au courant i(t) qu'il débite. Préciser laquelle de ces deux grandeurs (tension ou courant) est en avance sur l'autre (**0,5 point**)

4.2- Pour la fréquence f_1, tracer à l'échelle le diagramme de Fresnel du montage en utilisant les résultats des questions précédentes. (**01 point**)

4.3- Calculer la valeur f_0 de la fréquence propre du montage. Que deviennent les différentes valeurs calculées à la question (4. 1) si on alimente le montage avec la fréquence f ? Comment s'appelle le phénomène particulier qui se produit quand f = f_0 ? (**01 point**)

REVISION 4:EXERCICE 5 (4 points) BAC S2 99

h = 6,63. 10^{-34} J.s

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation : En = $-\frac{E_0}{n^2}$ avec E_0 = 13,6 eV et avec n entier. L'atome d'hydrogène est dans son état fondamental.

5.1- Déterminer l'énergie minimale nécessaire pour ioniser l'atome d'hydrogène. En déduire la longueur d'onde du seuil (λ_0) correspondante. (**0,5 point**)

5.2- a) Dire dans quel(s) cas la lumière de longueur d'onde λ_i est capable :

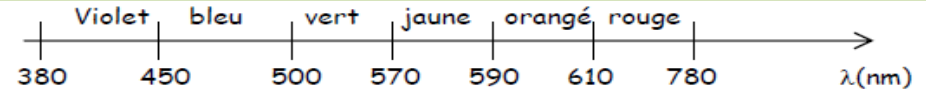
- d'ioniser l'atome d'hydrogène (**0,5 point**)
- d'exciter l'atome d'hydrogène sans l'ioniser. (**0,5 point**)

b) Parmi les longueurs d'onde λ_i suivantes lesquelles sont susceptibles d'ioniser l'atome ? en déduire l'énergie cinétique de l'électron éjecté : λ_1 = 88 nm ; λ_2 = 121 nm ; λ_3 = 146 nm (**0,5 point**)

c) Quelles sont les longueurs d'onde absorbables par l'atome parmi les longueurs d'onde λ_1 , λ_2 et λ_3 ? (**01 point**)

5.3- La lumière émise par certaines nébuleuses contenant beaucoup d'hydrogène gazeux chauffé mais à basse pression, est due à la transition électronique entre les niveaux 2 et 3 . Déterminer la couleur d'une telle nébuleuse. (**01 point**)

On donne :



REVISION 5:EXERCICE 3 (03,5 points)

Un skieur glisse sur une piste horizontale DA, à vitesse constante. En A, il aborde une portion de piste circulaire de rayon r = BA (B est sur la verticale de A) ; voir figure. Les frottements sont négligeables et on admet que le skieur est assimilable à un point matériel M dont la trajectoire suit la forme de la piste.

3.1 - Établir l'expression littérale de la vitesse du skieur en fonction de l'angle θ = ABM et de la vitesse v_A. **(0,75 point)**

3.2 - Le skieur quitte la piste en un point O tel que θ_0 = ABO. Calculer l'angle θ_0. **(0,75 point)**

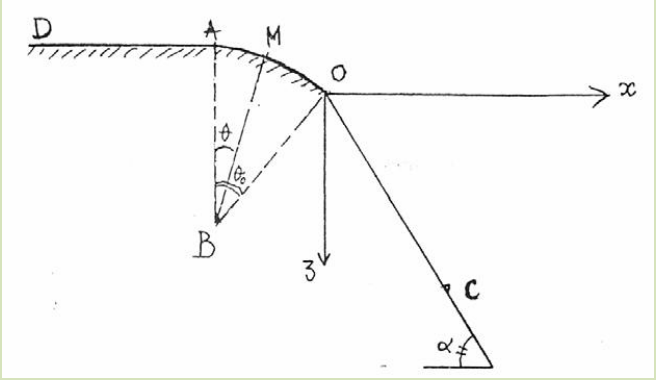
A.N. : v_A = 10 m.s-1 ; BA = R = 20 m ; g = 10 m.s^{-2}

3.3. - Au même point O commence une troisième portion de piste rectiligne faisant un angle α = 45° avec la verticale.

3.3.1 - Donner l'équation de la trajectoire de M dans le repère Oxz. **(01,5 pt)**

3.3.2 - Le skieur arrive sur la piste de réception au point C distance OC. **(0,5 point)**

JUUFPC



SOLUTION 1

Exercice 5

5.1.1- Equation-bilan générale de la désintégration α

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

5.1.2- Equation-bilan générale de la désintégration β^-

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

5.1.2- Nombre de désintégrations de type α et de type β^-

$${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\left({}^{4}_{2}He\right) + y\left({}^{0}_{-1}e\right)$$

$$\begin{cases} 238 = 206 + 4x \\ 92 = 82 + 2x - y \end{cases} \Rightarrow x = 8 \text{ et } y = 6$$

Il se produit 8 désintégrations de type α et 6 désintégrations de type β^-.

5.2.1- Valeur de l'énergie libérée par la désintégration

$${}^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$$

$E = \Delta mc^2$ avec $\Delta m = m_{Po} - m_{Pb} - m_{He}$

$\Delta m = 209,9829 - 205,9745 - 4,0015 = 0,0069$ u

$\Delta m = 0,0069 \times 931,5 = 6,43$ Mev/c^2

E = 6,43 Mev

5.2.2-Vitesse de la particule α émise

$E = E(\alpha)$ soit $\frac{1}{2} m_\alpha V^2 = E \Rightarrow \boxed{V = \sqrt{\frac{2E}{m_\alpha}}}$

avec E = 6,43 Mev et m_α = 4,0015 u = 3727,39 meV/c^2

$V = \sqrt{\frac{2 \times 6,43}{3727,4}}$ $\qquad$ $V = 1,76.10^7$ m.s^{-1}

5.2.3-Vitesse de recul du noyau fils

La désintégration du noyau de polonium peut être étudiée comme l'éclatement d'un solide.

• conservation de la quantité de mouvement : $\vec{P}_{avant} = \vec{P}_{après}$

d'après l'énoncé, le noyau de polonium est initialement immobile $\Rightarrow \vec{P}_{avant} = \vec{0}$

ainsi : $\vec{0} = \vec{p}_{Pb} + \vec{p}_\alpha \Leftrightarrow m_{Pb}\vec{V}_{Pb} = -m_\alpha\vec{V}_\alpha \Leftrightarrow m_{Pb} V_{Pb} = m_\alpha V_\alpha$ (1)

• conservation de l'énergie :

L'énergie totale du système (E) est égale à la somme des de l'énergie cinétique de la particule α et du noyau de plomb.

$E = E_c(\vec{0}) + E_c(Pb) \Leftrightarrow E = \frac{1}{2} m_\alpha V^2_\alpha + \frac{1}{2} m_{Pb} V^2_{Pb}$ (2)

$$\begin{cases} m_{Pb} V_{Pb} = m_\alpha V_\alpha \ (1) \\ \frac{1}{2} m_\alpha V^2_\alpha + \frac{1}{2} m_{Pb} V^2_{Pb} = E \ (2) \end{cases}$$

(1) et (2) donnent $\boxed{V_{Pb} = \sqrt{\frac{2\, m_\alpha E}{(m_\alpha + m_{Pb})\, m_{Pb}}}}$

A.N. : $V_{Pb} = 3.10^8 \sqrt{\frac{2 \times 4,0015 \times 6,43}{(4,0015 + 205,9745) \times 205,9745 \times 931,5}}$

$V_{Pb} = 3,39.10^5$ m.s^{-1}

La vitesse de recul du noyau fils (Pb) est très faible par rapport à la vitesse de la particule α ($V_\alpha \approx 52\ V_{pb}$). L'énergie libérée se trouve donc presque intégralement sous la forme d'énergie cinétique pour la particule α. L'approximation faite à la question 5.2.2- est justifiée.

5.3- Détermination de l'âge de l'échantillon

A t = 0, on a N_0 noyaux de ^{238}U
A t , il reste N noyaux de ^{238}U

A t , le nombre de noyaux N(Pb) de plomb formés = nombre de noyaux de ^{238}U désintégrés soit :

$N(Pb) = N_0 - N$ avec $N = N_0 e^{-\lambda t}$ et $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$

Calculons le rapport des masses : $\frac{m(Pb)}{m(U)}$

$$\frac{m(Pb)}{m(U)} = \frac{\frac{N(Pb)}{N}M(Pb)}{\frac{N(U)}{N}M(U)} = \frac{N(Pb)}{M(U)} \times \frac{N(Pb)}{M(U)} \quad \text{or } N(Pb) = N_0 - N \text{ avec } N = N_0 e^{-\lambda t} \text{ et } \lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

on en déduit $\boxed{t = \frac{T}{\ln 2} \ln\left[1 + \frac{m(Pb)}{m(U)} \frac{M(U)}{M(Pb)}\right]}$

A.N.: $\underline{t = 7{,}5.10^7 \text{ ans}}$

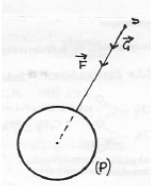
SOLUTION 2

EXERCICE 3

3.1- Caractéristiques de la force de gravitation exercée par la planète P sur le satelli

$\vec{F}$ est dirigée vers le centre de la planète P.

$$\| \vec{F} \| = G\frac{M.m}{r^2}$$



3.2- Expression du vecteur champ de gravitation $\vec{G}$

$\vec{G} = \frac{\vec{F}}{m} = G\frac{M}{r^2}\vec{u}$ ($\vec{u}$ vecteur unitaire porté par $\vec{G}$)

3.3- Nature du mouvement du satellite S

Étudions le mouvement du satellite dans le repère de Frenet (S, $\vec{T}$,$\vec{N}$) lié à S.
Le théorème du centre d'inertie appliqué à S permet d'écrire :

$$\vec{F} = m\vec{a}$$
$$\Leftrightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Dans le repère de Frenet (S, $\vec{T}$,$\vec{N}$) lié à S, on a :

$$\vec{F} = \begin{pmatrix} F_T = 0 \\ F_N = G\frac{M.m}{r^2} \end{pmatrix} \text{ et } \vec{a} = \begin{pmatrix} a_T = \frac{dv}{dt} \\ a_N = \frac{v^2}{r} \end{pmatrix}$$

On en déduit : $\frac{dv}{dt} = 0$ soit v = constante : le mouvement est uniforme ;

et $\frac{v^2}{r} = G\frac{M}{r^2}$ soit $r = G\frac{M}{V^2}$ = constante : le mouvement est circulaire.

Conclusion : le mouvement du satellite S est circulaire et uniforme.

3.4- Expression de la vitesse v du satellite

Dans la question 3.3- on a montré que $\frac{v^2}{r} = G\frac{M}{r^2}$

$$\Leftrightarrow \boxed{v = \sqrt{G\frac{M}{r}}}$$

- Expression de la période de révolution T du satellite

$T = \frac{2\pi r}{v}$ avec $v = \sqrt{G\frac{M}{r}}$

donc $T = \frac{2\pi r}{\sqrt{G\frac{M}{r}}}$ soit $\boxed{T = 2\pi r\sqrt{\frac{r}{GM}}}$

-Montrons que $\frac{r^3}{T^2}$ = constante

A partir de la relation précédente, on tire :

$T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}$ soit $\boxed{\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} = cte}$

3.5- Détermination de la masse M de la planète P

$$\boxed{M = \frac{4\pi^2}{G}\cdot\frac{r^3}{T^2}}$$

A.N. : $\underline{M = 5{,}71.10^{26} \text{ kg}}$

3.6- Valeur du rayon r' de l'orbite du satellite S'

Comme S et S' sont des satellites de la planète P alors :

$\frac{r^3}{T^2} = \frac{r'^3}{T'^2} = cte \Leftrightarrow \boxed{r' = r\sqrt[3]{\frac{T'^2}{T^2}}}$

A.N.: $\underline{r' = 527\ 583 \text{ km}}$

SOLUTION 3 ET 4

Exercice 4

4.1.1- **Impédance Z_1 du montage**

$$Z_1 = \sqrt{(R+R_b)^2 + (2\pi f_1 L - \frac{1}{2\pi f_1 . C})^2}$$

A.N.: $Z_1 = 923\ \Omega$

4.1.2- **Valeur de I_1**

$$I_1 = \frac{U}{Z_1}$$

A.N.: $I_1 = \frac{10,0}{923}$ $\qquad I_1 = 10,8\ mA$

4.1.3- **Puissance P_1 consommée par le montage**

$$P_1 = (R + R_b).I_1^2$$

A.N.: $P_1 = 0,023\ W$

4.1.4- **Phase φ_1 de la tension u(t) par rapport à i(t)**

$$\tan\varphi_1 = \frac{2pf_1 L - \frac{1}{2\pi f_1 . C}}{R+R_b}$$

A.N.: $\tan\varphi_1 = -4,5 \Leftrightarrow \varphi_1 = -77,5°$ ou $\varphi_1 = -1,35\ rad$

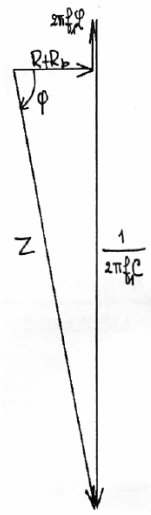
$\varphi_1 < 0$: i(t) est en avance sur u(t).

4.2- **Tracé du diagramme de Fresnel**

$$\left.\begin{array}{l} 2\pi f_1 L = 99,9\ \Omega \\ \frac{1}{2pf_1 . C} = 1000,97\ \Omega \end{array}\right\} \Rightarrow \left|2\pi f_1 L - \frac{1}{2\pi f_1 . C}\right| = 901,1\ \Omega$$

$R+R_b = 200\ \Omega$

1 cm ↔ 100 Ω
$2\pi f_1 L$ ↔ 1 cm
$\frac{1}{2\pi f_1 C}$ ↔ 10 cm
$R+R_b$ ↔ 2 cm



4.3- **Valeur de la fréquence f_0**

f_0 est telle que $Z = R + R_b$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\ C}}$$

A.N. : $f_0 = 1007\ Hz$

- Nouvelle valeur de l'impédance : $Z_0 = R + R_b = 200\ \Omega$
- Nouvelle valeur de l'intensité du courant : $I = I_0 = \frac{U}{Z_0} = 5.10^{-2}\ A$
- Nouvelle valeur de la puissance consommée : $P_0 = (R+R_b)I_0^2 = 0,5\ W$
- Nouvelle valeur de la phase de u(t) par rapport à i(t) : $\varphi_0 = 0$.

Le phénomène qui se produit est la résonance d'intensité.

(la tension u(t) et l'intensité i(t) sont en phase)

Exercice 5

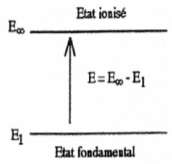
5.1- **Energie d'ionisation de l'atome d'hydrogène**

C'est l'énergie nécessaire qu'il faut fournir à l'atome d'hydrogène dans son état fondamental pour lui arracher son (unique) électron.

L'énergie d'ionisation correspond à la transition de n = 1 à n = ∞.

$E_I = E_\infty - E_1$ avec $E_\infty = 0$ et $E_1 = -E_0$ car n = 1

$E_I = E_0 = 13,6\ eV = 2,18.10^{-18}\ J$



- **Longueur d'onde seuil λ_0 correspondante**

$$E_I = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{E_I}$$

A.N. : $\lambda_0 = 9,14.10^{-8}\ m$ ou $\lambda_0 = 91,4\ nm$

5.2.a- - L'atome d'hydrogène est ionisé si $\lambda \leq \lambda_0$
- L'atome d'hydrogène est excité si $\lambda > \lambda_0$, $n \in \mathbb{N}^*$, $n \neq 1$ et $n \neq \infty$

5.2.b - seul le rayonnement de longueur d'onde λ_1 (puisque $\lambda_1 < \lambda_0$) permet l'ionisation de l'atome d'hydrogène.

$$E_c = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)$$

A.N. : $E_c = 0,53\ eV = 8,41.10^{-18}\ J$

5.2.c - λ_2 est absorbé ; λ_3 n'est pas absorbé.

5.3 - **Couleur de la nébuleuse**

$$\lambda = \frac{hc}{E_3 - E_2}$$

A.N. : $\lambda = 658\ nm$: la nébuleuse est rouge.

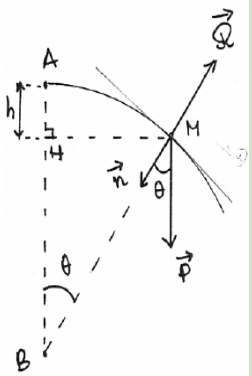
SOLUTION 5

3.1- Expression de la vitesse du skieur

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique au skieur entre les points A et M.

$$\Delta E_c = \sum W(\vec{F}_{ext}) \ .$$

Ici, la seule force qui travaille est le poids du skieur



donc $\Delta E_c = W(\vec{P})_{AM}$

avec $W(\vec{P})_{AM} = mgh = mgR(1-\cos\theta)$

$$\frac{1}{2}mV_M^2 - \frac{1}{2}mV_A^2 = mgR(1-\cos\theta)$$

$$\Leftrightarrow \boxed{V_M = \sqrt{V_A^2 + 2gR(1-\cos\theta)}}$$

3.2- valeur de l'angle θ_0

Le skieur quitte la piste lorsque la réaction $\vec{R}$ de la celle-ci sur lui est s'annule.

D'après le théorème du centre d'inertie : $\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}$

suivant $\vec{n}$: $P\cos\theta - R = ma_n$ avec $a_n = \frac{V_M^2}{R}$

$$\Leftrightarrow mg\cos\theta - R = m\frac{V_M^2}{R} \text{ avec } V_M^2 = V_A^2 + 2gR(1-\cos\theta)$$

Lorsque $R = 0$, $\theta = \theta_0$

soit : $mg\cos\theta_0 - 0 = m\left[\frac{V_A^2}{R} + 2g(1-\cos\theta_0)\right]$

$$\Leftrightarrow \boxed{\cos\theta_0 = \frac{V_A^2}{3gR} + \frac{2}{3}}$$

A.N.: $\cos\theta_0 = 0{,}83 \Rightarrow \theta_0 = 33{,}6°$

3.3.1 - Équation de la trajectoire de M dans le repère Oxz

Dans le repère Oxz, le skieur n'est soumis qu'à son poids.

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

$$\vec{a} = \vec{g} \Leftrightarrow \vec{a}\begin{vmatrix} a_x = 0 \\ a_z = g \end{vmatrix} \Leftrightarrow \vec{v}\begin{vmatrix} v_x = V_0\cos\theta_0 \\ v_z = gt + V_0\sin\theta_0 \end{vmatrix}$$

$$\Leftrightarrow \vec{OM}\begin{vmatrix} x = V_0t\cos\theta_0 \\ z = \frac{1}{2}gt^2 + V_0t\sin\theta_0 \end{vmatrix}$$

éliminons t entre x et z :

$$t = \frac{x}{V_0\cos\theta_0} \Rightarrow \boxed{z = \frac{g}{2V_0^2\cos^2\theta_0}x^2 + x\tan\theta_0}$$

La trajectoire est un arc de parabole.

3.3.2 - valeur de la distance OC

Le point C est tel que $x_C = z_C$ puisque $\alpha = 45°$ ($\tan\alpha = \frac{z_C}{x_C}$)

$$x_C = z_C \Leftrightarrow x_C = \frac{g}{2V_0^2\cos^2\theta_0}x_C^2 + x_C\tan\theta_0$$

$$\Leftrightarrow 1 = \frac{g}{2V_0^2\cos^2\theta_0}x_C + \tan\theta_0$$

$$\Leftrightarrow x_C = 2(1-\tan\theta_0)\cos^2\theta_0\left[\frac{V_A^2}{g} + 2R(1-\cos\theta_0)\right]$$

donc $OC = x_C\sqrt{2}$ puisque $OC = \sqrt{x_C^2 + z_C^2} = x_C\sqrt{2}$

$$OC = 2\sqrt{2}\cos^2\theta_0(1-\tan\theta_0)\left[\frac{V_A^2}{g} + 2R(1-\cos\theta_0)\right]$$

$$\boxed{OC = 2\sqrt{2}\cos^2\theta_0(1-\tan\theta_0)\left[\frac{V_A^2}{g} + 2R(1-\cos\theta_0)\right]}$$

A.N.: $OC = 11$ m