تمارين طاقة الوضع الكهرساكنة
خاص بالعلوم الرياضية

تمرين 1:

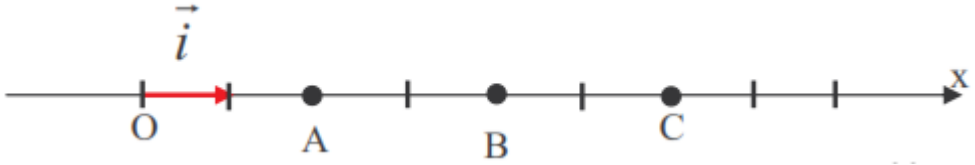
تحدث آلة كهرساكنة بين صفيحتين متوازيتين تفصل بينهما مسافة d=10cm مجالا كهرساكنا شدته $E = 3.10^4 V.m^{-1}$.

1- أحسب التوتر المطبق بين الصفيحتين .

2- أوجد شغل القوة الكهرساكنة المطبقة على الإلكترون عند انتقاله من الصفيحة السالبة الى الصفيحة الموجبة .

تمرين 2:

نعتبر ثلاث نقط A،B و C على نفس المحو 0x في مجال كهرساكن منتظم متجهه $\vec{E} = 2.10^4\vec{\imath}$ حيث $\|\vec{\imath}\| = 10cm$



1- أحسب التوترات U_{AB} ، U_{BC} و U_{CA} .

2- أوجد المسافة بين مستويين متساويي الجهد فرق الجهد بينهما U_1=5000V و U_2=15000V .

3- أحسب بالجول وبالالكترون-فولط تغير لطاقة الوضع لدقيقة شحنتها q=3e عند انتقالها من المستوى المتساوي الجهد A الى المستوى المتساوي الجهد B

معطيات :

$e = 1,6.10^{-19}C$ ، $1eV = 1,6.10^{-19}J$

تمرين 3:

نعتبر قطرة زيتية كروية الشكل شعاعها $r = 0,88\mu m$ يمكنها أن نتنقل بين صفيحتين فلزيتين أفقيتين تفصل بينهما المسافة d=7mm .

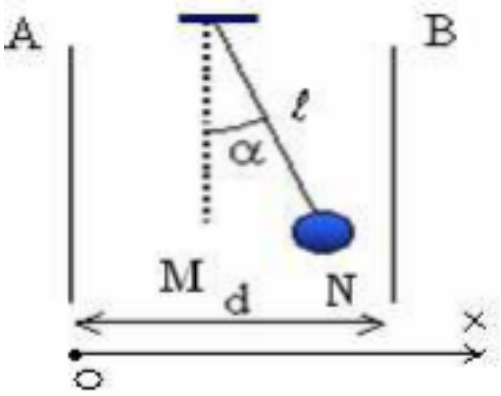
نلاحظ أنها تبقى ساكنة عندما يساوي التوتر بين الصفيحتين U=245V .

الصفيحة العليا تحمل شحنة موجبة .

1- أحسب الشحنةالتي تحملها قطرة الزيت .
2- استنتج عدد الشحن الإبتدائية التي تحملها القطرة .
نعطي : الكتلة الحجمية للزيت : $\rho = 800kg.m^{-3}$
حجم كرة شعاعها r : $V=\frac{4}{3}\pi r^3$
قيمة شدة الثقالة : $g=9,8m.s^{-1}$

تمرين 4:

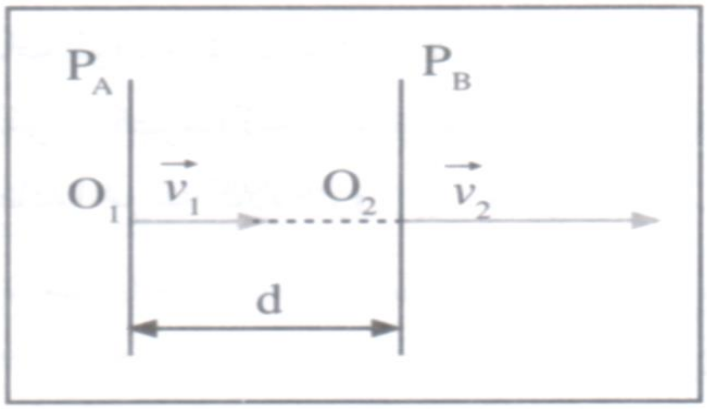
تحمل كرية نواس كهرساكن حنة q ، يوجد بين صفيحتين فلزيتين A و B رأسيتين ومتوازيتين تفصل بينهما المسافة d=10cm .
نطبق بين الصفيحتين توترا $U_{AB} = V_A - V_B = 500V$ فينحرف النواس عن موضع توازنه بزاوية $\alpha = 8,5°$. أنظر الشكل.



1- أعط مميزات المجال الكهرساكن المحدث بين الصفيحتين A و B .
2- حدد مميزات القوة الكهرساكنة المطبقة على الكرية .
3- حدد قيمة وإشارة الشحنة q التي تحملها كرية النواس .
4- أحسب طاقة الوضع الكهرساكنة للكرية عند الموضع N .نأخذ النقطة M مرجعا لطاقة الوضع الكهرساكنة .
نعطي : كتلة الكرية m=1g وشدة الثقالة g=10N/kg و ℓ=30cm

تمرين 5:

نطبق توترا $U = V_A - V_B$ =400V بين صفيحتين فلزيتين (P_A) و (P_B) متوازيتين ورأسيتين تفصلهما المسافة d=4cm .
يدخل إلكترون كتلته m وشحنته q=-e المجال الكهرساكن $\vec{E}$ المحدث بين الصفيحتين بسرعة متجهتها $\vec{V}_1$ عمودية على مستوى الصفيحتين (أنظر الشكل).



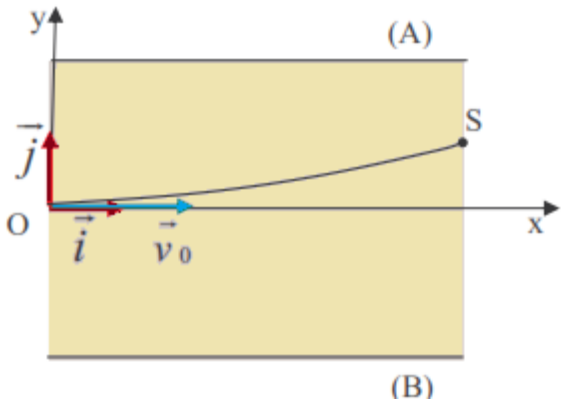
1- عين مميزات المجال الكهرساكن $\vec{E}$.
2- بين أن وزن الألكترون مهمل أمام القوة الكهرساكنة .
3- بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على الإلكترون ، بين أن تعبير سرعته V_2 ، عند وصوله الى الصفيحة (P_B) ، يكتب على الشكل التالي :

$$V_2 = \sqrt{V_1^2 + \frac{2eU}{m}}$$

أحسب V_2 .

يعطى : $e = 1{,}6.10^{-19}C; m = 9{,}1.10^{-31}kg; V_1 = 10^{-6}m.s^{-1}$
$g = 10N.kg^{-1}$

تمرين 6:



نطبق بين صفيحتين فلزيتين (A) و (B) متوازيتين وتفصلهما المسافة d=0,1m ، توترا U_{AB} .

يدخل بروتون كتلته m وشحنته q=e المجال الكهرساكن $\vec{E}$ المحدث بين الصفيحتين (A) و (B) من نقطة O أصل المعلم $(O,\vec{i},\vec{j})$ بسرعة أفقية متجهتها $\vec{v}_0 = v_0\vec{j}$ ومنظمها $v_0 = 10^5 m.s^{-1}$.

ينحرف الالكترون داخل المجال ليغادره عند نقطة S أرتوبها $y_S = \frac{d}{2}$ وبسرعة v_S .

1- أحسب شدة المجال الكهرساكن $\vec{E}$.
2- ما إشارة التوتر U_{AB} ؟ علل جوابك .
3- أحسب شغل القوة الكهرساكنة المطبقة على البروتون خلال الانتقال من النقطة O الى النقطة S .
نعطي : $|U_{AB}|=10^3V$ الشحنة الابتدائية : $e=1,6.10^{-19}C$
4- نختار الأفقي المستوى المار من O مرجعا لطاقة الوضع الكهرساكنة . استنتج طاقة الوضع الكهرساكنة للبروتون عند النقطة S .
5- أحسب سرعة البروتون عند النقة S نهمل وزن البروتون أمام شدة القوة الكهرساكنة .

تصحيح تمارين طاقة الوضع الكهرساكنة
خاص بالعلوم الرياضية

تمرين 1 :

1- يكون المجال الكهرساكن المحدث بين صفيحتين فلزيتين متوازيتين تفصل بينهما مسافة d ، منتظما وتعطى شدته بالعلاقة : $E = \frac{U}{d}$
حيث U التوتر الكهربائي بين الصفيحتين .

وبالتالي :

$$U = E.d$$

$$U = 3.10^4 \times 10.10^{-2} = 3.10^3 V$$

2- يساوي شغل القوة الكهرساكنة المطبق على الإلكترون، أثناء انتقاله من الصفيحة A السالبة ذات الجهد V_A الى الصفيحة B الموجبة ذات الجهد V_B :

$$W(\vec{F})_{A\to B} = q(V_A - V_B)$$

مع :

$$V_A - V_B = -U \text{ و } q = -e$$

$$W(\vec{F})_{A\to B} = (-e)(-U) = eU$$

$$W(\vec{F})_{A\to B} = 1{,}6.10^{-19} \times 3.10^3 = 4{,}8.10^{-16} J$$

تمرين 2:

1- حسب تعريف فرق الجهد :

$$V_A - V_B = \vec{E}.\overrightarrow{AB}$$

مع : $U_{AB} = V_A - V_B$

$$\vec{E} = 2.10^4\vec{\imath} \quad \text{و} \quad \overrightarrow{AB} = (x_B - x_A)\vec{\imath}$$

$$U_{AB} = E\vec{\imath}.(x_B - x_A)\vec{\imath} = E(x_B - x_A)$$

ت.ع: $U_{AB} = 2.10^4 \times 2 \times 10.10^{-2} = 4.10^3 V$

$$U_{BC} = V_B - V_C = E\vec{\imath}.(x_C - x_B)\vec{\imath} = E(x_C - x_B)$$

$$U_{BC} = 2.10^4 \times 2 \times 10.10^{-2} = 4.10^3 V$$

حسب قانوت إضافية التوترات : $U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$

$$U_{AC} = 4.10^3 + 4.10^3 = 8.10^3 V$$

2- لتكن d_1 المسافة بين مستويين متساويي الحهد فرق الجهد بينهماU_1:

$$E = \frac{U_1}{d_1} \Rightarrow d_1 = \frac{U_1}{E}$$

$$d_1 = \frac{5.10^3}{2.10^4} = 0{,}25m = 25cm$$

- لتكن d_1 المسافة بين مستويين متساويي الحهد فرق الجهد بينهما U_2:

$$E = \frac{U_2}{d_2} \Rightarrow d_2 = \frac{U_2}{E}$$

$$d_2 = \frac{15.10^3}{2.10^4} = 0{,}75m = 75cm$$

3- تغير طاقة الوضع للدقيقة أثناء انتقالها من النقطة A الى النقطة B :

لدينا : $\Delta Ep_e = -W(\vec{F})_{A\to B}$

$$W(\vec{F})_{A\to B} = q(V_A - V_B) = qU_{AB}$$

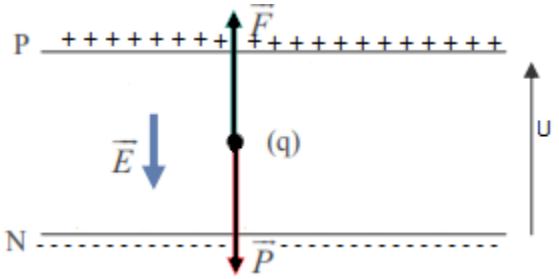
$$\Delta Ep_e = -qU_{AB}$$

$$\Delta Ep_e = -3 \times 1{,}6.10^{-19} \times 4.10^3 = -1{,}9.10^{-15} J$$

$$\Delta Ep_e = \frac{1{,}9.10^{-15}}{1{,}6.10^{-19}} = 1{,}19.10^4 eV$$

تمرين 3:

1- حساب q شحنة القطرة الزيتية .
قطرة الزيت في توازن تحت تأثير قوتين :
$\vec{F}$: القوة الكهرساكنة .
$\vec{P}$: وزن القطرة



القطرة في توازن نكتب :

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

$$|q|E = mg \Rightarrow |q|\frac{U}{d} = mg$$

لدينا :
$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = \frac{4}{3}\pi\rho.r^3$$

$$|q|\frac{U}{d} = mg = \frac{4}{3}\pi\rho.g.r^3$$

$$|q| = \frac{4\pi\rho.g.d.r^3}{3U}$$

$$|q| = \frac{4\pi \times 800 \times (0{,}88.10^{-6})^3 \times 9{,}8 \times 7.10^{-3}}{3 \times 245} = 6{,}39.10^{-19}C$$

اشارة q بما أن منحى متجهة المجال $\vec{E}$ نحو الجهود التناقصية لأي من الصفيحة P نحو الصفيحة N ، وبما أن منحى $\vec{E}$ معاكس لمنحى $\vec{F}$ فإن إشارة q سالبة .
ومنه :

$$q = -6{,}39.10^{-19}C$$

2- استنتاج عدد الشحن التي تحملها القطرة .

$$q = -ne \rightarrow n = -\frac{q}{e} = -\frac{-6{,}39.10^{-19}}{1{,}6.10^{-19}} \simeq 4$$

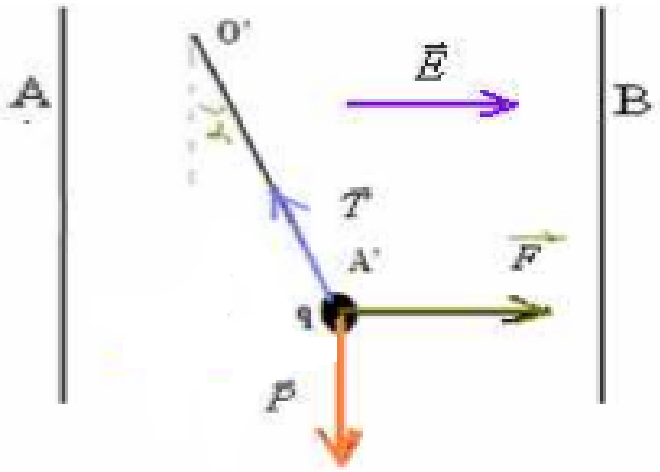
القطرة تحمل 4الكترونات

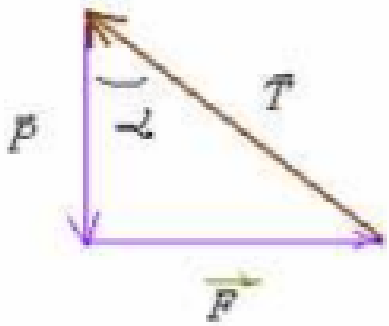
تمرين 4:

1- مميزات المجال الكهرساكن :
المجال الكهرساكن بين الصفيحتين منتظم .
مميزات $\vec{E}$ متجهة المجال هي :

*الإتجاه : العمودي على الصفيحتين .
*المنحى : نحو الجهود التناقصية أي من الصفيحة ذات الجهد الأعلى نحو الصفيحة ذات الجهد الأدنى .
$U_{AB} = V_A - V_B = 500V > 0$ أي : $V_A > V_B$
منحى $\vec{E}$ من الصفيحة Aنحو الصفيحة B .
*المنظم : $E=\frac{U_{AB}}{d}=\frac{500}{0{,}1} = 5000V.m^{-1}$

2- مميزات المجال الكهرساكن :





كما في التمرين الثالث فإن الخط المضلعي مغلق ونكتب :

$$\tan\alpha = \frac{F}{P} \Rightarrow F = mg\tan\alpha$$

$$F = 10^{-3} \times 10 \times \tan 10° = 1{,}76.10^{-3} N$$

نستنتج مميزات القوة الكهرساكنة $\vec{F}$:
* نقطة التأثير : مركز الكرية .
*خط التاثير :الأفقي المار من مركز الكرية .
*المنحى : من A نحو B .
*الشدة : $F = 1{,}76.10^{-3} N$

3- تحديد قيمة وإشارة الشحنة q :

حسب تعبير القوة الكهرساكنة :

$$\vec{F} = q\vec{E} \Rightarrow F = |q|.E$$

$$|q| = \frac{F}{E} = \frac{1{,}76.10^{-3}}{5000} = 3{,}52.10^{-7} C$$

بما أن للمتجهتين $\vec{F}$ و $\vec{E}$ نفس المنحى فإن إشارة الشحنة q موجبة أي:

$$q = 3{,}52.10^{-7} C$$

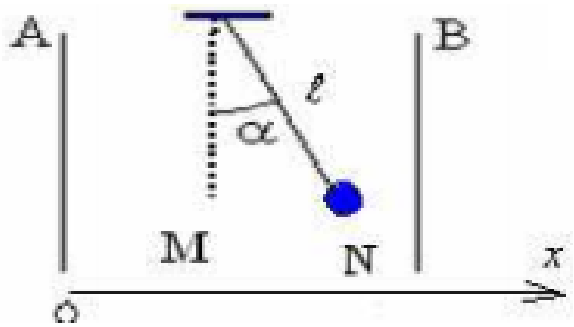
4-لتحديد طاقة الوضع الكهرساكنة عند النقطة N ، نحدد C حيث :

$$E_{pe} = q.E.x + C$$

لدينا :
عند $x = x_M E_{pe} = 0 \Leftarrow$

أي: $q.E.x_M + C = 0 \Rightarrow C = -q.E.x_M$

$$E_{pe} = q.E.x - q.E.x_M = q.E(x - x_M)$$



طاقة الوضع الكهرساكنة عند الموضع N :

$$E_{pe(N)} = q.E(x_N - x_M)$$

$$E_{pe(N)} = -q.E.MN$$

$$E_{pe(N)} = -q.E.\ell \sin\alpha$$

ت.ع:

$$E_{pe(N)} = -3{,}52.10^{-7} \times 5000 \times 0{,}3 \times \sin(8{,}5°) = 7{,}8.10^{-6}C$$

تمرين 5:

1- المجال الكهرساكن المحدث بين الصفيحتين مجال منتظم مميزاته :

*الأصل :نقطة بين الصفيحتين .
*الإتجاه :عمودي على الصفيحتين .
*المنحى : منحى الجهود التناقصية .
بما أن: $U = V_A - V_B$ =400V>0 أي: $V_A - V_B > 0$ ومنه $V_A > V_B$:
وبالتالي منحى $\vec{E}$ من الصفيحة (P_B) الى الصفيحة (P_A) .

* المنظم: $E = \frac{U}{d}$

$$E = \frac{400}{4.10^{-2}} = 10^4 m.V^{-1}$$

2- حساب القوة الكهرساكنة للإلكترون :

لدينا: $\vec{F} = q.\vec{E}$

أي : $F = |q|E = eE$

$$F = 1{,}6.10^{-19} \times 10^4 = 1{,}6.10^{-15}N$$

-حساب وزن الالكترون :

لدينا: $\vec{P} = m.\vec{g}$

أي: $P = mg$

$$P = 9{,}1.10^{-31} \times 10 = 9{,}1.10^{-30} N$$

- مقارنة F و P :

$$\frac{F}{P} = \frac{1{,}6.10^{-15}}{9{,}1.10^{-30}} = 1{,}76.10^{10} \gg 1$$

نستنتج أن وزن الالكترون مهمل أمام شدة القوة الكهرساكنة ومنه يخضع الالكترون بين الصفيحتن للقوة الكهرساكنة فقط .

3- المجموعة المدروسة : {الالكترون}.
يخضع الالكترون للقوة الكهرساكنة فقط .

$$\Delta Ec = Ec(O_2) - Ec(O_1) = W_{O1 \to O2}(\vec{F})$$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = q(V_{O1} - V_{O2})$$

بما أن النقطة O_1تنتمي الى الصفيحة P_A فإن : $V_{O1} = V_A$
وبما أن النقطة O_2تنتمي الى الصفيحة P_B فإن: $V_{O2} = V_B$
كما أن : q=-e
فإن العلاقة السابق تصبح :

$$\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = -e(V_A - V_B)$$

$$v_2^2 = v_1^2 + \frac{2e}{m}(V_B y - V_A)$$

$$v_2^2 = \sqrt{v_1^2 + \frac{2e}{m}(V_B - V_A)}$$

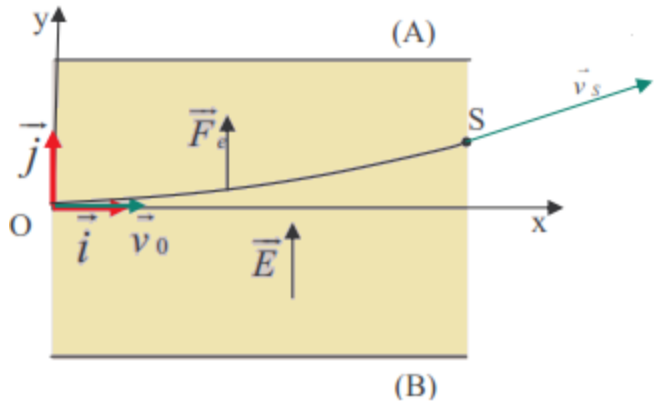
$$v_2 = \sqrt{(10^6)^2 + \frac{2 \times 1{,}6.10^{-19} \times 400}{9{,}1.10^{-31}}}$$

$$v_2 = 1{,}19.10^7 m.s^{-1}$$

تمرين 6:

1- شدة المجال الكهرساكن تعطى بالعلاقة :

$$E = \frac{|U_{AB}|}{d} = \frac{10^3}{0,1} = 10^4 V.m^{-1}$$



2- حسب الشكل فإن منحى حركة البروتون نحو الأعلى أي أن القوة الكهرساكنة $\vec{F}_e$ منحاها نحو الأعلى وبما أن تعبير القوة الكهرساكنة يكتب : $\vec{F_e} = q.\vec{E}$ و q>0 فإن منحى متجهة المجال $\vec{E}$ هو منحى المتجهة $\vec{F}_e$أي نحو الأعلى .

نعلم أن منحى $\vec{E}$ منحى الجهود التناقصية ومنه $V_A < V_B$ أي : $V_A - V_B < 0$

$$U_{AB} < 0$$

3- يعبر عن شغل القوة الكهرساكنة $\vec{F}_e$أثناءانتقال البروتون من الموضع O الى الموضع S بالعلاقة :

$$W_{O\to S}(\vec{F}_e) = \vec{F}_e.\overrightarrow{OS}$$

مع: $\vec{F}_e = q\vec{E} = eE\vec{j}$

و: $\overrightarrow{OS} = (x_S - x_O)\vec{\imath} + (y_S - y_O)\vec{\jmath}$

$$W_{O\to S}(\vec{F}_e) = eE\vec{j}.[(x_S - x_O)\vec{\imath} + (y_S - y_O)\vec{\jmath}] = eE(y_S - y_O)$$

$$W_{O\to S}(\vec{F}_e) = e.E.d$$

$$W_{O\to S}(\vec{F}_e) = 1,6.10^{-19} \times 10^4 \times 0,1 = 1,6.10^{-16} J$$

4- طاقة الوضع الكهرساكنة للبروتون عند النقطة S :

نعلم أن :

$$W_{O\to S}(\vec{F}_e) = -\Delta E_{pe} \Rightarrow W_{O\to S}(\vec{F}_e) = E_{pe}(O) - E_{pe}(S)$$

حسب نص التمرين ، فإن :
$E_{pe}(O)$ وبالتالي :

$$E_{pe}(S) = -W_{O\to S}(\vec{F}_e)$$

$$E_{pe}(S) = -1{,}6.10^{-16}J$$

5- سرعة البروتون عند النقطة S :

نطبق مبرهنة الطاقة الحركية على البرتون أثناء انتقاله بين الموضعين O و S :
بإهمال وزن البروتون يبقى هذا الأخير خاضع للقوة الكهرساكنة فقط .

$$Ec(S) - Ec(O) = \sum W_{O\to S}(\vec{F})$$

$$\frac{1}{2}mv_S^2 - \frac{1}{2}mv_O^2 = W_{O\to S}(\vec{F}_e)$$

$$v_S^2 = v_O^2 + \frac{2W_{O\to S}(\vec{F}_e)}{m}$$

$$v_S = \sqrt{v_O^2 + \frac{2W_{O\to S}(\vec{F}_e)}{m}}$$

$$v_S = \sqrt{(10^5)^2 + \frac{2 \times 1{,}6.10^{-16}}{1{,}67.10^{-27}}}$$

$$v_S = 2{,}49.10^5 m.s^{-1}$$