/ /

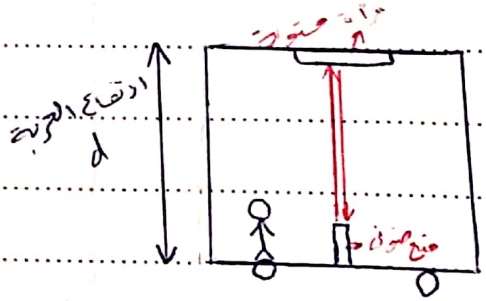
السنة الخامسة

في فيزياء نيوتنية

1. السرعة في مفهوم نيوتن تختلف باختلاف
- طبيعة المقارنة
- سرعة انتشار الضوء ثابتة في الوسط
نفسه مهما اختلفت سرعة المنبع المصدر
او سرعة المراقب

2. القوانين الفيزيائية تبقى نفسها في جميع
جمل المقارنة الجاليلية

- 1 - نتائج معامل (لورينز) معامل التمدد
الزمن (الحامل) من تأثير الزمن من
حركة الجسم بسرعة قريبة من سرعة الضوء



مراقب داخلي t_0

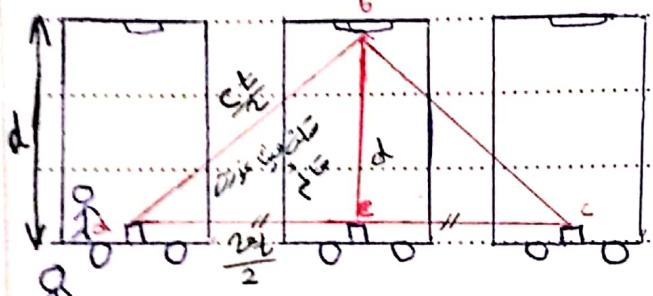
قطع الضوء مسافة $2d$ خلال زمن

حسب المراقب الداخلي t_0 بسرعة ضوئية

سرعة الضوء = المسافة / الزمن

$$c = \frac{2d}{t_0}$$

$$t_0 = \frac{2d}{c} \quad \cdots (1)$$



حسب المراقب الخارجي ان الضوء انتقل بسرعة
ثابتة c من a الى b ثم من b الى c

اي قطع المسافة (ab + bc) اثناء
حركة الغرفة خلال الزمن t

$$c = \frac{ab + bc}{t}$$

المثلث abc متساوي الساقين

$$ab = bc$$

$$\Rightarrow c = \frac{2ab}{t} \Rightarrow ab = \frac{ct}{2}$$

حسب المراقب الخارجي ان الضوء انتقل من a → c
بسرعة الغرفة ve خلال زمن t

$$ve = \frac{ac}{t}$$

$$ac = ae + ec$$

$$ae = ec$$

$$\Rightarrow ac = 2ae$$

$$ve = \frac{2ae}{t} \Rightarrow 2ae = \frac{2vt}{2}$$

للمدرس انس احمد

Farah Notebook

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

للمدرس أنس أحمد

تطبيق (معادلة العواقب)

نفرض أنه أحد رواد الفضاء انطلق برحلة من كوكب الأرض مقدارها 899 سنة ضوئية وعاد بسرعة $v = \frac{\sqrt{899}}{30}c$ فما الزمن الذي يقيسه راكب المركبة؟ وما الزمن الذي يقيسه أحد العلماء على الأرض؟

$t_0 = 899$ سنة ضوئية

$v = \frac{\sqrt{899}}{30}c$

$t = ?$

$t = \gamma t_0$

$t = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot t_0$

$t = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{899}{900}\cdot\frac{c^2}{c^2}}} \cdot 1$

$t = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{900}}} = \frac{1}{\frac{1}{30}}$

$t = \sqrt{900}$

$t = 30$ years

$(a+b)^2 = (ma)^2 + (bc)^2$

$\frac{c^2t^2}{4} = \frac{v^2t^2}{4} + d^2$

$d^2 = \frac{c^2t^2}{4} - \frac{v^2t^2}{4}$

$d^2 = \frac{t^2}{4}(c^2 - v^2)$

$t^2 = \frac{4d^2}{(c^2-v^2)} \Rightarrow t = \frac{2d}{\sqrt{c^2-v^2}}$ ... (1)

من العلاقة (1)

$\frac{t}{t_0} = \frac{\frac{2d}{\sqrt{c^2-v^2}}}{\frac{2d}{c}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{c^2-v^2}{c^2}}}$

$\frac{t}{t_0} = \frac{c}{\sqrt{c^2-v^2}} = \frac{c}{\sqrt{c^2(1-\frac{v^2}{c^2})}}$

$\frac{t}{t_0} = \frac{c}{c\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$\frac{t}{t_0} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$\frac{t}{t_0} = \gamma \Rightarrow t = \gamma t_0$

$t > t_0$

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} > 1$

Farah Notebook

1. استنتج المعادلة المعروفة بتقلص الأطوال.

الجواب بالصفحة السابقة.

2. برهن أن الطول لا يتقلص ويبقى ثابتاً عندما تكون سرعة المركبة سرعة قريبة من سرعة الضوء.

انطلقت مركبة فضائية من الأرض نحو النجم (أ) بسرعة ثابتة v بالنسبة لراصد على الأرض. المسافة بين الأرض والنجم (أ) هي L_0 والزمن الذي تستغرقه الرحلة t_0

المسافة = السرعة × الزمن

$L_0 = vt_0$

المسافة = السرعة × الزمن

$L = vt$

$\frac{L_0}{L} = \frac{vt_0}{vt} = \frac{t_0}{t} = \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$\frac{L_0}{L} = \gamma \Rightarrow L = \frac{L_0}{\gamma}$

$v \uparrow \Rightarrow \gamma \uparrow$

$\gamma > 1$

$\Rightarrow L < L_0$

بالنسبة لطول المركبة

L: طول المركبة بالنسبة (للراصد الخارجي)

L_0: طول المركبة بالنسبة (للراصد الداخلي)

$L < L_0$

تطبيق (السارية والحجرة)

نفرض أن روبوتاً ياباني طول سارية أفقية طولها هي $L_0 = 15m$ تمر بسرعة $v = 0.75c$ وواضع حجرة لها بابان أمامي وخلفي المسافة بينهما $10m$ يريد التكلم بهاتفها وإعلامها أنها بالسنة لراكب سارية، هل يمكن أن تمر السارية الحجرة بأمان إذا انطلق المراكب الساكن البابين وهي آنياً بالسنة على عمود الهوتون مع السارية للحجرة؟ ($\sqrt{7} = 2.64$)

$L_0 = 15(m)$ عند السكون

$v = 0.75c \Rightarrow v = \frac{3}{4}c$

$L = ?$

$10m$

$\sqrt{7} = 2.64$

Farah Notebook

للمدرس أنس أحمد

تناقض (معضلة التوأمان)

نفرض أن أحد التوأمين أطلق رائد فضاء وطار بسرعة قريبة من سرعة الضوء في الخلاء c ، $v = \frac{\sqrt{899}}{30}c$ ، وبقي رائد الفضاء في رحلته بعيداً عن الأرض الذي انطلق منها، أخوه التوأم على الأرض ليعود رائد الفضاء من رحلته؟

$v = \frac{\sqrt{899}}{30}c$

$t_0 = 1$ year

$t = ?$

الزمن الذي يحتاجه التوأم الذي بقي على الأرض

الزمن الذي يحتاجه التوأم الذي انطلق في الفضاء

$t = \gamma t_0$

$t = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot t_0$

$t = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{899}{900}\cdot\frac{c^2}{c^2}}} \cdot 1$

$t = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{899}{900}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{900}}}$

$t = \sqrt{900}$

$t = 30$ years

21 سنة

50

$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$

$\frac{c^2t^2}{4} = \frac{v^2t^2}{4} + d^2$

$d^2 = \frac{c^2t^2}{4} - \frac{v^2t^2}{4}$

$d^2 = \frac{t^2}{4}(c^2 - v^2)$

$t^2 = \frac{4d^2}{(c^2-v^2)} \Rightarrow t = \frac{2d}{\sqrt{c^2-v^2}}$

$\frac{t}{t_0} = \frac{\frac{2d}{\sqrt{c^2-v^2}}}{\frac{2d}{c}} = \frac{\frac{1}{\sqrt{c^2-v^2}}}{\frac{1}{c}}$

$\frac{t}{t_0} = \frac{c}{\sqrt{c^2-v^2}} = \frac{c}{\sqrt{c^2(1-\frac{v^2}{c^2})}}$

$\frac{t}{t_0} = \frac{c}{c\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$\frac{t}{t_0} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$\frac{t}{t_0} = \gamma \Rightarrow t = \gamma t_0$

$t > t_0$

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} > 1$

استنتج المعادلة المعرفة لتقلص الأطوال الخاصة بالمقربة السنة.

يرهن أن الطول يكمش ويقصر وتتقلص عند الحركة بسرعة قريبة من سرعة الضوء

انطلقت مركبة فضائية من الأرض نحو الشمس بسرعة ثابتة v بالنسبة لراصد على سطح الأرض. يحمل المراقب الذي في المركبة (على الأرض) المسافة بين الأرض والشمس L_0 والزمن الذي استغرقته الرحلة t

المسافة = السرعة × الزمن $L_0 = vt$

يحمل المراقب الداخلي (راكب المركبة) المسافة المقطوعة من الأرض إلى الشمس L والزمن الذي يستغرقه الرحلة t_0

المسافة = السرعة × الزمن $L = vt_0$

$\frac{L_0}{L} = \frac{vt}{vt_0} = \frac{t}{t_0} = \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$\frac{L_0}{L} = \gamma \Rightarrow L = \frac{L_0}{\gamma}$ $\gamma > 1$

$v \uparrow \gamma \uparrow$

$\Rightarrow L < L_0$

بالسنة لطول المركبة:

L: طول المركبة بالسنة (الراصد الخارجي)

L_0: طول المركبة بالسنة (الراصد الداخلي)

$L < L_0$

تقلص السارية والحجرة

نفرض أن روبوتاً رياضياً يحمل سارية أفقية طولها وهي ساكنة 15m، يمرّ بسرعة أفقية $0.75c$ وأمامه حجرة لها بابان أمامي وخلفي، المسافة بينهما L_0 m. يمكن التكلم بفتحهما وإغلاقهما آنياً بالنسبة لراكب ساكن، هل يمكن أن تمر السارية الحجرة بأمان إذا أغلق الراكب الساكن البابين وفتحهما آنياً بالنسبة لعين عبور الروبوت

مع السارية للحجرة ($\sqrt{0.4375} \approx 0.66$)

$L_0 = 15$ (m) طول السكون

$v = 0.75c \Rightarrow v = \frac{3}{4}c$

$L = ?$

$\sqrt{7} = 2.64$

CamScanner الممسوحة ضوئيا بـ

$E = E_{pp} + E_c$

$E_k = E - E_o$

$= mc^2 - m_o c^2$

$E_k = c^2 [m - m_o]$

$E_k = c^2 . \Delta m$

$\Delta m = \frac{E_k}{c^2} = \frac{27.10^{-16}}{9.10^{16}}$

$\Delta m = 3.10^{-32}\ kg$

3.10^{-32} كتلة زائدة على 9.10^{-31}

x كتلة زائدة على 100

$x = \frac{100 \times 3.10^{-32}}{9.10^{-31}} = \frac{10}{3}$

$x = 3.\overline{3}$

3.33% النسبة المئوية للزيادة في الكتلة

2- $E_r = m_o . c^2$

$= 9.10^{-31} . 9.10^{16}$

$= 81.10^{-15}\ J$

$\Delta m = \frac{E_k}{c^2}$ $\Delta m = m - m_o$

$m - m_o = \frac{E_k}{c^2}$

c^2 نضرب الطرفين في

$m c^2 - m_o c^2 = E_k$

$m c^2 = m_o c^2 + E_k$

كتلة الجسم = كتلة السكون + كتلة الحركة

$E = mc^2$: الطاقة الكلية

$E_o = m_o c^2$: الطاقة السكونية

$E_k = E - E_o$: الطاقة الحركية

تمرين (1)

تتزايد الكترون في أنبوبة تكتسب طاقة حركية $27 \times 10^{-16}\ J$

1- احسب النسبة المئوية للزيادة في كتلة الإلكترون بتأثير الطاقة الحركية.

2- احسب طاقته الكلية.

نعطى:

$m_e = 9 \times 10^{-31}\ kg$

$c = 3 \times 10^8\ m.s^{-1}$

$E_k = 27.10^{-16}\ J$

المطلوب:

$m_o = m_e = 9.10^{-31}\ kg$ ، $c = 3 \times 10^8\ m.s^{-1}$

كتلة الجسم الزائدة عن كتلة السكون

النسبة المئوية للزيادة في الكتلة السكونية

$\Delta m = ?$

الحل:

$\Delta m = m - m_o$

$\Delta m = \gamma m_o - m_o$

$\Delta m = m_o [\gamma - 1]$

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

$\Delta m = m_o \left[\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1\right]$

$\Delta m = m_o \left[\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} - 1\right]$

نستعمل التقريب

$\varepsilon \ll 1$ بحيث

$(1+\varepsilon)^n \approx 1 + n\varepsilon$

$\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$ $\frac{v^2}{c^2} \ll 1$

$\frac{v^2}{c^2} \ll 1$

$\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} = 1 + \frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2}$

$\Delta m = m_o \left[1 + \frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2} - 1\right]$

$\Delta m = m_o \left(\frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2}\right)$

$\Delta m = \frac{1}{2} m_o \frac{v^2}{c^2}$

$\Delta m = \frac{E_k}{c^2}$ تتناسب طردا مع

تمثل كتلة الجسم زائد كتلة السكون الطاقة الحركية

مجموعة من جسيمات (الكتلة كلما زادت الطاقة)

$L = \frac{L_o}{\gamma}$

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{2v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{2}{16}c^2}}$

$\frac{1}{\sqrt{\frac{16}{16} - \frac{2}{16}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{7}{16}}} = \frac{\sqrt{16}}{\sqrt{7}}$

$\gamma = \frac{4}{2.64}$

$L = \frac{15}{\frac{4}{2.64}} = \frac{15 \times 2.64}{4}$

$L = 9.9\ m$

$9.9\ m$ أكبر من $1a.m$ أي الطول الحقيقي

$L < 1a.m$

$m = \gamma m_o$ انطلاقا من العلاقة

نتيجة الجاذبية المحورة عن الطاقة الكلية في النظرية النسبية أو من ذات الكتلة

كما تكافئ طاقة في النظرية النسبية

كتلة الجسم في حالة الحركة $m = \gamma m_o$ كتلة الجسم في حالة السكون

للمدرس أحمد

Farah Notebook

Farah Notebook

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مدرس أنيس أحمد

أولاً: الميكانيك النسبية

انطلاقاً من علاقات الميكانيك السرعات يمكن التوصل الى العلاقة للطاقة في الميكانيك الكلاسيكي؟

- في حال السرعات الصغيرة $v \ll c$ $\Rightarrow \frac{v^2}{c^2} \ll 1$

- انطلاقاً من المعادلات السابقة استنتج الطاقة الحركية في الميكانيك النسبي

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

$$\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \quad v \ll c \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} \ll 1$$

- باستخدام التقريب:

$$(1+\varepsilon)^n = 1+n\varepsilon$$

$$\gamma = 1 + \frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2}$$

$$E_k = E - E_0 = mc^2 - m_0c^2$$

$$m = \gamma m_0$$

$$E_k = \gamma m_0 c^2 - m_0 c^2$$

$$E_k = m_0 c^2 [\gamma - 1]$$

$$E_k = m_0 c^2 \left[1 + \frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2} - 1\right]$$

$$E_k = m_0 c^2 \times \frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2}$$

$$E_k = \frac{1}{2} m_0 v^2$$

- معامل لورنز:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

- العلاقات النسبية:

- تمدد الزمن (تباطؤ):

$t = \gamma t_0$ (زمن الحادثة) — t_0 (زمن الحادثة الذاتي)

- تقلص الأطوال:

$L = \frac{L_0}{\gamma}$ (طول الجسم المتحرك) — L_0 (طول الجسم الساكن)

L' طول الجسم المتحرك، L_0 طول الجسم الساكن

- تكافؤ الكتلة والطاقة:

m_0 الكتلة الساكنة

- اذدياد الكتلة:

$m = \gamma m_0$ (الكتلة المتحركة)

- الطاقة الكلية: $E = m c^2$، $E = E_k + E_0$

- الطاقة الكامنة: $p = m v$ (كمية الحركة) / $E_0 = m_0 c^2$

- الطاقة الحركية: $E_k = E - E_0$

- طاقة (داخلي): الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة

- طاقة (خارجي): طاقة الوضع

ثانياً: أجب عن الأسئلة التالية:

1- تأمل الطفل عند وصوله الى أعلى الجبل ثم بكى، سخر كبير القرية من بكائه وقال له: لماذا تبكي؟ هل يمكن أن تحمل كرة الجبل الى أسفل الجبل؟ علل ذلك.

2- يقف جسم ساكن عند مستوى معين (مع الأرض مثلاً)، ما هي طاقته الحركية عندئذٍ وما هي طاقته الكامنة بالنسبة للسوية المرجعية؟ هل طاقته الكلية معدومة؟ ولماذا؟

طاقته الحركية معدومة لأن كتلته الكامنة معدومة لأن كتلته الساكنة معدومة، طاقته الكامنة معدومة لأن كتلته الساكنة معدومة، طاقته الكلية معدومة لأن مجموع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة معدوم.

3- أجب عن الأسئلة التالية:

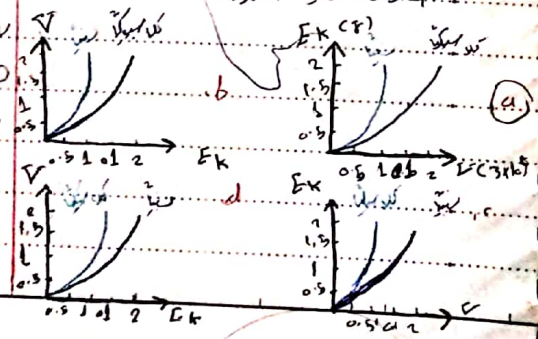
1- أفترض أن صاروخين في الخلاء يتحرك كل منهما نحو الآخر بسرعة قريبة من سرعة انتشار الضوء في الخلاء، وفي لحظة ما أطلق الصاروخ الأول صاروخ ثاني، إن سرعة الصاروخ الأول بالنسبة للصاروخ الثاني:

a. أكبر من c b. تساوي c c. أصغر من c d. معدومة

2- افترض أن طاقم سفينة فضاء تطير بسرعة قريبة من سرعة انتشار الضوء في الخلاء، يطلق صاروخ من سفينته بسرعة $\frac{1}{2}c$ بعد مرور ساعة واحدة على ساعته، ويتابع طاقم السفينة مراقبة الصاروخ، فيرى بعد المسافة:

a. أكبر من المسافة التي قطعها الصاروخ b. تساوي المسافة التي قطعها الصاروخ c. أصغر من المسافة التي قطعها الصاروخ d. معدومة

3- المنحني البياني الذي يمثل العلاقة بين الطاقة الحركية لجسم ما، وكتلته هو:



- $E = E_0 + E_k = m_0c^2 + 0 = m_0c^2 + 0$

التمرين الأول:

دراسة الحالة: جسيمات الميونات

وهي جسيمات أولية تتولد في الجو على ارتفاع حوالي 10 km

كما تتوالد إلى جسيمات أخف منها

كالإلكترون e و 2 النيوترينو

1- لماذا جسيمات الميونات يتم رصدها على الأرض

أصبح أغلبها الإشعاع عن سطح الأرض

ليمكن أن تكون قد تولدت على ارتفاع

القوانين الكلاسيكية ؟ علما أن سرعتها c 0,995

2- أرسل العلماء نحو هذه الميونات ما يسمح كواشف

لهذه الميونات، حيث هدوءها على ارتفاع

أعلى بكثير من الارتفاع الحقيقي الكلاسيكي

فأخذوا بعين الاعتبار تباطؤ الزمن وفق

النظرية النسبية الخاصة، أحسب الزمن

الذي تستغرقه هذه الميونات في رحلتها

وفق القوانين النسبية لتصل إلى

سكان على سطح الأرض، باعتبار

أن سرعتها $v = 0,995c$ أحسب أقصى

ارتفاع عن سطح الأرض

3- حدد زمن الرحلة وعلى أقصى الذين

يمكنها أن تجتازه هذه الميونات

باعتبار $t_0 = 2,2 \mu s = 2,2 \times 10^{-6} s$

$v = 0,995c = 0,995 \times 3 \times 10^8$

$(0,995)^2 = 0,990025 \approx 0,99$

1- كلاسيكيا المسافة المقطوعة

$y = v t_0$

$= 0,995 \times 3 \times 10^8 \times 2,2 \times 10^{-6}$

$= 6,567 \times 10^2 = 656,7 m$

هذا الارتفاع يمثل الارتفاع الحقيقي

للميونات عن سطح الأرض، لكن حسب

النظرية النسبية، فإن الارتفاع

يكون أقل من هذه القيمة

2- زمن الرحلة $t = \gamma t_0$

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0,995)^2}}$

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,990}} = \frac{1}{\sqrt{0,01}}$

$\gamma = \frac{1}{\frac{1}{10}} = 10$

$t = \gamma t_0 = 10 \times 2,2 \times 10^{-6}$

$= 22 \times 10^{-6} s$

زمن الرحلة $t > t_0$

الارتفاع الحقيقي

$y = v t_0$

$= 0,995 \times 3 \times 10^8 \times 2,2 \times 10^{-6}$

$= 656,7 m$

3- الارتفاع الميونات داخلي

زمنه $t_0 = 2,2 \times 10^{-6} s$

المسافة التي يسلكها الجزيء

$L = \frac{L_0}{\gamma}$ $L = ?$

$L = \frac{656,7}{10} = 65,67 m$

التمرين الثاني:

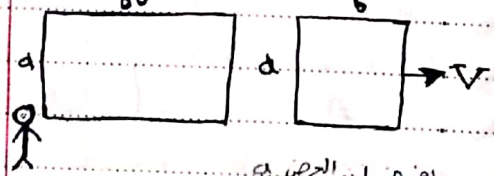
جسم مستطيل الشكل طوله وهو ساكن b_0

يساوي ضعف عرضه a، يتحرك هذا الجسم

بحيث يكون طوله موازيا لمحور حركته

بالنسبة لجزيء في الحالة الساكنة، يقيس

له جزيء، أحسب نسبة حجم الجسم



يقيس لنا الجزيء a

الطول وهو ساكن $l_a = b_0 = 2a$

الطول وهو متحرك $l = b = a$

$l = \frac{l_0}{\gamma}$ أي $b = \frac{b_0}{\gamma}$

$a = \frac{2a}{\gamma} \Rightarrow \gamma = 2$

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

$2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

$4 = \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

$1 = 4\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$

$1 - 4 = -4\frac{v^2}{c^2}$

$4\frac{v^2}{c^2} = 4 - 1$

$\frac{4v^2}{c^2} = 3$

$v = \frac{\sqrt{3}}{2} c$

$v = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 3 \times 10^8$

$v = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times 10^8 \ m.s^{-1}$

Farah Notebook

CamScanner المسوحة ضوئيا بـ

$c = 3\times10^8\ m.s^{-1}$

(الجزء 2)

$L_0 = 100\ m$

$d_0 = 25\ m$

$L' = t$ المدة الزمنية

$t_0 = \frac{8}{\sqrt{3}}$ s

المطلوب: حساب السرعة النسبية

$L = ?\quad d = ?\quad L' = ?$

$L_0 = ?\quad v = ?\quad v = ??\ c$

سرعة الحركة = المسافة المقطوعة / زمن الرحلة

$v = \frac{L'}{t_0} = \frac{4}{\frac{8}{\sqrt{3}}}c = (4c)\frac{\sqrt{3}}{8}$

$v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$

حساب γ

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{3c^2}{4c^2}}}$

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}}} = \sqrt{4} = 2$

$\boxed{\gamma = 2}$

$m = \frac{E}{c^2} = \frac{3E_0}{c^2}$

$= \frac{3.m_0.c^2}{c^2}$

$m = 3.m_0$

$= 3.1,67\times10^{-27}$

$= 5,01.10^{-27}\ kg$

المسألة الثانية:

تخيل أن مركبة فضاء لها شكل مستطيل تقوم برحلة إلى نجم "الغرب" وعند عبوره ستقيم بكيفية يكون فيها اتجاه حركة المركبة موازيا لطول المركبة، فتجد الفرقة المركبة المأخوذة القياسات الآتية:

طول المركبة المقاسة من الأرض 25m

المسافة المقطوعة 4 سنة ضوئية

زمن الرحلة 8 سنة، وحسب الفرقة الجوية الأرضية $\sqrt{3}$ سنة قياسا لتلك الرحلة

1- استنتاج تبيانيا وحسابيا:

أ- سرعة المركبة وطولها

ب- زمن الرحلة والمسافة التي قطعتها، زمن الرحلة وفق قياسات الفرقة الأرضية

ج- سرعة الضوء في الفراغ ($c = 3\times10^8\ m.s^{-1}$)

$E = 3\times9\times10^{-31}\times2\sqrt{2}\times10^8$

$E = 54\sqrt{2}\times10^{-23}\ kg.m^2.s^{-1}$

$E > E_0$ لأن

E_0 هي الطاقة الكلية للإلكترون عندما يكون ساكنا

المسألة الثالثة:

تبلغ الكتلة السكونية لبوزيترون

$m_0 = 1,67\times10^{-27}\ kg$

وطاقته الكلية تساوي ثلاثة أضعاف طاقته السكونية.

المطلوب:

1- حساب كل من طاقته الكلية وطاقته الحركية في الميكانيك النسبي، وكتلته في الميكانيك النسبي.

$m = m_0 = 1,67\times10^{-27}\ kg$

بما أن $E = 3E_0$ فإن

$E_0 = ?\quad E_K = ?\quad m = ?$

$E_0 = m_0.c^2$

$= 1,67\times10^{-27}\times9\times10^{16}$

$= 15,03\times10^{-11}\ J$

$E_K = E - E_0$ بالتالي

$E_K = 3E_0 - E_0 = 2E_0$

$E_K = 2\times15,03\times10^{-11}$

$E_K = 30,06\times10^{-11}\ J$

المسألة الرابعة:

يقرب الكترون سرعته $\frac{2\sqrt{2}}{3}c$، المطلوب: احسب كمية حركة الالكترون وفق ميكانيك الكلاسيكي، ثم وفق الميكانيك النسبي، ماذا تستنتج؟

$v = \frac{2\sqrt{2}}{3}c$

$p = ?\quad p = ?$

$m_0 = 9\times10^{-31}\ kg$

$c = 3\times10^8\ m.s^{-1}$

$v = \frac{2\sqrt{2}}{3}\times3\times10^8$

$v = 2\sqrt{2}\times10^8\ m.s^{-1}$

$p = m_0.v = 9\times10^{-31}\times2\sqrt{2}\times10^8$

$p = 18\sqrt{2}\times10^{-23}\ kg.m.s^{-1}$

$p = m.v = \gamma.m_0.v$

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{4\times2}{9}}}$

$\gamma = \sqrt{9} = 3$

Farah Notebook

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$E_k = E - E_0$ (3

$E = 3E_0$ من المعطيات

$E_k = 3E_m - E_0$

$E_k = 2E_0$

$E_k = 2 \times 15.03 \times 10^{-11}$ J

$E_k = 30.06 \times 10^{-11}$ J

$P = m v$ (4

$= M m_0 v$

$= 3 \times 1.67 \times 10^{-27} \times 2\sqrt{2} \times 10^8$

$P = 10.02\sqrt{2} \times 10^{-19}$ kg.m.s^{-1}

$E^2 = P^2c^2 + E_0^2$ (5

$E = mc^2 \Rightarrow E^2 = m^2 c^4$

$P = mv \Rightarrow P^2 = m^2 v^2$

$m = M m_0 \Rightarrow m^2 = M^2 m_0^2$

$M = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow M^2 = \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$E_0 = m_0 c^2 \Rightarrow E_0^2 = m_0^2 c^4$

ومنه

$= m^2 v^2 c^2 + m_0^2 c^4$

$= M^2 m_0^2 v^2 c^2 + M^2 m_0^2 c^4$

$= M^2 m_0^2 c^4 \left[\frac{v^2}{c^2} + \frac{1}{M^2}\right]$

$= M^2 m_0^2 c^4 \left[\frac{v^2}{c^2} + \frac{1}{(1-\frac{v^2}{c^2})}\right]$

e.V ← J تحويل من

$E_0 = \frac{15.03 \times 10^{-11}}{1.6 \times 10^{-19}}$

$E_0 = 9.39 \times 10^8$ (eV)

$E = 3E_0$ (2

$mc^2 = 3 m_0 c^2$

$m = M m_0$

$M m_0 = 3 m_0$

$M = 3$

$3 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$9 = \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$1 = 9\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)$

$1 = 9 - \frac{9v^2}{c^2}$

$\frac{9v^2}{c^2} = 9 - 1$

$\frac{9v^2}{c^2} = 8$

$9v^2 = 8c^2 \Rightarrow v = \frac{2\sqrt{2}c}{3}$

$v = \frac{2\sqrt{3}}{3} \times 3 \times 10^8 = 2\sqrt{3} \times 10^8$ m.s^{-1}

4- لنة الجاذبية

ا- احسب الطاقة الكلية للإلكترون

$m_0 = 1.67 \times 10^{-27}$ kg

كانت طاقته الكلية تساوي ثلاثة أمثال

طاقته السكونية الطلوب:

1- احسب الطاقة الكونية للإلكترون

2- احسب سرعة الإلكترون في هذه الحالة

3- احسب الطاقة الحركية لهذا الإلكترون

4- احسب كمية الحركة له

5- باعتبار كمية الحركة P والطاقة الكونية E_0 والطاقة الكلية E استنتج أن:

$E^2 = P^2c^2 + E_0^2$ ثم تأكد من ذلك حسابيا

بالنسبة للإلكترون الذي درسناه في هذه التجربة

$m_0 = m_e = 1.67 \cdot 10^{-27}$ Kg

$c = 3 \times 10^8$ m.s^{-1}

الكلية $E = 3E_0$

$E_0 = ?$ (eV) بالإلكترون فولط

نتذكر أن التحويل من (J → eV) نعتمد على

$e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C شحنة الإلكترون (e)

$E_0 = m_0 c^2$

$= 1.67 \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{16}$

$= 16.03 \times 10^{-11}$ J

$L = \frac{L_0}{4} = \frac{10}{2} = 5$ m

$L < L_0$ تقلص طول

2- ل

3- ع

$d = L_0 = 2.5$ m

لا يتغير عرض الجرة بسبب الحركة

بسرعة معدومة لطولها

تعادل الطاقة الكلية الطاقة الكونية $\Rightarrow E = E_0$

بالنسبة للإلكترون $\Rightarrow E = E_0$

$L_0' = ?$ المسافة المقاسة

$L = \frac{L_0'}{4} \Rightarrow L_0' = 4L$

$L_0' = 2 \times 4$

$L_0' = 8$ سنة ضوئية

$L < L_0$

تقلصت المسافة لمراقب داخلي

$t = ?$ زمن الرحلة

$t = 4t_0 = 2.\frac{8}{\sqrt{3}}$

$t = \frac{16}{\sqrt{3}}$ سنة

$t > t_0$ الزمن

الأستاذ أحمد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$= M^2 m_0^2 \cdot c^4 \left[\frac{v^2}{c^2} + \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \right]$$

$$= M^2 m'^2_0 \cdot c^4$$

$$= m^2 c^4$$

$$= E^2$$

للمدرس أنس أحمد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner