

سلسلة تمارين حول السقوط الحر لجسم صلب

(1) تمرين رقم 7 الصفحة 191 الكتاب المدرسي فضاء الفيزياء:

السقوط الحر الرأسي :

يسقط جسم كروي من سطح عمارة ، وفق حركة سقوط حر رأسي .

1- ما شكل مسار مركز قصور الجسم ؟

2- أعط القوى المطبقة على الجسم خلال سقوطه؟

3- ما القوى المهمة أمام الوزن ؟ علل جوابك .

4- احسب مدة السقوط من ارتفاع 15m.

+++++

أجوبة:

(1) المسار مستقيمي.

(2) خلال السقوط الرأسي الحر يخضع الجسم لتأثير وزنه فقط.

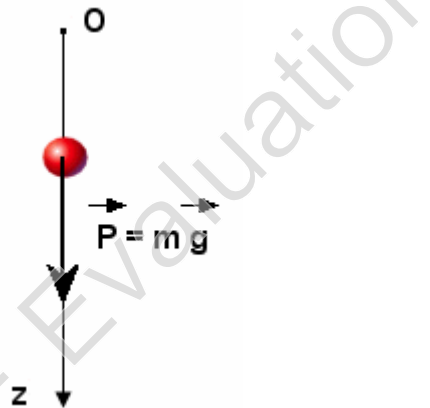
(3) القوى المهمة أمام الوزن هي : مقاومة الهواء ودفعه أرخميدس.

(4)

* المجموعة المدروسة {الجسم الكروي}

* اختيار المعلم المناسب : نعتبر معلما (O, z) موجهها نحو الأسفل (لأن الحركة مستقيمة).

* جرد القوى : يخضع الجسم لوزنه $\vec{P}$ فقط. (تأثير الهواء مهمل أمام تأثير وزن الجسم)



* تطبيق القانون الثاني لنيوتن: $\vec{P} = m \cdot \vec{a}_G \iff \Sigma \vec{F} = m \vec{a}_G$

أي: $m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}_G \iff \vec{g} = \vec{a}_G$ (1)

$a_z = g$

* إسقاط العلاقة (1) على المحور Oz:

التسارع ثابت والمسار مستقيمي ، إذن حركة الجسم مستقيمة متغيرة بانتظام.

$$\frac{dv_z}{dt} = g \quad \text{إذن} \quad v_z = gt + C^{te}$$

السرعة البدئية للجسم منعدمة : $C^{te} = 0$ وبالتالي: $v_z = gt$ (2) وهي دالة السرعة.

$$v_z = \frac{dz}{dt} \iff \frac{dz}{dt} = gt \quad \text{إذن} \quad z = \frac{1}{2}gt^2 + C^{te}$$

الشروط البدئية : عند اللحظة $t = 0$: $z = 0$

$$z = \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{إذن:} \quad C^{te} = 0 \quad \text{وبالتالي:}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 15}{9,8}} = 1,75s \quad \iff \quad \text{مدة السقوط من الارتفاع } h = 15m$$

oooo

(2) تمرين رقم 8 الصفحة 191 الكتاب المدرسي فضاء الفيزياء:

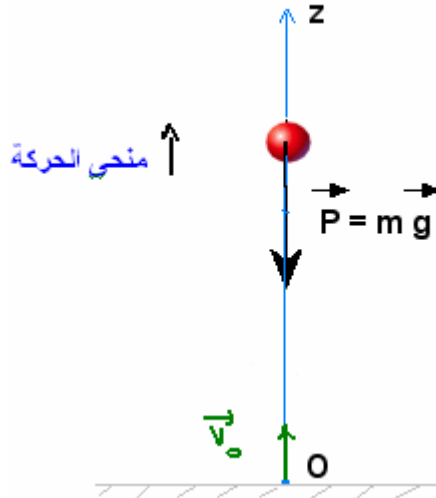
شدة الثقالة على سطح القمر هي: $1,63m/s^2$.

(1) ما الارتفاع القصوي الذي تصل إليه قطعة حجر أرسلت بسرعة بدئية قيمتها : $10m/s$ ؟

أجوبة:

(1)

* المجموعة المدروسة {قطعة الحجر}

* اختيار المعلم المناسب : نعتبر معلما (O, z) موجها نحو الأعلى (لأن قطعة الحجر أرسلت نحو الأعلى).* جرد القوى : يخضع الجسم لوزنه $\vec{P}$ فقط. (نهمل تأثير الهواء أمام تأثير وزن الجسم)

* تطبيق القانون الثاني لنيوتن:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{a}_G \quad \Leftarrow \quad \Sigma \vec{F} = m \vec{a}_G$$

* إسقاط العلاقة (1) على المحور oz : أي: $-P = m \cdot a_z$ أي: $-m \cdot g = m \cdot a_z$ $a_z = -g$

التسارع ثابت والمسار مستقيمي ، إذن حركة الجسم مستقيمة متغيرة بانتظام.

$$\frac{dv_z}{dt} = -g \quad \Leftarrow \quad \text{إذن} \quad v_z = -gt + C^{te}$$

السرعة البدئية للجسم : $v_0 = 10 \text{ m/s}$ وبالتالي: (2) $v_z = -gt + v_0$ وهي دالة السرعة.

$$\frac{dz}{dt} = (-g \cdot t + v_0) \quad \Leftarrow \quad \text{إذن} \quad z = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \cdot t + C^{te}$$

الشروط البدئية : عند اللحظة $t = 0$: $z = 0$

$$z = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \cdot t \quad \text{إذن: } C^{te} = 0 \text{ وبالتالي:}$$

الارتفاع القصوي الذي تصل إليه قطعة حجر أرسلت بسرعة 10 m/s : تصل إليه لحظة انعدام سرعتها وفق المحور oz أي عند : $v_z = 0$ $\Leftarrow$ $z = h$

$$v_z = -gt + v_0 = 0 \quad \Leftarrow \quad t = \frac{v_0}{g}$$

ثم نعوض في المعادلة الزمنية للحركة : $h = -\frac{1}{2}g\left(\frac{v_0}{g}\right)^2 + v_0\left(\frac{v_0}{g}\right) = \frac{v_0^2}{2g}$

$$h = \frac{(10)^2}{2 \cdot 1,63} \approx 30,7 \text{ m} \quad \text{ت.ع:}$$

ملحوظة : يمكن تطبيق العلاقة المستقلة عن الزمن على الجسم بين لحظة انطلاقه ولحظة انعدام سرعته عند الارتفاع $z = h$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \quad \Leftarrow \quad 0 - v_0^2 = 2 \cdot (-g) \cdot (h - 0) \quad \Leftrightarrow \quad v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot (z_h - z_0) \quad \text{نفس النتيجة السابقة.}$$

(3) تمرين رقم 9 الصفحة 191 الكتاب المدرسي فضاء الفيزياء:

عند لحظة $t = 0$ ، تكون سرعة مركز القصور G لجسم صلب أرسل راسيا نحو الأعلى هي: $v_0 = 15 \text{ m/s}$.(1) اعط تعبير إحداثية متجهة سرعة G على المحور الراسي الصاعد $(O, \vec{k})$.(2) أوجد التاريخ t_m الذي يكون عنده ارتفاع G أقصى.

نفس الدراسة السابقة تمكن من تحديد $v_z = -gt + v_o$

$$z = -\frac{1}{2}gt^2 + v_o \cdot t \quad (2)$$

الارتفاع القصوي الذي تصل إليه قطعة حجر أرسلت بسرعة بدنية قيمتها $10m/s$: يوافق مدة انعدام سرعتها وفق المحور oz :

$$z = h \Leftrightarrow v_z = 0 \text{ أي عند اللحظة التي}$$

$$t_m = \frac{v_o}{g} = \frac{15}{9,8} = 1,53s \quad \Leftrightarrow \quad v_z = -gt_m + v_o = 0$$

$$h = -\frac{1}{2}g\left(\frac{v_o}{g}\right)^2 + v_o\left(\frac{v_o}{g}\right) = \frac{v_o^2}{2g} = \frac{15^2}{2 \times 9,8} = 11,5m \quad (3) \text{ نعوض في المعادلة الزمنية للحركة :}$$

(3) تمرين رقم 10 الصفحة 191 الكتاب المدرسي فضاء الفيزياء:

خلال رحلة أبولو 15 ، أسقط ملاح الفضاء على سطح القمر جسما كرويا S .

(1) هل يوجد الجسم S في سقوط حر؟

(2) أثبت المعادلة التفاضلية للحركة.

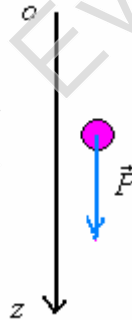
(3) استنتج المعادلات الزمنية للحركة.

(4) احسب مدة السقوط والسرعة التي يأخذها الجسم بعد سقوطه من الارتفاع $h = 1,5m$.نعطي شدة الثقالة على سطح القمر : $g_L = 1,6N/Kg$.

أجوبة:

(1) الجسم على سطح القمر في سقوط حر لانه لا يخضع سوى لتأثير وزنه.

(2)



* المجموعة المدروسة {الجسم S}

* اختيار المعلم المناسب : نعتبر معلما (o, z) موجهها نحو الأسفل (لأن الحركة مستقيمة ، ومنحاه نحو الأسفل).* جرد القوى : يخضع الجسم لوزنه $\vec{P}$ فقط.

$$\vec{P} = m \cdot \vec{a}_G \quad \Leftrightarrow \quad \Sigma \vec{F} = m \vec{a}_G \quad \text{تطبيق القانون الثاني لنيوتن:}$$

$$(1) \quad a_z = g_L \quad m \cdot g_L = m \cdot a_z \quad \text{أي:} \quad P = m \cdot a_z \quad \text{إسقاط العلاقة (1) على المحور } oz:$$

التسارع ثابت والمسار مستقيمي ، إذن حركة الجسم مستقيمة متغيرة بانتظام.

$$\text{ونعلم} \quad a_z = \frac{dv_z}{dt} = \frac{d^2z}{dt^2} \quad \text{والعلاقة (2) تكتب كما يلي:} \quad \frac{dv_z}{dt} = g_L \quad \text{أو} \quad \frac{d^2z}{dt^2} = g_L \quad \text{وهي المعادلة التفاضلية للحركة.}$$

ان:

(3) يهدف حل المعادلة التفاضلية على إيجاد المعادلات الزمنية للحركة.

$$v_z = g_L t + C^{te} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{dv_z}{dt} = g$$

السرعة البدنية للجسم منعقدة : $C^{te} = 0$ وبالتالي : (2) $v_z = g_L \cdot t$ وهي دالة السرعة.

$$z = \frac{1}{2} g_L t^2 + C^{te} \quad \text{إذن} \quad \frac{dz}{dt} = g_L t \quad \Leftrightarrow \quad v_z = \frac{dz}{dt}$$

الشروط البدئية : عند اللحظة $t = 0$: $z = 0$.

إذن: $C^{te} = 0$ وبالتالي: $z = \frac{1}{2} g_L t^2$ وهي المعادلة الزمنية للحركة.

(4) عند سقوط الجسم تصبح: $z = h$

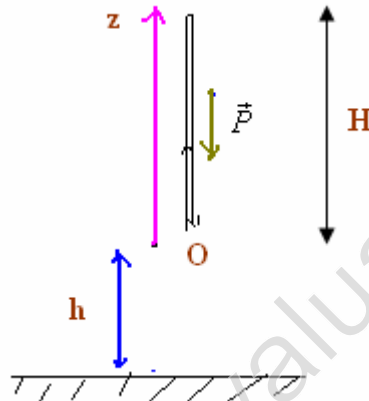
$$t = \sqrt{\frac{2h}{g_L}} = \sqrt{\frac{2 \times 1,5}{1,6}} = 1,37s \quad \Leftrightarrow \quad h = 15m \text{ مدة السقوط من الارتفاع}$$



تصحيح التمرين رقم 11 الصفحة 183 من الكتاب المدرسي المسار

(1) المجموعة المدروسة {السهم}

جرد القوى : يخضع السهم لوزنه $\vec{P}$ فقط



تطبيق القانون الثاني لنيوتن: $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}_G$ أي: $\vec{P} = m \cdot \vec{a}_G$
 $m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}_G$ ومنه: $\vec{a}_G = \vec{g}$ وبالتالي متجهة التسارع $\vec{a}_G$ لها نفس مميزات $\vec{g}$
 الاتجاه شاقولي المنحى نحو الأسفل المنظم : قيمة شدة الثقالة.

(2) بإسقاط العلاقة $\vec{P} = m \cdot \vec{a}_G$ على المحور oz نحصل

$$-P = m \cdot a_z \quad \text{أي:} \quad -m \cdot g = m \cdot a_z \quad \text{ومنه:} \quad a_z = -g$$

نعلم أن: $a_z = \frac{dv_z}{dt}$ أي: $\frac{dv_z}{dt} = -g$ ومنه: $v_z = -g \cdot t + c^{te}$ ومن خلال الشروط البدئية عند اللحظة $t = 0$ لدينا

$$v = v_z \quad \text{اذن الثابتة} \quad v_z = v_o \quad \text{وبذلك يصبح:} \quad v_z = -g \cdot t + v_o \quad \text{وبما أن} \quad v_z = v_o = 5m/s$$

$$v = -10 \cdot t + 5 \quad \text{أي:} \quad v = -g \cdot t + v_o$$

$$z = -\frac{1}{2} g t^2 + v_o \cdot t + c' \quad \Leftrightarrow \quad -gt + v_o = \frac{dz}{dt} \quad \text{أي:} \quad v = \frac{dz}{dt}$$

ولدينا: $z = 1,75m$ عند $t = 0$ إذن $c' = 1,75m$

$$\text{وبالتالي:} \quad z = -\frac{1}{2} g t^2 + v_o \cdot t + 0,75$$

$$\text{أي:} \quad z = -5t^2 + 5 \cdot t + 0,75$$

(3) في قمة المسار الجسم يتوقف عن الحركة لكي يعود نحو الأسفل، إذن: $v = 0$

ب) نضع $v = 0$ أي $v = 0 = -10 \cdot t + 5$ ومنه نستخرج المدة التي يصل فيها السهم الى قمة المسار وهي: $t_s = \frac{5}{10} = 0,5s$

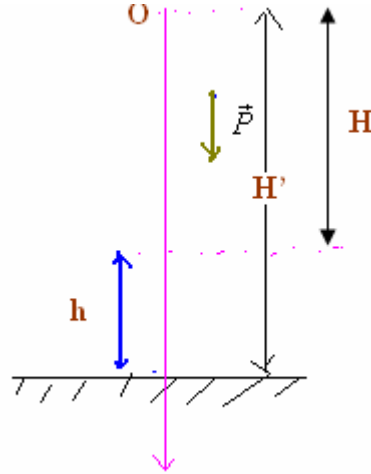
ج) نعوض المدة الزمنية فنحصل على: $z = -5t_s^2 + 5 \cdot t_s + 0,75 = 2m$

(5) نطبق العلاقة المستقلة عن الزمن بين أعلى نقطة وصلت إليها القذيفة ونقطة سقوطها على سطح الأرض.

$$v^2 - v_o^2 = 2aH'$$

في هذه الحالة باعتبار المحور موجها نحو الاسفل أي في نفس منحنى حركة القذيفة يكون تسارعها $a = g$

$$v = \sqrt{2gH'} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 3,75} = \sqrt{75} = 8,66 \text{ m/s} \leftarrow v_o = 0 \quad \text{مع} \quad H' = H + 1,75 = 2 + 1,75 = 3,75 \text{ m}$$



SBIRO Abdelkrim