University of Anbar جامعة الانبار

اسم الكلية : كلية العلوم- قسم الفيزياء

اسم المحاضر: د. خالد روكان فليح الزوبعي

المرحلة: المرحلة الاولى رياضيات

اسم المادة انكليزي: General Physics

اسم المادة عربي: فيزياء عامة

عنوان المحاضرة انكليزي: aFll AccelerationaFree

عنوان المحاضرة العربي: تعجيل السقوط الحر

المصدر

Physics for scientists and engineer
by
Serway

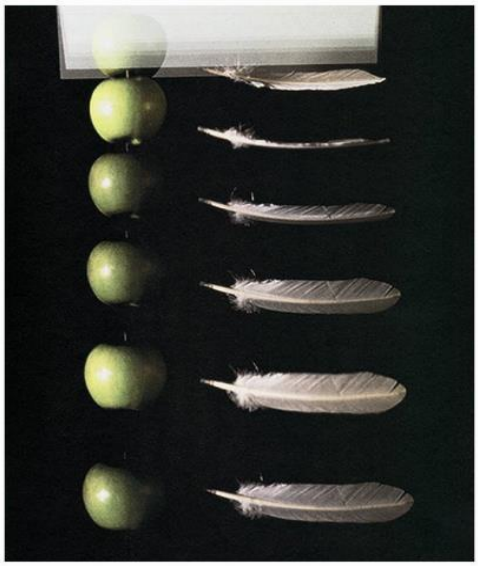
تعجيل السقوط الحر Free Fall Acceleration

سقوط الأجسام

بالقرب من سطح الارض كل الاجسام تقريبا تخضع لنفس التعجيل الناشيء من الجاذبية الارضية.

في حالة عدم وجود مقاومة الهواء ، تسقط جميع الأجسام بنفس التسارع ، على الرغم من أنه قد يكون من الصعب تحديد ذلك من خلال اختبار في البيئة حيث توجد مقاومة للهواء.

أحد الأمثلة المهمة على التسارع ال ثابت هو "السقوط الحر" لجسم تحت تأثير جاذبية الأرض.



تظهر الصورة

تفاحة وريشة تسقطان في الفراغ بحركات متطابقة.

مقدار هذا التسارع ، المحدد g ، له القيمة التقريبية لـ $a = g = 9.81\ m / s^2$

- توفر الجاذبية الأرضية تسارعًا ثابتًا. أهم حالة تسارع ثابت.
- تسارع السقوط الحر مستقل عن الكتل
- ال مقدار : $| a | = g = 9.8$ م / ث^2
- الاتجاه: دائمًا للأسفل ، لذا a_g هو سلبية إذا حددت "اعلى" على أنهاموجبة ،
- $a = -g = -9.8\ m/s^2$ $-9.8 = g-=a$ م / ث ^{2}

معادلات السقوط الحر Free Fall Kinematics Equations
الحركية

حيث أن عجلة الجاذبية الأرضية ثابتة نسبيا على ارتفاعات محدودة من سطح الأرض. واتجاهها دائما في اتجاه مركز الأرض، وبالتالي يمكن استخدام المعادلات الأربع السابقة مع تغيير الرمز x بالرمز y وكذلك التعويض عن العجلة a بعجلة الجاذبية الأرضية بإشارة g– وذلك لأن عجلة الجاذبة الأرضية دائم ا في اتجاه مركز الأرض وهذا يعبر عنه من خلال المحور y السالب.

$v=v_0+at$ → $v=v_0- gt$

$x = x_\circ + \frac{1}{2}(v + v_\circ)t$ → $y = y_\circ + \frac{1}{2}(v + v_\circ)t$

$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ → $y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$

$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$ → $v^2 = v_0^2 - 2g(x - x_0)$

مثال 1

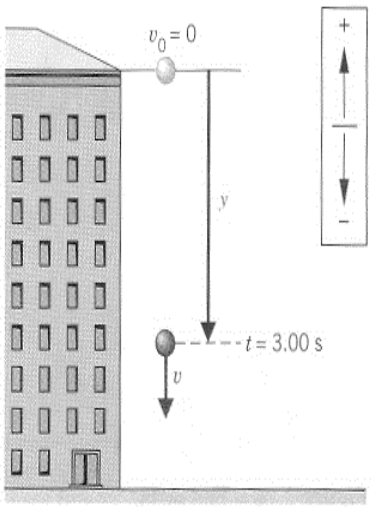
يتم إسقاط الحجر من السكون من أعلى المبنى ، كما هو موضح في الشكل. بعد 3 ثوانٍ من السقوط الحر ، ما إزاحة الحجر y؟

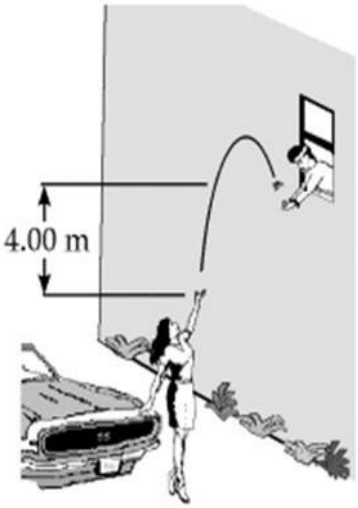
الحل

$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$

$y = 0 + 0 - (1/2) \times 9.8 \times (3)^2$

y = - 44.1m





مثال

يرمي الطالب مجموعة من المفاتيح عموديًا لأعلى طالب آخر في نافذة ارتفاعها4 أمتار أعلاه كما هو موضح في الشكل. تم مسك المفاتيح بعد 1.5 ثانية من قبل الطالب.

(أ) بأية سرعة ابتدائية أُلقيت المفاتيح؟

(ب) ما هي سرعة المفاتيح قبل مسكها مباشرة؟

الحل

أ) لتكن $y_o = 0$ و $y = 4m$ عندما $t = 1.5s$

ثم نجد $y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$

$$4 = 0 + 1.5\ v_o - 4.9\ (1.5)^2$$

$$v_o = 10\ m/s$$

ب) السرعة في أي وقت $t > 0$ تعطى بواسطة

$$v = v_o - gt$$

$$v = 10 - 9.8\ (1.5) = -\ 4.68\ m/s$$

مثال تُعطى سرعة ابتدائية للحجر الذي يُلقى من أعلى المبنى 20.0 م / ث لأعلى مباشرة. يتم إطلاق الحجر على ارتفاع 50.0 مترًا فوق سطح الأرض ، ويفتقد الحجر حافة السقف وهو في طريقه إلى الأسفل كما هو موضح في الشكل.

(أ) باستخدام $t_A = 0$ كوقت يترك الحجر يد القاذف في الموضع A ، حدد الوقت الذي يصل فيه الحجر إلى أقصى ارتفاع له.

(ب) أوجد أقصى ارتفاع للحجر.

(ج) حدد سرعة الحجر عند رجوعه إلى الارتفاع الذي رمى منه.

(د) أوجد سرعة وموضع الحجر عند t = 5.00 s.

(هـ) أوجد الوقت اللازم لوصول الحجر إلى الأرض

الحل

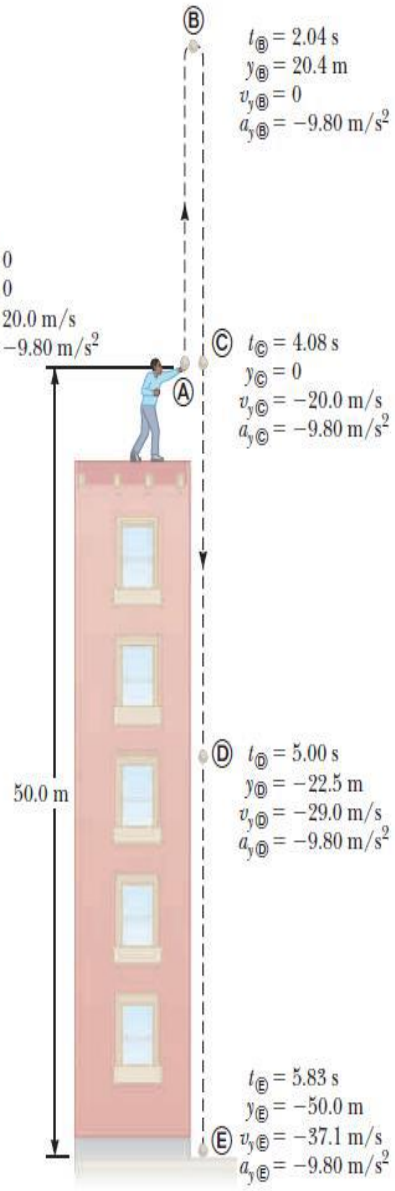
(أ) حدد الوقت الذي يصل فيه الحجر إلى الحد الأقصى ارتفاع

لاحظ ان السرعة تساوي $v=v_0- gt$

صفر عند اقصى ارتفاع

$\therefore t = (v - v_0)/-g$

$$t = t_{Ⓑ} = \frac{0 - 20.0\ \text{m/s}}{-9.80\ \text{m/s}^2} = 2.04\ \text{s}$$



(ب) أوجد أقصى ارتفاع للحجر.

نعمل الان الزمن المستغرق ليصل الجسم إلى اقصى ارتفاع

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$y_{max} = y_Ⓑ = y_Ⓐ + v_{xⒶ} t + \tfrac{1}{2} a_y t^2$$

$$y_Ⓑ = 0 + (20.0\ \text{m/s})(2.04\ \text{s}) + \tfrac{1}{2}(-9.80\ \text{m/s}^2)(2.04\ \text{s})^2 = 20.4\ \text{m}$$

(ج) تحديد سرعة الحجر عند رجوعه إلى الارتفاع الذي رمى منه.

$$v^2 = v_0^2 - 2g(x - x_0)$$

$$v_{y©}^2 = v_{yⒶ}^2 + 2a_y(y_© - y_Ⓐ)$$
$$v_{y©}^2 = (20.0\ \text{m/s})^2 + 2(-9.80\ \text{m/s}^2)(0 - 0) = 400\ \text{m}^2/\text{s}^2$$
$$v_{y©} = -20.0\ \text{m/s}$$

لاحظ ان السرعة هنا تساوي قيمة السرعة الابتدائية واتجاهها للاسفل وذلك لان الحركة تمت في عجلة الجاذبية الأرضية وبالتالي زمن الصعود يساوي زمن الهبوط.

(د) أوجد سرعة وموضع الحجر عند t = 5.00 s?.

$v=v_0- gt$

$$v_{yⒹ} = v_{yⒶ} + a_y t = 20.0\ \text{m/s} + (-9.80\ \text{m/s}^2)(5.00\ \text{s})$$

v_{yD} = -29.0 m/s

$$y_Ⓓ = y_Ⓐ + v_{yⒶ}t + \tfrac{1}{2}a_y t^2$$
$$= 0 + (20.0\ \text{m/s})(5.00\ \text{s}) + \tfrac{1}{2}(-9.80\ \text{m/s}^2)(5.00\ \text{s})^2$$
$$= -22.5\ \text{m}$$

(هـ) أوجد الوقت اللازم لوصول الحجر إلى الأرض?

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$$

بالتعويض عن $y_o = 0$ وعن y = -50 m

$$-50.0\ \text{m} = (20.0\ \text{m/s})\,t - (4.90\ \text{m/s}^2)\,t^2$$

$$t = 5.83\ \text{s}$$

طبق الصيغة التربيعية واخذ الجذر الموجب:

مثال

استخدم التلاعب الرمزي لإيجاد (أ) الحد الأقصى للوقت الذي تستغرقه الكرة للوصول إلى أقصى ارتفاع لها و

(ب) التعبير عن أقصى ارتفاع لا يعتمد على الوقت. يجب أن تكون الإجابات معبرًا عنها من حيث الكميات v_0 و g و y_0 فقط.

الحل

(أ) الحد الأقصى للوقت t_{max}

$$v=v_0- gt$$

$$v - v = -gt$$

$$\therefore t = (v - v_0)/-g$$

نعوض عن 0 = *v* عند اقصى ارتفاع نحصل على:

$$\therefore t_{max} = (0 - v_0)/-g$$

$$t_{max} = v_0/g$$

وهي المعادلة التي تعطي زمن الوصول إلى اقصى ارتفاع

(ب) تعبير عن أقصى ارتفاع

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

بالتعويض عن t_{max} عند اقصى ارتفاع y_{max} من المعادلة

$$t_{max} = v_0/g$$

$$y_{max} = y_0 + v_0(\frac{v_0}{g}) - \frac{1}{2} g(\frac{v_0}{g})^2$$

$$y_{max} = y_0 + (\frac{v_0^2}{g}) - \frac{1}{2}(\frac{v_0^2}{g})$$

وهي المعادلة التي تعطي اقصى ارتفاع

$$y_{max} = y_0 + \frac{v_0^2}{g}$$

Problems

1. يسافر منطاد الهواء الساخن عموديًا لأعلى بسرعة ثابتة تبلغ 5 م / ث. عندما يكون على ارتفاع 21 مترًا فوق سطح الأرض ، يتم تحرير طرد من البالون. (أ) ما هي المدة التي تظل فيها الحزمة في الهواء بعد إطلاقها؟ (ب) ما سرعة الطرد قبل الاصطدام بالأرض مباشرةً؟ (ج) كرر (أ) و (ب) في حالة هبوط البالون بسرعة 5 م / ث.

2. يمسك الرامي الكرة بعد رميها عموديًا لأعلى بعد 20 ثانية. أوجد (أ) السرعة الابتدائية للكرة ، (ب) أقصى ارتفاع تصل إليه.