

# محاضرات في الفيزياء لطلاب الجامعات التركية

# FİZİK 1

## BÖLÜM (2) : BİR BOYUTLU HAREKET

القسم الثاني ② السقوط الحر

SERBEST DÜŞEN CİSİMLER

ÖĞR: ABDULHAMİD HUSSEİN

## SERBEST DÜŞEN CİSİMLER السقوط الحر

إذا تركنا جسم يسقط بالقرب من سطح الأرض فإنه يسقط باتجاه الأرض بتأثير جاذبية الأرض (أي العجلة ثابتة وهي عجلة الجاذبية الأرضية  $a = g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$  اتجاه هذا التسارع للأسفل)

في دراستنا هنا نهمل مقاومة الهواء (وجهود مقاومة الهواء يغير الدراسة)

بالتالي تكون حركة الجسم الساقط حركة في بعد واحد بتسارع ثابت  $g$

نسمي حركة الجسم تحت تأثير الجاذبية الأرضية بالسقوط الحر

حركة جسم يسقط من ارتفاع معين  $y$

القوانين (نعتبر محور  $y$  موجه للأعلى)

الحركة المستقيمة بتسارع ثابت

$a = \text{ثابت}$

$$v_f = v_i + at$$

$$x_f = x_i + v_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a (\Delta x)$$

$$\Delta x = \left( \frac{v_f + v_i}{2} \right) (t)$$

السقوط الحر

$a = -g$

$$v_f = v_i - g t$$

$$y = y_i + v_i t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_f^2 - v_i^2 = -2 g (\Delta y)$$

$$\Delta y = \left( \frac{v_f + v_i}{2} \right) (t)$$

السقوط الحر  $v_i = 0$

$a = -g$

$$v_f = -g t$$

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

$$v_f^2 = -2 g (\Delta y)$$

$$\Delta y = \left( \frac{v_f}{2} \right) (t)$$

أشكال المسائل (نعتبر محاور  $y$  موجهة للأعلى)

عند سقوط الجسم للأسفل

$$a = -g$$
 العجلة ثابتة

السرعة تزداد بمقدار ثابت

عند ما يصل الجسم لأعلى ارتفاع

$$a = -g$$
 العجلة ثابتة

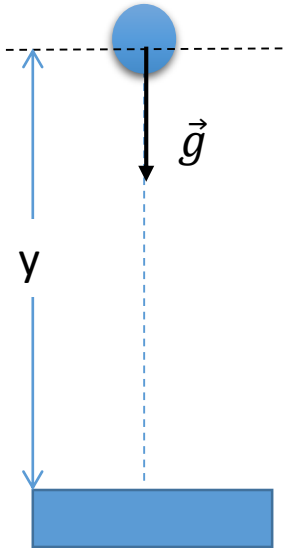
السرعة تنعدم

عند قذف الجسم لأعلى

$$a = -g$$
 العجلة ثابتة

السرعة تقل بمقدار ثابت

تركنا جسم ليسقط بدون سرعة ابتدائية من ارتفاع  $y = 10\text{ m}$  احسب الزمن اللازم لوصوله الأرض واحسب سرعته لحظة وصوله الى الأرض (محور موجه  $y$  للأعلى)



$$a = -g$$

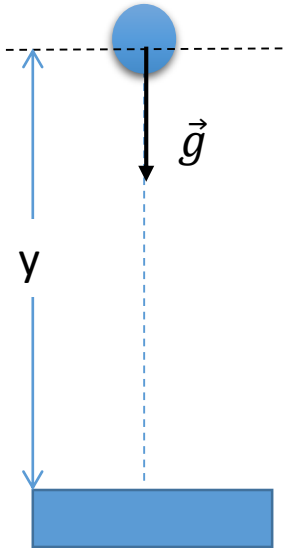
$$v_f = -g t$$

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

$$v_f^2 = -2 g(\Delta y)$$

$$\Delta y = \left(\frac{v_f}{2}\right)(t)$$

تركنا جسم ليسقط بدون سرعة ابتدائية من ارتفاع معين اذا كانت سرعته لحظة وصوله الأرض  $4 \text{ m.s}^{-1}$  احسب الزمن اللازم لوصوله الأرض وكم كان ارتفاعه عن الأرض



$$a = -g$$

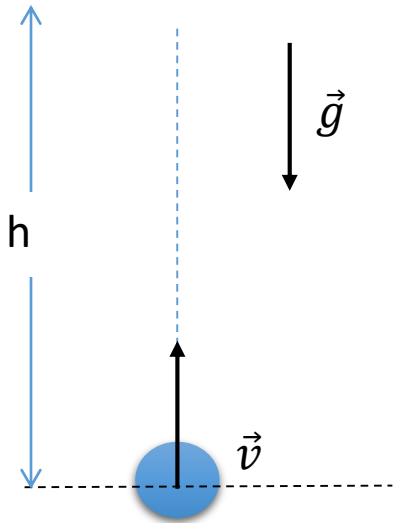
$$v_f = -g t$$

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

$$v_f^2 = -2 g(\Delta y)$$

$$\Delta y = \left(\frac{v_f}{2}\right)(t)$$

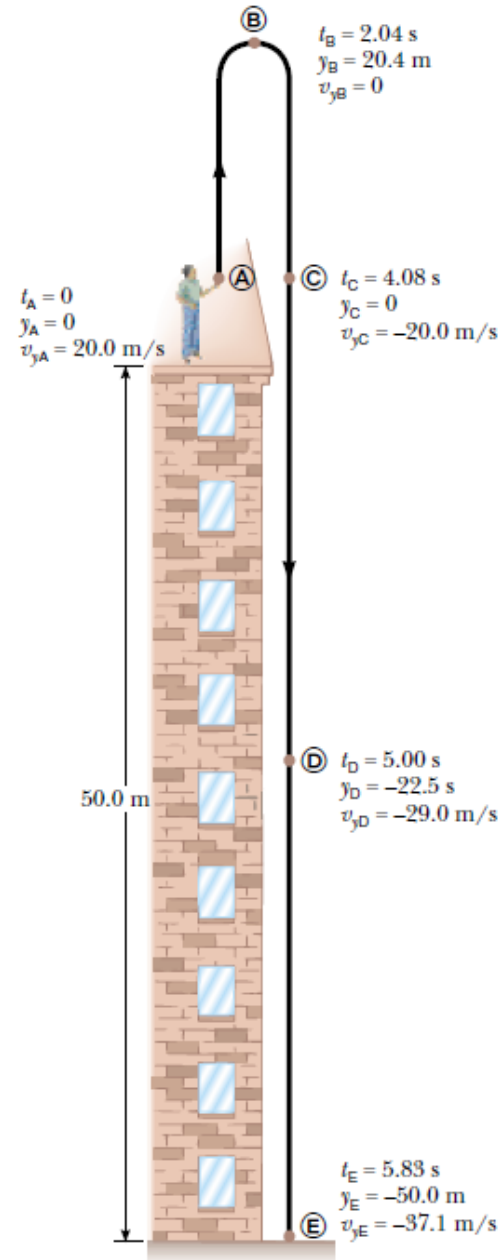
رکلت کره رأسياً لأعلى بسرعة ابتدائية قدرها  $26.4\text{m/s}$  احسب اعلى مسافة تصلها الكرة والزمن اللازم لعودتها للأرض مرة اخرى





### ÖRNEK 2.12 Bir acemi için, iyi bir atış!

Bir binanın tepesinden yukarı doğru düşey olarak 20 m/s ilk hızla bir taş atılmıştır. Taş düşerken yüksekliği 50 m olan binanın çatısını Şekil 2.14'te gösterildiği gibi sıyrarak geçer. Taşın atıldığı A noktasında  $t_A = 0$  seçerek, (a) taşın maksimum yüksekliğe ulaştığı zamanı, (b) Maksimum yüksekliği, (c) Taşın atıldığı noktaya geri dönüş zamanını, (d) taşın bu andaki hızını ve (e)  $t = 5$  s'deki taşın hızını ve konumunu bulunuz.



قُذِفَ حجر من قمة مبنى بسرعة ابتدائية 20.0 m/s في خط مستقيم إلى أعلى. وكان ارتفاع المبنى 50.0 m. وقد اخطأ الحجر حافة سطح المبنى وهو في طريقه للهبوط، كما هو موضح في الشكل 2.14. وباستخدام  $t_A = 0$  هو الزمن الذي يترك الحجر يد القاذف عند الموقع A، عين (a) الزمن الذي يعود فيه الحجر إلى الارتفاع الذي قذف منه. (b) أقصى ارتفاع. (c) الزمن الذي يعود فيه الحجر إلى الارتفاع الذي قذف منه. (d) سرعة الحجر عند هذه اللحظة. (e) سرعة وموضع الحجر عند  $t = 5.0$  s.

a زمن الوصول لأعلى نقطه

$$20.0 \text{ m/s} + (-9.80 \text{ m/s}^2)t = 0$$

$$t = t_B = \frac{20.0 \text{ m/s}}{9.80 \text{ m/s}^2} = 2.04 \text{ s}$$

b أعلى ارتفاع يصل اليه الجسم

$$y_{\max} = y_B = v_{yA} t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$y_B = (20.0 \text{ m/s})(2.04 \text{ s}) + \frac{1}{2}(-9.80 \text{ m/s}^2)(2.04 \text{ s})^2$$

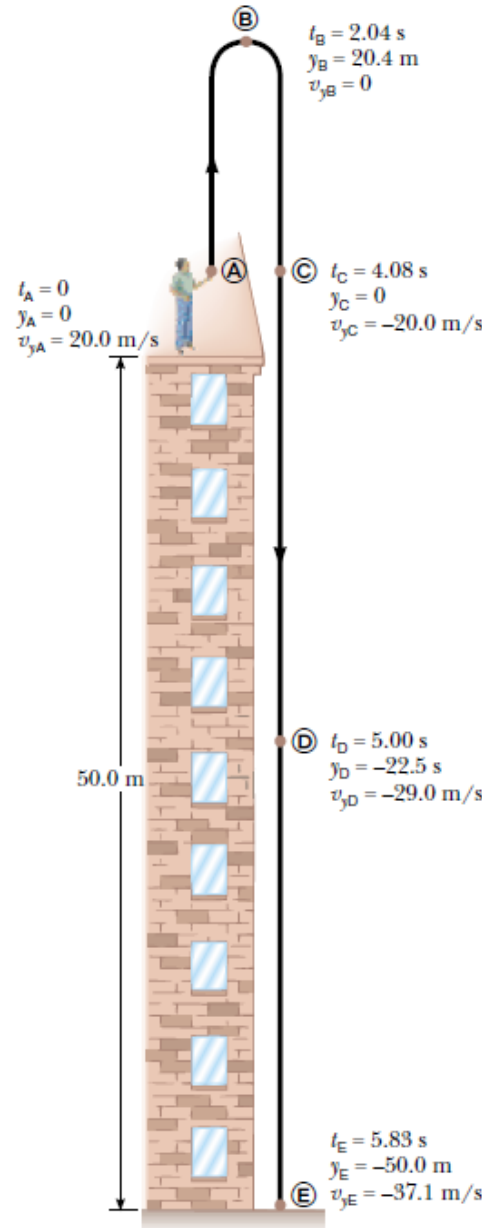
$$= 20.4 \text{ m}$$

c زمن اللزم لعودة الجسم للنقطة التي انطلق منها

$$y_C - y_A = v_{yA} t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$0 = 20.0t - 4.90t^2$$

$$t = 4.08 \text{ s}$$



d سرعته عند مروره بالنقطة c

$$v_{yC} = v_{yA} + a_y t = 20.0 \text{ m/s} + (-9.80 \text{ m/s}^2)(4.08 \text{ s})$$

$$= -20.0 \text{ m/s}$$

e سرعته وموضع عند مروره بالنقطة (t=5) D

$$v_{yD} = v_{yB} + a_y t = 0 \text{ m/s} + (-9.80 \text{ m/s}^2)(5.00 \text{ s} - 2.04 \text{ s})$$

$$= -29.0 \text{ m/s}$$

$$y_D = y_C + v_{yC} t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$= 0 \text{ m} + (-20.0 \text{ m/s})(5.00 \text{ s} - 4.08 \text{ s})$$

$$+ \frac{1}{2}(-9.80 \text{ m/s}^2)(5.00 \text{ s} - 4.08 \text{ s})^2$$

$$= -22.5 \text{ m}$$



# مسائل من الكتاب

41

41. Bir golf topu, yüksek bir binanın tepesinden bırakılıyor. (a) Konumunu, b) hızını, top bırakıldıktan 1 s, 2 s ve 3 s sonrası için bulunuz.

تتطلق كره من السكون لتسقط من  
على قمة مبنى عالي جداً احسب (a)  
الموضع و (b) سرعة الكره بعد 1.0 s ، 2.0 s ، 3.0 s

$$y - y_i = v_i t + \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow y = -\frac{1}{2} g t^2 = -\frac{1}{2} (9.80 \text{ m/s}^2) t^2$$

and  $v = v_i + a t \Rightarrow v = -g t = -(9.80 \text{ m/s}^2) t$

(a) at  $t = 1.00 \text{ s}$ :  $y = -\frac{1}{2} (9.80 \text{ m/s}^2) (1.00 \text{ s})^2 = \boxed{-4.90 \text{ m}}$

at  $t = 2.00 \text{ s}$ :  $y = -\frac{1}{2} (9.80 \text{ m/s}^2) (2.00 \text{ s})^2 = \boxed{-19.6 \text{ m}}$

at  $t = 3.00 \text{ s}$ :  $y = -\frac{1}{2} (9.80 \text{ m/s}^2) (3.00 \text{ s})^2 = \boxed{-44.1 \text{ m}}$

(b) at  $t = 1.00 \text{ s}$ :  $v = -(9.80 \text{ m/s}^2) (1.00 \text{ s}) = \boxed{-9.80 \text{ m/s}}$

at  $t = 2.00 \text{ s}$ :  $v = -(9.80 \text{ m/s}^2) (2.00 \text{ s}) = \boxed{-19.6 \text{ m/s}}$

at  $t = 3.00 \text{ s}$ :  $v = -(9.80 \text{ m/s}^2) (3.00 \text{ s}) = \boxed{-29.4 \text{ m/s}}$

43

43. Bir öğrenci, 4,0 m yukarıda bulunan bir penceredeki kız kardeşine düşey olarak yukarı doğru bir anahtar takımı fırlatır. Kız kardeş anahtarları 1,5 s sonra tutmuştur. (a) Anahtarlar hangi ilk hız ile fırlatılmıştır? (b) Anahtarların yakalanmadan hemen öncesi hızı nedir?

[ يقذف شخص مجموعة مفاتيح عمودياً لأعلى ليلتقطها صديقه الواقف في شباك على بعد 4 m . فإذا التقطها صديقه بعد 1.5 s (a) بأي سرعة قُذفت مجموعة المفاتيح لأعلى (b) ما هي سرعتها قبل الإمساك بها مباشرة.

$$(a) \quad y = v_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$4.00 = (1.50)v_i - (4.90)(1.50)^2 \text{ and } \boxed{v_i = 10.0 \text{ m/s upward}}$$

$$(b) \quad v = v_i + at = 10.0 - (9.80)(1.50) = -4.68 \text{ m/s}$$

$$v = \boxed{4.68 \text{ m/s downward}}$$

44

44. Bir top, 30 m yükseklikten 8 m/s 'lik bir ilk hız ile aşağıya doğru fırlatılmaktadır. Top yere ne zaman çarpar?

20 - تقذف كره مباشرة لاسفل بسرعة  
ابتدائية 8.0 m/s من مبنى ارتفاعه 30.0 m  
كم ثانية تستغرقها الكرة حتى ترتطم  
بالأرض؟

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_i t + y_i$$

$$0 = -(4.90 \text{ m/s}^2)t^2 - (8.00 \text{ m/s})t + 30.0 \text{ m}$$

Solving for  $t$ ,  $t = \frac{8.00 \pm \sqrt{64.0 + 588}}{-9.80}$

Using only the positive value for  $t$ , we find  $t = \boxed{1.79 \text{ s}}$

46

46. Bir top  $h$  yüksekliğinden durgun halden düşmeye bırakıldığı anda, yukarı doğru başka bir top düşey olarak atılmıştır. İki topun  $h/2$  yüksekliğinde karşılaşabilmeleri için, ikinci topun ilk hızı ne olmalıdır?

$$y_1 = h - \frac{1}{2} gt^2.$$

$$y_2 = v_i t - \frac{1}{2} gt^2.$$

$$y_1 = h/2$$

$$h/2 = h - \frac{1}{2} gt^2, \quad t = \sqrt{h/g}$$

$$h/2 = v_i \sqrt{h/g} - \frac{1}{2} g(h/g).$$

$$\boxed{v_i = \sqrt{gh}}.$$

اسقطت كرة من الوضع الساكن من على ارتفاع  $h$  من الارض. وفي نفس اللحظة قذفت كرة اخرى من الارض رأسياً لاعلى. عين سرعة الكرة الثانية إذا تقابلت الكرتان على مسافة  $h/2$  من مستوى الارض.



47

**47.** Bir beyzbol topuna beyzbol sopasıyla yukarı yol alacak şekilde vurulmaktadır. Bir seyirci topun maksimum yüksekliğine ulaşması için 3 s gerektiğini gözler. (a) Topun ilk hızını ve (b) Maksimum çıkış yüksekliği bulunuz. Hava direncini ihmal ediniz.

**47.** A baseball is hit so that it travels straight upward after being struck by the bat. A fan observes that it takes 3.00 s for the ball to reach its maximum height. Find (a) its initial velocity and (b) the maximum height it reaches.

تُضرب كرة البيسبول بحيث تنتقل بشكل مستقيم إلى أعلى بعد أن ضربها الخفاش .  
لاحظ أحد المعجبين أن الكرة تستغرق 3.00 ثوان حتى تصل إلى أقصى ارتفاع لها .  
أوجد (أ) سرعته الابتدائية و (ب) أقصى ارتفاع

$$(a) \quad v = v_i - gt \quad (\text{Eq. 2.8})$$

$$v = 0 \text{ when } t = 3.00 \text{ s, } g = 9.80 \text{ m/s}^2,$$

$$\therefore v_i = gt = (9.80 \text{ m/s}^2)(3.00 \text{ s}) = \boxed{29.4 \text{ m/s}}$$

$$(b) \quad y = \frac{1}{2} (v + v_i) t = \frac{1}{2} (29.4 \text{ m/s})(3.00 \text{ s}) = \boxed{44.1 \text{ m}}$$

50

50. Düşey olarak yukarı doğru fırlatılan bir top, fırlatan tarafından 20 s sonra yakalanmaktadır. (a) Topun ilk hızını ve (b) ulaştığı maksimum yüksekliği bulunuz.

50. A ball thrown vertically upward is caught by the thrower after 20.0 s. Find (a) the initial velocity of the ball and (b) the maximum height it reaches.

يمسك الرامي الكرة بعد رميها عمودياً لأعلى بعد 20.0 ثانية .  
أوجد أ (السرعة الابتدائية للكرة ، ب (أقصى ارتفاع تصل إليه

Time to top = 10.0 s.  $v = v_i - gt$

(a) At the top,  $v = 0$ . Then,  $t = \frac{v_i}{g} = 10.0 \text{ s}$   $v_i = \boxed{98.0 \text{ m/s}}$

(b)  $h = v_i t - \frac{1}{2} gt^2$

At  $t = 10.0 \text{ s}$ ,  $h = (98.0)(10.0) - \frac{1}{2} (9.80)(10.0)^2 = \boxed{490 \text{ m}}$

51

51. Bir top 15 m/s lik bir ilk hızla yerden yukarı doğru düşey olarak fırlatılmaktadır. (a) Topun maksimum yüksekliğine ulaşması için geçen zaman nedir? (b) Maksimum yükseklik nedir? (c) Topun  $t = 2$  s deki hızını ve ivmesini hesaplayınız.

$$v_i = 15.0 \text{ m/s}$$

$$(a) \quad v = v_i - gt = 0$$

$$t = \frac{v_i}{g} = \frac{15.0 \text{ m/s}}{9.80 \text{ m/s}^2} = \boxed{1.53 \text{ s}}$$

$$(b) \quad h = v_i t - \frac{1}{2} g t^2 = \frac{v_i^2}{2g} = \frac{225}{19.6} \text{ m} = \boxed{11.5 \text{ m}}$$

$$(c) \quad \text{At } t = 2.00 \text{ s}$$

$$v = v_i - gt = 15.0 - 19.6 = \boxed{-4.60 \text{ m/s}}$$

$$a = -g = \boxed{-9.80 \text{ m/s}^2}$$

- تقذف كرة رأسياً لأعلى من على الأرض  
بسرعة ابتدائية 15.0 m/s

(a) كم تستغرق الكرة لتصل إلى أقصى ارتفاع؟ ما هو أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة  
(c) عين سرعة وتسارع الكرة بعد 2.0 s.

52

52. Bir helikopterin yerden yüksekliği  $h = 3.00t^3$  denklemi ile verilmektedir; burada  $h$  metre,  $t$  saniye cinsindendir. Halandıktan 2 s sonra helikopterden bir posta çantası bırakılıyor. Çantanın yere ulaşma süresini bulunuz.

$$y = 3.00t^3$$

$$\text{At } t = 2.00 \text{ s, } y = 3.00(2.00)^3 = 24.0 \text{ m, and } v_y = \frac{dy}{dt} = 9.00t^2 = 36.0 \text{ m/s } \uparrow$$

$$y_b = y_{bi} + v_i t - \frac{1}{2} g t^2 = 24.0 + 36.0t - \frac{1}{2} (9.80) t^2$$

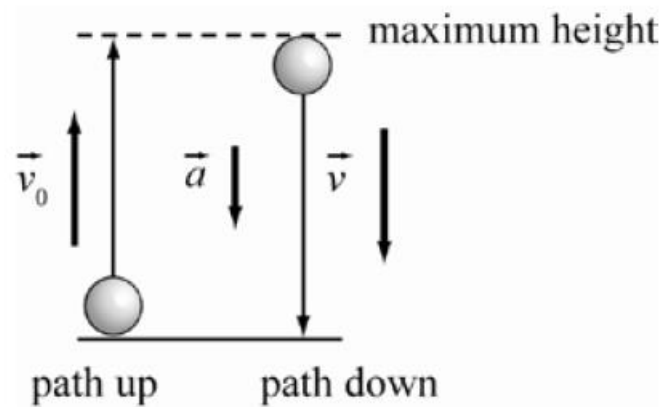
$$y_b = 0, \quad 0 = 24.0 + 36.0t - 4.90t^2$$

$$t = 7.96 \text{ s}$$

# مسائل اضافية محلولة باللغة العربية

ركلت كرة رأسياً لأعلى بسرعة ابتدائية قدرها  $26.4 \text{ m/s}$  فما المدة الزمنية التي تستغرقها الكرة قبل اصطدامها بالأرض ؟

$v_0 = 26.4 \text{ m/s}$  and  $a = -g = -9.81 \text{ m/s}^2$ . I want to find  $t_{\text{total}}$   
 $v = -26.4 \text{ m/s}$ , or  $v = -v_0$ .



$$v = v_0 + at$$

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{-v_0 - v_0}{-g} = \frac{2v_0}{g}$$

$$t = \frac{2(26.4 \text{ m/s})}{9.81 \text{ m/s}^2} = 5.38226 \text{ s}$$

قذف حجر لأعلى من مستوى الأرض بسرعة ابتدائية قدرها  $10.0\text{ m/s}$

(a) ما السرعة المتجهة للحجر بعد مرور  $0.50\text{ s}$

(b) كم يبلغ ارتفاع الحجر فوق مستوى الأرض بعد مرور  $0.50\text{ s}$

$$(a) v = v_0 - gt$$

$$(b) h = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$(a) v = 10.0\text{ m/s} - (9.81\text{ m/s}^2)(0.50\text{ s})$$

$$= 10.0\text{ m/s} - 4.905\text{ m/s}$$

$$= 5.095\text{ m/s}$$

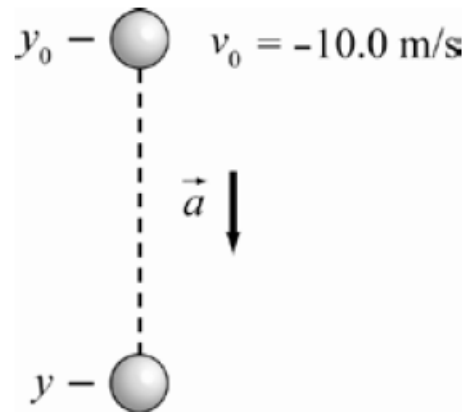
$$(b) h = (10.0\text{ m/s})(0.50\text{ s}) - \frac{1}{2}(9.81\text{ m/s}^2)(0.50\text{ s})^2$$

$$= 5.0\text{ m} - 1.226\text{ m}$$

$$= 3.774\text{ m}$$

أسقط حجر لأسفل بسرعة متجهة ابتدائية قدرها  $10.0\text{ m/s}$  وكانت عجلة الحجر ثابتة وتساوي قيمتها عجلة السقوط الحر  $9.81\text{ m/s}^2$ . فما السرعة المتجهة للحجر بعد مرور  $0.500\text{ s}$ ؟

$v_0 = -10.0\text{ m/s}$ , and  $a = -g = -9.81\text{ m/s}^2$ . I want to find  $v$  at  $t = 0.500\text{ s}$ .



$$v = v_0 + at$$

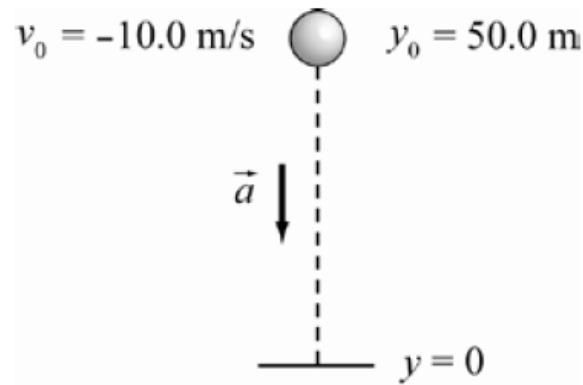
$$v = v_0 - gt$$

$$v = -10.0\text{ m/s} - (9.81\text{ m/s}^2)(0.500\text{ s}) = -10.0\text{ m/s} - 4.905\text{ m/s} = -14.905\text{ m/s}$$



ركلت كرة رأسياً لأعلى بسرعة ابتدائية قدرها  $26.4 \text{ m/s}$  فما المدة الزمنية التي تستغرقها الكرة قبل اصطدامها بالأرض؟

4



$$\Delta y = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\frac{1}{2} a t^2 + v_0 t - \Delta y = 0$$

$$t = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 4\left(\frac{1}{2}a\right)(-\Delta y)}}{2\left(\frac{1}{2}a\right)} = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2g\Delta y}}{-g}$$

$$t = \frac{-(-10.0 \text{ m/s}) \pm \sqrt{(-10.0 \text{ m/s})^2 - 2(9.81 \text{ m/s}^2)(-50.0 \text{ m})}}{-9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$= -4.3709 \text{ s}, 2.3322 \text{ s}$$

قذف جسم رأسياً لأعلى وكانت سرعته  $20.0 \text{ m/s}$  عندما بلغ ثلثي أقصى ارتفاع له فوق نقطة إطلاقه . حدد أقصى ارتفاع يصل إليه .

$$v^2 = v_0^2 + 2a(y - y_0)$$

$$v^2 = v_0^2 - 2g\left(h_{\max} - \frac{2}{3}h_{\max}\right) \Rightarrow v^2 - v_0^2 = -2g\left(\frac{1}{3}h_{\max}\right) \Rightarrow h_{\max} = -\frac{3(v^2 - v_0^2)}{2g} \Rightarrow h_{\max} = \frac{3v_0^2}{2g}$$

$$h_{\max} = \frac{3(20.0 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s}^2)} = 61.16 \text{ m}$$