الحركة في بعدين

6-1 حركة المقذوفات Projectile Motion

مسائل تدريبية (صفحة 40)

١- قُذف حجر أفقيّاً بسرعة 5.0 m/s من فوق سحط بناية ارتفاعها 78.4 m .
a. كم يستغرق هذا الحجر للوصول إلى أسفل البناية ؟
b. على أي بعد من قاعدة البناية يرتطم الحجر بالأرض ؟
c. ما مقدار المركبتين الرأسية والأفقية لسرعة الحجر قُبيل اصطدامه بالأرض ؟

(v_y = السرعة الرأسية الابتدائية ، y = 78.4 m ، t = الزمن الازم لكي يرتطم الحجر بالأرض ، g = $9.80 m/s^2$ ، x = البعد الأفقي بين قاعدة البناية وموضع ارتطام الحجر بالأرض ، v_x = السرعة الأفقية الابتدائية)

a.

بما أن $v_y = 0, \quad y - v_y t = \frac{1}{2} g t^2$

فإن $y = -\frac{1}{2} g t^2$

$$t = \sqrt{-\frac{2y}{g}}$$

$$= \sqrt{\frac{-(2)(78.4m)}{9.80 m/s^2}}$$

$$= 4.00 s$$

b.

$$x = v_x t$$

$$= (5.0 m/s)(4.00 s)$$

$$= 2.0 \times 10^1 m$$

c.

$v_x = 5.0 m/s$ ، وهي مساوية للسرعة الأفقية الأولى لأن تسارع الجاذبية الأرضية تؤثر فقط على الحركة الرأسية.

وللمركبة الرأسية يستخدم $v = v_i + gt$ فعندما تكون $v = v_y$ و v_i هي السرعة الابتدائية وتساوي صفراً.

فعندما تكون $t = 4.00 s$

$$v_y = gt$$

$$= (9.80 m/s^2)(4.00 s)$$

$$= 39.2 m/s$$

٢- يشترك عمر وصديقه في إعداد نموذج لمصنع ينتج زرافات خشبية. وعند نهاية خط الإنتاج تنطلق الزرافات أفقيّاً من حافة حزام ناقل وتسقط داخل صندوق في الأسفل. فإذا كان الصندوق يقع أسفل الحزام بـ 0.6 m وعلى بعد أفقي مقداره 0.4 m منه، فما مقدار السرعة الأفقية للزرافات عندما تترك الحزام الناقل ؟

(v_x = السرعة الأفقية عندما تترك الحزام الناقل ، t = الزمن اللازم لكي تقطع الزرافات المسافة الرأسية y = 0.6 m ، g = $9.80 m/s^2$)

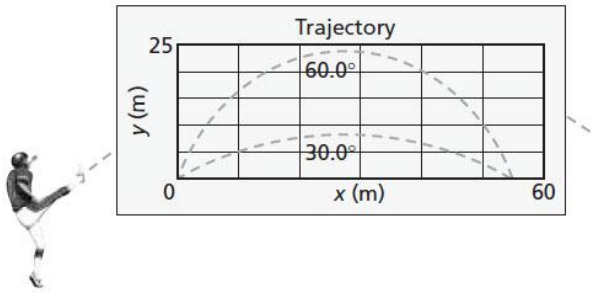
$$x = v_x t = v_x \sqrt{\frac{-2y}{g}}$$

$$so \quad v_x = \frac{x}{\sqrt{\frac{-2y}{g}}}$$

$$= \frac{0.4m}{\sqrt{\frac{-(-2)(-0.6m)}{9.80m/s^2}}}$$

$$= 1m/s$$

مسائل تدريبية (صفحة 42)



٣- قذف لاعبٌ كرةً من مستوى الأرض بسرعة ابتدائية 27.0 m/s وفي اتجاه يميل على الأفقي بزاوية مقدارها 30.0° كما في **الشكل 4-6** . جد كلاً من الكميات التالية، علماً أن مقاومة الهواء مهملة.

a. زمن التحليق للكرة.

b. أقصى ارتفاع تصله الكرة.

c. المدى الأفقي لكرة.

(y = الارتفاع الذي تصل إليه الكرة ، $v_y = v_x = v_i$ = 27.0 m/s ، t = زمن التحليق ، g = $9.80m/s^2$ ، $\theta = 30.0^\circ$ ، x = المدى الأفقي)

a.

عندما تسقط الكرة على الأرض

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

يؤدي إلى أن

$$t^2 = \frac{2v_y t}{g}$$

$$t = \frac{2v_y}{g}$$

$$= \frac{2v_i \sin\theta}{g}$$

$$= \frac{(2)(27.0m/s)(\sin 30.0^\circ)}{9.80m/s^2}$$

$$= 2.76s$$

b.

أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة تستغرق نصف زمن التحليق، أو 1.38 s . هذا يؤدي إلى أن:

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

$$= v_i \sin\theta \; t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$= (27.0m/s)(\sin 30.0^\circ)(1.38s) - \frac{1}{2}(+9.80m/s^2)(1.38s)^2$$

$$= 9.30m$$

c.

$$v_x = v_i \cos\theta$$
$$x = v_x t = (v_i \cos\theta)(t) = (27.0m/s)(\cos 30.0^\circ)(2.76s) = 64.5m$$

٤- في السؤال 3 ، إذا قذف اللاعب الكرة بالسرعة نفسها ولكن في اتجاه يميل بزاوية 60.0° بالنسبة للأفقي، فما زمن تحليق الكرة ؟ وما المدى الأفقي ؟ وما أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة ؟

(t= زمن تحليق الكرة ، v_i = السرعة الابتدائية لانطلاق الكرة = 27.0 m/s ، $\theta = 60.0^\circ$ ، g = $9.80m/s^2$ ، x = المدى الأفقي ، y = أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة)

بنفس طريقة حل السؤال رقم 3، فإن زمن تحليق الكرة يعطى بالعلاقة التالية:

$$t = \frac{2v_i \sin\theta}{g}$$
$$= \frac{(2)(27.0m/s)(\sin 60.0^\circ)}{9.80m/s^2}$$
$$= 4.77s$$

المدى الأفقي:

$$x = v_i \cos\theta\ t$$
$$= (27.0m/s)(\cos 60.0^\circ)(4.77s)$$
$$= 64.4m$$

أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة:

$$at \quad t = \frac{1}{2}(4.77s) = 2.38s$$
$$y = v_i \sin\theta\ t - \frac{1}{2}gt^2$$
$$= (27.0m/s)(\sin 60.0^\circ)(2.38s) - \frac{1}{2}(+9.80m/s^2)(2.38s)^2$$
$$= 27.9m$$

٥- تُقذف كرة من أعلى بناية ارتفاعها 50.0 m بسرعة ابتدائية 7.0 m/s وفي اتجاه يصنع زاوية 53.0° على الأفقي. جد مقدار واتجاه سرعة الكرة لحظة اصطدامها بالأرض.

(v_x = السرعة الأفقية ، v_y = السرعة الرأسية ، v_i = 7.0 m/s ، $\theta_i = 53.0^\circ$ ، g = $9.80m/s^2$ ، t = زمن تحليق الكرة ، y = 50.0 m ، θ = اتجاه سرعة الكرة لحظة اصطدامها بالأرض)

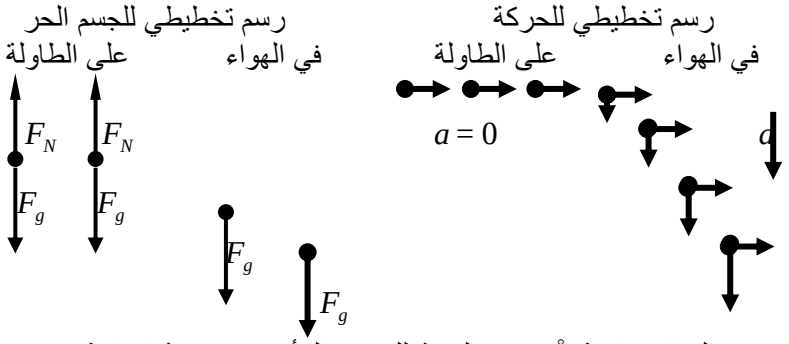
$$v_x = v_i \cos\theta_i$$
$$v_y = v_i \sin\theta_i + gt$$
$$= v_i \sin\theta_i + g\sqrt{\frac{2y}{g}}$$
$$= v_i \sin\theta + \sqrt{2yg}$$
$$v = \sqrt{v_x^{\ 2} + v_y^{\ 2}}$$
$$= \sqrt{(v_i \cos\theta_i)^2 + \left(v_i \sin\theta_i + \sqrt{2yg}\right)^2}$$
$$= \sqrt{\left((7.0m/s)\cos 53.0^\circ\right)^2 + \left((7.0m/s)(\sin 53.0^\circ) + \sqrt{(2)(50.0m)(9.80m/s^2)}\right)^2}$$
$$= 37m/s$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v_y}{v_x}\right)$$
$$= \tan^{-1}\left(\frac{v_i \sin\theta_i + \sqrt{2yg}}{v_i \cos\theta_i}\right)$$
$$= \tan^{-1}\left(\frac{(7.0m/s)(\sin 53.0^\circ) + \sqrt{(2)(50.0m)(9.80m/s^2)}}{(7.0m/s)(\cos 53.0^\circ)}\right)$$
$$= 83^\circ \quad \textit{from horizontal}$$

37 m/s مقدار سرعة الكرة لحظة ارتطامها بالأرض باتجاه يميل على الأفقي بزاوية 83°.
(في نتيجة السؤال في دليل المعلم النسخة العربية وضع أن السرعة تساوي 5.37 m/s وهذا غير موافق للنسخة الإنجليزية وكذلك لخطوات الحل الموضحة)

6-1 مراجعة (صفحة 42)

٦- **رسم تخطيطي للجسم الحر** ينزلق مكعب من الجليد على سطح طاولة دون احتكاك وبسرعة ثابتة، إلى أن يغادر حافة الطاولة ساقطاً في اتجاه الأرض. ارسم مخطط الجسم الحر للمكعب، وكذلك مخطط حركة الجسم عند نقطتين على سطح الطاولة ونقطتين في الهواء.



٧- **حركة المقذوف** تُقذف كرة في الهواء بزاوية 50.0° بالنسبة للمحور الرأسي وبسرعة ابتدائية 11.0 m/s احسب أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة.
(v_f = السرعة عند أقصى ارتفاع = 0 ، v_{iy} = 11.0 m/s ، $a = g = 9.80m/s^2$ ، d_i = أدنى مسافة رأسية الابتدائية ، d_f = أقصى مسافة رأسية نهائية ، $\theta = 50.0^\circ$)

$$v_f{}^2 = v_{iy}{}^2 + 2a(d_f - d_i); \quad a = -g,\ d_i = 0$$

عند أقصى ارتفاع للكرة في الهواء $v_f = 0$ ، يؤدي إلى أن:

$$d_f = \frac{v_{iy}{}^2}{2g}$$
$$= \frac{(v_i \cos\theta)^2}{2g}$$
$$= \frac{((11.0m/s)(\cos 50.0^\circ))^2}{(2)(9.80m/s^2)}$$
$$= 2.55m$$

٨- **حركة المقذوفات** قذفت كرة تنس من نافذة ترتفع 28 m فوق سطح الأرض بسرعة ابتدائية 15.0 m/s ، وبزاوية 20.0° تحت الأفق. ما المسافة التي تتحركها الكرة أفقياً قبيل ارتطامها بالأرض؟

(x = المسافة التي تتحركها الكرة أفقياً قبيل ارتطامها بالأرض ، v_{0x} = مركبة السرعة الأفقية الابتدائية ، t = زمن تحليق الكرة ، v_{yf} = مركبة السرعة الرأسية النهائية ، v_{yf} = مركبة السرعة الرأسية الابتدائية ، $g = 9.80 m/s^2$ ، $y = 28$ m ، $v_i = 15.0$ m/s ، $\theta = 20.0^\circ$)

$$x = v_{0x}t$$

لكن نحتاج إلى إيجاد قيمة t.
أولاً نوجد قيمة v_{yf}:

$$v_{yf}{}^2 = v_{yi}{}^2 + 2gy$$
$$v_{yf} = \sqrt{v_{yi}{}^2 + 2gy}$$
$$= \sqrt{(v_i \sin\theta)^2 + 2gy}$$
$$= \sqrt{\left((15.0 m/s)(\sin 20.0^\circ)\right)^2 + (2)(9.80 m/s^2)(28 m)}$$
$$= 24.0 m/s$$

الآن يمكن استخدام $v_{yf} = v_{yi} + gt$ لإيجاد t.

$$t = \frac{v_{yf} - v_{yi}}{g}$$
$$= \frac{v_{yf} - v_i \sin\theta}{g}$$
$$= \frac{2.40 m/s - (15.0 m/s)(\sin 20.0^\circ)}{9.80 m/s^2}$$
$$= 1.92 s$$
$$x = v_{xi}t$$
$$= (v_i \cos\theta)(t)$$
$$= (15.0 m/s)(\cos 20.0^\circ)(1.92 s)$$
$$= 27.1 m$$

٩- **التفكير الناقد** افترض أن جسماً قُذف بالسرعة نفسها وفي الاتجاه نفسه على الأرض والقمر. فإذا عرف أن مقدار تسارع الجاذبية الأرضية على القمر (g) يساوي $\frac{1}{6}$ قيمته على الأرض، فوضح كيف تتغير الكميات التالية؟

a. v_x b. زمن تحليق الجسم. c. y_{max} d. R

a. لن تتغير.

b . تكون أكبر على القمر $t = \frac{-2v_y}{g}$.

c. تكون أكبر على القمر (إذا قُذف الجسم بزاويةٍ على الأفقي).

d. تكون أكبر على القمر.