

القوى في بعدين

Forces in Two Dimensions

الفصل 5

ما الذي ستتعلمه في هذا الفصل؟

- تمثيل الكميات المتجهة بالرسم التخطيطي والتحليل المتعامد.
- استعمال قوانين نيوتن في تحليل الحركة في وجود الاحتكاك.
- استعمال قوانين نيوتن وما تعلمته عن المتجهات في تحليل الحركة في بعدين.

الأهمية

معظم الأجسام تتأثر بقوى تعمل في أكثر من اتجاه. فعلى سبيل المثال، عندما تُسحب سيارة بشاحنة السحب فإنها تتأثر بقوى عديدة إلى أعلى وإلى الأمام، بالإضافة إلى قوة الجاذبية التي تؤثر فيها إلى أسفل. تسلق الصخور كيف يحمي متسلقو الصخور أنفسهم من السقوط؟ يركز المتسلق على أكثر من نقطة داعمة، كما أن هناك قوى متعددة تؤثر فيه في اتجاهات متعددة.

فكر

قد يصل متسلق الصخور إلى صخرة يُجره ميلها أن يتعلق بها بحيث يكون ظهره مقابلًا للأرض. فكيف يمكنه استعمال أدواته لتطبيق قوانين الفيزياء للتغلب على هذه العقبة وتجاوز الصخرة؟

5-1 المتجهات

مسائل تدريبية:

$$R = \sqrt{A^2 + B^2} = 141 \text{ Km} \quad ١.$$

$$R = \sqrt{A^2 + B^2} = 10 \text{ Km} \quad ٢.$$

مسائل تدريبية:

$$R = \sqrt{A^2 + B^2} = 0.87 \text{ Km} \quad ٣.$$

في اتجاه يصنع زاوية $\theta = 77^\circ$ غرب الشمال.

٤. القوة المحصلة تساوي 0.8 N في اتجاه الأعلى.

$$B = \sqrt{R^2 - A^2} = 6 \text{ Km} \quad ٥.$$

٦. 4.44 N في اتجاه الأعلى.

٧. لا، يمكن أن يكون المتجه أقصر من إحدى مركبتيه ولكن إذا انطبق المتجه

على المحور x أو المحور y فإن إحدى مركبتيه تساوي طوله

٨. تكون المركبة x موجبة عند الزوايا الأقل من 90° والأكبر من 270° وتكون

سالبة عند الزوايا الأكبر من 90° والأقل من 270°

5-1 مراجعة:

٩. ليس ضرورياً، فعلى سبيل المثال يمكنني المشي حول منطقة سكنية على شكل

مربع طول ضلعه 1 Km والعودة إلى النقطة نفسها التي بدأت منها فتكون

الإزاحة في هذه الحالة صفراً ولكن المسافة تساوي 4 Km.

$$١٠. (-4) = 10 \text{ إلى جهة اليمين.}$$



١١. $M_x = m \cos \Theta = 4$ في اتجاه اليمين.

$M_y = m \sin \Theta = 3$ في اتجاه الأعلى.

١٢. $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = 6.7$ في اتجاه يصنع زاوية 27° على الأفقي

١٣. عمليتا الجمع والضرب عمليتان إبداليتان أما عمليتا الطرح والقسمة فليستا كذلك.

١٤. لا، ولكن إذا كان هناك ثلاث إزاحات وشكلت المتجهات الممثلة لهذه الإزاحات مثلثاً مغلقاً عند رسمها بطريقة الرأس إلى الذيل أو إذا كان مجموع متجهي إزاحتين يساوي متجه الإزاحة الثالث في المقدار ويعاكسه في الاتجاه فإن محصلتها تساوي صفراً.



5-2 الاحتكاك

مسائل تدريبية:

$$\mu_k = \frac{F_f}{F_N} = 0.69 \quad ١٥.$$

$$F_f = \mu_s F_N = 74 \text{ N} \quad ١٦.$$

$$F_f = \mu_k F_N = 84 \text{ N} \quad ١٧.$$

$$F_f = \mu_k F_N = 0.6 \text{ N} \quad ١٨.$$

مسائل تدريبية

$$\mu_k = \frac{F_f}{F_N} = 0.128 \quad ١٩.$$

$$\mu_k = \frac{F_f}{F_N} = 0.15 \quad ٢٠.$$

$$d_f = \frac{V_f^2 - V_i^2}{2a} = 5.5 \text{ m} \quad ٢١.$$

$$d_f = \frac{V_f^2 - V_i^2}{2a} = 66 \text{ m} \quad ٢٢.$$

لذا فإنه يصطدم بالفرع قبل أن يتمكن من التوقف.

5-2 مراجعة:

٢٣. التشابه: يؤثر كل منهما في اتجاه يعاكس حركة الجسم وينتجان عن احتكاك

سطحين مع بعضهما البعض

الاختلاف: ينشأ الاحتكاك السكوني عندما لا يكون هناك حركة نسبية بين

سطحين أما الاحتكاك الحركي فينتج عندما يكون هناك حركة نسبية بينهما



ومعامل الاحتكاك السكوني بين سطحين أكبر من معامل الاحتكاك الحركي بين السطحين نفسيهما.

$$F_f = \mu_k F_N = 37 \text{ N.} \quad .24$$

$$V_i = \sqrt{-2adf} = 1.3 \text{ m/s.} \quad .25$$

$$F_f = \mu_s F_N = 170 \text{ N.} \quad .26$$

.27 إن الاحتكاك بين الخزانة وأرضية صندوق الشاحنة يجعل الخزانة تتسارع إلى الأمام وتنزلق الخزانة إلى الخلف إذا كانت القوة التي تتسبب في تسارعها

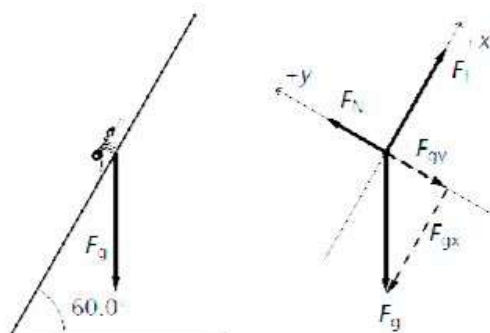
أكبر من $\mu_s mg$

$$\mu_k = 0.17, 0.16 \leq \mu_s < 0.2. \quad .28$$

موقع واجباتي



٢٩.



٣٠. $F_g = 4.2 \text{ N}$ موازية.

$F_g = 4.2 \text{ N}$ عمودية.

٣١. $\Theta = 23.6^\circ$

٣٢. $F_N = mg \cos \Theta = 345 \text{ N}$

٣٣. 63.4° بالنسبة للعمودي.

٣٤. $A = g (\sin \Theta - \mu \cos \Theta) = 3.8 \text{ m/s}^2$

٣٥. $A = g (\sin \Theta - \mu \cos \Theta) = 5.2 \text{ m/s}^2$

٣٦. $\mu_k = 0.75$



٣٧. توضح المتجهات المبينة في مخطط الجسم الحر أن تأثير قوة عمودية مهما كانت صغيرة على الحبل تؤدي إلى زيادة قوة الشد فيه إلى الحد الذي يمكن بواسطته التغلب على قوة الاحتكاك وحيث أن $T = \frac{F}{2 \sin \theta}$ فإن قيم صغيرة لـ θ تؤدي إلى زيادة كبيرة في قوة الشد.

$$٣٨. M = 1.31 \times 10^3 \text{ Kg}$$

$$٣٩. A = 3.2 \text{ m/s}^2$$

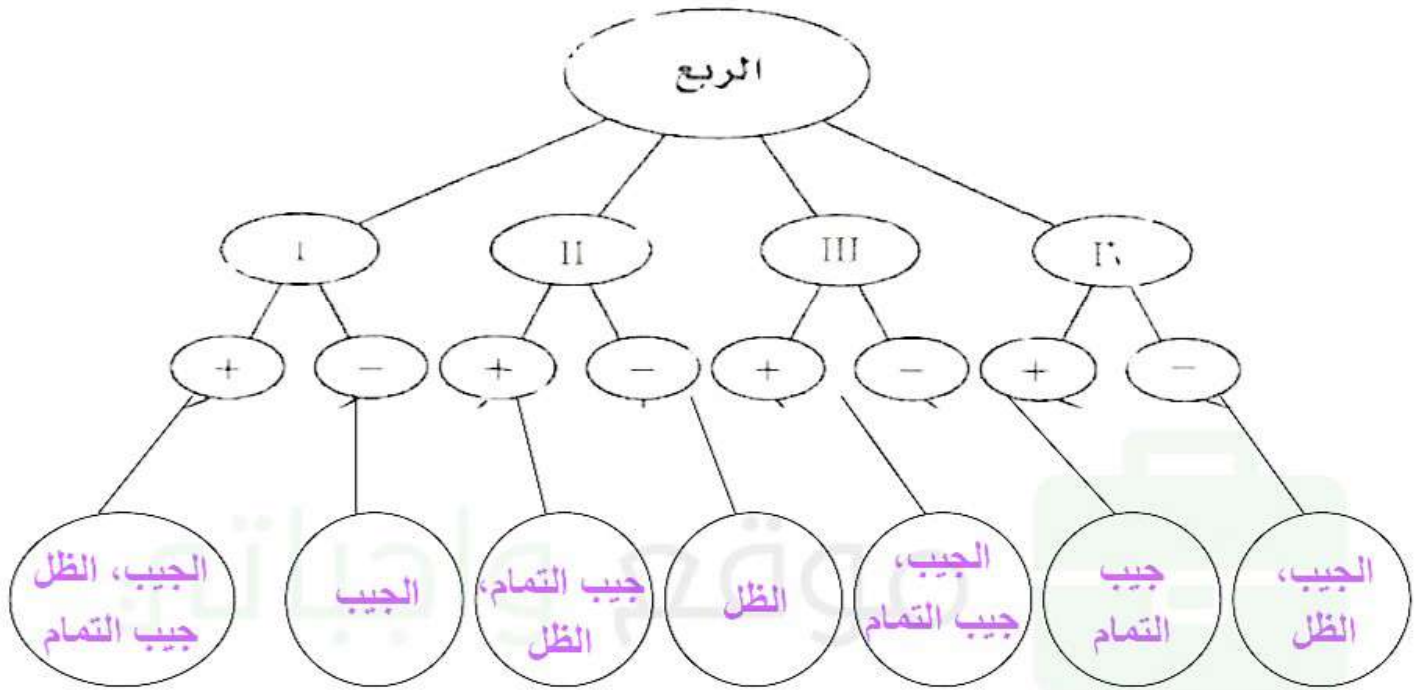
والاتجاه إلى أعلى السطح المائل.

$$٤٠. F_T = F_g (2 \sin \theta)$$

لذا فإن F_T تقل كلما زادت قيمة θ وفي الشكل b 5-15 تكون الزاوية θ هي الأكبر.

٤١. لا، لأن اتجاه قوة الاحتكاك في عكس اتجاه حركة المتزلج إضافة إلى أن مركبة قوة الوزن الموازية للتل تكون في اتجاه أسفل التل وليس إلى أعلاه.

٤٢.



إتقان المفاهيم:

٤٣. ارسم مستوعلا مقياس رسم مناسب سهمين يمثلان الكميتين المتجهتين، اجمع بطريقة الرأس مع الذيل ثم ارسم سهمًا من ذيل المتجه الأول إلى رأس المتجه الأخير ثم قس طول هذا السهم وحدد اتجاهه.
٤٤. يمكن تحريك المتجه دون تغيير طوله أو اتجاهه.
٤٥. المحصلة هي الجمع الاتجاه لمتجهين أو أكثر وهي تمثل الكمية الناتجة من إضافة المتجهات إلى بعضها البعض.
٤٦. لا تتأثر.
٤٧. اعكس اتجاه المتجه الثاني ثم اجمعهما.
٤٨. تقاس الزاوية باتجاه عكس عقارب الساعة من محور $+x$.

٤٩. قوة الاحتكاك أكبر من القوة العمودية يمكنك سحب جسم على سطح ما وقياس القوة التي تحتاج إليها لتحريكه بسرعة ثابتة ثم قياس وزن الجسم.
٥٠. لا يحدث أي اختلاف لأن قوة الاحتكاك لا تعتمد على مساحة السطح.
٥١. أحد المحاور رأسياً بحيث يكون المحور الموجب في اتجاه الأعلى أو في اتجاه الأسفل.
٥٢. يجب أن يكون المحوران متعامدان يرسم محور y بزاوية تميل عن الرأسي بمقدار 30° بحيث يكون عمودياً على محور x .
٥٣. القوة المحصلة المؤثرة في الكتاب تساوي صفراً.
٥٤. نعم، حسب القانون الأول لنيوتن يمكن ذلك ما دامت سرعة الجسم ثابتة وتسارعه يساوي صفراً.

٥٥.

- (a) اجعل المحور y عمودياً على السطح المائل، واجعل المحور x يشير في اتجاه أعلى السطح وموازياً له.
- (b) إحدى المركبتين موازية للسطح المائل والأخرى عمودية عليه.

تطبيق المفاهيم

$$20 \times \frac{15}{30} = 10 \text{ mm} \quad ٥٦.$$

٥٧. تردد المحصلة.

٥٨. المركبة المتجهة شمالاً y هي الأطول.



إتقان حل المسائل

5-1 المتجهات

٥٩. 20 Km شرقاً.

$$E_x = 3.5, E_y = 3.5 \quad (a)$$

$$F_x = -3.5, F_y = -3.5 \quad (b)$$

$$A_x = -3, A_y = 0 \quad (c)$$

٦٠. متروك للطلاب.

٦١. 40 m في اتجاه يصنع زاوية 45° شرق الجنوب.

٦٢. 79 N في اتجاه يصنع زاوية 54° على الأفقي.

موقع واجباتي

5-2 الاحتكاك

$$A = 1.2 \text{ m/s}^2 \quad .٦٣$$

.٦٤

$$F_f = 10 \text{ N} \quad (a)$$

$$\mu_k = 0.2 \quad (b)$$

٦٥. 74.4 N في اتجاه يصنع زاوية 253° بالنسبة للأفقي.

.٦٦

$$A = 4 \text{ m/s}^2 \quad (a)$$

$$F_T = F_g - F_a = 93 \text{ N} \quad (b)$$



مراجعة عامة

$$F_y = 283.6 \text{ N} \quad .٦٧$$

.٦٨

$$F = 166 \text{ N (a)}$$

$$H = 3.6 \text{ Km (b)}$$

.٦٩

$$F_g = 4.9 \times 10^2 \text{ N (a)}$$

$$F_f = 1.5 \times 10^2 \text{ N (b)}$$

$$F_f = 49 \text{ N (c)}$$

$$F = 2 \times 10^2 \text{ N (d)}$$

$$\Delta d = 24 \text{ m} \quad .٧٠$$

التفكير الناقد

$$49 \text{ m} \quad .٧١$$

.٧٢. كلام عبد الله هو الصحيح، سيصلان إلى أسفل المنزل في الوقت نفسه.

الكتابة في الفيزياء

.٧٣. متروك للطالب، تتضمن الإجابات زيوت التشحيم وإنقاص القوة العمودية

لتقليل قوة الاحتكاك.

.٧٤. متروك للطالب.



مراجعة تراكمية

٧٥.

90 g (a)

1.68 Km (b)

128.6 Kg (c)

47.9 s (d)

٧٦. 11.3 Km/h

أو 10 Km/h باستعمال رقم معنوي واحد.

اختبار مقتن

أسئلة اختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١. $1.58 \times 10^3 \text{ N}$ (C)

٢. شمال الشرق 4.0° , 859 km /h (C)

٣. $3.1 \times 10^2 \text{ N}$ (B)

٤. 80-. 0 N (B)

٥. 15 N (B)

٦. 27. 3 m (D)

الأسئلة الممتدة:

٧. $5.5 \times 10^2 \text{ m}$

٨. $1.8 \times 10^2 \text{ N}$

