دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الفيزياء

الجزء الثاني (الميكانيكا)
للسنة الثالثة
بمرحلة التعليم الثانوي
(القسم العلمي)

الاسبوع الثاني والعشرون

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

4.4 الأوتاد والبكرات (Pegs and Pulleys)

وهناك خاصية أخرى للخيط وهي أنه مرن يمكنه المرور حول وتد ثابت وعليه سيكون للخيط قسمان مستقيمان وقسم منحن عند نقطة التلامس مع الوتد كما هو موضح في الشكل (4-15).

الشكل (15.4)

والمناقشة السابقة للقوى في حالة الخطاف يمكن تطبيقها على كل جزء مستقيم من الخيط، وهذا يعني أن الشد في كل جزء مستقيم يؤثر على الجزء المنحنى حول الوتد.

ونقطة التلامس بين الخيط والوتد تكون خشنة عليه سيكون هناك احتكاك يؤثر على الخيط حول محيط الوتد، وبذلك يكون الشد في الجزئين المستقيمين مختلف، إلا أنه في حالة ما إذا كان التلامس بين الخيط والوتد أملساً فإن الشد في الجزئين المستقيمين متساو.

وهناك احتمال آخر وهو أن الخيط يمر حول بكرة التي بدورها تدور حول محور ثابت، فإذا كان السطح خشناً فسوف تدور البكرة مع الخيط (ويطبق هذا على السلاسل عندما تمر على عجلة الترس)، ولكي تدور البكرة يلزم أن تكون قيمة الشد في الجزئين المستقيمين مختلفة ولكن إذا كانت كتلة البكرة صغيرة وتدور حول محور أملس يكون الاختلاف بين الشدين صغيراً جداً، عليه يمكن إهماله في درجة التقريب الأولى.

الأوتاد الملساء والبكرات الخفيفة أمثلة أخرى لنماذج رياضية تستخدم في الرياضيات ولا توجد في الطبيعة، ولكن يمكن استخدامها في الحسابات بفقد قليل من الدقة.

عندما يمر خيط حول وتد أملس أو بكرة خفيفة بمحور أملس، يكون الشد في طرفي الخيط متساويا.

أمثلة على الأوتاد والبكرات

مثال 1.4.4

استخدمت سقالة أثناء اجراء تصليحات في عمارة، فمرر حبل على حافة عجلة مربوط في نهايتيه دلوان كتلة كل منهما ($2\ kg$)، ملىء أحد الدلوين بكتلة ($8.5\ kg$) من الأنقاض وترك لينزل للأرض، بأي عجلة ينزل الدلو؟

الحل:

يجب عمل نموذج تقريب في مثل هذه الحالات لنفرض في هذا المثال أن كتلة

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

كل من الحبل والعجلة مهملة وأن العجلة تدور حول محور أملس وأن الحبل متساو وبذلك تكون عجلة الدلو الفارغ إلى أعلى مساوية لعجلة الدلو المعبأ المتحرك إلى أسفل.

لنفرض أن الشد $(T N)$، وأن العجلة $(a \frac{m}{s^2})$، ويوضح الشكل (4-16) القوى المؤثرة على كل دلو أثناء الحركة، وزن الدلوين $(20\ N)$، و$(105\ N)$.

الشكل (16.4)

القوى المؤثرة على الدلو الفارغ

$$F(\uparrow) \qquad T - 20 = 2a$$

القوى المؤثرة على الدلو الممتلئ

$$F(\downarrow) \qquad 105 - T = 10.5a$$

بالجمع $\qquad (T - 20) + (105 - T) = 2a + 10.5a$

$$\therefore \quad 85 = 12.5a$$

$$\therefore \quad a = \frac{85}{12.5} = 6.8 \frac{m}{s^2}$$

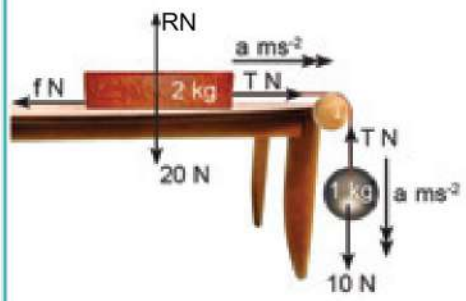
عليه سوف ينزل الدلو الممتلئ إلى الأرض بتسارع قدره $(6.8 \frac{m}{s^2})$.

مثال 2.4.4

وضع صندوق كتلته $(2\ kg)$ على منضدة، وصل الصندوق بخيط يمر على وتد أملس في حافة المنضدة، ربطت في النهاية الأخرى للخيط كرة كتلتها $(1\ kg)$ بحيث كان طرفا الخيط مستقيمين أفقياً ورأسياً، فإذا كان معامل الاحتكاك بين الصندوق والمنضدة يساوي (0.2) فأوجد عجلة الصندوق والكرة؟

الحل:

يوضح الشكل (4-17) القوى المؤثرة على الصندوق والكرة، وحيث إن الوتد أملس فإن الشد في طرفي الخيط متساو في المقدار $(T N)$ على كل طرف، وقوة الاتصال العمودية على الصندوق $(R\ N)$، والاحتكاك $(f\ N)$، والعجلة $(a \frac{m}{s^2})$، والأوزان $(20\ N)$، و $(10\ N)$ على التوالي.



الشكل (17.4)

بالتحليل رأسياً للصندوق نحصل على $(R = 20\ N)$

$$f = \mu R$$
$$f = 0.2 \times 20 = 4\ N$$

حيث إن الصندوق في حالة حركة، فإن قوة الاحتكاك تكون في قيمتها القصوى

للصندوق $\qquad F(\rightarrow) \qquad T - f = 2a$

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

للكرة $10 - T = a$ $F(\downarrow)$

بجمع المعادلتين والتعويض عن قيمة $(f = 4\ N)$

نحصل على:

$$10 - 4 = 3a \qquad \therefore \quad a = 2\ \frac{m}{s^2}$$

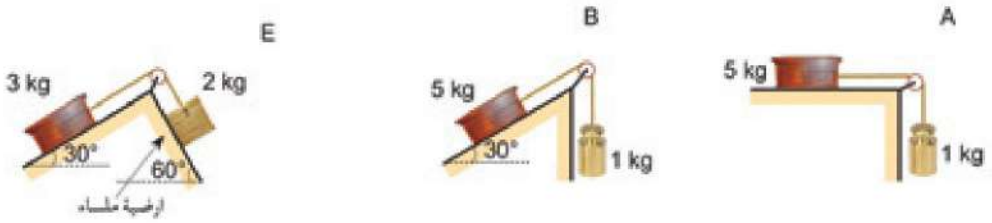
عليه فإن الصندوق والكرة يتسارعان بعجلة قدرها $(2\ \frac{m}{s^2})$.

المثال القادم يمكن استخدامه كأساس لتجربة لتوضيح قاعدة تحليل القوى والتي سبق دراستها في الجزء (2.1).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تمارين B.4

1. في الحالات الموضحة في الأشكال المقابلة، تمر الخيوط على بكرة صغيرة خفيفة، ينتهي طرفا الخيط بكتل والأسطح خشنة، إلا في الحالات المنصوص عليها بشأن السطح أملس (D)، و(E)، و(F)، وكانت الكتل مستقرة والخيوط مشدودة جداً.
أوجد الشد في الخيوط وقوة الاحتكاك المبذولة بالأسطح على الكتلة التي تصل بها في كل حالة؟



2. رُبط جسمان بخيط خفيف غير مرن ويمر على وتد أملس وثابت أمسك الجسم الأثقل بحيث يكون الخيط مشدوداً جداً بحيث تكون أطراف الخيط رأسية، عندما ترك النظام من السكون تسارع الجسمان بعجلة قدرها $(\frac{1}{2}g)$. أوجد النسبة بين الكتلتين؟

3. وضع جسم كتلته (m) على مسار خشن حيث يتم صعوده إلى أعلى بزاوية $(\alpha°)$ مع الأفقي حيث $(\sin\alpha° = 0.6)$ و$(\cos\alpha° = 0.8)$ وكان معامل الاحتكاك يساوي (0.5) ربط خيط بالكتلة (m) وربطت النهاية الأخرى بكتلة (M) يمر الخيط على قضيب أملس من أعلى المسار بحيث يكون رأسياً إلى أعلى. أوجد قيم الكتلة (M) التي تقع خارج قيم الاتزان؟

4.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا