دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الفيزياء

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

الاسبوع العشرون

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الفصل الرابع: قانون نيوتن الثالث

4 Newton`s third law

الفصول السابقة تناولت الاتزان أو حركة جسم واحد، وفي هذا الفصل سنتعامل مع جسمين والتي تؤثر على بعضها البعض وعند الانتهاء من الفصل يجب أن:

- تعرف القوى التي تحدث في أزواج متساوية ومتضادة، وتستطيع أن تتعرف على الأجسام التي يؤثر عليها كل زوج من القوى.
- تكون قادراً على تطبيق قانون نيوتن الثالث في الحالات التي تتضمن تفاعل جسمين.
- تفهم ماذا يعني الشد في السلك.
- تكون قادراً على حل مسائل تتضمن جسمين متصلين بسلك والذي يمر على وتد أو بكرة خفيفة.

1.4 أزواج القوى (Forces in pairs)

تخيل سيارتين تسيران في الطريق واحدة أمام الأخرى، قللت السيارة الأمامية من سرعتها عندما زادت الثانية من سرعتها، اصطدمت السيارتان وحدث بهما أضرار، السيارة الأولى متضررة بفعل القوة الكبيرة التي صدمتها من الخلف والسيارة الثانية تعرضت إلى قوى كبيرة معاكسة من السيارة الأمامية وهذه القوى موضحة في الشكل (1-4).

الشكل (1.4)

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

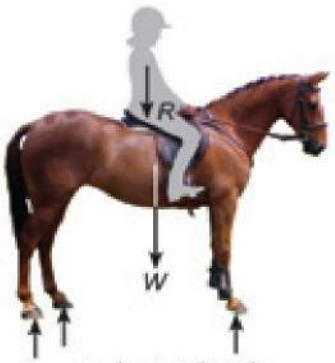
ينص قانون نيوتن الثالث على أن القوتين متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الإتجاه

قانون نيوتن الثالث: إذا أثر جسم (A) بقوة على الجسم (B) فإن الجسم (B) يؤثر بقوة على الجسم (A) بنفس المقدار في الاتجاه المعاكس.

وهذا تقريباً يلخص في بيان نيوتن التي كانت ترجمته «**الفعل ورد الفعل دائماً متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه**» إلا أنه في حالة اصطدام السيارتين غير واضح أي منهما قوة الفعل وأي منهما قوة رد الفعل، كل من السائقين ساهما في الحادث ويدّعي كل منهما بأن الآخر تسبب في الحادث، وتكمن أهمية قانون نيوتن الثالث أنه يطبق على جميع القوى ونورد هنا بعض الأمثلة.

قوى الاتصال العمودية (Normal contact forces)

افترض أن شخصاً يركب حصاناً شكل (2-4) حيث يوضح الشكل وزن الشخص (W) إلى أسفل ورد الفعل (R) من الحصان لدعم الشخص، نقول إن القوى المؤثرة على الحصان تتضمن وزنه ورد فعل الأرض (قوة الاتصال) وكذلك يشعر الحصان بالرجل الذي يركبه وعليه توجد قوة اتصال عمودية بين الراكب وظهر الحصان، وكما ينص قانون نيوتن الثالث أن مقدار هذه القوة (رد فعل من الراكب على الحصان) تساوي (RN) ومن المهم أن نفهم أن هذه القوة (R) ليست معبرة عن وزن الراكب، وكما سبق وأن أوضحنا أن الوزن عبارة عن القوة التي تجذب بها الأرض الراكب وهي قوة تؤثر على الراكب وليس على الحصان.



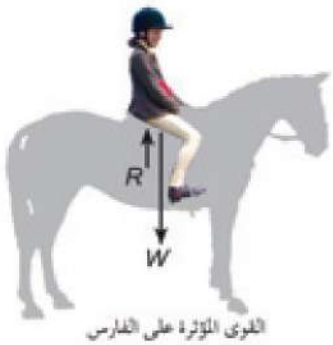
القوى المؤثرة على الحصان

الشكل (2.4)

فإذا تحرك الراكب أفقياً تكون (R) تساوي (W) وعليه تكون القوة على ظهر الحصان لها نفس مقدار وزن الراكب.

أما إذا كان الراكب متحركاً إلى أعلى وأسفل على السرج فإن الراكب يكون قد تسارع بعجلة رأسياً وفي هذه الحالة (R) لن يساوي (W).

والقوى المؤثرة على الفارس $R = W$



القوى المؤثرة على الفارس

الشكل (3.4)

لاحظ لكي توضح القوى تحتاج إلى شكلين توضيحيين واحد للراكب والآخر للحصان ولا تحاول الاختصار بوضع القوى في شكل واحد لأنه لا يمكن توضيح القوى المؤثرة على الراكب والقوى المؤثرة على الحصان.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

قوى الاحتكاك (Frictional forces)

هذه تجربة يمكنك محاولتها وتحتاج في تنفيذها إلى عربة سطحها خشن، وإبريق شاي كبير ممتلئ، ضع إبريق الشاي على العربة، واطلب من صديقك أن يمسك العربة، ضع يدك على إبريق الشاي مواجهة لنهاية العربة وزد القوة تدريجياً حتى يتحرك إبريق الشاي على سطح العربة، اطلب من صديقك أن يدعها تتحرك وأعد التجربة بترك العربة حرة الحركة، في هذه الحالة سوف تلاحظ أن دفعك لإبريق الشاي سوف يحرك العربة ويبقى إبريق الشاي في مكانه على العربة.

ماهي القوة التي جعلت العربة تتحرك ؟

لا يمكن أن تكون قوة دفعك هي التي حركت العربة لأنك دفعت إبريق الشاي لا العربة.

يوضح الشكلان (4-4 و4-5) القوى المؤثرة على إبريق الشاي والقوى المؤثرة على العربة على التوالي.

الشكل (4.4)

في الجزء الأول من التجربة عندما كان صديقك ماسكاً بالعربة كان عليك زيادة قوة الدفع حتى تجتاز النهاية القصوى لقوة الاحتكاك بين إبريق الشاي وسطح العربة. وحيث إن إبريق الشاي ممتلئ وقوة الاتصال العمودية تساوي وزنه، تكون النهاية القصوى لقوة الاحتكاك قوة كبيرة.

هناك قوتان تؤثران على إبريق الشاي من العربة، قوة الاتصال العمودية وقوة الاحتكاك، وحسب قانون نيوتن الثالث توجد قوى مساوية ومعاكسة من إبريق الشاي تؤثر على العربة، قوة الاحتكاك تعادلت مع قوة الدفع من صديقك بزيادة قوة دفعك تزداد قوة الاحتكاك عليه ستزداد قوة دفع صديقك.

الشكل (5.4)

حيث أن إبريق الشاي بدأ في الحركة هذا يعني وصول قوة الاحتكاك بين السطحين إلى نهايتها القصوى ولا يجب على صديقك زيادة قوة مسكه للعربة.

عندما كانت العربة حرة الحركة، كان دفعك لإبريق الشاي لازال يُعاكس بقوة احتكاك وتوجد قوة احتكاك معاكسة تؤثر على العربة، وحيث أنه لا توجد أي قوى أفقية تؤثر عليها فأنها سوف تتسارع، وبما أن قوة الاحتكاك أقل من قيمتها النهائية القصوى فإن إبريق الشاي سوف لن ينزلق على سطح العربة بل سيتسارع مع العربة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

2.4 استخدام قانون نيوتن الثالث في الحسابات
(Calculation using Newton`s third law)

مثال 1.2.4

شاحنة كتلتها ($1200\ kg$)، تجر مقطورة كتلتها ($400\ kg$)، فإذا كانت مقاومة الهواء على الشاحنة تساوي ($140\ N$)، ومقاومة الهواء على المقطورة تكاد تكون مهملة، والقارنة (ساق الجر) توصل الشاحنة بالمقطورة، أوجد قوة القارنة؟ وقوة القيادة على (الشاحنة) عندما تتسارع الشاحنة والمقطورة بعجلة قدرها ($0.5\ \frac{m}{s^2}$).

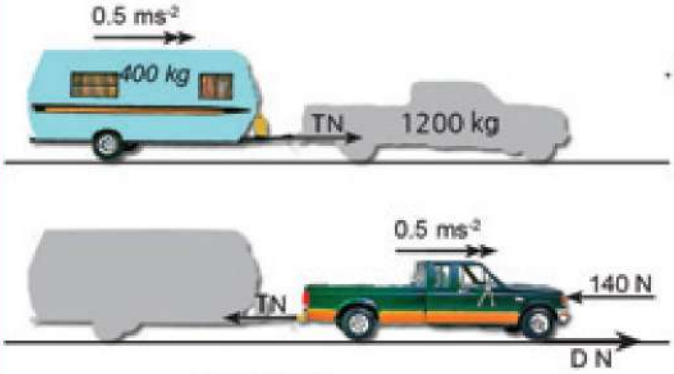
الحل:

يوضح الشكل (4-6) القوة الأفقية المؤثرة على المقطورة والشاحنة (لأجل تفادي التعقيدات في الرسم التوضيحي تركت القوى الرأسية، «الوزن وقوة الاتصال العمودي»).

القوة الأفقية الوحيدة المؤثرة على المقطورة هي القوة الناتجة من القارنة

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ولنفرض أنها (TN) وحسب قانون نيوتن الثالث هناك قوة مساوية ومعاكسة في الاتجاه تؤثر على الشاحنة.



الشكل (6.4)

لنفرض أن قوة القيادة المؤثرة على الشاحنة ($D\ N$).

معادلات الحركة للمقطورة $F\ (\rightarrow) \quad T = ma$

$F\ (\rightarrow) \quad T = 400 \times 0.5 \quad = 200\ N$

ومعادلة الحركة للشاحنة

$F\ (\rightarrow) \quad D - T - 140 = 1200 \times 0.5$

حيث إن ($T = 200\ N$)

$$D - 200 - 140 = 600$$

عليه نحصل على: $D = 200 + 140 + 600 \quad = 940\ N$

عليه نحصل على قوة القارنة وتساوي ($200\ N$)، أما قوة القيادة فتساوي ($940\ N$).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا