دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الفيزياء

الجزء الثاني (الميكانيكا)

للسنة الثالثة

بمرحلة التعليم الثانوي

(القسم العلمي)

الاسبوع السابع

المدرسة الليبية بفرنسا - تور

العام الدراسي

1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م

1 Resolving forces

الفصل الأول:
تحليل القوى

يتناول هذا الفصل تأثير جميع القوى على الجسم، والتي تتضمن القوى التي لا تكون أفقية ولا عمودية، وعند الانتهاء من دراسته يجب أن:

- تفهم فكرة تحليل القوى في أي اتجاه.
- تعرف كيف تجد الجزء المحلل من القوى في الاتجاه المعطى.
- تكون قادراً على حل مسائل من خلال التحليل في اتجاهات مختلفة.

1.1 التحليل أفقياً ورأسياً (Resolving horizontally and vertically)

افرض أن راكب دراجة بدأ الحركة من سكون وتسارع بمعدل $(0.4m/s^2)$ وكانت الكتلة الكلية للدراجة وراكبها تساوي (75kg)، وحيث أن راكب الدراجة والدراجة تحركا بعجلة واحدة فيمكن اعتبارهما جسم واحد.

الشكل (1.1)

فما هي القوى المؤثرة على هذا الجسم؟

بشكل واضح هناك قوة تقود الدراجة إلى الأمام والتي نتجت بقبضة العجلة الخلفية على الطريق ولنرمز لها بـ(D)، لربما هناك بعض المقاومة للهواء (R) وهي التي ستكون صغيرة بالمقارنة بالقوة الدافعة، وفي نموذج مُبسط ربما تقرر إهمالها.

وهناك أيضاً الوزن الكلي للدراجة وراكبها وهي (750 N) والتي تكون عكس قوة الاتصال العمودية المؤثرة على العجلتين الأمامية والخلفية (p)و(Q) على التوالي.

ويوضح الشكل (1.1) جميع هذه القوى والعجلة في رسم تخطيطي واحد.

عندما تتعرض إلى مسألة تتضمن قوى وعجلة يلزم البدء برسم تخطيطي لكل القوى والعجلة ويمكن الحصول على معادلتين للقوى، واحدة تستخدم قانون نيوتن الثاني للحركة في الاتجاه الأفقي والأخرى تنص على أن القوى الرأسية في اتزان، وهاتين المعادلتين هما:

$$D - R = 75 \times 0.4 \longrightarrow 1$$

$$P + Q - 750 = 0 \longrightarrow 2$$

كتابة المعادلات بهذه الصورة يُسمى تحليل، حيث المعادلة الأولى هي تحليل في الاتجاه الأفقي والثانية تحليل في الاتجاه الرأسي، وهناك طريقة مختصرة للكتابة هي $F(\rightarrow)$ ، $F(\uparrow)$ وعليه يمكنك كتابة معادلتي الدراج (سائق الدراجة) كالتالي:

$$F(\rightarrow) \quad D - R = 75 \times 0.4$$

$$F(\uparrow) \quad P + Q - 750 = 0$$

عندما تكتب معادلة تحليلية، يجب عليك توضيح ذلك إما بالكلام أو باستخدام طريقة الاختزال $F(\rightarrow)$ والتي تبين الاتجاه المختار.

ويمكنك كتابة معادلة الاتزان $F(\uparrow)$ على الصورة

$$P + Q - 750 = 0$$

أو

$$P + Q = 750$$

والاصطلاح هو أن نرسم السهم الذي يمثل الاتجاه في الجانب الأيسر للمعادلة. أما إذا كنت تستخدم قانون نيوتن الثاني فمن الأفضل أن تضع كل القوى في الطرف الأيسر وتضع (ma) بمفردها في الطرف الأيمن.

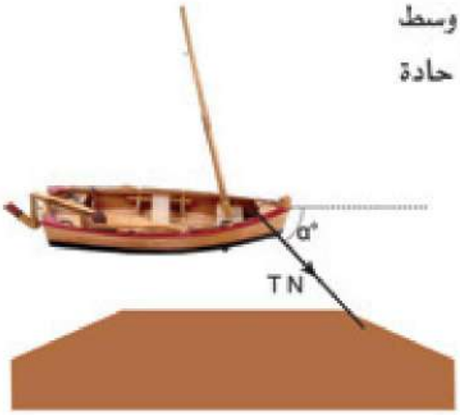
2.1 القوى المائلة (Forces at an angle)

حتى الآن تعاملنا مع القوى الأفقية أو العمودية ولكن في بعض الأحيان تؤثر القوى على الأجسام بزاوية.

افترض أنك كنت في قارب نزهة مع صديقك وعندما توجه القارب إلى رصيف الميناء وتوقف محرك القارب قفز صديقك إلى الرصيف وجذب القارب بحبل، والشكل (2.1) يوضح صورة جوية للحالة، افترض أن الشد في الحبل أفقياً ومقداره (T).

ولأسباب واضحة لا يمكن توجيه الحبل على استقامة القارب، وحيث أن الشد في

الحبل يحرك القارب إلى الأمام فلا يمكن أن يكون في اتجاه عمودي على خط وسط القارب (الخط المتقطع في الشكل 2.1). وعليه يكون اتجاه الشد يصنع زاوية حادة ($\alpha°$) مع خط وسط القارب.



الشكل (2.1)

والآن كم يكون تأثير الشد في الاتجاه الأمامي؟

الإجابة تعتمد على قيمة كل من الشد (T) والزاوية (α). فإذا كانت قيمة ($\alpha=0°$) كان التأثير الأمامي يساوي قيمة الشد (T) أما إذا كانت قيمة ($\alpha=90°$) كان التأثير الأمامي يساوي صفراً، لذلك عندما تكون قيم (α) بين (0) و(90°) يكون التأثير الأمامي (rT) حيث تكون قيمة (r) بين (1) و(0) ومقدارها يعتمد على قيمة الزاوية.

ويمكن توضيح العلاقة بين (r) و(α) من خلال بعض التجارب والتي تبين أن

$$r = \cos\alpha$$

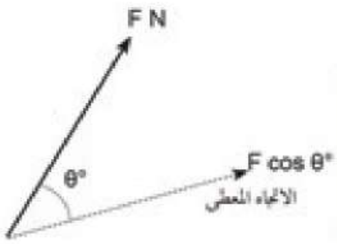
ويمكنك ملاحظة هذه العلاقة مع ما تم تناوله في الجزء ما قبل الأخير عندما $\alpha=0°$ يكون التأثير الأمامي:

$$(\cos 0°) \times (T) = 1 \times (T) = T\,N$$

أما عند $\alpha = 90°$ يكون التأثير الأمامي $0 = (T)\times(\cos 90°)$

بين (0°) و (90°) تكون قيمة ($\cos\ \alpha$) بين (1) و(0)

يمكنك وضع هذا في قاعدة عامة وهي موضحة في الشكل (3.1).



الشكل (3.1)

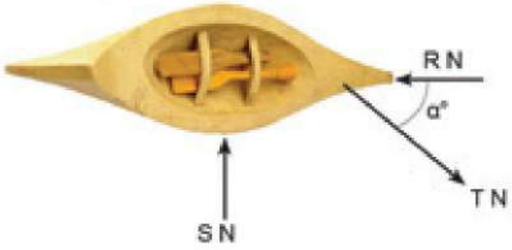
إذا صنعت قوة (F) زاوية (θ°) مع اتجاه معين يكون تأثيرها في هذا الاتجاه مساوياً لـ ($F \times \cos\theta$) ويسمى هذا الجزء المحلل للقوة في الاتجاه المعين (مركبة القوة).

ويمكن الآن كتابة معادلات الحركة للقارب بفرض أن القارب تحرك بسرعة ثابتة موازياً للمرسى، هناك مقاومة من الماء للحركة الأمامية (R) وقوة (S) لمنع القارب من الحركة الجانبية ويوضح الشكل (4.1) القوى الثلاث المؤثرة على القارب.

ويمكن الآن تحليل القوى في الاتجاه الموازي والاتجاه العمودي لخط القارب.

F (لخط القارب II)

$T\cos\alpha° - R = 0$



الشكل (4.1)

F (⊥ لخط القارب) $T\sin\alpha - S = 0$

لاحظ أن هناك قوة رأسية تؤثر على القارب، وهي وزنه إلى أسفل

وقوة الطفو إلى أعلى والتي يمكن توضيحها في رسم منفصل شكل (5.1).

الشكل (5.1)

مثال 1.2.1

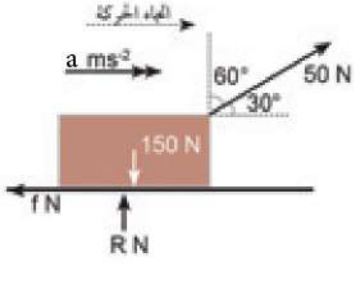
سُحب صندوق كتلته (15 kg) على أرضية بسرعة ثابتة (1.2m/s) بواسطة حبل يصنع زاوية قدرها (30°) مع الاتجاه الأفقي وكان الشد في الحبل (50 N). احسب قوة الاحتكاك المقاومة للحركة وقوة الاتصال العمودية من الأرضية.

يوضح الشكل (6.1) القوى الأربع المؤثرة على الصندوق قوة الاحتكاك (f) ووزن الصندوق (150 N)، والشد الذي يصنع زاوية (30°) مع الأفقي و(60°) مع الرأسي، وقوة الاتصال العمودية (R)

حيث إن الصندوق يتحرك بسرعة ثابتة فإن العجلة = 0

$F(\rightarrow)\quad 50\cos 30° - f = 15 \times 0 \longrightarrow (1)$

$F(\uparrow)\quad R + 50\sin 30° - 150 = 0 \longrightarrow (2)$



الشكل (6.1)

من المعادلة رقم (1)

$f = 50\cos 30° = 43.3\ N$

ومن المعادلة رقم (2)

$R = 150 - 50\sin 30° = 125\ N$

وعليه تكون قوة الاحتكاك تساوي (43 N) تقريباً وقوة الاتصال العمودية (125 N).

امثلة على تحليل القوى المائلة