

القانون الثاني لنيوتن

1. أهداف التجربة:

التحقق من القانون الثاني لنيوتن (فحص العلاقة $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$)

2. الأجهزة والأدوات:

1. عربة.
2. أوزان.
3. سلّة.
4. بكرة وخيوط مثاليّة.
5. مسجّل زمن (أو مجس إلكتروني لقياس التسارع).

3. المادة النظرية:

كما تعلّمنا فإنّ القانون الثاني لنيوتن ينص على ما يلي:

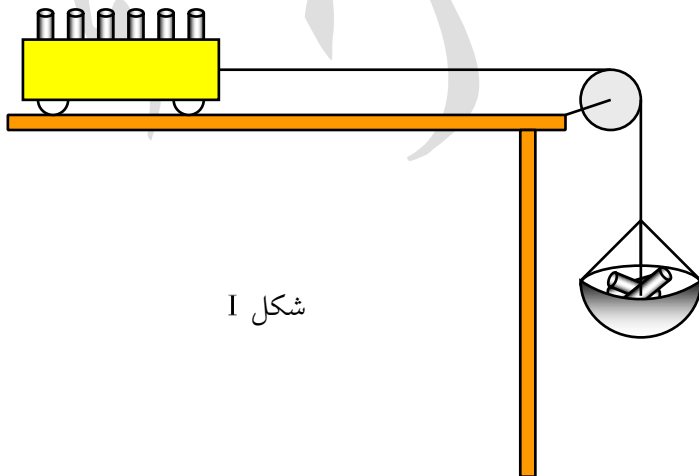
إذا عملت على الجسم عدّة قوى محصلتها تختلف عن الصفر، فإن الجسم سوف يتحرك بتسارع، بحيث أنّ هذا التسارع:

1. يتّجه باتجاه القوة المحصلة.
2. يتناسب تناسباً طردياً مع القوة المحصلة.
3. يتناسب تناسباً عكسياً مع كتلة الجسم.

الترجمة الرياضيّة للقانون الفيزيائي أعلاه هي العلاقة: $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$.

من هذا القانون نحصل على أنّ وحدة القوة بنظام m.k.s هي: kg m/sec^2 وهي المسماة بالنيوتن.

في هذه التجربة نريد أن نفحص القانون الثاني لنيوتن من خلال المجموعة المبينة في الشكل (I) والتي تحتوي على عربة يوجد فيها أوزان (كتل). العربة موضوعة على سطح أفقي وموصولة بواسطة خيط مثالي يمر عبر بكرة مثاليّة. بالطرف الثاني



للخيط معلقة سلّة فيها أوزان. عندما نترك المجموعة من حالة السكون فإنّها سوف تتحرّك بتسارع بتأثير وزن السلّة.

يمكن أن نبرهن أن تسارع هذه المجموعة في حال أن قوى الاحتكاك في عجلات العربة مهملة معطى بالعلاقة:

$$(1) \quad a = \frac{mg}{m+M}$$

حيث أنّ m هي كتلة السلّة مع محتوياتها و M

هي كتلة العربة مع محتوياتها. لاحظ أن المقدار $(m+M)$ هي الكتلة الكلّيّة للمجموعة.

4. سير التجربة:

في التجربة جزءان، في الجزء الأول نفحص العلاقة بين التسارع (a) والقوة المحصلة المؤثرة على المجموعة (ΣF) بحيث أنّ كتلة المجموعة ثابتة. في الجزء الثاني نفحص العلاقة بين التسارع (a) وبين كتلة المجموعة (ΣM) في حال أنّ القوة المؤثرة على المجموعة هي ثابتة.

الجزء الأول (التسارع كدالة للقوة المؤثرة على المجموعة بحيث أنّ الكتلة الكلية ثابتة):

1. أمامك عددا من الأوزان أسطوانية الشكل (كتلة الواحدة منها 300 gr) وعربة كتلتها 600 gr وسلّة كتلتها مع كتلة الثقل الذي بداخلها هي 300 gr أيضا (تأكد من هذه الكتل، وإذا كانت الكتل التي بموزنتك تختلف عن الكتل أعلاه سجّل الكتل الجديدة).
2. نبني الآن المجموعة المبيّنة في الشكل أعلاه بحيث أنّ هنالك 6 كتل أسطوانية في العربة.
3. نسجّل الكتلة الكلية للمجموعة.
4. نترك المجموعة لتبدأ بالحركة من حالة السكون ونقيس تسارعها. قياس التسارع يتم بمساعدة مجس إلكتروني لقياس التسارع، في حال عدم وجود مجس من هذا النوع يجب استخدام مسجّل الزمن، وذلك عن طريق توصيل شريط ورقي بالعربة المتسارعة وتحرير الشريط من مسجّل الزمن (راجع طريقة قياس التسارع باستخدام مسجّل الزمن والمفصلة في التجربة رقم (1) في الفصل الثالث أو التجربة رقم (2) في الفصل الرابع).
5. نعود على المرحلة السابقة من جديد عددا من المرّات (5 مرّات على الأقل)، حيث أنّه في كل مرّة ننقل ثقلا واحدا من العربة إلى السلّة، هكذا يزداد mg ولكن الكتلة الكلية للمجموعة ($M + m$) تبقى ثابتة. نسجّل في كل مرّة كتلة السلّة وتسارع المجموعة. ونحصل على جدول من الصورة التالية:

263

تسارع المجموعة a (m/sec^2)	كتلة السلّة مع الأوزان بداخلها m (kg)
a_1	0.3
a_2	0.6
a_3	0.9

الجزء الثاني (التسارع كدالة للكتلة المحصلة بحيث أنّ القوة ثابتة):

1. نبني من جديد المجموعة المبيّنة في الشكل أعلاه (I)، بحيث تكون كتلة السلّة مقدارا ثابتا (600 gr مثلا)، ونضع في العربة ثقلا واحدا فقط (كتلة اسطوانية واحدة).
2. نترك المجموعة من حالة السكون ونقيس تسارعها.
3. نعود على المرحلة السابقة من جديد عددا من المرّات (5 مرّات على الأقل)، حيث أنّه في كل مرّة نُضيف ثقلا واحدا إلى العربة (كتلة السلّة تبقى ثابتة)، هكذا تزداد كتلة العربة وتزداد كتلة المجموعة ($M + m$) ولكن وزن السلّة (mg) يبقى ثابت. نسجّل في كل مرّة كتلة المجموعة وتسارع المجموعة حيث نحصل على جدول من الصورة التالية:

ΣM (kg) كتلة السلة مع الأوزان بداخلها	a (m/sec ²) تسارع المجموعة
ΣM_1	a_1
ΣM_2	a_2
ΣM_3	a_3

5. تحليل النتائج:

تحليل الجزء الأول:

1. نحضّر جدولاً يصف التسارع (a) كدالة لوزن السلة (mg) والتي هي عبارة عن القوة المحصلة المؤثرة على المجموعة (ΣF).
2. نرسم بمساعدة الجدول رسماً بيانياً يصف (a) كدالة لـ ΣF أي (mg).
3. حسب العلاقة (1) هذا الرسم يجب أن يكون خطياً ميله هو $\frac{1}{\Sigma M} = \frac{1}{m+M}$. نجد بمساعدة الرسم البياني الميل ونجد كتلة المجموعة بمساعدة الميل، ونقارن من القيمة التي قسناها.
4. نسجّل الاستنتاجات من هذا القسم.

تحليل الجزء الثاني:

1. نحضّر جدولاً يصف التسارع (a) كدالة لمقلوب الكتلة الكلية $\left(\frac{1}{m+M}\right)$.
2. نرسم بمساعدة الجدول رسماً بيانياً يصف (a) كدالة لـ $\left(\frac{1}{m+M}\right)$.
3. حسب العلاقة (1) هذا الرسم يجب أن يكون خطياً ميله هو (mg) وهو وزن السلة. نجد بمساعدة الرسم البياني الميل ونجد بمساعدته وزن السلة ونقارن مع القيمة التي قسناها مباشرة.
4. نسجّل الاستنتاجات من هذا القسم.

6. أسئلة تحضيرية:

1. برهن العلاقة (1).
2. عبّر عن قوة الشد بالخيط بدلالة معطيات المسألة.
3. ارسم رسوماً بيانية تقريبية تصف نتائج القياس التي من المتوقع الحصول عليها في هذه التجربة.
4. إذا وصلنا زيادة كتلة السلة دون توقّف مع إبقاء كتلة العربة ثابتة، ما هو أكبر تسارع يمكن أن نصل إليه في هذه المجموعة؟ اشرح إجابتك.
5. إذا أجرينا هذه التجربة على القمر، أي من النتائج سوف تتغيّر وأيها لا؟ اشرح إجابتك بالتفصيل بالنسبة لكل قسم.