

حفظ الطاقة في النابض

1. أهداف التجربة:

- قياس معامل نابض معين.
- التحقق من قانون حفظ الطاقة في النابض.

2. المادة النظرية:

النابض:

النابض هو عبارة عن سلك مرن ملفوف بشكل لولبي. هذا النابض يشغل قوة عندما نقوم بشده أو بضغطه، وهذه القوة ناتجة عن مرونة النابض، لهذا نطلق عليها اسم قوة مرونة النابض أو باختصار قوة النابض ونرمز لها بـ (F_{el}) .
قوة النابض هذه تناسب تناسباً عكسياً مع استطالة النابض x ، حيث يتحقق أن:

$$(1) \quad F_{el} = kx$$

حيث أن الاستطالة (أو الانقباض) x تقاس نسبة لوضع الأتزان، و k هو معامل التناسب ويسمى معامل النابض، ووحداته هي:

$$(2) \quad [k] = N/m$$

هذا المقدار يُعبّر عن مقدار القوة التي يُشغلها النابض عندما نقوم بشده أو بضغطه بمقدار متر واحد. عادة المعادلة (I) تُسجّل بالشكل التالي:

$$(3) \quad F_{el} = -kx$$

حيث أن الإشارة السالبة هي لأن القوة التي يُشغلها النابض هي بعكس اتجاه x .

طاقة مرونة النابض:

عندما نقوم بشد النابض أو بضغطه فإنه يخزن فيه طاقة، هذه الطاقة تُسمى طاقة مرونة النابض، أو باختصار طاقة النابض، ويرمز لها بـ (U_{el}) ، وهي معطاة بالعلاقة:

$$(4) \quad U_{el} = \frac{1}{2} kx^2$$

ووحداتها بالطبع الجاول. هذه الطاقة هي دائماً موجبة و متماثلة بالاستطالة وبالانقباض.
قانون حفظ الطاقة بالنابض:

عندما نربط جسماً كتلته m موجوداً على سطح أفقي أملس بنابض معاملته k بحيث أن النابض مثبت من طرفه الآخر بنقطة ثابتة، ونقوم بشد النابض وتركه، فإن الجسم يأخذ بالحركة بحركة دورية تُسمى حركة توافقية بسيطة، بحيث يتحقق قانون حفظ الطاقة في كافة نقاط المسار، حيث يتحقق أن:

$$(5) \quad \frac{1}{2} kx_1^2 + \frac{1}{2} mv_1^2 = \frac{1}{2} kx_2^2 + \frac{1}{2} mv_2^2$$

المقدار $\frac{1}{2}kx_1^2 + \frac{1}{2}mv_1^2$ هو عبارة عن مقدار الطاقة الكليّة في نقطة البداية، والمقدار $\frac{1}{2}kx_2^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$ هو عبارة عن مقدار الطاقة الكليّة في نقطة النهاية.

3. الأجهزة والأدوات:

1. نابض.
2. مسطرة طويلة.
3. عربة.
4. مسجّل زمن وأشرطة ورقية.

4. سير التجربة:

في التجربة قسمان، الأوّل قياس معامل النابض، والثاني التحقق من قانون حفظ الطاقة للنابض.

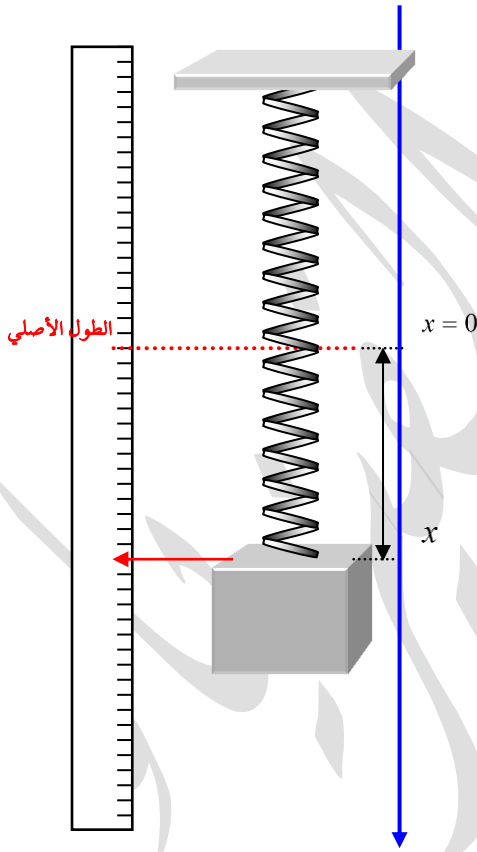
الجزء الأوّل:

1. نعلق نابض على الحامل الخاص، ونثبت بجانبه المسطرة لقياس الاستطالة ونحدّد نقطة الصفر (الطول الأصلي للنابض) كما هو مبين في الشكل (II).
2. نبدأ بتعليق أوزان مختلفة على النابض، ولكل وزن (W) نقيس الاستطالة (x)، ونخصّر جدولاً للاستطالة (x) كدالة للوزن (القوة).

الجزء الثاني:

- أ. نثبت طرف النابض في طرف مسار أفقي.
- ب. نربط طرف النابض بخيط طويل، ونربط الطرف الثاني بطرف عربة كتلتها m معروفة.
- ج. نوصل الطرف الثاني للعربة بشريط ورقي ونمرره من مسجّل زمن موضوع في طرف المسار.
- د. نثبت مسطرة على طول المسار، بحيث يمكن قياس استطالة النابض.

الشكل التالي يُبين هيئة التجربة:



شكل II : هيئة لقياس معامل النابض.



هـ. نقوم بشد النابض عن طريق سحب العربة نحو اليمين بحيث نحصل على استطالة معيّنة (10 cm مثلاً)، ونثبت الشريط في مسجل الزمن، ونترك العربة من حالة السكون، فتتسارع بتأثير قوة النابض، وعندما يرتخي الخيط فإنها تستمر بالحركة على المسار بسرعة ثابتة. نسجل استطالة النابض (x) ومقدار السرعة الثابتة التي تتحرك بها العربة (v). هذه السرعة نحصل عليها من الشريط الورقي.

و. نعود على عملية القياس الأخيرة عدداً من المرات، وفي كل مرة نسجل x و v ، ونملأ الجدول التالي:

x (m)	v (m/sec)

5. تحليل النتائج:

1. في الجزء الأول نرسم رسماً بيانياً يصف استطالة النابض x كدالة للوزن W ، ونجد معامل النابض بمساعدة الرسم البياني.
2. في الجزء الثاني نرسم رسماً بيانياً يصف سرعة العربة v كدالة لاستطالة النابض x ، وبمساعدة ميل الرسم نجد معامل النابض.
3. نقارن بين معاملي النابض اللذين وجدناهما في قسمي التجربة ونحسب نسبة الخطأ.

6. أسئلة تحضيرية:

1. ماذا يمثل ميل الرسم البياني لاستطالة النابض x كدالة للوزن المعلق على النابض W في القسم الأول من التجربة.
2. برهن أنّ العلاقة بين السرعة الثابتة للعربة v بعد ارتخاء الخيط في الجزء الثاني من التجربة وبين استطالة النابض هي:

$$v = (\sqrt{k/m})x$$
3. ما هي وحدات المقدار $\sqrt{k/m}$ وماذا يمثل هذا المقدار.
4. كيف نتحقق من صحّة قانون حفظ الطاقة للنابض في هذه التجربة؟ اشرح.