

قياس تسارع السقوط الحر

1. أهداف التجربة:

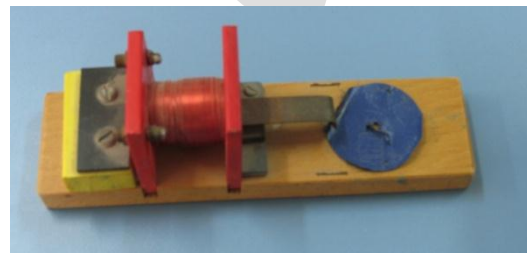
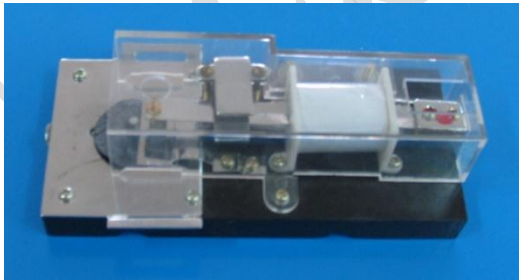
أهداف التجربة هي:

- أ. التعرف على واحدة من طرق قياس تسارع السقوط الحر.
- ب. قياس تسارع السقوط الحر (تسارع الجاذبية).

2. الأجهزة والأدوات:

في هذه التجربة نستخدم الأجهزة والأدوات التالية:

1. مصدر توتر متردد.
2. مسجل زمن، وهو عبارة عن جهاز مكوّن من ملف بداخله عمود معدني ينتهي برأس حاد كما هو مبين في الشكل (1). عندما نوصل مسجل الزمن مع مصدر الجهد فإن الرأس المعدني يبدأ بالتردد وبالتالي بالضرب على ورقة كربون مثبتة على قاعدة معينة. عدد الضربات التي يقوم فيها الجهاز في الثانية الواحدة هو 50 ضربة، أي أن الزمن بين الضربة والأخرى هو 0.02sec.



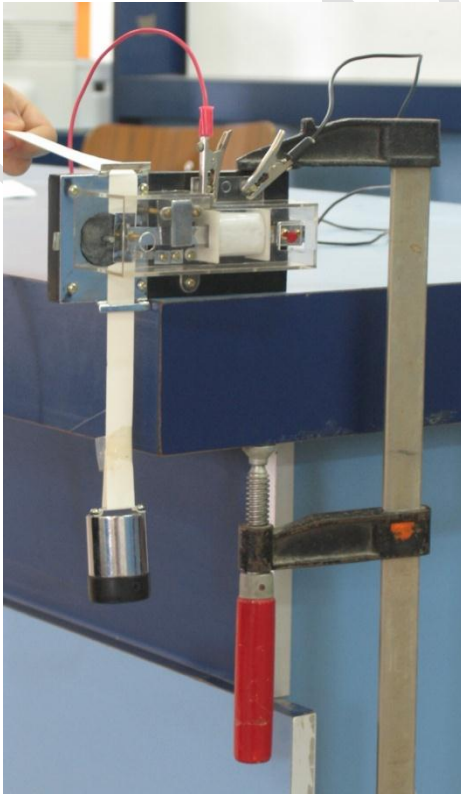
الشكل 1.

3. أسلاك كهربائية.
4. شريط ورقي خاص لمسجل الزمن.
5. ثقل معدني معين، وورق لاصق.
6. ملزمة لتثبيت مسجل الزمن على حافة الطاولة.
7. مسطرة.

3. المادة النظرية؛

عندما نحرر جسما في مجال جاذبية كوكب معين، فإن الجسم سوف يسقط بتسارع نتيجة قوة الجاذبية التي تعمل عليه. نُطلق على هذا التسارع الذي يسقط فيه الجسم اسم التسارع الناتج عن قوة الجاذبية أو باختصار "تسارع الجاذبية". يتضح من خلال التجارب، وأيضا من خلال التحليل النظري للقوى المتبادلة التي تعمل بين الجسم والكوكب أنه تتحقق الخواص التالية لتسارع الجاذبية:

1. تسارع الجاذبية في نفس الموقع ثابت، لا يتعلق بكتلة الجسم الساقط.
 2. تسارع الجاذبية يتعلق بكتلة الكوكب وبالبعد عن سطحه، فهو يزداد بازدياد كتلة الكوكب، والعكس صحيح، وبالمقابل يقل مع الابتعاد عن سطح الكوكب والعكس صحيح.
 3. معدل تسارع الجاذبية على سطح الأرض هو 9.8 m/sec^2 تقريبا. على خط الاستواء قيمة تسارع الجاذبية أقل من قيمته في الأقطاب.
 4. تسارع الجاذبية يتأثر بدوران الكوكب حول نفسه.
- (ابحث عزيزي الطالب عن معلومات ومواد نظرية أخرى حول تسارع الجاذبية في مصادر أخرى)

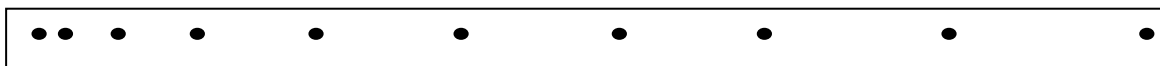
4. سير التجربة؛

الشكل 2

1. تُثبّت مسجّل الزمن على حافة الطاولة بمساعدة الملمزة بحيث أن حافته موجودة في الهواء (الشكل 2).
2. نوصل مسجّل الزمن مع مصدر التوتر بواسطة أسلاك، ونبقي الدائرة مفتوحة.
3. نُلصق الثقل في طرف الشريط الورقي، ثم نمرر الشريط من المكان المعد له من تحت ورقة الكربون في مسجّل الزمن بحيث نمسك طرف الشريط بشكل نمنعه من السقوط.
4. نُشغل مصدر التوتر وبعدها نترك الثقل ليسقط سقوطا حرا ساحبا معه الشريط من تحت الرأس المعدني الذي يقوم بضربات متعاقبة والتي تترك أثرا على الشريط الورقي بفعل ورقة الكربون.

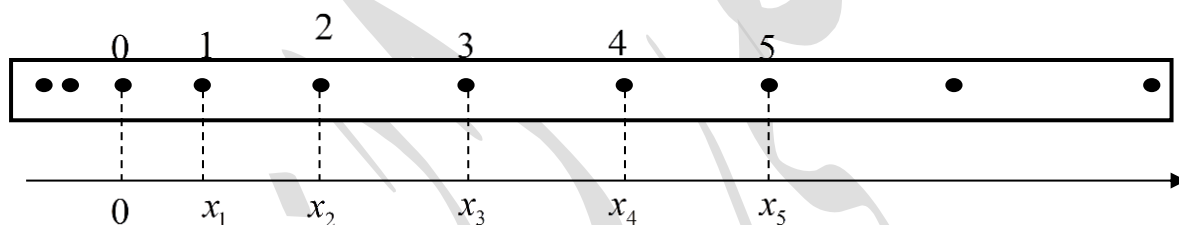
5. النتائج وتحليلها:

في هذه التجربة نحصل على شريط ورقي عليه نقاط متعاقبة والتي البعد بينها يزداد نتيجة التسارع كما هو مبين في الشكل التالي:



كي نُحلل النتائج من هذا الشريط نقوم بالخطوات التالية:

- أ. نختار إحدى النقاط القريبة من بداية الشريط والتي هي واضحة ونعطيها الرقم 0، ونرقم النقاط التي تليها بشكل تسلسلي 1، 2، 3، ... كما هو مبين في الشكل أدناه.
- ب. نختار النقطة الأولى (0)، على أنها نقطة الأصل $x=0$ ، ونقيس بواسطة المسطرة إحداثيات باقي النقاط نسبة لهذه النقطة (أنظر إلى الشكل أدناه).



ج. نُحضر جدولاً يشمل الرقم التسلسلي للنقاط وإحداثياتها:

n	x_n
0	0
1	x_1
2	x_2
3	x_3
4	x_4
\vdots	\vdots

د. من الجدول السابق نُحضر جدولاً للسرعة في كل واحدة من النقاط كدالة للزمن، حيث يتحقق أن:

1. الزمن يزداد من نقطة إلى أخرى بمقدار ثابت هو 0.02sec.

2. السرعة في نقطة معينة n نجدتها بحسب المعادلة:

$$(1) \quad v_n = \frac{x_{n+1} - x_{n-1}}{t_{n+1} - t_{n-1}} = \frac{x_{n+1} - x_{n-1}}{0.04\text{sec}}$$

في هذه المعادلة اعتمدنا على أنه بالتسارع الثابت يتحقق أن معدل السرعة بين زمنين مساو لمقدار السرعة اللحظية في منتصف الزمن بينهما. لهذا فإن السرعة في النقطة $n=3$ والتي هي عبارة عن منتصف الزمن بين النقطة $n=4$ و $n=2$ ، هي عبارة عن معدل السرعة بين هاتين النقطتين.

هـ. نحصل الآن على الجدول التالي:

t [sec]	v_n
0	0
0.02	v_1
0.04	v_2
0.06	v_3
0.08	v_4
⋮	⋮

و. من الجدول الأخير نرسم رسماً بيانياً للسرعة كدالة للزمن، ونحصل على رسم بياني خطي، ميله هو عبارة عن تسارع الجاذبية.

6. أسئلة تحضيرية حول التجربة:

أجب عن الأسئلة التالية:

1. لماذا مقدار تسارع الجاذبية في خط الاستواء أقل من مقداره في الأقطاب؟
2. برهن أنه في الحركة بتسارع ثابت يتحقق أن معدل السرعة بين زمنين هو مساو للسرعة اللحظية في منتصف الزمن بينهما.
3. اشرح المعادلة (1).
4. في هذه التجربة نحصل على رسم بياني خطي يصف السرعة كدالة للزمن. ماذا يمثل ميل هذا الرسم وماذا تمثل نقطة تقاطعه مع محور السرعة؟
5. لماذا لا ير الرسم أعلاه من نقطة الأصل؟ اشرح.
6. أجرى طالبان التجربة أعلاه وحصل الأول على تسارع مقداره 10m/sec^2 بينما حصل الثاني على تسارع مقداره 9m/sec^2 . أي من النتيجةين هي الأكثر دقة؟ اشرح.
7. احسب مقدار الزمن اللازم للثقل للوصول إلى الأرض إذا قمنا بإسقاطه من ارتفاع 80cm .