
هكر الفيزياء
الفصل الثاني
البندول البسيط
شرح الـــدرس الثالث
تانية بكالوريا
2021

تذكر

$$\underline{F} = -kx$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

الزمن الدوري

القانون العام

سؤال الدرس؟

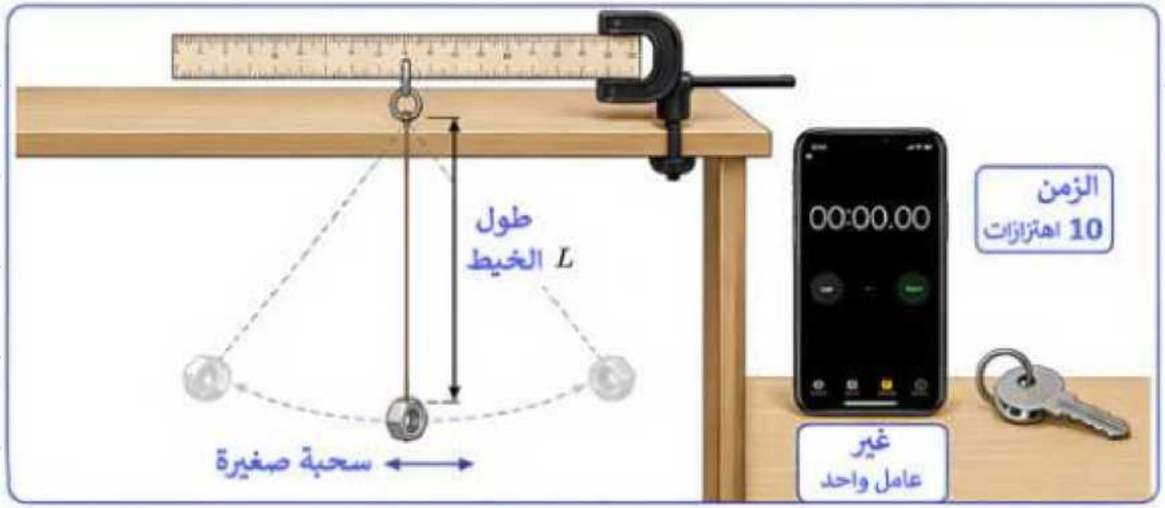


هل تؤثر كتلة الثقل {وزن الشخص الجالس على الارجوحة} او مقدار الازاحة الابتدائية الصغيرة {قوة دفعتك للارجوحة} في الزمن الدوري للبندول البسيط؟



اكتشف بنفسك





المتغيِّر الذي تغيَّر	الطول L (m)	الزمن لعشر اهتزازات t (s)	الزمن الدوري T (t/10) (s)
البندول الاصلى			
أربعة أمثال الطول الاصلى			
ثقل أثقل			
إزاحة صغيرة أكبر (لا تزال الزاوية أقل من 10°)			

$L \to 4$

$T \to 2$

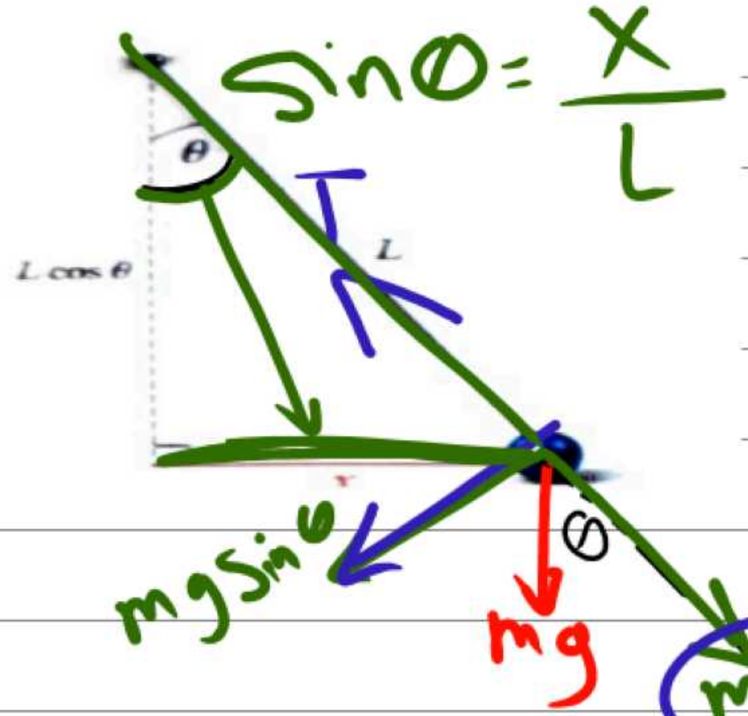
$T \propto \sqrt{L}$

- عندما جعلنا الطول 4 امثال زاد الزمن الدوري الضعف.
- هل اثر تغيير الكتلة؟ لا. لم يتغير الزمن الدوري ابدا.
- هل اثرت زيادة الازاحة (السعة)؟ لا طالما الزاوية صغيرة يظل الزمن ثابتا.



من ملاحظة الي نموذج

- لماذا لم تؤثر الكتلة الاثقل؟
- ولماذا الدفعة الاوسع لم تزد الزمن الدوري؟



$\sin\theta = \frac{x}{L}$

تحليل الوزن الي مركبات

مركبة في اتجاه امتداد الخيط: تلاشى الشد

مركبة في اتجاه مماس القوس:

$f = -mg\sin\theta$ أصغر من 10

$f = -mg\theta$

$\sin\theta \simeq \theta$

تقريب الزاوية الصغيرة

$\sin\theta \approx \theta$

لـ إذا كانت الزاوية صغيرة "أقل من 15"

$$f = +mg\theta = +kx$$

$$k = \frac{mg}{L}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

من قوة الاستعادة الي الزمن الدوري {لماذا تختفي الكتلة}

$$\frac{L}{g} = \frac{m}{k}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

أهم النقاط

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

العلاقات الطردية والعكسية:

الزمن الدوري. والطول علاقة طردية $T \propto \sqrt{L}$

يتناسب طرديا مع الجذر التربيعي لطول الخيط {عند ثبوت عجلة الجاذبية}

الزمن الدوري.

يتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي لعجلة الجاذبية {عند ثبوت الطول}

$T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$

قانون النسب للمقارنة بين بندولين:

$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$

سرعة

0,2 m ✓ 2 cm ✗

❶ أخطاء شائعة احذر منها:

- **الخطأ الأول :** التعويض بطول الخيط بالسنتيمتر (cm)

  التصحيح : يجب أن يكون الطول بالمتر (m) ، اقسم على 100 فوراً.

- **الخطأ الثاني :** الاعتقاد بأن تغيير كتلة البندول يغير الزمن

  التصحيح : لو وضعنا فيلاً بدلاً من نملة في البندول (بنفس الطول)، سيأخذان نفس الزمن الدوري.

- **الخطأ الثالث :** نسيان أخذ الجذر التربيعي أثناء الحسابات على الآلة الحاسبة.

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ✓

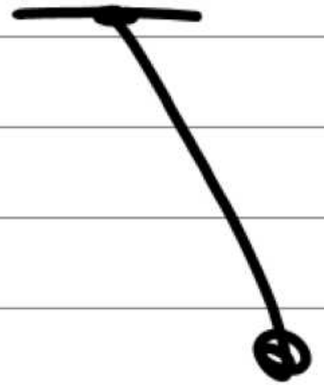
❷ كيف تقرأ السؤال؟

- إذا قال لك "**بندول يهتز سعة اهتزازة صغيرة**"، فهذا تصريح صريح باستخدام القانون.
- إذا أعطاك الكتلة (m) في مسألة الزمن الدوري، اعلم أنها **فخ امتحاني** لتشتيتك، تجاهلها تماماً.

القانون الأساسي للزمن الدوري للبندول البسيط:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$T = 4t$ ← زمن سعة الاهتزازة



حيث:

- T = الزمن الدوري (الزمن اللازم لعمل اهتزازة كاملة واحدة) - يقاس بالثانية.(s)
- π = الثابت الرياضي (ط) ويساوي تقريباً 3.14 أو $\frac{22}{7}$.
- L = طول خيط البندول (من نقطة التعليق حتى مركز الثقل) - يقاس بالمتر.(m)
- g = عجلة الجاذبية الأرضية (شدة مجال الجاذبية) - تقاس بـ m/s^2 أو N/kg وتساوي غالباً 9.8 أو 10.

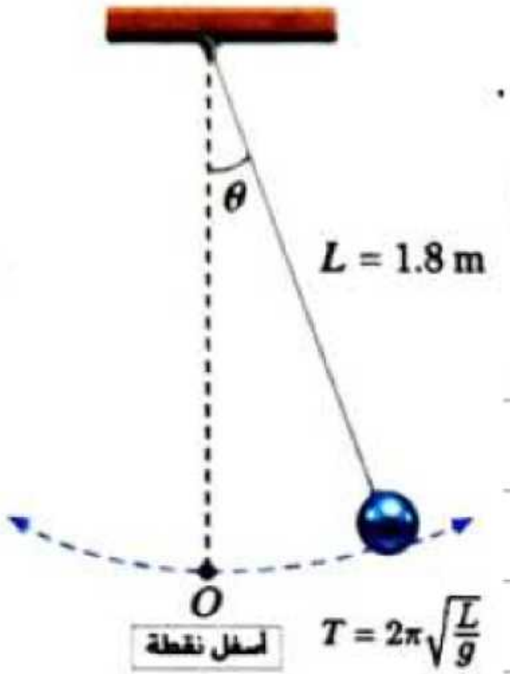
كتيب البيانات (ملاحظة سريعة):

- في المسائل، تحتاج فقط إلى الطول (L) والجاذبية (g). الكتلة غير مطلوبة ولا تظهر في المعادلة، وتأثير السعة مهمل للزوايا الصغيرة.

مثال 1

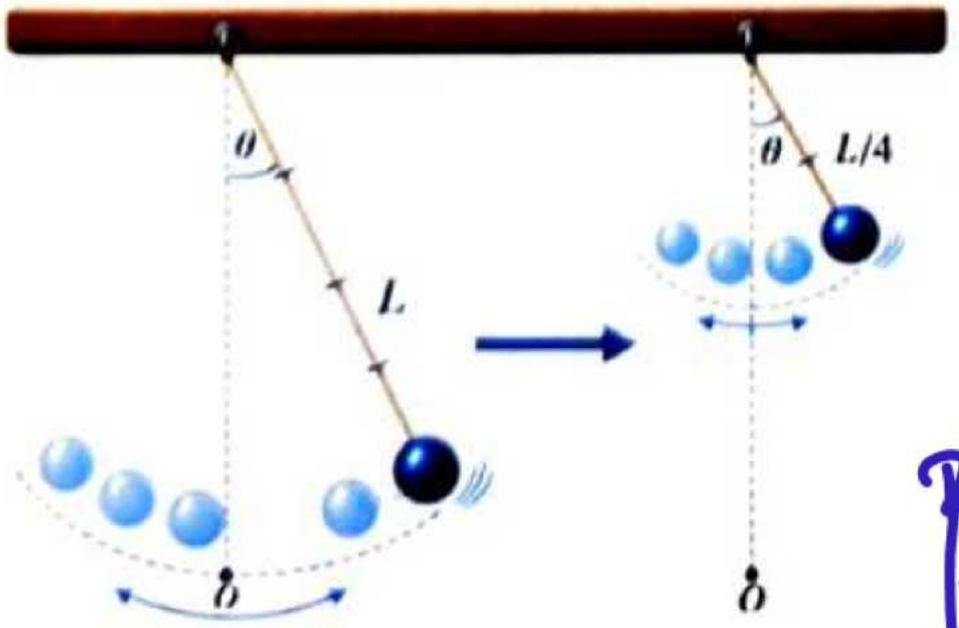
لبندول بسيط خيط طوله $L = 1.8\ m$. خذ $\pi = 3.14$ وشدة مجال الجاذبية $g = 9.8\ m/s^2$

أوجد الزمن الدوري لاهتزازه، لأقرب رقمين معنويين.



$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2 \times 3.14\sqrt{\frac{1.8}{9.8}}$$

$$= 2.69\ s$$



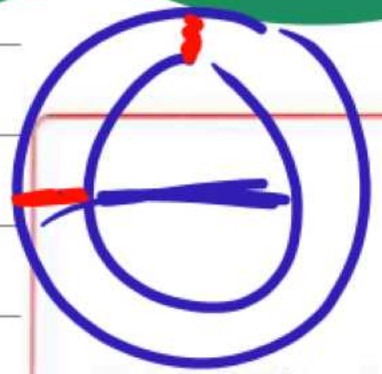
مثـــال 2

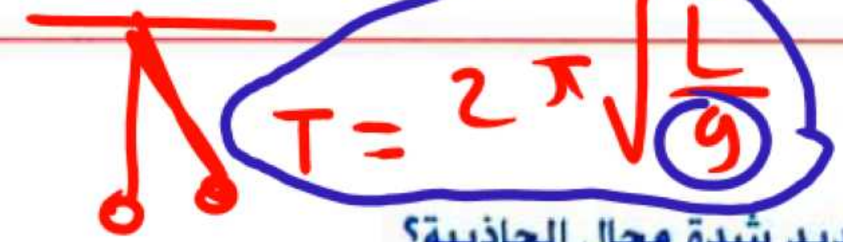
لبندول بسيط خيط طوله $L = 1.8\ m$

أوجد طول الخيط الذي يجعل زمنه الدوري **نصف** قيمته الحالية.

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\sqrt{\frac{L_1}{L_2}}\right)^2 \Rightarrow \left(\frac{2}{1}\right)^2 = \frac{1.8}{L_2}$$

$$L_2 = \frac{1.8}{4} = 0.45\ m$$





طبيعة العلم



هل عجلة الجاذبية ثابتة في كل مكان؟

- كيف يمكن استخدام الزمن الدوري لتحديد شدة مجال الجاذبية؟

- في عام 1672، قام العالم "جان ريشيه" برحلة من باريس (في أوروبا) إلى مدينة كايين (بالقرب من خط الاستواء).

كان يحمل معه ساعة تعتمد على بندول دقيق.

لاحظ ريشيه ظاهرة غريبة (**الساعة أصبحت بطيئة**) ! أي أن زمنها الدوري T أصبح أطول.

بما أن طول البندول (L) لم يتغير، ومن قانوننا $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ فإن زيادة T تعني حتماً **نقصان** (g) العلاقة عكسية)

الاستنتاج العلمي المذهل : قدم هذا دليلاً قاطعاً على أن عجلة الجاذبية (g) تتباين (تختلف) قليلاً بحسب الموقع على الأرض، فهي تكون **أصغر** بالقرب من خط الاستواء بسبب تفلطح الأرض ودورانها!

وبذلك أصبحت البندولات تستخدم كأداة لقياس عجلة الجاذبية بدقة.

نحاول نجاوب علي السؤال اللي بدانا بيه



- الآن وبعد أن أصبحنا خبراء، لنجب على سؤال بداية الدرس بثقة:

"للاهتزازات الصغيرة، لا تؤثر كتلة الثقل ولا التغيرات الطفيفة في السعة على الزمن الدوري للبندول البسيط".

السبب العلمي : توفر المركبة المماسية للوزن قوة الاستعادة $F = -mg\sin\theta$ وللزوايا الصغيرة $\sin\theta \approx \frac{x}{L}$ ،

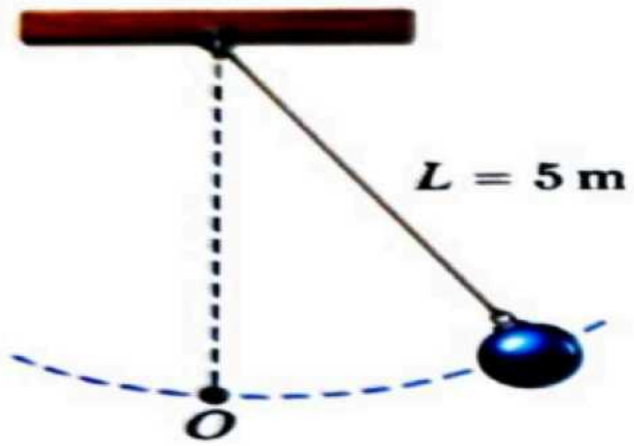
لذا $F = -\left(\frac{mg}{L}\right)x$. هذه هي صورة الحركة التوافقية البسيطة بصلابة فعلية $k = \frac{mg}{L}$

وبالتعويض في قانون $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ تختفي الكتلة (m) ، ونحصل على $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$.

لذا، يعتمد الزمن الدوري على L و g فقط وليس على كتلة الثقل، ويكون مستقلاً تقريباً عن السعة.

سؤال بإسلوب الإمتحان

أوجد الزمن الدوري، بالثانية، لبندول بسيط طول خيطه 5 m. $(g = 9.8)$



L

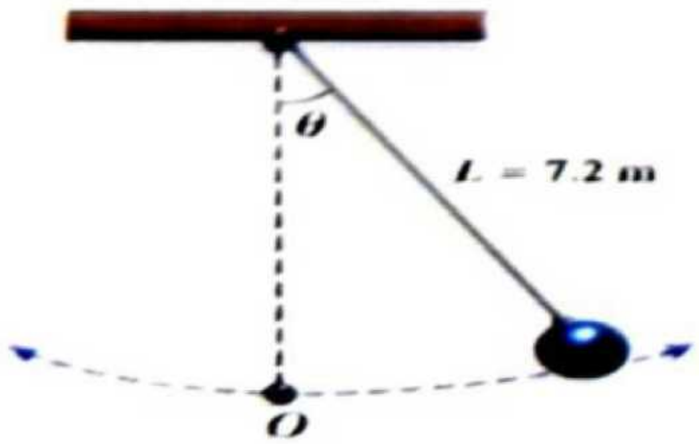
T

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$T = 2 \times \frac{22}{7} \times \sqrt{\frac{5}{9.8}} = 4.48 \text{ ث}$$

شغل دماغك 1

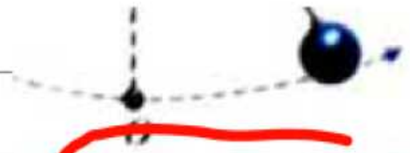
1 أوجد الزمن الدوري، بالثانية، لبندول بسيط طول خيطه 7.2 m . $(g = 9.8)$



L

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$2 \times \frac{22}{7}\sqrt{\frac{7.2}{9.8}} = 5.38$ ث



لبندول بسيط خيط طوله $2\ m$ $(\pi = 3.14, g = 9.8\ m/s^2)$

أوجد الزمن الدوري للاهتزازة الصغيرة، واذكر ماذا يحدث لذلك الزمن الدوري إذا استُبدل الثقل بآخر ضعف كتلته؟

لا تؤثر

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2 \times 3.14\sqrt{\frac{2}{9.8}}$$

$$2.83\ s$$

الواجب



للحضور لايف علي جوجل ميت google meet

01501857217