PSL

AMOSTRA GRÁTIS DE AULA

O pêndulo simples

Pacote inicial de oscilações

01 O pêndulo simples
Pêndulo simples · 45 min

Folhas de atividades | Links dos experimentos | Questões de previsão | Tabelas de dados | Respostas comentadas | Guia para docentes

© 2026 PSL · Physics Simulations Lab · pslsimulations.com. Licença para um docente: você pode imprimir e compartilhar estas páginas com seus próprios estudantes, inclusive em uma página de turma protegida por senha. Não as publique abertamente nem as repasse a outros docentes. As simulações podem ser usadas gratuitamente a qualquer momento.

Português (Brasil) · Edição traduzida. A edição em inglês é a referência.

Aula 1 · Folha de atividades · O pêndulo simples

Simulação: Pêndulo simples **Duração:** cerca de 45 min **Nível:** Do 9º ano ao fim do ensino médio · início da graduação

Nome Data Turma

Abra o experimento: no PSL, procure “Pêndulo simples”.
pslsimulations.com/#/lab/mechanics-lab/pendulum

Objetivos de aprendizagem

- Meça como o período de um pêndulo depende do comprimento.
- Encontre o ângulo de soltura a partir do qual a fórmula de pequenos ângulos $T = 2\pi\sqrt{(L/g)}$ deixa de ser precisa.

O período T de um pêndulo é o tempo de uma oscilação completa, de ida e volta. Para pequenas oscilações, a física prevê $T = 2\pi\sqrt{(L/g)}$, em que L é o comprimento e $g = 9.81\ m/s^2$. A simulação exibe esse “período para pequenos ângulos”, mas calcula o movimento completo para qualquer ângulo. Descubra em que condições o valor exibido se afasta do período medido.

Controles que você vai usar: Comprimento (0.5–3 m) · Ângulo de soltura (5–150°) · Indicador: período para pequenos ângulos

1 · Faça uma previsão

Antes de mexer na simulação

P1 Se o comprimento do pêndulo ficar 4 vezes maior, o período vai…

☐ continuar igual ☐ dobrar ☐ ficar 4 vezes maior ☐ cair pela metade

Qual é seu grau de certeza? ① ② ③ ④ ⑤ (1 = palpite, 5 = certeza)

P2 O ângulo de soltura muda o período? Faça uma previsão para 10° e 120° com um pêndulo de 1.5 m.

P3 A partir de aproximadamente que ângulo você acha que a fórmula vai apresentar um erro maior que 5%?

2 · Investigue

Mude uma coisa de cada vez

Parte A · Comprimento

1. Ajuste o ângulo de soltura para 10°. Mantenha a reprodução em 1×.
2. Para cada comprimento, leia o período para pequenos ângulos. Em seguida, cronometre 5 oscilações completas e divida por 5.

Comprimento L (m)	T exibido (s)	Tempo de 5 oscilações (s)	T medido (s)	T^2 (s^2)
0.5				
1.0				
1.5				
2.0				
3.0				

Parte B · Ângulo

1. Ajuste o comprimento para 1.5 m. O indicador deve mostrar 2.46 s.
2. Para cada ângulo, cronometre 5 oscilações completas e obtenha o período medido. Calcule o desvio percentual: (medido − 2.46) ÷ 2.46 × 100.

Ângulo de soltura	Tempo de 5 oscilações (s)	T medido (s)	Desvio em relação a 2.46 s (%)
10°			
35°			
60°			
90°			
120°			
150°			

3 · Explique

Use seus dados

E1 Com os dados da Parte A, explique o que aconteceu com o período quando o comprimento passou de 0.5 m a 2.0 m (4 vezes maior). Sua previsão P1 estava certa?

E2 Faça um gráfico de T^2 em função de L. Descreva o gráfico e determine sua inclinação. Use inclinação = $4\pi^2/g$ para calcular g.

E3 Na Parte B, em qual ângulo o período medido diferiu do valor exibido em mais de 5% pela primeira vez?

E4 A fórmula supõe sin θ ≈ θ. Explique por que um pêndulo solto de um ângulo grande leva mais tempo para oscilar do que a fórmula prevê.

QUESTÃO DE ENCERRAMENTO

Um relógio de pêndulo tem um pêndulo de 1.0 m. (a) Calcule seu período. (b) Se o pêndulo passar a oscilar com maior amplitude, o relógio vai adiantar ou atrasar? Por quê?

Aula 1 · Guia para docentes · O pêndulo simples

Simulação: Pêndulo simples **Duração:** cerca de 45 min **Matemática:** Álgebra, raízes quadradas (gráficos opcionais)

Link do experimento: pslsimulations.com/#/lab/mechanics-lab/pendulum

Visão geral

Os estudantes confirmam $T \propto \sqrt{L}$ e descobrem que a fórmula conhecida é uma aproximação que perde precisão em grandes amplitudes. A simulação integra a equação não linear completa $d^2\theta/dt^2 = -(g/L) \sin \theta$. Por isso, os períodos medidos para ângulos grandes são de fato maiores que o valor exibido. Em 1×, a oscilação ocorre em tempo real. Para L = 1.5 m, medimos 2.47 s a 10° e 3.37 s a 120°.

Antes da aula

Abra a simulação uma vez antes da aula. Os estudantes precisam de um cronômetro; o do celular serve. Em duplas, uma pessoa inicia a oscilação com “Reiniciar” e a outra cronometra.

Equívocos comuns

- Massas mais pesadas oscilam mais rápido. (A massa não aparece na fórmula; a simulação usa uma massa pontual.)
- Dobrar o comprimento dobra o período. (O período é multiplicado por $\sqrt{2} \approx 1.41$.)
- A amplitude nunca importa. (Ela importa em ângulos grandes, como mostra a Parte B.)

Respostas comentadas

P1

Dobra. $T \propto \sqrt{L}$, portanto 4× o comprimento dá $\sqrt{4} = 2\times$ o período.

P2

A 10°, o período é cerca de 2.46 s, igual ao indicado. A 120°, é cerca de 3.37 s, aproximadamente 37% maior.

P3

Aceite qualquer previsão razoável. Compare-a com os ensaios da parte B.

Parte A

Indicadores: 0.5 m → 1.42 s, 1.0 m → 2.01 s, 1.5 m → 2.46 s, 2.0 m → 2.84 s, 3.0 m → 3.47 s. Os tempos medidos devem concordar dentro de aproximadamente 0.1 s. Valores de T^2 : 2.01, 4.03, 6.04, 8.05, 12.1 s^2.

Parte B

Períodos medidos esperados para L = 1.5 m: 10° → 2.46 s (+0.2%), 35° → 2.52 s (+2.4%), 60° → 2.64 s (+7.3%), 90° → 2.90 s (+18%), 120° → 3.37 s (+37%), 150° → 4.33 s (+76%).

E1

O período dobrou (1.42 s → 2.84 s). Quadruplicar o comprimento dobra o período porque $T \propto \sqrt{L}$.

E2

Uma reta que passa pela origem, com inclinação ≈ 4.0 s^2/m. $g = 4\pi^2 \div 4.02 \approx 9.8$ m/s^2. Valores com desvio de até cerca de 5% são bons.

E3

60° é o primeiro ângulo testado em que a diferença supera 5%: ela é de 2,4% a 35° e de 7,3% a 60°.

E4

O módulo da força restauradora para ângulos positivos é mg sin θ. Em ângulos grandes, sin θ é consideravelmente menor que θ (sin 90° = 1, enquanto 90° = 1.57 rad). Por isso, a força em direção ao equilíbrio é menor do que a fórmula aproximada supõe. O retorno é mais lento e o período, maior.

Encerramento

(a) $T = 2\pi\sqrt{(1.0/9.81)} \approx 2.01$ s. (b) Vai atrasar. Oscilações de maior amplitude têm período maior; o pêndulo completa menos oscilações por hora e o relógio perde tempo.

Aprofundamento

A simulação mantém g fixo em 9.81 m/s^2. Portanto, não mostra diretamente outro astro. Peça aos estudantes que usem a fórmula para calcular o período de um pêndulo de 1.5 m na Lua (g = 1.62 m/s^2): $T = 2\pi\sqrt{(1.5/1.62)} \approx 6.05$ s, cerca de 2.5 vezes o período na Terra.

Adaptação

Apoio: entregue preenchida a coluna de T^2 e pule o cálculo da inclinação. Desafio: compare a Parte B com a expansão em série $T \approx T_0(1 + \theta_0^2/16)$, com θ_0 em radianos, e descubra quando a aproximação perde precisão.

PSL

Pacote inicial de oscilações / Coleção de oscilações e ondas

Pacote inicial de oscilações · 19 USD

- O pêndulo simples
- Ressonância em um sistema massa-mola forçado
- Pêndulos acoplados e transferência de energia

Coleção de oscilações e ondas · 49 USD

- O pêndulo simples
- Ressonância em um sistema massa-mola forçado
- Pêndulos acoplados e transferência de energia
- Ondas estacionárias em cordas e tubos
- Padrões de ressonância em um tambor
- Figuras de Chladni e simetria

Avaliação da unidade com gabarito · 12 questões

Roteiro de duas semanas e glossário