無料のサンプル授業

単振り子

振動入門パック

01 単振り子

単振り子 · 45分

生徒用ワークシート　実験へのリンク　予想問題　データ表　解答と解説　教師用ガイド

© 2026 PSL · Physics Simulations Lab · pslsimulations.com。教師1名用のライセンスです。この教材は、ご自身が担当する生徒に印刷して配布したり、パスワードで保護されたクラス用ページで共有したりできます。一般公開や他の教師への配布はご遠慮ください。シミュレーションはいつでも無料で利用できます。

日本語 · 翻訳支援を用いています。参照用の原版は英語版です。

第1時・生徒用ワークシート・単振り子

シミュレーション： 単振り子　**所要時間：** 約45分　**対象：** 中学3年〜高校3年・大学入門

氏名　　日付　　クラス

実験を開く： PSLで「単振り子」を検索します。
pslsimulations.com/#/lab/mechanics-lab/pendulum

学習の目標

・振り子の周期が長さによってどう変わるかを測定する。
・小角近似の式 $T = 2\pi\sqrt{(L/g)}$ の誤差が大きくなる振り始めの角度を調べる。

振り子の周期 T は、1往復にかかる時間です。振れが小さいときは $T \approx 2\pi\sqrt{(L/g)}$ です。L は振り子の長さ、g = 9.81 m/s²です。シミュレーションには「小角近似の周期」が表示されますが、計算自体は大きな角度でも振り子の運動を扱います。表示がどの角度から実際の周期と合わなくなるかを調べましょう。

使う操作項目： 長さ（0.5〜3 m）・振り始めの角度（5〜150°）・表示：小角近似の周期

1・予想する

シミュレーションを操作する前に

P1 振り子の長さを4倍にすると、周期は…

☐ 変わらない　☐ 2倍になる　☐ 4倍になる　☐ 半分になる

予想にどのくらい自信がありますか？ ① ② ③ ④ ⑤ （1＝勘で答えた、5＝確信がある）

P2 振り始めの角度は周期に影響しますか。長さ1.5 mの振り子を10°と120°から放した場合の周期をそれぞれ予想しましょう。

P3 式の誤差が5%を超えるのは、およそ何度からだと思いますか。

2・調べる

一度に変える条件は1つだけ

A・長さ

1. 振り始めの角度を10°に設定します。再生速度は1倍のままにします。
2. それぞれの長さについて、小角近似の周期を読み取ります。次にストップウォッチで5往復の時間を測り、5で割ります。

長さ L（m）	表示値 T（s）	5往復の時間（s）	実測値 T（s）	T² (s²)
0.5				
1.0				
1.5				
2.0				
3.0				

B・角度

1. 長さを1.5 mにします。表示は2.46 sになるはずです。
2. それぞれの角度で5往復の時間を測り、実測周期を求めます。次に、差の割合を（実測値 − 2.46）÷ 2.46 × 100で計算します。

振り始めの角度	5往復の時間（s）	実測値 T（s）	2.46 sとの差（%）
10°			
35°			
60°			
90°			
120°			
150°			

3・説明する

測定データを使って考えよう

E1 Aのデータを使いましょう。長さを0.5 mから2.0 mへ4倍にすると周期はどうなりましたか。予想P1は当たりましたか。

E2 縦軸に T^2、横軸に L をとってグラフを描きます。グラフの形を説明し、傾きを求めます。傾き $= 4\pi^2/g$ の関係から g を求めましょう。

E3 Bで、実測周期と表示値の差が初めて5%を超えたのは何度でしたか。

E4 この式は $\sin\theta \approx \theta$ を仮定しています。大きな角度から放した振り子の周期が、式の予測より長くなる理由を説明しましょう。

授業のまとめ問題

振り子時計の振り子の長さは1.0 mです。(a) 周期を計算しましょう。(b) 振れ幅を大きくすると時計は進みますか、遅れますか。理由も説明しましょう。

第1時 · 教師用ガイド · 単振り子

シミュレーション： 単振り子　**所要時間：** 約45分　**必要な数学：** 代数、平方根（グラフは任意）

実験へのリンク： pslsimulations.com/#/lab/mechanics-lab/pendulum

概要

生徒は T ∝ √L を確かめた後、よく知られた式は振れが大きいと精度が落ちる近似であることを学びます。シミュレーションは非線形の運動方程式 $d^2\theta/dt^2 = -(g/L)\sin\theta$ をそのまま積分するので、大きな角度で測った周期は表示値より長くなります。再生速度1倍では実時間で動きます。L = 1.5 mで測ると、10°で2.47 s、120°で3.37 sでした。

授業前の準備

事前にシミュレーションを開いて確認します。生徒にはストップウォッチを用意させます。2人組で、一方がリセットして振り子を放し、もう一方が計時すると進めやすくなります。

よくある誤解

- おもりが重いほど振動が速くなる。（式には質量が入っていません。シミュレーションではおもりを質点とみなしています。）
- 長さを2倍にすると周期も2倍になる。（周期は √2 ≈ 1.41 倍です。）
- 振れ幅はいつでも周期に影響しない。（角度が大きいと影響します。それをBで確かめます。）

解答と解説

P1

2倍です。T ∝ √L なので、長さを4倍にすると周期は √4 = 2 倍になります。

P2

10°では約2.46 sで、表示とほぼ同じです。120°では約3.37 sで、約37%長くなります。

P3

妥当な予想であれば正答とし、パート B の実験結果と比較させる。

A

表示値：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。実測値は約0.1 sの範囲で一致すれば十分です。T^2 の値：2.01、4.03、6.04、8.05、12.1 s^2.

B

L = 1.5 mで予想される周期：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

周期は2倍になりました（1.42 s → 2.84 s）。T ∝ √L なので、長さを4倍にすると周期は2倍です。

E2

原点を通る直線で、傾きは約4.0 s^2/m. $g = 4\pi^2 \div 4.02 \approx 9.8$ m/s^2です。生徒の値が約5%以内なら十分です。

E3

測定した角度のうち、ずれが初めて 5% を超えたのは 60°。35° では 2.4%、60° では 7.3% だった。

E4

θ が正のとき、接線方向の復元力の大きさは $mg\sin\theta$ です。角度が大きいと $\sin\theta$ は θ より小さくなります（sin 90° = 1ですが、90° = 1.57 radです）。したがって、振り子を中央に戻す力は近似式の想定より弱く、戻りが遅くなるため周期が長くなります。

まとめ問題

(a) $T = 2\pi\sqrt{(1.0/9.81)} \approx 2.01$ s。(b) 遅れます。振れ幅が大きいと周期が長くなり、1時間あたりの往復回数が減るためです。

発展
シミュレーションでは g が9.81 m/s²に固定されているので、月での運動を直接見ることはできません。長さ1.5 mの振り子を月に持っていった場合（g = 1.62 m/s²）の周期を式で計算します。$T = 2\pi\sqrt{(1.5/1.62)} \approx 6.05$ sで、地球の約2.5倍です。

学習支援と発展課題
支援：T^2 の列を記入して配り、傾きの計算は省きます。発展：Bの結果を級数の近似 $T \approx T_0(1 + \theta_0^2/16)$ と比べます。θ_0 はラジアンで表し、近似がどこから合わなくなるかを調べます。

PSL

振動入門パック / 振動と波の教材セット

振動入門パック · 19 USD

- 単振り子
- ばねの強制振動と共振
- 連成振り子とエネルギーの移動

振動と波の教材セット · 49 USD

- 単振り子
- ばねの強制振動と共振
- 連成振り子とエネルギーの移動
- 弦と管にできる定常波
- 太鼓の膜に現れる共振パターン
- クラドニ図形と対称性

単元テストと解答 · 12問

2週間の授業計画 と用語集