

【実験】エネルギー保存（弾性力）（実験書・データ）

【目的】ばねのついた台車の運動について、運動エネルギーと位置エネルギーの和が保存されているかを検証する。

【準備】フックばね（ばね定数 $1.0 \sim 1.5\text{N/m}$ 程度）、スタンド、おもり（ 10g ）5個以上、鉄道模型（Nゲージレール2本、貨車 TORA70000型）、 $90 \times 7\text{cm}$ 位の板等、フック、扇糸、おもり $60 \sim 90\text{g}$ の鉛板、速度測定器4個

【実験方法】

1 実験装置

- ① Nゲージの貨車に鉛板を折りたたんで乗せる。
- ② 板上にレールを木ねじで固定し、板の端にばねを固定するフックをねじ込む。

2 実験

(1) 予備実験 ばねの弾性力を調べる。

- ① ばねにおもりを吊り下げ、静止させてばねの伸び x [m] を測定する。
- ② 弾性力がおもりの重力とつりあうことから弾性力 F [N] を求める。
- ③ $F - x$ グラフを描き、傾きを利用してばね定数 k [N/m] を決める。普通、密着ばねではグラフは原点を通らない。 $F = k(x - x_0)$ として k と x_0 を決めよ。

<注> 理想としては、フックの法則が成立するばねが望ましいが、ばね定数の小さな密着ばねは密着させるためにばねの伸びが0のとき負の向きの力がはたらいっている場合がある。よって、伸び x の原点は負であると考えろ。

(2) 実験の方法 ばね振り子のエネルギー保存

- ① 貨車に全重量が $60\text{g} \sim 100\text{g}$ になるように鉛板を搭載し、貨車の質量をはかる。
貨車の質量 $m = [0.075] \text{g}$
- ② 図のように、ばねの他端に糸をつなぎ、ばねの長さが 40cm になるように引き延ばす。
- ③ ばねを取り付けた他端の位置から、 5cm 、 15cm 、 25cm 、 35cm の位置に速度測定器（速度測定器の中心）を置く。
- ④ ばねの伸びが 40cm になるようにして、糸を離し、各速度測定器を通過するときの速さを測定する。

【結果】

- ① ばねの伸びが、 5cm 、 15cm 、 25cm 、 35cm の各位置での運動エネルギー K と弾性力による位置エネルギー U を求め、表に記入する。ただし、弾性力による位置エネルギーは x_0 によって補正すること。
- ② K 、 U 、 $K+U$ をグラフにする。

【考察】

エネルギー保存は成立しているだろうか。



| | |
|---|-------|
| 講座 () () 年 () 組 () 席 名前 | 共同実験者 |
| () 月 () 日 () 曜 () 限 気温 () °C 気圧 () hPa 湿度 () % | |

【実験】エネルギー保存（弾性力）（データ・レポート）

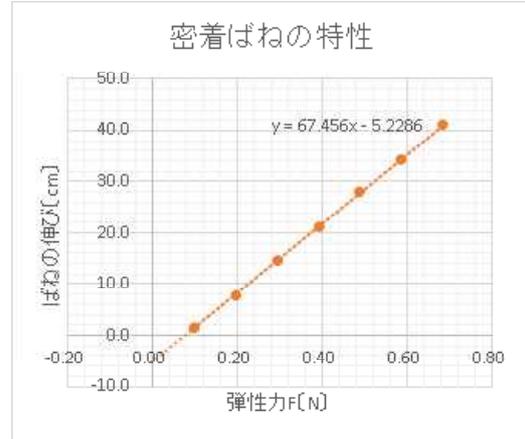
【目的】ばねのついた台車の運動について、運動エネルギーと位置エネルギーの和が保存されているかを検証する。

【実験】

(1) 予備実験 ばねの弾性力を調べる。

【結果】

| 個数 〔個〕 | 質量 m 〔g〕 | 弾性力 F 〔N〕 | ばねの伸び x 〔m〕 |
|-----------|---------------|----------------|------------------|
| 1 | 10 | 0.098 | 0.7 |
| 2 | 20 | 0.196 | 7.2 |
| 3 | 30 | 0.294 | 13.3 |
| 4 | 40 | 0.392 | 20.3 |
| 5 | 50 | 0.490 | 27.0 |
| 6 | 60 | 0.588 | 33.5 |
| 7 | 70 | 0.686 | 40.5 |



【考察】グラフより、傾き $k = [① 1.48\text{N/m}]$ $x_0 = [② -0.052\text{m}]$

【解説】ばねを用いたエネルギー保存の実験は、柔らかいばねが必要だが教材会社によるものはばね定数が大きい。市販密着ばね（人形を吊る）は密着させるために $x = 0$ のとき $F < 0$ になるように作られている。

(2) 実験 ばね振り子のエネルギー保存の検証

【結果】

ばね定数 $k = [③ 1.48]$ N/m 台車質量 $m = [④ 0.075]$ kg

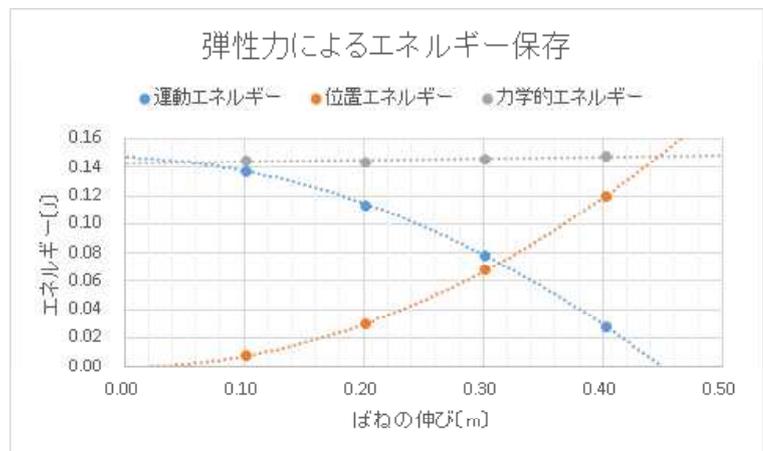
| ばねの伸び x 〔m〕 | 台車の速さ v 〔m/s〕 | | | | | | 運動エネルギー | 位置エネルギー | 力学的エネルギー |
|------------------|-----------------|------|------|------|------|------|-----------------|-----------------|----------|
| | 1回 | 2回 | 3回 | 4回 | 5回 | 平均 | $K = (1/2)mv^2$ | $U = (1/2)kx^2$ | $K+U$ |
| 0.1023 | 1.96 | 1.90 | 1.89 | 1.90 | 1.92 | 1.91 | 0.1374 | 0.0077 | 0.1451 |
| 0.2023 | 1.73 | 1.74 | 1.73 | 1.74 | 1.75 | 1.74 | 0.1133 | 0.0303 | 0.1436 |
| 0.3023 | 1.44 | 1.45 | 1.44 | 1.44 | 1.46 | 1.45 | 0.0784 | 0.0676 | 0.1460 |
| 0.4023 | 0.86 | 0.87 | 0.85 | 0.86 | 0.87 | 0.86 | 0.0279 | 0.1196 | 0.1476 |

【考察】

$x < 0$ より $x = 0$ にするために仕事を必要とする。よって、表のように、変位を $x_0 = -0.052\text{m}$ をばねの伸びに加えて処理した。

運動エネルギーは下に凸、弾性力による位置エネルギーは上に凸のグラフになり、ほぼ

$(1/2)mv^2 + (1/2)kx^2 = \text{一定}$ となっている。



| | |
|---|-------|
| 講座 () () 年 () 組 () 席 名前 | 共同実験者 |
| () 月 () 日 () 曜 () 限 気温 () °C 気圧 () hPa 湿度 () % | |

【実験】エネルギー保存（弾性力）（実験書）

【目的】ばねのついた台車の運動について、運動エネルギーと位置エネルギーの和が保存されているかを検証する。

【準備】フックばね（ばね定数 $1.0 \sim 1.5\text{N/m}$ 程度）、スタンド、おもり（ 10g ）5個以上、鉄道模型（Nゲージレール2本、貨車 TORA70000型）、 $90 \times 7\text{cm}$ 位の板等、フック、扇糸、おもり $60 \sim 90\text{g}$ の鉛板、速度測定器4個

【実験方法】

1 実験装置

- ① Nゲージの貨車に鉛板を折りたたんで乗せる。
- ② 板上にレールを木ねじで固定し、板の端にばねを固定するフックをねじ込む。

2 実験

(1) 予備実験 ばねの弾性力を調べる。

- ① ばねにおもりを吊り下げ、静止させてばねの伸び x [m] を測定する。
- ② 弾性力がおもりの重力とつりあうことから弾性力 F [N] を求める。
- ③ $F - x$ グラフを描き、傾きを利用してばね定数 k [N/m] を決める。普通、密着ばねではグラフは原点を通らない。 $F = k(x - x_0)$ として k と x_0 を決めよ。

<注> 理想としては、フックの法則が成立するばねが望ましいが、ばね定数の小さな密着ばねは密着させるためにばねの伸びが0のとき負の向きの力がはたらいっている場合がある。よって、伸び x の原点は負であると考えろ。

(2) 実験の方法 ばね振り子のエネルギー保存

- ① 貨車に全重量が $60\text{g} \sim 100\text{g}$ になるように鉛板を搭載し、貨車の質量をはかる。
貨車の質量 $m = [\quad] \text{g}$
- ② 図のように、ばねの他端に糸をつなぎ、ばねの長さが 40cm になるように引き延ばす。
- ③ ばねを取り付けた他端の位置から、 5cm 、 15cm 、 25cm 、 35cm の位置に速度測定器（速度測定器の中心）を置く。
- ④ ばねの伸びが 40cm になるようにして、糸を離し、各速度測定器を通過するときの速さを測定する。

【結果】

- ① ばねの伸びが、 5cm 、 15cm 、 25cm 、 35cm の各位置での運動エネルギー K と弾性力による位置エネルギー U を求め、表に記入する。ただし、弾性力による位置エネルギーは x_0 によって補正すること。
- ② K 、 U 、 $K+U$ をグラフにする。

【考察】

エネルギー保存は成立しているだろうか。



| | |
|---|-------|
| 講座 () () 年 () 組 () 席 名前 | 共同実験者 |
| () 月 () 日 () 曜 () 限 気温 () °C 気圧 () hPa 湿度 () % | |

【実験】エネルギー保存（弾性力）（データ・レポート）

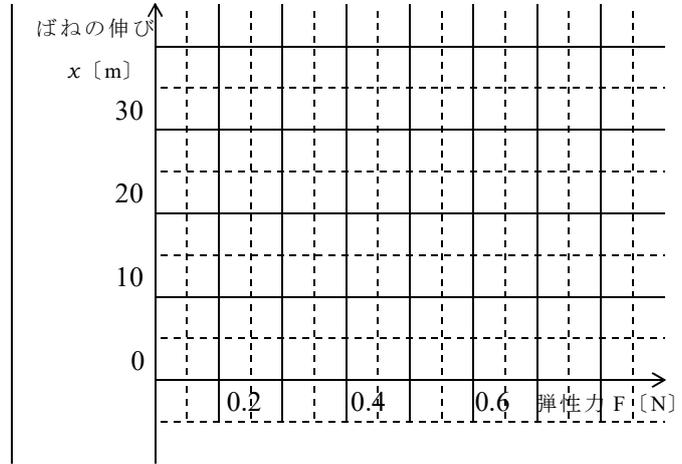
【目的】ばねのついた台車の運動について、運動エネルギーと位置エネルギーの和が保存されているかを検証する。

【実験】

(1) 予備実験 ばねの弾性力を調べる。

【結果】

| 個数 〔個〕 | 質量 m 〔g〕 | 弾性力 F 〔N〕 | ばねの伸び x 〔m〕 |
|-----------|---------------|----------------|------------------|
| 1 | 10 | | |
| 2 | 20 | | |
| 3 | 30 | | |
| 4 | 40 | | |
| 5 | 50 | | |
| 6 | 60 | | |
| 7 | 70 | | |



【考察】 グラフより、傾き $k =$ 〔①〕 $x_0 =$ 〔②〕

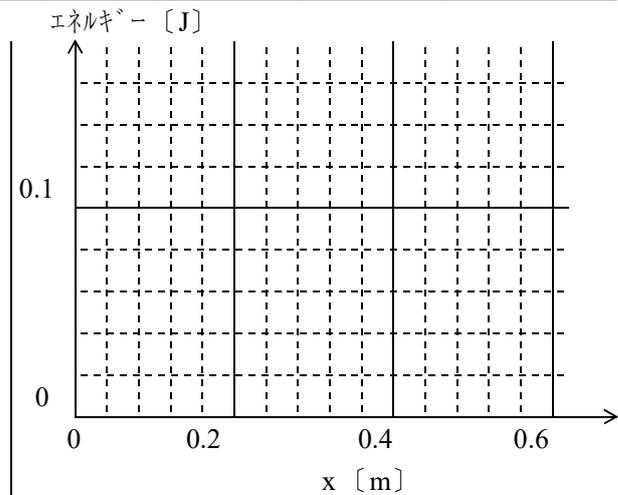
(2) 実験 ばね振り子のエネルギー保存の検証

【結果】

ばね定数 $k =$ 〔③〕 N/m 台車質量 $m =$ 〔④〕 kg

| ばねの伸び x 〔m〕 | 台車の速さ v 〔m/s〕 | | | | | | 運動エネルギー $K = (1/2)mv^2$ | 位置エネルギー $U = (1/2)kx^2$ | 力学的エネルギー $K+U$ |
|------------------|-----------------|----|----|----|----|----|----------------------------|----------------------------|-------------------|
| | 1回 | 2回 | 3回 | 4回 | 5回 | 平均 | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

【考察】



| | |
|-----------------------------------|---------------------|
| 講座 () () 年 () 組 () 席 名前 | 共同実験者 |
| () 月 () 日 () 曜 () 限 気温 () °C | 気圧 () hPa 湿度 () % |

装置写真

