

物 理 基 礎

(解答番号 ~)

第 1 問 次の問い(問 1 ~ 4)に答えよ。(配点 16)

問 1 図 1 のように、床の上に直方体の木片が置かれ、その木片の上にはりんごが置かれている。木片には、地球からの重力、床からの力、りんごからの力がはたらくしている。木片にはたらくすべての力を表す図として最も適当なものを、次ページの①~④のうちから一つ選べ。

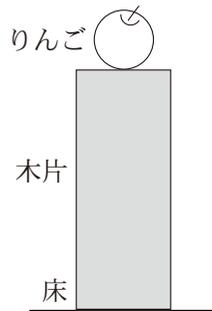
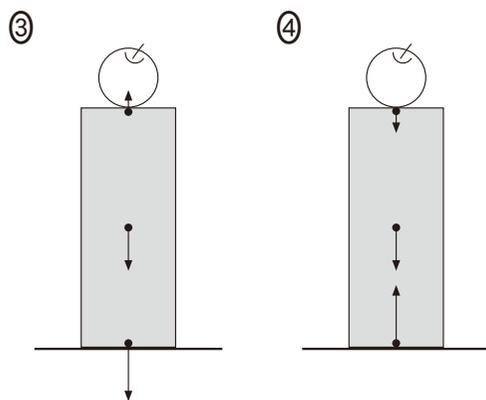
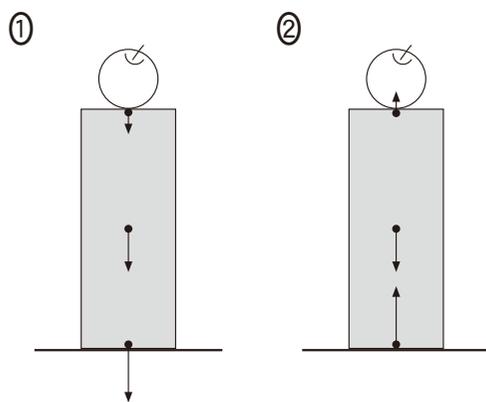


図 1



物理基礎

問 2 次の文章中の空欄 に入れる語として最も適当なものを、その直後の { } から一つ選び、空欄 に入れる最も適当な向きを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

長さ L の絶縁体の棒の両端をそれぞれ電気量 q と $-q$ ($q > 0$) に帯電させ、図 2 のように、棒の中心を点 A に固定し、 xy 平面内で自由に回転できるようにした。まず、電気量 Q に帯電させた小球を y 軸上の点 B におくと、棒が静電気力の作用でゆっくりと回転し、図 2 に示す向きになったので、 Q の符号は { ① 正 ② 負 } であることがわかった。次に、小球を y 軸に沿って点 C までゆっくり移動させると、棒に描かれた矢印の向きは になった。

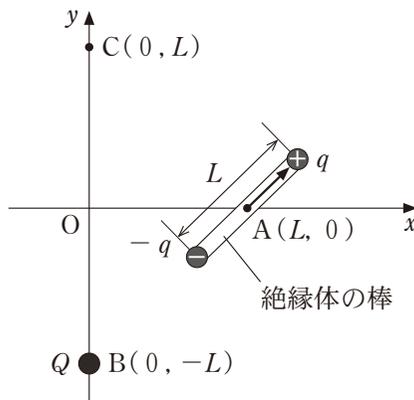
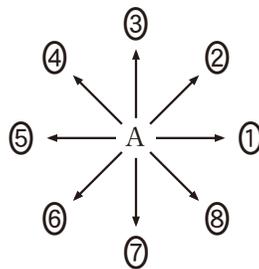


図 2



問 3 次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に入れる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。 **4**

電磁波は電氣的・磁氣的な振動が波となって空間を伝わる。周波数(振動数)が小さいほうから順に、電波、赤外線、可視光線、紫外線、X線、 γ 線のように大まかに分類される。これらは、私たちの生活の中でそれぞれの特徴を活かして利用されている。**ア** は日焼けの原因であり、また殺菌作用があるため殺菌灯に使われている。携帯電話、全地球測位システム(GPS)、ラジオは **イ** を利用して情報を伝えている。X線はレントゲン写真に使われている。**ウ** はがん細胞に照射する放射線治療に使われている。

| | ア | イ | ウ |
|---|------|------------|------------|
| ① | 可視光線 | γ 線 | 電 波 |
| ② | 可視光線 | 電 波 | γ 線 |
| ③ | 赤外線 | γ 線 | 電 波 |
| ④ | 赤外線 | 電 波 | γ 線 |
| ⑤ | 紫外線 | γ 線 | 電 波 |
| ⑥ | 紫外線 | 電 波 | γ 線 |

物理基礎

問 4 プールから帰ってきたAさんが、同級生のBさんと熱に関する会話を交わしている。次の会話文を読み、下線部に誤りを含むものを①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答番号の順序は問わない。

| |
|---|
| 5 |
|---|

 ・

| |
|---|
| 6 |
|---|

Aさん：プールで泳ぐのはすごくいい運動になるよね。ちょっと泳いだけでヘトヘトだよ。水中で手足を動かすのに使ったエネルギーは、いったいどこにいつてしまうんだろう？

Bさん：水の流れや体が進む運動エネルギーもあるし、① 手足が水にした仕事で、その水の温度が少し上昇するぶんもあると思うよ。仕事は、熱エネルギーになったりもするからね。たしか、エネルギーは、② 熱エネルギーになってしまうと、その一部でも仕事に変えられないんだね。

Aさん：物理基礎の授業で、熱が関係するような現象は不可逆変化だって習ったよ。でも、③ 不可逆変化のときでも熱エネルギーを含めたすべてのエネルギーの総和は保存されているんだよね。

Bさん：授業で、物体の温度は熱運動と関係しているってことも習ったよね。たとえば、④ 1気圧のもとで水の温度を上げていったとき、水分子の熱運動が激しくなって、やがて沸騰するわけだね。

Aさん：それじゃ逆に温度を下げたら、熱運動は穏やかになるんだね。冷凍庫の中の温度は -20°C とか、業務用だともっと低いらしいよ。太陽から遠く離れた惑星の表面温度なんて、きっと、ものすごく低いんだろうね。

Bさん：そうだね、天王星とか、海王星の表面だと -200°C より低い温度らしいね。もっと遠くでは、⑤ -300°C よりも低い温度になることもあるはずだよ。そんなところじゃ、宇宙服を着ないと、すぐに凍ってしまうね。

物理基礎

第2問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。(配点 18)

A 図1のようにクラシックギターの音の波形をオシロスコープで観察したところ、図2のような波形が観測された。図2の横軸は時間、縦軸は電気信号の電圧を表している。また、表1は音階と振動数の関係を示している。

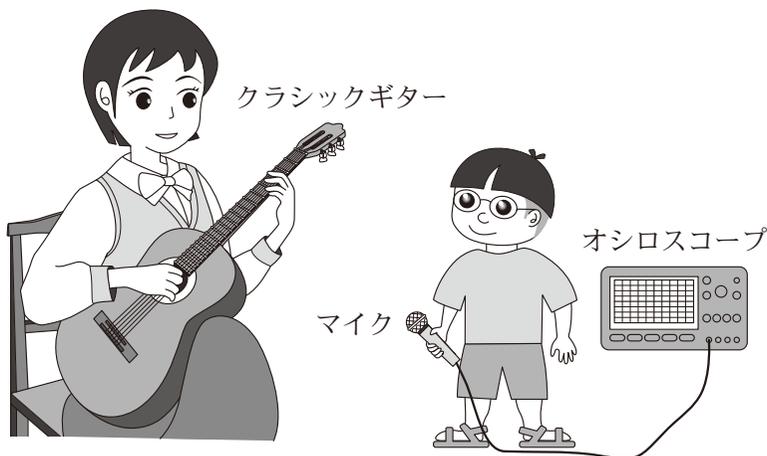


図 1

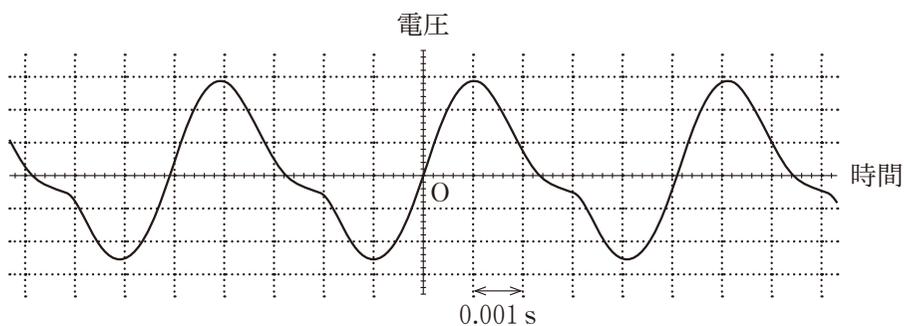


図 2

表 1

| 音階 | ド | レ | ミ | ファ | ソ | ラ | シ |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 振動数 | 131 Hz | 147 Hz | 165 Hz | 175 Hz | 196 Hz | 220 Hz | 247 Hz |
| | 262 Hz | 294 Hz | 330 Hz | 349 Hz | 392 Hz | 440 Hz | 494 Hz |

問 1 図 2 の波形の音の周期は何 s か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 s

- ① 0.0023 ② 0.0028 ③ 0.0051 ④ 0.0076

また、表 1 をもとにして、この音の音階として最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。

- ① ド ② レ ③ ミ ④ ファ
 ⑤ ソ ⑥ ラ ⑦ シ

物理基礎

問 2 図 2 の波形には、基本音だけでなく、2 倍音や 3 倍音などたくさんの倍音が含まれている。ここでは、図 3 に示す基本音と 2 倍音のみについて考える。基本音と 2 倍音の混ざった波形として最も適当なものを、次ページの①～④のうちから一つ選べ。ただし、図 3 の目盛りと解答群の図の目盛りは同じとする。

9

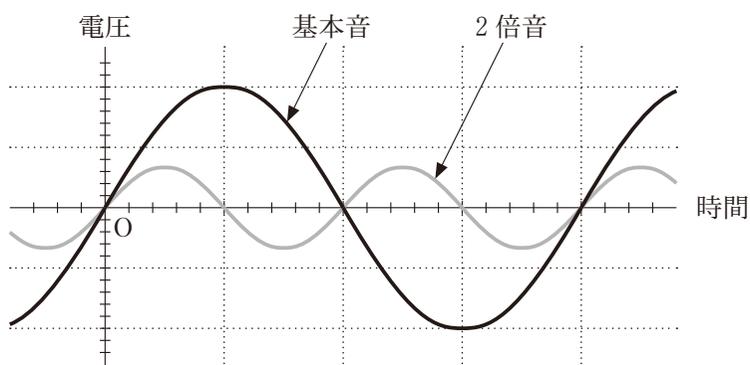
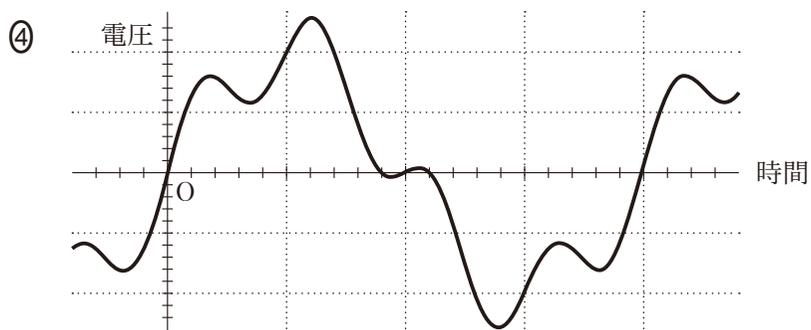
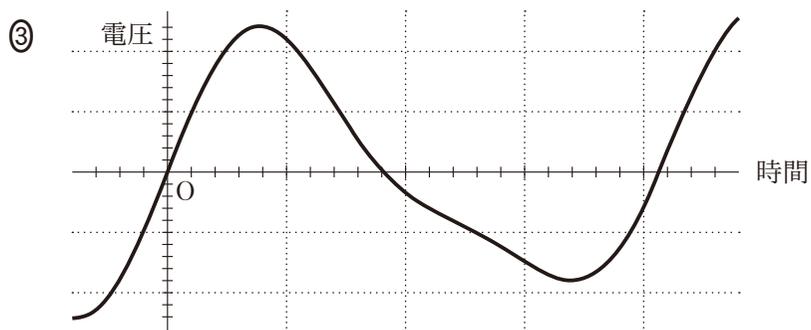
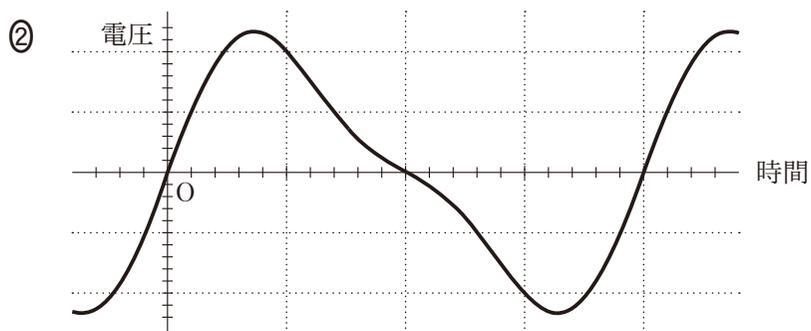
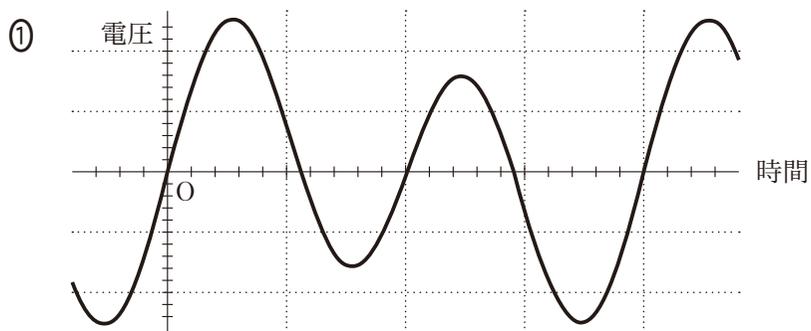


図 3



物理基礎

B 図4は変圧器の模式図である。その一次コイルを家庭用コンセントにつなぎ、交流電圧計で調べたところ、一次コイル側の電圧は100V、二次コイル側の電圧は8.0Vだった。

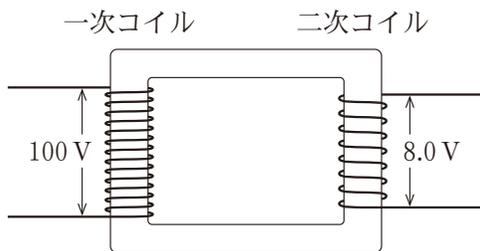


図 4

問 3 次の文中の空欄 に入れる数値として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

この変圧器の一次コイルと二次コイルの巻き数を比較すると、二次コイルの巻き数は一次コイルの 倍になる。

- ① 0.08 ② 0.8 ③ 8 ④ 12.5 ⑤ 100

問 4 次の文章中の空欄 に入れる数値として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

この変圧器の二次コイルの端子間に抵抗を接続し、一次コイルと二次コイルに流れる電流の大きさを交流電流計で比較する。変圧器内部で電力の損失がなく、一次コイル側と二次コイル側の電力が等しく保たれるものとするとき、二次コイル側の電流は一次コイル側の 倍になる。

- ① 0.08 ② 0.8 ③ 8 ④ 12.5 ⑤ 100

問 5 次の文章中の空欄 に入れる数値として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

この変圧器をコンセントにつなぎ、発生するジュール熱でペットボトルを切断するカッターを作る。図5のように、絶縁体の枠にニクロム線を取り付けて、カッターの切断部とした。その長さは16 cmであった。図6は使用したニクロム線の商品ラベルである。交流の電圧計や電流計が表示する値を使うと、交流でも直流と同様に消費電力が計算できる。それによれば、このカッターの消費電力は W である。ただし、ニクロム線の電気抵抗は、温度によらず一定とする。

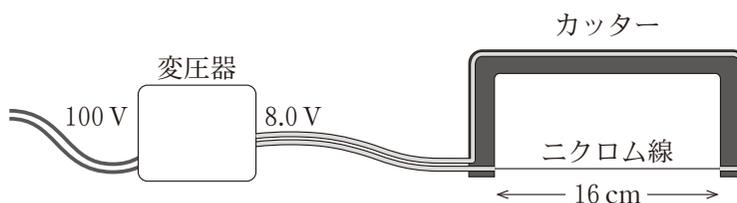


図 5

| | | | |
|----------------|----------------|-------|-----|
| 品名 | ニクロム線(ニッケルクロム) | | |
| 直径 | 0.4 mm | 全体の長さ | 1 m |
| 最高使用温度 | 1100 °C | | |
| 長さ 1 m あたりの抵抗値 | 8.0 Ω | | |

図 6

※実際の商品ラベルをもとに作成。数値を一部変更した。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 0.5 | ② 1.3 | ③ 8 |
| ④ 50 | ⑤ 82 | ⑥ 800 |

物理基礎

第3問 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。(配点 16)

水平な実験台の上で、台車の加速度運動を調べる実験を、2通りの方法で行った。

まず、記録タイマーを使った方法では、図1のように、台車に記録タイマーに通した記録テープを取りつけ、反対側に軽く伸びないひもを取りつけて、軽くてなめらかに回転できる滑車を通しておもりをつり下げた。このおもりを落下させ、台車を加速させた。ただし、記録テープも記録タイマーも台車の運動には影響しないものとする。

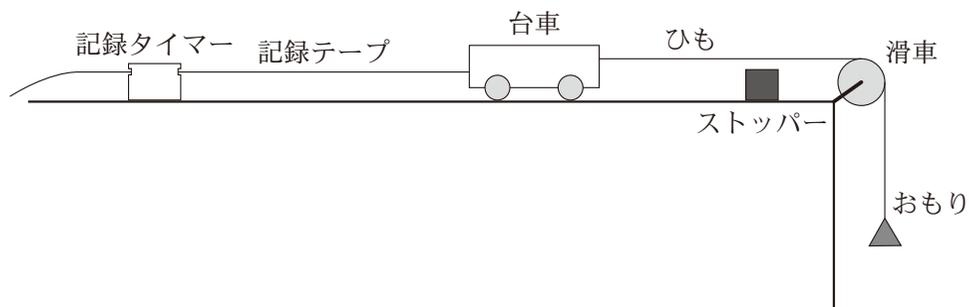


図 1

図2のように、得られた記録テープの上に定規を重ねて置いた。この記録タイマーは毎秒60回打点する。記録テープには6打点ごとの点の位置に線が引いてある。

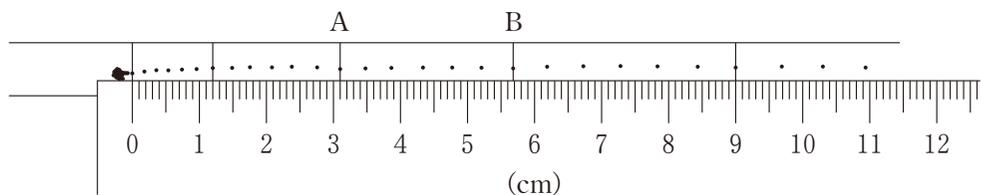


図 2

問 1 図 2 の線 A から線 B までの台車の平均の速さ \bar{v}_{AB} はいくらか。次の式の空欄 に入れる数値として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

$$\bar{v}_{AB} = \text{ } \text{ m/s}$$

- ① 0.017 ② 0.026 ③ 0.17
 ④ 0.26 ⑤ 1.7 ⑥ 2.6

問 2 速度と時間のグラフ (v - t グラフ) を作ると、傾きが一定になっていた。この傾きから加速度を計算すると、 0.72 m/s^2 となった。質量が 0.50 kg の台車を引くひもの張力 T はいくらか。次の式中の空欄 ~ に入れる数字として最も適当なものを、下の①～⑩のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

$$T = \text{ } . \text{ } \text{ } \text{ N}$$

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

物理基礎

次に、台車から記録テープを取りはずし、図3のように加速度測定機能のついたスマートフォンを台車に固定し、加速度を測定した。

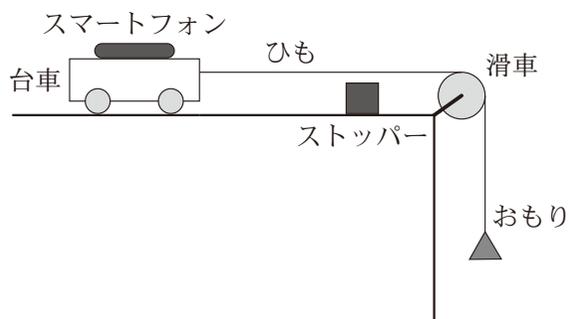


図 3

測定を開始してからおもりを落下させ、台車がストッパーによって停止したことを確認して測定を終了した。

スマートフォンには図4のような画面が表示された。図4は縦軸が加速度、横軸が時間である。ただし、スマートフォンは台車の進む向きを正とした加速度を測定している。また、台車が停止する直前の加速度はグラフの表示範囲を超えていた。

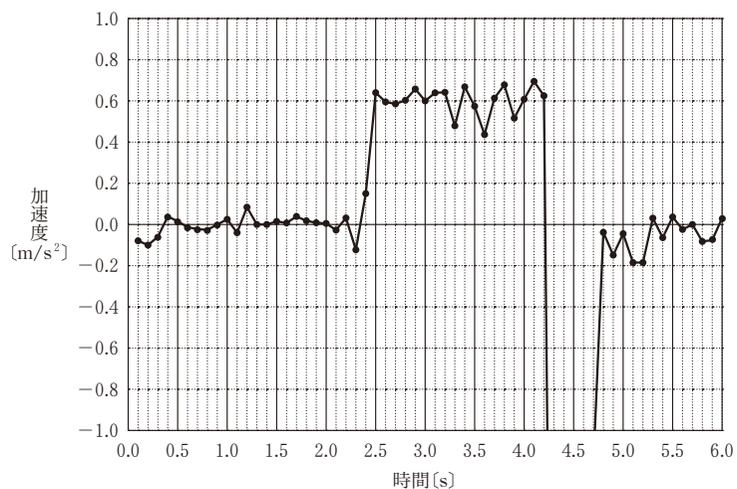


図 4

問 3 測定したデータにはわずかな乱れが含まれているが、走行中の台車は等加速度運動をしているものとする。測定結果を見ると、加速度は記録テープによる測定値 0.72 m/s^2 より小さい 0.60 m/s^2 であることがわかった。加速度が小さくなった理由として最も適当な文を、次の①～④のうちから一つ選べ。

17

- ① スマートフォンの質量が、おもりと比べて小さかったから。
- ② スマートフォンの分だけ、全体の質量が大きくなったから。
- ③ スマートフォンをのせたので、摩擦力が小さくなったから。
- ④ スマートフォンをのせても、糸の張力が変わらなかったから。

問 4 図4から等加速度運動をしている時間を読み取り、加速度の値 0.60 m/s^2 を用いると、台車がストッパーに接触する直前の速さ v_1 を求めることができる。 v_1 はいくらか。次の式の空欄 18 に入れる数値として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

$$v_1 = \boxed{18} \text{ m/s}$$

- ① 0.40
- ② 1.0
- ③ 1.6
- ④ 2.2

問 5 台車を引いているおもりが落下しているとき、おもりのエネルギーの変化として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 19

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|--------------|----|----|----|----|----|----|
| おもりの位置エネルギー | 増加 | 増加 | 増加 | 減少 | 減少 | 減少 |
| おもりの運動エネルギー | 増加 | 減少 | 減少 | 増加 | 増加 | 減少 |
| おもりの力学的エネルギー | 増加 | 一定 | 減少 | 一定 | 減少 | 減少 |