

# 直前対策シート：セレクト「運動とエネルギー」

理-18-公-新潟-問-02

- 1 小球の運動を調べるために、次の**実験1**、**2**を行った。この実験に関して、あとの**問1**、**問2**に答えなさい。ただし、小球と実験装置の間には、摩擦力ははたらかないものとする。

**実験1** 図1のように、レールを使った装置をつくり、小球をQ点で静かにはなしたところ、小球は斜面をすべり落ち、水平面上のA、B、C、D点を通り、さらに斜面を上がって、E点を通り、Q点と同じ高さにあるF点に到達した。このとき、水平面での小球の速さを簡易速度計で測定したところ、250cm/sであった。

図1

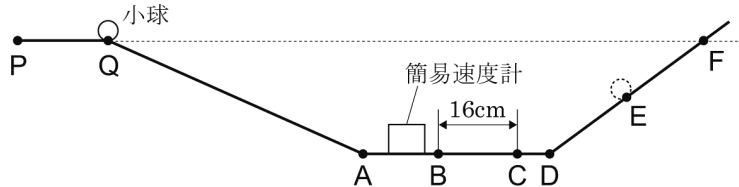
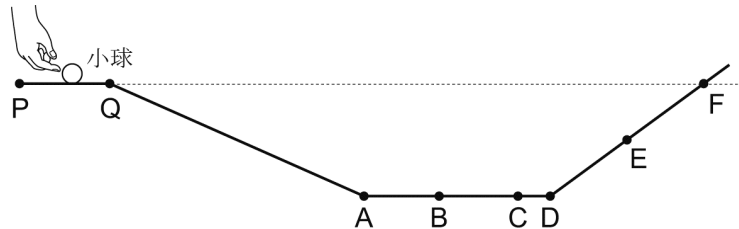


図2

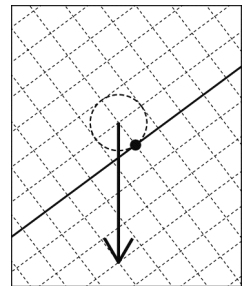


**実験2** 図2のように、**実験1**で用いた装置で、水平面PQ上に置いた小球を手で軽く押したところ、小球は**実験1**と同じ点を通る運動をし、F点より高い位置に到達した。

**問1** **実験1**について、次の①～③の問いに答えなさい。

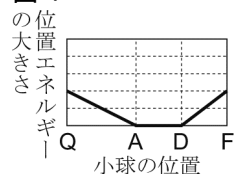
- ① 小球が、B点からC点までの16cmを移動するのにかかった時間は何秒か。求めなさい。
- ② 図3において、図中の矢印は、E点上を運動する小球にはたらく重力を表したものである、このとき、小球にはたらく垂直抗力を表す矢印をかきなさい。ただし、●で示した小球の斜面との接点から、垂直抗力をかくこと。

図3

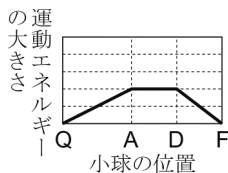


- ③ 図4は、小球がQ点からF点まで運動したとき、小球のもつ位置エネルギーの変化を表したものである。このとき、小球のもつ運動エネルギーの変化を表したものとして、最も適当なものを、次のア～エから一つ選び、その符号を書きなさい。

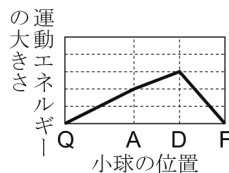
図4



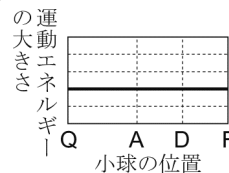
ア



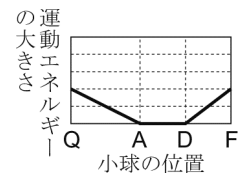
イ



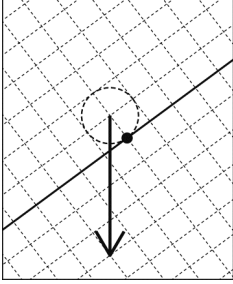
ウ



エ



問2 実験2について、小球がF点より高い位置に到達したのはなぜか。その理由を、「位置エネルギー」という用語を用いて書きなさい。

| 問題番号            |     | 解 答 |   | 配点  | 備 考 |  |
|-----------------|-----|-----|---|---|-----|--|
| 理-18-公-新潟-K1-02 | 1   | 問 1 | ① | 秒   |     |  |
|                 |     |     | ② |  |     |  |
|                 |     |     | ③ |   |     |  |
|                 | 問 2 |     |   |   |     |  |

理-20-公-三重-問-08

2 次の実験について、あとの各問いに答えなさい。

〈実験〉 物体の運動について調べるため、台車、斜面Ⅰに固定した1秒間に60回打点する記録タイマーを用いて、次の①～③の実験を行った。①、②では、いずれの台車も斜面Ⅰを下り、水平面をまっすぐに進み、斜面Ⅱを上り、斜面Ⅱ上で一瞬静止してふたたび斜面Ⅱを逆向きに下りはじめた。斜面Ⅱを下り始めてから台車を手で停止させた。③では、木片を水平面に置いて実験を行った。ただし、斜面Ⅰおよび斜面Ⅱのそれぞれと水平面はなめらかにつながっており、台車の運動にかかわる摩擦や空気の抵抗、記録タイマーと紙テープの間の摩擦はないものとする。また、③では、台車のもっているエネルギーはすべて木片に伝わるものとする。

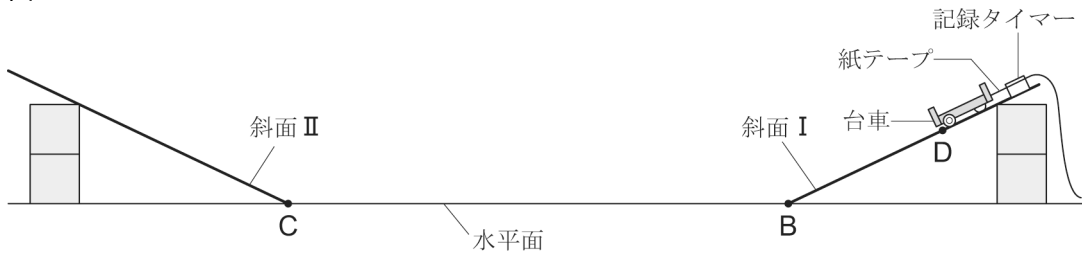
① 図1のように、台車の後ろに紙テープをつけ、台車の先端部をAの位置に合わせて静かに手をはなした。

図 1



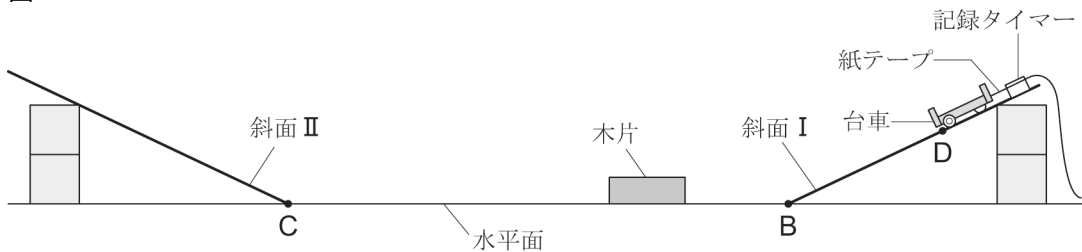
- ② 図2のように、①と同じ装置を用いて、水平面からのDの高さが、図1における水平面からのAの高さの2倍になるように斜面Iの傾きを大きくした。次に台車の先端部をDの位置に合わせて静かに手をはなした。

図2

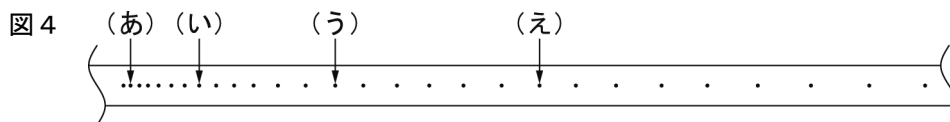


- ③ 図3のように、②と同じ装置の水平面に木片を置き、台車の先端部をDの位置に合わせて静かに手をはなして、台車を木片に当てた。

図3



- 問1 ①について、図4は、①で台車が斜面Iを下りるときに記録された紙テープの一部を示したものである。また、図4の打点(あ)～(え)は、(あ)、(い)、(う)、(え)の順に記録されたもので、打点(あ)～(い)間の距離は0.9cm、打点(い)～(う)間の距離は1.8cm、打点(う)～(え)間の距離は2.7cmであった。次の(a)～(d)の各問いに答えなさい。



- (a) 台車が斜面Iを下りるとき、台車にはたらく力のうち、斜面に平行で下向きの力の大きさについて正しく述べたものはどれか、次のア～エから最も適当なものを1つ選び、その記号を書きなさい。

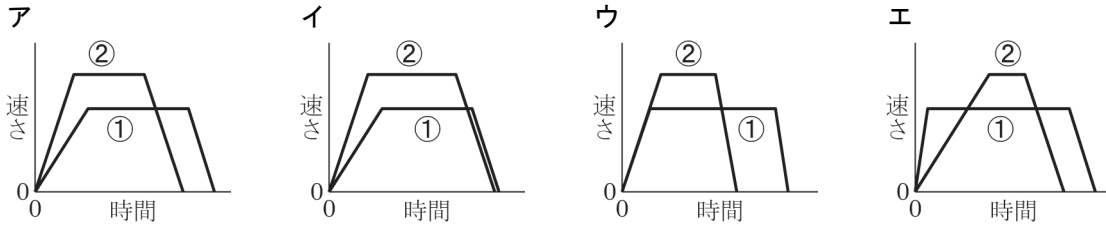
- ア 力の大きさは、しだいに小さくなる。
- イ 力の大きさは、しだいに大きくなる。
- ウ 力の大きさは、常に一定である。
- エ 力は、はたらいていない。

- (b) 台車が斜面Iを下りるとき、図4の打点(あ)～(え)間の台車の平均の速さは何 cm/秒か、求めなさい。

- (c) 台車が斜面Iを下りるとき、台車もつ位置エネルギーと運動エネルギーは、それぞれどのように変化するか、簡単に書きなさい。

- (d) 台車がBを通過した後から、水平面をまっすぐに進むとき、水平面上での台車の運動を何というか、その名称を漢字で書きなさい。

問2 ①, ②について, それぞれの台車が運動をはじめてから斜面Ⅱで一瞬静止するまでの速さと時間の関係を模式的に示しているグラフはどれか, 次のア～エから最も適当なものを1つ選び, その記号を書きなさい。ただし, ①, ②において, 斜面Ⅰ上のA B間の距離とD B間の距離は等しく, B C間の距離と, 斜面Ⅱの傾きはそれぞれ等しいものとする。



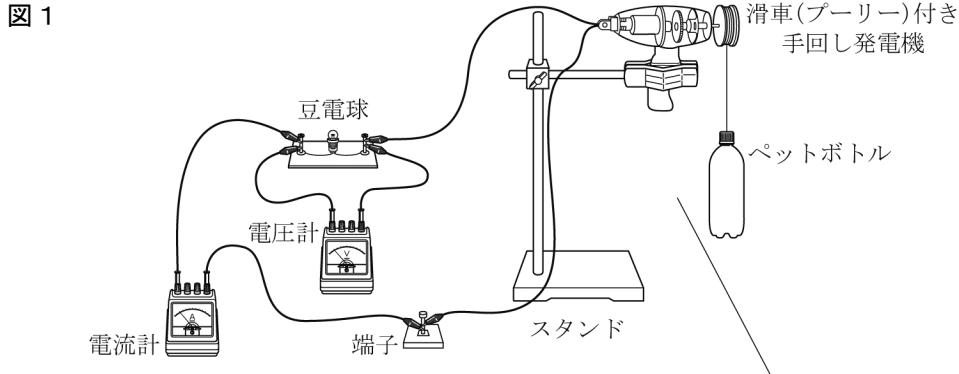
問3 ③について, 台車が木片に当たり, 木片はCに向かって移動し水平面上で静止した。移動している木片が静止するまでの間に, 木片がもつエネルギーはどのように変わるか, 次のア～エから最も適当なものを1つ選び, その記号を書きなさい。

- ア 運動エネルギーが位置エネルギーに変わる。
- イ 位置エネルギーが運動エネルギーに変わる。
- ウ 運動エネルギーが音, 熱のエネルギーに変わる。
- エ 音, 熱のエネルギーが運動エネルギーに変わる。

| 問題番号            |     | 解 答 |     | 配点      | 備 考 |  |  |
|-----------------|-----|-----|-----|---------|-----|--|--|
| 理-20-公-三庫-KY-08 | 2   | 問 1 | (a) |         |     |  |  |
|                 |     |     | (b) | cm/秒    |     |  |  |
|                 |     |     | (c) | 位置エネルギー |     |  |  |
|                 |     |     |     | 運動エネルギー |     |  |  |
|                 | (d) | 運動  |     |         |     |  |  |
|                 | 問 2 |     |     |         |     |  |  |
|                 | 問 3 |     |     |         |     |  |  |

3 手回し発電機のハンドルの部分を滑車（プーリー）に替え、豆電球を光らせる実験を行った。

図1のように手回し発電機をスタンドに固定し、豆電球1個と電流計と電圧計を接続した回路を作成した。水の入った500gのペットボトルを滑車に固定してつり下げ、ペットボトルを落下させることで滑車を回転させ、電気を発生させた。



〈実験〉

地面より1mの高さからペットボトルを落下させたとき、豆電球に流れる電流と電圧の大きさ及びペットボトルが地面に着地するまでにかかる時間を測定した。ただし、電流と電圧は、滑車（プーリー）の回転が一定のときの値を読み取った。表1は、実験を10回行った結果の平均の値である。

表1 実験結果（平均の値）

| 電圧    | 電流   | 時間 |
|-------|------|----|
| 0.25V | 0.2A | 8秒 |

問1 次の文は、この実験をまとめた文である。(①)～(③)に当てはまる言葉や数値を答えなさい。ただし、100gの物体にはたらく重力の大きさを1Nとする。

ペットボトルを持ち上げるのに必要な最小限の力の大きさは(①)Nである。その際、ペットボトルを1m持ち上げた仕事の大きさは(②)Jである。これは、地面から1mの高さにあるペットボトルが持っている(③)エネルギーと等しい。そして、その高さからペットボトルを落下させ、手回し発電機を回転させることで(③)エネルギーから運動エネルギーに、さらに電気エネルギーに変換され豆電球が光る。

問2 表1の実験結果より電力と電気エネルギーを求めなさい。ただし、電気エネルギーは電力量と同じである。

問3 ペットボトルが持っているエネルギーは、すべて電気エネルギーへ変換されるわけではない。また、はじめのエネルギーから目的のエネルギーに変換する割合を変換効率という。次の問いに答えなさい。

(1) 変換効率は、次の式で求めることができる。この実験でペットボトルが持っていたエネルギーから電気エネルギーへの変換効率は何%か答えなさい。

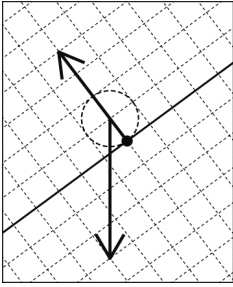
$$\text{変換効率} [\%] = \frac{\text{目的のエネルギー} [\text{J}]}{\text{はじめのエネルギー} [\text{J}]} \times 100$$

(2) 次の文の ( ① ), ( ② ) に当てはまる語句の組み合わせとして, 最も適当なものをア～カから1つ選び記号で答えなさい。

ペットボトルが持っていたエネルギーから, 目的の電気エネルギーに変換されなかったエネルギーの多くは ( ① ) エネルギーや音エネルギーに変換される。変換前と比べて, 変換後のエネルギーの総和は ( ② )。

|   | ① | ②     |
|---|---|-------|
| ア | 光 | 変化しない |
| イ | 光 | 大きくなる |
| ウ | 光 | 小さくなる |
| エ | 熱 | 変化しない |
| オ | 熱 | 大きくなる |
| カ | 熱 | 小さくなる |

| 問題番号           |    | 解 答     |   | 配点 | 備 考 |
|----------------|----|---------|---|----|-----|
| 理19-公-沖縄-KY-08 | 問1 | ①       | N |    |     |
|                |    | ②       | J |    |     |
|                |    | ③       |   |    |     |
|                | 問2 | 電力      | W |    |     |
|                |    | 電気エネルギー | J |    |     |
|                | 問3 | (1)     | % |    |     |
|                |    | (2)     |   |    |     |

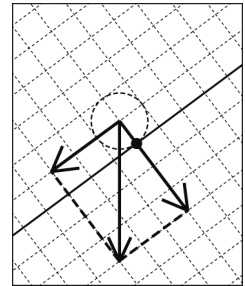
| 問題番号          |   | 解 答 |  | 配点  | 備 考 |  |
|---------------|---|-----|--|---|-----|--|
| 理18-公-新潟-大-02 | 1 | 問 1 | ①  | 0.064 秒   | 3   |  |
|               |   |     | ②  |  | 3   |  |
|               |   |     | ③  | ア   | 3   |  |
|               |   | 問 2 | (例) Q点での運動エネルギーの分だけ, F点より位置エネルギーが大きくなる位置に到達することができたから。 |   | 4   |  |

| 問題番号          |   | 解 答 |     | 配点      | 備 考    |   |   |
|---------------|---|-----|-----|---------|--------|---|---|
| 理20-公-三重-大-08 | 2 | 問 1 | (a) | ウ       | 1      | 問1(c) 同様の趣旨であればよい。<br>(d) ひらがな等での解答は不可。 |   |
|               |   |     | (b) | 18 cm/秒 | 2      |   |   |
|               |   |     | (c) | 位置エネルギー | 小さくなる。 |   | 1 |
|               |   |     |     | 運動エネルギー | 大きくなる。 |   | 1 |
|               |   |     | (d) | 等速直線 運動 | 1      |   |   |
|               |   | 問 2 | ア   | 1       |        |   |   |
|               |   | 問 3 | ウ   | 1       |        |   |   |

| 問題番号          |   | 解 答 |         | 配点     | 備 考 |  |
|---------------|---|-----|---------|--------|-----|--|
| 理19-公-沖縄-大-08 | 3 | 問 1 | ①       | 5 N    | 1   |  |
|               |   |     | ②       | 5 J    | 1   |  |
|               |   |     | ③       | 位置     | 1   |  |
|               |   | 問 2 | 電力      | 0.05 W | 1   |  |
|               |   |     | 電気エネルギー | 0.4 J  | 1   |  |
|               |   | 問 3 | (1)     | 8 %    | 2   |  |
|               |   |     | (2)     | エ      | 1   |  |

1 問1 ① 平均の速さ  $[\text{cm/s}] = \frac{\text{移動距離} [\text{cm}]}{\text{移動にかかった時間} [\text{s}]}$  より、移動にかかった時間を  $x [\text{s}]$  とすると、 $\frac{16 [\text{cm}]}{x [\text{s}]} = 250 [\text{cm/s}]$  となる。よって、 $x = \frac{16 [\text{cm}]}{250 [\text{cm/s}]} = 0.064 [\text{s}]$

② 小球にはたらく重力を表す矢印が対角線になるように、方眼の向きに沿って平行四辺形（ここでは長方形）をかき、重力の、斜面に平行な分力と斜面に垂直な分力を求めると、右の図のようになる。ここで、斜面に垂直な分力の大きさは、4目盛り分である。小球にはたらく垂直抗力はこの分力とつり合うので、解答では、この分力と反対の向きに作用点から4目盛り分の矢印をかく。



③ 図4から、実験1で小球がQ点でもつ位置エネルギーの大きさは2目盛り分である。また、Q点では小球は運動していないので、運動エネルギーの大きさは0である。運動する物体に摩擦などがはたらかなければ、その物体のもっている力学的エネルギーは一定に保たれる（力学的エネルギー保存の法則、または、力学的エネルギーの保存）ので、小球が運動をはじめて位置エネルギーが減少すると、その分、運動エネルギーは増加するが、これらの和である力学的エネルギーはつねに2目盛り分である。したがって、小球のもつ運動エネルギーの変化を表したグラフは、図4のグラフの線の上下を逆にしたアである。

問2 実験2では、水平面PQ上に置いた小球を手で軽く押したので、Q点を通過したときの小球は運動エネルギーをもっている。したがって、Q点と同じ高さのF点に到達したときの力学的エネルギーの大きさは0ではなく、Q点を通過したときの運動エネルギーの分だけ力学的エネルギーが残っている。よって小球は、力学的エネルギーがすべて位置エネルギーに移り変わるまで斜面をのぼり続け、F点よりも高い位置に到達する。

2 問1 (a) 台車にはたらく重力の大きさは一定であり、斜面の傾きも一定であるため、重力の斜面に平行な分力は一定である。

(b) 1秒間に60回打点する記録タイマーを用いて、6回の打点ごとに(あ)～(え)の各点を取っているので、0.1秒ごとの間隔になる。(あ)～(え)間の距離は、 $0.9 + 1.8 + 2.7 = 5.4 [\text{cm}]$  であり、このとき時間は、 $0.1 \times 3 = 0.3 [\text{秒}]$  かかっているため、平均の速さは、 $\frac{5.4}{0.3} = 18 [\text{cm/秒}]$  である。

(c) 位置エネルギーは、物体が高い位置にあるほど大きい。一方、運動エネルギーは、物体の速さが大きいほど大きい。台車が斜面を下ると、位置が低くなり、速さが大きくなるので、位置エネルギーは小さくなり、運動エネルギーは大きくなる。摩擦や空気抵抗などを無視できる場合、力学的エネルギー保存の法則より、2つのエネルギーの和はつねに等しくなる。

(d) 水平面に摩擦がなく、台車にはたらく重力は水平面に垂直であるため、台車の運動する方向に力のはたらいていない。したがって、台車は、斜面を下り終えたときの速さで等速直線運動をする。

問2 速さと時間のグラフでは、傾きが正の直線は斜面を下りるときのような徐々に速くなる運動を、真横に引かれた直線（傾きが0の直線）は等速運動を、傾きが負の直線は斜面を上るときのように徐々に遅くなる運動を、それぞれ表している。斜面を下りるときにも上るときにも、斜面の傾きが大きいほど、物体にはたらく重力の斜面に平行な分力が大きくなるため、グラフの傾きは大きくなる。②は①よりも下りの斜面Iの傾きが大きいので、グラフの正の傾きが大きい。また、②は①よりも斜面を下り始める高さが高いため、力学的エネルギー保存の法則より、斜面を下り終えたときの速さが大きく、同じ距離の水平面を等速直線運動する時間は短い。その後、①②どちらも上りの斜面IIの傾きは同じであるため、グラフの負の傾きは同じである。このような速さと時間のグラフになっているのはアである。



- 3** 問1 ① 水の入ったペットボトルは500 gであるから、 $500 \div 100 = 5$  [N]
- ② 仕事の大きさは、仕事 [J] = 力の大きさ [N] × 力の向きに動いた距離 [m] であるから、5 N の力で力の向きに1 m持ち上げたときの仕事は、 $5$  [N] ×  $1$  [m] =  $5$  [J]
- ③ 高いところにある物体がもつエネルギーを、位置エネルギーという。
- 問2 電力 [W] = 電圧 [V] × 電流 [A] より、 $0.25$  [V] ×  $0.2$  [A] =  $0.05$  [W]
- また、電気エネルギーは電力量と同じとあるので、電気エネルギー [J] = 電力量 [J] = 電力 [W] × 時間 [s] より、 $0.05$  [W] ×  $8$  [s] =  $0.4$  [J]
- 問3 (1) 変換効率 [%] =  $\frac{\text{目的のエネルギー [J]}}{\text{はじめのエネルギー [J]}} \times 100$  より、 $\frac{0.4 \text{ [J]}}{5 \text{ [J]}} \times 100 = 8$  [%]
- (2) ペットボトルが持っていたエネルギーの多くは、滑車の回転時に起こる摩擦にともなって生じる熱エネルギーや音エネルギーに変換されるが、その総量（総和）は一定に保たれる。