

## 物理基礎 (その1)

第1問 以下の問い(問1～7)に答えよ。

図1のように、角度 $\theta$ のあらい斜面上で静止している質量 $m$ の小物体に対して、斜面に平行な方向に一定の大きさ $F$ の外力 $F$ を加えて引き上げる。外力 $F$ は時刻 $t=0$ から $t=T$ まで加え、その後、取り除くものとする。ただし、斜面と小物体との間の動摩擦係数を $\mu$ 、重力加速度の大きさを $g$ とする。

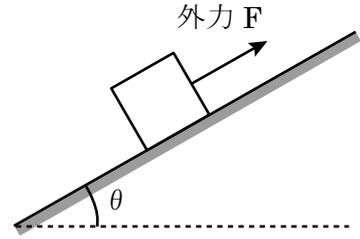


図1

問1 外力 $F$ を加えない状態で小物体が静止するために必要な、小物体と斜面との間の静止摩擦係数の最小値を $\theta$ を用いて答えよ。

問2 小物体が外力 $F$ をうけて斜面を上がっている間の小物体の加速度の大きさ $a$ を $m$ 、 $g$ 、 $\theta$ 、 $\mu$ 、 $F$ を用いて答えよ。

問3 時刻 $t=T$ における小物体の速さ $v_0$ と、時刻 $T$ までに小物体が斜面上を移動した距離 $s$ を、それぞれ $a$ 、 $T$ を用いて答えよ。

問4 外力 $F$ が $t=0$ から $t=T$ までにした仕事と平均の仕事率を $F$ 、 $T$ 、 $s$ の中から必要なものを用いて答えよ。

問5 外力 $F$ を取り除いてから小物体が静止するまでの時間 $T'$ を $g$ 、 $\theta$ 、 $\mu$ 、 $v_0$ を用いて答えよ。

問6 時刻 $t=0$ から小物体が動き始めてから静止するまでの、小物体の速度 $v$ の時間変化を表す $v-t$ グラフの概形を描け。ただし、速度は斜面上向きを正の向きとする。

問7 外力 $F$ がはたらいっている間に小物体が移動した距離と、外力 $F$ を取り除いた後に小物体が移動した距離が等しくなった。外力 $F$ の大きさ $F$ を $m$ 、 $g$ 、 $\theta$ 、 $\mu$ を用いて答えよ。

## 物理基礎 (その2)

第2問 以下の問い(問1～6)に答えよ。

2つの抵抗 A, B それぞれの両端に電圧  $V$  [V] を加え, 流れる電流  $I$  [A] を測定したところ, 図2のようなグラフが得られた。問1, 2, 3, 5は有効数字2桁で, 単位をつけて答えること。

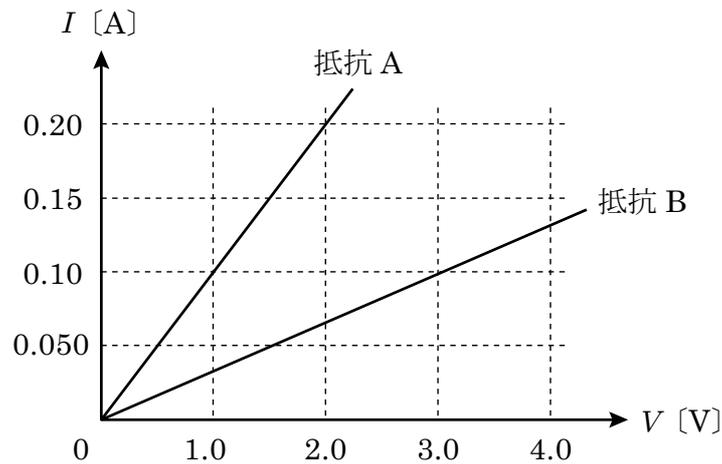


図2

問1 抵抗 A の抵抗値を答えよ。

問2 抵抗 A, B を直列に接続したときの合成抵抗の抵抗値を答えよ。

電圧  $1.0 \times 10^2$  V の電池に, 抵抗 A, B を直列に接続した。

問3 電池に流れる電流の大きさを答えよ。

問4 抵抗 A, B での消費電力をそれぞれ  $P_A$  [W],  $P_B$  [W] とする。 $P_A : P_B$  をもっとも簡単な整数比で答えよ。

## 物理基礎 (その3)

抵抗 A, B のように、両端に加えた電圧と流れる電流が比例する抵抗を「直線抵抗」という。それに対して、白熱電球では両端に加えた電圧と流れる電流が比例しない。このような抵抗を「非直線抵抗」という。

白熱電球 X の両端に電圧  $V$  [V] を加え、流れる電流  $I$  [A] を測定したところ、**図3**のような結果が得られた。

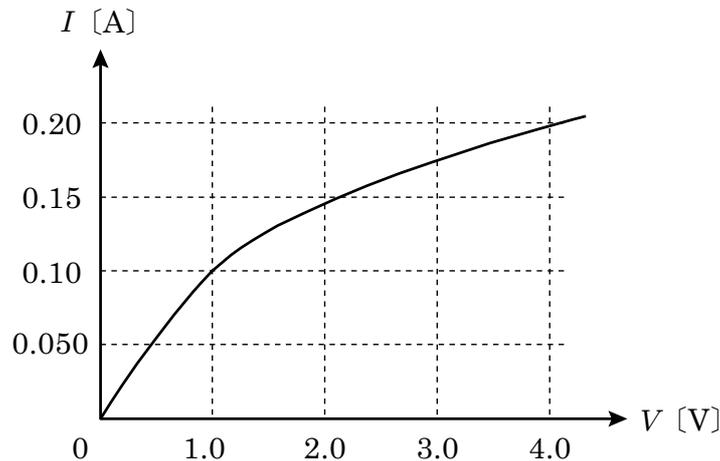


図3

**問5** 白熱電球 X の両端に加えた電圧が 1.0 V のときの、白熱電球 X に流れる電流の大きさと、白熱電球 X の抵抗値を答えよ。

**問6** **図3** より白熱電球 X の抵抗値は、両端に加えた電圧によって変化することがわかる。この理由について述べた以下の文章の空欄 (ア) ~ (オ) にあてはまる語句を①~⑫から選べ。

白熱電球 X の両端に加えた電圧が大きくなるにつれて、白熱電球 X のフィラメント(金属線)に単位時間あたりに生じる (ア) が大きくなり、フィラメントの温度が (イ) する。温度が (イ) すると、フィラメント内部の陽イオンの熱運動が (ウ) なり、フィラメント内部を流れる (エ) の運動が妨げられるようになるため、抵抗値は (オ) なる。

- ① 小さく    ② 大きく    ③ 下降    ④ 上昇    ⑤ 運動エネルギー  
 ⑥ 摩擦熱    ⑦ ジュール熱    ⑧ 緩やかに    ⑨ 激しく    ⑩ 陽イオン  
 ⑪ 自由電子    ⑫ 中性子

## 物理基礎 (その4)

**第3問** 以下の問い(問1～5)に答えよ。

図4は、縦軸に気体の圧力  $p$ 、横軸に気体の体積  $V$  をとり、気体の状態が変化の様子をグラフで表したものである。例えば、線分 AB は、圧力  $p_1$ 、体積  $V_1$  の状態 A から圧力  $p_1$ 、体積  $V_2$  の状態 B まで、圧力を一定に保って変化している様子を表す。また、曲線 BC は温度を一定に保った変化を表している。過程 B→C のように、気体が温度を一定に保って変化する過程では、気体の内部エネルギーの変化は 0 である。また、過程 D→A のように、気体が体積を一定に保って変化する過程では、気体が外部からされる仕事は 0 である。解答は有効数字2桁で、必要に応じて単位をつけて答えること。

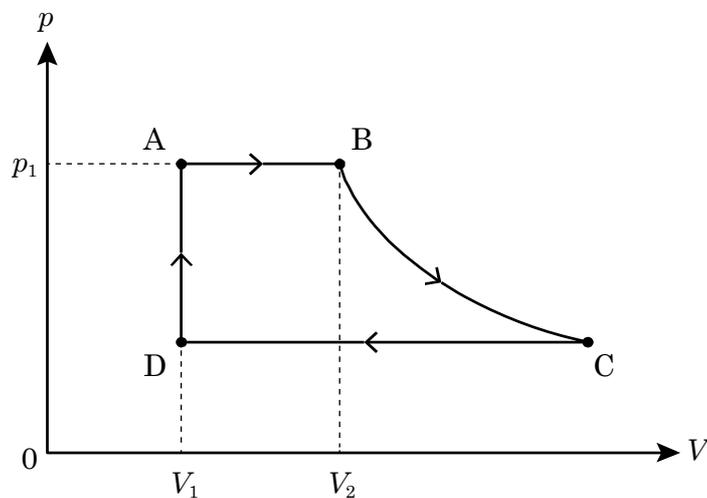


図4

- 問1 過程 A→B において、気体は外部から  $Q_{AB}$  の熱を吸収し、外部に 2.0 kJ の仕事をして、内部エネルギーが 3.0 kJ だけ増加した。 $Q_{AB}$  を答えよ。
- 問2 過程 B→C において、気体は外部から  $Q_{BC}$  の熱を吸収し、外部に 2.8 kJ の仕事をした。 $Q_{BC}$  を答えよ。
- 問3 過程 C→D において、気体は外部から 3.0 kJ の仕事をされ、外部に  $Q_{CD}$  の熱を放出して、内部エネルギーが 4.5 kJ だけ減少した。 $Q_{CD}$  を答えよ。
- 問4 過程 D→A において、気体は外部から  $Q_{DA}$  の熱を吸収し、内部エネルギーが 1.5 kJ だけ増加した。 $Q_{DA}$  を答えよ。
- 問5 気体の状態を A→B→C→D→A と変化させる過程を熱機関として用いたときの熱効率を答えよ。ただし、熱効率の定義と求め方がわかるように説明すること。