

令和4年度 一般選抜問題 1期 【1日目】

物 理 基 礎

1

力に関する次の文章を読んで、空欄 (ア) ~ (コ) に、もっとも適切な語句または数値を入れなさい。なお、異なる空欄に同じ語句または数値が入ってもよい。
(20点)

水平な木の床で物体を滑らせると、速度はしだいに小さくなり、やがて止まる。スケートリンクのような氷の上では、しばらくは滑り続けるが、この場合も、やがて止まる。氷の面の小さな凹凸をなくして平らにすると、物体は、さらに長く滑り続ける。このような観察から、空気の抵抗や摩擦のような物体の運動を妨げる力がなければ、物体には、静止の場合も含めて、運動の速度を保とうとする性質があることがわかる。この性質を (ア) という。

空気の抵抗がないとき、摩擦のない水平な氷の上でスケートに乗って静止している人Aが、同じくスケートに乗って静止している人Bを押すと、BはAから押された向きに動き始め、同時にAもBとは逆向きに動き始める。このとき、AがBを押す力と、BがAを押す力は、互いに逆向きで大きさが等しい。この関係を (イ) の法則という。Aの質量が40kg、Bの質量が80kgのとき、AがBを右向きに2.0秒間押し続けたところ、Bは右向きに 0.50m/s^2 の加速度で等加速度直線運動をした。このとき、AがBを押し続けた力の大きさは、(ウ) 方程式から計算することができて、(エ) Nであることがわかる。また、(イ) の法則から、Aは(オ) 向きに(カ) m/s^2 で等加速度直線運動をすることになる。AがBを押すのをやめると、(キ) の法則により、2人とも(ク) 運動をする。このときの速さは、Aが(ケ) m/s 、Bが(コ) m/s である。

2

電気抵抗に関する次の文章を読んで、空欄 (ア) ~ (シ) に、もっとも適切な語句、式または数値を入れなさい。(24点)

金属線に電源装置をつなぎ、金属線の両端に加える電圧 V [V] を変えながら、金属線に流れる電流 I [A] と電圧の関係を調べると、電流は電圧に比例することがわかる。この関係を (ア) の法則という。金属線の抵抗を R [Ω] とすると、この法則は、(イ) という式で表される。したがって、電流が一定ならば、抵抗が大きいほど電圧は (ウ) くなる。また、抵抗が $3\ \Omega$ の金属線に、 1.5V の電圧を加えると、流れる電流は (エ) A になる。

同じ種類の金属線の抵抗は、長さに (オ) し、断面積に (カ) する。たとえば、銅の抵抗率が $1.7 \times 10^{-8}\ \Omega \cdot \text{m}$ だとすると、断面積 $2.0 \times 10^{-7}\ \text{m}^2$ 、長さ 10m の銅線の抵抗は (キ) Ω である。抵抗率は、金属の種類に固有の値である。

R_1 [Ω] と R_2 [Ω]、の2つの抵抗が直列に接続されると、合成抵抗は (ク) という式で表される。また、並列に接続されると、合成抵抗は (ケ) という式で表される。これらの関係を使うと、直列と並列を組み合わせて接続した場合について、合成抵抗を求めることができる。たとえば、図1のように、3種類の抵抗 $R_1 = 10$ [Ω]、 $R_2 = 30$ [Ω]、 $R_3 = 40$ [Ω] が接続される場合を考えよう。ab間の合成抵抗は、(コ) Ω であるから、ac間の合成抵抗は、(サ) Ω となる。また、電源装置を用いて、ac間に 9.0V の電圧を加えると、b点に流れる電流は、(シ) A となる。

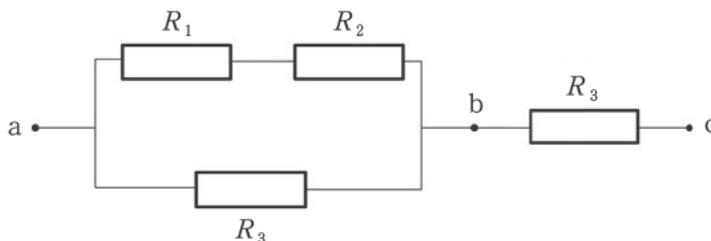


図1 抵抗の接続

3

熱に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。(30点)

熱を仕事に変換する装置を $(ア)$ という。 $(ア)$ は高温熱源から熱 Q_1 [J] を $(イ)$ し、熱 Q_2 [J] を低温熱源に捨ててもとの状態に戻る間に仕事 W [J] をする。これを繰り返すことにより熱を仕事に変換する。繰り返しの過程で、 $(ア)$ がもとの状態に戻るとき、そこに含まれる物質の内部エネルギーの変化は 0 なので、 $(ウ)$ 法則より、 Q_1 、 Q_2 、 W の間には、次の関係が成り立つ。

$$W = (A)$$

また、熱 Q_1 に対する仕事 W の割合 e を $(エ)$ という。 e は、 Q_1 と Q_2 を用いると、次の式で表される。

$$e = (B)$$

$(ア)$ とは逆に、外から仕事を加えて低温環境から熱をうばい、高温環境に放出させることができる。このような装置をヒートポンプといい、室内を暖めたり冷やしたりするのに使われる。室外を高温環境、室内を低温環境とすると $(オ)$ となり、室内外の温度環境を逆にすると $(カ)$ になる。

問1 空欄 $(ア)$ ~ $(カ)$ に、もっとも適切な語句を入れなさい。

問2 空欄 (A) (B) には Q_1 、 Q_2 からなる式を入れなさい。

問3 銅製の熱量計に氷200gを入れたところ、全体の温度が -20°C になった。この熱量計に、1秒間に200Jの割合で熱を与え続けたところ、全体の温度は図1のように変化し、492秒後に 20°C まで上昇した。この熱量計に与える熱以外に、外部との熱の出入りはないものとし、(1)

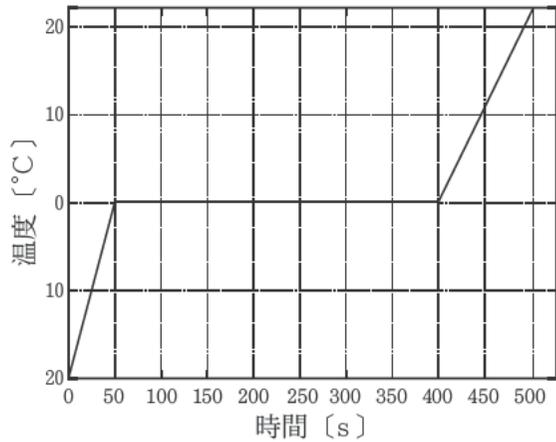


図1 熱量計と氷(水)の温度上昇

~(3)に答えなさい。ただし、水の比熱を $4.2\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とする。

- (1) 0°C の水200gが融解して、 0°C の水になるのに必要な熱量は何Jか答えなさい。
- (2) 熱量計だけの温度を 1°C 上昇させるのに必要な熱量は何Jか答えなさい。
- (3) 氷の比熱は 何 $\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ か答えなさい。

4

音に関する以下の問いに答えなさい。

(26点)

問1 次の文章の空欄 (ア) ~ (オ) に、もっとも適切な語句または数値を入れなさい。

私たちが耳で聞く音の高さは、音波の振動数によって決まる。音波の振動数が (ア) いほど、音は高くなる。また、振動数が同じであっても、音波の (イ) が大きいほど、音は大きくなる。なお、私たちは音の高さが同じであっても、音色によって楽器の音を区別できる。楽器によって音色が異なるのは、音波の (ウ) が違うからである。

振動数がわずかに異なる2つのおんさA、Bを同時に鳴らすと、音の大きさが周期的に変化して聞こえる。この現象を (エ) という。おんさAの振動数が440Hzのとき、5秒間に10回の (エ) が聞こえた。次に、おんさBに輪ゴムを巻きつけて、おんさAとBを同時に鳴らすと、6秒間に9回の (エ) が聞こえた。この結果から、輪ゴムを巻きつける前のおんさBの振動数は (オ) Hzといえる。

問2 両端が固定された長さ2.0mの一樣な弦がある。(1)~(3)に答えなさい。

- (1) 弦の中央部をはじくと、特定の波長の定常波（定在波）ができる。基本振動の振動数が400Hzの場合、この弦を伝わる波の波長と、波の速さを求めなさい。
- (2) この弦に、ある振動数のおんさを鳴らして接触させたところ、腹が4つの定常波（定在波）ができた。このおんさの振動数を求めなさい。
- (3) おんさを別のものに取り替えて、同じようにおんさを鳴らして弦に接触させたところ、腹の数が5つになった。このおんさの振動数を求めなさい。