

令和6年度 一般選抜問題 1期 【2日目】

物 理 基 礎

1

運動に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。(24点)

いろいろな運動の中には、急発進するレーシングカーのように急に速度が増す場合もあれば、電車のように徐々に速度が増す場合もある。このような物体の速度の変化の様子を表すのに、 時間あたりの速度の変化を用いる。これを加速度という。

いま、直線上を走行する自動車の速度が変化する場合を考える。時刻 t_1 [s] での速度を v_1 [m/s]、時刻 t_2 [s] での速度を v_2 [m/s] とする。この間の平均加速度 \bar{a} は、次式で表される。

$$\bar{a} = \text{$$

速度の単位を m/s、時間の単位を s で表した場合、加速度の単位は m/s^2 となる。

いま、なめらかで傾斜が一定な斜面上でボールを静かにはなすと、ボールは一定の加速度で転がり落ちる。このような運動を 直線運動という。このような加速度 a [m/s²] の 直線運動において、時刻 0 に x 軸の原点を速度 v_0 [m/s] で通過したとすると、時刻 t [s] におけるボールの位置 x [m] は、次式で表される。

$$x = \text{$$

問1 空欄 , に、もっとも適切な語句を入れなさい。

問2 空欄 , に、適切な式を入れなさい。

問3 ボールを初速度 19.6m/s で鉛直上向きに投げた。鉛直上向きを正とし、重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とする。(1)~(3)に答えなさい。

- (1) ボールを投げてから最高点に達するまでの時間を求めなさい。
- (2) 投げた位置から最高点までの高さを求めなさい。
- (3) ボールを投げてから投げ上げた位置にボールが戻ってくるまでの時間と、そのときの速度を求めなさい。

2

熱に関する以下の問いに答えなさい。

(25点)

問1 質量 200g の鉄球を加熱し、 $3.6 \times 10^3 \text{J}$ の熱量を与えたところ、鉄球の温度が 15°C から 55°C に上昇した。鉄の比熱を求めなさい。

問2 質量 200g のステンレス製の容器に水が 100g 入っている。ステンレスの比熱を $0.50 \text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ 、水の比熱を $4.2 \text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ として、全体の熱容量を求めなさい。

問3 断熱材で囲まれた熱容量 $60 \text{J}/\text{K}$ の熱量計がある。この容器に $2.0 \times 10^2 \text{g}$ の水を入れると、全体の温度が 24.0°C になった。さらに、この容器の中に、 90°C に加熱した質量 $1.0 \times 10^2 \text{g}$ の金属球を入れ、静かにかき混ぜると、全体の温度が 30.0°C になった。水の比熱を $4.2 \text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ として、(1)、(2) に答えなさい。

(1) 熱量計と容器内の水が、金属球から得た熱量を求めなさい。

(2) この実験結果から、金属球の比熱を求めなさい。

問4 次の(1)~(3)の場合に、内部エネルギーは増加するか、減少するか解答欄に○をつけ、また、その変化量を求めなさい。

(1) ピストンがついた容器内に気体を入れて加熱し、この気体に $5.4 \times 10^2 \text{J}$ の熱量を与えたところ、気体は膨張し、ピストンを押して $2.3 \times 10^2 \text{J}$ の仕事をした。ただし、熱は外部に逃げないものとする。

(2) 100°C の水 1.0g を入れた容器にピストンでふたをし、この水に $2.25 \times 10^3 \text{J}$ の熱を与えると、水は蒸発してピストンを持ち上げ、外部に $1.6 \times 10^2 \text{J}$ の仕事をした。ただし、熱は外部に逃げないものとする。

(3) ピストンがついた容器に気体を入れ $4.9 \times 10^2 \text{J}$ の仕事をしたところ、気体が $1.8 \times 10^2 \text{J}$ の熱量を放出した。

3

電気と磁気に関する以下の問いに答えなさい。

(24点)

問1 次の文章を読んで、(1)~(4)に答えなさい。

電荷が物体中を移動すると電流になる。電流の単位は である。また、電流の向きは、 の電荷が流れる向きである。金属の場合、電流は自由電子の移動によって生じる。電子は の電気をもつので、電流の向きと自由電子が移動する向きは である。電子がもつ電気量は $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ で、電気素量といい、 e で表す。また、電流を流そうとするはたらきを電圧という。電圧の単位は である。

断面積 $S[\text{m}^2]$ の導体中に、自由電子が 1 m^3 あたりに n 個あり、いずれの電子も、一定の速さ $v[\text{m/s}]$ で移動しているとする。このとき、導体中のある断面を1秒間に通過する自由電子は、体積 $[\text{m}^3]$ に含まれていて、その個数は 個である。このとき、電流の大きさ I [] は、 $I =$ という式で表される。

- (1) 空欄 , に、適切な単位を入れなさい。
- (2) 空欄 ~ に、もっとも適切なものを語群から選びなさい。

<語群>

同じ, 正, 中性, 反対, 負

- (3) 空欄 ~ に、もっとも適切な式を入れなさい。
- (4) 断面積が 1.0 mm^2 の金属線の中を自由電子が速さ $2.5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ で移動するとき、この金属線に流れる電流の大きさを、単位をつけて求めなさい。ただし、この金属線 1 m^3 に含まれる自由電子の数を 8.5×10^{28} 個とする。

問2 次の文章を読んで、(1)、(2)に答えなさい。

棒磁石には、鉄片を引きつけるはたらきがある。このときにはたらく力を 力という。この力は棒磁石の両端付近で最も強く、この部分を という。 には、N極とS極がある。地球上で方位磁針を観察した時に、北を指すのが 極、南を指すのが 極である。磁石があると、そのまわりの空間は、 力を伝えるはたらきをする。これを磁場（磁界）という。また、磁場の中で、小磁石をそのN極がさす向きに少しずつ動かすと、1本の線を描く。この線のことを という。

十分に長い導線を通る直線電流がつくる磁場は、導線に垂直な平面内で、電流を中心に を描くように生じる。このとき、磁場の強さは、電流が いほど、そして直線電流に いほど、強くなる。また、電流が作る磁場の向きは、 の向きに右ねじが進む向きを合わせると、右ねじが回る向きである。これを 法則という。円形の導線に電流を流したときに生じる磁場の向きと電流の向きについても、 法則が成り立つ。

- (1) 空欄 ～ に、最も適切な語句または記号を入れなさい。
- (2) 下線部について、導線が作る円の中心に生じる磁場は、どのような で表されるか説明しなさい。

4

波に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

(27点)

太鼓やおんさをたたくと、いつも同じ高さの音が出る。これは、物体が自由に振動できる場合、その大きさや形、材質などによって、決まった振動数で振動するからである。この振動を 振動、その時の振動数を 振動数という。振動数の単位は 秒あたりに振動する回数で表し、その単位は Hz である。

物体に、その 振動数と等しい振動数の周期的な力を加え続けると、物体の振動の振幅はしだいに増大し、大きなエネルギーを持つようになる。この現象を という。

リコーダーやフルートなどの管楽器は、管の中の空気を振動させて音を出している。一端の閉じた管を閉管といい、両端が開いた管を開管という。管の一番低い 振動を基本振動という。閉管 A の基本振動数 f_a は同じ長さの開管 B の基本振動数 f_b の 倍となる。

問1 空欄 ～ に、もっとも適切な語句または数値を入れなさい。

問2 糸の長さが 10cm の振り子 A と D, 20cm の振り子 B と E, 30cm の振り子 C と F をつくり、図1のように横糸にぶら下げた。ここで、長さ 20cm の振り子 B を振った。しばらくしてから振れ幅が大きくなるのはどれか、振れ幅が大きくなるすべての振り子を記号で答えなさい。

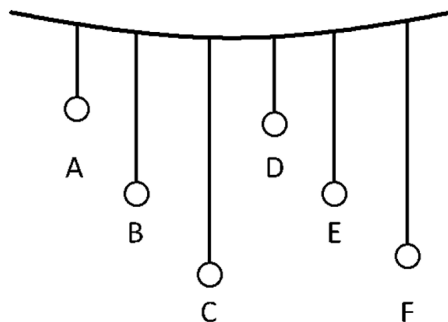


図1 横糸にぶら下げた振り子

問3 左右の固定端の距離が 1.00m になるように弦を張った。弦にはたらく重力は無視できるものとして、次の(1), (2)に答えなさい。

- (1) この弦を振動させて、図2のように、左右の固定端の間に腹が1個の定常波(定在波)ができたとき、振動数は 40Hz であった。このとき、弦を伝わる波の波長、および速さを求めなさい。

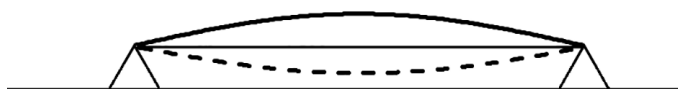


図2 弦の振動

- (2) この弦で、左右の固定端の間に定常波の腹が3個できるように振動させた。このとき、弦を伝わる波の波長、および振動数を求めなさい。