

令和5年度 公立学校教員採用候補者選考試験問題

理科(物理)

1/6 枚中

注意 答はすべて解答用紙の解答欄に記入すること。

第1問題 次の文章は、高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説「理科編 理数編」第1部 第1章 第3節「理科の目標」を示したものである。後の問に答えよ。

自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、をもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的にするために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 自然の事物・現象についての理解を深め、科学的にするために必要な観察、実験などに関する技能を身に付けるようにする。
- (2) 観察、実験などを行い、科学的にする力を養う。
- (3) 自然の事物・現象に主体的に関わり、科学的にしようとする態度を養う。

問1 、にあてはまる語を答えよ。

問2 (1)～(3)は、教育課程全体を通して育成を目指す資質・能力の三つの柱に沿って整理されている。三つの柱は何か、すべて答えよ。

問3 次の文章は、下線部を説明したものである。～に適する語を【語群】から選び、答えよ。なお、には、問1と同じ語が入る。

「理科の見方・考え方を働かせ」とあるのは、「自然の事物・現象を、・な関係や・な関係などの科学的な視点で捉え、したり、たりするなどの科学的にする方法を用いて考える」という「理科の見方・考え方」を働かせることを示している。

【語群】

論理的	質的	時間的	比較	統合的
量的	発展的	空間的	体系的	関係付け

第2問題 次の問に答えよ。

問1 図1のように、観測者、音源、反射板が一直線上に並んでいる。反射板は、 $u$  [m/s] の速さで音源に近づいている。音源と反射板が重なることはないものとして、後の(1)～(5)に答えよ。なお、音源の振動数を  $f$  [Hz]、空気中を伝わる音の速さを  $V$  [m/s] とする。

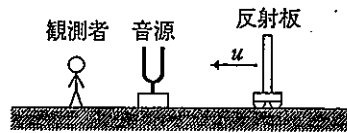


図1

- (1) 音の波長を  $\lambda$  [m] としたとき、 $V$  と  $f$ 、 $\lambda$  の間には、 $V = f\lambda$  の関係が成り立つ。周期  $T$  [s] を用いて、この関係が成り立つことについて具体的に説明せよ。
- (2) 反射板が受け取る音波の波長を答えよ。
- (3) 反射板が受け取る音波の振動数を答えよ。
- (4) 反射板からの反射音を観測者が聞くときの振動数を答えよ。
- (5) 音源から直接伝わる音と反射板で反射した音によって観測者はうなりを聞く。単位時間あたりのうなりの回数が、2つの音の振動数の差と一致することについて説明せよ。なお、必要ならば図を用いてもよい。また、説明のために必要な物理量は自分で定義し、使用してもよい。

問2 オシロスコープに関する文として適当でないものを、次のa～dから一つ選び、記号で答えよ。

- a オシロスコープに接続したマイクロフォンで集音すると、音を目に見える形で観察することができる。
- b 電圧(電位差)を時系列で表示する装置である。
- c 時間間隔を調整すると、波形を画面上で静止させて観察することができる。
- d 高い音を測定する場合は、垂直位置調整つまみを調整する。

## 第3問題 次の問に答えよ。

問1 図2のように、長さ  $L$  [m] で抵抗値  $r$  [ $\Omega$ ] をもつ導体棒  $OP$  の一端  $O$  を鉛直に向いた回転軸に固定し、他端  $P$  を水平に設置された半径  $L$  [m] の円形導線の上に載せた。導体棒  $OP$  は、円形導線のつくる水平面上で  $O$  を中心に回転する。ただし、円形導線上の点  $A$  と、わずかに離れた点  $A'$  の間は途切れている。また、円形導線上の点  $C$  と回転軸との間に抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗器をつないだ。導体棒  $OP$  と抵抗器以外の抵抗は無視できる。

いま、磁束密度  $B$  [T] の一様な磁場を鉛直上向きに加え、導体棒  $OP$  を真上から見て反時計回りになるように一定の角速度  $\omega$  [rad/s] で回転させた。なお、導体棒  $OP$  は円形導線の切れ目や他の接続に影響されることなく回転できるものとする。後の (1) ~ (4) に答えよ。

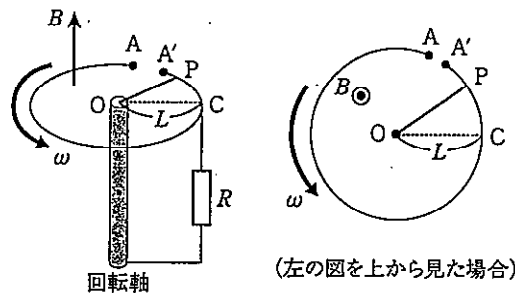


図2

- (1) 導体棒  $OP$  に生じる誘導起電力の大きさを求めよ。
- (2) 抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗器に流れる誘導電流の大きさを求めよ。
- (3) 導体棒  $OP$  が磁場から受ける力の大きさを求めよ。
- (4) 導体棒  $OP$  を一定の角速度で回転させ続けるために、端  $P$  に導体棒に対して垂直な方向に力を加えた。導体棒の端  $P$  に加えた力の大きさを求めよ。

問2 図2の回路を、図3のように一部変更した。まず、円形導線の切れ目である  $AA'$  間にも弧状の導線を張り、円形導線の切れ目をなくした。次に、長さ  $L$  [m]、抵抗値  $r$  [ $\Omega$ ] の導体棒  $OQ$  を用意し、導体棒  $OP$  と同様に円形導線上で回転できるようにした。鉛直上向きに磁束密度  $B$  [T] の一様な磁場を加えた状態で、導体棒  $OP$  と導体棒  $OQ$  を、ともに上から見て反時計回りになるように一定の角速度  $\omega$  [rad/s] で回転させた。後の (1)、(2) に答えよ。

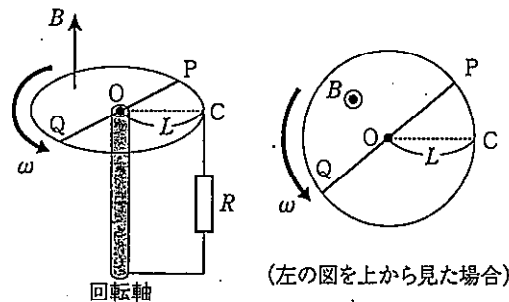


図3

- (1) この回路の等価回路を描け。
- (2) 抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗器を流れる電流の大きさを求めよ。なお、導体棒  $OP$  と導体棒  $OQ$  が衝突することはないものとする。

問3 電磁誘導の一例として渦電流がある。図4のように銅板上で磁石を動かしたとき、銅板に流れる電流について説明せよ。図を用いてもよい。

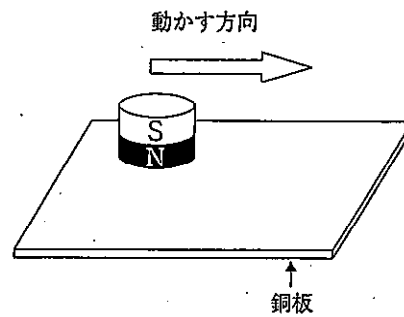


図4

## 第4問題 後の問に答えよ。

熱を通さない物質でできた、断面積  $S$ 、長さ  $3L$  の円筒形のシリンダーがあり、気体が密封されている。シリンダー内には、断面積  $S$  の円板形のピストンが2枚内蔵されており、ピストン同士は長さ  $L$  の棒でつながれている。ピストンおよび棒の質量や体積は無視できるほど小さく、ともに熱を通さない物質でできているとする。ピストンはシリンダー内をなめらかに動き、気密性にも優れているとする。

図5のように、領域  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  を定める。最初、 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  にそれぞれ  $1 \text{ mol}$  の理想気体を封入し、それらの理想気体の圧力と絶対温度は、いずれも  $p_0$ 、 $T_0$  であるとする。なお、理想気体が断熱変化する際に、気体の圧力  $p$  と気体の体積  $V$  の間には、比熱比を  $\gamma$  とすると、 $pV^\gamma = \text{一定}$  の関係が成り立つ。また、気体定数を  $R$  とする。

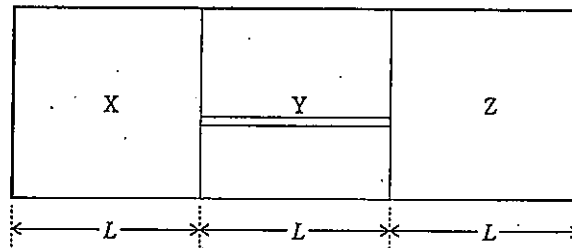


図5

問1 図6のようにピストンに外力を加え、つりあいの位置から  $L$  に比べて十分に小さい距離  $\Delta d$  だけ左へ移動させた。後の(1)～(5)に答えよ。

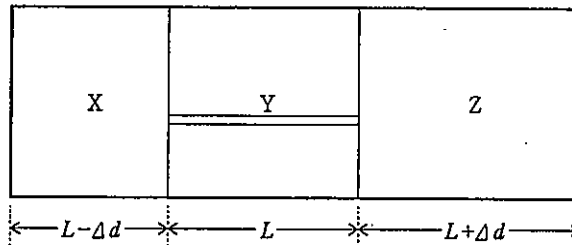


図6

- (1) 図6のとき、 $X$  に封入された理想気体の圧力を、 $p_0$ 、 $L$ 、 $\Delta d$ 、 $\gamma$  を用いて表せ。なお、1より十分に小さい数  $a$  と実数  $n$  に対して、 $(1+a)^n \approx 1+na$  という近似式が成り立つことを用いよ。
- (2) 領域  $Y$  にはたらく合力の大きさ  $F$  は、 $F = K\Delta d$  と表される。 $K$  を、 $L$ 、 $T_0$ 、 $R$ 、 $\gamma$  を用いて表せ。
- (3) 領域  $X$  の長さが  $L$  から  $L - \Delta d$  になるまでの  $X$  内における気体の圧力と体積の関係を表すグラフの概形と、領域  $Z$  の長さが  $L$  から  $L + \Delta d$  になるまでの  $Z$  内における気体の圧力と体積の関係を表すグラフの概形を描け。ただし、曲線は温度が  $T_0$  で一定のときの関係を表したものである。
- (4) 領域  $X$  がされた仕事を、 $L$ 、 $T_0$ 、 $\Delta d$ 、定積モル比熱  $C_v$ 、 $\gamma$  を用いて表せ。ただし、導出過程も簡潔に記すこと。
- (5) 領域  $Z$  がした仕事は何に変わったか。適当でないものを、 $a \sim d$  から一つ選び、記号で答えよ。
  - a 領域  $X$  がされた仕事
  - b 領域  $X$  の気体分子の運動エネルギー
  - c 領域  $Z$  の外部に放出する熱
  - d 領域  $Z$  の内部エネルギーの変化

問2 ピストンに外力を加えるのをやめたところ、領域Yは単振動をした。ここで、つりあいの位置から  $x$  だけ移動したときに領域Yにはたらく合力の大きさ  $F$  は  $F = Kx$  と表される。次の(1)、(2)を求めよ。ただし、比例定数  $K$  と領域Yに封入された理想気体1 molの質量  $M$  を用いよ。なお、比例定数  $K$  は問1(2)の  $K$  と同じである。

- (1) 領域Yの単振動の角振動数。
- (2) 領域Yの単振動の周期。なお、円周率を  $\pi$  とする。

問3 領域Yが単振動することによって、領域Xから領域Zへ気体の疎密が伝わっているように見える。領域Xから領域Zへ疎密の伝わる速さ、すなわち音速  $v$  は周期で決まり、周期を  $t_0$  とすると、 $v = \frac{\sqrt{2}\pi L}{t_0}$  であることが知られている。次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) 問1(2)及び問2(2)の関係を用いて、比熱比  $\gamma$  の値を求めよ。なお、 $R = 8.3[\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})]$ 、 $T_0 = 3.0 \times 10^2[\text{K}]$ 、 $M = 2.8 \times 10^{-2}[\text{kg}]$ 、 $v = 3.5 \times 10^2[\text{m/s}]$  とする。
- (2) (1)で求めた  $\gamma$  の値から、この理想気体が単原子分子、二原子分子、非直線型多原子分子のいずれであると推定できるか、理由とともに答えよ。なお、一般に、温度が  $T$  [K] である理想気体1 molの内部エネルギーは、単原子分子理想気体の場合は  $\frac{3}{2}RT$ 、二原子分子理想気体の場合は  $\frac{5}{2}RT$ 、非直線型多原子分子の場合は  $3RT$  程度であるものとする。