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、［ア］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［イ］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［イ］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［イ］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［イ］しようとする態度を養う。

問１　［ア］、［イ］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。［ウ］～［ク］に適する語を【語群】から選び、答えよ。なお、［イ］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、［ウ］・［エ］な関係や［オ］・［カ］な関係などの科学的な視点で捉え、［キ］したり、［ク］たりするなどの科学的に［イ］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

2025 kyosai-guild.jp

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。

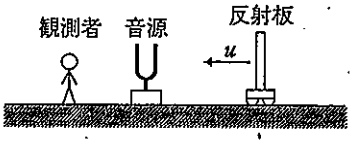


図1

（1）音の波長を λ [m] としたとき、V と f、λ 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。

2025 kyosai-guild.jp

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[Ω] 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[Ω] 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 ω[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。

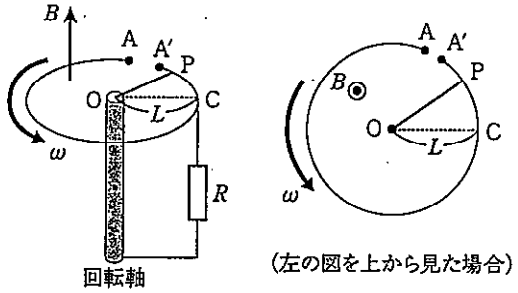


図2

（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[Ω] 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[Ω] 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 ω[rad/s] で回転させた。後の（1）、（2）に答えよ。

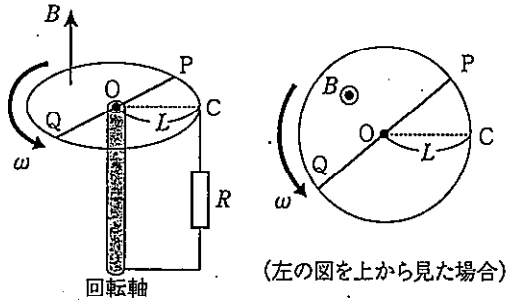


図3

（1）この回路の等価回路を描け。

（2）抵抗値 R[Ω] 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。

2025 kyosai-guild.jp

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。

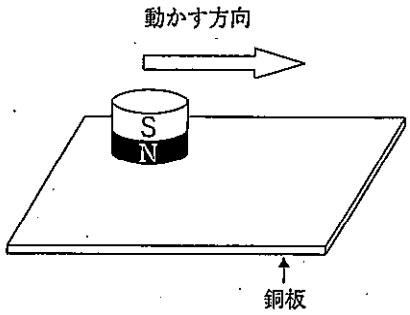


図4

2025 kyosai-guild.jp

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 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γとすると、pV^{γ}＝一定の関係が成り立つ。また、気体定数をRとする。

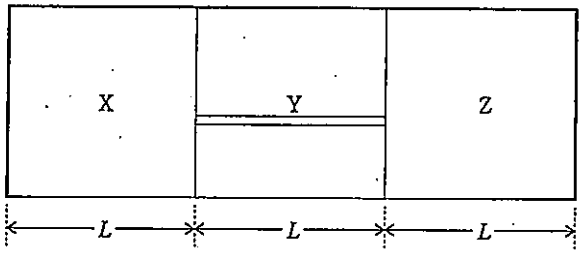


図5

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Δdだけ左へ移動させた。後の（1）～（5）に答えよ。

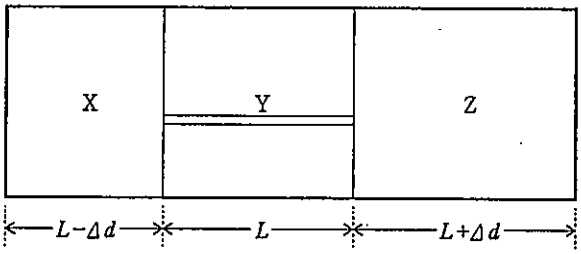


図6

（1）図6のとき、Xに封入された理想気体の圧力を、p_0、L、Δd、γ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、$(1+a)^n \fallingdotseq 1+na$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、γ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、Δd、定積モル比熱C_V、γ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～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

2025 kyosai-guild.jp

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π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、$v=\dfrac{\sqrt{2}\,\pi L}{t_0}$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γの値を求めよ。なお、$R=8.3$[J/(mol・K)]、$T_0=3.0\times10^{2}$[K]、$M=2.8\times10^{-2}$[kg]、$v=3.5\times10^{2}$[m/s]とする。

（2）（1）で求めたγ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$\dfrac{3}{2}RT$、二原子分子理想気体の場合は$\dfrac{5}{2}RT$、非直線型多原子分子の場合は$3RT$程度であるものとする。

2025 kyosai-guild.jp

令和５年度　解答例

理科(物理)

第１問題

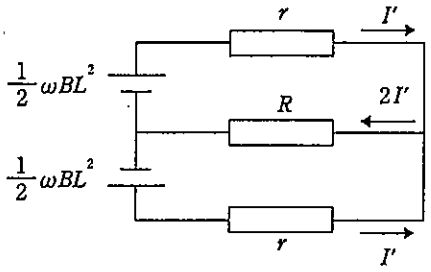
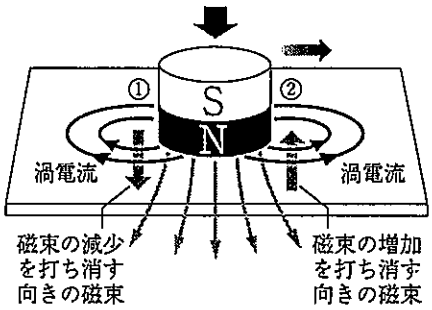
問１	ア	見通し（１点）	イ	探究（１点）	
問２	知識及び技能（２点）		学びに向かう力，人間性等（２点）		
	思考力，判断力，表現力等（２点）		（※順不同）		
問３	ウ	質的（２点）	エ	量的（２点）	オ	時間的（２点）
	カ	空間的（２点）	キ	比較（２点）	ク	関係付け（２点）

第２問題

問１	（１）	波長λは、波の山から次の山までの距離である。１つの波の山がある定点を通過してから次の波の山が到達するまでの時間は周期Tと等しく、Tの間に波は速さVでλだけ進むから、$VT=\lambda$が成り立つ。一方、１秒間に通過する波の数が振動数fであるから、$f=\frac{1}{T}$　よって、$V\frac{1}{f}=\lambda$　ゆえに　$V=f\lambda$　となる。（５点）				
	（２）	$\frac{V}{f}$（２点）	（３）	$\frac{(V+u)f}{V}$（３点）	（４）	$\frac{(V+u)f}{V-u}$（３点）
	（５）	波が同位相で重なるときに強め合い、逆位相で重なるときに弱め合う。振動数f_1、f_2の２つの波が同位相で重なってから、次に同位相で重なるまでの時間をt_0とすると、t_0秒間に発生する波の数がちょうど１個分違うことが条件になるから、$\lvert f_1t_0-f_2t_0\rvert=1$　これを整理して、$\lvert f_1-f_2\rvert=\frac{1}{t_0}$　ここで、t_0の定義より、$\frac{1}{t_0}$は単位時間あたりのうなりの回数に等しい。（５点）				
問２	d（２点）					

2025 kyosai-guild.jp

第３問題

問１	(1)	$\frac{1}{2}B\omega L^2$ (３点)	(2)	$\frac{\omega BL^2}{2(R+r)}$ (３点)
	(3)	$BIL=\frac{\omega B^2L^3}{2(R+r)}$ (３点)	(4)	$F=\frac{\omega B^2L^3}{4(R+r)}$ (３点)
問２	(1)	 (５点)		
	(2)	$2I'=\frac{\omega BL^2}{2R+r}$ (３点)		
問３		 (５点)		

2025 kyosai-guild.jp

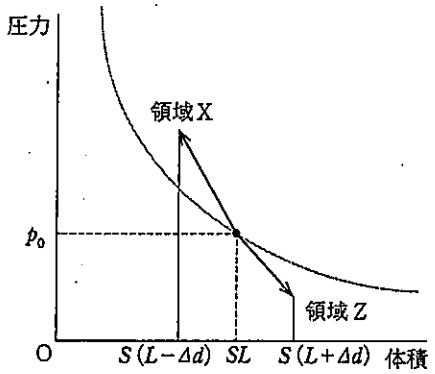
第４問題

問１

(1)　$p_x \fallingdotseq p_0\left(1+\gamma\frac{\Delta d}{L}\right)$　(3点)

(2)　$K=\frac{2\gamma RT_0}{L^2}$　(3点)

(3)



(5点)

(4)

$PV=1\times R\times T$ と $PV^\gamma=$一定 より

$\frac{RT}{V}\times V^\gamma=$一定　∴ $TV^{\gamma-1}=$一定

$T_0\times(LS)^{\gamma-1}=T\times\{(L-\Delta d)S\}^{\gamma-1}$

$T=T_0\cdot\frac{1}{\left(1-\frac{\Delta d}{L}\right)^{\gamma-1}}$

$=T_0\left(1-\frac{\Delta d}{L}\right)^{-(\gamma-1)}$

$\fallingdotseq T_0\left\{1+(\gamma-1)\frac{\Delta d}{L}\right\}$

$\Delta U=Q+W,\ Q=0$ より

$W=\Delta U$

$=1\times C_V\times\Delta T$

$=C_V\times(T-T_0)$

$=C_V(\gamma-1)T_0\frac{\Delta d}{L}$

$\therefore W=C_V(\gamma-1)T_0\frac{\Delta d}{L}$

(5点)

(5)　C　(3点)

問２

(1)　$w=\sqrt{\frac{K}{M}}$　(3点)

(2)　$T_0=2\pi\sqrt{\frac{M}{K}}$　(3点)

問３

(1)　$v=\sqrt{\frac{\gamma RT_0}{M}}$　$\therefore\gamma=\frac{Mv^2}{RT_0}=\frac{2.8\times10^{-2}\times(3.5\times10^2)^2}{8.3\times3.0\times10^2}=1.37$

$\therefore\gamma\fallingdotseq1.4$

(5点)

(2)

$C_P=C_V+R,\ U=1\times C_V\times T$ より

単原子分子　$C_V=\frac{3}{2}R$　$C_P=\frac{5}{2}R$　$\gamma=\frac{C_P}{C_V}=\frac{5}{3}$

二原子分子　$C_V=\frac{5}{2}R$　$C_P=\frac{7}{2}R$　$\gamma=\frac{C_P}{C_V}=\frac{7}{5}$

非直線型多原子分子　$C_V=3R$　$C_P=4R$　$\gamma=\frac{C_P}{C_V}=\frac{4}{3}$

$\gamma=1.37=\frac{7}{5}$より、この理想気体は二原子分子である　(5点)

2025 kyosai-guild.jp