

一般入学試験

理 科 (100分)

I 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は41ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。
 物理 4～13ページ
 化学 14～29ページ
 生物 30～41ページ
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 4 解答用紙は2枚、下書き用紙は1枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
 - ① 受験番号欄
 受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
 - ② 氏名欄
 氏名・フリガナを記入しなさい。
 - ③ 解答科目欄
 解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 5 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- 6 問題冊子の表紙および下書き用紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。問題冊子と下書き用紙は試験終了後回収します。

II 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問1の3と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の②をマークします。

〈例〉

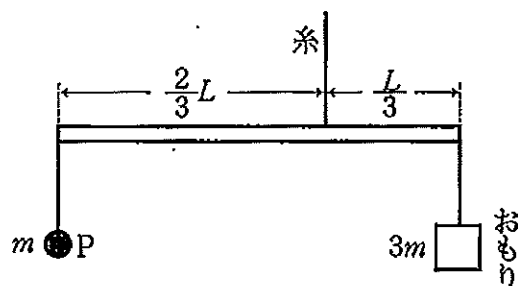
1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号			

物 理

1 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

図1のように、長さ L の一様な棒の右端から $\frac{L}{3}$ の位置に糸を付け、左端に質量 m の小物体 P、右端に質量 $3m$ のおもりをつり下げたところ、棒が水平になってつり合った。重力加速度の大きさを g とする。



問1 棒の質量はいくらか。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。

1

- | | | | |
|--------|------------------|--------|------------------|
| ① m | ② $\frac{3m}{2}$ | ③ $2m$ | ④ $\frac{5m}{2}$ |
| ⑤ $3m$ | ⑥ $\frac{7m}{2}$ | ⑦ $4m$ | ⑧ $\frac{9m}{2}$ |

問2 図1の状態のとき、棒をつり下げている糸の張力の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ① mg | ② $2mg$ | ③ $3mg$ | ④ $4mg$ |
| ⑤ $5mg$ | ⑥ $6mg$ | ⑦ $7mg$ | ⑧ $8mg$ |

次に、図2のように、物体Pを密度 ρ の液体中に完全に入れた。このとき、右端につるすおもりの質量を $\frac{13}{5}m$ とすると棒は水平になってつり合った。

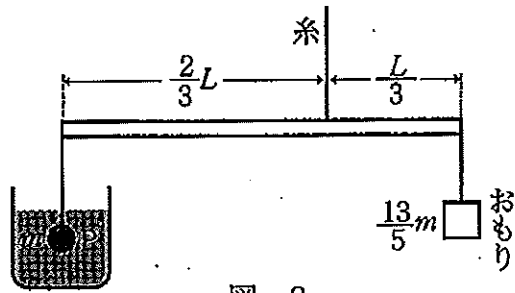


図 2

問3 物体Pの体積はいくらか。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。

- | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① $\frac{m}{5\rho}$ | ② $\frac{m}{4\rho}$ | ③ $\frac{m}{3\rho}$ | ④ $\frac{m}{2\rho}$ |
| ⑤ $\frac{m}{\rho}$ | ⑥ $\frac{2m}{\rho}$ | ⑦ $\frac{3m}{\rho}$ | ⑧ $\frac{4m}{\rho}$ |

次に、図3のように、おもりを質量 $3m$ のものにもどし、棒の両端に糸a、糸bを付け、Q点で元の糸に結びつけてつり下げたところ、糸aと糸bは直角をなし、棒は水平になってつり合った。

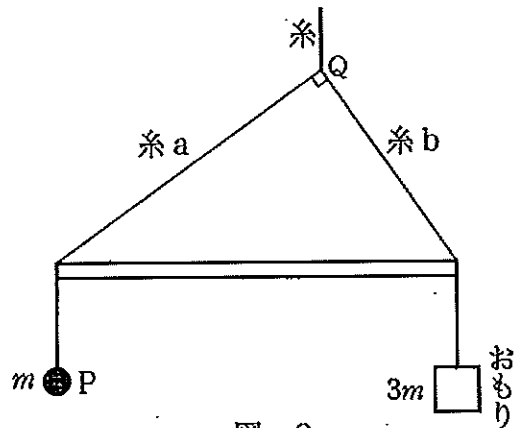


図 3

問4 糸aの張力の大きさ S_a と糸bの張力の大きさ S_b はそれぞれいくらか。

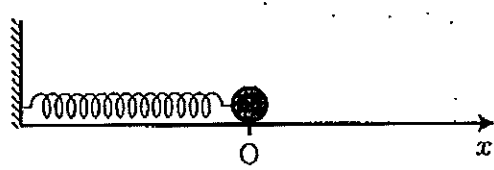
正しいものを、次の①～⑩から一つずつ選びなさい。

$S_a =$ $, S_b =$

- | | | | |
|---------|-----------------|-----------------|-----------------|
| ① $2mg$ | ② $2\sqrt{2}mg$ | ③ $3mg$ | ④ $2\sqrt{3}mg$ |
| ⑤ $4mg$ | ⑥ $3\sqrt{2}mg$ | ⑦ $2\sqrt{5}mg$ | ⑧ $2\sqrt{6}mg$ |
| ⑨ $5mg$ | ⑩ $3\sqrt{3}mg$ | | |

2 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

質量 m の小球をばねの一端に付けて鉛直につり下げたところ、ばねは自然の長さから a だけ伸びて静止した。



次に、図のように、小球をなめらかな水平面上に置き、ばねの他端を固定した。また、ばねが自然の長さのときの小球の位置を原点 O として、ばねが伸びる向きを正とする x 軸を定めた。小球を $+x$ 方向に移動させ、 $x = a$ の位置で静かに放したところ、小球は周期 T の単振動をした。ばねの質量、空気の影響は無視できるものとし、小球は x 軸に沿って運動するものとする。重力加速度の大きさを g とする。

問1 小球の単振動の周期 T はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。 $T =$

- ① $2\pi\sqrt{\frac{m}{g}}$
- ② $2\pi\sqrt{\frac{g}{m}}$
- ③ $2\pi\sqrt{\frac{m}{a}}$
- ④ $2\pi\sqrt{\frac{a}{m}}$
- ⑤ $2\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$
- ⑥ $2\pi\sqrt{\frac{g}{a}}$

問2 小球を、 $x = a$ の位置で静かに放した時刻を $t = 0$ とする。この後の時刻 t ($t > 0$) における小球の x 座標を表す式はどれか。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。

- ① $a\cos\frac{t}{T}$
- ② $a\cos\frac{2\pi}{T}t$
- ③ $a\cos 2\pi t$
- ④ $a\cos\frac{\pi}{T}t$
- ⑤ $a\sin\frac{t}{T}$
- ⑥ $a\sin\frac{2\pi}{T}t$
- ⑦ $a\sin 2\pi t$
- ⑧ $a\sin\frac{\pi}{T}t$

問3 問2における振幅の2倍の振幅で単振動させるためには、 $x=a$ の位置で小球にどのような初速度を与えて運動を始めさせればよいか。最も適切なものを、次の①~⑧から一つ選びなさい。ただし、正の場合は速度の向きが $+x$ 方向、負の場合は $-x$ 方向であることを表す。 3

- ① $-\sqrt{3ga}$ ② $-\sqrt{2ga}$ ③ \sqrt{ga} ④ $\sqrt{2ga}$
 ⑤ $\sqrt{3ga}$ ⑥ $\pm\sqrt{ga}$ ⑦ $\pm\sqrt{2ga}$ ⑧ $\pm\sqrt{3ga}$

小球が問3の条件で単振動しているとき、ばねが最も短くなった瞬間に、 $x=a$ の位置に厚い板を鉛直に立てて固定した。その後、小球はこの板と弾性衝突を繰り返し、周期運動を続けた。

問4 この周期運動の周期はいくらか。正しいものを、次の①~⑧から一つ選びなさい。 4

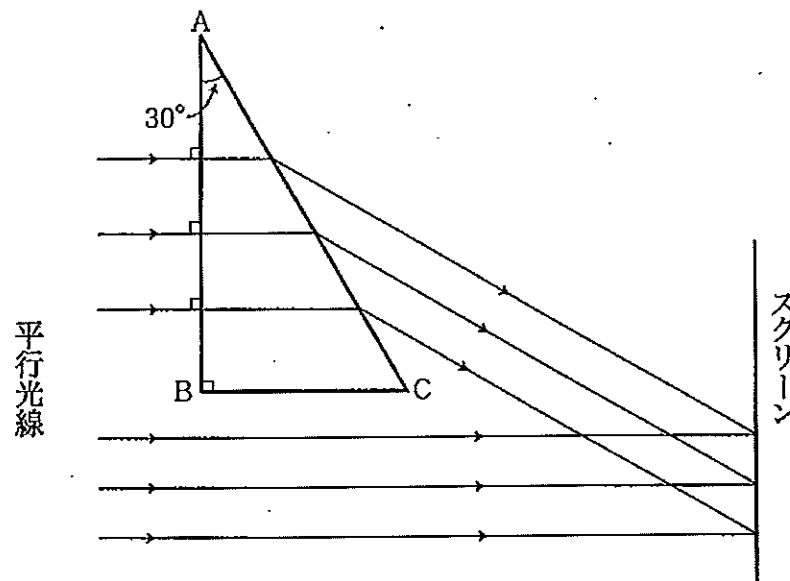
- ① $\frac{T}{4}$ ② $\frac{T}{3}$ ③ $\frac{3}{8}T$ ④ $\frac{T}{2}$
 ⑤ $\frac{5}{8}T$ ⑥ $\frac{2}{3}T$ ⑦ $\frac{3}{4}T$ ⑧ $\frac{7}{8}T$

問5 この板が小球から受ける(平均の)力の大きさは mg の何倍か。正しいものを、次の①~⑧から一つ選びなさい。 5 倍

- ① $\frac{1}{2\pi}$ ② $\frac{\sqrt{3}}{2\pi}$ ③ $\frac{\sqrt{3}}{\pi}$ ④ $\frac{3\sqrt{3}}{2\pi}$
 ⑤ $\frac{2\sqrt{3}}{\pi}$ ⑥ $\frac{5\sqrt{3}}{2\pi}$ ⑦ $\frac{3\sqrt{3}}{\pi}$ ⑧ $\frac{7\sqrt{3}}{2\pi}$

3 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

図のように、波長 $5.0 \times 10^{-7} \text{m}$ の単色平行光線の一部を頂角 30° の直角プリズム ABC の AB 面に垂直に入射させ、その屈折光をプリズム ABC の下方を直進した光とスクリーン上で重ね合わせて干渉させた。スクリーンはプリズム ABC の AB 面と平行に置かれている。装置全体は空気中にあり、プリズムの屈折率を $\sqrt{3}$ 、空気の屈折率を 1.0 とする。



問1 プリズム中での光の波長はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。ただし、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。 m

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 1.3×10^{-7} | ② 2.5×10^{-7} | ③ 2.9×10^{-7} |
| ④ 3.9×10^{-7} | ⑤ 4.3×10^{-7} | ⑥ 8.7×10^{-7} |

問2 プリズム ABC の AC 面から出る光線を考える。この光線の AC 面での屈折角はいくらか。正しいものを、次の①～⑤から一つ選びなさい。

- ① 15° ② 30° ③ 45°
④ 60° ⑤ 75°

問3 スクリーン上に見られる干渉じまの明線の間隔 d はいくらか。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。 $d =$ m

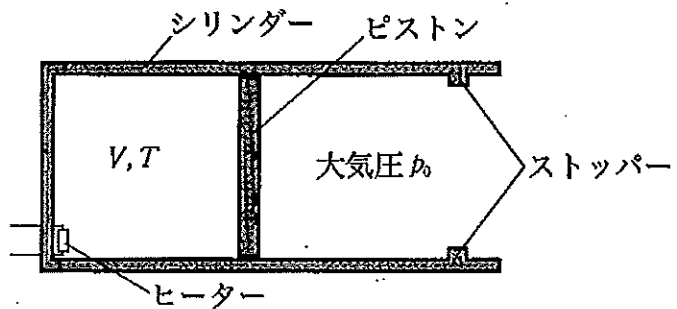
- ① 1.0×10^{-6} ② 2.5×10^{-6} ③ 4.2×10^{-6} ④ 5.0×10^{-6}
⑤ 6.3×10^{-6} ⑥ 7.5×10^{-6} ⑦ 8.4×10^{-6} ⑧ 1.5×10^{-5}

問4 スクリーン上で写真フィルムを感光させて現像したものは、格子定数 d の回折格子と同じ働きをする。このフィルムに垂直に波長 λ の平行光線を入射させたところ、1 次の回折光（回折角が最も小さい回折光）が 40° の方向に観察された。波長 λ はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。ただし、必要なら、 $\sin 40^\circ = 0.643$ 、 $\cos 40^\circ = 0.766$ を用いなさい。 $\lambda =$ m

- ① 3.8×10^{-7} ② 4.2×10^{-7} ③ 5.3×10^{-7}
④ 6.4×10^{-7} ⑤ 7.7×10^{-7} ⑥ 8.1×10^{-7}

4 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

図のように、水平に置かれたシリンダーの中に、ピストンにより単原子分子の理想気体 1 [mol] が封入されている。ピストンはなめらかに動くことができ、ストッパーまで移動するとシリンダー内の容積は $2V[\text{m}^3]$ となる。シリ



ンダー底部には体積の小さな電気ヒーターがあり、消費電力 $w[\text{W}]$ で気体を加熱することができる。シリンダーとピストンは断熱材でできているものとし、気体定数を $R[\text{J/mol}\cdot\text{K}]$ 、大気圧を $p_0[\text{Pa}]$ とする。なお、ヒーターで発生した熱はすべて気体が吸収するものとする。

はじめ、気体の絶対温度（以下、単に温度と記す）は $T[\text{K}]$ 、体積は $V[\text{m}^3]$ であった。

時刻 0 にヒーターのスイッチを入れたところ、ピストンは右方に動き始め、時刻 $t_0[\text{s}]$ にストッパーに到達した。

問1 時刻 $t_0[\text{s}]$ における気体の温度はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。 [K]

① $\frac{T}{2}$

② T

③ $\frac{3}{2}T$

④ $2T$

⑤ $\frac{5}{2}T$

⑥ $3T$

問2 時刻 t_0 [s] はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。 [s]

① $\frac{RT}{2w}$

② $\frac{RT}{w}$

③ $\frac{3RT}{2w}$

④ $\frac{2RT}{w}$

⑤ $\frac{5RT}{2w}$

⑥ $\frac{3RT}{w}$

その後、ヒーターのスイッチを入れたままにし、 t_0 [s] が経過して時刻 $2t_0$ [s] になった。

問3 時刻0から $2t_0$ [s] までの間に気体の内部エネルギーはいくら増加したか。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。 [J]

① $\frac{3}{2}RT$

② $2RT$

③ $\frac{5}{2}RT$

④ $3RT$

⑤ $\frac{7}{2}RT$

⑥ $4RT$

⑦ $\frac{9}{2}RT$

⑧ $5RT$

問4 時刻0から $2t_0$ [s] までの間に気体が外部に対してする仕事はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。 [J]

① $\frac{RT}{2}$

② RT

③ $\frac{3}{2}RT$

④ $2RT$

⑤ $\frac{5}{2}RT$

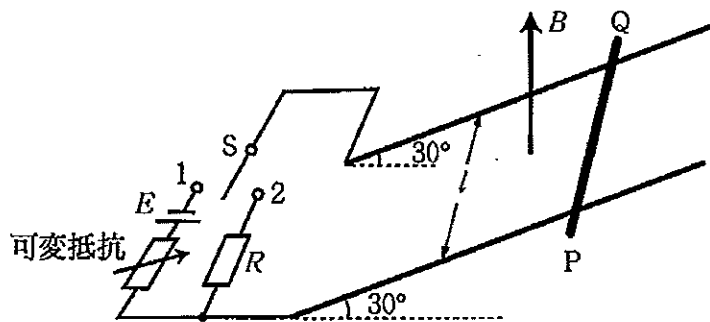
⑥ $3RT$

5 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

図のように、間隔 l で互いに平行で、かつ水平に対して 30° 傾いて設置された2本の金属製のレール（以下、単にレールと記す）があり、レールの下端には起電力 E の電池、可変抵抗、抵抗値 R の抵抗、および切り替えスイッチ S からなる回路が接続されている。レールのある領域には、磁束密度の大きさが B の一様な磁場（磁界）が鉛直上向きにかけられている。

レールに直交するように質量 m の導体棒 PQ を置き、スイッチ S を端子1の側に入れ、可変抵抗の値を調節したところ、導体棒 PQ は手を離してもレール上で静止し続けた。

可変抵抗および抵抗値 R の抵抗以外の電気抵抗、導体棒 PQ とレールとの間の摩擦はいずれも無視できるものとし、重力加速度の大きさを g とする。



問1 導体棒 PQ を流れる電流が磁場から受ける力のレールに平行な成分の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。

- | | | |
|------------------|-------------------|--------------------------|
| ① $\frac{mg}{4}$ | ② $\frac{mg}{2}$ | ③ $\frac{\sqrt{3}mg}{2}$ |
| ④ mg | ⑤ $\frac{3mg}{2}$ | ⑥ $2mg$ |

問2 このとき、可変抵抗の抵抗値はいくらか。正しいものを、次の①～⑧から一つ
 選びなさい。

- ① $\frac{mgE}{2Bl}$ ② $\frac{mgE}{Bl}$ ③ $\frac{EBL}{mg}$ ④ $\frac{\sqrt{3}EBL}{mg}$
 ⑤ $\frac{EBg}{ml}$ ⑥ $\frac{3EBg}{ml}$ ⑦ $\frac{mBl}{\sqrt{2}Eg}$ ⑧ $\frac{mBl}{Eg}$

次に、スイッチ S を端子 2 の側に切り替えたところ、導体棒 PQ はレールに沿って
 下方に滑りだした。導体棒 PQ がレールの下端に達することは考えないものとする。

問3 導体棒 PQ の速さが v となった瞬間、回路に流れる電流の大きさはいくらか。
 正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。

- ① $\frac{vBl}{2R}$ ② $\frac{\sqrt{3}vBl}{2R}$ ③ $\frac{vBl}{R}$
 ④ $\frac{2vBl}{\sqrt{3}R}$ ⑤ $\frac{\sqrt{3}vBl}{R}$ ⑥ $\frac{2vBl}{R}$

問4 やがて導体棒 PQ は一定の速さでレール上を運動するようになる。このとき導
 体棒 PQ が単位時間に失う重力の位置エネルギーはいくらか。正しいものを、次
 の①～⑧から一つ選びなさい。

- ① $\frac{mgR}{3Bl}$ ② $\frac{mgR}{2Bl}$ ③ $\frac{2mgR}{3Bl}$ ④ $\frac{\sqrt{3}mgR}{Bl}$
 ⑤ $\frac{1}{3}\left(\frac{mg}{Bl}\right)^2 R$ ⑥ $\frac{1}{2}\left(\frac{mg}{Bl}\right)^2 R$ ⑦ $\frac{2}{3}\left(\frac{mg}{Bl}\right)^2 R$ ⑧ $\sqrt{3}\left(\frac{mg}{Bl}\right)^2 R$