

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57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 4～23ページ
 化学 24～37ページ
 生物 38～57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 この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子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 1 ～ 4〕

図のように、水平面上に質量 $2m$ の小球Pが一端を固定したばね定数 k の軽いばねにとりつけられて静止している。いま、水平面と滑らかに接続する斜面の上方、水平面から測って高さ h の位置に質量 m の小物体Qを置いて静かに放したところ、小物体Qは斜面および水平面を滑って小球Pと衝突した。小球Pと小物体Qの衝突は弾性衝突であるとする。また、水平面と斜面は滑らかであるとし、小球Pおよび小物体Qは紙面の示す鉛直面内で運動するものとする。小球Pと小物体Qの大きさ、および2回目以降の衝突は考えないものとし、重力加速度の大きさを g とする。



問1 小球Pと衝突する直前の小物体Qの速さ v_0 はいくらか。正しいものを、次の

①～⑧から一つ選びなさい。 $v_0 =$ 1

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

(下書き用紙)

1の問は次に続く。

問2 衝突直後の小球Pに対する小物体Qの相対速度の大きさは問1で求めた速さ v_0 の何倍か。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。 2 倍

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

問3 衝突後の小球Pの運動は初めの静止位置を振動の中心とする単振動となる。この単振動の振幅はいくらか。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。

3

- ① $\frac{1}{3}\sqrt{\frac{mgh}{k}}$ ② $\frac{2}{3}\sqrt{\frac{mgh}{k}}$ ③ $\frac{4}{3}\sqrt{\frac{mgh}{k}}$ ④ $\frac{8}{3}\sqrt{\frac{mgh}{k}}$
 ⑤ $\frac{1}{3}\sqrt{\frac{mg}{kh}}$ ⑥ $\frac{2}{3}\sqrt{\frac{mg}{kh}}$ ⑦ $\frac{4}{3}\sqrt{\frac{mg}{kh}}$ ⑧ $\frac{8}{3}\sqrt{\frac{mg}{kh}}$

問4 衝突後、小物体Qが達する斜面上の最高点の水平面から測った高さはいくらか。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。 4

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

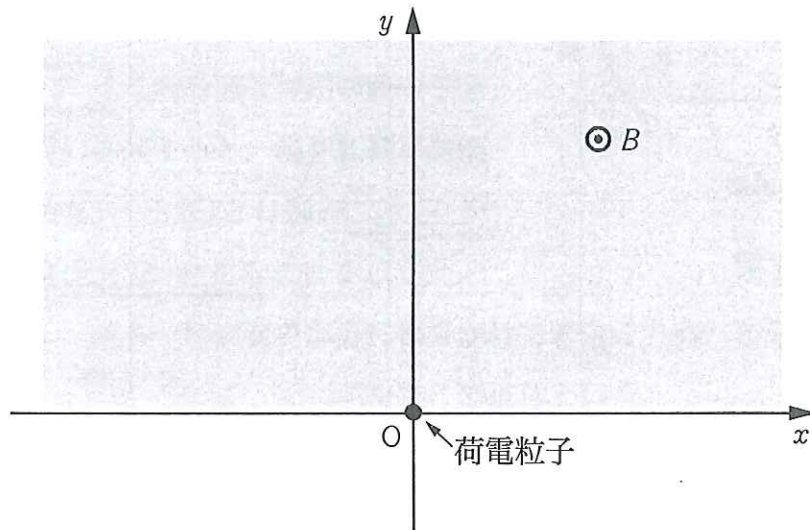
(下書き用紙)

物理の試験問題は次に続く。

2

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、 O を原点とする直交座標軸 x , y , z を定める。 z 軸の正の向きは紙面において裏から表へ向かう向きとする。 $y > 0$ の領域には磁束密度の大きさが B の一様な磁場が z 軸の正の向きにかけてある。この磁場内に原点 O から、質量 m , 電荷 q ($q > 0$) の荷電粒子を速さ v_0 で入射させた。重力の影響は考えないものとする。



はじめに、原点 O への入射速度の向きが y 軸の正の向きの場合を考える。

問1 荷電粒子が磁場から受ける力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 qv_0B

② $\frac{qv_0}{B}$

③ $\frac{qB}{m}$

④ mv_0B

⑤ $\frac{mB}{q}$

⑥ $\frac{qB}{mv_0}$

(下書き用紙)

2の問は次に続く。

問2 荷電粒子が磁場を出るときの x 座標はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。

- ① $\frac{mv_0}{2qB}$ ② $\frac{mv_0}{qB}$ ③ $\frac{2mv_0}{qB}$
 ④ $\frac{mv_0}{2qB}$ ⑤ $\frac{mv_0}{qB}$ ⑥ $\frac{2mv_0}{qB}$

問3 荷電粒子が原点 O に入射してから磁場を出るまでに要する時間はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。

- ① $\frac{\pi m}{2qB}$ ② $\frac{\pi m}{qB}$ ③ $\frac{2\pi m}{qB}$
 ④ $\frac{\pi v_0}{2qB}$ ⑤ $\frac{\pi v_0}{qB}$ ⑥ $\frac{2\pi v_0}{qB}$

今度は、原点 O への入射速度の向きが yz 面内で z 軸の正の向きと 30° の角をなす場合を考える。

問4 荷電粒子が磁場を出るときの z 座標はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。

- ① $\frac{\pi m v_0}{2qB}$ ② $\frac{\pi m v_0}{\sqrt{3} qB}$ ③ $\frac{\sqrt{3} \pi m v_0}{2qB}$
 ④ $\frac{\pi m v_0}{qB}$ ⑤ $\frac{2\pi m v_0}{\sqrt{3} qB}$ ⑥ $\frac{\sqrt{3} \pi m v_0}{qB}$

(下書き用紙)

物理の試験問題は次に続く。

3

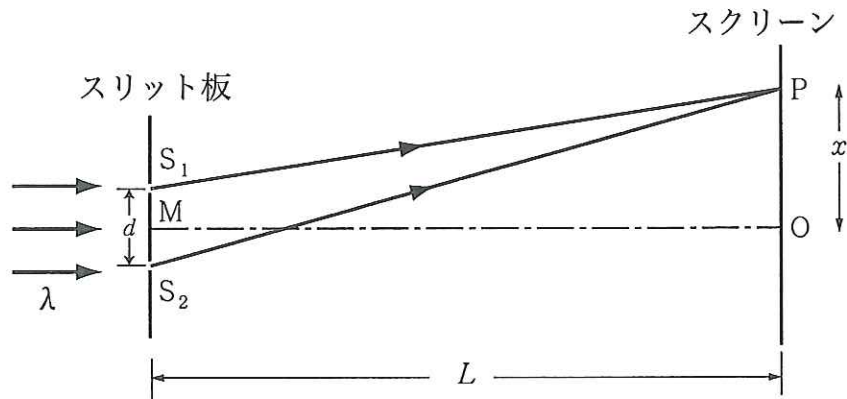
次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

図のように、間隔 d のスリット S_1, S_2 を持つスリット板に垂直に波長 λ のレーザー光を入射させ、スリット板から距離 L の位置にスリット板と平行に置かれたスクリーンに生じた明暗のしま模様（干渉じま）を観察した。

スクリーン上の点 O は、 S_1, S_2 の中点 M を通り、スリット板に垂直な直線とスクリーンとの交点である。 O 点から距離 x の位置にあるスクリーン上の点を P とする。間隔 d および距離 x は距離 L に比べて十分小さいものとする。なお、必要なら、1 に比べて十分小さい数 a あるいは角度 θ に対して成り立つ近似式、

$$\sqrt{1+a} \doteq 1 + \frac{1}{2}a \quad \text{あるいは} \quad \sin\theta \doteq \tan\theta \doteq \theta$$

を用いなさい。



問1 スリット S_1, S_2 からスクリーン上の P 点に達して干渉する光の光路差の絶対値はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。

① $\frac{xd}{2L}$

② $\frac{xd}{L}$

③ $\frac{2xd}{L}$

④ $\frac{xL}{2d}$

⑤ $\frac{xL}{d}$

⑥ $\frac{2xL}{d}$

(下書き用紙)

3の問は次に続く。

問2 問1で求めた光路差の絶対値を Δ とすると、P 点に明線が生じる条件式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。ただし、 $m=0, 1, 2, \dots$ とする。 $\Delta = \boxed{2}$

① $m \times \frac{\lambda}{4}$

② $m \times \frac{\lambda}{2}$

③ $m \times \lambda$

④ $(m + \frac{1}{2}) \times \frac{\lambda}{4}$

⑤ $(m + \frac{1}{2}) \times \frac{\lambda}{2}$

⑥ $(m + \frac{1}{2}) \times \lambda$

問3 他の条件を変えずに、スリット S_1, S_2 の間隔 d だけを2倍にしたとする。このとき、スクリーン上にできる明線の間隔は変える前の何倍となるか。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。 $\boxed{3}$ 倍

① $\frac{1}{8}$

② $\frac{1}{4}$

③ $\frac{1}{2}$

④ $\frac{3}{4}$

⑤ 1

⑥ $\frac{3}{2}$

⑦ 2

⑧ 4

問4 スリット S_1, S_2 の間隔が d のとき、スリット S_1, S_2 の間の midpoint M にスリット S_3 を設けた。このとき、スクリーン上にできる明線の間隔はスリット S_3 を設ける前の何倍となるか。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。
 $\boxed{4}$ 倍

① $\frac{1}{8}$

② $\frac{1}{4}$

③ $\frac{1}{2}$

④ $\frac{3}{4}$

⑤ 1

⑥ $\frac{3}{2}$

⑦ 2

⑧ 4

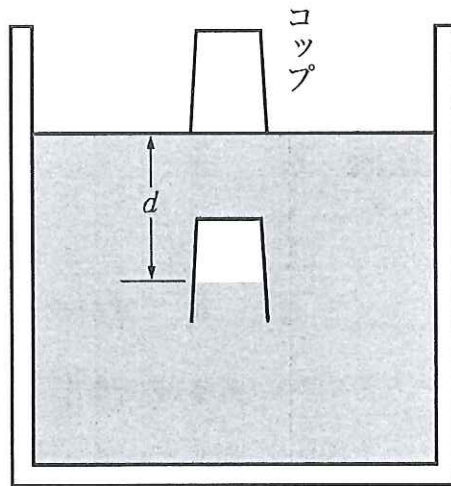
(下書き用紙)

物理の試験問題は次に続く。

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，水槽に入れた水の中に質量 M のコップを逆さまにして，中の空気が漏れないように沈めた。コップが水面に接した状態のときコップ内の空気の体積は V_0 であり，その密度は ρ であった。コップを沈めたとき，コップ内の水面は水槽の水面から距離 d となり，中の空気の体積は V となった。大気圧は P_0 であるとし，空気は理想気体として扱ってよいものとする。水の密度は ρ_w で一定であるとし，重力加速度の大きさを g とする。また，大気と水の温度は等しく， T_0 で一定であるとする。



問1 コップ内に閉じ込められた空気の質量はいくらか。正しいものを，次の①～⑥から一つ選びなさい。

① ρV_0

② ρV

③ $\frac{\rho(V_0+V)}{2}$

④ $\rho_w V_0$

⑤ $\rho_w V$

⑥ $\frac{\rho_w(V_0+V)}{2}$

(下書き用紙)

4の問は次に続く。

問2 コップを図の水中の位置に沈めたとき、コップ内の空気の圧力はいくらか。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。 2

- ① $\frac{\rho_w d}{2}$ ② $\rho_w d$ ③ $\frac{\rho_w d g}{2}$ ④ $\rho_w d g$
 ⑤ $P_0 + \frac{\rho_w d}{2}$ ⑥ $P_0 + \rho_w d$ ⑦ $P_0 + \frac{\rho_w d g}{2}$ ⑧ $P_0 + \rho_w d g$

問3 問2におけるコップ内の空気の圧力を P とすると、体積 V は V_0 の何倍か。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。 3 倍

- ① $\frac{P}{P_0}$ ② $\frac{P_0}{P}$ ③ $\frac{\rho_w P}{\rho P_0}$ ④ $\frac{\rho P_0}{\rho_w P}$
 ⑤ $\frac{\rho P}{P_0 T_0}$ ⑥ $\frac{\rho P_0}{P T_0}$ ⑦ $\frac{\rho_w P}{P_0 T_0}$ ⑧ $\frac{\rho_w P_0}{P T_0}$

問4 コップを図の水中の位置に静止させておくために必要な力 F 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。ただし、コップを沈めた位置は浅いためにコップの中の空気が水から受ける浮力は大きく、力 F の向きは下向きであるとする。また、コップ自体が水から受ける浮力は無視できるものとする。 $F =$ 4

- ① $\{(\rho_w - \rho) V_0 - M\} g$ ② $\{(\rho_w + \rho) V_0 - M\} g$
 ③ $\{(\rho_w - \rho) V_0 + M\} g$ ④ $\{(\rho_w + \rho) V_0 + M\} g$
 ⑤ $(\rho_w V - \rho V_0 - M) g$ ⑥ $(\rho_w V + \rho V_0 - M) g$
 ⑦ $(\rho_w V - \rho V_0 + M) g$ ⑧ $(\rho_w V + \rho V_0 + M) g$

(下書き用紙)

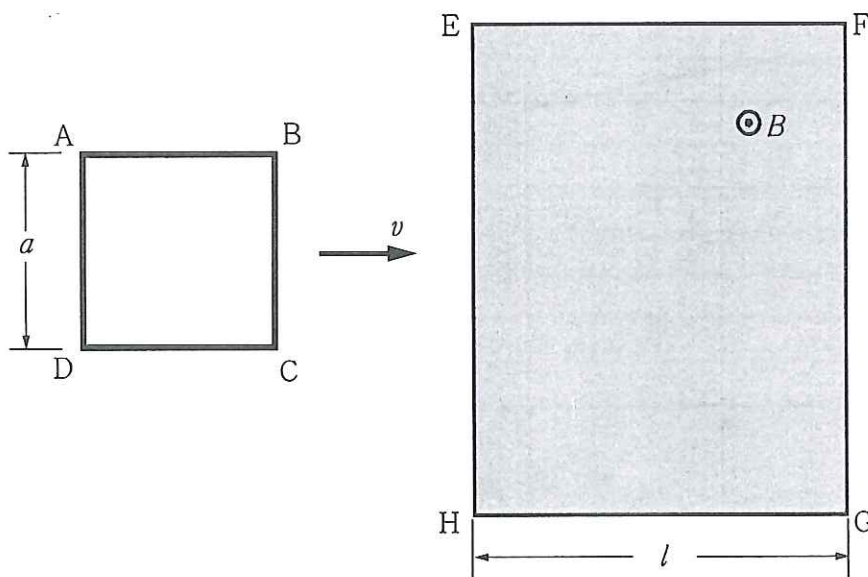
物理の試験問題は次に続く。

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、幅 l の領域 EFGH には紙面に垂直に裏から表に向かう向きに磁束密度の大きさが B の一様な磁場がかけられている。導線を折り曲げて作った一辺の長さが a ($a < l$)、抵抗値 R の正方形コイル ABCD がある。

はじめ、この正方形コイル ABCD が一定の速さ v で移動して、磁場領域 EFGH を通過する場合を考える。ただし、正方形コイル ABCD は辺 BC を常に境界 EH と平行に保ちながら、紙面の表す平面内を運動するものとする。



問1 正方形コイル ABCD が磁場領域 EFGH に入っていくとき、正方形コイル ABCD を貫く磁束の単位時間あたりの変化はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。

① Ba

② Bv

③ Ba^2

④ Bav

⑤ Bv^2

⑥ $\frac{Ba^2v}{l}$

(下書き用紙)

5の問は次に続く。

問2 正方形コイル ABCD が磁場領域 EFGH に入っていくとき、正方形コイル AB CD を流れる電流はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。ただし、電流は A→B→C→D→A と流れる場合を正とする。 2

- ① $\frac{Ba^2}{R}$ ② $\frac{Bav}{R}$ ③ $\frac{Bv^2}{R}$
 ④ $-\frac{Ba^2}{R}$ ⑤ $-\frac{Bav}{R}$ ⑥ $-\frac{Bv^2}{R}$

問3 正方形コイル ABCD が磁場領域 EFGH に入り始めてから完全に出るまでの間に、外から加える力のした仕事はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。 3

- ① $\frac{Bav}{R}$ ② $\frac{2Bav}{R}$ ③ $\frac{(Bav)^2}{R}$
 ④ $\frac{2(Bav)^2}{R}$ ⑤ $\frac{B^2a^3v}{R}$ ⑥ $\frac{2B^2a^3v}{R}$

今度は、正方形コイル ABCD が磁場領域 EFGH に完全にいった状態で静止させる。次に、コイルの辺 AB, DC の中点を結ぶ直線を軸として一定の角速度で回転させ、角周波数 ω の交流を発生させた。

問4 正方形コイル ABCD で発生するジュール熱は 1 周期あたりいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。 4

- ① $\frac{B^2a^4\omega^2}{2R}$ ② $\frac{B^2a^4\omega^2}{R}$ ③ $\frac{2B^2a^4\omega^2}{R}$
 ④ $\frac{\pi B^2a^4\omega}{2R}$ ⑤ $\frac{\pi B^2a^4\omega}{R}$ ⑥ $\frac{2\pi B^2a^4\omega}{R}$

(下書き用紙)