

# 物 理

(60分 100点)

I 次の〔問1〕～〔問6〕に答えなさい。(30点)

〔問1〕 比熱が  $4.0 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、温度が  $20^\circ\text{C}$ 、質量が  $200 \text{ g}$  の液体がある。これに、温度が  $60^\circ\text{C}$  の同じ液体を混合したところ、全体の温度が  $28^\circ\text{C}$  になった。液体の間だけで熱が移動したとすると、混合した  $60^\circ\text{C}$  の液体の質量は何  $\text{g}$  か。次の①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。   $\text{g}$

- ① 10                                      ② 20                                      ③ 25  
④ 40                                      ⑤ 50                                      ⑥ 80

〔問2〕 1分あたりに  $1.8 \times 10^6 \text{ J}$  の熱量を供給されて  $9.0 \times 10^3 \text{ W}$  の仕事率で仕事をする熱機関がある。この熱機関の熱効率はいくらか。次の①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。

- ① 0.10                                      ② 0.20                                      ③ 0.30  
④ 0.40                                      ⑤ 0.50                                      ⑥ 0.60

〔問3〕 図1のように、細くて軽い糸で物体と水槽の底面を結んだところ、物体は一部が水面上に出て静止した。物体の水面上に出た部分の割合は40%で、水の密度は $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、物体の密度は $2.0 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$ 、物体の体積は $2.0 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ 、重力加速度の大きさは $9.8 \text{ m/s}^2$ である。このとき、糸の張力の大きさは何Nか。下の①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。  N

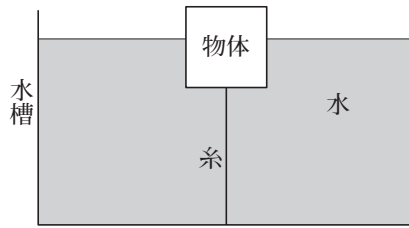


図1

- ①  $3.9 \times 10^{-2}$                       ②  $7.8 \times 10^{-2}$                       ③  $1.6 \times 10^{-1}$   
 ④  $3.9 \times 10^{-1}$                       ⑤  $7.8 \times 10^{-1}$                       ⑥ 1.6

〔問4〕 図2のように、水中から発せられた光が空气中に屈折して進んでいる。空気の屈折率を1、水の屈折率を $n$  ( $n > 1$ ) とする。いま、図2の水中を進む光と水面のなす角 $\theta$ を $\theta = \theta_0$ より小さくすると、光は水中から空気中に出なくなった。このとき、 $\theta_0$ と $n$ の関係はどのようになるか。下の①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。

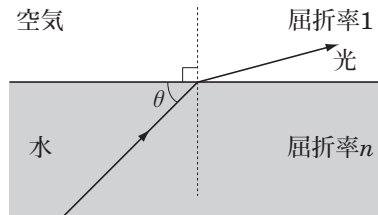
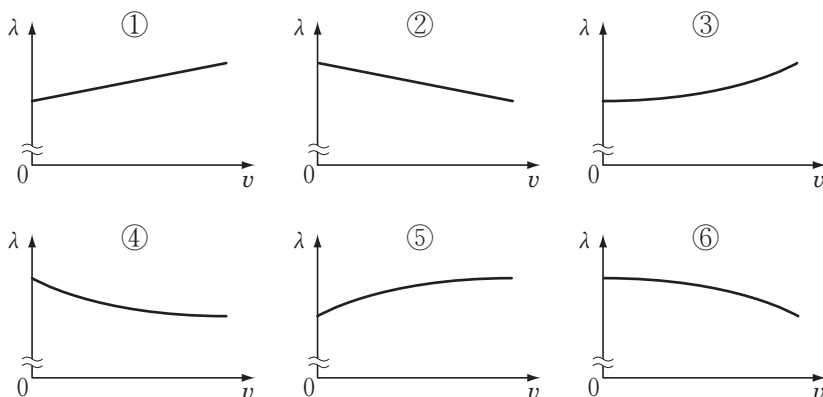


図2

- ①  $\cos \theta_0 = n$                       ②  $\sin \theta_0 = n$                       ③  $\sin (\theta_0 - 90^\circ) = n$   
 ④  $\cos \theta_0 = \frac{1}{n}$                       ⑤  $\sin \theta_0 = \frac{1}{n}$                       ⑥  $\sin (\theta_0 - 90^\circ) = \frac{1}{n}$

〔問5〕 音源が一定の振動数の音を発しながら速さ  $v$  で観測者から遠ざかっている。観測者は静止している。この観測者が聞く音の波長  $\lambda$  と音源が遠ざかる速さ  $v$  の関係を表すグラフはどのようになるか。次の①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。

5



〔問6〕 図3のように、帯電していない2つの同じ導体球A、Bを絶縁体でできた糸でつり下げて接触させ、左側から導体球Aに正電荷をもつ棒を近づけた。このとき、導体球A、Bに現れる電荷はどのようになるか。下の①～⑥の中から最も適切な組み合わせを1つ選びマークしなさい。

6

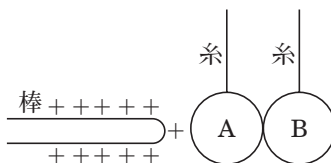


図3

	導体球Aに現れる電荷	導体球Bに現れる電荷
①	正電荷	電荷は現れない
②	負電荷	電荷は現れない
③	正電荷	負電荷
④	負電荷	正電荷
⑤	正電荷	正電荷
⑥	負電荷	負電荷

II 力と運動に関する次の〔問1〕・〔問2〕に答えなさい。(30点)

〔問1〕 図1のように、長さ  $l$ 、質量  $M$  の細くて一様な剛体棒が壁に立てかけられて静止している。壁は鉛直でなめらかであり、床は水平で粗い。剛体棒は床と  $60^\circ$  の角をなして、剛体棒の重心はその中央にある。重力加速度の大きさを  $g$  とする。

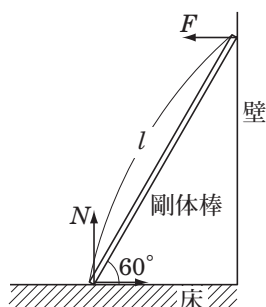


図1

(1) 図1のように、剛体棒が壁から受ける垂直抗力の大きさを  $F$ 、床から受ける垂直抗力の大きさを  $N$  とする。 $F$ 、 $N$  はそれぞれいくらか。次の①～⑥の中から最も適切なものを1つずつ選びマークしなさい。 $F =$

$N =$

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

(2) 図1で剛体棒が床から受ける静止摩擦力は最大摩擦力に等しいとすると、剛体棒と床の間の静止摩擦係数はいくらか。次の①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。

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

〔問2〕 図2のように、水平でなめらかな床上で、ばね定数  $k$  の軽いばねの一端を固定し、ばねの他端に質量  $m$  の物体Aをつなぎ、物体Aの右側に質量  $m$  の物体Bを置いた。このとき、ばねは自然長で、物体A、Bは接触して静止していた。

この状態から、物体Bを左向きにゆっくり手で押せばねを  $d$  だけ縮め、静かに手をはなした。

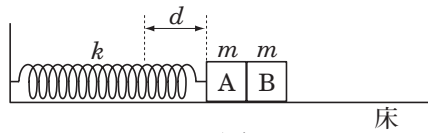


図2

- (1) ばねを  $d$  だけ縮めるのに手がした仕事はいくらか。次の①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。

10

- ①  $\frac{1}{4}kd^2$                       ②  $\frac{1}{2}kd^2$                       ③  $kd^2$   
 ④  $\frac{1}{4}kd$                           ⑤  $\frac{1}{2}kd$                           ⑥  $kd$

- (2) 手をはなした直後に一体となって動き始めた物体A、Bの加速度の大きさはいくらか。次の①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。

11

- ①  $\frac{km}{d}$                               ②  $\frac{km}{2d}$                               ③  $\frac{kd}{m}$   
 ④  $\frac{kd}{2m}$                               ⑤  $\frac{m}{kd}$                               ⑥  $\frac{m}{2kd}$

- (3) 手をはなしてから一体となって動き始めた物体A, Bは, ある位置で互いにはなれた。物体A, Bがはなれたあとの物体Bの速さ  $v$  はいくらか。次の①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。  $v =$  12

①  $d\sqrt{\frac{2k}{m}}$                       ②  $d\sqrt{\frac{k}{m}}$                       ③  $d\sqrt{\frac{k}{2m}}$   
 ④  $d\sqrt{\frac{2m}{k}}$                       ⑤  $d\sqrt{\frac{m}{k}}$                       ⑥  $d\sqrt{\frac{m}{2k}}$

- (4) 物体A, Bがはなれたあと, 物体Aは左右に振動した。この振動でのばねの自然長からの縮みの最大値は,  $v$  などを用いてどのように表されるか。次の①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。 13

①  $\sqrt{\frac{mv}{k}}$                       ②  $\sqrt{\frac{2mv}{k}}$                       ③  $v\sqrt{\frac{k}{m}}$   
 ④  $v\sqrt{\frac{2k}{m}}$                       ⑤  $v\sqrt{\frac{m}{k}}$                       ⑥  $v\sqrt{\frac{2m}{k}}$

Ⅲ 波動に関する次の〔問1〕・〔問2〕に答えなさい。(22点)

〔問1〕 図1のように、糸の端を装置Aにつなぎ、なめらかな滑車を通して糸の他端におもりaをつなぐ。装置Aで糸を振動数 $f_0$ で振動させたところ、コマ1、2の間に腹が2つの定常波が生じた。コマ1、2の間隔は $L$ である。

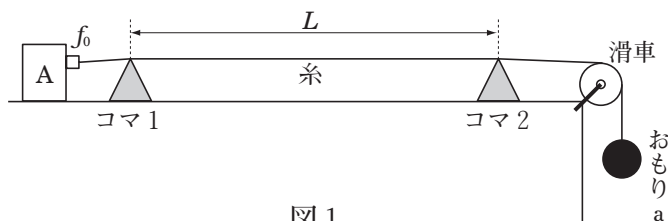


図1

(1) このとき、糸を伝わる波の速さはいくらか。次の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。 14

- ①  $\frac{2L}{f_0}$                       ②  $\frac{L}{f_0}$                       ③  $2f_0L$   
 ④  $f_0L$                       ⑤  $\frac{f_0L}{2}$

(2) 装置Aを操作して糸を伝わる波の振動数を変化させた。コマ1、2の間に腹が3つの定常波が生じているとき、糸を伝わる波の振動数はいくらか。次の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。 15

- ①  $\frac{1}{3}f_0$                       ②  $\frac{1}{2}f_0$                       ③  $\frac{2}{3}f_0$   
 ④  $\frac{3}{2}f_0$                       ⑤  $2f_0$

- (3) 装置Aを操作して糸を伝わる波の振動数を  $f_0$  に戻した。そして、おもり a をおもり b に取りかえたところ、コマ 1, 2 の間に腹が 1 つの定常波が生じた。おもり b の質量はおもり a の質量の何倍か。次の①～⑤の中から最も適切なものを 1 つ選びマークしなさい。ただし、おもりの質量を  $m$  とすると、糸を伝わる波の速さ  $v$  は  $v = k\sqrt{m}$  ( $k$ : 定数) と表され、 $\sqrt{m}$  に比例する。

16
----

 倍

①  $\frac{1}{2}$

②  $\frac{3}{2}$

③ 2

④ 3

⑤ 4



〔問2〕 図2のように、一定の厚さ  $d$  の薄膜が空気中に水平に置かれている。空気中から鉛直下向きに、空気中での波長が  $\lambda$  の平行光線を薄膜に入射して上から見たところ、薄膜の上面で反射した光と下面で反射した光が干渉して強め合っていた。空気の屈折率を1、薄膜の屈折率を  $n$  とする。

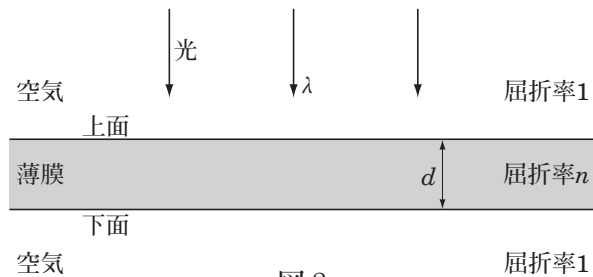


図2

(1) 薄膜中での光の波長はいくらか。次の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。 17

- ①  $\lambda$                                       ②  $(n-1)\lambda$                                       ③  $n\lambda$   
 ④  $\frac{\lambda}{n-1}$                                       ⑤  $\frac{\lambda}{n}$

(2) 薄膜の上面で反射した光と下面で反射した光の光路差（光学距離の差）はいくらか。次の①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。

- 18  
 ①  $2nd$                                       ②  $2(n-1)d$                                       ③  $nd$   
 ④  $(n-1)d$                                       ⑤  $\frac{2d}{n}$                                       ⑥  $\frac{d}{n}$

(3) 薄膜を少しずつ厚くしていったところ、反射光は強め合わなくなったが、 $a$ だけ厚くしたときに再び強め合った。 $a$ はどのように表されるか。次の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。 $a =$  19

- ①  $\lambda$                                       ②  $\frac{\lambda}{2n}$                                       ③  $\frac{\lambda}{n}$   
 ④  $n\lambda$                                       ⑤  $2n\lambda$

IV 電気と磁気に関する次の〔問1〕・〔問2〕に答えなさい。(18点)

〔問1〕 図1のように、十分に長い直線状の導線に上向きの電流を流し、導線と同じ平面内に正方形コイル ABCD を導線と辺 AB が平行になるように固定する。

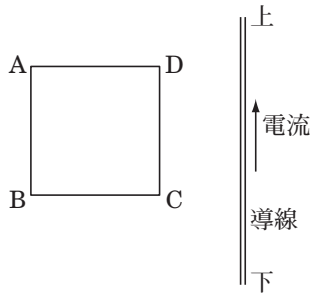


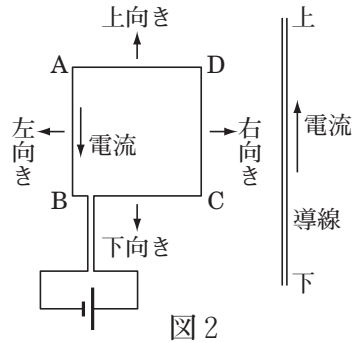
図1

- (1) 導線を上向きに流れる電流を増加、または減少させる。このとき、正方形コイル ABCD に流れる誘導電流の向きはそれぞれどのようになるか。次の①～⑥の中から最も適切な組み合わせを1つ選びマークしなさい。

20

	上向きの電流が増加	上向きの電流が減少
①	A→B→C→D→Aの向き	A→B→C→D→Aの向き
②	A→B→C→D→Aの向き	A→D→C→B→Aの向き
③	A→B→C→D→Aの向き	流れない
④	A→D→C→B→Aの向き	A→B→C→D→Aの向き
⑤	A→D→C→B→Aの向き	A→D→C→B→Aの向き
⑥	A→D→C→B→Aの向き	流れない

(2) 導線に流れる電流を上向きで一定の大きさにして、図2のように正方形コイル ABCD に  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  の向きの一定の電流を流した。導線を流れる電流がつくる磁場から正方形コイル ABCD の辺 AB、辺 CD が受ける力はそれぞれ図中の右向き、左向き、上向き、下向きのいずれの向きか。下の①～⑥の中から最も適切な組み合わせを1つ選びマークしなさい。 21



	辺 AB	辺 CD
①	右向き	右向き
②	右向き	左向き
③	左向き	右向き
④	左向き	左向き
⑤	上向き	下向き
⑥	下向き	上向き

〔問2〕 図3のように、抵抗値が $2R$ 、 $R$ 、 $R$ の抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ と起電力が一定の電池からなる回路がある。

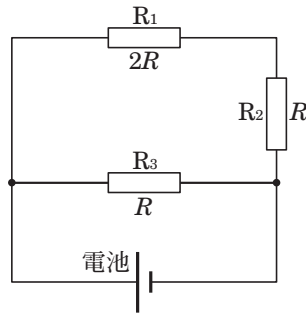


図3

(1) 抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ の合成抵抗はいくらか。次の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。

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

(2) 抵抗 $R_1$ を流れる電流の大きさを $I_1$ 、抵抗 $R_3$ を流れる電流の大きさを $I_3$ とする。 $\frac{I_1}{I_3}$ はいくらか。次の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。

- ①  $\frac{1}{3}$       ②  $\frac{1}{2}$       ③  $\frac{2}{3}$       ④  $1$       ⑤  $3$

(3) 抵抗 $R_3$ を抵抗 $R_4$ に取りかえたところ、抵抗 $R_1$ と抵抗 $R_4$ の消費電力は等しくなった。抵抗 $R_4$ の抵抗値はいくらか。次の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びマークしなさい。

- ①  $\frac{2}{9}R$       ②  $\frac{2}{3}R$       ③  $\frac{3}{2}R$       ④  $4R$       ⑤  $\frac{9}{2}R$