

物理基礎・物理

(全問必答)

第1問 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。ただし、空気抵抗と重力は無視する。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

図1、図2のように、軽くて伸び縮みしない丈夫な糸の一端を支点に固定し、他端に質量 m の物体 A を取り付けた ($m > 0$)。また、質量 m の物体 B をこの糸の途中に取り付けた。糸の全長を L とし、支点から物体 B までの距離を R とする。図1では、物体 A、B が支点を中心として同じ角速度 ω で反時計回りに等速円運動をしている。

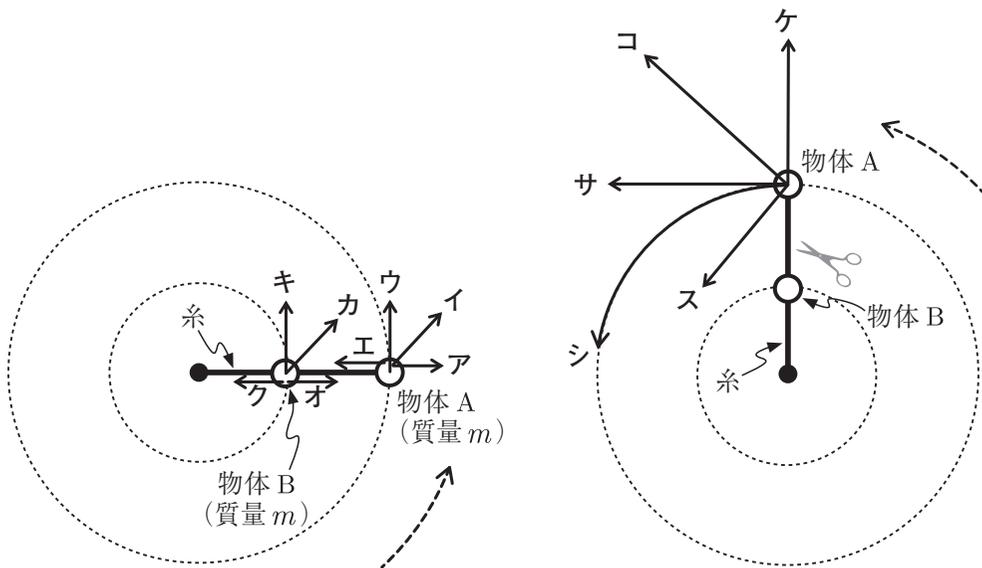


図 1

図 2

問1 図1のとき、物体Aが受けている力(複数の力を受けている場合は、その合力)の向きは図1のア～エのどの矢印か。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ ⑤ その他

問2 問1のとき、物体Aが糸から受けている力(複数の力を受けている場合は、その合力)の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① $R\omega^2$ ② $L\omega^2$ ③ $mR\omega^2$ ④ $mL\omega^2$ ⑤ 0

問3 図1のとき、物体Bが受けている力(複数の力を受けている場合は、その合力)の向きは図1のオ～クのどの矢印か。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① オ ② カ ③ キ ④ ク ⑤ その他

問4 問3のとき、物体Bが糸から受けている力(複数の力を糸から受けている場合は、その合力)の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① $R\omega^2$ ② $2R\omega^2$ ③ $mR\omega^2$ ④ $2mR\omega^2$ ⑤ 0

問5 支点を中心として反時計回りに等速円運動していた物体Aと物体Bの間で糸を切った。糸を切った瞬間の配置は図2のようであった。その後の物体Aの運動の軌跡は図2のケ～スのどの矢印か。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ケ ② コ ③ サ ④ シ ⑤ ス

第2問 次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

A 図1のように、 $R[\Omega]$ の電気抵抗2個と $2R[\Omega]$ の電気抵抗1個、起電力 $E[V]$ の直流電源、スイッチSを接続した。3個の電気抵抗以外の回路の抵抗は、すべて無視できるものとする。

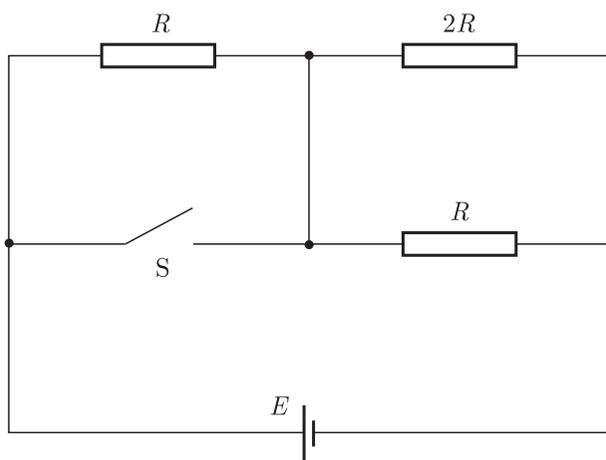


図 1

問1 スイッチ S を開いた状態のとき、 $2R$ [Ω] の電気抵抗を流れる電流の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 1

① $\frac{E}{2R}$

② $\frac{E}{3R}$

③ $\frac{E}{4R}$

④ $\frac{E}{5R}$

問2 問1 のとき、電気抵抗 3 個での消費電力の和はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

① $\frac{3E^2}{5R}$

② $\frac{3E^2}{4R}$

③ $\frac{4E^2}{3R}$

④ $\frac{5E^2}{3R}$

問3 スイッチ S を閉じた状態のとき、直流電源を流れる電流の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

① $\frac{E}{3R}$

② $\frac{E}{2R}$

③ $\frac{3E}{5R}$

④ $\frac{3E}{2R}$

物理基礎・物理

B 図2のように、 $R[\Omega]$ の電気抵抗2個と $2R[\Omega]$ の電気抵抗1個，起電力 $E[V]$ の直流電源，電気容量 $C[F]$ のコンデンサーを接続した。3個の電気抵抗以外の回路の抵抗は，すべて無視できるものとする。

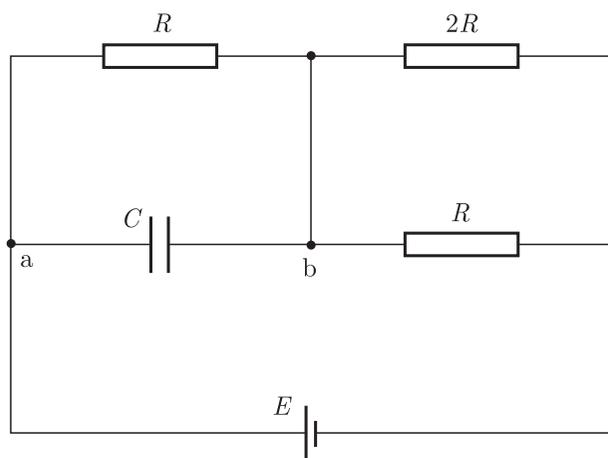


図 2

問4 図2のように接続後、十分に時間をおくと、a b間の電圧 V_{ab} が一定になった。そのときの電圧 V_{ab} はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

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

問5 図2のコンデンサーを電気容量が $2C$ [F] のコンデンサーに置き換えて、同様に接続し、充分時間をおいた。問4のときと比べ、電圧 V_{ab} とコンデンサー中の電気量 Q はどうなるか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

5

- ① 電圧 V_{ab} は変わらず、電気量 Q は変わらない。
② 電圧 V_{ab} は変わらず、電気量 Q は増える。
③ 電圧 V_{ab} は増えて、電気量 Q は変わらない。
④ 電圧 V_{ab} は増えて、電気量 Q は増える。
⑤ 電圧 V_{ab} は減って、電気量 Q は変わらない。
⑥ 電圧 V_{ab} は減って、電気量 Q は増える。

第3問 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

図1のように、2個のスピーカー S_1 、 S_2 から同じ振動数 f の音波が同位相で出ている。観測者は P 点でスピーカーからの音を聞く。 S_1S_2 と OP は平行、 S_1S_2 の中点を M として、 S_1S_2 と OM は垂直、 $S_1S_2 = d$ 、 $OM = L$ 、 $OP = x$ 、音速を V とする。また、 L は d 、 x に比べて十分大きいとする。

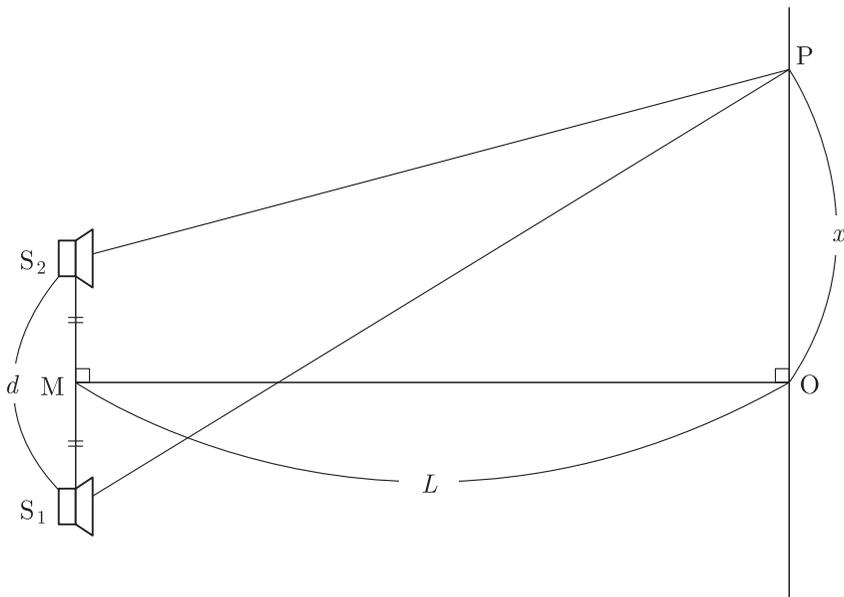


図 1

問1 この音波の波長はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

① fV

② $2fV$

③ $\frac{V}{f}$

④ $\frac{f}{V}$

問2 距離 S_1P はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

2

- ① $\sqrt{L^2 + (x + d)^2}$ ② $\sqrt{L^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2}$
- ③ $\sqrt{L^2 + \left(\frac{x}{2} + d\right)^2}$ ④ $\sqrt{L^2 + \left(\frac{x + d}{2}\right)^2}$

問3 二つの音波の経路の差 $|S_1P - S_2P|$ はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

ただし、 $h \div 0$ のとき $\sqrt{1 + h} \div 1 + \frac{h}{2}$ と近似できる。 3

- ① $\frac{dL}{x}$ ② $\frac{Lx}{d}$ ③ $\frac{2Lx}{d}$ ④ $\frac{dx}{L}$

問4 観測者が O 点から上の方へ移動して行くと、スピーカーから聞こえる音は大きくなったり小さくなったりする。音が大きく聞こえる点から(小さくなって)再び大きく聞こえる点までの距離 Δx はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① $\frac{LV}{df}$ ② $\frac{Lf}{dV}$ ③ $\frac{dV}{Lf}$ ④ $\frac{df}{LV}$

問5 S_1, S_2 から出る音波を逆位相にすると、問4における距離 Δx はいくらになるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① $\frac{LV}{df}$ ② $\frac{Lf}{dV}$ ③ $\frac{dV}{Lf}$ ④ $\frac{df}{LV}$

第4問 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

図1のように気体が入った容器(断面積 = S)を鉛直に立てて、鉛直方向に滑らかに動くピストンでふたをした。また、ピストンの上部には水槽を固定した。ピストン(の上下に動く部分)と水槽を合わせた質量は M である。気体が入っている容器とピストンは完全に断熱的だが、ヒーターにより気体を加熱することができる。重力加速度の大きさを g とし、大気圧を P_0 とする。容器は十分に長く、ピストンが外れたり底やヒーターに接触したりすることはないものとする。

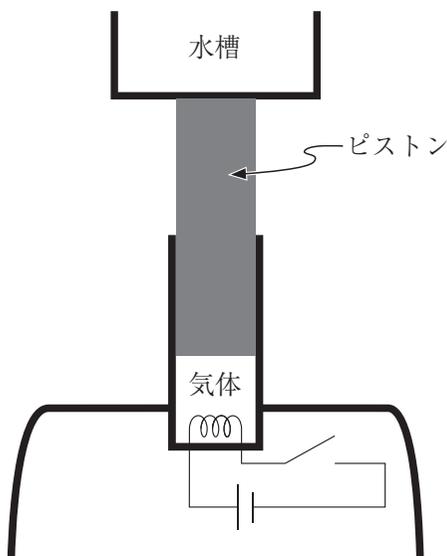


図 1

問1 ヒーターのスイッチを切り、水槽は空の状態でピストンが静止しているとき、容器内部の気体の圧力はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① P_0 ② $\frac{Mg}{S}$ ③ Mg ④ $P_0 + \frac{Mg}{S}$ ⑤ $P_0 + Mg$

