

令和 2 年度

一般入学試験問題

理科 (120分)

出題科目	ページ	選択方法
物理	4～29	
化学	30～51	
生物	52～77	左の3科目のうち2科目を解答してください。 解答時間の配分は自由です。

I 注意事項

- 配布された問題冊子・解答用紙は、試験開始の指示があるまで開かないでください。
- ページの脱落や重複、印刷の不鮮明な箇所があった場合には、直ちに監督者に申し出てください。
- 受験番号および解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入してください。
- この問題冊子の余白等は適宜利用してもかまいません。
- 質問、中途退室など用件のある場合は、手を挙げて申し出てください。
- 退室時は、問題冊子は閉じ、解答用紙は裏返しにしてください。
- 試験に関わるすべての用紙は、持ち帰ることはできません。

II 解答上の注意

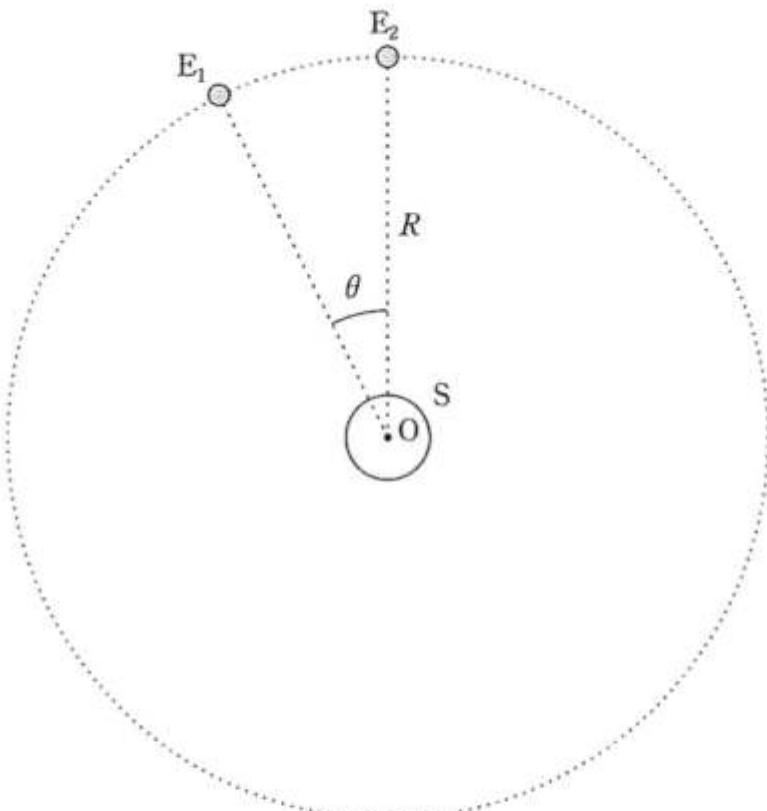
- 「解答上の注意」が、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読みなさい。ただし、問題冊子を開いてはいけません。

物 理

(解答はすべて解答用紙に記入すること)

第1問 次の文章を読んで、下の問い（問1～8）に答えよ。（解答番号 1 ~ 8）

点Oを中心とする球状天体Sのまわりを半径Rの円軌道に沿って周回する2つの探査船 E_1 および E_2 がある。 E_1 、 E_2 の大きさは R と比べて無視できるほど小さい。 E_1 は、 E_2 よりも角度 θ [rad]だけ前方を運動している。Sの質量は M 、 E_1 と E_2 の質量はともに m である。 $M > m$ であるため、 E_1 と E_2 の影響によるSの運動の変化は無視できる。また、 E_1 と E_2 の間の万有引力も無視できる。万有引力定数を G とする。



(下書き用紙)

問1 E_1 が S から受ける万有引力の大きさを表す式として適当なものを、次の

①～⑥のうちから 1つ選べ。 1

① $\frac{1}{2} GmMR$

② $GmMR$

③ $\frac{GmM}{2R}$

④ $\frac{GmM}{R}$

⑤ $\frac{GmM}{2R^2}$

⑥ $\frac{GmM}{R^2}$

問2 E_1 の円運動の周期 T_1 を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちか

ら 1つ選べ。 2

① $\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$

② $2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$

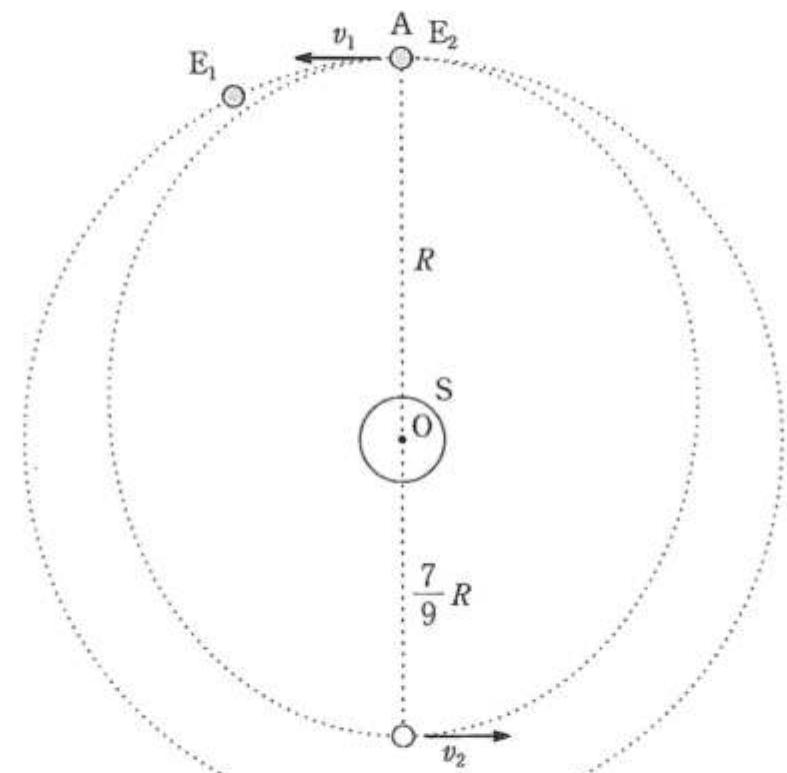
③ $\sqrt{\frac{R^2}{GM}}$

④ $2\pi\sqrt{\frac{R^2}{GM}}$

⑤ $\sqrt{\frac{R}{GM}}$

⑥ $2\pi\sqrt{\frac{R}{GM}}$

E_2 が円軌道上の点 A において瞬間に減速して、O からの距離の最大値が R 、最小値が $\frac{7}{9}R$ の橢円軌道に沿って運動するようになった。 E_2 が減速した直後の速さを v_1 、O に最も近づいたときの速さを v_2 とする。



(下書き用紙)

問3 $\frac{v_1}{v_2}$ の値として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 3

① $\frac{\sqrt{7}}{3}$

② $\frac{3}{\sqrt{7}}$

③ $\frac{7}{9}$

④ $\frac{9}{7}$

⑤ $\frac{49}{81}$

⑥ $\frac{81}{49}$

問4 減速後の E_2 の力学的エネルギー D_2 を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし、万有引力による位置エネルギーの基準を無限遠点とする。 4

① $\frac{1}{2}mv_1^2$

② $\frac{GmM}{R}$

③ $-\frac{GmM}{R}$

④ $\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{GmM}{R}$

⑤ $\frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{GmM}{R}$

問5 v_2 を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。

5

① $\sqrt{\frac{GM}{R}}$

② $\sqrt{\frac{7GM}{8R}}$

③ $\sqrt{\frac{49GM}{48R}}$

④ $\sqrt{\frac{81GM}{56R}}$

⑤ $\sqrt{\frac{81GM}{8R}}$

⑥ $\sqrt{\frac{124GM}{75R}}$

問6 E_2 の減速前の力学的エネルギー D_0 と D_2 の差 $D_2 - D_0$ を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 6

① $\frac{GmM}{4R}$

② $\frac{GmM}{8R}$

③ $\frac{GmM}{16R}$

④ $-\frac{GmM}{4R}$

⑤ $-\frac{GmM}{8R}$

⑥ $-\frac{GmM}{16R}$

問7 楕円軌道に沿って運動する E_2 の周期を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 7

① $\frac{2\sqrt{2}}{3}T_1$

② $\frac{3}{2\sqrt{2}}T_1$

③ $\frac{8}{9}T_1$

④ $\frac{9}{8}T_1$

⑤ $\frac{16\sqrt{2}}{27}T_1$

⑥ $\frac{27}{16\sqrt{2}}T_1$

(下書き用紙)

問8 減速後 E_2 が初めて点Aに戻ったときに E_1 も初めて点Aに戻った。このとき θ の値として適當なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 8

① $\frac{2(27 - 16\sqrt{2})\pi}{27}$

② $\frac{(27 - 16\sqrt{2})\pi}{27}$

③ $\frac{2\pi}{9}$

④ $\frac{\pi}{9}$

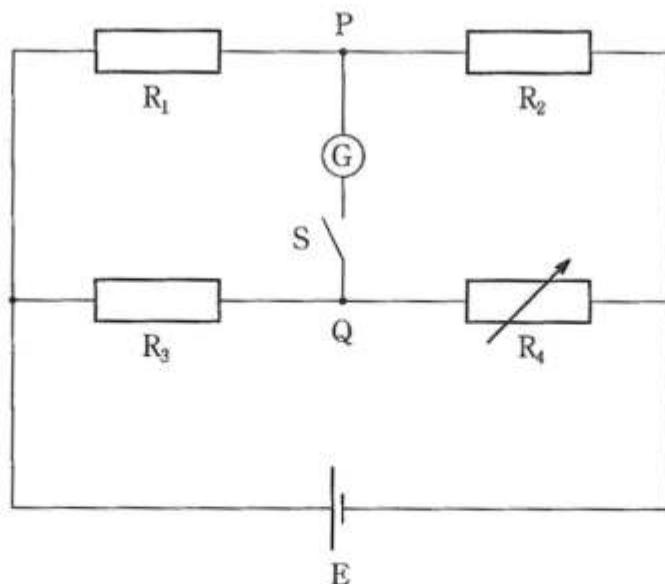
⑤ $\frac{2(3 - 2\sqrt{2})\pi}{3}$

⑥ $\frac{(3 - 2\sqrt{2})\pi}{3}$

(下書き用紙)

第2問 次の文章を読んで、下の問い合わせ（問1～9）に答えよ。（解答番号 **9** ～ **17**）

図のように、4つの抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、検流計 G 、電池 E 、スイッチ S を接続した回路がある。 R_1 、 R_2 、 R_3 の電気抵抗はそれぞれ 10Ω 、 20Ω 、 30Ω である。 R_4 は可変抵抗であり、はじめは 30Ω に設定してある。 E は起電力が $12V$ であり内部抵抗は無視できる。導線やスイッチなどの電気抵抗も無視できる。はじめ、 S は開いている。



問1 4つの抵抗の消費電力の和の値として適当なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。 **9**

- | | | |
|----------|----------|---------|
| ① 0.36 W | ② 3.6 W | ③ 36 W |
| ④ 0.72 W | ⑤ 7.2 W | ⑥ 72 W |
| ⑦ 1.44 W | ⑧ 14.4 W | ⑨ 144 W |

問2 P、Q間の電位差の説明として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 **10**

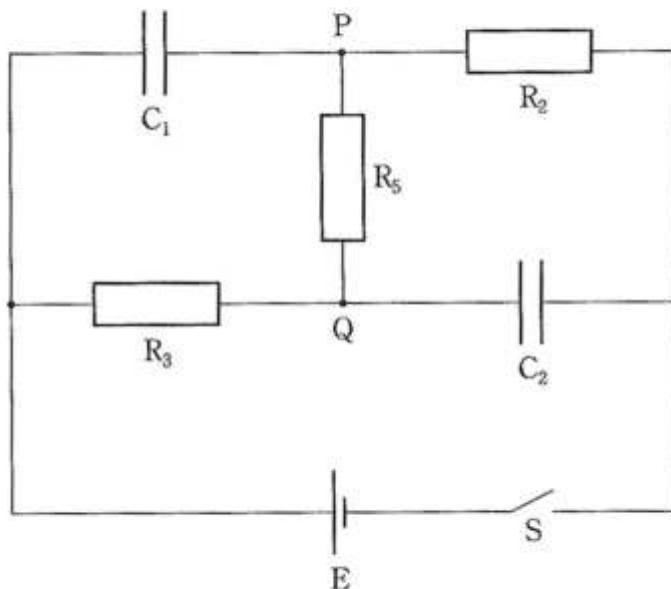
- | | |
|---------------|---------------|
| ① Pの方が1Vだけ高電位 | ② Pの方が2Vだけ高電位 |
| ③ Pの方が3Vだけ高電位 | ④ Qの方が1Vだけ高電位 |
| ⑤ Qの方が2Vだけ高電位 | ⑥ Qの方が3Vだけ高電位 |

(下書き用紙)

問3 R_4 の電気抵抗をある値に変更すると、S を閉じても G に電流が流れなかつた。 R_4 の電気抵抗の値として適当なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。 11

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 10 Ω | ② 20 Ω | ③ 30 Ω |
| ④ 40 Ω | ⑤ 50 Ω | ⑥ 60 Ω |
| ⑦ 70 Ω | ⑧ 80 Ω | ⑨ 90 Ω |

次に、回路を組み替えて下図のように接続した。コンデンサー C_1 と C_2 の電気容量はそれぞれ $10 \mu\text{F}$ と $20 \mu\text{F}$ で、抵抗 R_5 の電気抵抗は 50Ω である。はじめに S は開いていて、コンデンサーはいずれも帶電していない。



問4 S を閉じた直後に R_5 を流れる電流の向きと大きさの説明として適当なものを、次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。 12

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| ① P から Q の向きに 0.12 A | ② P から Q の向きに 0.24 A |
| ③ P から Q の向きに 0.36 A | ④ Q から P の向きに 0.12 A |
| ⑤ Q から P の向きに 0.24 A | ⑥ Q から P の向きに 0.36 A |

(下書き用紙)

問5 Sを閉じた直後にSを流れる電流の大きさとして適當なものを、次の

①～⑥のうちから1つ選べ。 13

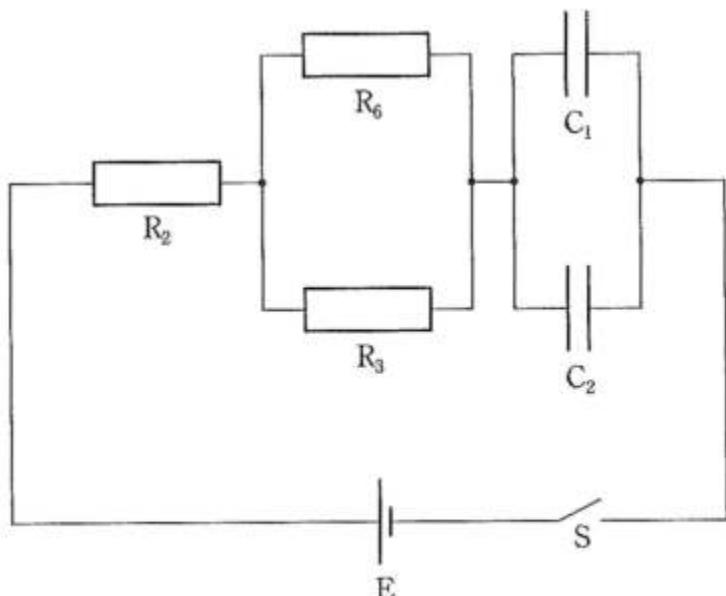
- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① 0.16 A | ② 0.36 A | ③ 0.64 A |
| ④ 0.86 A | ⑤ 1.0 A | ⑥ 1.24 A |

問6 Sを閉じてからじゅうぶんに時間が経過した後に C_1 に蓄えられている電

気量として適當なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。 14

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① $3.6 \times 10^{-6} C$ | ② $3.6 \times 10^{-5} C$ | ③ $3.6 \times 10^{-4} C$ |
| ④ $4.8 \times 10^{-6} C$ | ⑤ $4.8 \times 10^{-5} C$ | ⑥ $4.8 \times 10^{-4} C$ |
| ⑦ $9.6 \times 10^{-6} C$ | ⑧ $9.6 \times 10^{-5} C$ | ⑨ $9.6 \times 10^{-4} C$ |

さらに回路を組み替えて下図のように接続する。抵抗 R_6 の電気抵抗は 60Ω である。はじめSは開いていて、コンデンサーはいずれも帶電していない。



(下書き用紙)

問7 Sを閉じてからじゅうぶんに時間が経過するまでに、Sを通過した電気量

として適当なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。 15

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① $3.6 \times 10^{-6} C$ | ② $3.6 \times 10^{-5} C$ | ③ $3.6 \times 10^{-4} C$ |
| ④ $4.8 \times 10^{-6} C$ | ⑤ $4.8 \times 10^{-5} C$ | ⑥ $4.8 \times 10^{-4} C$ |
| ⑦ $9.6 \times 10^{-6} C$ | ⑧ $9.6 \times 10^{-5} C$ | ⑨ $9.6 \times 10^{-4} C$ |

問8 Sを閉じてからじゅうぶんに時間が経過するまでに、3つの抵抗から発

生したジュール熱の総和として適当なものを、次の①～⑨のうちから1つ選
べ。 16

- | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ① $1.08 \times 10^{-5} J$ | ② $1.08 \times 10^{-4} J$ | ③ $1.08 \times 10^{-3} J$ |
| ④ $2.16 \times 10^{-5} J$ | ⑤ $2.16 \times 10^{-4} J$ | ⑥ $2.16 \times 10^{-3} J$ |
| ⑦ $4.32 \times 10^{-5} J$ | ⑧ $4.32 \times 10^{-4} J$ | ⑨ $4.32 \times 10^{-3} J$ |

問9 Sを閉じてからじゅうぶんに時間が経過するまでに、 R_6 から発生したジ

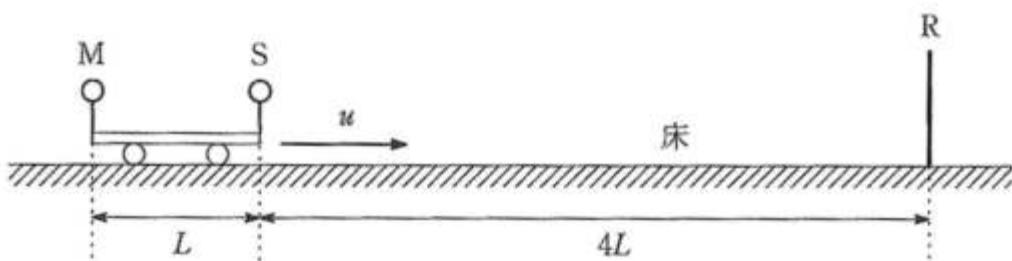
ュール熱として適当なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。 17

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① $1.8 \times 10^{-6} J$ | ② $1.8 \times 10^{-5} J$ | ③ $1.8 \times 10^{-4} J$ |
| ④ $3.6 \times 10^{-6} J$ | ⑤ $3.6 \times 10^{-5} J$ | ⑥ $3.6 \times 10^{-4} J$ |
| ⑦ $7.2 \times 10^{-6} J$ | ⑧ $7.2 \times 10^{-5} J$ | ⑨ $7.2 \times 10^{-4} J$ |

(下書き用紙)

第3問 次の文章を読んで、下の問い（問1～8）に答えよ。（解答番号 18 ～ 25 ）

長さ L の台車の最前部に振動数 f で音波を発する音源 S、最後部にマイクロフォン M が固定されている。台車の前方には反射板 R が固定されて静止している。実験は無風状態の空間で行う。音の速さを V とする。



台車を一定の速さ u ($< V$) で R に近づく向きに移動させながら、時刻 $t = 0$ に S から音を発生させ始めた。 $t = 0$ において、R と S の距離は $4L$ であった。

問1 S から M に直接音が届き始める時刻を表す式として適当なものを、次の

①～⑥のうちから 1 つ選べ。 18

① $\frac{L}{V}$

② $\frac{L}{u}$

③ $\frac{L}{V-u}$

④ $\frac{L}{V+u}$

⑤ $\frac{L}{V-2u}$

⑥ $\frac{L}{V+2u}$

問2 S から M に直接届く音の振動数を表す式として適当なものを、次の①～

⑨のうちから 1 つ選べ。 19

① f

② $\frac{V}{V-u}f$

③ $\frac{V}{V+u}f$

④ $\frac{V-u}{V}f$

⑤ $\frac{V+u}{V}f$

⑥ $\frac{V+u}{V-u}f$

⑦ $\frac{V-u}{V+u}f$

⑧ $\frac{V+2u}{V-2u}f$

⑨ $\frac{V-2u}{V+2u}f$

(下書き用紙)

問3 Rによる反射音がMに届き始める時刻を表す式として適当なものを、次

の①～⑥のうちから1つ選べ。 20

① $\frac{9L}{V}$

② $\frac{9L}{u}$

③ $\frac{9L}{V-u}$

④ $\frac{9L}{V+u}$

⑤ $\frac{9L}{V-2u}$

⑥ $\frac{9L}{V+2u}$

問4 Sから音を発生させ始めてからしばらくすると、Mが受信した音の大きさは一定の周期Tで強弱の変化を繰り返した。Tを表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 21

① $\frac{V}{uf}$

② $\frac{V}{2uf}$

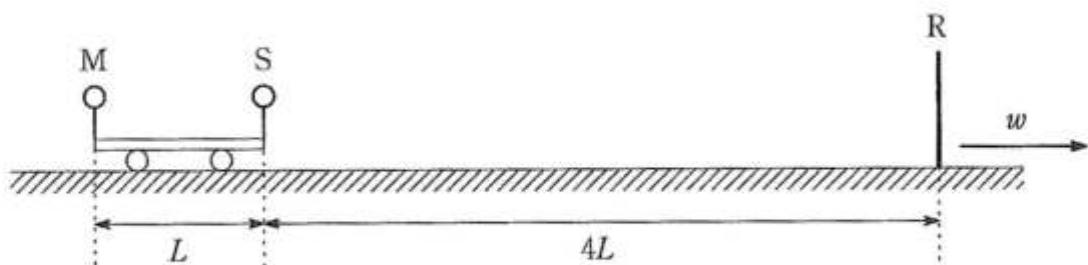
③ $\frac{V+u}{uf}$

④ $\frac{V+u}{2uf}$

⑤ $\frac{V-u}{uf}$

⑥ $\frac{V-u}{2uf}$

次に、台車を静止させ、Rを台車から遠ざける向きに一定の速さw($< V$)で移動させる。時刻t=0にSから音を発生させ始めた。t=0において、RとSの距離は4Lであった。MにはRによる反射音のみが届くとする。



(下書き用紙)

問5 Mに音が届き始める時刻を表す式として適當なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。 22

① $\frac{9L}{V}$

② $\frac{9L}{V-w}$

③ $\frac{9L}{V+w}$

④ $\frac{(9V-w)L}{V^2}$

⑤ $\frac{(9V+w)L}{V^2}$

⑥ $\frac{(9V-w)L}{(V-w)V}$

⑦ $\frac{(9V+w)L}{(V-w)V}$

⑧ $\frac{(9V-w)L}{(V+w)V}$

⑨ $\frac{(9V+w)L}{(V+w)V}$

問6 Mに届く音の振動数を表す式として適當なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。 23

① f

② $\frac{V}{V-w}f$

③ $\frac{V}{V+w}f$

④ $\frac{V-w}{V}f$

⑤ $\frac{V+w}{V}f$

⑥ $\frac{V+w}{V-w}f$

⑦ $\frac{V-w}{V+w}f$

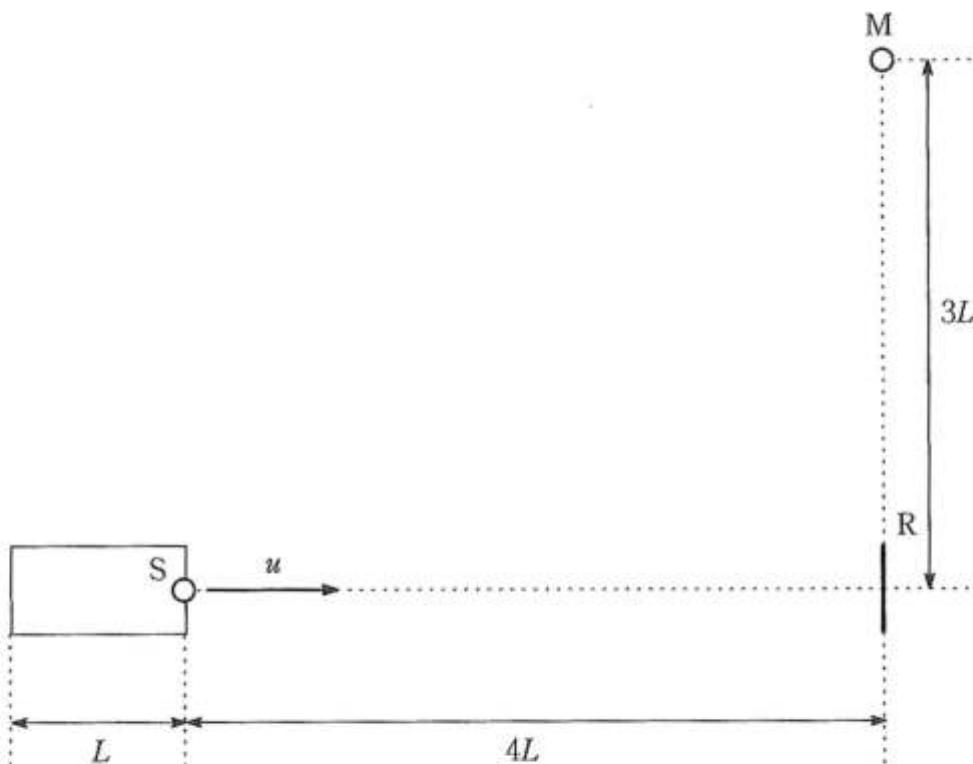
⑧ $\frac{V+2w}{V-2w}f$

⑨ $\frac{V-2w}{V+2w}f$

(下書き用紙)



下図は台車を真上から見た様子で、MをRの真横でSの軌道から距離 $3L$ だけ離れた位置に固定する。Rを元の位置に固定し、Sは台車の最先端に固定されたままである。台車を一定の速さ u ($< V$) でRに近づく向きに移動させながら、時刻 $t = 0$ から台車がRの位置に達するまでの間のみ、Sから音を発生させる。 $t = 0$ において、RとSの距離は $4L$ であった。MにはSからの直接音のみが届くとする。



問7 Mに初めて届いた音の振動数を表す式として適当なものを、次の①~⑨

のうちから1つ選べ。 24

① f

② $\frac{5V - 3u}{5V}f$

③ $\frac{5V + 3u}{5V}f$

④ $\frac{5V}{5V - 3u}f$

⑤ $\frac{5V}{5V + 3u}f$

⑥ $\frac{5V - 4u}{5V}f$

⑦ $\frac{5V + 4u}{5V}f$

⑧ $\frac{5V}{5V - 4u}f$

⑨ $\frac{5V}{5V + 4u}f$

(下書き用紙)

問8 Mに届く音の振動数の時間変化として適当なものを、次の①～⑤のうち

から1つ選べ。 25

- ① 一定
- ② 高くなったり低くなったりの振動を繰り返す
- ③ 単調に減少する
- ④ 単調に増加する
- ⑤ ①～④のいずれでもない

(下書き用紙)