

# 物理基礎・物理

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

問1 図1のようなバネ仕掛けの装置で高さ $H$ の場所から水平にボールを射出したところ、ボールの初速は $v_e$ 、着地するまでに飛んだ水平距離は $L_e$ だった。同じ装置を月へ運び、同じボールで同様の実験(射出前に縮めるバネの長さも射出時の高さ(= $H$ )も同じ)を行うと、ボールの初速 $v_m$ と着地するまでに飛ぶ水平距離 $L_m$ はそれぞれどうなるか。その組合せとして正しいものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。ただし、月では地球と比べて重力が $\frac{1}{6}$ 倍になるものとし、地面の凹凸、摩擦、空気抵抗は無視する。

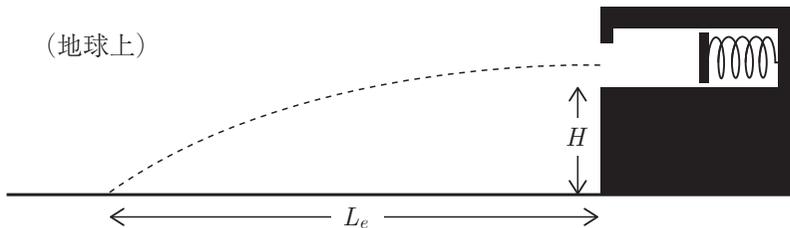


図 1

	$v_m$ (初速)	$L_m$ (水平距離)
①	$v_e$	$L_e$
②	$\sqrt{6} v_e$	$L_e$
③	$6v_e$	$L_e$
④	$v_e$	$\sqrt{6} L_e$
⑤	$\sqrt{6} v_e$	$\sqrt{6} L_e$
⑥	$6v_e$	$\sqrt{6} L_e$
⑦	$v_e$	$6L_e$
⑧	$\sqrt{6} v_e$	$6L_e$
⑨	$6v_e$	$6L_e$

問2 次の a ~ e のうちから光の性質に関する記述として誤っているものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。 2

- a 光は、波としての性質を持ち、干渉や回折という現象を示す。
- b 光のエネルギーは、その波長の逆数に比例する。
- c 光は、粒子としての性質を持ち、この性質は、光電効果により確認できる。
- d 光は電荷をもたない。
- e 光が媒質1から媒質2に入ったとき屈折するのは、二つの媒質中での光の速度が異なるためである。

- ① a      ② b      ③ c      ④ d      ⑤ e      ⑥ なし

問3 図2のように、コイルを検流計につなぎ、コイルの輪の面に対して垂直の方向に棒磁石をすばやく動かす。このとき、検流計の針の振れる方向が一つだけ他と異なる棒磁石の動かし方はどれか。正しいものを、下の①~④のうちから一つ選べ。 3

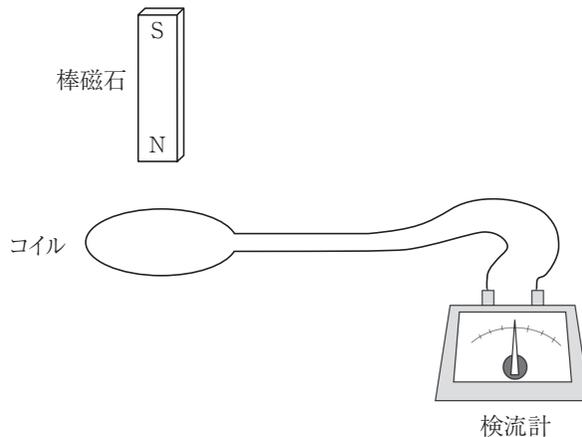


図 2

- ① 磁石のN極をコイルの上側から遠ざける
- ② 磁石のN極をコイルの下側から遠ざける
- ③ 磁石のS極をコイルの上側から遠ざける
- ④ 磁石のS極をコイルの下側から近づける

物理基礎・物理

問4 さまざまな物質に同じ熱量を与えたとしても、物質の熱容量の違いによって温度の変化量は異なる。その関係をグラフで表すと図3の a ~ c のどれになるか。ただし、問題としている温度変化の範囲で、それぞれの物質の熱容量は一定であるとする。また、鉄は水より熱しやすいと言われるが、同じ質量の鉄と水を比較すると熱容量の大きいのはどちらか。それぞれの解答の組合せとして正しいものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。 4

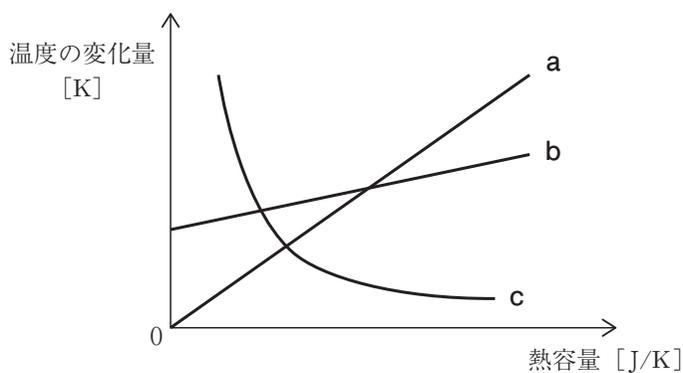


図 3

	グラフ	熱容量の大きい方
①	a	鉄
②	a	水
③	b	鉄
④	b	水
⑤	c	鉄
⑥	c	水

問5 速さ20m/sで水平に飛んできた質量0.15kgのボールをバットで打ち返したところ、図4のようにボールが飛んできた軌道とのなす角が $60^\circ$ の方向へ速さ20m/sで飛んでいった。ボールがバットから受けた力積の大きさはいくらか。正しいものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、 $\sqrt{3}=1.7$ とする。 5

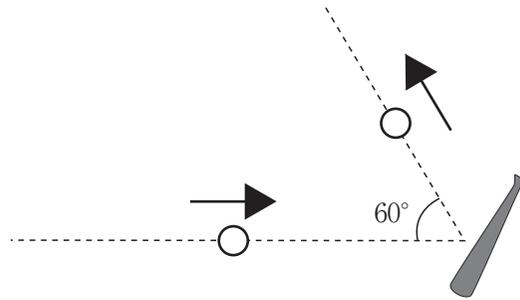


図 4

- ① 0 kg·m/s      ② 3.0 kg·m/s      ③ 3.5 kg·m/s      ④ 5.1 kg·m/s

**第2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、なめらかな水平面上を質量  $m_A$  の物体Aと質量  $m_B$  の物体Bが、それぞれ速度  $v_A$  と  $v_B$  で同じ方向に等速直線運動している。物体Aが物体Bに衝突し、それぞれの速度が  $v'_A$  と  $v'_B$  となった。物体Aと物体Bの衝突における反発係数を1とする。

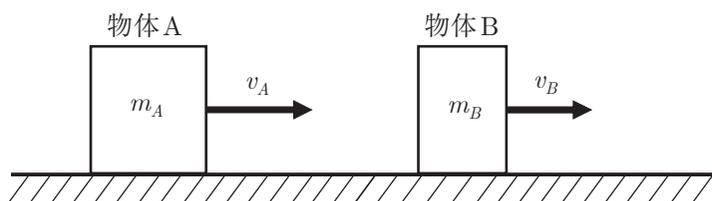


図 1

問1 次の文章中の空欄  ・  に当てはまる語・語句の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

衝突の反発係数が1より、この衝突は  である。また、この衝突では  も成り立つので、衝突後のそれぞれの速度が  $v'_A$  と  $v'_B$  を求めることができる。

	a	b
①	非弾性衝突	質量保存の法則
②	非弾性衝突	運動量保存の法則
③	非弾性衝突	面積速度一定の法則
④	弾性衝突	質量保存の法則
⑤	弾性衝突	運動量保存の法則
⑥	弾性衝突	面積速度一定の法則

問2 衝突後の速度  $v'_A$  と  $v'_B$  の組合せとして正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

	$v'_A$	$v'_B$
①	$\frac{(m_A - m_B)v_A + m_B v_B}{m_A - m_B}$	$\frac{m_A v_A + (m_A - m_B)v_B}{m_A + m_B}$
②	$\frac{m_A v_A + (m_A - m_B)v_B}{m_A + m_B}$	$\frac{(m_A - m_B)v_A + m_B v_B}{m_A - m_B}$
③	$\frac{(m_A - m_B)v_A + 2m_B v_B}{m_A + m_B}$	$\frac{2m_A v_A - (m_A - m_B)v_B}{m_A + m_B}$
④	$\frac{2m_A v_A - (m_A - m_B)v_B}{m_A + m_B}$	$\frac{(m_A - m_B)v_A + 2m_B v_B}{m_A + m_B}$
⑤	$\frac{m_B(v_A + v_B)}{m_A + m_B}$	$\frac{m_A(v_A + v_B)}{m_A + m_B}$

問3  $m_A = m_B$  のとき、衝突後の速度  $v'_A$  と  $v'_B$  の組合せとして正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

	$v'_A$	$v'_B$
①	$\frac{1}{2} v_B$	$\frac{1}{2} v_A$
②	$\frac{1}{2} v_A$	$\frac{1}{2} v_B$
③	$v_B$	$v_A$
④	$v_A$	$v_B$
⑤	$\frac{1}{2}(v_A + v_B)$	$\frac{1}{2}(v_A + v_B)$

物理基礎・物理

問4 次の文章中の空欄 **c** ~ **e** に入るものの組合せとして正しいものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、ここでは速度  $v_A$  と  $v_B$  は同程度の大きさとする。 **4**

$m_A$  に比べて  $m_B$  が十分小さいときは  $\frac{m_B}{m_A} \doteq 0$  となり **c** の速度の大きさは衝突により **d**。逆に、 $m_A$  に比べて  $m_B$  が十分大きいときは  $\frac{m_A}{m_B} \doteq 0$  となり **c** の速度の大きさは衝突により **e**。

	c	d	e
①	A	大きくなる	小さくなる
②	A	小さくなる	大きくなる
③	A	大きくなる	ほとんど変化しない
④	B	大きくなる	小さくなる
⑤	B	小さくなる	大きくなる
⑥	B	大きくなる	ほとんど変化しない

問5 次の文章中の空欄 **f** ・ **g** に当てはまるものの組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **5**

反発係数が0の場合も考えてみる。反発係数が0なら、AとBの衝突は **f** となり、衝突後、AとBは1体となって速度 **g** の等速直線運動を行う。

	<b>f</b>	<b>g</b>
①	非弾性衝突	$\frac{m_A v_A + m_B v_B}{m_A + m_B}$
②	非弾性衝突	$\sqrt{\frac{m_A v_A^2 + m_B v_B^2}{m_A + m_B}}$
③	弾性衝突	$\frac{m_A v_A + m_B v_B}{m_A + m_B}$
④	弾性衝突	$\sqrt{\frac{m_A v_A^2 + m_B v_B^2}{m_A + m_B}}$
⑤	完全非弾性衝突	$\frac{m_A v_A + m_B v_B}{m_A + m_B}$
⑥	完全非弾性衝突	$\sqrt{\frac{m_A v_A^2 + m_B v_B^2}{m_A + m_B}}$

**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)

一定の起電力  $V$  ( $V > 0$ ) の直流電源、互いに等しい四つの抵抗  $R$  ( $R > 0$ )、三つのスイッチ A, B, C を含む図 1 のような回路を考える。ただし、四つの抵抗  $R$  以外の箇所の電気抵抗は無視する。

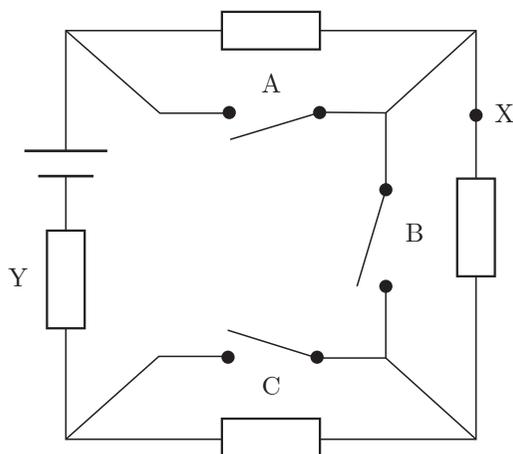


図 1

問1 全てのスイッチが開いているとき、図 1 中に示した点 X を流れる電流はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 0                      ②  $\frac{V}{4R}$                       ③  $\frac{V}{R}$                       ④  $\frac{4V}{R}$

問2 スイッチ A, C は開いたままで、スイッチ B が閉じているとき、図 1 中に示した点 X を流れる電流はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 0                      ②  $\frac{V}{4R}$                       ③  $\frac{V}{R}$                       ④  $\frac{4V}{R}$

問3 図1中のYの抵抗で生じるジュール熱を最小にするには、スイッチA, B, Cをどのようにすればよいか。その組合せとして正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、このとき図1中のYの抵抗で生じる単位時間あたりのジュール熱を $Q_0$ とする。 3

	スイッチA	スイッチB	スイッチC
①	開く	開く	開く
②	閉じる	開く	開く
③	開く	閉じる	開く
④	開く	開く	閉じる
⑤	開く	閉じる	閉じる
⑥	閉じる	開く	閉じる
⑦	閉じる	閉じる	開く
⑧	閉じる	閉じる	閉じる

問4 図1中のYの抵抗で生じるジュール熱を最大にするには、スイッチA, B, Cをどのようにすればよいか。その組合せとして正しいものを、問3の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、このとき図1中のYの抵抗で生じる単位時間あたりのジュール熱を $Q_1$ とする。 4

問5  $\frac{Q_1}{Q_0}$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

① 1

② 2

③ 4

④ 16

⑤ 32

**第4問** 次の文章(A～C)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、一定の速さ $v$ で遠ざかる音源から振動数 $f$ の音波が放出されているときに、点Oに静止している受信器で観測する音について考える。

音源が点Aに来た瞬間に出された音の波面は一定の音速 $V$ で進み、時間 $t$ で点Oに達する。その時間 $t$ の間に音源は点Aから点Bまで進む。また時間 $t$ の間に音源の音波発生部は $ft$ 回振動して $ft$ 個の波(1波長分を1個の波とかぞえている)を放出する。したがって、点O、Bの間に $ft$ 個の波が存在することになるので、音源から点Oに向かう音波の波長は  と表される。これは音源が静止している場合の波長に比べて 。このような波長の音波が速さ $V$ で点Oに届くので、点Oで受信すると振動数  の音として観測される。

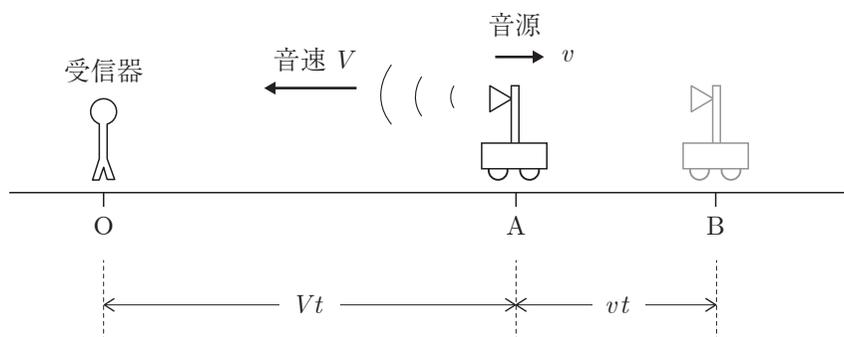


図 1

問1 前ページの文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入る文字式・語の組合せとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **1**

	ア	イ
①	$f(V+v)$	長 い
②	$f(V+v)$	短 い
③	$\frac{V+v}{f}$	長 い
④	$\frac{V+v}{f}$	短 い
⑤	$\frac{f}{V+v}$	長 い
⑥	$\frac{f}{V+v}$	短 い

問2 前ページ文章中の空欄 **ウ** に入る文字式として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **2**

①  $\frac{V+v}{V}f$       ②  $\frac{V}{V+v}f$       ③  $\frac{V-v}{V}f$       ④  $\frac{V}{V-v}f$

物理基礎・物理

B 図2のように、点Oに静止した音源から振動数  $f$  の音波が放出されているときに、一定の速さ  $v$  で音源から遠ざかる受信器で観測する音について考える。

受信器が点Aに来た瞬間に同時に点Aに到達した音の波面はそのまま一定の音速  $V$  で時間  $t$  の間に点Cまで進む。このとき点A、Cの間に存在する音波は、時間  $t$  の間に点Aを通過したものである。点A、Cの間には  $f t$  個の波が存在する。同じ時間  $t$  の間に受信器は点Aから点Bまで進む。点A、C間に存在する音波のうち点B、C間に存在するものだけが受信器を時間  $t$  の間に通過したものである。したがって、単位時間の間に **工** 個の波が受信器で観測されることになる。

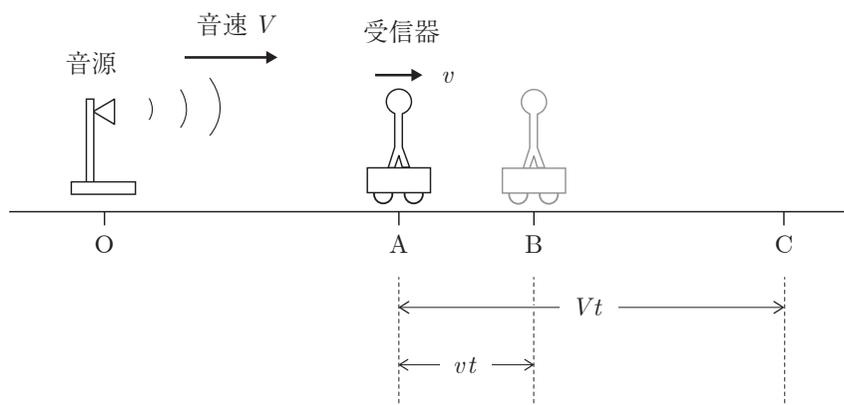


図 2

問3 上の文章中の空欄 **工** に入る文字式として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **3**

- ①  $\frac{V+v}{V} f$       ②  $\frac{V}{V+v} f$       ③  $\frac{V-v}{V} f$       ④  $\frac{V}{V-v} f$

C 図3のように、点Oに静止した音源から振動数  $f$  の音波を放出し、一定の速さ  $v$  で音源から遠ざかる物体に当て、物体からはね返ってくる音波を点Oの受信器で観測する。音速  $V$  は一定とする。物体からはね返ってくる音については、物体で観測される音の振動数と同じ振動数で物体から音波が発せられると考えればよい。前ページの文章A, Bで導いたことを利用すると、点Oの受信器で観測される音の振動数  $f'$  は  と表される。

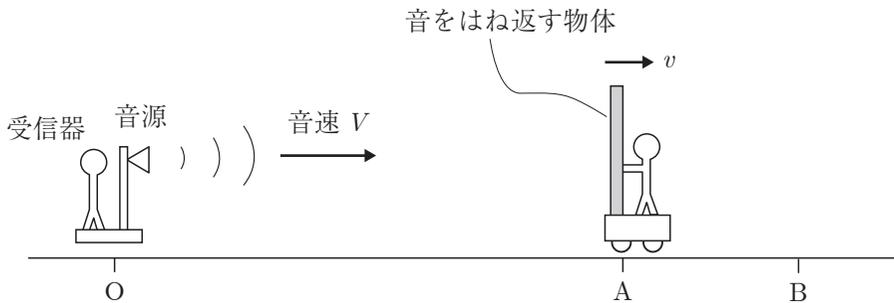


図 3

問4 上の文章中の空欄  に入る文字式として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{V-v}{V+v} f$       ②  $\frac{V+v}{V-v} f$       ③  $\frac{V^2}{V^2-v^2} f$       ④  $\frac{V^2-v^2}{V^2} f$

問5 点Oの音源から出る音波の振動数  $f$  が  $5 \times 10^6 \text{ Hz}$  , 音速  $V$  が  $1500 \text{ m/s}$  , 物体が音源から遠ざかる速さ  $v$  が  $3 \text{ cm/s}$  のとき、点Oの受信器で観測される音の振動数  $f'$  と元の振動数  $f$  の差  $|f' - f|$  はだいたいどのくらいになるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ①  $2 \times 10^2 \text{ Hz}$       ②  $2 \times 10^3 \text{ Hz}$       ③  $2 \times 10^4 \text{ Hz}$       ④  $2 \times 10^5 \text{ Hz}$