

# 平成 29 年 度 一 般 採 用 試 験 ( 前 期 日 程 )

## 理 科 ( 物 理 ) 試 験 問 題

### ( 理 工 学 専 攻 )

**( 注 意 )**

1. 試験時間中は、すべて試験係官の指示に従うこと。
2. 理科 (物理) 試験問題の余白は計算に利用してもよい。

**( マークセンス注意 )**

1. 理科 (物理・マークセンス) 解答用紙の注意事項を確認のうえ、例にならって氏名及び受験番号を理科 (物理・マークセンス) 解答用紙に必ず記入及びマークすること。

例 【氏名】 防大 渚 【受験番号】 神奈川県 W1234 の場合

※氏名及び受験番号の記入について

	氏	名
フリガナ	ボウダイ	ナギサ
漢字	防大	渚

	志願地本名	専攻区分	番 号
受験番号	神奈川県	理	W1234

※受験番号等のマークについて (女子受験者は、番号のWはマークしない。)

志願地本名	札幌: (01)	福島: (10)	専攻区分	番 号				
	函館: (02)	茨城: (11)		理工 <input checked="" type="radio"/>	0	0	0	0
	旭川: (03)	栃木: (12)			1	1	1	1
	帯広: (04)	群馬: (13)			2	<input checked="" type="radio"/>	2	2
	青森: (05)	埼玉: (14)			3	3	<input checked="" type="radio"/>	3
	岩手: (06)	千葉: (15)			4	4	4	<input checked="" type="radio"/>
	宮城: (07)	東京: (16)			5	5	5	5
	秋田: (08)	神奈川: <input checked="" type="radio"/>			6	6	6	6
	山形: (09)	新潟: (18)			7	7	7	7
					8	8	8	8
		9	9		9	9		
		性別						
		男 (1)						
		女 <input checked="" type="radio"/>						

2. 問題中にマークセンス解答問題と表記のある設問の解答は、すべて理科 (物理・マークセンス) 解答用紙に解答すること。
3. 解答方法は、設問ごとの指示に従い、理科 (物理・マークセンス) 解答用紙の解答欄にマークすること。

例えば、1 の (2)ア と表示のある問題に対して 1 と解答する場合は、次の例のように 1 の (2)アの解答欄の 1 にマークすること。

例	解 答 欄									
	<input type="checkbox"/> 1	(2)ア	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8

4. 理科 (物理・マークセンス) 解答用紙の余白には何も書き込まないこと。

**( 記述式注意 )**

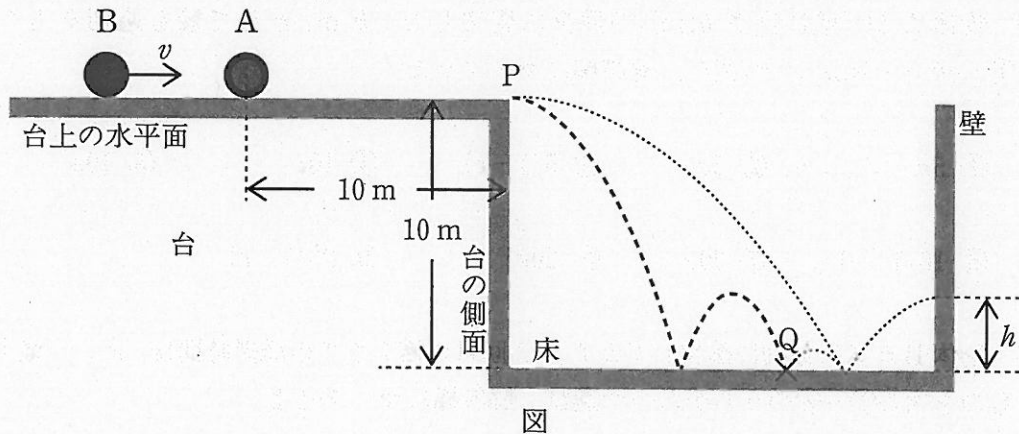
1. 問題中に記述式解答問題と表記のある設問の解答は、すべて理科 (物理・記述式) 解答用紙に記入すること。
2. 解答はすべて別紙解答用紙の定められた欄または枠内に記入すること。  
正しく記入していない場合には採点されないので注意すること。
3. 理科 (物理・記述式) 解答用紙の余白は計算に利用してもよい。

1

(1)は記述式解答問題, (2)~(7)はマークセンス解答問題である。

図のように高さ 10 m の台上の水平面で, 質量 1 kg の物体 A を台の右端の点 P から距離 10 m の位置に置き, 左側から速さ  $v$  (m/s) で, 質量が異なる物体 B を物体 A と正面衝突させる。衝突後, 物体 B の速さは  $av$  (m/s) ( $0 < a < 1$ ) になり, 物体 A の速さは  $v$  (m/s) になった。物体 A と B は, 点 P から水平に投げ出された。物体 A は, 図の点線のように, 一度だけ水平な床からはね上がり, 床に垂直な壁に衝突してはね返った。その後, 床と衝突し, 再びはね上がった後に, 図の破線のように運動してきた物体 B と床上の点 Q で衝突した。このとき, 物体 A の床との衝突は 3 回目で, 物体 B の床との衝突は 2 回目であった。以下の問いに答えよ。

ただし, 物体 A と B は壁に垂直な鉛直面内で運動するものとする。すべての面は, なめらかであるとする。物体と床との衝突は, 非弾性衝突とし, 反発係数を  $e$  ( $0 < e < 1$ ) とする。物体と壁の衝突は, 弾性衝突とする。物体の大きさ, 摩擦や空気抵抗は無視できるものとする。重力加速度の大きさは,  $g$  (m/s<sup>2</sup>) とする。



- (1) 物体 B の質量を記号  $a$  を用いて求め, 解答欄に記入せよ。

(2) 物体 A が物体 B と衝突してから床と最初に衝突するまでの経過時間[s] と、物体 A が床と最初に衝突する速さ[m/s] として、最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び、時間は解答欄 (2)ア に、速さは解答欄 (2)イ にマークせよ。

(時間)

- ①  $\sqrt{\frac{5}{g}}$       ②  $\sqrt{\frac{10}{g}}$       ③  $\sqrt{\frac{20}{g}}$       ④  $\sqrt{\frac{30}{g}}$   
 ⑤  $\frac{10}{v} + \sqrt{\frac{5}{g}}$       ⑥  $\frac{10}{v} + \sqrt{\frac{10}{g}}$       ⑦  $\frac{10}{v} + \sqrt{\frac{20}{g}}$       ⑧  $\frac{10}{v} + \sqrt{\frac{30}{g}}$

(速さ)

- ①  $\sqrt{5g+v^2}$       ②  $\sqrt{10g+v^2}$       ③  $\sqrt{20g+v^2}$       ④  $\sqrt{30g+v^2}$   
 ⑤  $\sqrt{5g}$       ⑥  $\sqrt{10g}$       ⑦  $\sqrt{20g}$       ⑧  $\sqrt{30g}$

(3) 物体 A が、壁に高さ  $h$ [m] で垂直に衝突した。 $h$ [m] として最も適切なものを次の①～⑨のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。

- ①  $5e$       ②  $5e^2$       ③  $5(1-e)$       ④  $10e$       ⑤  $10e^2$   
 ⑥  $10(1-e)$       ⑦  $20e$       ⑧  $20e^2$       ⑨  $20(1-e)$

(4) 物体 B が床に最初に衝突してから、2 回目の衝突までの経過時間[s] として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。

- ①  $2e\sqrt{\frac{5}{g}}$       ②  $2e\sqrt{\frac{10}{g}}$       ③  $2e\sqrt{\frac{20}{g}}$       ④  $2e\sqrt{\frac{30}{g}}$   
 ⑤  $2e^2\sqrt{\frac{5}{g}}$       ⑥  $2e^2\sqrt{\frac{10}{g}}$       ⑦  $2e^2\sqrt{\frac{20}{g}}$       ⑧  $2e^2\sqrt{\frac{30}{g}}$

- (5) 物体 A と物体 B の最初の衝突から 2 回目の衝突までの経過時間を求めることにより、物体 B の初速度  $v$  を  $a, e, g$  で表すことができる。物体 B の初速度  $v$  (m/s) として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。

$$\begin{array}{llll} \text{①} \frac{\sqrt{5g}}{2e^2} \frac{1+a}{a} & \text{②} \frac{\sqrt{10g}}{2e^2} \frac{1+a}{a} & \text{③} \frac{\sqrt{5g}}{e^2} \frac{1+a}{a} & \text{④} \frac{\sqrt{10g}}{e^2} \frac{1+a}{a} \\ \text{⑤} \frac{\sqrt{5g}}{2e^2} \frac{1-a}{a} & \text{⑥} \frac{\sqrt{10g}}{2e^2} \frac{1-a}{a} & \text{⑦} \frac{\sqrt{5g}}{e^2} \frac{1-a}{a} & \text{⑧} \frac{\sqrt{10g}}{e^2} \frac{1-a}{a} \end{array}$$

- (6) 次に、台の側面から点 Q までの距離を求めることにより、反発係数  $e$  と  $a$  との関係式を導くことができる。反発係数  $e$  として最も適切なものを次の①～⑨のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。

$$\begin{array}{lll} \text{①} \frac{-a + \sqrt{a^2 + 2(a-1)}}{2} & \text{②} \frac{-a + \sqrt{a^2 - 2(a-1)}}{2} & \text{③} \frac{a + \sqrt{a^2 - 2(a-1)}}{2} \\ \text{④} \frac{-a + \sqrt{a^2 + 4(a-1)}}{2} & \text{⑤} \frac{-a + \sqrt{a^2 - 4(a-1)}}{2} & \text{⑥} \frac{a + \sqrt{a^2 - 4(a-1)}}{2} \\ \text{⑦} \frac{-a + \sqrt{a^2 + 8(a-1)}}{2} & \text{⑧} \frac{-a + \sqrt{a^2 - 8(a-1)}}{2} & \text{⑨} \frac{a + \sqrt{a^2 - 8(a-1)}}{2} \end{array}$$

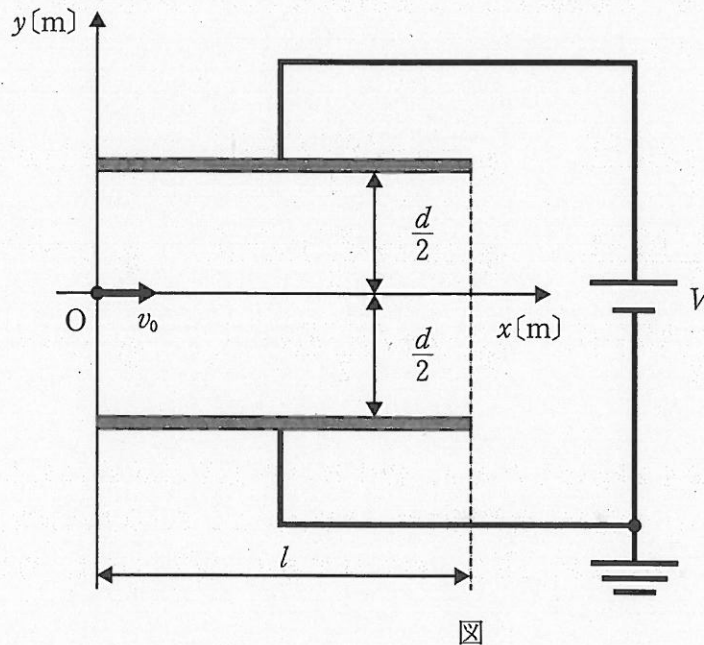
- (7) 物体 B の質量を 2 kg としたとき、物体 B の初速度  $v$  (m/s) に最も近いものを次の①～⑧のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。ここで、重力加速度の大きさ  $g$  (m/s<sup>2</sup>) を、9.8 m/s<sup>2</sup> とする。なお、 $\sqrt{5}$  は、約 2.24 であり、 $(\sqrt{5}+1)^2$  は、約 10.5 である。

$$\begin{array}{llll} \text{①} 5 \text{ m/s} & \text{②} 10 \text{ m/s} & \text{③} 15 \text{ m/s} & \text{④} 20 \text{ m/s} \\ \text{⑤} 25 \text{ m/s} & \text{⑥} 30 \text{ m/s} & \text{⑦} 35 \text{ m/s} & \text{⑧} 40 \text{ m/s} \end{array}$$

2

(1)は記述式解答問題、(2)~(6)はマークセンス解答問題である。

長さが  $l$  [m] で間隔が  $d$  [m] の2枚の平行な極板がある。極板間には電圧  $V$  [V] ( $V > 0$ ) がかけられている。図のように極板と平行に  $x$  軸、極板と垂直に  $y$  軸をとり、原点  $O$  ( $x = y = 0$ ) を極板間の左端上にとる。質量  $m$  [kg]、電気量  $-e$  [C] ( $e > 0$ ) の荷電粒子を原点  $O$  から  $x$  軸の正の方向に速さ  $v_0$  [m/s] で入射させる。以下の問いに答えよ。ただし、極板間の電界は一様であり、荷電粒子は  $x$ - $y$  平面上を運動するものとし、重力の影響は無視できるものとする。



図

(1) 原点  $O$  で荷電粒子が電界から受ける力の大きさ  $F$  [N] と向きを解答欄に記入せよ。ただし、 $F$  は、 $l$ ,  $d$ ,  $V$ ,  $m$ ,  $e$ ,  $v_0$  のうちから必要な記号を用いて解答欄に記入し、力の向きは最も適切なものを次の㉔~㉞のうちから一つ選び、解答欄に記号で答えよ。

㉔  $x$  軸の正の向き    ㉕  $x$  軸の負の向き    ㉖  $y$  軸の正の向き    ㉗  $y$  軸の負の向き

㉘ 紙面に垂直で表から裏に向かう向き    ㉙ 紙面に垂直で裏から表に向かう向き

- (2) 原点 O から入射した荷電粒子は点 A で極板間を通り抜けた。点 A の座標を  $(l, y_A)$  としたとき、 $y_A$  [m] として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。

$$\begin{array}{llll} \text{① } \frac{eVl}{mdv_0} & \text{② } -\frac{eVl}{mdv_0} & \text{③ } \frac{eVl^2}{2mdv_0^2} & \text{④ } -\frac{eVl^2}{2mdv_0^2} \\ \text{⑤ } \frac{eVl^2}{mdv_0^2} & \text{⑥ } -\frac{eVl^2}{mdv_0^2} & \text{⑦ } \frac{eVd^2}{mlv_0^2} & \text{⑧ } -\frac{eVd^2}{mlv_0^2} \end{array}$$

- (3) 電気力による位置エネルギーの基準位置を原点 O としたとき、(2)の点 A において荷電粒子がもつ電気力による位置エネルギー  $U$  [J] として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。

$$\begin{array}{llll} \text{① } \frac{eV^2l^2}{2md^2v_0^2} & \text{② } -\frac{eV^2l^2}{2md^2v_0^2} & \text{③ } \frac{e^2V^2l^2}{2md^2v_0^2} & \text{④ } -\frac{e^2V^2l^2}{2md^2v_0^2} \\ \text{⑤ } \frac{eV^2l^2}{2md^2v_0^2} - \frac{V}{2} & \text{⑥ } -\frac{eV^2l^2}{2md^2v_0^2} + \frac{V}{2} & \text{⑦ } \frac{e}{2} \left( \frac{eV^2l^2}{md^2v_0^2} - V \right) & \text{⑧ } -\frac{e}{2} \left( \frac{eV^2l^2}{md^2v_0^2} - V \right) \end{array}$$

- (4) 極板間にかかる電圧を大きくすると、原点 O から入射した荷電粒子は極板に衝突した。入射した荷電粒子が極板に衝突する最小の電圧  $V_{\min}$  [V] として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。

$$\begin{array}{llll} \text{① } \frac{l}{d} \sqrt{\frac{ev_0}{m}} & \text{② } \frac{v_0}{l} \sqrt{\frac{2md}{e}} & \text{③ } \frac{2mdv_0^2}{el^2} & \text{④ } \frac{md^2v_0^2}{el^2} \\ \text{⑤ } \frac{v_0}{l} \sqrt{\frac{2ed}{m}} & \text{⑥ } \frac{2md^2v_0^2}{el^2} & \text{⑦ } \frac{md^2v_0}{2el} & \text{⑧ } \frac{mv_0^2}{2e} \end{array}$$

(5) 極板間にかかる電圧を(4)で求めた  $V_{\min}$  [V] に設定する。原点 O から入射して極板に衝突する直前までの荷電粒子の運動エネルギーの変化量  $\Delta K$  [J] として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。

- ①  $\frac{mv_0^2}{2} \left( \frac{l^2}{d^2} - 1 \right)$     ②  $\frac{mdv_0^2}{l^2}$     ③  $\frac{md^2v_0}{4l}$     ④  $\frac{mv_0^2}{2e}$
- ⑤  $\frac{md^2v_0^2}{l^2}$     ⑥  $\frac{el}{2d} \sqrt{\frac{ev_0}{m}}$     ⑦  $\frac{md^2v_0^2}{2l^2}$     ⑧  $\frac{mv_0^2}{2} \left( \frac{d^2}{l^2} - 1 \right)$

(6) 極板間にかかる電圧を  $V_1$  [V] ( $V_1 > 0$ ) に設定する。ここで、極板間に磁束密度  $B$  [T] の一様な磁界をかけたところ、原点 O から速さ  $v_0$  [m/s] で入射した荷電粒子は  $x$  軸に沿って直線運動した。このときの磁束密度  $B$  [T] の大きさと磁界の向きを答えよ。ただし、磁束密度の大きさは、磁束密度の大きさの選択肢 ①～⑧のうちから最も適切なものを一つ選び、解答欄 (6)ア にマークせよ。また、磁界の向きは、磁界の向きを選択肢 ①～⑥のうちから最も適切なものを一つ選び、解答欄 (6)イ にマークせよ。

磁束密度の大きさの選択肢

- ①  $\frac{eV_1l}{v_0}$     ②  $\frac{V_1}{dv_0}$     ③  $\frac{eV_1l}{dv_0}$     ④  $\frac{V_1l}{dv_0}$
- ⑤  $\frac{eV_1}{ld}$     ⑥  $\frac{V_1l}{v_0}$     ⑦  $\frac{V_1}{v_0}$     ⑧  $\frac{eV_1}{l}$

磁界の向きを選択肢

- ①  $x$  軸の正の向き    ②  $x$  軸の負の向き    ③  $y$  軸の正の向き    ④  $y$  軸の負の向き
- ⑤ 紙面に垂直で表から裏に向かう向き    ⑥ 紙面に垂直で裏から表に向かう向き

**3**

問1, 問2, 問3(1)~(5)はマークセンス解答問題, 問3(6)は記述式解答問題である。

問1 光と音に関する現象について記述した次の文章①~⑥のうち, 最も適切なものを一つ選び, 解答欄にマークせよ。

- ① 音および光は, いずれも横波である。
- ② 風がない状態で, 静止した観測者に近づいてくる救急車のサイレンの音は, 止まっている救急車が発している音より高く聞こえる。
- ③ 水中に沈んだ物体を上から見ると, 実際の位置よりも深い位置に沈んでいるように見える。
- ④ 遠方の雷を観測していると, まず雷鳴が聞こえた後, しばらくして雷光(稲妻)が見える。
- ⑤ 昼間に空が青く見えるのは, 太陽光のうち赤い光が青い光よりも空気中の分子によって多く散乱され, 地上に届きにくくなっているためである。
- ⑥ 光も音も真空中を伝わるができる。

問2 媒質中を伝わる正弦波が次の式で表されているとして, 以下の問いに答えよ。

$$y = A \sin \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{x}{v} \right)$$

ただし,  $y$ [m] は位置  $x$ [m] での時刻  $t$ [s] における媒質の変位であり,  $A$ [m],  $T$ [s] および  $v$ [m/s] は, それぞれ正弦波の振幅, 正弦波の周期および正弦波の進む速さである。

(1) この正弦波の振動数  $f$  およびこの正弦波の波長  $\lambda$  の単位の組み合わせとして最も適切なものを次の①~⑥のうちから一つ選び, 解答欄にマークせよ。

- ①  $f$ [s],  $\lambda$ [m/s]
- ②  $f$ [s],  $\lambda$ [Hz]
- ③  $f$ [Hz],  $\lambda$ [m]
- ④  $f$ [Hz],  $\lambda$ [m/s]
- ⑤  $f$ [s],  $\lambda$ [m]
- ⑥  $f$ [m],  $\lambda$ [Hz]

(2) この正弦波の進む速さ  $v$ [m/s] を表す式として最も適切なものを次の①~⑥のうちから一つ選び, 解答欄にマークせよ。

- ①  $v = T/f$
- ②  $v = \lambda T$
- ③  $v = Tf$
- ④  $v = \lambda/f$
- ⑤  $v = f\lambda$
- ⑥  $v = f/\lambda$



問3 以下の文章 A, B を読んで問いに答えよ。ただし、物体およびレンズによってできる物体の像は、いずれも光軸の十分近くにあるとし、レンズの厚さは無視する。また、レンズに対して物体が置かれている側（紙面左側）を「前方」、その反対側（紙面右側）を「後方」と定義する。

A 1枚のレンズによってできる像について考える。

焦点距離 150 mm の薄い凸レンズ  $L_1$  を物体 PQ から 90 mm 離して置いた (図1)。

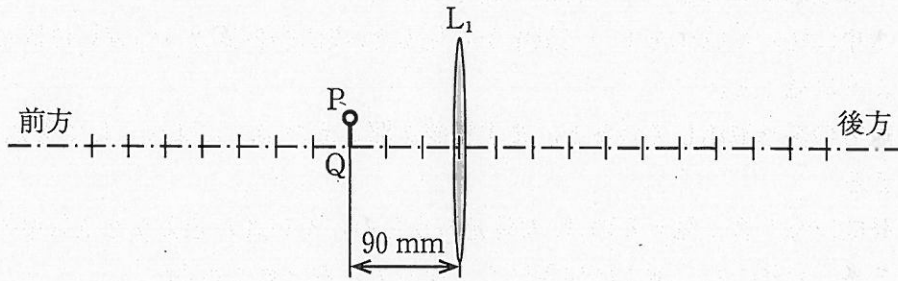


図1

(1) このとき、レンズ  $L_1$  によってどのような像ができるか。最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。

- ① 物体 PQ の向きと同じ向きの実像が、レンズ  $L_1$  の前方にできる。
- ② 物体 PQ の向きと同じ向きの実像が、レンズ  $L_1$  の後方にできる。
- ③ 物体 PQ の向きとは逆向きの実像が、レンズ  $L_1$  の前方にできる。
- ④ 物体 PQ の向きとは逆向きの実像が、レンズ  $L_1$  の後方にできる。
- ⑤ 物体 PQ の向きと同じ向き of 虚像が、レンズ  $L_1$  の前方にできる。
- ⑥ 物体 PQ の向きと同じ向き of 虚像が、レンズ  $L_1$  の後方にできる。
- ⑦ 物体 PQ の向きとは逆向き of 虚像が、レンズ  $L_1$  の前方にできる。
- ⑧ 物体 PQ の向きとは逆向き of 虚像が、レンズ  $L_1$  の後方にできる。

(2) このとき、像とレンズ  $L_1$  の間の距離はいくらか。最も適切なものを次の①～⑨のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。

- ① 250 mm      ② 225 mm      ③ 200 mm      ④ 175 mm      ⑤ 150 mm
- ⑥ 125 mm      ⑦ 100 mm      ⑧ 75 mm      ⑨ 50 mm

(3) このとき、像の大きさは物体 PQ の大きさの何倍になるか。最も適切なものを次の①～⑨のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。

- ① 5.0倍      ② 4.0倍      ③ 3.3倍      ④ 3.0倍      ⑤ 2.5倍
- ⑥ 2.0倍      ⑦ 1.7倍      ⑧ 1.5倍      ⑨ 1.3倍

B 2枚のレンズによってできる像について考える。

物体 PQ とレンズ  $L_1$  の間の距離を変更して  $a$ (mm) とし、レンズ  $L_1$  の後方から前方を眺めると、レンズ  $L_1$  の前方  $b$ (mm) の位置に物体があるように見えた。この見かけ上の物体を  $P_1Q_1$  と呼ぶことにする。この状態で、レンズ  $L_1$  と同じ焦点距離 (150 mm) を持つ薄い凸レンズ  $L_2$  を、レンズ  $L_1$  の 100 mm 後方に、2枚のレンズの光軸が一致するように置いた (図2)。このとき、レンズ  $L_2$  の 600 mm 後方に置かれたスクリーン S 上に明瞭な像  $P_2Q_2$  が映った。

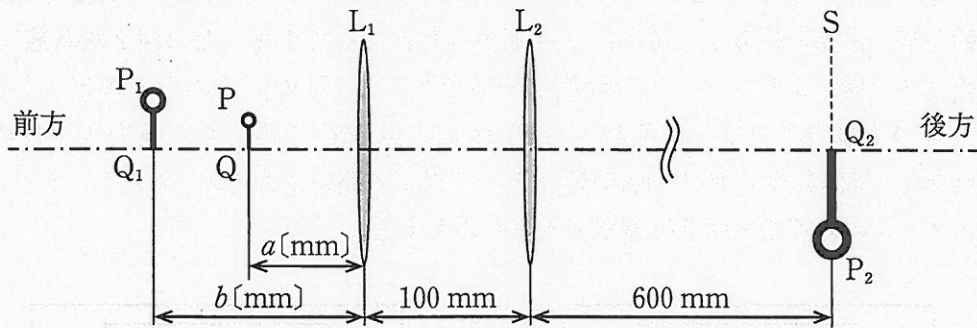


図2

(4) 物体 PQ から発せられた光は、レンズ  $L_1$  を通過してレンズ  $L_2$  に到達するまでの間、 $P_1Q_1$  から発せられた光のように進む。したがって、像  $P_2Q_2$  は、 $P_1Q_1$  から発せられた光がレンズ  $L_2$  のみを通り抜ける像と見なすことができる。

$P_1Q_1$  とレンズ  $L_1$  の間の距離  $b$ (mm) はいくらか。最も適切なものを次の①～⑨のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。

- ① 250 mm      ② 200 mm      ③ 175 mm      ④ 150 mm      ⑤ 120 mm  
 ⑥ 100 mm      ⑦ 80 mm      ⑧ 75 mm      ⑨ 60 mm

(5) 物体 PQ とレンズ  $L_1$  の間の距離  $a$ (mm) はいくらか。最も適切なものを次の①～⑨のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。

- ① 250 mm      ② 200 mm      ③ 175 mm      ④ 150 mm      ⑤ 120 mm  
 ⑥ 100 mm      ⑦ 80 mm      ⑧ 75 mm      ⑨ 60 mm

(6) 像  $P_2Q_2$  の大きさは物体 PQ の大きさの何倍になるか。数値を有効数字2桁で解答欄に記入せよ。

4

(1), (2)は記述式解答問題, (3)~(6)はマークセンス解答問題である。

断熱材で覆われた高さ  $2L$  (m), 断面積  $S$  (m<sup>2</sup>) の閉じたシリンダーが図1, 2のように置かれている。シリンダー内部には, 熱をよく伝える材料で作られた滑らかに動く質量  $M$  (kg) のピストンがある。最初ピストンはシリンダーの底から高さ  $L$  (m) の位置にストッパーによって止められており, ピストン上下の2つの部分には同じ物質質量  $n$  (mol) の単原子分子の理想気体が等しい圧力  $p_0$  (Pa) で入っていた。このとき, シリンダー, ピストン, 内部の気体の温度は等しいとする(図1 始状態)。ストッパーを外したところ, ピストンは動き始め, 数回の振動の後, 最初の位置から  $h$  (m) だけ下がったところで止まった(図2 終状態)。ピストンが止まった時, シリンダー内の温度は一様であった。また, そのときのピストン下側および上側の気体の圧力はそれぞれ  $p_1$  (Pa) および  $p_2$  (Pa) であった。重力加速度の大きさを  $g$  (m/s<sup>2</sup>), 気体定数を  $R$  (J/(mol·K)) として以下の問いに答えよ。ただし, シリンダーおよびピストンの熱容量と厚さは無視できるものとする。

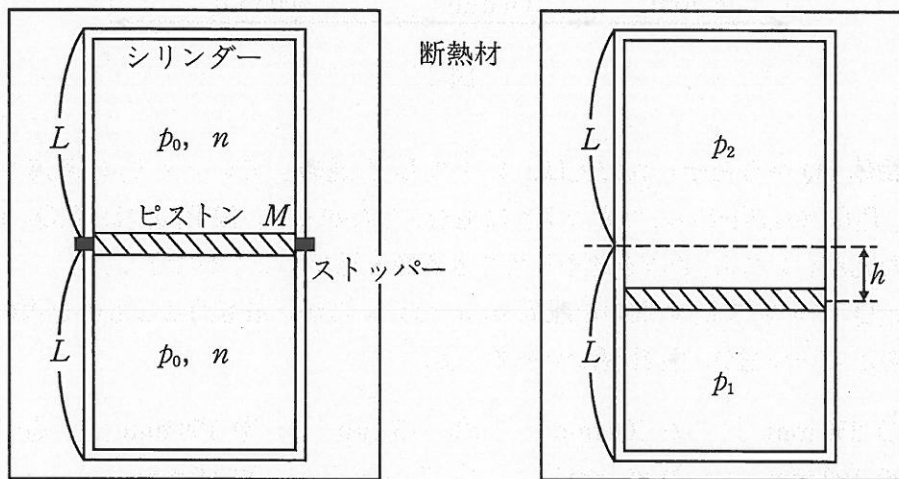


図1 始状態

図2 終状態

- (1) ストッパーを外す前(始状態)のシリンダー内部の気体の温度  $T_0$  (K) を  $n, p_0, L, M, S, g, R$  のうちから必要な記号を用いて解答欄に記入せよ。
- (2) ピストンが止まった後(終状態)の, ピストン上下の気体の圧力差  $\Delta p = p_1 - p_2$  を  $n, p_0, L, M, S, g, R$  のうちから必要な記号を用いて解答欄に記入せよ。
- (3) ピストンが止まった後(終状態)のピストン下側の気体の圧力  $p_1$  (Pa) として最も適切なものを次の①~⑧のうちから一つ選び, 解答欄にマークせよ。

①  $p_0 + \frac{Mg}{2S}$       ②  $p_0 - \frac{Mg}{2S}$       ③  $\frac{L+h}{2h} \frac{Mg}{S}$       ④  $\frac{L-h}{2h} \frac{Mg}{S}$

⑤  $\frac{(L+h)^2}{4Lh} \frac{Mg}{S}$       ⑥  $\frac{(L-h)^2}{4Lh} \frac{Mg}{S}$       ⑦  $\frac{p_0}{2} + \frac{L-h}{2L} \frac{Mg}{S}$       ⑧  $\frac{p_0}{2} - \frac{L+h}{2L} \frac{Mg}{S}$

(4) ピストンが止まった後（終状態）のシリンダー内の気体の温度  $T$  [K] として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。

- ①  $\frac{(L+h)^2}{nRh} Mg$     ②  $\frac{(L-h)^2}{nRL} Mg$     ③  $\frac{(L+h)^2}{2nRL} Mg$     ④  $\frac{(L-h)^2}{2nRh} Mg$   
 ⑤  $\frac{(L^2-h^2)}{2nRh} Mg$     ⑥  $\frac{L(L^2+h^2)}{2nRS} Mg$     ⑦  $\frac{L(L-h)^2}{2nRS} Mg$     ⑧  $\frac{h(L+h)^2}{2nRL^2} Mg$

(5) 始状態と終状態でのシリンダー内の全気体の内部エネルギーの変化量  $\Delta U$  [J] として最も適切なものを次の①～⑥のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。

- ①  $\frac{3}{2} nR(T-T_0)$     ②  $\frac{5}{2} nR(T-T_0)$     ③  $3nR(T-T_0)$     ④  $\frac{7}{2} nR(T-T_0)$   
 ⑤  $5nR(T-T_0)$     ⑥  $7nR(T-T_0)$

(6) ピストンの位置エネルギーの変化に注意し、ピストンの位置の変化量  $h$  [m] として最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び、解答欄にマークせよ。

- ①  $\frac{3}{5} \frac{Mg}{p_0S+Mg} L$     ②  $\frac{2}{3} \frac{Mg}{p_0S+Mg} L$   
 ③  $\frac{\sqrt{(2p_0S)^2+(Mg)^2}-2p_0S}{Mg} L$     ④  $\frac{\sqrt{(2p_0S)^2+9(Mg)^2}-2p_0S}{2Mg} L$   
 ⑤  $\frac{\sqrt{(2p_0S)^2+(Mg)^2}-Mg}{3Mg} L$     ⑥  $\frac{\sqrt{(3p_0S)^2+6(Mg)^2}-3p_0S}{3Mg} L$   
 ⑦  $\frac{\sqrt{(3p_0S)^2+15(Mg)^2}-3p_0S}{5Mg} L$     ⑧  $\frac{\sqrt{(4p_0S)^2+14(Mg)^2}-4p_0S}{7Mg} L$