

令和6年度 入学者選抜試験問題

一般選抜 令和6年1月21日

理 科 (120分)

I 注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- この問題冊子は100ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。
物理 4～36ページ
化学 38～58ページ
生物 60～95ページ
- 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
 - ① 受験番号欄
受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
 - ② 氏名欄
氏名・フリガナを記入しなさい。
 - ③ 解答科目欄
解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

II 解答上の注意

- 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問①の③と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号				

(問題は次ページから始まる)

物 理

1 次の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4〕

問1 次の文章中の空欄 ア ～ ウ に入る数値の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

図1のように、水平面上の点Oから、右方にある傾き 60° の斜面に向かって、水平面から 60° 上方の向きに、速さ v_0 で小球Pを投射したところ、斜面上の点Aにおいて、斜面に対して垂直に衝突した。重力加速度の大きさを g とする。小球Pの大きさや空気の抵抗は無視でき、運動は点Oと点Aを含む同一鉛直面内で生じるものとする。

斜面上の点Aに衝突する直前の小球Pの速さ v は $v = \text{ア} \times v_0$ となる。

投射してから点Aに衝突するまでに要した時間 t は $t = \text{イ} \times \frac{v_0}{g}$ であり、

点Aの水平面からの高さ h は $h = \text{ウ} \times \frac{v_0^2}{g}$ となる。

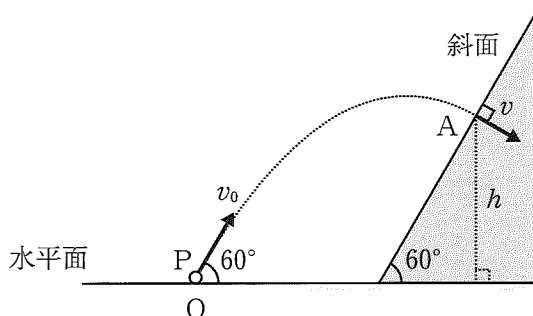


図1

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
イ	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\frac{2\sqrt{3}}{3}$	$\frac{2\sqrt{3}}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\frac{2\sqrt{3}}{3}$	$\frac{2\sqrt{3}}{3}$
ウ	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$

(下 書 き 用 紙)

1の問は次に続く。

問2 次の文章中の空欄 **ア** ～ **ウ** に入る式の組合せとして正しいものを、
下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **2**

内部抵抗の無視できる起電力 E の電池 E 、電気抵抗 R_1, R_2, R_3 、自己インダクタンス L のコイル L 、スイッチ S を図2のように接続した回路がある。電気抵抗 R_1, R_2, R_3 の抵抗値はそれぞれ、 $\frac{1}{3}R, R, 2R$ で、回路内において R_1, R_2, R_3 以外の電気抵抗はすべて無視でき、また、回路を流れる電流が作る磁場も無視できるものとする。

スイッチ S を閉じた瞬間に、電気抵抗 R_1 を流れる電流の大きさは **ア** である。十分に時間が経過すると、電気抵抗 R_1 を流れる電流の大きさは **イ** となる。その後、スイッチ S を開き、十分に時間が経過した。スイッチ S を開いてから十分に時間が経過するまでの間に電気抵抗 R_2 で生じたジュール熱は **ウ** である。

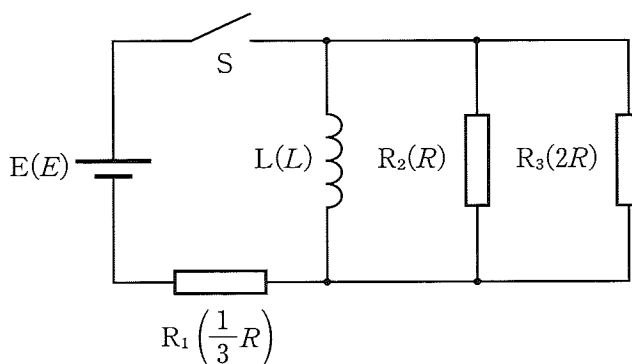


図2

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	$\frac{E}{R}$	$\frac{E}{R}$	$\frac{E}{R}$	$\frac{E}{R}$	$\frac{3E}{R}$	$\frac{3E}{R}$	$\frac{3E}{R}$	$\frac{3E}{R}$
イ	$\frac{2E}{R}$	$\frac{2E}{R}$	$\frac{3E}{R}$	$\frac{3E}{R}$	$\frac{E}{R}$	$\frac{E}{R}$	$\frac{2E}{R}$	$\frac{2E}{R}$
ウ	$\frac{3LE^2}{2R^2}$	$\frac{3LE^2}{R^2}$	$\frac{3LE^2}{2R^2}$	$\frac{3LE^2}{R^2}$	$\frac{3LE^2}{2R^2}$	$\frac{3LE^2}{R^2}$	$\frac{3LE^2}{2R^2}$	$\frac{3LE^2}{R^2}$

(下 書 き 用 紙)

□1の問は次に続く。

問3 次の文章中の空欄 ア , イ に入る数値および式の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 3

図3のように、水面上に2つの波源 S_1, S_2 を距離 $4d$ 離して静かに置き、 S_1, S_2 の中点を原点 O として、 S_1, S_2 を結ぶ方向に x 軸をとり、 x 軸に垂直に y 軸をとる。

波源 $S_1(2d, 0), S_2(-2d, 0)$ を振動させ、波長 d の波を発生させると、水面上に干渉縞が生じた。強めあう点を連ねてできる双曲線を腹線、弱めあう点を連ねてできる双曲線を節線と呼ぶ。ただし、波源の位置を通過する腹線や節線は考えないものとする。また、図3に描かれた腹線と節線の位置や本数は正確であるとは限らない。

最初、波源 S_1, S_2 を同位相で振動させた。この場合、波源 S_1, S_2 間 $(-2d < x < 2d)$ に節線は ア 本通過する。

一旦、波源 S_1, S_2 の振動を止め、水面全体を波のない状態に戻し、波源 S_1 の位相を波源 S_2 に対して $\frac{\pi}{2}$ 遅らせて振動させた。この場合、波源 S_1, S_2 間 $(-2d < x < 2d)$ を通過する節線と x 軸の交点の位置は、同位相で振動させた場合に生じた位置より イ だけ移動する。ただし、節線と x 軸の交点の位置の移動の向きは、 x 軸の正の向きに移動した場合を正とする。

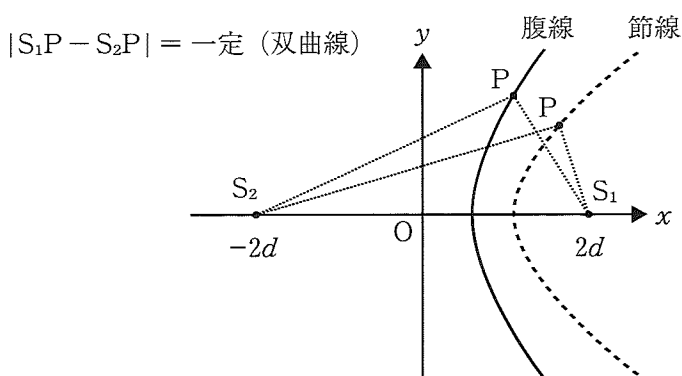


図3

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	4	4	4	4	8	8	8	8
イ	$-\frac{d}{8}$	$-\frac{d}{4}$	$\frac{d}{8}$	$\frac{d}{4}$	$-\frac{d}{8}$	$-\frac{d}{4}$	$\frac{d}{8}$	$\frac{d}{4}$

(下 書 き 用 紙)

□1の問は次に続く。

問4 次の文章中の空欄 ア , イ に入る式の組合せとして最も適したものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4

図4は、X線発生装置(X線管)の原理図である。真空の管内で、加速電圧 V で電子を加速して金属に衝突させると、X線が発生する。電子の初速を0とする。プランク定数を h 、真空中の光の速さを c 、電子の電荷を $-e$ ($e > 0$) とすると、加速電圧 V で加速した場合、このX線管で発生するX線の最短波長 $\lambda_{\min}$ は、 $\lambda_{\min} =$ ア である。

発生したX線の中には特性X線が含まれる。この中の波長 λ_1 の特性X線を、図5のように結晶に当て、結晶から距離 L だけ離しておいたフィルムに当てると、回折像が得られる。結晶内には様々な結晶面がある。回折像の中心 O に最も近いX線が強めあう点までの距離を D とする。この場合の結晶面の間隔 d は、 $d =$ イ となる。ただし、 L は D に比べて十分大きく、 θ が十分に小さいときに成り立つ近似式 $\sin \theta \doteq \tan \theta \doteq \theta$ 、 $\cos \theta \doteq 1$ を用いてよい。

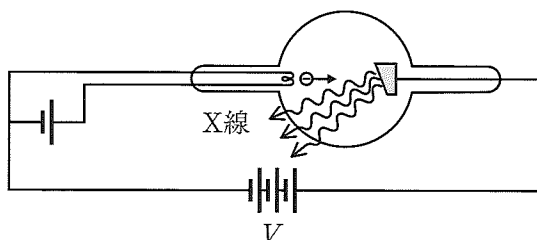


図4

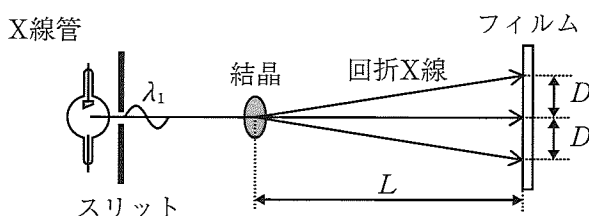


図5

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	$\frac{hc}{2eV}$	$\frac{hc}{2eV}$	$\frac{hc}{2eV}$	$\frac{hc}{eV}$	$\frac{hc}{eV}$	$\frac{hc}{eV}$
イ	$\frac{L\lambda_1}{2D}$	$\frac{L\lambda_1}{D}$	$\frac{2L\lambda_1}{D}$	$\frac{L\lambda_1}{2D}$	$\frac{L\lambda_1}{D}$	$\frac{2L\lambda_1}{D}$

(下 書 き 用 紙)

物理の試験問題は次に続く。

2 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5〕

図1のように、直線上を一定の速さ v [m/s] で運動している観測者 P が、静止している振動数 f [Hz] の音源 S からの音を観測した場合の振動数 f_1 [Hz] を考える。音の速さを V [m/s] とする。ただし、 $V > v$ とする。

時刻 $t = 0$ [s] に音源 S が発した音を、観測者 P は時刻 $t = t_1$ [s] に位置 P_1 で観測し、時刻 $t = \frac{1}{f}$ [s] に S が発した音を、P は時刻 $t = t_2$ [s] に位置 P_2 で観測した。観測者 P が位置 P_1 を通過する瞬間に、運動する方向と SP_1 のなす角度 ($\angle SP_1P_2$) を θ とする。 $\frac{1}{f}$ は非常に小さく、この場合、 $SP_2 \doteq SP_1 - P_1P_2 \cos \theta$ が成り立つものとする。

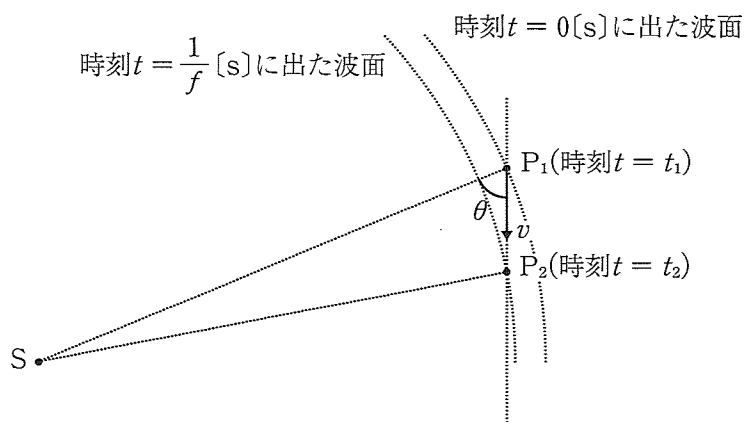


図1

問1 観測者 P が観測する時間 $\Delta t = t_2 - t_1$ [s] はいくらか。最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $\Delta t =$ 1 [s]

- | | | |
|------------------------------------|--|--|
| ① $\frac{V}{(V - v \cos \theta)f}$ | ② $\frac{V}{(V + v \cos \theta)f}$ | ③ $\frac{V - v \cos \theta}{Vf}$ |
| ④ $\frac{V + v \cos \theta}{Vf}$ | ⑤ $\frac{V - v \cos \theta}{(V + v \cos \theta)f}$ | ⑥ $\frac{V + v \cos \theta}{(V - v \cos \theta)f}$ |

(下 書 き 用 紙)

2の問は次に続く。

問2 この場合、観測者 P が観測する音源 S からの音の振動数 f_1 [Hz] はいくらか。

最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $f_1 = \boxed{2}$ [Hz]

- ① $\frac{V}{V - v \cos \theta} f$ ② $\frac{V}{V + v \cos \theta} f$ ③ $\frac{V - v \cos \theta}{V} f$
 ④ $\frac{V + v \cos \theta}{V} f$ ⑤ $\frac{V - v \cos \theta}{V + v \cos \theta} f$ ⑥ $\frac{V + v \cos \theta}{V - v \cos \theta} f$

次に、図2のように、観測者 P が静止し、音源 S が直線上を一定の速さ v [m/s] で運動している場合に、P が観測する S からの音の振動数 f_2 [Hz] を考える。時刻 $t = 0$ [s] に位置 S_1 で音源 S が発した音を、観測者 P は $t = \frac{PS_1}{V}$ [s] に観測し、時刻 $t = \frac{1}{f}$ [s] に位置 S_2 で S が発した音を、P は $t = \frac{1}{f} + \frac{PS_2}{V}$ [s] に観測する。図2のように $\angle PS_1S_2 = \theta$ とすると、この場合も、 $PS_2 \doteq PS_1 - S_1S_2 \cos \theta$ が成り立つものとする。

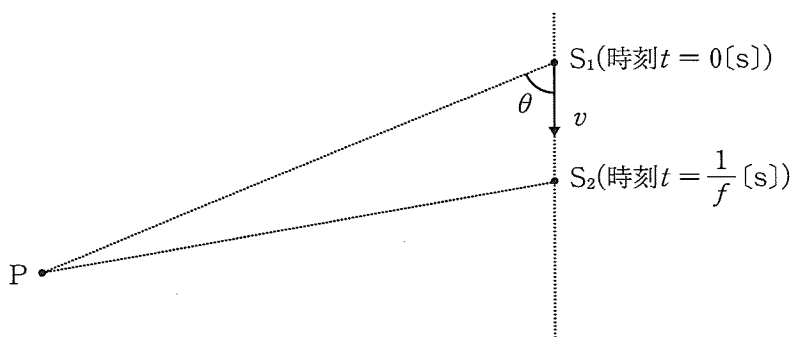


図 2

問3 この場合、観測者 P が観測する音源 S からの音の振動数 f_2 [Hz] はいくらか。

最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $f_2 = \boxed{3}$ [Hz]

- ① $\frac{V}{V - v \cos \theta} f$ ② $\frac{V}{V + v \cos \theta} f$ ③ $\frac{V - v \cos \theta}{V} f$
 ④ $\frac{V + v \cos \theta}{V} f$ ⑤ $\frac{V - v \cos \theta}{V + v \cos \theta} f$ ⑥ $\frac{V + v \cos \theta}{V - v \cos \theta} f$

(下 書 き 用 紙)

2の問は次に続く。

問4 直線上を一定の速さ v [m/s] で運動している物体に静止している振動数 f [Hz] の音源からの音を当て、物体で反射されてくる音の振動数を音源と同じ場所で観測すると、観測される音の振動数 f_3 [Hz] はどのように表されるか。最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $f_3 =$ 4 [Hz]

- ① $\frac{V}{V - v \cos \theta} f$ ② $\frac{V}{V + v \cos \theta} f$ ③ $\frac{V - v \cos \theta}{V} f$
 ④ $\frac{V + v \cos \theta}{V} f$ ⑤ $\frac{V - v \cos \theta}{V + v \cos \theta} f$ ⑥ $\frac{V + v \cos \theta}{V - v \cos \theta} f$

この結果を、生体の血管を流れる血液（血流）の速さ v を求めることに適用する。図3のように、音源と音波検出器を生体表面にはり付け、血管に対し、角度 60° で振動数 2.0 MHz の音波（超音波）を照射する。超音波は波長が短いのでビームとして伝わっていく。音波検出器は血液中の赤血球で反射された音波と音源の音波を同時に観測し、合成した音波をオシロスコープで波形としてみるができる。このとき、周期が 1.0 ms のうなりが検出された。生体組織内および血管内での音速は 1500 m/s とする。音速に対して、血流の速さは十分小さく、以下の計算では、 $|x|$ が 1 より十分小さいとき成り立つ近似式、

$$\frac{1+x}{1-x} \doteq 1+2x, \quad \frac{1-x}{1+x} \doteq 1-2x$$

を用いてよい。なお、生体表面および生体組織と血管の境界面における音波の屈折は無視できるものとする。

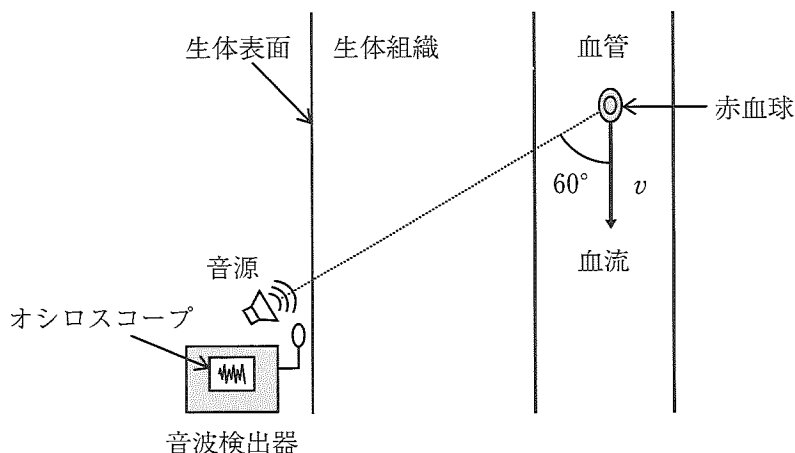


図3

(下 書 き 用 紙)

2の問は次に続く。

問5 この血流の速さ v [m/s] はいくらか。最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $v =$ 5 m/s

- ① 0.15 ② 0.75 ③ 1.5 ④ 2.1 ⑤ 3.0 ⑥ 4.5

(下 書 き 用 紙)

物理の試験問題は次に続く。

3 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

真空中に電荷を帯びていない2枚の金属板（極板） P_1 、 P_2 からなる平行板コンデンサー C がある。極板の面積は S でその厚さは無視できる。極板間隔が d のときの電気容量は C である。図1のように、コンデンサー C に内部抵抗が無視できる起電力 V の電池 E 、電気抵抗 R 、スイッチ S を接続した回路を作る。コンデンサー C の極板の端の電場の乱れはないものとし、抵抗 R 以外の電気抵抗はすべて無視できるものとする。また、電流が作る磁場も無視できるものとする。

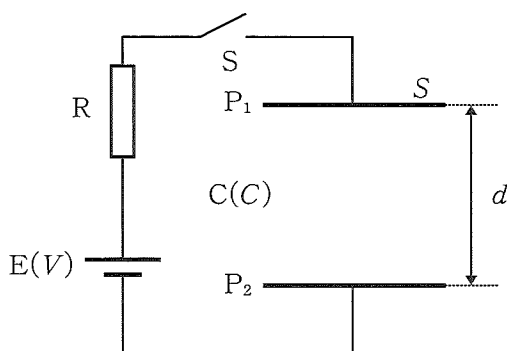


図1

スイッチ S を閉じると、回路に電流が流れ、コンデンサー C に電荷が蓄えられていく。十分に時間が経過すると、回路に電流が流れなくなり、コンデンサー C に蓄えられている電気量が CV となる。続いて、スイッチ S を開く。この状態を「初期状態」と呼ぶ。

問1 スイッチ S を閉じた瞬間から、コンデンサー C に蓄えられている電気量が

$\frac{1}{3}CV$ になった瞬間までに抵抗 R で生じたジュール熱はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

① $\frac{1}{18}CV^2$

② $\frac{1}{9}CV^2$

③ $\frac{1}{6}CV^2$

④ $\frac{2}{9}CV^2$

⑤ $\frac{5}{18}CV^2$

⑥ $\frac{1}{3}CV^2$

(下 書 き 用 紙)

3の問は次に続く。

初期状態で図2のように、コンデンサーCの極板 P_1 、 P_2 の間に極板と同形で面積が等しく、厚さが一様で $\frac{d}{2}$ の導体Mを、外力を加えて P_1 から $\frac{d}{3}$ 、 P_2 から $\frac{d}{6}$ となる位置にゆっくりと挿入した。

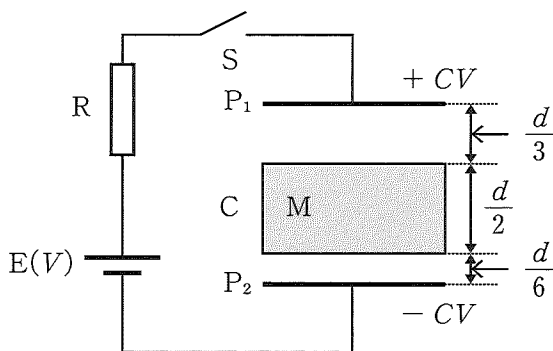


図2

問2 極板 P_1 と P_2 の間の電位差はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

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

問3 導体Mを極板間に入れる際に、外力がした仕事はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3

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

(下 書 き 用 紙)

3の問は次に続く。

極板間から導体 M を抜き、初期状態に戻す。今度は、スイッチ S を閉じてから、再び導体 M を、外力を加えて極板 P_1 から $\frac{d}{3}$ 、極板 P_2 から $\frac{d}{6}$ となる位置にゆっくりと挿入した。極板 P_1 、 P_2 と導体 M の位置関係は図 2 と同様である。このとき、抵抗で生じるジュール熱は無視できるものとする。

問 4 導体 M を極板間に入れる際に、外力がした仕事はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4

① $-\frac{1}{4}CV^2$

② $-\frac{1}{3}CV^2$

③ $-\frac{1}{2}CV^2$

④ $\frac{1}{4}CV^2$

⑤ $\frac{1}{3}CV^2$

⑥ $\frac{1}{2}CV^2$

(下 書 き 用 紙)

物理の試験問題は次に続く。

4 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

図1のように、巨大な水槽内の水の中に、装置Pからのロープで支えられた円筒形のシリンダーが開口部を下にして沈めてあり、内部には一定量の理想気体が封入されている。ロープは軽く伸び縮みせず、シリンダーは熱を良く通し、内部の気体の温度は常に水温に等しく保たれる。装置Pを作動させることによってシリンダーの位置を変えることができ、またPはロープにかかる張力の大きさ F も測定できる。水槽内の水温は深さによらず一定で、密度も一定とする。シリンダーの底面積を S 、水槽内の水面からシリンダー内の水面の位置までの距離を h_1 、シリンダーの底の位置までの距離を h_2 とする。ただし、シリンダー底面は常に水平に保たれ、シリンダー底面の厚さおよび内部の理想気体の重さは無視できるものとする。大気圧を p_0 とすると、水深（水槽内の水面からの深さ） h_0 での水圧は $2p_0$ であった。

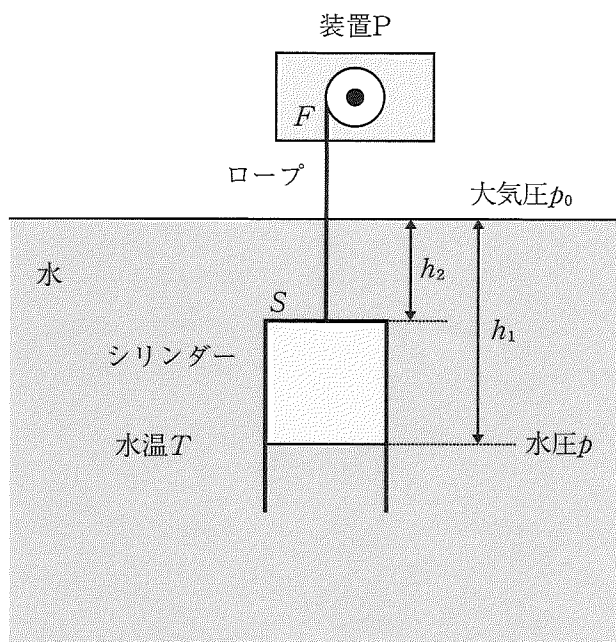


図1

(下 書 き 用 紙)

4の問は次に続く。

水温が T のとき, $h_1 = \frac{2}{5}h_0$, $h_2 = \frac{1}{5}h_0$ で $F = \frac{4}{5}p_0S$ であった。

問1 このときのシリンダー内の気体の圧力 p_1 はいくらか。正しいものを, 次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $p_1 = \boxed{1}$

- ① $\frac{6}{5}p_0$ ② $\frac{13}{10}p_0$ ③ $\frac{7}{5}p_0$ ④ $\frac{3}{2}p_0$ ⑤ $\frac{8}{5}p_0$ ⑥ $\frac{9}{5}p_0$

問2 このシリンダーの重さ W はいくらか。正しいものを, 次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $W = \boxed{2} \times p_0S$

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

装置 P を作動させて, シリンダーの位置をゆっくりと変化させ, $F = \frac{9}{10}p_0S$ を示す位置に移動させた。水温は T で変化はない。

問3 このとき, 水槽内の水面からシリンダー底面までの距離 h_2 はいくらか。正しいものを, 次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $h_2 = \boxed{3}$

- ① $\frac{6}{5}h_0$ ② $\frac{3}{2}h_0$ ③ $\frac{17}{10}h_0$ ④ $\frac{9}{5}h_0$ ⑤ $2h_0$ ⑥ $\frac{21}{10}h_0$

(下 書 き 用 紙)

□4の問は次に続く。

再び元の状態 $\left(h_1 = \frac{2}{5}h_0, h_2 = \frac{1}{5}h_0 \text{ の位置}\right)$ に戻す。ここで、水槽内の水温をゆっくりとわずか ΔT だけ変化させると同時に、装置 P を作動させて、シリンダーの位置が変わらないようにした $\left(h_2 = \frac{1}{5}h_0 \text{ のまま保たれている}\right)$ ところ、シリンダー内の水面の位置は Δh 変化した $\left(h_1 = \frac{2}{5}h_0 + \Delta h\right)$ 。 Δh は h_0 に比べて十分に小さく、 $\left(\frac{\Delta h}{h_0}\right)^2 \doteq 0$ としてよい。

問4 このとき、 $\frac{\Delta h}{h_0}$ は $\frac{\Delta T}{T}$ の何倍となるか。最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

$$\frac{\Delta h}{h_0} = \boxed{4} \times \frac{\Delta T}{T}$$

- ① $\frac{1}{20}$ ② $\frac{3}{40}$ ③ $\frac{1}{10}$ ④ $\frac{1}{8}$ ⑤ $\frac{3}{20}$ ⑥ $\frac{7}{40}$

(下 書 き 用 紙)

物理の試験問題は次に続く。

5 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5 〕

図1のように、水平でなめらかな上面をもつL字型の台Qを、なめらかな水平面上に置いた。台Qに小球Pをのせ、Qの左端の壁とPをばね定数 k 、自然長 l の軽いばねで連結した。小球Pと台Qの質量はそれぞれ、 m 、 $2m$ である。小球Pと台Qにそれぞれ水平方向に外力を加え、ばねを $\frac{l}{3}$ だけ縮めて、全体を静止させた。水平面上ではばねの左端（壁との結合点）の真下の位置を原点 O_1 とし右向きを正とした x 軸をとり、台Q上で自然長の位置を原点 O_2 とし右向きを正とした y 軸をとる。台Qの運動は x 軸方向にのみ生じ、台上の小球Pの運動は y 軸方向にのみ生じる。運動中、小球Pが台Qから落ちることはなく、Qが水平面から浮き上がることもない。また、小球Pの大きさは無視できるものとし、運動はすべてPとばねを含む同一鉛直面内で生じるものとする。

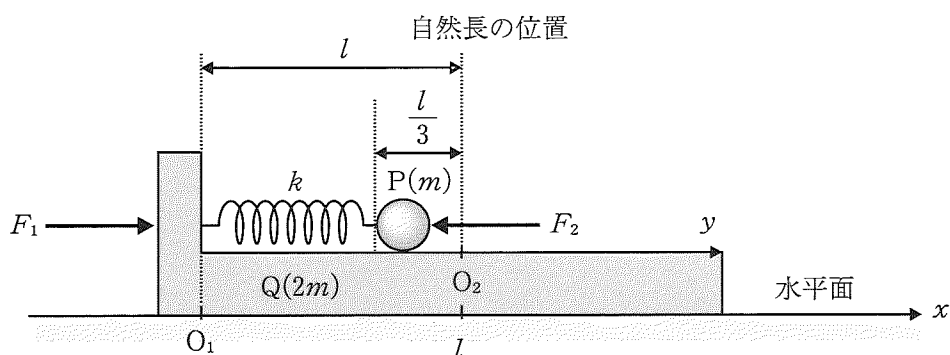


図1

問1 図1で、台Qを押す力の大きさを F_1 、小球Pを押す力の大きさを F_2 とする（図に描かれている長さは正確ではない）。 F_1 と F_2 の関係として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

① $F_1 = \frac{1}{2}F_2$

② $F_1 = F_2$

③ $F_1 = 2F_2$

④ $F_1 = \frac{1}{2}F_2 + \frac{1}{3}kl$

⑤ $F_1 = F_2 + \frac{1}{3}kl$

⑥ $F_1 = 2F_2 + \frac{1}{3}kl$

(下 書 き 用 紙)

5の問は次に続く。

台 Q と小球 P を押す力の大きさ F_1 と F_2 を同時に 0 にすると, P, Q は振動を始めた。

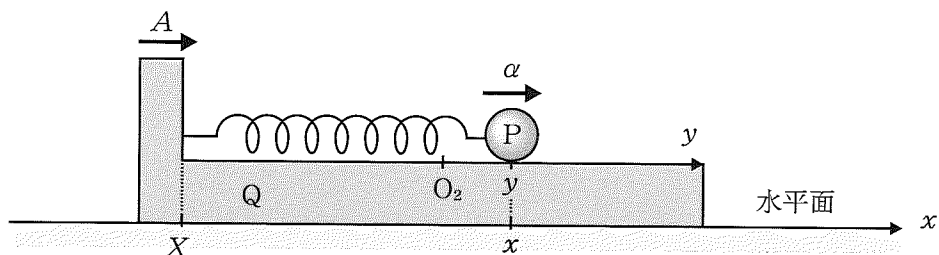


図 2

問2 図2のように, 振動中, 小球 P の位置が y 軸上で y にあるとき, 水平面に対する台 Q の加速度 (x 軸上での加速度) を A , Q に対する P の加速度 (y 軸上での加速度) を α とする。このとき, 台 Q の運動方程式と小球 P の運動方程式の組合せとして正しいものを, 次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

① $\begin{cases} Q : 2mA = -ky \\ P : m\alpha = -ky + mA \end{cases}$

② $\begin{cases} Q : 2mA = -ky \\ P : m\alpha = -ky - mA \end{cases}$

③ $\begin{cases} Q : 2mA = ky \\ P : m\alpha = -ky + mA \end{cases}$

④ $\begin{cases} Q : 2mA = ky \\ P : m\alpha = -ky - mA \end{cases}$

⑤ $\begin{cases} Q : 2mA = -ky \\ P : m\alpha = ky + mA \end{cases}$

⑥ $\begin{cases} Q : 2mA = -ky \\ P : m\alpha = ky - mA \end{cases}$

(下 書 き 用 紙)

5の問は次に続く。

問3 小球 P, 台 Q の振動の周期 T はいくらか。正しいものを, 次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $T = \boxed{3}$

① $2\pi\sqrt{\frac{m}{3k}}$

② $2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$

③ $2\pi\sqrt{\frac{2m}{3k}}$

④ $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

⑤ $2\pi\sqrt{\frac{3m}{2k}}$

⑥ $2\pi\sqrt{\frac{3m}{k}}$

問4 水平面に対する (x 軸上でみた) 小球 P の速さの最大値 $v_{\max}$ はいくらか。正しいものを, 次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $v_{\max} = \boxed{4}$

① $\frac{l}{3}\sqrt{\frac{k}{3m}}$

② $\frac{l}{3}\sqrt{\frac{2k}{3m}}$

③ $\frac{l}{3}\sqrt{\frac{k}{2m}}$

④ $\frac{l}{3}\sqrt{\frac{3k}{2m}}$

⑤ $\frac{l}{3}\sqrt{\frac{k}{m}}$

⑥ $\frac{l}{3}\sqrt{\frac{2k}{m}}$

図2の x , X は, 小球 P, 台 Q が振動を行っている間の水平面上に設定された x 軸での P, Q の位置である。

問5 小球 P が原点 O_1 から最も離れたときの P の座標 x_1 はいくらか。正しいものを, 次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $x_1 = \boxed{5}$

① $\frac{8}{9}l$

② l

③ $\frac{10}{9}l$

④ $\frac{4}{3}l$

⑤ $\frac{14}{9}l$

⑥ $\frac{5}{3}l$

(下 書 き 用 紙)