

一般入学試験

理 科 (100分)

I 注意事項

- 1 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。
- 2 この問題冊子は60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 4～23ページ
 化学 24～39ページ
 生物 40～60ページ
- 3 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。
- 4 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。
- 5 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。
- 6 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

- 1 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			

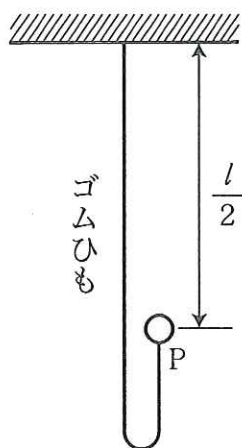
(問題は次ページから始まる)

物 理

1 次の文章を読み，下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

自然の長さが l のゴムひもの一端を天井に固定し，下端に質量 m の小球 P をとりつける。いま，図のように，ゴムひものを折り曲げて，小球 P を天井から $\frac{l}{2}$ だけ下の位置に一度静止させ，静かに放した。

ゴムひものは伸びているときにだけばねと同様に弾性力を及ぼし，そのばね定数は k である。また，たるんだゴムひものが小球 P の運動に影響することはないものとし，重力加速度の大きさを g とする。



問1 ゴムひものが自然の長さになった瞬間の小球 P の速さ v_0 はいくらか。正しいものを，次の①～⑧から一つ選びなさい。 $v_0 =$

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| ① $\frac{\sqrt{gl}}{4}$ | ② $\frac{\sqrt{2gl}}{4}$ | ③ $\frac{\sqrt{3gl}}{4}$ | ④ $\frac{\sqrt{gl}}{2}$ |
| ⑤ $\frac{\sqrt{5gl}}{4}$ | ⑥ $\frac{\sqrt{2gl}}{2}$ | ⑦ \sqrt{gl} | ⑧ $\sqrt{2gl}$ |

(下書き用紙)

1の問は次に続く。

問2 小球Pの速さの最大値はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。

- ① \sqrt{gl} ② $\sqrt{g\left(l+\frac{mg}{k}\right)}$ ③ $\sqrt{g\left(l+\frac{2mg}{k}\right)}$
 ④ $\sqrt{2gl}$ ⑤ $\sqrt{2g\left(l+\frac{mg}{k}\right)}$ ⑥ $\sqrt{2g\left(l+\frac{2mg}{k}\right)}$

問3 小球Pがつり合いの位置（つり下げてPが静止する位置）を通過後、運動の最下点に達するまでの時間はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。

- ① $\frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{m}{k}}$ ② $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{k}}$ ③ $\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
 ④ $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ⑤ $\frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{k}{m}}$ ⑥ $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{k}{m}}$

次に、小球Pをつり合いの位置に静止させ、問1で求めた速さ v_0 と同じ速さを鉛直下向きに初速として与えた。この後、小球Pが最高点に達したときには、ゴムひもはたるんでいた。

問4 小球Pが達する最高点の天井からの距離はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。

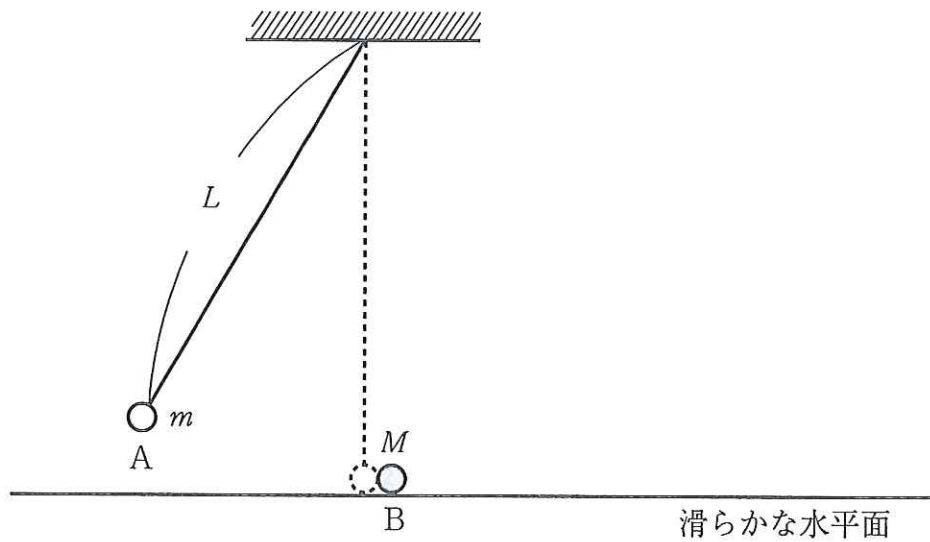
- ① $\frac{1}{2}\left(l+\frac{mg}{k}\right)$ ② $\frac{l}{2}+\frac{mg}{k}$ ③ $\frac{l}{2}+\frac{2mg}{k}$
 ④ $l-\frac{2mg}{k}$ ⑤ $l-\frac{mg}{k}$ ⑥ $l-\frac{mg}{2k}$

(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1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

滑らかな水平面上に質量 m の小球Aと質量 M の小球Bが置かれている。小球Aには長さ L の糸がつけられており、糸が鉛直にたるまない状態で上端を天井に固定した。いま、図のように、小球Aを左方に移動させて静かに放したところ、糸が鉛直となった瞬間に、小球Aは速さ v_1 で小球Bに衝突した。小球AとBの衝突の反発係数(はねかえり係数)を e とし、小球A、Bの大きさは無視できるものとする。また、重力加速度の大きさを g とする。



問1 小球Bに衝突する直前に小球Aが受ける糸の張力の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。

- | | | |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| ① mg | ② $\frac{mv_1^2}{L}$ | ③ $mg + \frac{mv_1^2}{2L}$ |
| ④ $mg + \frac{2mv_1^2}{3L}$ | ⑤ $mg + \frac{mv_1^2}{L}$ | ⑥ $mg + \frac{2mv_1^2}{L}$ |

(下書き用紙)

2の問は次に続く。

問2 衝突後の小球Bの速さはいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。 2

- ① $\frac{em}{M}v_1$ ② $\frac{eM}{m}v_1$ ③ $\frac{(1-e)m}{M+m}v_1$
 ④ $\frac{em}{M+m}v_1$ ⑤ $\frac{eM}{M+m}v_1$ ⑥ $\frac{(1+e)m}{M+m}v_1$

問3 衝突後、小球Aが図の左方に運動を始める場合の反発係数 e の値の範囲はどのようになるか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。 3

- ① $0 \leq e < \frac{m}{M}$ ② $0 \leq e < \frac{M}{m}$ ③ $\frac{m}{M} < e \leq 1$
 ④ $\frac{M}{m} < e \leq 1$ ⑤ $\frac{M}{2m} < e < \frac{2m}{M}$ ⑥ $\frac{m}{2M} < e < \frac{2M}{m}$

問4 衝突の瞬間に糸が切れて小球AとBが一体となって運動する場合を考える。このとき衝突で失われた力学的エネルギーがすべて熱に変換され、この熱がすべて小球AとBに吸収されるとすると、小球AとBの温度上昇はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。ただし、衝突前の小球AとBの温度は等しかったものとし、衝突後は全体が均一な温度になるとする。また、小球AとBの比熱をそれぞれ、 c_A , c_B とする。 4

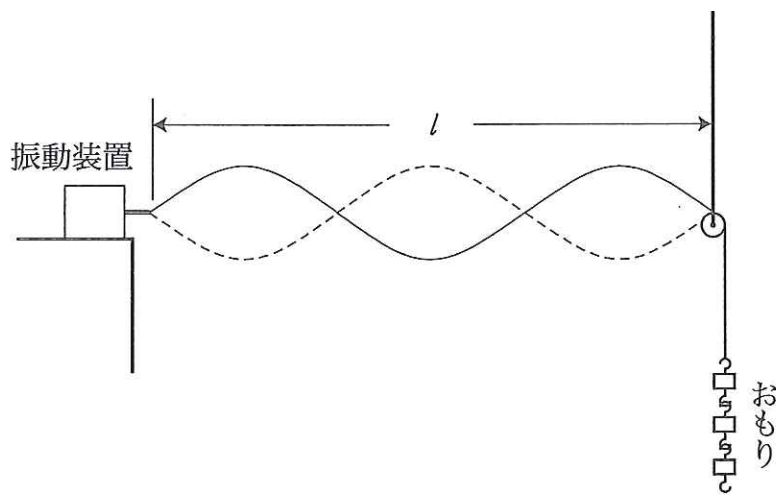
- ① $\frac{Mmv_1^2}{2(M+m)(mc_A + Mc_B)}$ ② $\frac{Mmv_1^2}{(M+m)(mc_A + Mc_B)}$
 ③ $\frac{mv_1^2}{2(M+m)(c_A + c_B)}$ ④ $\frac{Mv_1^2}{2(M+m)(c_A + c_B)}$
 ⑤ $\frac{mv_1^2}{2(mc_A + Mc_B)}$ ⑥ $\frac{Mv_1^2}{2(mc_A + Mc_B)}$

(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 ～ 〕

線密度 ρ の弦の一端を振動装置に固定し、他端には滑車を介して質量の合計が m のおもりをつるす。弦の振動部分は水平に張っており、その長さは l である。はじめ、振動装置の振動数を f としたところ、弦には図のように腹が3個の定常波が生じた。重力加速度の大きさを g とする。なお、弦の線密度とは、弦の単位長さあたりの質量のことである。



問1 図の状態で、弦を伝わる波の速さ V はいくらか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。 $V =$

① $\frac{1}{3}fl$

② $\frac{1}{2}fl$

③ $\frac{2}{3}fl$

④ fl

⑤ $\frac{4}{3}fl$

⑥ $\frac{3}{2}fl$

(下書き用紙)

3の問は次に続く。

問2 弦を伝わる波の速さ V は、弦の張力を T とすると、線密度 ρ を用いて $V = \sqrt{T/\rho}$ で与えられる。いま、振動装置の振動数は f のままで、腹が6個の定常波が生じるようにするには、おもりの質量の合計を m の何倍にすればよいか。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。 倍

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

問3 腹が6個の定常波が生じた問2の状態から、振動装置の振動数を f より徐々に小さくしていったところ、定常波ができなくなったがしばらくするとまた定常波が生じるということが繰り返された。振動装置の振動数をほぼ0まで小さくするとき、はじめの状態を除いて、何回定常波が生じるか。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。 回

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4
 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8

問4 再び、装置全体を振動数が f で腹が3個の定常波が生じていたはじめの状態に戻し、この状態から振動装置の振動数を Δf だけ増加させたところ、腹が4個の定常波が生じた。 Δf はいくらか。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。

$\Delta f =$

- ① $\frac{f}{8}$ ② $\frac{f}{4}$ ③ $\frac{f}{3}$ ④ $\frac{f}{2}$
 ⑤ $\frac{2}{3}f$ ⑥ $\frac{3}{4}f$ ⑦ f ⑧ $\frac{3}{2}f$

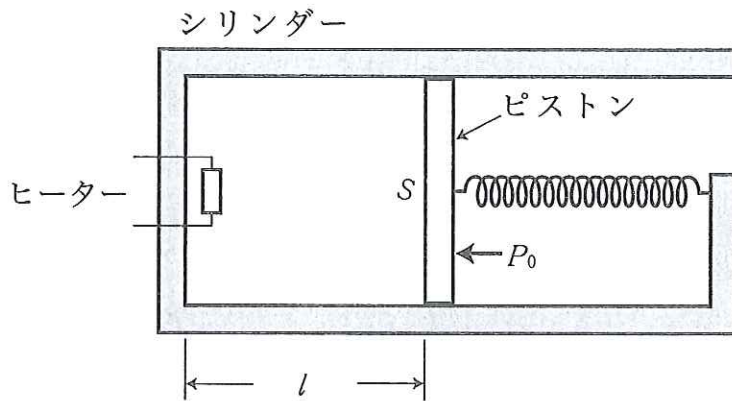
(下書き用紙)

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 ～ 〕

シリンダーとばねのついたピストンからなる図のような断熱容器が水平に置かれていて、この中に n [mol] の単原子分子理想気体が封入されている。断面積 S のピストンはなめらかに動き、シリンダー内部には気体を加熱するためのヒーターがある。はじめ、ピストンはシリンダーの底部から距離 l の位置で静止しており、このときばねは自然の長さの状態であった。大気の圧力は P_0 である。次に、ヒーターによって気体をゆっくり加熱したところ、ばねが $l/8$ だけ縮み、気体の圧力は $5P_0/4$ になった。ヒーターの体積は無視できるものとし、気体定数を R とする。



問1 ばねのばね定数はいくらか。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。

① $\frac{P_0 S}{4l}$

② $\frac{P_0 S}{3l}$

③ $\frac{P_0 S}{2l}$

④ $\frac{P_0 S}{l}$

⑤ $\frac{2P_0 S}{l}$

⑥ $\frac{3P_0 S}{l}$

⑦ $\frac{4P_0 S}{l}$

⑧ $\frac{5P_0 S}{l}$

(下書き用紙)

4の問は次に続く。

問2 加熱した後の気体の絶対温度はいくらか。正しいものを、次の①～⑧から一つ
 選びなさい。 2

- ① $\frac{17}{16} \times \frac{P_0Sl}{nR}$ ② $\frac{5}{4} \times \frac{P_0Sl}{nR}$ ③ $\frac{45}{32} \times \frac{P_0Sl}{nR}$ ④ $\frac{25}{16} \times \frac{P_0Sl}{nR}$
 ⑤ $\frac{17}{16} \times \frac{nR}{P_0Sl}$ ⑥ $\frac{5}{4} \times \frac{nR}{P_0Sl}$ ⑦ $\frac{45}{32} \times \frac{nR}{P_0Sl}$ ⑧ $\frac{25}{16} \times \frac{nR}{P_0Sl}$

問3 この過程における気体の内部エネルギーの増加量はいくらか。正しいものを、
 次の①～⑧から一つ選びなさい。 3

- ① $\frac{3}{32}P_0Sl$ ② $\frac{13}{64}P_0Sl$ ③ $\frac{3}{8}P_0Sl$ ④ $\frac{15}{32}P_0Sl$
 ⑤ $\frac{39}{64}P_0Sl$ ⑥ $\frac{45}{64}P_0Sl$ ⑦ $\frac{27}{32}P_0Sl$ ⑧ $\frac{65}{64}P_0Sl$

問4 この過程において、気体に加えた熱量はいくらか。正しいものを、次の①～⑥
 から一つ選びなさい。 4

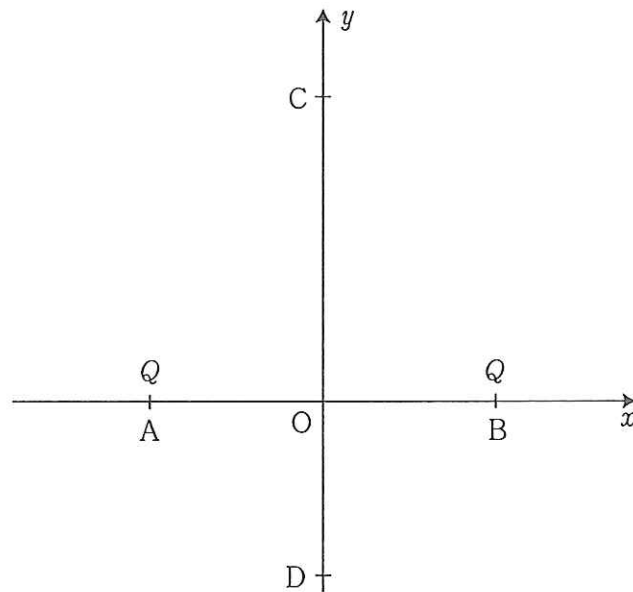
- ① $\frac{P_0Sl}{4}$ ② $\frac{P_0Sl}{2}$ ③ $\frac{3P_0Sl}{4}$
 ④ P_0Sl ⑤ $\frac{5P_0Sl}{4}$ ⑥ $\frac{3P_0Sl}{2}$

(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1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

図のように，真空中に直交する xy 座標軸をとり，原点 O からそれぞれ距離 a [m] の点 $A(-a, 0)$ と点 $B(a, 0)$ にそれぞれ，電気量 Q [C] の正の点電荷を固定する。クーロンの法則の比例定数を k_0 [$N \cdot m^2 / C^2$] とし，無限遠点での電位を 0 とする。



問1 点 $C(0, \sqrt{3}a)$ における電場（電界）の強さは何 N/C か，また電場の向きはどの向きか。これらの組合せとして正しいものを，次の①～⑥から一つ選びなさい。

- | | |
|---|---|
| ① $\frac{\sqrt{2}k_0Q}{4a^2}$ ， y 軸負の向き | ② $\frac{\sqrt{3}k_0Q}{4a^2}$ ， y 軸負の向き |
| ③ $\frac{k_0Q}{2a^2}$ ， y 軸負の向き | ④ $\frac{\sqrt{2}k_0Q}{4a^2}$ ， y 軸正の向き |
| ⑤ $\frac{\sqrt{3}k_0Q}{4a^2}$ ， y 軸正の向き | ⑥ $\frac{k_0Q}{2a^2}$ ， y 軸正の向き |

(下書き用紙)

5の間は次に続く。

問2 点C $(0, \sqrt{3}a)$ の電位は何Vか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。
 い。 2 [V]

- ① 0 ② $\frac{k_0Q}{2a}$ ③ $\frac{k_0Q}{\sqrt{3}a}$
 ④ $\frac{k_0Q}{a}$ ⑤ $\frac{2k_0Q}{\sqrt{3}a}$ ⑥ $\frac{2k_0Q}{a}$

問3 原点Oから y 軸上で負の向きに十分離れた点において、質量 m [kg]、電気量 q [C] の正の点電荷に、 y 軸正の向きの初速を与えて点Cに到達させたい。点電荷に与える初速は何 m/s より大きくなくてはならないか。正しいものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。
3 [m/s]

- ① $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{k_0Qq}{ma}}$ ② $\sqrt{\frac{k_0Qq}{2ma}}$ ③ $\sqrt{\frac{k_0Qq}{ma}}$ ④ $\sqrt{\frac{2k_0Qq}{ma}}$
 ⑤ $2\sqrt{\frac{k_0Qq}{ma}}$ ⑥ $\frac{1}{2a}\sqrt{\frac{k_0Qq}{m}}$ ⑦ $\frac{1}{a}\sqrt{\frac{k_0Qq}{m}}$ ⑧ $\frac{2}{a}\sqrt{\frac{k_0Qq}{m}}$

問4 次に、点D $(0, -a)$ に電気量 $-Q$ [C] の負の点電荷を置いた。その後、点Aにある正の点電荷と点Dに置いた負の点電荷を置き替えた。この置き替えに必要な仕事は何Jか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。
4 [J]

- ① $(\sqrt{2}-1)\frac{k_0Q^2}{a}$ ② $\frac{k_0Q^2}{2a}$ ③ $\frac{k_0Q^2}{a}$
 ④ $\frac{\sqrt{2}k_0Q^2}{a}$ ⑤ $\frac{2k_0Q^2}{a}$ ⑥ $(\sqrt{2}+1)\frac{k_0Q^2}{a}$

(下書き用紙)