

※物理・化学・生物から1科目選択

試験時間 60分

【注意事項】

- 試験監督による解答始めの指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 試験時間は60分です。
- この問題冊子は1ページから9ページまであります。
- 解答は解答用紙(マークシート)の所定欄に記入しなさい。
- 解答は所定欄に濃くはっきりとマークしなさい。その際、ボールペン・サインペン・万年筆等は使用してはならない。その他マークの仕方に関しては、解答用紙(マークシート)の注意事項をよく読むこと。
- 試験監督の指示により、解答用紙(マークシート)に氏名(フリガナ)および受験番号を記入し、さらに受験番号および志望学科をマークしなさい。
- 試験監督の指示により、問題冊子にも受験番号および氏名を記入しなさい。
- 解答用紙(マークシート)は折り曲げたり、メモやチェック等で汚したりしないように注意しなさい。
- 計算用紙はないので、問題冊子の余白部分を使用すること。
- 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、手を高く挙げて試験監督に知らせなさい。
- 試験終了後、問題冊子と解答用紙(マークシート)はともに机上に置いておくこと。持ち帰ってはけません。

I 次の問い(問1~問5)の空所  に入る通語を解答群から選択せよ。(解答番号  1 ~  13)

問1 図1のように、質量が2m [kg] の一様な棒Aの一端に質量 m [kg] の小物体Bを軽い糸でつり下げ、Aの他端をあらかじめ鉛直な壁に押しつけて、壁に固定した軽いひもをAの重心に付けたところ、Aは水平になって静止した。ひもと壁とのなす角度が60°であるとき、ひもの張力の大きさは  1 (N) であり、壁とAとの間の静止摩擦係数は少なくとも  2 以上である。ただし、重力加速度の大きさをg (m/s<sup>2</sup>) とする。

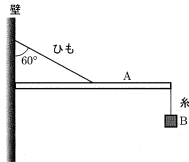


図1

1 の解答群

- ① mg ② 2mg ③ 3mg ④ 4mg ⑤ 5mg ⑥ 6mg ⑦ 7mg ⑧ 8mg  
⑨ 9mg ⑩ 10mg

2 の解答群

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

問2 図2のように、なめらかな水平面上に質量 M [kg] の小物体Aと質量 m [kg] の小物体Bが軽いひもでつながれて静止している。Bを図の矢印の方向に大きさ F [N] の力で水平に引いたところ、AとBは一体となって運動した。このとき、Aの加速度の大きさは  3 (m/s<sup>2</sup>) であり、ひもの張力の大きさは  4 [N] である。

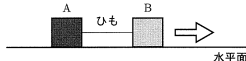


図2

解答群

- ① F ②  $\frac{F}{m}$  ③  $\frac{F}{M}$  ④  $\frac{F}{m+M}$  ⑤  $\frac{m}{M}F$  ⑥  $\frac{M}{m}F$  ⑦  $\frac{m}{m+M}F$   
⑧  $\frac{M}{m+M}F$  ⑨  $\frac{m+M}{M}F$  ⑩  $\frac{m+M}{m}F$

問3 図3のように、大きさ  $5.0 \times 10^{-2}$  T の磁束密度をもつ一様な磁場がある。この磁場に対して垂直に置かれた長さ10 cmの導体棒を、磁場と導体棒に垂直な方向に2.0 m/sの速さで動かした。このとき、棒の両端に生じる誘導起電力の大きさは  5 .  6  $\times 10^{\text{ 7 } \text{ 8}}$  (V) である。ただし、有効数字は2桁とする。

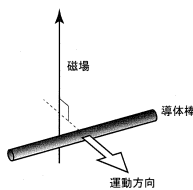


図3

7 の解答群

- ① + ② -

その他の解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

問4 真空中で振動数 f [Hz] の光が、屈折率 n の媒質中を進むとき、媒質中での光の速さは v (m/s) であった。このとき、真空中での光の速さは  9 (m/s) と表される。また、この光の媒質中での波長は  10 (m) であり、媒質中での振動数は  11 [Hz] である。

解答群

- ① v ② f ③ nv ④ nf ⑤ fv ⑥  $\frac{v}{n}$  ⑦  $\frac{f}{n}$  ⑧  $\frac{v}{f}$  ⑨  $\frac{f}{v}$   
⑩ nfv ⑪  $\frac{nv}{f}$  ⑫  $\frac{nf}{v}$  ⑬  $\frac{fv}{n}$  ⑭  $\frac{v}{nf}$  ⑮  $\frac{f}{nv}$  ⑯  $\frac{n}{fv}$

問5 図4のように、体積 V<sub>1</sub> [m<sup>3</sup>] の断熱容器Aと、体積 V<sub>2</sub> [m<sup>3</sup>] の断熱容器Bを、コックのついた細管で接続した。コックを閉めた状態で、Aに物質質量 n [mol] の理想気体を封入し、B内を真空にした。はじめ、A内の気体の温度は T [K] であった。つぎに、コックを開いたところ、やがて2つの容器内で気体は一緒になった。このとき、気体の温度は  12 [K] であり、圧力は  13 [Pa] である。ただし、細管の体積は無視できるものとし、細管と外部との熱のやり取りはないものとする。また、容器内の気体全体の内部エネルギーは一定に保たれるものとし、気体定数を R (J/(mol·K)) とする。

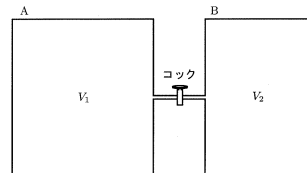


図4

12 の解答群

- ① T ②  $\frac{V_1}{V_2}T$  ③  $\frac{V_2}{V_1}T$  ④  $\frac{V_1}{V_1+V_2}T$  ⑤  $\frac{V_2}{V_1+V_2}T$  ⑥  $\frac{V_1+V_2}{V_1}T$  ⑦  $\frac{V_1+V_2}{V_2}T$   
⑧  $\frac{V_1^2}{V_2^2}T$  ⑨  $\frac{V_2^2}{V_1^2}T$  ⑩  $\frac{V_1^2}{(V_1+V_2)^2}T$  ⑪  $\frac{V_2^2}{(V_1+V_2)^2}T$  ⑫  $\frac{(V_1+V_2)^2}{V_1^2}T$  ⑬  $\frac{(V_1+V_2)^2}{V_2^2}T$

13 の解答群

- ①  $\frac{nRT}{V_1}$  ②  $\frac{nRT}{V_2}$  ③  $\frac{nRT}{V_1+V_2}$  ④  $\frac{nRTV_2}{V_1}$  ⑤  $\frac{nRTV_1}{V_2}$  ⑥  $\frac{nRTV_1}{V_1+V_2}$  ⑦  $\frac{nRTV_2}{V_1+V_2}$   
⑧  $\frac{nRT(V_1+V_2)}{V_1}$  ⑨  $\frac{nRT(V_1+V_2)}{V_2}$  ⑩  $\frac{nRT}{V_1^2}$  ⑪  $\frac{nRT}{V_2^2}$  ⑫  $\frac{nRT}{(V_1+V_2)^2}$  ⑬  $\frac{nRTV_1^2}{V_1^2}$   
⑭  $\frac{nRTV_1^2}{V_2^2}$  ⑮  $\frac{nRTV_2^2}{(V_1+V_2)^2}$  ⑯  $\frac{nRTV_2^2}{(V_1+V_2)^2}$  ⑰  $\frac{nRT(V_1+V_2)^2}{V_1^2}$  ⑱  $\frac{nRT(V_1+V_2)^2}{V_2^2}$

II 次の問い(問1~問5)の空所  に入る適語を解答群から選択せよ。(解答番号  ~ )

図5のように、質量  $2m$  [kg] の容器 A の内部に、ばね定数  $k$  [N/m] の軽いばね K の一端を固定し、K の他端に質量  $m$  [kg] の小球 B を取り付けて、A をなめらかな水平面上に静かに置いたところ、A、B および K は静止した。はじめ、A を水平面に固定し、K を  $d$  [m] だけ縮めてから B を静かに放したところ、B は単振動を始めた。つぎに、B が単振動を始めてから  $\frac{1}{2}$  周期経過した直後に、A を図の正の向きに一定の大きさ  $a$  [m/s<sup>2</sup>] の加速度で運動させた。ただし、B は A と衝突することはないものとし、A の内側はなめらかであるものとする。また、すべての運動は同じ鉛直面内で起きるものとする。

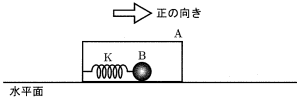


図5

問1 A が水平面に固定されているとき、B の振動の周期は  [s] であり、B の振動の振幅は  [m] である。

の解答群

- ①  $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$  ②  $\frac{1}{\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$  ③  $\frac{2}{\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$  ④  $\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  ⑤  $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  ⑥  $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$  ⑦  $\frac{1}{\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$   
 ⑧  $\frac{2}{\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$  ⑨  $\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$  ⑩  $2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$

の解答群

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

問2 A が運動を始めた後、A から見た B の振動の周期は  [s] であり、A から見た B の振動の振幅は  [m] である。

の解答群

- ①  $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$  ②  $\frac{1}{\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$  ③  $\frac{2}{\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$  ④  $\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  ⑤  $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  ⑥  $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$  ⑦  $\frac{1}{\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$   
 ⑧  $\frac{2}{\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$  ⑨  $\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$  ⑩  $2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$

の解答群

- ①  $\frac{ma}{k} + d$  ②  $\frac{ma}{k} + d$  ③  $\frac{ma}{k} + 2d$  ④  $\frac{ma}{k} - d$  ⑤  $\frac{ma}{k} - d$  ⑥  $\frac{ma}{k} - 2d$   
 ⑦  $\frac{ka}{m} + d$  ⑧  $\frac{ka}{m} + d$  ⑨  $\frac{ka}{m} + 2d$  ⑩  $\frac{ka}{m} - d$  ⑪  $\frac{ka}{m} - d$  ⑫  $\frac{ka}{m} - 2d$

問3  を  $T$  とおく。A が運動を始めてから  $\frac{3}{4}T$  [s] が経過したとき、水平面に対する A の速さを  $T$  を含む式で表すと  [m/s] であり、A に対する B の速さは  [m/s] である。

の解答群

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

の解答群

- ①  $\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{ka}{m} + d\right)$  ②  $\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{ka}{m} + \frac{d}{2}\right)$  ③  $\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{ma}{k} + d\right)$  ④  $\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{ma}{k} + \frac{d}{2}\right)$   
 ⑤  $\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{ka}{m} + d\right)$  ⑥  $\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{ka}{m} + d\right)$  ⑦  $\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{ma}{k} + d\right)$  ⑧  $\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{ma}{k} + d\right)$   
 ⑨  $\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{ka}{m} + 2d\right)$  ⑩  $\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{ka}{m} + 2d\right)$  ⑪  $\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{ma}{k} + 2d\right)$  ⑫  $\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{ma}{k} + 2d\right)$

問4 つぎに、A を水平面上で静止させ、K を自然長にして、B および K を A 内で静止させた。その後、A に正の向きに初速度  $v_0$  [m/s] を与えたところ、A は水平面上を運動し、B は A 内で振動した。このとき、K の伸びが最大となったときの A の速さは  [m/s] であり、このときの K の自然長からの伸びは  [m] である。

の解答群

- ①  $\frac{1}{4}v_0$  ②  $\frac{1}{3}v_0$  ③  $\frac{1}{2}v_0$  ④  $\frac{2}{3}v_0$  ⑤  $v_0$  ⑥  $\frac{3}{2}v_0$  ⑦  $2v_0$  ⑧  $3v_0$

の解答群

- ①  $\sqrt{\frac{m}{k}}v_0$  ②  $\sqrt{\frac{2m}{k}}v_0$  ③  $\sqrt{\frac{3m}{k}}v_0$  ④  $\sqrt{\frac{m}{2k}}v_0$  ⑤  $\sqrt{\frac{3m}{2k}}v_0$  ⑥  $\sqrt{\frac{m}{3k}}v_0$   
 ⑦  $\sqrt{\frac{2m}{3k}}v_0$  ⑧  $\sqrt{\frac{4m}{3k}}v_0$

問5 問4の状態の後、A が水平面上を運動しているとき、水平面に対する B の速さの最大値は  [m/s] である。

解答群

- ①  $\frac{3v_0}{4}$  ②  $\frac{2v_0}{3}$  ③  $\frac{\sqrt{2}v_0}{4}$  ④  $\frac{\sqrt{2}v_0}{3}$  ⑤  $\frac{v_0}{2}$  ⑥  $\frac{\sqrt{3}v_0}{3}$  ⑦  $\frac{\sqrt{2}v_0}{2}$   
 ⑧  $\frac{\sqrt{3}v_0}{2}$  ⑨  $v_0$  ⑩  $\sqrt{2}v_0$  ⑪  $\sqrt{3}v_0$  ⑫  $\frac{4v_0}{3}$  ⑬  $\frac{3v_0}{2}$  ⑭  $2v_0$

III 次の問い(問1~問5)の空所  に入る適語を解答群から選択せよ。(解答番号  ~ )

図6のように、抵抗値がそれぞれ  $3R$  [Ω]、 $R$  [Ω]、 $2R$  [Ω] の電気抵抗  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、抵抗値のわからない電気抵抗  $R_m$ 、 $R_n$ 、電気容量が  $C$  [F] のコンデンサー C、内部抵抗の無視できる起電力  $V$  [V] の直流電源 E、スイッチ  $S_1$ 、および接点 a、b をもつスイッチ  $S_2$  からなる回路がある。はじめ、 $S_1$  は開いており、 $S_2$  はどの接点にも接しておらず、C に電荷はたくわえられていない。また、点 c と点 d は回路上の点である。

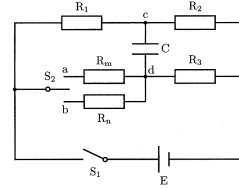


図6

問1  $S_1$  を閉じた。  $S_1$  を閉じた直後に  $R_1$  を流れる電流の大きさは  [A] である。

解答群

- ① 0 ②  $\frac{V}{16R}$  ③  $\frac{V}{11R}$  ④  $\frac{2V}{11R}$  ⑤  $\frac{V}{5R}$  ⑥  $\frac{3V}{16R}$  ⑦  $\frac{V}{4R}$   
 ⑧  $\frac{3V}{11R}$  ⑨  $\frac{4V}{11R}$  ⑩  $\frac{2V}{5R}$  ⑪  $\frac{V}{2R}$  ⑫  $\frac{9V}{16R}$  ⑬  $\frac{3V}{5R}$  ⑭  $\frac{2V}{3R}$   
 ⑮  $\frac{3V}{4R}$  ⑯  $\frac{4V}{5R}$  ⑰  $\frac{V}{R}$  ⑱  $\frac{2V}{R}$

問2  $S_1$  を閉じてからしばらく時間が経過した後、 $R_3$  を流れる電流の大きさは  [A] であり、 $R_3$  を流れる電流の大きさは  [A] である。また、C にたくわえられている電荷の電気量は  [C] である。

と  の解答群

- ① 0 ②  $\frac{V}{32R}$  ③  $\frac{V}{16R}$  ④  $\frac{V}{8R}$  ⑤  $\frac{V}{5R}$  ⑥  $\frac{3V}{16R}$  ⑦  $\frac{V}{4R}$   
 ⑧  $\frac{2V}{5R}$  ⑨  $\frac{V}{2R}$  ⑩  $\frac{9V}{16R}$  ⑪  $\frac{3V}{5R}$  ⑫  $\frac{2V}{3R}$  ⑬  $\frac{3V}{4R}$  ⑭  $\frac{4V}{5R}$   
 ⑮  $\frac{V}{R}$  ⑯  $\frac{2V}{R}$

の解答群

- ① 0 ②  $\frac{CV}{32}$  ③  $\frac{CV}{16}$  ④  $\frac{CV}{8}$  ⑤  $\frac{CV}{5}$  ⑥  $\frac{3CV}{16}$  ⑦  $\frac{CV}{4}$   
 ⑧  $\frac{2CV}{5}$  ⑨  $\frac{CV}{2}$  ⑩  $\frac{9CV}{16}$  ⑪  $\frac{3CV}{5}$  ⑫  $\frac{2CV}{3}$  ⑬  $\frac{3CV}{4}$  ⑭  $\frac{4CV}{5}$   
 ⑮ CV ⑯ 2CV

問3 問2の最後の状態で、 $S_1$  を開いた。 $S_1$  を開いた直後に  $R_2$  の両端に加わる電圧は   $\times V$  [V] である。また、 $S_1$  を開いてから電荷の移動が終わるまでに  $R_2$  と  $R_3$  で発生するジュール熱の総量は   $\times CV^2$  [J] である。

解答群

- ①  $\frac{1}{96}$  ②  $\frac{1}{64}$  ③  $\frac{1}{48}$  ④  $\frac{1}{32}$  ⑤  $\frac{1}{16}$  ⑥  $\frac{1}{12}$  ⑦  $\frac{1}{8}$  ⑧  $\frac{1}{6}$   
 ⑨  $\frac{3}{16}$  ⑩  $\frac{1}{4}$  ⑪  $\frac{1}{3}$  ⑫  $\frac{1}{2}$  ⑬  $\frac{9}{16}$  ⑭  $\frac{2}{3}$  ⑮  $\frac{3}{4}$

問4 問3で電荷の移動が終わった後、 $S_2$  を接点 a につなぎ、その後  $S_1$  を閉じた。 $S_1$  を閉じてからしばらく時間が経過した後、C に電荷はたくわえられていなかった。このとき、 $R_m$  の抵抗値は  [Ω] である。

解答群

- ①  $\frac{R}{2}$  ②  $\frac{3R}{5}$  ③  $\frac{2R}{3}$  ④  $\frac{3R}{4}$  ⑤  $\frac{4R}{5}$  ⑥  $R$  ⑦  $\frac{6R}{5}$  ⑧  $\frac{5R}{4}$  ⑨  $\frac{3R}{2}$   
 ⑩  $\frac{8R}{5}$  ⑪  $\frac{7R}{4}$  ⑫  $2R$  ⑬  $3R$  ⑭  $4R$  ⑮  $6R$  ⑯  $8R$

問5 問4の最後の状態で、 $S_2$  を接点 b につなぎかえた。 $S_2$  を接点 b につないでからしばらく時間が経過した後、C に電気量  $Q$  [C] の電荷がたくわえられていたとすると、 $R_n$  の抵抗値は  [Ω] である。ただし、点 c から見て点 d の電位は高いものとする。

解答群

- ①  $\frac{R}{2}$  ②  $\frac{2R}{3}$  ③  $R$  ④  $2R$  ⑤  $3R$  ⑥  $\frac{RCV - RQ}{CV + 4Q}$  ⑦  $\frac{RCV - RQ}{CV - 4Q}$   
 ⑧  $\frac{3RCV - RQ}{CV + 4Q}$  ⑨  $\frac{3RCV - RQ}{CV - 4Q}$  ⑩  $\frac{6RCV - RQ}{CV + 4Q}$  ⑪  $\frac{6RCV - RQ}{CV - 4Q}$  ⑫  $\frac{3RCV - 8RQ}{CV + 4Q}$   
 ⑬  $\frac{3RCV - 8RQ}{CV - 4Q}$  ⑭  $\frac{6RCV - 8RQ}{CV + 4Q}$  ⑮  $\frac{6RCV - 8RQ}{CV - 4Q}$