

理 科(理工学部)

(2月3日)

開始時刻 午後2時30分
終了時刻 午後3時30分

物 理 1～8ページ
化 学 9～20ページ
生 物 21～40ページ

I 注 意 事 項 (各科目共通)

- 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。
- 合図があったら、必ず裏面の「II 解答上の注意」の各科目の項をよく読んでから、解答してください。
- この冊子は40ページです。落丁、乱丁、印刷の不鮮明及び解答用紙の汚れなどがあった場合には申し出てください。
- 上記の3科目の中から1科目を選択し、該当する解答用紙を切り離して解答してください。2科目以上を解答した場合は、すべて無効となります。
- 解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、監督者の指示に従って、それぞれ正しく記入し、マークしてください。
 - 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てください。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。
 - 氏名欄
氏名とフリガナを記入してください。
- 問題冊子の余白等は適宜利用してもかまいません。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

(裏面へ続く)

物 理

1 つぎの文章を読んで、問1～5に答えなさい。(解答番号 ～)

図1のように摩擦が無視できるスロープ AB と水平面 BC がなめらかに接続されている。水平面は、BC 間は摩擦が無視できるが、C よりも右側の部分は小物体との間に摩擦がある。スロープ面上の点 A に質量 m の小物体を置き、静かに放すと、小物体はスロープをすべり降りていき、C から右側に距離 l の位置で静止した。点 A の水平面からの高さは h であり、重力加速度の大きさを g とする。

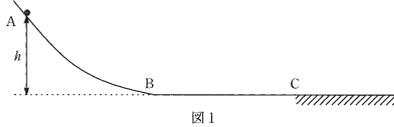


図 1

問 1 小物体が BC 間をすべる速さを表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

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

問 2 水平面からの摩擦力が小物体にした仕事を表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

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

問 3 水平面の C よりも右側の部分と小物体の間の動摩擦係数を表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

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

II 解答上の注意

物理

解答は解答用紙の解答欄にマークしてください。例えば、 と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答番号 10 の解答欄の③にマークしてください。

(例)



化学

解答は解答用紙の解答欄にマークしてください。例えば、 と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答番号 e の解答欄の③にマークしてください。

(例)



生物

解答は解答用紙の解答欄にマークしてください。例えば、 と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答番号 5 の解答欄の③にマークしてください。

(例)



C よりも右側の部分も摩擦が無視できる面に交換して、図2のように右端を鉛直な壁に固定したばねを自然長の状態で置く。ばねの質量は無視できる。

再び、スロープ面上の点 A に質量 m の小物体を置き、静かに放す。小物体は水平面上をすべり、ばねを長さ a だけ押し縮めた位置で一旦静止した。



図 2

問 4 このばねのばね定数を表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

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

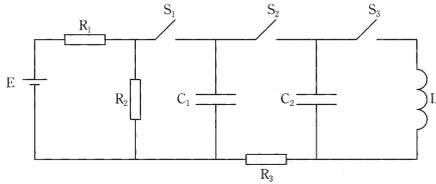
問 5 小物体をばねに押しつけて、ばねの縮みが $\frac{1}{2}a$ となった位置で静かに放すと、小物体は水平面に沿ってすべった後、スロープを上っていった。小物体がスロープ面上で静止する位置の水平面からの高さを表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

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

2 つぎの文章を読んで、問1～5に答えなさい。(解答番号 ～)

図のように、抵抗 R_1 , R_2 , R_3 、コンデンサー C_1 , C_2 、コイル L 、電池 E およびスイッチ S_1 , S_2 , S_3 を接続した回路がある。はじめ、 S_1 , S_2 , S_3 はすべて開いていて、 C_1 , C_2 はいずれも帯電していない。

R_1 , R_2 , R_3 の抵抗値はいずれも R であり、他の部分の電気抵抗は無視できる。また、 C_1 , C_2 の電気容量はそれぞれ C , $2C$ であり、 L は自己インダクタンス L 、 E の起電力は E である。



問1 はじめの状態では S_1 を閉じる。閉じた直後に R_1 に流れる電流の大きさとして適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 0 ② RE ③ $2RE$
④ $\frac{E}{2R}$ ⑤ $\frac{E}{R}$

問2 S_1 を閉じてから十分に時間が経過した後に C_1 の蓄える静電エネルギーの値として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

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

問3 次に、 S_1 を開いてから S_2 を閉じる。 S_2 を閉じてから十分に時間が経過する間に R_3 でジュール熱として消費されるエネルギーとして適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

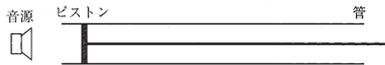
- ① $\frac{1}{8}CE^2$ ② $\frac{1}{12}CE^2$ ③ $\frac{1}{24}CE^2$
④ $\frac{1}{36}CE^2$ ⑤ $\frac{1}{72}CE^2$

— 3 —

3 つぎの文章を読んで、問1～5に答えなさい。(解答番号 ～)

図のように、ピストンを入れた管を固定して、その左側に一定の振動数の音を発する音源を置く。ピストンを管の左端から徐々に右向きに移動させていくと、ピストンの先端が管の左端から $2.50 \times 10 \text{ cm}$ の位置に達したときにはじめて共鳴が観測された。

管の中の空気が音源からの音に共鳴したとき、管の開口部は、共鳴により発生する定常波の腹になっているものとする。また、音の速さは $3.40 \times 10^3 \text{ m/s}$ である。



問1 音源が発する音の振動数として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① $8.50 \times 10 \text{ Hz}$ ② $1.70 \times 10^2 \text{ Hz}$ ③ $2.55 \times 10^2 \text{ Hz}$
④ $3.40 \times 10^2 \text{ Hz}$ ⑤ $4.25 \times 10^2 \text{ Hz}$ ⑥ $5.10 \times 10^2 \text{ Hz}$

問2 さらにピストンを右向きに移動させていくときに、次に共鳴が観測されるときの、管の左端からピストンの先端までの距離として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① $5.00 \times 10 \text{ cm}$ ② $7.50 \times 10 \text{ cm}$ ③ $1.00 \times 10^2 \text{ cm}$
④ $1.25 \times 10^2 \text{ cm}$ ⑤ $1.50 \times 10^2 \text{ cm}$ ⑥ $1.75 \times 10^2 \text{ cm}$

問3 問2のときに、管の中の空気の密度の変化が最も大きい位置の、管の左端からの距離として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① $2.50 \times 10 \text{ cm}$ のみ ② $5.00 \times 10 \text{ cm}$ のみ
③ $7.50 \times 10 \text{ cm}$ のみ ④ $1.00 \times 10^2 \text{ cm}$ のみ
⑤ $2.50 \times 10 \text{ cm}$ と $5.00 \times 10 \text{ cm}$ ⑥ $2.50 \times 10 \text{ cm}$ と $7.50 \times 10 \text{ cm}$
⑦ $2.50 \times 10 \text{ cm}$ と $1.00 \times 10^2 \text{ cm}$ ⑧ $5.00 \times 10 \text{ cm}$ と $7.50 \times 10 \text{ cm}$
⑨ $5.00 \times 10 \text{ cm}$ と $1.00 \times 10^2 \text{ cm}$

— 5 —

問4 S_2 を閉じて十分に時間が経過した後に S_2 を開き、続いて S_3 を閉じる。 S_3 を閉じた後の L に流れる電流の大きさの最大値として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、 S_3 を閉じる前には L には電流が流れていなかった。また、 S_2 を閉じる直前の C_2 の端子間電圧の大きさを V_0 とする。

- ① $V_0 \sqrt{\frac{2L}{C}}$ ② $V_0 \sqrt{\frac{L}{C}}$ ③ $V_0 \sqrt{\frac{L}{2C}}$
④ $V_0 \sqrt{\frac{C}{2L}}$ ⑤ $V_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$ ⑥ $V_0 \sqrt{\frac{2C}{L}}$

問5 S_3 を閉じてから初めて L に流れる電流の大きさが最大になるまでの時間として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

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

— 4 —

3 つぎの文章を読んで、問1～5に答えなさい。(解答番号 ～)

問4 問2の状態からさらにピストンを右向きに移動させていくと、再び共鳴が観測されることはなかったが、ピストンを管の右端から外すと共鳴が観測された。管の長さとして適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① $5.00 \times 10 \text{ cm}$ ② $7.50 \times 10 \text{ cm}$ ③ $1.00 \times 10^2 \text{ cm}$
④ $1.25 \times 10^2 \text{ cm}$ ⑤ $1.50 \times 10^2 \text{ cm}$ ⑥ $1.75 \times 10^2 \text{ cm}$

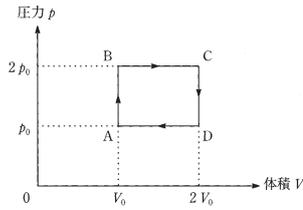
問5 問4の状態から音源の発する音の振動数を高くしていくと、共鳴が観測されなくなったが、振動数がある値のときに再び共鳴が観測された。このときの振動数ははじめの振動数の何倍か。適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

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

— 6 —

4 つぎの文章を読んで、問1～5に答えなさい。(解答番号 ～)

一定量の理想気体を図に示すような循環経路A→B→C→D→Aに沿って変化させる。A→BとC→Dは定積変化、B→CとD→Aは定圧変化である。



なお、一定量の理想気体の状態変化では一般に、気体の圧力 p 、体積 V 、温度(絶対温度) T の間に

$$\frac{pV}{T} = \text{一定}$$

の関係が成り立つ。また、この気体の定圧変化では気体が吸収、または、放出する熱 Q と、気体がする、または、される仕事 W の間に

$$Q : W = 5 : 2$$

の関係が成り立つ。

問1 状態Aにおける気体の温度を T_0 とするとき、状態Cの温度として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① $\frac{1}{4} T_0$ ② $\frac{1}{3} T_0$ ③ $\frac{1}{2} T_0$
 ④ $2 T_0$ ⑤ $3 T_0$ ⑥ $4 T_0$

問2 A→Bの過程において気体に与えた熱を Q_1 とするとき、この過程における気体の内部エネルギーの変化として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① $\frac{2}{5} Q_1$ ② $\frac{3}{5} Q_1$ ③ Q_1
 ④ $-\frac{2}{5} Q_1$ ⑤ $-\frac{3}{5} Q_1$ ⑥ $-Q_1$

問3 B→Cの過程において気体に与えた熱を Q_2 とするとき、この過程における気体の内部エネルギーの変化として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① $\frac{2}{5} Q_2$ ② $\frac{3}{5} Q_2$ ③ Q_2
 ④ $-\frac{2}{5} Q_2$ ⑤ $-\frac{3}{5} Q_2$ ⑥ $-Q_2$

問4 D→Aの過程において気体が放出した熱を Q_4 とするとき、この過程における気体の内部エネルギーの変化として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① $\frac{2}{5} Q_4$ ② $\frac{3}{5} Q_4$ ③ Q_4
 ④ $-\frac{2}{5} Q_4$ ⑤ $-\frac{3}{5} Q_4$ ⑥ $-Q_4$

問5 この循環過程(熱サイクル)の熱効率の値に最も近いものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、C→Dの過程において気体が放出した熱を Q_3 として、 $Q_1 : Q_2 : Q_3 = 3 : 10 : 6 : 5$ である。

- ① 5% ② 10% ③ 15%
 ④ 20% ⑤ 25% ⑥ 30%
 ⑦ 35% ⑧ 40% ⑨ 45%