

選択問題 生物・化学・物理

(試験時間 10:00～11:00)

受験についての注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはならない。
 2. この問題冊子は 40 ページある。
 3. 生物・化学・物理のうち1つを選んで解答すること。
 4. 試験中に問題冊子のページの脱落等に気付いた場合は、手をあげて監督者に知らせること。
 5. 解答用紙に受験番号を記入し、マーク欄にマークすること。また、氏名とふりがなを記入すること。
 6. 選択した科目名を解答用紙の選択科目名欄に記入し、記入した科目名を選択科目マーク欄にマークすること。(マークがない場合は採点されない)
 7. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、汚したりしないこと。
 8. 解答用紙への記入には必ず **HB** の黒鉛筆またはシャープペンシル (HB, 0.5 mm 芯以上) を用いること。他の筆記用具を用いると、正確に読み取れない場合がある。
 9. マーク式の解答にあたっては、解答用紙の該当する箇所を
右に示す例に従ってぬりつぶすこと。
例えば2にマークするときは、次のように
①●③とする。
- | | |
|---|-------|
| 例 | |
| 良 | 不良 |
| ● | ● ⊗ ● |
10. 一度記入したマークを消す場合には、消しゴムできれいに消すこと。
×をつけても消したことはない。また消しゴムのくずを完全に除去しておくこと。
 11. 解答がマーク式でないものについては、指定の箇所に解答を記入すること。
 12. 解答用紙の指定された場所以外には何も書いてはならない。
 13. 計算には問題冊子の余白あるいは別に配布する計算用紙(白紙)を使用すること。
 14. 辞書機能、計算機能をもつものを使用してはならない。
 15. 携帯電話の電源は切っておくこと。身につけたり机上に置いたりしてはならない。
 16. この問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

物 理

1 図 1-1 のように、2つの斜面が、 90° の角度をなして水平面に固定されている。左斜面に物体 A が、右斜面に物体 B が滑車を介して糸でつながっている。左斜面が水平面となす角を θ ($0 < \theta < 90^\circ$) とする。また、斜面に沿って物体 A が下降する向きを p 、物体 B が上昇する向きを q とする。滑車および糸の質量は無視でき、滑車は滑らかに動き、糸は伸び縮みせず、たるむこともないとする。また、重力加速度の大きさを g とする。

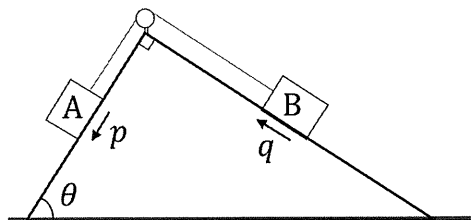


図 1-1

【 I 】物体 A の質量を $2M$ 、物体 B の質量を M とする。物体 A、物体 B と斜面の間には摩擦はないとする。物体 A と物体 B が動かないように手で押さえておく。時刻 $t = 0$ で手を離れたところ、物体 A は左斜面を下り、物体 B は右斜面を上り始めた。

問 1 物体 A にはたらく力の p 方向の成分を F_A 、物体 A にかかる張力の大きさを T_A とすると F_A は となる。一方、物体 B にかかる張力の大きさを T_B とすると、物体 B にはたらく力の q 方向の成分 F_B は で表される。このとき、物体 A の p 方向の加速度 a は となる。 ~ にあてはまる最も適切なものを次の選択肢からそれぞれ 1 つ選び、解答欄にマークしなさい。

アの選択肢

- ① $Mg\sin\theta - T_A$ ② $Mg\cos\theta - T_A$ ③ $Mg\sin\theta + T_A$ ④ $Mg\cos\theta + T_A$
 ⑤ $2Mg\sin\theta - T_A$ ⑥ $2Mg\cos\theta - T_A$ ⑦ $2Mg\sin\theta + T_A$ ⑧ $2Mg\cos\theta + T_A$
 ⑨ $g\sin\theta - T_A$ ⑩ $g\cos\theta - T_A$

イの選択肢

- ① $T_B - g\sin\theta$ ② $T_B - g\cos\theta$ ③ $T_B + Mg\sin\theta$ ④ $T_B + Mg\cos\theta$
 ⑤ $T_B - Mg\sin\theta$ ⑥ $T_B - Mg\cos\theta$ ⑦ $Mg\sin\theta - T_B$ ⑧ $Mg\cos\theta - T_B$
 ⑨ $-Mg\sin\theta$ ⑩ $-Mg\cos\theta$

(物 理)

ウの選択肢

- ① $\frac{\sin \theta - \cos \theta}{2}$ ① $\frac{2 \sin \theta - \cos \theta}{2}$ ② $\frac{\sin \theta - 2 \cos \theta}{2}$ ③ $\frac{g(\sin \theta - \cos \theta)}{2}$
- ④ $\frac{g(2 \sin \theta - \cos \theta)}{2}$ ⑤ $\frac{g(2 \sin \theta - \cos \theta)}{3}$ ⑥ $\frac{g(\sin \theta - 2 \cos \theta)}{3}$
- ⑦ $\frac{g(2 \sin \theta + \cos \theta)}{3}$ ⑧ $\frac{2g \sin \theta}{3}$ ⑨ $\frac{2g \cos \theta}{3}$

問2 物体Aは時刻 t までに斜面に沿って距離 L だけ移動した。 L は左斜面の長さより十分短いとする。また、時刻 t までに物体Bは滑車と衝突しないとする。物体Aの時刻 t での速度 v_t を L と a を用いて表すと v_t は となる。一方、 t は となる。また、このときの物体Aの運動量の大きさは、物体Bの運動量の大きさの倍である。 ~ にあてはまる最も適切なものを次の選択肢からそれぞれ1つ選び、解答欄にマークしなさい。

エの選択肢

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

オの選択肢

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

カの選択肢

- ① 0 ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4
- ⑤ $\frac{1}{2}$ ⑥ $\frac{1}{3}$ ⑦ $\frac{1}{4}$ ⑧ $\frac{1}{5}$ ⑨ $\frac{1}{6}$

(物 理)

【Ⅱ】 物体AとBの質量をそれぞれ M とする。左斜面と物体Aの間には摩擦がないとする。右斜面と物体Bの間には摩擦があり、静摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' とする。 $\theta = \theta_1$ のとき、物体Aと物体Bは静止している。 $\theta > \theta_1$ のとき、物体Aは左斜面を p 方向に下り、物体Bは右斜面を q 方向に上がり始めた。

問3 図1-2を解答用紙の解答欄Aに書き写し、 $\theta = \theta_1$ のときに物体Bにかかる力を矢印で示しなさい。それぞれの力の矢印の横に「張力」など名称を書くこと。

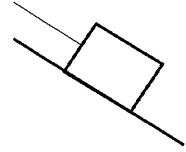


図1-2

問4 静摩擦係数 μ として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄(キ)にマークしなさい。

- ① $\frac{1}{\tan \theta_1}$ ② $\frac{1}{2 \tan \theta_1}$ ③ $\frac{\tan \theta_1}{2}$ ④ $1 - \frac{\tan \theta_1}{2}$ ⑤ $1 + \frac{\tan \theta_1}{2}$
⑥ $1 - \tan \theta_1$ ⑦ $\frac{\tan \theta_1 + 1}{\tan \theta_1}$ ⑧ $\sqrt{\frac{\tan \theta_1 + 1}{\tan \theta_1}}$ ⑨ $\sqrt{\frac{\tan \theta_1 - 1}{\tan \theta_1}}$

問5 $\theta > \theta_1$ のときの物体Aの p 方向の加速度 a' として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄(ク)にマークしなさい。

- ① $g\mu' \sin \theta$ ② $g\mu' \cos \theta$
③ $g\{(1 - \mu') \cos \theta + \sin \theta\}$ ④ $g\{(1 - \mu') \cos \theta - \sin \theta\}$
⑤ $g\{(1 - \mu') \sin \theta + \cos \theta\}$ ⑥ $g\{(1 - \mu') \sin \theta - \cos \theta\}$
⑦ $\frac{g}{2}\{(1 - \mu') \cos \theta + \sin \theta\}$ ⑧ $\frac{g}{2}\{(1 - \mu') \cos \theta - \sin \theta\}$
⑨ $\frac{g}{2}\{(1 - \mu') \sin \theta + \cos \theta\}$ ⑩ $\frac{g}{2}\{(1 - \mu') \sin \theta - \cos \theta\}$

(物 理)

2 図 2-1 のように, 起電力 V の電池, 抵抗 R_1, R_2 (抵抗の大きさがそれぞれ $R, 2R$ である), 抵抗率 ρ , 長さ L , 断面積 S の円柱型の抵抗 R_3 , 抵抗の大きさが不明の抵抗 R_4 , 電気容量 C のコンデンサー, スイッチ $S_1 \sim S_5$, 検流計を導線で接続する. 電池, 検流計, 導線の内部抵抗は無視できるとする.

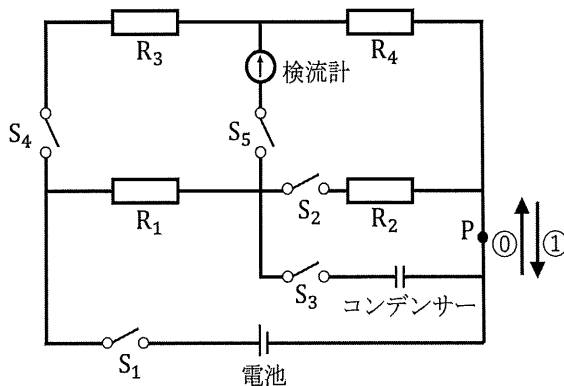


図 2-1

る. 初め全てのスイッチは開いたままにされており, コンデンサーも充電されていない. これを「初期状態」とする.

問 1 初期状態からスイッチ S_1, S_2 だけを接続し, 他を全て開いたままにした. このとき, 抵抗 R_1 に流れる電流として最も適切なものを次の選択肢から 1 つ選び, 解答欄 (ア) にマークしなさい.

- ① 0 ② VR ③ $\frac{V}{R}$ ④ $\frac{V}{2R}$ ⑤ $\frac{V}{3R}$
 ⑥ $\frac{2RV}{3}$ ⑦ $\frac{RV}{2}$ ⑧ $2RV$ ⑨ $3RV$ ⑩ $\frac{2R}{V}$

問 2 初期状態からスイッチ S_1, S_3 だけを接続し, 他を全て開いたままにした. これらのスイッチ S_1, S_3 を接続した直後に抵抗 R_1 へ流れる電流(イ), 十分に時間が経過したのちに抵抗 R_1 へ流れる電流(ウ)として最も適切なものを次の選択肢からそれぞれ 1 つずつ選び, 解答欄にマークしなさい.

- ① 0 ② VR ③ $\frac{V}{R}$ ④ $\frac{V}{2R}$ ⑤ $\frac{V}{3R}$
 ⑥ $\frac{2RV}{3}$ ⑦ $\frac{RV}{2}$ ⑧ $2RV$ ⑨ $3RV$ ⑩ $\frac{2R}{V}$

(物 理)

問3 初期状態からスイッチ S_1 , S_2 , S_3 だけを接続し, 他を全て開いたままにした. これらのスイッチ S_1 , S_2 , S_3 を接続した直後に抵抗 R_2 へ流れる電流(エ), 十分に時間が経過したのちに抵抗 R_2 へ流れる電流(オ)として最も適切なものを次の選択肢からそれぞれ1つずつ選び, 解答欄にマークしなさい.

- ① 0 ② VR ③ $\frac{V}{R}$ ④ $\frac{V}{3R}$
⑤ $\frac{2RV}{3}$ ⑥ $\frac{RV}{2}$ ⑦ $2RV$ ⑧ $3RV$ ⑨ $\frac{2R}{V}$

問4 問3の操作で十分に時間が経過した後, コンデンサーの電気量(カ)とコンデンサーに蓄えられたエネルギー(キ)として最も適切なものを次の選択肢からそれぞれ1つずつ選び, 解答欄にマークしなさい.

カを選択肢

- ① 0 ② $\frac{CV}{3}$ ③ $\frac{CV}{2}$ ④ $\frac{2CV}{3}$ ⑤ CV
⑥ $\frac{C}{V}$ ⑦ $\frac{3}{CV}$ ⑧ $\frac{2}{CV}$ ⑨ $\frac{3}{2CV}$ ⑩ $\frac{1}{CV}$

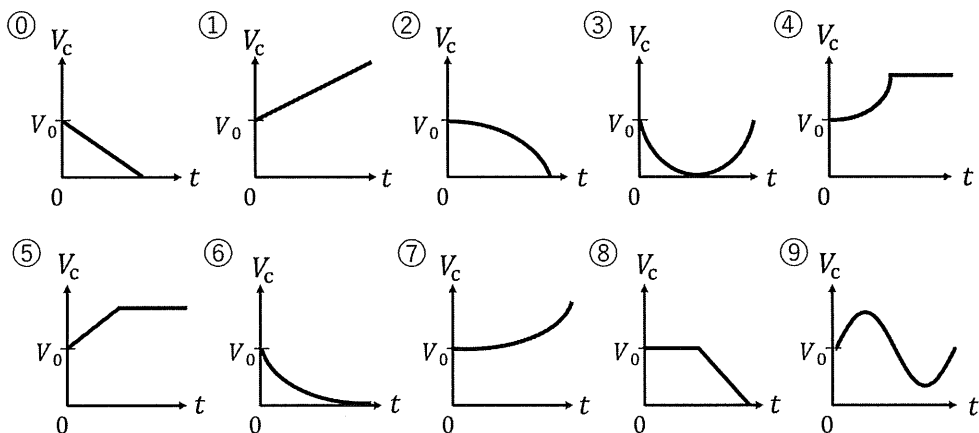
キを選択肢

- ① 0 ② $3CV^2$ ③ $2CV^2$ ④ CV^2 ⑤ $\frac{8CV^2}{9}$
⑥ $\frac{2CV^2}{3}$ ⑦ $\frac{CV^2}{3}$ ⑧ $\frac{CV^2}{2}$ ⑨ $\frac{2CV^2}{9}$ ⑩ $\frac{CV^2}{6}$

(物 理)

問5 問3の実験の後、スイッチ S_1 を開いた。このとき、コンデンサーの電気量は時間と共に減少した。図2-1の点Pにおけるコンデンサーの放電による電流の向きが上向き(○)か下向き(①)の適切な方を選び、解答欄(ク)にマークしなさい。

また、コンデンサーが放電するときの時間 t とコンデンサーの電圧 V_c の関係を表すグラフの概形として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄(ケ)にマークしなさい。ただしスイッチ S_1 を開いた時刻を $t=0$ とし、そのときの電圧を V_0 とする。



問6 初期状態からスイッチ S_1, S_2, S_4, S_5 を接続し、スイッチ S_3 は開いたままにした。このとき、検流計に流れる電流が0であった。 R_4 の抵抗の大きさとして最も適切なものを次の選択肢から選び、解答欄(コ)にマークしなさい。

- ① $\frac{\rho S}{3L}$ ② $\frac{\rho S}{2L}$ ③ $\frac{\rho S}{L}$ ④ $\frac{2\rho S}{L}$ ⑤ $\frac{\rho L}{2S}$
 ⑥ $\frac{2\rho L}{S}$ ⑦ $\frac{3\rho L}{S}$ ⑧ $\frac{2RL}{\rho S}$ ⑨ $\frac{R\rho S}{2L}$

(物 理)

3 図3-1のように、長さ L の長い管(パイプ)の右端にふたを取り付けた閉管がある。この閉管の左側に一定の振動数の音波を発生するスピーカーを設置し、管に向かって音を出す。スピーカーから出す音の振動数を0からゆっくりと増加していく。



図3-1

ただし管内の空気(気柱)に生じる定常波は、管口部が腹になるものとする。また、ふたは振動しないものとする。

問1 スピーカーと気柱の間で、はじめて共鳴が起こった。このとき、気柱に生じた定常波の波長 λ_1 として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄(ア)にマークしなさい。

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

問2 問1からさらに振動数を増すと一旦共鳴は止み、さらに増やしていくと再び共鳴が起こった。このとき気柱に生じている定常波の波長 λ_2 (イ)、振動数 f_2 (ウ)、周期 T_2 (エ)として最も適切なものを次の選択肢からそれぞれ1つ選び、解答欄にマークしなさい。ただし音速を V とする。

イの選択肢

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

ウの選択肢

- ① $\frac{V}{4\lambda_2}$ ② $\frac{V}{2\lambda_2}$ ③ $\frac{3V}{4\lambda_2}$ ④ $\frac{V}{\lambda_2}$ ⑤ $\frac{5V}{4\lambda_2}$
⑥ $\frac{V\lambda_2}{4}$ ⑦ $\frac{V\lambda_2}{2}$ ⑧ $\frac{3V\lambda_2}{4}$ ⑨ $V\lambda_2$ ⑩ $\frac{5V\lambda_2}{4}$

(物 理)

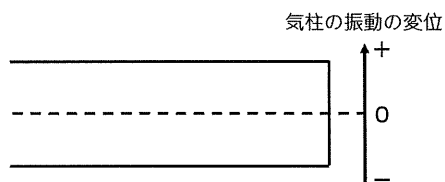
エの選択肢

- ① $\frac{Vf_2}{4}$ ② $\frac{Vf_2}{2}$ ③ $\frac{3Vf_2}{4}$ ④ Vf_2 ⑤ $\frac{5Vf_2}{4}$
⑥ $\frac{1}{4f_2}$ ⑦ $\frac{1}{f_2}$ ⑧ $\frac{4}{3f_2}$ ⑨ $\frac{2}{f_2}$ ⑩ $\frac{4}{f_2}$

問3 問1, 2で述べたように, 気柱の振動が定常波となる場合に, スピーカーと気柱の間で共鳴が起こる. ここで管の軸方向の座標に沿って気柱の振動に注目すると, 音波は **オ** であるので, 各々の座標における空気の振動の変位の影響を受け, 空気の密度も変化する. 例えば気柱に生じる定常波の **カ** では, 時間と共に空気は大きく変位するが密度はほとんど変化しない. 一方, **キ** では空気は変位しないが, 密度は大きく変化する. **オ** ~ **キ** にあてはまる最も適切な語を次の選択肢からそれぞれ1つ選び, 解答欄にマークしなさい.

- ① 振動数 ② 波長 ③ 固有振動 ④ 節 ⑤ 腹
⑥ 倍振動 ⑦ うなり ⑧ 縦波 ⑨ 横波 ⑩ 可聴音

問4 問2のとき, 気柱の平均密度が最大となる時刻を t_0 とする. このとき, 次の(a), (b), (c)の時刻における気柱の振動の変位を表す曲線をそれぞれ描き, グラフを作成しなさい.



- (a) t_0 のとき
(b) $t_0 + T_2/4$ のとき
(c) $t_0 + T_2/2$ のとき

図3-2

その際, 図3-2を解答用紙の解答欄Bに書き写し, その中にそれぞれの時刻の対応する気柱の変位を表す曲線を描き, (a), (b), (c)の記号を付けて区別しなさい. ただし管の軸方向に対して右向きの変位を縦軸の正に, 左向きの変位を負にとるものとする.

(物 理)

問5 問2の状態からふたを外し、さらに振動数を増していった。次に共鳴が起こるときの振動数 f_3 として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄(ク)にマークしなさい。

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

問6 次に、スピーカーの振動数を $99V/2L$ に設定し、一定の速さ v で開管に近づけたところ共鳴が起こり、開管内に定常波の節となる場所が100箇所生じた。このとき、スピーカーの速さ v として最も適切なものを次の選択肢から1つ選び、解答欄(ケ)にマークしなさい。ただしスピーカーは管と衝突しないものとする。

- ① 0 ② $\frac{V}{200}$ ③ $\frac{V}{198}$ ④ $\frac{V}{150}$ ⑤ $\frac{2V}{297}$
⑥ $\frac{V}{100}$ ⑦ $\frac{V}{99}$ ⑧ $\frac{2V}{99}$ ⑨ $\frac{V}{50}$ ⑩ $\frac{V}{49}$

