

## 令和6年度入学試験問題

## 受験上の注意

1. 監督の指示により，解答用紙に受験番号（算用数字），氏名，フリガナ，解答する科目を記入し，受験番号，該当する試験日，解答する科目をマークしてください。記入については解答用紙の注意事項に従ってください。
2. 問題冊子の解答番号と解答用紙の番号を間違えないように注意してください。
3. 科目およびページは，次のとおりです。試験開始の合図があったら，まず受験する科目のページ数を確認してください。

科目	ページ
物理	4～18
化学	20～26
生物	28～42
地学	44～53

4. 定規，分度器，コンパス，電卓は使用できません。
5. 受験票を試験時間中は，机上の受験番号の下に呈示しておいてください。
6. 質問，その他用件があるときは，手を挙げて合図してください。
7. 試験時間中の退場は認めません。
8. 試験時間は60分です。
9. この問題冊子は持ち帰ってください。

開始の合図があるまで開かないでください

# 物 理

〔 I 〕～〔 IV 〕の各問いに答えなさい。解答はそれぞれの問いの解答群から選び、解答用紙にその記号をマークしなさい。数値を問う問題においては、計算結果が解答群の値と完全に一致しない場合は、最も近い数値を選びなさい。なお、該当する解答がない場合には、記号①をマークしなさい。

〔 I 〕 図1のA-B-C-Dはなめらかな面で、A-B-Cは水平面、C-Dは斜面となっていて、Cでなめらかにつながっている。物体1がAから一定の速さで水平面に沿ってすべってきて、Bで静止していた物体2に衝突する。特にことわらない限り、物体1、物体2の質量はいずれも  $m[\text{kg}]$  であり、衝突前の物体1の速さは  $v[\text{m/s}]$  である。衝突後の物体2はCを通過して斜面を登り、A-B-Cを含む水平面から鉛直方向に測った高さが  $h[\text{m}]$  のところに達して瞬間的に静止し、それから斜面をCの方にもどる。この状況のもとで起こることについて、以下の問いに答えなさい。ただし、重力加速度の大きさを  $g[\text{m/s}^2]$  とする。また、物体は同一鉛直面上を運動し、Dに到達することはないものとし、物体の回転運動は無視できるものとする。[解答番号  ～  ]

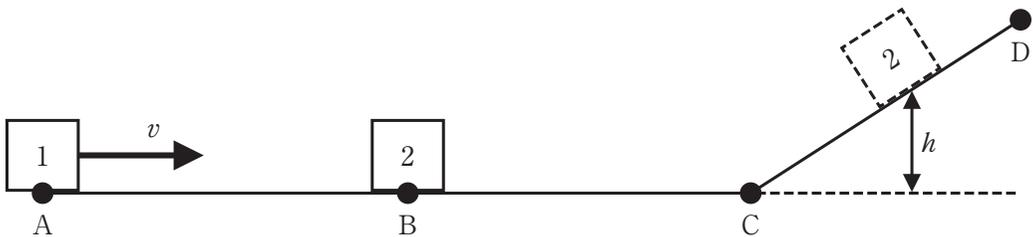


図1

(1) 衝突が弾性衝突であるとき、高さ  $h$  はいくらか。この  $h$  の値を  $h_0$  [m] とする。

[  の解答群 ]

- (a)  $\frac{v^2}{4g}$    (b)  $\frac{v^2}{2g}$    (c)  $\frac{v^2}{g}$    (d)  $\frac{3v^2}{2g}$    (e)  $\frac{2v^2}{g}$    (f) 0
- (g)  $\frac{v}{2g}$    (h)  $\frac{v}{g}$    (i)  $\frac{2v}{g}$

(2) 衝突が完全非弾性衝突であり、衝突後の物体 1 と物体 2 が一体となって運動するときの高さ  $h$  は、 $h_0$  の何倍になるか。

[  の解答群 ]

- (a)  $\frac{1}{16}$  倍   (b)  $\frac{1}{9}$  倍   (c)  $\frac{1}{8}$  倍   (d)  $\frac{1}{4}$  倍   (e)  $\frac{1}{3}$  倍
- (f)  $\frac{1}{2\sqrt{2}}$  倍   (g)  $\frac{1}{2}$  倍   (h)  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  倍   (i) 1 倍

(3) 衝突前の物体 1 の速さが  $2v$  であり、衝突が弾性衝突であるときの高さ  $h$  は、 $h_0$  の何倍になるか。

[  の解答群 ]

- (a) 0 倍   (b) 1 倍   (c)  $\frac{25}{16}$  倍   (d)  $\frac{16}{9}$  倍   (e)  $\frac{9}{4}$  倍   (f)  $\frac{3}{2}$  倍
- (g) 2 倍   (h) 4 倍   (i) 8 倍

- (4) 物体1を質量が $2m$ であるものにとりかえる。衝突前の物体1の速さが $v$ であり、衝突が弾性衝突であるとき、衝突直後の物体1の速度の大きさと向きはどうなるか。正しい組み合わせを選択せよ。ただし、AからBに向かう向きを「右向き」とする。

4

[ 4 ]の解答群]

- (a) 大きさ： $2v$ ， 向き：左向き      (b) 大きさ： $v$ ， 向き：左向き  
(c) 大きさ： $\frac{1}{2}v$ ， 向き：左向き      (d) 大きさ： $\frac{1}{3}v$ ， 向き：左向き  
(e) 大きさ： $\frac{1}{4}v$ ， 向き：左向き      (f) 大きさ： $0$   
(g) 大きさ： $\frac{1}{4}v$ ， 向き：右向き      (h) 大きさ： $\frac{1}{3}v$ ， 向き：右向き  
(i) 大きさ： $\frac{1}{2}v$ ， 向き：右向き

- (5) 上記(4)の場合の高さ $h$ は、 $h_0$ の何倍になるか。 5

[ 5 ]の解答群]

- (a) 0倍      (b) 1倍      (c)  $\frac{25}{16}$ 倍      (d)  $\frac{16}{9}$ 倍      (e)  $\frac{9}{4}$ 倍      (f)  $\frac{3}{2}$ 倍  
(g) 2倍      (h) 4倍      (i) 8倍

〔Ⅱ〕 図2のように、質量  $m$  [kg]、面積  $S$  [m<sup>2</sup>] のピストンのついた円筒形で真空の断熱容器が鉛直に立てて置かれている。ピストンと断熱容器はばね定数  $k$  [N/m] の軽いばねでつながっており、ピストンはなめらかに動けるようになっている。ピストンの下部に 1 mol の単原子分子の理想気体を入れたところ、ピストンがゆっくりと上昇し、ばねが自然長  $x_1$  [m] となる高さで静止した (状態①, 図2左)。つぎに、ピストン下部の気体を加熱したところ、ピストンがゆっくりと上昇し、ばねの長さが  $x_2$  [m] ( $x_2 > x_1$ ) となる高さでピストンが静止した (状態②, 図2右)。このとき、以下の問いに答えなさい。ただし、気体定数を  $R$  [J/(mol · K)]、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。[解答番号  ~

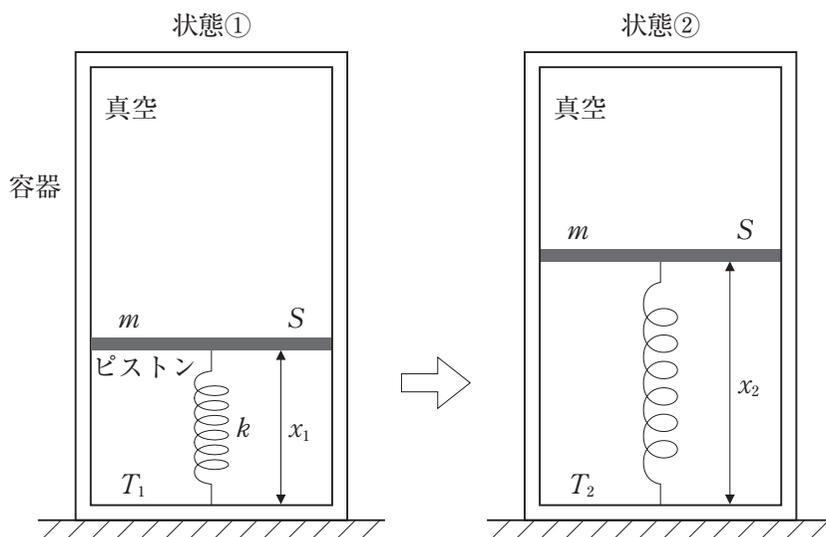


図2

(1) 状態①の気体の絶対温度  $T_1$  [K] を求めよ。

[  の解答群 ]

- a  $\frac{mg}{R}x_1$    
 b  $\frac{R}{mg}x_1$    
 c  $\frac{mg}{RS}x_1$    
 d  $\frac{RS}{mg}x_1$    
 e  $\frac{mg}{R}$    
 f  $\frac{RS}{mg}$

(2) 状態②の気体の絶対温度  $T_2$ [K] を求めよ。 7

[ 7 ] の解答群]

- (a)  $\frac{mg+kx_2}{R}x_2$       (b)  $\frac{R}{mg+kx_2}x_2$       (c)  $\frac{mg+kx_2}{RS}x_2$   
(d)  $\frac{RS}{mg+kx_2}x_2$       (e)  $\frac{mg+k(x_2-x_1)}{R}x_2$       (f)  $\frac{R}{mg+k(x_2-x_1)}x_2$   
(g)  $\frac{mg+k(x_2-x_1)}{RS}x_2$       (h)  $\frac{RS}{mg+k(x_2-x_1)}x_2$

(3) 状態①から状態②になるまでの気体の内部エネルギーの変化量を求めよ。 8

[ 8 ] の解答群]

- (a)  $\frac{1}{2}Rk(x_2-x_1)$       (b)  $\frac{3}{2}Rk(x_2-x_1)$       (c)  $\frac{1}{2}RSk(x_2-x_1)$   
(d)  $\frac{3}{2}RSk(x_2-x_1)$       (e)  $\frac{1}{2}(mg+kx_2)(x_2-x_1)$       (f)  $\frac{3}{2}(mg+kx_2)(x_2-x_1)$   
(g)  $\frac{1}{2}R(mg+kx_2)(x_2-x_1)$       (h)  $\frac{3}{2}R(mg+kx_2)(x_2-x_1)$

(4) 状態①から状態②になるまでの間、気体がした仕事を求めよ。 9

[ 9 ] の解答群]

- (a)  $(x_2-x_1)\left(\frac{1}{2}Rk+mg\right)$       (b)  $(x_2-x_1)\left(\frac{3}{2}Rk+mg\right)$   
(c)  $(x_2-x_1)\left\{\frac{1}{2}R(x_2-x_1)+mg\right\}$       (d)  $(x_2-x_1)\left\{\frac{3}{2}R(x_2-x_1)+mg\right\}$   
(e)  $(x_2-x_1)\left\{\frac{1}{2}k(x_2-x_1)+mg\right\}$       (f)  $(x_2-x_1)\left\{\frac{3}{2}k(x_2-x_1)+mg\right\}$

(5) 状態①から状態②になるまでの間, 気体に与えられた熱量を求めよ。 10

[ 10 の解答群 ]

- Ⓐ  $(x_2 - x_1) \left( \frac{3}{2} mg + \frac{1}{2} Rk \right)$       Ⓑ  $(x_2 - x_1) \left( \frac{5}{2} mg + \frac{1}{2} Rk \right)$
- Ⓒ  $(x_2 - x_1) \left\{ \frac{3}{2} mg + \frac{1}{2} k(x_2 - x_1) \right\}$       Ⓓ  $(x_2 - x_1) \left\{ \frac{5}{2} mg + \frac{1}{2} k(x_2 - x_1) \right\}$
- Ⓔ  $(x_2 - x_1) \left\{ \frac{3}{2} mg + \frac{1}{2} k(4x_2 - x_1) \right\}$       Ⓕ  $(x_2 - x_1) \left\{ \frac{5}{2} mg + \frac{1}{2} k(4x_2 - x_1) \right\}$

〔Ⅲ〕 振動数 $f_0$ [Hz]の音を発する音源をS, その音を観測する観測者をOとする。  
 まず, 図3(a)のように, Sは右向きに $v$ [m/s]の速さで移動し, Oは静止した状態で音を観測した。つぎに, 図3(b)のように, Sは右向きに $v$ [m/s]の速さで移動し, Oは左向きに $u$ [m/s]の速さで移動しながら音を観測した。SとOは常に一直線上にあり, 音速を $V$ [m/s], Sが静止しているときに発する音の波長を $\lambda$ [m]とする。また, 特にことわらない限り, 風は吹いていないものとする。このとき, 以下の問いに答えなさい。[解答番号  ~



図3

(1)  $V$  と  $f_0$ ,  $\lambda$  との関係はどのように表されるか。

[  ]の解答群]

- (a)  $V = \frac{1}{2} \cdot f_0 \lambda$     (b)  $V = \frac{1}{2} \cdot \frac{f_0}{\lambda}$     (c)  $V = \frac{1}{2} \cdot \frac{\lambda}{f_0}$     (d)  $V = f_0 \lambda$   
 (e)  $V = \frac{f_0}{\lambda}$     (f)  $V = \frac{\lambda}{f_0}$     (g)  $V = 2f_0 \lambda$     (h)  $V = 2 \frac{f_0}{\lambda}$   
 (i)  $V = 2 \frac{\lambda}{f_0}$

(2) 図3(a)の場合、Oが観測する音の振動数はいくらか。 12

[ 12 の解答群]

- (a)  $\frac{v}{v+V}f_0$     (b)  $\frac{v}{v-V}f_0$     (c)  $\frac{v-V}{v+V}f_0$     (d)  $\frac{v+V}{v-V}f_0$   
(e)  $\frac{V}{V+v}f_0$     (f)  $\frac{V}{V-v}f_0$     (g)  $\frac{V-v}{V+v}f_0$     (h)  $\frac{V+v}{V-v}f_0$   
(i)  $f_0$

(3) 図3(b)の場合、Oが観測する音の振動数はいくらか。 13

[ 13 の解答群]

- (a)  $\frac{V-u}{V-v}f_0$     (b)  $\frac{V-v}{V-u}f_0$     (c)  $\frac{V-u}{V+v}f_0$     (d)  $\frac{V+u}{V-v}f_0$   
(e)  $\frac{V+v}{V-u}f_0$     (f)  $\frac{V-v}{V+u}f_0$     (g)  $\frac{u}{v}f_0$     (h)  $\frac{v}{u}f_0$   
(i)  $f_0$

(4) 図3(a)の場合と比べて図3(b)の場合では、Oが観測する音の振動数および音の高さはどうなるか。正しい組み合わせを選択せよ。 14

[ 14 の解答群]

- (a) 振動数：大きい,      音の高さ：高い  
(b) 振動数：大きい,      音の高さ：変わらない  
(c) 振動数：大きい,      音の高さ：低い  
(d) 振動数：変わらない, 音の高さ：高い  
(e) 振動数：変わらない, 音の高さ：変わらない  
(f) 振動数：変わらない, 音の高さ：低い  
(g) 振動数：小さい,      音の高さ：高い  
(h) 振動数：小さい,      音の高さ：変わらない  
(i) 振動数：小さい,      音の高さ：低い

(5) つぎに、図 3(b)の状態において、S の移動する向きとは逆向きに一定の速さ  $w$  [m/s] の風が一様に吹いている場合を考える。この場合の O が観測する音の振動数はいくらか。 15

[ 15 ] の解答群]

- (a)  $\frac{V-w-u}{V-w-v}f_0$     (b)  $\frac{V-w-v}{V-w-u}f_0$     (c)  $\frac{V-w-u}{V-w+v}f_0$     (d)  $\frac{V-w+u}{V-w-v}f_0$   
 (e)  $\frac{V-w+v}{V-w-u}f_0$     (f)  $\frac{V-w-v}{V-w+u}f_0$     (g)  $\frac{uw}{v}f_0$     (h)  $\frac{v}{uw}f_0$   
 (i)  $wf_0$

〔IV〕 図4(a)のように、抵抗値  $R[\Omega]$  の抵抗、自己インダクタンス  $L[\text{H}]$  のコイル、電気容量  $C[\text{F}]$  のコンデンサーを直列に接続し、電圧の角周波数を自由に設定できる交流電源につないだ。はじめに、電源電圧の角周波数の設定をある値に固定し、コンデンサーの両端  $bc$  間の電圧（ $c$  に対する  $b$  の電位）をオシロスコープで観測したところ、図4(b)のようになった。コンデンサーの両端の電圧の最大値は  $V_c[\text{V}]$ 、周期は  $T[\text{s}]$  である。このとき、以下の問いに答えなさい。

[解答番号  ~  ]

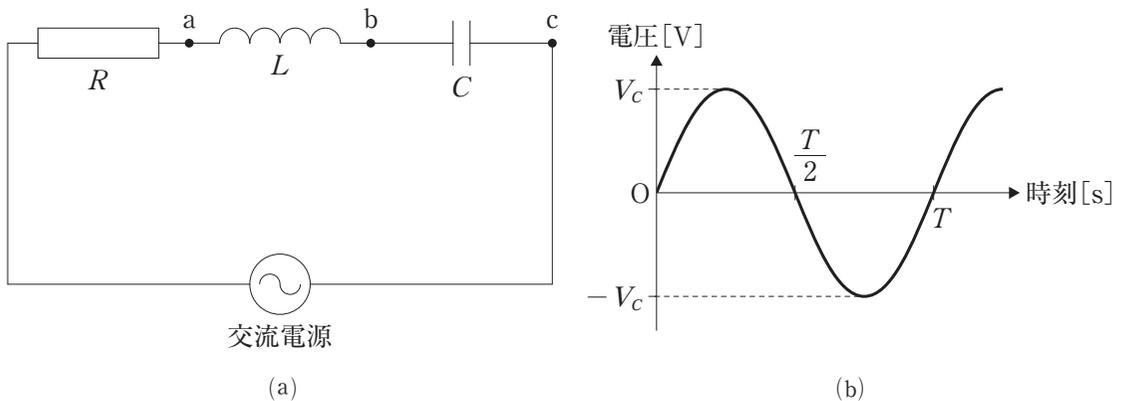


図4

(1) 電源電圧の角周波数は、はじめいくらに設定したか。

[  の解答群 ]

- a  $T$    
 b  $\frac{1}{T}$    
 c  $2\pi T$    
 d  $\frac{\pi}{T}$    
 e  $\frac{T}{\pi}$    
 f  $\frac{2\pi}{T}$
- g  $\frac{T}{2\pi}$    
 h  $\frac{\pi}{2T}$    
 i  $\frac{2T}{\pi}$

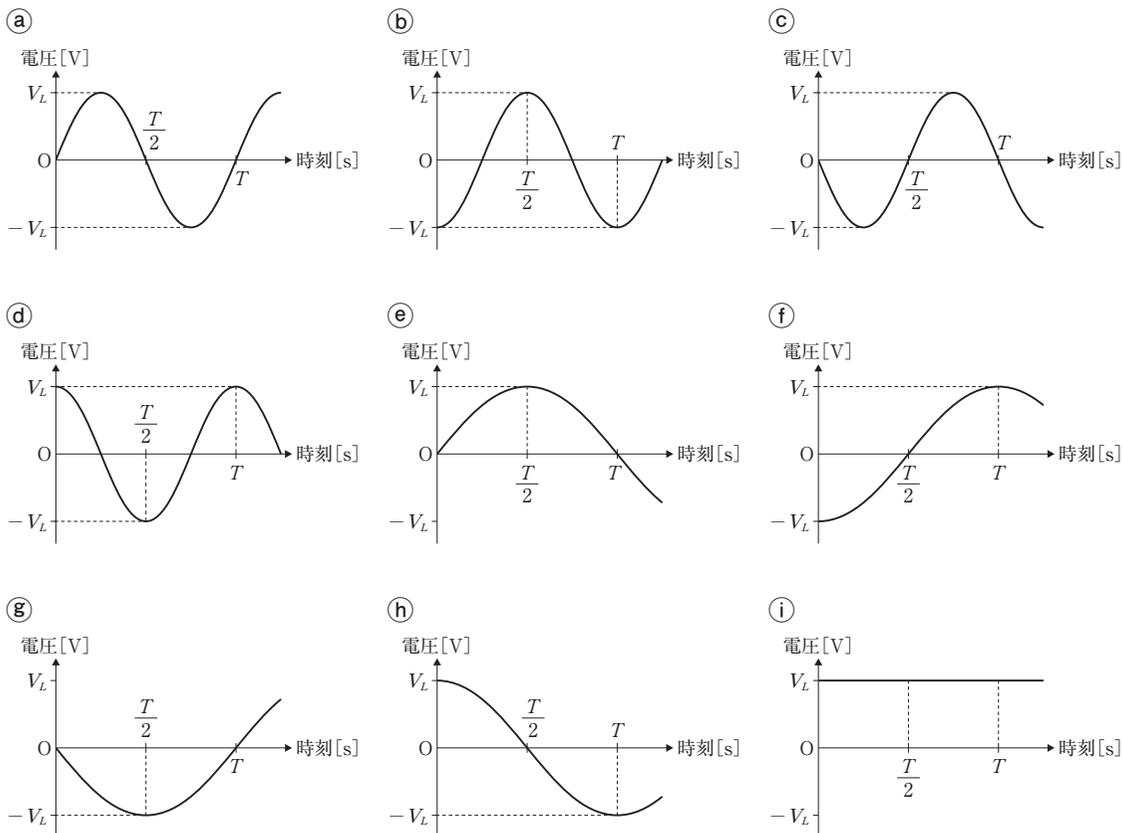
(2) 回路を流れる電流の実効値はいくらか。 17

[ 17 ] の解答群]

- (a)  $\frac{\pi C V_c}{2T}$     (b)  $\frac{\pi C V_c}{\sqrt{2}T}$     (c)  $\frac{\sqrt{2}\pi C V_c}{T}$     (d)  $\frac{2\pi C V_c}{T}$     (e)  $\frac{T V_c}{2\pi C}$   
 (f)  $\frac{T V_c}{\sqrt{2}\pi C}$     (g)  $\frac{\sqrt{2}T V_c}{\pi C}$     (h)  $\frac{2T V_c}{\pi C}$     (i)  $\frac{C V_c}{2\pi T}$

(3) 図 4(b) と同時刻に、コイルの両端 ab 間の電圧 (b に対する a の電位) をオシロスコープで観測すると、その波形はどのようになるか。ただし、コイルの両端間の電圧の最大値は  $V_L$  [V] とする。 18

[ 18 ] の解答群]



(4) コイルの両端 ab 間の電圧の最大値  $V_L$  はいくらか。 19

[ 19 の解答群 ]

- Ⓐ  $\frac{1}{LC}V_c$    Ⓑ  $\frac{C}{L}V_c$    Ⓒ  $\frac{1}{\sqrt{LC}}V_c$    Ⓓ  $\frac{2\pi LC}{T}V_c$   
Ⓔ  $\frac{2\pi C}{LT}V_c$    Ⓕ  $\frac{2\pi\sqrt{LC}}{T}V_c$    Ⓖ  $\frac{4\pi^2 LC}{T^2}V_c$    Ⓗ  $\frac{4\pi^2 C}{LT^2}V_c$   
Ⓘ  $\frac{4\pi^2\sqrt{LC}}{T^2}V_c$

(5) つぎに、電源電圧の角周波数を変化させたところ、ac 間の電圧が常に 0 V となった。このときのコンデンサーの両端 bc 間の電圧の最大値を  $V_c'$  [V] とすると、回路を流れる電流の実効値はいくらとなるか。 20

[ 20 の解答群 ]

- Ⓐ  $\frac{C}{2L}V_c'$    Ⓑ  $\frac{C}{L}V_c'$    Ⓒ  $\frac{L}{2C}V_c'$    Ⓓ  $\frac{L}{C}V_c'$   
Ⓔ  $\sqrt{\frac{C}{2L}}V_c'$    Ⓕ  $\sqrt{\frac{C}{L}}V_c'$    Ⓖ  $\sqrt{\frac{L}{2C}}V_c'$    Ⓗ  $\sqrt{\frac{L}{C}}V_c'$   
Ⓘ  $\frac{1}{\sqrt{LC}}V_c'$