

27

P

2025年度

物理

問題冊子（1～5ページ）

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ないこと。
- (2) 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付いた場合は，手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし，解答に関係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある受験学部・学科コード，受験番号，氏名(カタカナ)を確認し，氏名欄に氏名(漢字)を記入すること。もし，印刷に間違いがあった場合は，手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例（選択式の場合）〕

例 1. 〔語群〕が二桁で〔11〕大阪〔12〕佐賀〔13〕長崎〔14〕東京 とある場合

	A		B		C	
問 X	16	17	18	19	20	21
	/	2	/	4	/	/

Aの解答が佐賀の場合

Bの解答が東京の場合

Cの解答が大阪の場合

例 2. 〔語群〕が一桁で〔1〕大学〔2〕中学校〔3〕高校〔4〕小学校 とある場合

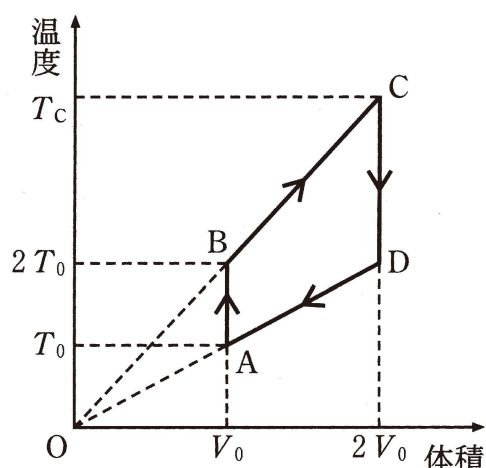
	a	b	c
問 X	51	52	53
	/	4	2

aの解答が大学の場合

bの解答が小学校の場合

cの解答が中学校の場合

〔 I 〕 図のように、 n モルの単原子分子理想気体を体積 V_0 、温度 T_0 の状態 A から、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ と状態を変化させた。状態 A と B は体積が V_0 で、状態 C と D は体積が $2V_0$ である。また、この図において、状態 D を表す点および状態 C を表す点はそれぞれ直線 OA および直線 OB の延長線上にある。気体定数を R として、以下の文中の 内に入れるのに適当なものを解答群の中から 1 つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。



状態 A における気体の圧力 p_A は、 $p_A =$ (1) である。また、状態 B における気体の温度は $2T_0$ であるから、その圧力は p_A の (2) 倍であることがわかる。また、 $A \rightarrow B$ の状態変化において、気体が外部にした仕事は (3) , 内部エネルギーの増加量は (4) , 気体が吸収した熱量は (5) である。

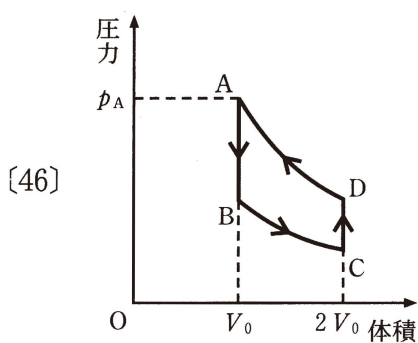
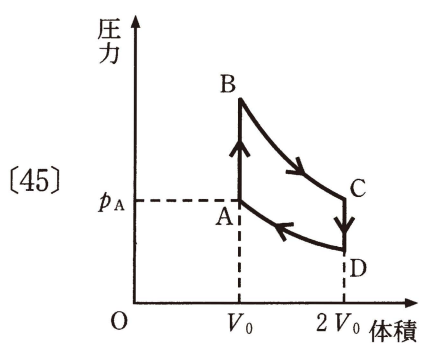
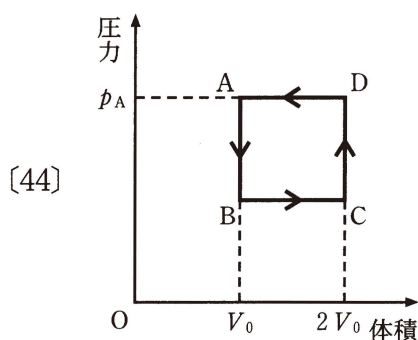
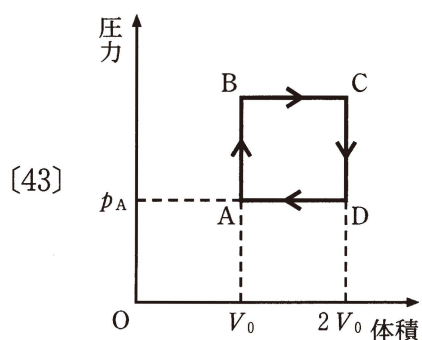
$B \rightarrow C$ の状態変化は、温度と体積が比例関係にあることから、 (6) である。状態 C の体積は $2V_0$ であるから、状態 C における気体の温度 T_c は、 T_0 を用いると、 $T_c =$ (7) である。 $B \rightarrow C$ の状態変化において気体が外部にした仕事は (8) であり、吸収した熱量は (9) である。

$D \rightarrow A$ の状態変化は (6) であり、状態 D における気体の温度 T_D は、 $T_D =$ (10) である。

$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ のサイクルを熱機関とみなし、1 サイクルで気体が吸収した熱量と外部にした正味の仕事の比(熱効率)を求めると、 (11) であることがわかる。また、このサイクルの圧力と体積の関係を表すグラフは (12) のようになる。

解答群

- [11] $\frac{V_0}{nRT_0}$ [12] $\frac{T_0}{nRV_0}$ [13] $\frac{nRT_0}{V_0}$ [14] $\frac{2nRT_0}{V_0}$
 [15] $\frac{1}{2}nRT_0$ [16] nRT_0 [17] $\frac{3}{2}nRT_0$ [18] $2nRT_0$
 [19] $\frac{5}{2}nRT_0$ [20] $3nRT_0$ [21] $\frac{7}{2}nRT_0$ [22] $4nRT_0$
 [23] $\frac{9}{2}nRT_0$ [24] $5nRT_0$ [25] $\frac{1}{2}T_0$ [26] T_0
 [27] $2T_0$ [28] $4T_0$ [29] 0 [30] $\frac{1}{12}$
 [31] $\frac{2}{13}$ [32] $\frac{2}{5}$ [33] $\frac{1}{2}$ [34] 1
 [35] 2 [36] 3 [37] 4 [38] 5
 [39] 断熱変化 [40] 等温変化 [41] 定積変化 [42] 定圧変化



〔Ⅱ〕 質量 m 、電気量 $-e$ ($e > 0$) の電子 1 個が、真空中で、磁束密度の大きさ B の一様な磁場からの力を受けて、磁場に垂直な平面内で等速円運動している。以下の文中の 内に入れるのに適当なものを対応する解答群の中から 1 つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。ただし、電子におよぼす重力の影響は無視できるものとし、電子の作る磁場は電子の運動に影響しないものとする。

磁場中の電子の円運動の半径を r 、速さを v とする。このとき、電子にはたらく力は (1) と呼ばれ、その方向は (2) を用いると (3) で、その大きさは (4) である。この電子にはたらく力が電子に対してする単位時間あたりの仕事は (5) である。円運動の加速度の大きさは (6) であるから、運動方程式を考えて、 v は r を用いると (7) となり、円運動の周期は (8) となる。このときの電子の円運動を円形電流とみなせば、その電流の強さは (9) である。この円形電流が円の中心に作り出す磁場の向きは (10) であり、その強さは (11) である。

解答群

- (1) [1] ローレンツ力 [2] 静電気力 [3] 核 力
- (2) [1] スネルの法則
 [2] フレミングの左手の法則
 [3] レンツの法則
- (3) [1] 運動方向に平行
 [2] 運動方向に垂直で磁束密度 B の磁場に平行
 [3] 運動方向に垂直で磁束密度 B の磁場にも垂直
- (4) [1] ev^2B [2] evB [3] eB [4] mvB
- (5) [1] 0 [2] $\frac{1}{2}mv^2$ [3] eB^2 [4] ev^2B
- (6) [1] $\frac{v^2}{r}$ [2] $\frac{v^2}{r^2}$ [3] rv^2 [4] $\frac{r^2}{v}$
- (7) [1] $\frac{mr^2}{eB}$ [2] $\frac{mr}{eB}$ [3] $\frac{meB}{r}$ [4] $\frac{erB}{m}$
- (8) [1] $\frac{2\pi m}{e^2B}$ [2] $\frac{2\pi m}{eB^2}$ [3] $\frac{2\pi m}{erB}$ [4] $\frac{2\pi m}{eB}$
- (9) [1] $\frac{eB}{2\pi m}$ [2] $\frac{e^2B}{2\pi m}$ [3] $\frac{eB^2}{2\pi m}$ [4] $\frac{eB}{\pi m}$
- (10) [1] 磁束密度 B の磁場と平行で同じ向き
 [2] 磁束密度 B の磁場と平行で逆向き
 [3] 円形電流の中心に向かう向き
 [4] 円形電流の中心から外に向かう向き
- (11) [1] $\frac{e^2B}{4\pi mr}$ [2] $\frac{e^2B}{4\pi^2 mr}$ [3] $\frac{2\pi m}{e^2B}$ [4] $\frac{4\pi^2 m}{e^2B}$

〔Ⅲ〕 質量 M の人工衛星が、地表から高さ h で、地球を中心として、等速円運動をしている。地球を質量 M_0 、半径 R の密度が一様な球とし、自転、公転の影響はないものとする。地表での重力加速度の大きさを g 、地球から無限遠の地点を万有引力による位置エネルギーの基準点として、以下の問いに答えよ。

- (1) 地表の物体にはたらく重力は、物体と地球の間にはたらく万有引力と等しい。また、地表の物体にはたらく重力は、地球の全質量が地球の中心に集まった場合の万有引力と考えてよい。これらのことから、万有引力定数を M_0 、 g 、 R を用いて表せ。
- (2) 人工衛星の向心加速度の大きさはいくらか。 R 、 h 、 g を用いて表せ。
- (3) 人工衛星の速さ V はいくらか。 R 、 h 、 g を用いて表せ。
- (4) 人工衛星の運動エネルギーはいくらか。 M 、 R 、 h 、 g を用いて表せ。
- (5) 人工衛星の万有引力による位置エネルギーはいくらか。 M 、 R 、 h 、 g を用いて表せ。

人工衛星が、軌道を変えるために、質量 m ($m < M$) の物体を、人工衛星の進行方向に対して真うしろに、瞬間的に発射した。発射された物体の、発射前の人工衛星に対する相対速度の大きさを v とする。

- (6) 物体を発射した直後の人工衛星の速さ V' はいくらか。 V を含む式で表せ。
- (7) 物体を発射した直後の人工衛星の力学的エネルギーはいくらか。 M 、 m 、 R 、 V' 、 h 、 g を用いて表せ。
- (8) 物体を発射した後、人工衛星が無限の遠方へ飛んで行くことができるための V' の最小値はいくらか。 R 、 h 、 g を用いて表せ。

②8 P 2025年度 物 理

問 題 冊 子 (1～5 ページ)

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ないこと。
- (2) 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付いた場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし、解答に関係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある受験学部・学科コード、受験番号、氏名(カタカナ)を確認し、氏名欄に氏名(漢字)を記入すること。もし、印刷に間違いがあった場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例(選択式の場合)〕

例 1. 〔語群〕が二桁で〔11〕 大阪 〔12〕 佐賀 〔13〕 長崎 〔14〕 東京 とある場合

問 X	A		B		C	
	16	17	18	19	20	21
	/	2	/	4	/	/

Aの解答が佐賀の場合 → 17
Bの解答が東京の場合 → 19
Cの解答が大阪の場合 → 20

例 2. 〔語群〕が一桁で〔1〕 大学 〔2〕 中学校 〔3〕 高校 〔4〕 小学校 とある場合

問 X	a	b	c
	51	52	53
	/	4	2

aの解答が大学の場合 → 51
bの解答が小学校の場合 → 52
cの解答が中学校の場合 → 53

- 〔Ⅰ〕 図のような、物体の射出装置を考える。この装置では、ばね定数 k の軽いばねの一端が固定され、他端に質量 m の薄い板が取り付けられている。射出される物体の質量を $3m$ 、重力加速度の大きさを g として、以下の文中の 内に入れるのに適当なものを対応する解答群の中から1つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。ただし、空気抵抗は無視できるものとする。

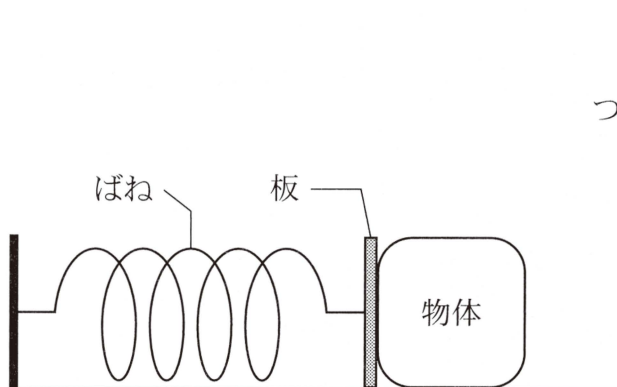


図 1

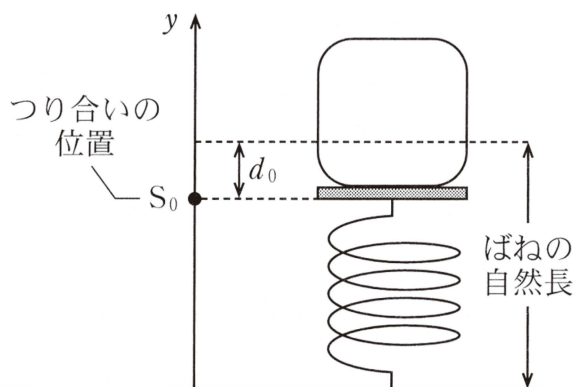


図 2

まず、図1のように、装置をなめらかな水平面上に固定した。物体を板に押しつけ、ばねを自然長から a ($a > 0$) だけ縮めたときは、ばねの弾性力による位置エネルギーは (1) である。この位置で物体を静かにはなしたところ、物体と板は一体となって動きはじめ、ばねが自然長に達したところで、物体が板からはなれ、速さ (2) で射出された。物体が射出されたあと、板は単振動をはじめた。その周期は (3) , 振幅は (4) であった。

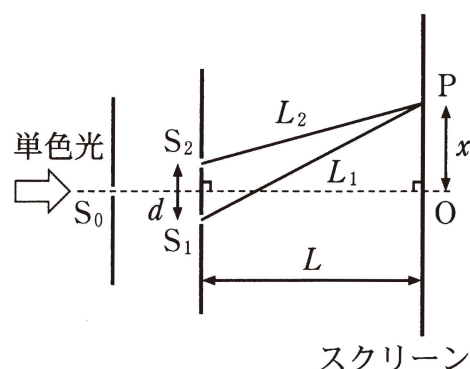
次に、図2のように、装置を鉛直に固定し、鉛直方向上向きを正として y 軸をとった。物体を板の上端においたところ、ばねが自然長から d_0 ($d_0 > 0$) だけ縮んだ位置 S_0 で静止した。このとき、板が物体におよぼす力の大きさを N とすると、物体の y 方向の力のつりあいの式は (5) , 板の y 方向の力のつりあいの式は (6) となるので、 $d_0 =$ (7) となる。物体に力を加え、ばねを S_0 からさらに d_1 ($d_1 > 0$) だけ縮めた状態で静かにはなしたところ、物体と板は水平をたもったまま、一体となって、鉛直上向きの運動をはじめた。運動をはじめた直後の物体と板の加速度の大きさは (8) である。物体と板が一体のまま、板が S_0 から h ($h > 0$) だけ上側に達したとすると、板が物体におよぼす力の大きさは (9) になる。 (9) が0になる位置で、物体は板からはなれることになるので、 d_1 が (10) より大きいことが、物体が射出されるための条件である。

解答群

- (1) [1] 0 [2] ka [3] $\frac{1}{2}ka^2$ [4] ka^2
- (2) [1] $\frac{a}{2}\sqrt{\frac{k}{m}}$ [2] $\frac{a}{\sqrt{3}}\sqrt{\frac{k}{m}}$ [3] $\frac{a}{\sqrt{2}}\sqrt{\frac{k}{m}}$ [4] $a\sqrt{\frac{k}{m}}$
- (3) [1] $2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ [2] $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ [3] $2\pi\sqrt{\frac{3m}{k}}$ [4] $2\pi\sqrt{\frac{4m}{k}}$
- (4) [1] $\frac{a}{2}$ [2] $\frac{a}{\sqrt{3}}$ [3] a [4] $\sqrt{3}a$
- (5) [1] $N = 4mg$ [2] $N = 3mg$
 [3] $N = mg$ [4] $N = -mg$
- (6) [1] $kd_0 = N + 4mg$ [2] $kd_0 = N + 3mg$
 [3] $kd_0 = N + mg$ [4] $kd_0 = N - mg$
- (7) [1] $\frac{mg}{k}$ [2] $\frac{3mg}{k}$ [3] $\frac{4mg}{k}$ [4] $\frac{8mg}{k}$
- (8) [1] $\frac{kd_1}{4m}$ [2] $\frac{kd_1}{3m}$ [3] $\frac{kd_1}{2m}$ [4] $\frac{kd_1}{m}$
- (9) [1] $mg - \frac{3kh}{4}$ [2] $mg - \frac{kh}{2}$
 [3] $3mg - \frac{3kh}{4}$ [4] $3mg - \frac{kh}{2}$
- (10) [1] $\frac{mg}{k}$ [2] $\frac{2mg}{k}$ [3] $\frac{3mg}{k}$ [4] $\frac{4mg}{k}$

〔Ⅱ〕 図のように、光源から出た単色光を単ス

リット S_0 で回折させ、複スリット S_1, S_2 を通してスクリーンに当てたところ、スクリーン上に明暗の縞模様ができた。 S_1, S_2 は S_0 から等距離にあり、 S_1, S_2 の間隔は d 、複スリットからスクリーンまでの距離は L であ



あった。スクリーン上において、 S_1, S_2 から

等距離の点を点 O 、点 O からの距離が x の点を点 P 、 $S_1P = L_1$ 、 $S_2P = L_2$ として、 $L_1 \geq L_2$ の場合を考える。 x, d は L に比べて十分に小さいとして、以下の文中の 内に入れるのに適当なものを対応する解答群の中から 1 つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。

まず、この装置全体を真空中に設置した。このとき、光源から出た単色光の波長は λ であった。点 P において光が弱め合う条件は、 0 または正の整数である m を用いて、経路差 $L_1 - L_2 =$ (1) と表される。 L_1 は、三平方の定理を使うと L, d, x を用いて (2) と表すことができる。ここで、 $|a|$ が 1 より十分小さいときに $\sqrt{1+a} \doteq 1 + \frac{1}{2}a$ が成り立つので、 x, d は L に比べて十分に小さいことから、 L_1 は (3) と近似できる。 L_2 についても同様に近似すると、 (4) と表せる。このとき、経路差は $L_1 - L_2 =$ (5) と表せ、点 O からはかった暗線の位置は (6) と表せる。したがって、隣り合う暗線間の距離は (7) となる。 S_1 と S_2 の間隔 d を小さくすると、隣り合う暗線間の距離は (8) ことがわかる。

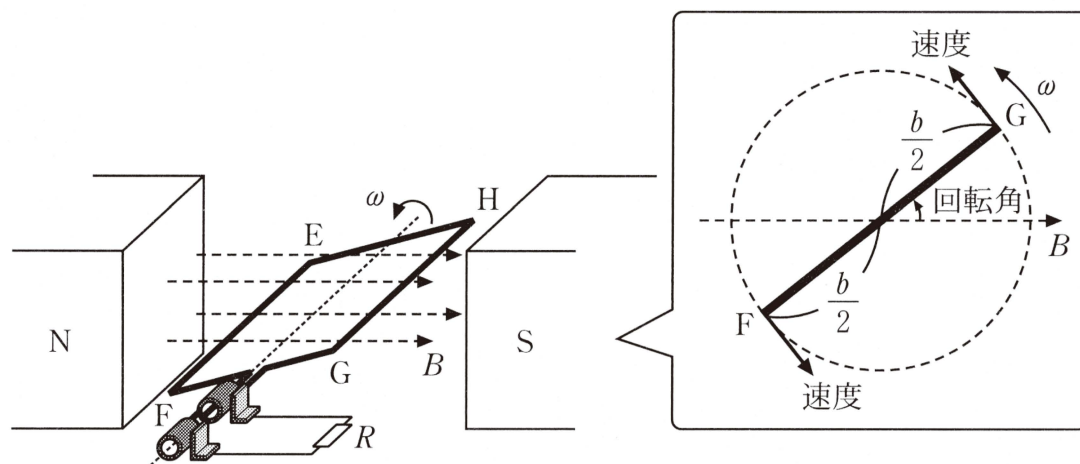
青色光を出す光源を用いた場合と赤色光を出す光源を用いた場合について、隣り合う暗線間の距離を考える。青色光の波長は赤色光の波長と比べると (9) 。このことから、青色光を用いた場合は、赤色光を用いた場合と比べて、隣り合う暗線間の距離は (10) ことがわかる。

つぎに、装置全体を屈折率 $n (n > 1)$ の液体中に設置した。この液体中では、光の波長は真空中の波長に比べて (11) 倍になる。したがって、隣り合う暗線間の距離は、真空中の暗線間の距離の (12) 倍となることがわかる。

解答群

- (1) [1] $\frac{m\lambda}{2}$ [2] $m\lambda$
 [3] $\frac{(2m+1)\lambda}{2}$ [4] $(2m+1)\lambda$
- (2) [1] $\sqrt{L^2 - (x+d)^2}$ [2] $\sqrt{L^2 - \left(x + \frac{d}{2}\right)^2}$
 [3] $\sqrt{L^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2}$ [4] $\sqrt{L^2 + (x+d)^2}$
- (3) [1] $L - \frac{1}{2L}(x+d)^2$ [2] $L - \frac{1}{2L}\left(x + \frac{d}{2}\right)^2$
 [3] $L + \frac{1}{2L}\left(x + \frac{d}{2}\right)^2$ [4] $L + \frac{1}{2L}(x+d)^2$
- (4) [1] $L - \frac{1}{2L}(x-d)^2$ [2] $L - \frac{1}{2L}\left(x - \frac{d}{2}\right)^2$
 [3] $L + \frac{1}{2L}\left(x - \frac{d}{2}\right)^2$ [4] $L + \frac{1}{2L}(x-d)^2$
- (5) [1] $\frac{dx}{2L}$ [2] $\frac{dx}{L}$ [3] $\frac{2dx}{L}$ [4] $\frac{4dx}{L}$
- (6) [1] $\frac{(2m+1)L\lambda}{4d}$ [2] $\frac{(2m+1)L\lambda}{2d}$
 [3] $\frac{mL\lambda}{2d}$ [4] $\frac{mL\lambda}{d}$
- (7) [1] $\frac{Ld}{2\lambda}$ [2] $\frac{Ld}{\lambda}$ [3] $\frac{L\lambda}{2d}$ [4] $\frac{L\lambda}{d}$
- (8) [1] 小さくなる [2] 変わらない [3] 大きくなる
- (9) [1] 短い [2] 等しい [3] 長い
- (10) [1] 小さくなる [2] 変わらない [3] 大きくなる
- (11) [1] $\frac{1}{n}$ [2] $\frac{1}{\sqrt{n}}$ [3] $\sqrt{n}$ [4] n
- (12) [1] $\frac{1}{n}$ [2] $\frac{1}{\sqrt{n}}$ [3] $\sqrt{n}$ [4] n

- 〔Ⅲ〕 図のように、磁束密度の大きさが B の一様な磁場中に長方形のコイル $GHEF$ を置いた。このコイルの辺 GH の長さは a 、辺 FG の長さは b である。コイルは、 FG の中点を通り GH に平行な軸の周りに回転することができ、この回転軸が磁場と垂直になるように設置されている。コイルの端に、抵抗値 R の抵抗を接続し、コイルを図に示した向きに一定の角速度 ω で回転させて交流電流を発生させた。時刻 $t = 0$ において、 FG は磁場と平行であり、 F から G の向きが磁場の向きと一致していた。磁場と FG のなす角を回転角とし、時刻 $t = 0$ のときの回転角を 0 とする。コイルの誘導起電力は $G \rightarrow H \rightarrow E \rightarrow F$ の向きを正として、以下の問いに答えよ。



- (1) 時刻 t における回転角はいくらか。
- (2) 辺 GH が運動する速さはいくらか。
- (3) 時刻 t において、辺 GH が運動する速度の磁場に垂直な成分はいくらか。
ただし、図の上向きを正とする。
- (4) 時刻 t において、辺 GH に生じる誘導起電力はいくらか。
- (5) 時刻 t において、辺 HE に生じる誘導起電力はいくらか。
- (6) 時刻 t において、コイル $GHEF$ 全体に生じる誘導起電力はいくらか。
- (7) 抵抗の両端の電位差の最大値はいくらか。
- (8) 抵抗での消費電力の最大値はいくらか。

②9 P 2025年度 物 理

問 題 冊 子 (1 ～ 5 ページ)

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ないこと。
- (2) 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付いた場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし、解答に係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある受験学部・学科コード、受験番号、氏名(カタカナ)を確認し、氏名欄に氏名(漢字)を記入すること。もし、印刷に間違いがあった場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例(選択式の場合)〕

例 1. 〔語群〕が二桁で〔11〕 大阪〔12〕 佐賀〔13〕 長崎〔14〕 東京 とある場合

問 X	A		B		C	
	16	17	18	19	20	21
	/	2	/	4	/	/

A の解答が佐賀の場合 ↑

B の解答が東京の場合 ↑

C の解答が大阪の場合 ↑

例 2. 〔語群〕が一桁で〔1〕 大学〔2〕 中学校〔3〕 高校〔4〕 小学校 とある場合

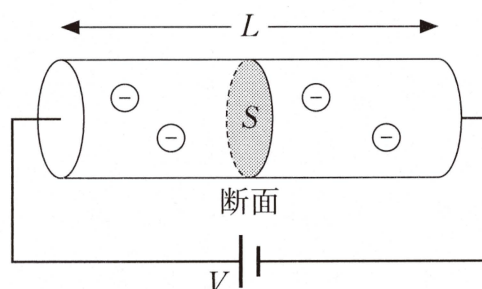
問 X	a	b	c
	51	52	53
	/	4	2

a の解答が大学の場合 ↑

b の解答が小学校の場合 ↑

c の解答が中学校の場合 ↑

〔Ⅰ〕 図のような、長さ L 、断面積 S の導体棒中を流れる電流について考える。自由電子の電気量を $-e$ ($e > 0$)、導体棒中の単位体積あたりの自由電子の数を n として、以下の文中の 内に入れるのに適当なものを解答群の中から 1 つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。

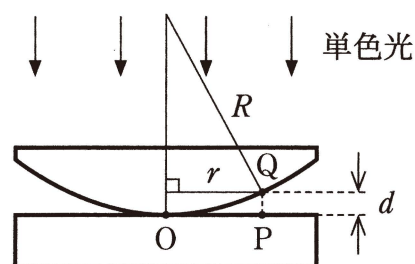


電流の担い手を (1) といい、金属の場合、(1) は自由電子である。図のように導体棒の両端に電圧 V をかけると、導体棒中に生じる電界の強さは (2) になる。このとき、自由電子はこの電界から (3) の向きに大きさ (4) の電気力を受けて動き始める。自由電子の運動は熱運動している陽イオンなどから抵抗を受け、やがて力が釣り合い、自由電子は平均して一定の速さで移動するようになる。この抵抗が自由電子の移動する速さに比例し、その比例係数を k とすると、一定の速さに達した状態では、自由電子の平均の速さは (5) と表される。速さ (5) で移動する自由電子は時間 t の間に導体棒中を (6) だけ移動する。したがって、図中の断面を時間 t の間に通過する自由電子の数は (7) であり、電流の強さは (8) と表される。このことから、導体棒の電気抵抗の大きさは (9) となり、この導体の抵抗率は (10) となる。導体棒の温度を上げると、導体棒中の陽イオンの運動が激しくなる。その結果、導体棒の電気抵抗は (11) 。

解答群

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| [11] キャリア | [12] ホール | [13] 陽子 | |
| [14] eV | [15] LV | [16] $\frac{V}{e}$ | [17] $\frac{V}{L}$ |
| [18] 図の左 | [19] 図の右 | [20] 図の上 | [21] 図の下 |
| [22] eLV | [23] $\frac{LV}{e}$ | [24] $\frac{eV}{L}$ | [25] $\frac{eL}{V}$ |
| [26] $\frac{eLV}{k}$ | [27] $\frac{LV}{ke}$ | [28] $\frac{eV}{kL}$ | [29] $\frac{eL}{kV}$ |
| [30] $\frac{eLV}{kt}$ | [31] $\frac{LVt}{ke}$ | [32] $\frac{Vt}{keL}$ | [33] $\frac{eVt}{kL}$ |
| [34] $\frac{eLV}{knSt}$ | [35] $\frac{nLVt}{keS}$ | [36] $\frac{neSVt}{kL}$ | [37] $\frac{neSLt}{kV}$ |
| [38] $\frac{e^2LV}{knS}$ | [39] $\frac{ne^2SV}{kL}$ | [40] $\frac{ne^2V}{kSL}$ | [41] $\frac{ne^2SL}{kV}$ |
| [42] $\frac{ne^2S}{kL}$ | [43] $\frac{ne^2SL}{k}$ | [44] $\frac{kL}{ne^2S}$ | [45] $\frac{k}{ne^2SL}$ |
| [46] $\frac{ne}{k}$ | [47] $\frac{ne^2}{k}$ | [48] $\frac{k}{ne}$ | [49] $\frac{k}{ne^2}$ |
| [50] 増加する | [51] 低下する | [52] 変わらない | |

〔Ⅱ〕 図のように、水平な平面ガラス板の上に平凸レンズの凸面を下にして置き、波長 λ の単色光を上からガラス板に当てて上から見たところ、レンズとガラス板の接点 O を中心とする同心円状の明暗の縞模様が観察された。レンズの球面の半径を



R 、 O から r だけ離れたガラス板上の点を点 P 、その直上のレンズ下面の点を点 Q とし、 PQ 間の空気層の厚さを d とする。空気の屈折率を 1 、レンズとガラス板の屈折率を n_G ($n_G > 1$)、 d は R に比べて十分小さいものとして、以下の文中の 内に入れるのに適当なものを対応する解答群の中から1つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。

- (i) レンズの上から入射した光について、 Q での反射による位相のずれは (1) 、 P での反射による位相のずれは (2) である。レンズの上から P の位置を見ると、これら2つの反射光の経路差は、 d を用いて (3) であり、 P の位置で暗くなるのは、この経路差が (4) ($m = 0, 1, 2, \dots$) のときである。ここで、 $m = 0$ はレンズの中心にできる暗い円に対応する。レンズの中心から m 番目の暗環の半径が r のとき、 d は R に比べて十分小さいので、 $|a| \ll 1$ のときに成り立つ近似式 $(1 + a)^n \simeq 1 + na$ を利用すると、 d は R と r を用いて (5) となる。したがって、暗環となる r は (6) と表すことができる。
- (ii) 上からの光を消し、同じ波長 λ の単色光をガラス板の下から当てて、レンズの上から P の位置を見た場合を考える。このとき、下から直接透過してきた光と、 Q と P で1回ずつ反射された光の経路差は d を用いて (7) であり、2回の反射による位相のずれは (8) となる。したがって、上から光を当てて見たときに比べると、同心円状の縞模様は (9) 。
- (iii) 下からの光を消し、再びレンズの上から光を当てて、レンズとガラスの間を屈折率 n ($1 < n < n_G$)の液体で満たした。この液体中では光の波長は、液体がない場合の (10) 倍となる。したがって、 m 番目の暗環の半径 r は、液体がない場合の (11) 倍になる。

解答群

- (1) [1] $-\frac{\pi}{2}$ [2] 0 [3] $\frac{\pi}{2}$ [4] π
- (2) [1] $-\frac{\pi}{2}$ [2] 0 [3] $\frac{\pi}{2}$ [4] π
- (3) [1] d [2] $n_G d$ [3] $2d$ [4] $2n_G d$
- (4) [1] $\frac{\lambda}{m}$ [2] $m\lambda$
 [3] $\left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$ [4] $m\left(\lambda + \frac{1}{2}\right)$
- (5) [1] $\frac{r^2}{2R}$ [2] $\frac{r^2}{R}$ [3] $\frac{R^2}{2r}$ [4] $\frac{R^2}{r}$
- (6) [1] $\sqrt{mR\lambda}$ [2] $\sqrt{R\lambda\left(m + \frac{1}{2}\right)}$
 [3] $\sqrt{\frac{mR\lambda}{2}}$ [4] $\sqrt{\frac{R\lambda}{2}\left(m + \frac{1}{2}\right)}$
- (7) [1] d [2] $n_G d$ [3] $2d$ [4] $2n_G d$
- (8) [1] 0 [2] $\frac{\pi}{2}$ [3] π [4] $\frac{3\pi}{2}$
- (9) [1] r の位置での明暗が同じままである
 [2] r の位置での明暗が逆転する
 [3] 消えて全体が暗くなる
 [4] 消えて全体が明るくなる
- (10) [1] $\frac{1}{n}$ [2] 1 [3] n [4] n^2
- (11) [1] $\frac{1}{n}$ [2] $\frac{1}{\sqrt{n}}$ [3] $\sqrt{n}$ [4] n

- 〔Ⅲ〕 質量 m 、一辺の長さ $2a$ の均質な立方体の剛体が、粗く水平な床の上に置かれている。図 1 は、剛体の側面に平行で重心を通る断面を表す。点 P は、床からの抗力の作用点である。剛体に重力と垂直抗力のみがはたらく場合、点 P は重力の作用線が剛体の底面 BC と交わる位置にある。床と剛体の間の静止摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えよ。ただし、図の点 B を中心に、剛体を反時計まわりに回転させる力のモーメントを正とする。

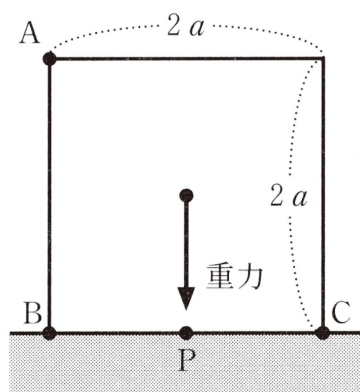


図 1

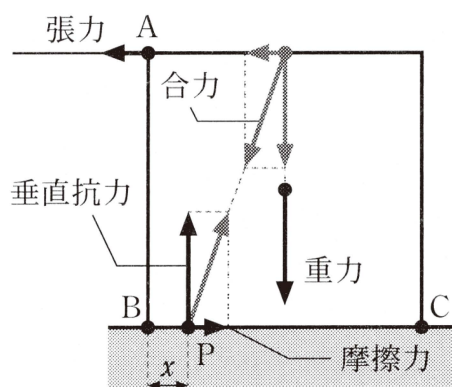


図 2

- (i) 図 2 のように、剛体の点 A に糸をとりつけ、水平方向左向きに大きさ T の張力を加えたところ、剛体は静止したままで、抗力の作用点 P は、剛体にはたらく重力と張力との合力の作用線が、剛体の底面 BC と交わる位置に移動した。このときの点 B から点 P までの距離を x とする。
- (1) 垂直抗力の大きさはいくらか。
 - (2) 点 B のまわりの重力による力のモーメントはいくらか。
 - (3) 点 B のまわりの垂直抗力による力のモーメントはいくらか。
 - (4) 点 B のまわりの摩擦力による力のモーメントはいくらか。
 - (5) 点 B のまわりの張力による力のモーメントはいくらか。 T を含む式で表せ。
 - (6) $T = \frac{1}{3}mg$ のとき剛体は静止したままであった。このときの x は a の何倍か。数値で答えよ。
- (ii) 点 A に加える水平方向左向きの張力を次第に大きくしていくと、張力がある値 T_0 をこえたところで、静止していた剛体が、すべり出すことなく傾きはじめた。
- (7) T_0 はいくらか。
 - (8) μ がある値 μ_0 より大きい場合に、剛体はすべり出すことなく傾きはじめる。 μ_0 はいくらか。数値で答えよ。

③〇 P 2025年度 物 理

問 題 冊 子 （1 ～ 5 ページ）

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ないこと。
- (2) 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付いた場合は，手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし，解答に関係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある受験学部・学科コード，受験番号，氏名（カタカナ）を確認し，氏名欄に氏名（漢字）を記入すること。もし，印刷に間違いがあった場合は，手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例（選択式の場合）〕

例 1. 〔語群〕が二桁で〔11〕 大阪 〔12〕 佐賀 〔13〕 長崎 〔14〕 東京 とある場合

問 X	A		B		C	
	16	17	18	19	20	21
	/	2	/	4	/	/

A の解答が佐賀の場合 ↑

B の解答が東京の場合 ↑

C の解答が大阪の場合 ↑

例 2. 〔語群〕が一桁で〔1〕 大学 〔2〕 中学校 〔3〕 高校 〔4〕 小学校 とある場合

問 X	a	b	c
	51	52	53
	/	4	2

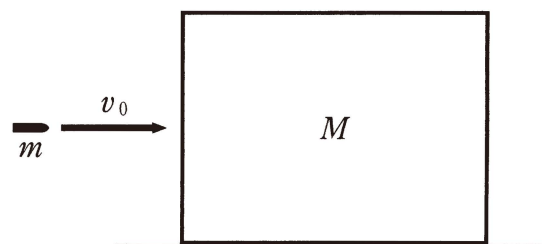
a の解答が大学の場合 ↑

b の解答が小学校の場合 ↑

c の解答が中学校の場合 ↑

〔Ⅰ〕 質量 M の物体が水平でなめらかな床

の上に静止している。図のように、この物体に質量 m の弾丸を速さ v_0 で水平に打ちこんだところ、弾丸は水平に距離 d だけ物体にくいこんで物体の中



で止まって、一体となった。このときの物体と弾丸の速さは等しく、 V である。

弾丸が物体中を進む間、その運動の方向は変わらないものとし、弾丸が物体にくいこむ前の弾丸の運動の向きを正にとる。以下の文中の 内に入れるのに適当なものを対応する解答群の中から1つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。

物体と弾丸の運動量の和は、弾丸が物体にくいこむ前は (1) , 一体となって運動しているときは (2) と書ける。これらのことから、 V は (3) と表される。

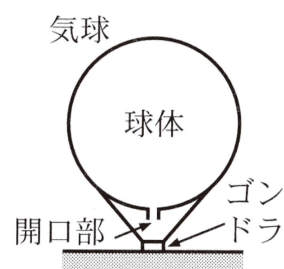
弾丸が物体中を進んでいる間に、弾丸が物体から受ける力の大きさ F は一定であるものとする。このとき、弾丸の運動方程式から、弾丸の加速度は (4) , 物体の運動方程式から、物体の加速度は (5) である。弾丸が物体にくいこみはじめる時刻を $t = 0$, 物体と弾丸が同じ速さになる時刻を $t = T$ とすると、時刻 t ($0 \leq t \leq T$) における弾丸の速度は (6) , 物体の速度は (7) である。 $t = T$ において、この2つの速度が等しいことから、 T は (8) である。 $t = 0$ から $t = T$ の間において、物体が弾丸にした仕事の大きさは、 (9) である。弾丸が物体にくいこむ前の弾丸の運動エネルギーは $\frac{1}{2}mv_0^2$, 弾丸と物体が速さ V で一体となって運動しているときの弾丸と物体の運動エネルギーの和は、 v_0 を用いて (10) と表される。このとき、失われた運動エネルギーの大きさが、 (9) と等しいことから、 d は v_0 を用いて、 (11) と表される。

解答群

- | | | | | | | | | |
|------|-----|---------------------------|-----|--------------------|-----|------------------------|-----|--------------------|
| (1) | [1] | 0 | [2] | mv_0 | [3] | $2mv_0$ | [4] | Mv_0 |
| (2) | [1] | 0 | | | [2] | Mv_0 | | |
| | [3] | $(M+m)v_0$ | | | [4] | $(M+m)V$ | | |
| (3) | [1] | v_0 | [2] | $\frac{M}{M+m}v_0$ | [3] | $\frac{m}{M+m}v_0$ | [4] | $\frac{M+m}{m}v_0$ |
| (4) | [1] | $-\frac{F}{M+m}$ | | | [2] | $-\frac{F}{m}$ | | |
| | [3] | $\frac{F}{M+m}$ | | | [4] | $\frac{F}{m}$ | | |
| (5) | [1] | $-\frac{F}{M+m}$ | | | [2] | $-\frac{F}{m}$ | | |
| | [3] | $\frac{F}{M+m}$ | | | [4] | $\frac{F}{M}$ | | |
| (6) | [1] | $-\frac{F}{M+m}t + v_0$ | | | [2] | $\frac{F}{M+m}t - v_0$ | | |
| | [3] | $-\frac{F}{m}t + v_0$ | | | [4] | $\frac{F}{m}t - v_0$ | | |
| (7) | [1] | $-\frac{F}{M+m}t$ | | | [2] | $\frac{F}{M+m}t$ | | |
| | [3] | $-\frac{F}{M}t$ | | | [4] | $\frac{F}{M}t$ | | |
| (8) | [1] | $\frac{mv_0}{MF}$ | | | [2] | $\frac{Mmv_0}{(M+m)F}$ | | |
| | [3] | $\frac{(M+m)v_0}{MmF}$ | | | [4] | $\frac{Mv_0}{mF}$ | | |
| (9) | [1] | 0 | [2] | Fd | [3] | $2Fd$ | [4] | $3Fd$ |
| (10) | [1] | $\frac{m^2v_0^2}{2M}$ | | | [2] | $\frac{m^2v_0^2}{M}$ | | |
| | [3] | $\frac{m^2v_0^2}{2(M+m)}$ | | | [4] | $\frac{1}{2}Mv_0^2$ | | |
| (11) | [1] | $\frac{Mmv_0^2}{2(M+m)F}$ | | | [2] | $\frac{Mv_0^2}{F}$ | | |
| | [3] | $\frac{v_0^2}{F}$ | | | [4] | $\frac{2v_0^2}{F}$ | | |

〔Ⅱ〕 図のように、球体とゴンドラからなる気球が地表で静止

している。球体内にはヒーターがあり、球体内の空気の温度を変化させることができる。球体の下部に開口部があり、球体内の空気の圧力は、常に球体周囲の空気の圧力と等しくなっている。球体内の空気の質量を除いたこの気球



の質量は $3.0 \times 10^2 \text{ kg}$ である。球体は薄くて断熱性の高い素材で作られていて、球体内の空気の体積は常に $1.0 \times 10^3 \text{ m}^3$ である。地表における球体周囲の空気の温度は $3.0 \times 10^2 \text{ K}$ 、密度は 1.2 kg/m^3 である。空気は理想気体とみなせるものとする。ゴンドラおよびヒーターの体積は無視できるものとし、重力加速度の大きさを 10 m/s^2 として、以下の文中の 内に入れるのに適当なものを解答群の中から1つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。

はじめ、球体内の空気の温度と球体周囲の空気の温度は等しい。このとき、球体内の空気を除いた気球にはたらく重力の大きさは $3.0 \times 10^3 \text{ N}$ 、球体内の空気にはたらく重力の大きさは (1) N である。気球にはたらく浮力の大きさは、球体とその内部の空気が排除している周囲の空気の重さに等しいので、 (2) N である。

次に、ヒーターで球体内の空気を加熱すると、ある温度で気球と球体内の空気にはたらく重力の和が、気球にはたらく浮力とつりあった。このとき、気球にはたらく浮力は、はじめの状態の浮力と比べて (3) 。球体内の空気にはたらく重力の大きさは (4) N 、球体内の空気の密度は (5) kg/m^3 である。

圧力 p 、体積 V 、温度 T 、気体定数 R の n モルの理想気体の状態方程式は、 $pV =$ (6) である。1 モルあたりの気体の質量を M としたとき、 n モルの気体の質量は (7) と表すことができる。これを体積で割ることにより、気体の密度は、 p 、 T を用いて (8) と表せる。したがって、圧力が一定のもとでは、密度は温度に (9) 。このことを用いると、球体内の空気の密度が (5) kg/m^3 のとき、その温度は (10) K である。

球体内の空気の温度が $3.6 \times 10^2 \text{ K}$ であったとき、球体内の空気の密度は (11) kg/m^3 であり、気球を浮かび上がらせるためには、球体内の空気を除いた気球の質量を (12) kg 未満にしなければならない。

解答群

- | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| [11] 0.10 | [12] 0.12 | [13] 0.20 | [14] 0.40 |
| [15] 0.90 | [16] 1.0 | [17] 1.2 | [18] 2.0 |
| [19] 4.0 | [20] 9.0 | [21] 10 | [22] 12 |
| [23] 20 | [24] 40 | [25] 90 | [26] 1.0×10^2 |
| [27] 1.2×10^2 | [28] 2.0×10^2 | [29] 4.0×10^2 | [30] 9.0×10^2 |
| [31] 1.0×10^3 | [32] 1.2×10^3 | [33] 2.0×10^3 | [34] 4.0×10^3 |
| [35] 9.0×10^3 | [36] 1.0×10^4 | [37] 1.2×10^4 | [38] 2.0×10^4 |
| [39] 4.0×10^4 | [40] 9.0×10^4 | [41] $\frac{1}{2} nRT$ | [42] nRT |
| [43] $\frac{3}{2} nRT$ | [44] $\frac{5}{2} nRT$ | [45] $\frac{1}{nM}$ | [46] $\frac{n}{M}$ |
| [47] $\frac{M}{n}$ | [48] nM | [49] $\frac{Mp}{RT}$ | [50] $\frac{p}{MRT}$ |
| [51] $\frac{RT}{Mp}$ | [52] $\frac{MRT}{p}$ | [53] 小さくなる | [54] 大きくなる |
| [55] 変わらない | | [56] 比例する | |
| [57] 反比例する | | [58] 無関係である | |

- 〔Ⅲ〕 図1のように、極板の面積が S であり、極板の間隔を変化させることができる平行板コンデンサーが真空中に置かれている。はじめ、極板の間隔は d であり、極板間には、極板と同じ面積で厚さ d 、比誘電率 2 の一様な誘電体が挿入されている。このコンデンサーに起電力 V の電池とスイッチをつないだ。真空の誘電率を ϵ_0 とし、以下の問いに答えよ。

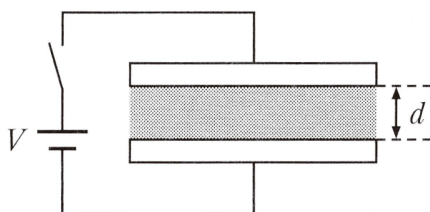


図 1

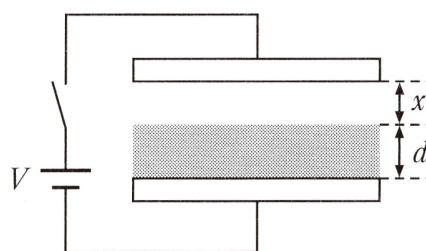


図 2

はじめの状態でスイッチを閉じて時間が十分に経過した。

- (1) コンデンサーの電気容量はいくらか。
- (2) コンデンサーに蓄えられている電気量はいくらか。
- (3) コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーはいくらか。

つぎに、スイッチを開いた後、図2のように極板の間隔をゆっくりと x だけ大きくした。この操作の間、極板上の電気量は変化しない。

- (4) コンデンサーの電気容量はいくらか。
- (5) コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーはいくらか。
- (6) (5)の静電エネルギーは、(3)の静電エネルギーからどれだけ変化したか。
- (7) 極板間にはたらく力の大きさはいくらか。ただし、極板の間隔を大きくする過程で、極板間にはたらく力の大きさは極板の間隔によらず一定であるとする。
- (8) x が d であったとき、極板間の電位差はいくらか。

③1 P 2025年度 物 理

問 題 冊 子 （1 ～ 5 ページ）

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ないこと。
- (2) 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付いた場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし、解答に関係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある受験学部・学科コード、受験番号、氏名(カタカナ)を確認し、氏名欄に氏名(漢字)を記入すること。もし、印刷に間違いがあった場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例(選択式の場合)〕

例 1. 〔語群〕が二桁で〔11〕 大阪〔12〕 佐賀〔13〕 長崎〔14〕 東京 とある場合

問 X	A		B		C	
	16	17	18	19	20	21
	/	2	/	4	/	/

Aの解答が佐賀の場合 → (17)

Bの解答が東京の場合 → (19)

Cの解答が大阪の場合 → (21)

例 2. 〔語群〕が一桁で〔1〕 大学〔2〕 中学校〔3〕 高校〔4〕 小学校 とある場合

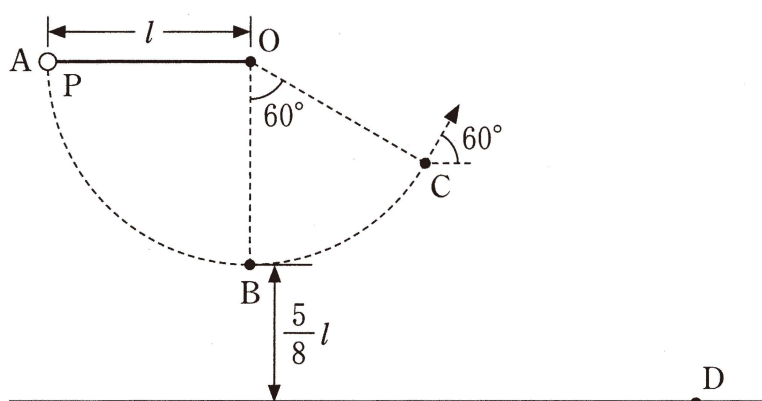
問 X	a	b	c
	51	52	53
	/	4	2

aの解答が大学の場合 → (51)

bの解答が小学校の場合 → (52)

cの解答が中学校の場合 → (53)

〔Ⅰ〕 図のように、軽く伸びない長さ l の糸の一端を点 O に固定し、他端に質量 m の小球 P を取り付けた。点 O と同じ高さの点 A まで、糸がたるまない



ように P を持ち上げ、静かにはなした。その後、 P は点 O を中心とした円弧上を運動し、円弧上の最下点 B を通過し、糸と鉛直線がなす角度が 60° である点 C に達した。点 B の高さは水平な床面から $\frac{5}{8}l$ である。 P が点 C に達した瞬間に糸が切れ、 P は点 C から、水平からの角度が 60° で飛び出し、床面上の点 D に落下し、床面との衝突によりはねかえった。重力加速度の大きさを g 、 P と床面との間の反発係数(はねかえり係数)を $\frac{1}{\sqrt{3}}$ 、 P と床面との間の摩擦は無視できるものとして、以下の文中の 内に入れるのに適当なものを対応する解答群の中から 1 つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。

点 B での P の速さは (1) である。また、点 B での P の加速度の大きさは (2) であり、その向きは (3) である。点 B での糸の張力の大きさは (4) である。 P が点 A から点 B までを運動する間に、糸の張力が P にした仕事の大きさは (5) である。

点 C での P の速さは (6) である。 P が点 C から飛び出してから最高点に到達するまでの時間は (7) であり、その最高点の床面からの高さは (8) である。また、 P が点 C を飛び出してから点 D に落下するまでの時間は (9) である。床面との衝突直後の P の速度の水平成分の大きさは (10) であり、鉛直成分の大きさは (11) である。

解答群

$$(1) \quad \begin{array}{llll} \{1\} & \sqrt{\frac{gl}{2}} & \{2\} & \sqrt{gl} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{3\} & \sqrt{2gl} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{4\} & \sqrt{3gl} \end{array}$$

$$(2) \quad \begin{array}{llll} \{1\} & \frac{1}{2}g & \{2\} & g \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{3\} & 2g \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{4\} & 3g \end{array}$$

$$(3) \quad \begin{array}{ll} \{1\} & \text{鉛直方向上向き} \\ \{3\} & \text{水平方向左向き} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{2\} & \text{鉛直方向下向き} \\ \{4\} & \text{水平方向右向き} \end{array}$$

$$(4) \quad \begin{array}{llll} \{1\} & \frac{1}{2}mg & \{2\} & mg \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{3\} & 2mg \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{4\} & 3mg \end{array}$$

$$(5) \quad \begin{array}{llll} \{1\} & 0 & \{2\} & \frac{\pi}{4}mgl \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{3\} & mgl \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{4\} & \frac{\pi}{2}mgl \end{array}$$

$$(6) \quad \begin{array}{ll} \{1\} & \sqrt{(2-\sqrt{3})gl} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{2\} & \sqrt{gl} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \{3\} & \sqrt{2gl} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{4\} & \sqrt{3gl} \end{array}$$

$$(7) \quad \begin{array}{llll} \{1\} & \frac{1}{2}\sqrt{\frac{l}{g}} & \{2\} & \sqrt{\frac{l}{2g}} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{3\} & \frac{1}{2}\sqrt{\frac{3l}{g}} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{4\} & \sqrt{\frac{3l}{2g}} \end{array}$$

$$(8) \quad \begin{array}{llll} \{1\} & \frac{7}{8}l & \{2\} & \frac{5}{4}l \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{3\} & \frac{3}{2}l \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{4\} & \frac{13}{8}l \end{array}$$

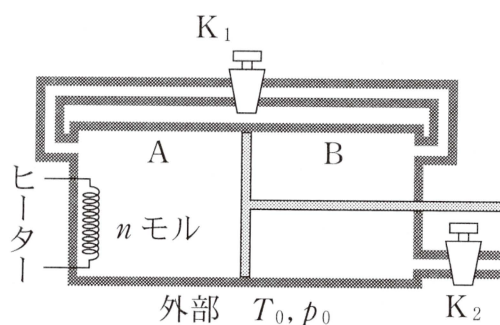
$$(9) \quad \begin{array}{ll} \{1\} & \frac{1+\sqrt{10}}{2}\sqrt{\frac{l}{g}} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{2\} & \frac{\sqrt{3}+\sqrt{7}}{2}\sqrt{\frac{l}{g}} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \{3\} & \frac{1+2\sqrt{3}}{2}\sqrt{\frac{l}{g}} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{4\} & \frac{3\sqrt{3}}{2}\sqrt{\frac{l}{g}} \end{array}$$

$$(10) \quad \begin{array}{llll} \{1\} & \frac{1}{2\sqrt{3}}\sqrt{gl} & \{2\} & \frac{1}{2}\sqrt{gl} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{3\} & \frac{\sqrt{3}}{2}\sqrt{gl} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{4\} & \sqrt{gl} \end{array}$$

$$(11) \quad \begin{array}{llll} \{1\} & \frac{1}{2\sqrt{3}}\sqrt{gl} & \{2\} & \frac{1}{2}\sqrt{gl} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{3\} & \frac{\sqrt{3}}{2}\sqrt{gl} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \{4\} & \sqrt{gl} \end{array}$$

〔Ⅱ〕 図のような、なめらかに動くピストンをはめこんだシリンダーがある。シリンダーはピストンによってA室とB室に仕切られており、A室にはヒーターが取り付けられている。A室とB室はコック K_1 のついたパイプでつながれてお



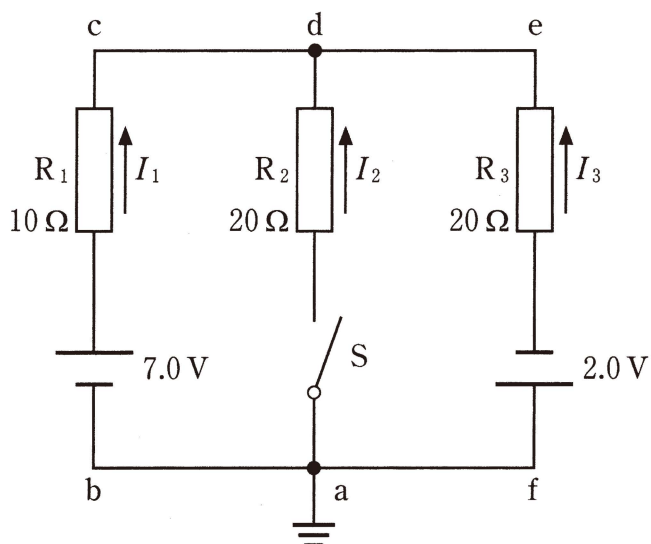
り、B室はコック K_2 を通して外部とつながることができる。はじめ、A室とB室の容積はどちらも V_0 で、 K_1 は閉じており、 K_2 は開いた状態であった。A室には温度 T_0 、圧力 p_0 の n モルの気体が入っており、B室や外部の気体も、温度 T_0 、圧力 p_0 であった。シリンダー、ピストン、パイプは断熱材でできており、ピストンやヒーター、パイプ内の容積は無視できるものとする。気体は単原子分子の理想気体であり、気体定数を R として、以下の文中の 内に入れるのに適当なものを対応する解答群の中から1つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。

- (i) まず、ヒーターのスイッチを入れて、A室の気体をゆっくりあたためて膨張させ、気体がピストンを押してA室の容積が $2V_0$ 、B室の容積が0となった瞬間にヒーターを切った。その後、A室の圧力変化はないものとする。このとき、A室の圧力 p_1 は (1)、温度 T_1 は (2)、内部エネルギーの増加は (3) であり、気体がピストンにした仕事は (4) である。
- (ii) 次に K_2 を閉じ、ピストンを押してA室の容積をゆっくり V_0 に戻したところ、A室の圧力は p_2 になった。このときのA室の温度 T_2 は p_1 、 p_2 、 T_1 を用いて (5) である。また、このときの内部エネルギーの増加は (6) であり、ピストンを押し戻すのに必要な仕事は (7) である。
- (iii) 次にピストンを固定し、 K_1 を開いた。気体はA室からB室に移動していくが、このとき気体は仕事をしないので、時間が十分に経過した後のA室の温度 T_3 は T_2 を用いて (8)、圧力 p_3 は p_2 を用いて (9) である。
- (iv) 最後に K_1 を閉じ、ピストンを固定したままで、ヒーターを用いてA室の圧力を p_3 から p_2 に戻した。このときのA室の温度は T_3 を用いて (10)、内部エネルギーの増加は (11)、気体のした仕事は (12) である。

解答群

- | | | | | | | | | |
|------|-----|-------------------------------------|-----|---------------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|---------------------------------------|
| (1) | [1] | $\frac{1}{2} p_0$ | [2] | p_0 | [3] | $\frac{3}{2} p_0$ | [4] | $2 p_0$ |
| (2) | [1] | $\frac{1}{2} T_0$ | [2] | T_0 | [3] | $\frac{3}{2} T_0$ | [4] | $2 T_0$ |
| (3) | [1] | $\frac{1}{2} nRT_0$ | [2] | nRT_0 | [3] | $\frac{3}{2} nRT_0$ | [4] | $2 nRT_0$ |
| (4) | [1] | $\frac{1}{2} nRT_0$ | [2] | nRT_0 | [3] | $\frac{3}{2} nRT_0$ | [4] | $2 nRT_0$ |
| (5) | [1] | $\frac{p_2 T_1}{2 p_1}$ | [2] | $\frac{p_2 T_1}{p_1}$ | [3] | $\frac{p_1 T_1}{p_2}$ | [4] | $\frac{2 p_1 T_1}{p_2}$ |
| (6) | [1] | $\frac{3 nR(p_2 - p_1) T_1}{4 p_1}$ | [2] | $\frac{3 nR(p_2 - 2 p_1) T_1}{4 p_1}$ | [3] | $\frac{3 nR(p_2 - p_1) T_1}{2 p_2}$ | [4] | $\frac{3 nR(p_2 - 2 p_1) T_1}{2 p_2}$ |
| (7) | [1] | $\frac{3 nR(p_2 - p_1) T_1}{4 p_1}$ | [2] | $\frac{3 nR(p_2 - 2 p_1) T_1}{4 p_1}$ | [3] | $\frac{3 nR(p_2 - p_1) T_1}{2 p_2}$ | [4] | $\frac{3 nR(p_2 - 2 p_1) T_1}{2 p_2}$ |
| (8) | [1] | $\frac{1}{2} T_2$ | [2] | T_2 | [3] | $\frac{3}{2} T_2$ | [4] | $2 T_2$ |
| (9) | [1] | $\frac{1}{2} p_2$ | [2] | p_2 | [3] | $\frac{3}{2} p_2$ | [4] | $2 p_2$ |
| (10) | [1] | $\frac{1}{2} T_3$ | [2] | T_3 | [3] | $2 T_3$ | [4] | $4 T_3$ |
| (11) | [1] | 0 | [2] | $\frac{3}{8} nRT_3$ | [3] | $\frac{3}{4} nRT_3$ | [4] | $\frac{3}{2} nRT_3$ |
| (12) | [1] | 0 | [2] | $\frac{3}{4} nRT_3$ | [3] | $\frac{3}{2} nRT_3$ | [4] | $\frac{5}{2} nRT_3$ |

〔Ⅲ〕 図のように、抵抗値が $10\ \Omega$ の抵抗 R_1 、 $20\ \Omega$ の抵抗 R_2 、 $20\ \Omega$ の抵抗 R_3 、起電力が $7.0\ \text{V}$ と $2.0\ \text{V}$ の2つの電池、およびスイッチ S を接続した。 R_1 、 R_2 、 R_3 を流れる電流をそれぞれ図の矢印の向きを正として I_1 、 I_2 、 I_3 とする。点 a の電位を $0\ \text{V}$ とし、電池の内部抵抗は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。



(i) S が開いているとき

- (1) I_1 を求めよ。
- (2) 図の点 d の電位を求めよ。

(ii) S が閉じているとき

- (3) 点 d にキルヒホッフの第1法則を適用して、 I_1 、 I_2 、 I_3 の間に成り立つ関係式を求めよ。
- (4) 経路 $abcd a$ にキルヒホッフの第2法則を適用して、 I_1 、 I_2 の間に成り立つ関係式を求めよ。
- (5) 経路 $adef a$ にキルヒホッフの第2法則を適用して、 I_2 、 I_3 の間に成り立つ関係式を求めよ。
- (6) I_1 、 I_2 、 I_3 を求めよ。
- (7) 点 d の電位を求めよ。