

2007年度 理 科

④④ 物理Ⅰ・Ⅱ(1～5ページ)

④⑤ 化学Ⅰ・Ⅱ(6～12ページ) 問 題 冊 子

④⑥ 生物Ⅰ・Ⅱ(13～25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) 解答は別に配布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志望学部・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 → (17) に記入
 Bの解答が東京の場合 → (19) に記入
 Cの解答が大阪の場合 → (21) に記入

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 → (51) に記入
 bの解答が小学校の場合 → (52) に記入
 cの解答が中学校の場合 → (53) に記入

④④ 物 理 I・II

- 〔I〕 なめらかな水平面上に、正方形の底面をもつ質量 M の箱を置き、その箱の中に質量 m の小球を置く。箱の内面は全てなめらかであり、小球と箱の壁との間のはねかえり係数(反発係数)を e ($0 < e < 1$) とする。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ひとつ選び、その番号を解答欄に記入せよ。

図1のように、小球を箱の中心から初速度 v_0 で右向きに打ち出し、1つの壁に垂直に衝突させると、小球はその壁と

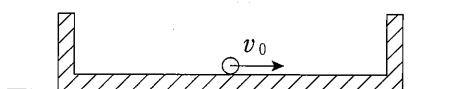


図1

向かい合う壁との間で衝突を繰り返す。箱ははじめ静止しているものとし、速度は右向きを正とする。

- (a) 1回目の衝突後の小球と箱の速度をそれぞれ v_1 , V_1 とすると、 v_1 と V_1 はそれぞれ $v_1 = \text{ (1) }$, $V_1 = \text{ (2) }$ と表される。
- (b) 運動量保存の法則より、全運動量は衝突の回数に関わらず mv_0 である。このことから2回目の衝突直後の小球の速度は (3) と求まる。
- (c) 無限に衝突を繰り返すと小球と箱の速度は等しくなる。その速度を u とする。小球と箱の運動量の和は u を用いて (4) と表され、 u は v_0 を用いて (5) と表される。

次に、箱を水平面上に固定する。箱の底面を、図2のように1辺が $2l$ の正方形 $ABCD$ で表す。底面の中心に原点 O , AB に平行に x 軸, AD に平行に y 軸をとる。 AB の中点を P , BC の中点を Q とする。直線 PQ 上に点 P' をとり、 P' から PQ に沿って小球を初速度 v_0 ですべらせて壁面 BC に衝突させる。

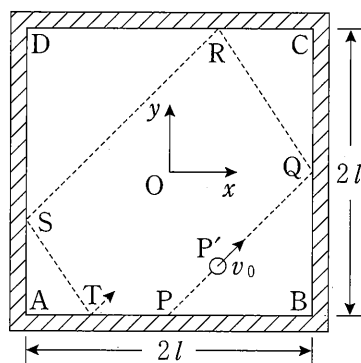


図2

- (d) 1回目の衝突で小球の速度の x 成分は (6) , y 成分は (7) となる。
- (e) 小球は壁面 CD で2回目の衝突をする。衝突点を R とすると CR の長さは (8) と表される。

- (f) 小球は壁面 DA で 3 回目の衝突をする。衝突点を S とすると $\angle SRD$ は (9) と等しい。
- (g) 小球は壁面 AB で 4 回目の衝突をする。衝突点を T とすると AT の長さは (10) と表される。
- (h) 小球は、4 回目の衝突後もすべり続け、衝突を繰り返す。壁面 AB での衝突は、 n を正の整数とすれば、 $4n$ 回目で起こる。 $4n$ 回目の衝突点を T' とすると、AT' の長さは (11) と表される。

解答群

- | | | | |
|---|---|---|---|
| <p>(1) [1] $\frac{me - M}{M + m} v_0$</p> <p style="padding-left: 100px;">[3] $\frac{me + M}{M + m} v_0$</p> <p>(2) [1] $\frac{(1 - e)m}{M + m} v_0$</p> <p style="padding-left: 100px;">[3] $\frac{(1 + e)m}{M + m} v_0$</p> <p>(3) [1] $\frac{me^2 - M}{M + m} v_0$</p> <p style="padding-left: 100px;">[3] $\frac{me^2 + M}{M + m} v_0$</p> <p>(4) [1] $-(M + m)u$</p> <p style="padding-left: 100px;">[3] $(M - m)u$</p> <p>(5) [1] $\frac{m}{M + m} v_0$</p> <p style="padding-left: 100px;">[3] $\frac{m - M}{M + m} v_0$</p> | <p>[2] $\frac{m - Me}{M + m} v_0$</p> <p>[4] $\frac{m + Me}{M + m} v_0$</p> <p>[2] $\frac{(1 - e)M}{M + m} v_0$</p> <p>[4] $\frac{(1 + e)M}{M + m} v_0$</p> <p>[2] $\frac{m - Me^2}{M + m} v_0$</p> <p>[4] $\frac{m + Me^2}{M + m} v_0$</p> <p>[2] $(m - M)u$</p> <p>[4] $(M + m)u$</p> <p>[2] $\frac{M}{M + m} v_0$</p> <p>[4] $\frac{M - m}{M + m} v_0$</p> | | |
| <p>(6) [1] $-ev_0$</p> <p>(7) [1] $-v_0$</p> <p>(8) [1] $\frac{l}{\sqrt{2}}$</p> <p>(9) [1] $\angle RQC$</p> <p>(10) [1] $\frac{el}{\sqrt{2}}$</p> <p>(11) [1] $e^n l$</p> | <p>[2] ev_0</p> <p>[2] v_0</p> <p>[2] l</p> <p>[2] $\angle QRC$</p> <p>[2] el</p> <p>[2] $e^{2n} l$</p> | <p>[3] $\frac{-ev_0}{\sqrt{2}}$</p> <p>[3] $\frac{-v_0}{\sqrt{2}}$</p> <p>[3] el</p> <p>[3] $\angle QRS$</p> <p>[3] $e^2 l$</p> <p>[3] $e^{3n} l$</p> | <p>[4] $\frac{ev_0}{\sqrt{2}}$</p> <p>[4] $\frac{v_0}{\sqrt{2}}$</p> <p>[4] $\frac{el}{\sqrt{2}}$</p> <p>[4] $\angle PQB$</p> <p>[4] $\frac{e^2 l}{\sqrt{2}}$</p> <p>[4] $e^{4n} l$</p> |

〔Ⅱ〕 図1のように、領域1、領域2の2つの部分からなる、断面積 S の円筒容器がある。領域1と2は断熱材でできた、質量 m の滑らかに動くピストンで隔てられている。それぞれの領域には熱源が取り付けられており、温度を制御することができ

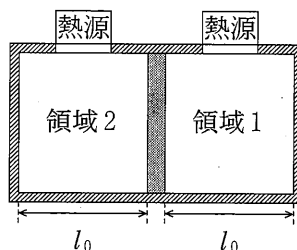


図1

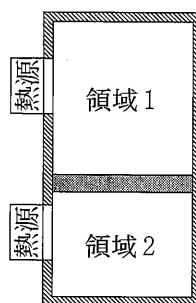


図2

るようになっている。この容器は、熱源に接する部分を除いて断熱材でできている。はじめ、この容器は図1のように水平に置かれ、いずれの領域にも圧力 p_0 、温度 T_0 の理想気体が閉じ込められており、ピストンは容器の両端から等しい距離 l_0 の位置で静止していた。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ひとつ選び、その番号を解答欄に記入せよ。

いま、2つの領域の温度を T_0 に保ったまま、図2に示すように、この容器を90度回転させて、領域2が下になるように鉛直に置いたところ、ピストンは x だけ下がった位置で静止した。このときの領域1、2内の気体の圧力をそれぞれ p_1 、 p_2 とすると、これらの間には (1) という関係が成り立つ。ボイルの法則を適用すると、領域1については、 $p_0 l_0 S =$ (2) となり、領域2については、 $p_0 l_0 S =$ (3) となる。以上より、領域1内の気体の圧力と x の関係は、 $p_1 =$ (4) と表すことができ、領域2内の気体の圧力と x の関係は、 $p_2 =$ (5) と表すことができる。

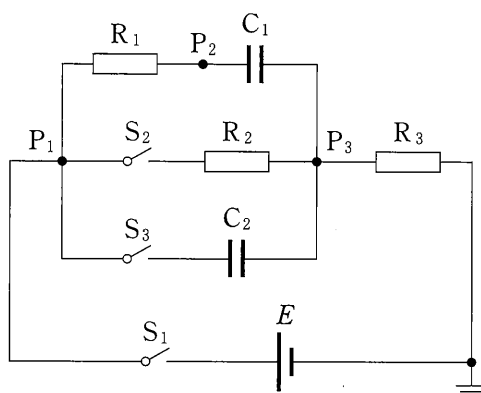
つぎに、領域1の温度を T_0 に保ったまま、領域2の中の気体を一定時間加熱した。この操作によってピストンはゆっくりと上昇し、領域1、2の体積が等しくなった位置で停止した。このときの領域1、2内の気体の圧力をそれぞれ p'_1 、 p'_2 とすると、 $p'_1 =$ (6) , $p'_2 =$ (7) となる。また、このときの領域2の温度を T_2 とすると、 $T_2 =$ (8) である。

さらに、領域1の温度を T_0 に、領域2の温度を T_2 に保ったまま、容器を再び水平に置いたところ、ピストンはゆっくりと動いたのち静止した。このときの領域1内の気体の圧力は (9) , 領域2内の気体の圧力は (10) , ピストンの動いた距離は (11) である。

解答群

- | | |
|---|---|
| (1) [1] $p_2 = p_1 + mg$ | [2] $p_2 = \frac{p_1 + mg}{S}$ |
| [3] $p_2 = p_1 + \frac{mg}{S}$ | [4] $p_2 = p_1 + mgS$ |
| (2) [1] $p_1(l_0 + x)S$ | [2] $p_1(l_0 - x)S$ |
| [3] p_1xS | [4] $(p_0 + p_1)xS$ |
| (3) [1] $p_2(l_0 + x)S$ | [2] $p_2(l_0 - x)S$ |
| [3] p_2xS | [4] $(p_0 + p_2)xS$ |
| (4) [1] $\frac{mg}{S} \frac{l_0}{x}$ | [2] $\frac{mg}{S} \frac{2x}{l_0 + x}$ |
| [3] $\frac{mg}{S} \frac{l_0 + x}{2x}$ | [4] $\frac{mg}{S} \frac{l_0 - x}{2x}$ |
| (5) [1] $\frac{mg}{S} \frac{l_0}{x}$ | [2] $\frac{mg}{S} \frac{2x}{l_0 + x}$ |
| [3] $\frac{mg}{S} \frac{l_0 + x}{2x}$ | [4] $\frac{mg}{S} \frac{l_0 - x}{2x}$ |
| (6) [1] $p_0 + \frac{mg}{S}$ | [2] $p_0 - \frac{mg}{S}$ |
| [3] $\frac{mg}{S}$ | [4] p_0 |
| (7) [1] $p_0 + \frac{mg}{S}$ | [2] $p_0 - \frac{mg}{S}$ |
| [3] $\frac{mg}{S}$ | [4] p_0 |
| (8) [1] $\left(1 + \frac{mg}{p_0S}\right)T_0$ | [2] $\left(1 - \frac{mg}{p_0S}\right)T_0$ |
| [3] $\frac{3}{2}T_0$ | [4] T_0 |
| (9) [1] $p_0 + \frac{mg}{S}$ | [2] $p_0 + \frac{mg}{2S}$ |
| [3] $\frac{mg}{S}$ | [4] p_0 |
| (10) [1] $p_0 + \frac{mg}{S}$ | [2] $p_0 + \frac{mg}{2S}$ |
| [3] $\frac{mg}{S}$ | [4] p_0 |
| (11) [1] $\frac{mg + 2p_0S}{mg}l_0$ | [2] $\frac{mg - 2p_0S}{mg}l_0$ |
| [3] $\frac{mg}{2p_0S + mg}l_0$ | [4] $\frac{mg}{2p_0S - mg}l_0$ |

〔Ⅲ〕 図のように、内部抵抗の無視できる起電力 E の電池、抵抗値が R の抵抗 R_1 , R_2 , R_3 、電気容量がそれぞれ C と $2C$ のコンデンサー C_1 と C_2 、スイッチ S_1 , S_2 , S_3 からなる回路がある。P₁, P₂, P₃ は回路上の位置を表す記号である。以下の問いに答えよ。ただし、(A), (B), (C) のいずれの場合にも、はじめ S_1 , S_2 , S_3 は開いており、 C_1 , C_2 には電荷は蓄えられていないものとする。



(A) スイッチ S_1 だけを閉じた場合について考える。

- (1) S_1 を閉じた直後、 R_1 を流れる電流はいくらか。
- (2) S_1 を閉じてから十分に時間がたった後の P₁P₂ 間の電位差はいくらか。
- (3) S_1 を閉じてから十分に時間がたった後の C_1 に蓄えられているエネルギーはいくらか。

(B) スイッチ S_1 と S_2 を同時に閉じた場合について考える。

- (4) S_1 , S_2 を閉じた直後、 R_2 を流れる電流はいくらか。
- (5) S_1 , S_2 を閉じてから十分に時間がたった後の P₁P₃ 間の電位差はいくらか。

(C) スイッチ S_1 を閉じてから十分に時間がたった後、 S_1 を開き、続いて S_3 を閉じた場合について考える。

- (6) S_3 を閉じた直後、 R_1 を流れる電流はいくらか。
- (7) S_3 を閉じてから十分に時間がたった後の C_2 に蓄えられている電気量はいくらか。
- (8) S_3 を閉じてから十分に時間がたった後の P₁P₃ 間の電位差はいくらか。