

平成 28 年度 一般採用試験前期

理 科 (物 理) 試 験 問 題

(理 工 学 専 攻)

(注 意)

- 試験時間中は、すべて試験係官の指示に従うこと。
- 理科(物理)試験問題の余白は計算に利用してもよい。

(マークセンス注意)

- 理科(物理・マークセンス)解答用紙の注意事項を確認のうえ、例にならって氏名及び受験番号を理科(物理・マークセンス)解答用紙に必ず記入及びマークすること。

例 【氏名】防大 渚 【受験番号】神奈川理W1234 の場合

*氏名及び受験番号の記入について

	姓	名
フリガナ	ボウダイ	ナギサ
漢字	防大	渚

	志願地本名	専攻区分	番 号
受験番号	神奈川	理	W1234

*受験番号等のマークについて(女子受験者は、番号のWについてはマークしなくてよい。)

志 願 地 本 名	札幌: 01	福島: 10	
	函館: 02	茨城: 11	
	旭川: 03	栃木: 12	
	帯広: 04	群馬: 13	
	青森: 05	埼玉: 14	
	岩手: 06	千葉: 15	
	宮城: 07	東京: 16	
	秋田: 08	神奈川: 17	
	山形: 09	新潟: 18	

専攻区分	番 号			
人社	0	1	2	3
理工	2	3	4	5
性別	4	5	6	7
男	5	6	7	8
女	6	7	8	9

0	1	2	3
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7
5	6	7	8
6	7	8	9
7	8	9	0
8	9	0	1
9	0	1	2

- 問題中にマークセンス解答問題と表記のある設問の解答は、理科(物理・マークセンス)解答用紙に解答すること。

- 解答方法は、設問ごとの指示に従い、理科(物理・マークセンス)解答用紙の解答マーク欄にマークすること。

【例 1】

例えば、問1で(1)アと表示のある問題に対して③と解答する場合は、次の例のように問1、(1)アの解答マーク欄の(3)にマークすること。

例 1	解 答 マーク 欄								
	問1(1) ア	1	2	3	4	5	6	7	8

【例 2】

例えば、問3(2)でア、イ、ウと表示のある問題に対してアに4、イに5、ウに6と解答する場合は、次の例のように問3(2)アの解答マーク欄は(4)を、イの解答マーク欄は(5)を、ウの解答マーク欄は(6)をマークすること。

例 2	解 答 マーク 欄										
	問3(2) ア	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	イ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ウ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

- 理科(物理・マークセンス)解答用紙の余白には何も書き込まないこと。

(記述式注意)

- 問題中に記述式解答問題と表記のある設問の解答は、理科(物理・記述式)解答用紙に記入すること。

- 解答はすべて別紙解答用紙の定められた欄または枠内に記入すること。

正しく記入していない場合には採点されないので注意すること。

- 理科(物理・記述式)解答用紙の余白は計算に利用してもよい。

1

問1～問4はマークセンス解答問題である。

なめらかな水平面上における小球の衝突を考える。

問1 質量 m_A の小球Aと質量 m_B の小球Bの同一直線上の運動を考える。運動エネルギー E_A を与えた小球Aを、静止している小球Bに弾性衝突させたところ、小球Bの質量と衝突後的小球Aの運動エネルギーの間に表1のような関係が得られた。

表1

小球Bの質量 m_B	m_A	$2m_A$
衝突後的小球Aの運動エネルギー	ア	イ ウ E_A

(1) 表1の [ア] に当てはまる最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選び解答欄にマークせよ。

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

(2) 表1の [イ] と [ウ] に当てはまる最も適当な数字(0～9)を、一つずつ選び解答欄にマークせよ。解答はそれ以上約分できない形で答え、例えば $\frac{3}{4}$ となるべきところを $\frac{6}{8}$ のように解答してはならない。

問2 質量 m_A の小球Aと質量 m_B の小球Bの同一直線上の運動を考える。運動エネルギー E_A を与えた小球Aと同じ質量の静止した小球Bに衝突させた。衝突により失われた運動エネルギーは、小球間の反発係数を e とすると $\frac{\text{エ}}{\text{オ}}(1-e^2)E_A$ であった。

文中の [エ] と [オ] に当てはまる最も適当な数字(0～9)を、一つずつ選び解答欄にマークせよ。解答はそれ以上約分できない形で答え、例えば $\frac{3}{4}$ となるべきところを $\frac{6}{8}$ のように解答してはならない。

問3 運動エネルギー E_A を与えた小球Aを同じ質量の静止した小球Bに弾性衝突させたところ、衝突後的小球Aと小球Bの進む方向は図1のようになった。運動量と力学的エネルギーの保存則より $\theta_A + \theta_B = 90^\circ$ の関係が成り立ち、小球Aが進む角度 θ_A と衝突後的小球Aの運動エネルギーの間に表2のような関係が得られた。

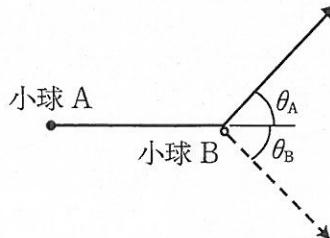


図1

表2

小球Aが進む角度 θ_A	30°	45°	60°
衝突後的小球Aの運動エネルギー	カ	キ	ク

表2の [カ] ~ [ク] に当てはまる最も適当なものを、次の①~⑨のうちから一つずつ選び解答欄にマークせよ。

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

問4 運動エネルギー E_A を与えた小球Aを同じ質量の静止した小球に次々と弾性衝突させたところ、小球Aは運動エネルギーを失いながら、図2のように衝突ごとに進行方向が 60° , 45° , 30° , … と順番に変わる軌跡を描いた。小球Aの運動エネルギーは [ケ] 回目の衝突後に初めて E_A の10分の1以下となり、[コ] 回目の衝突後に初めて E_A の100分の1以下となった。

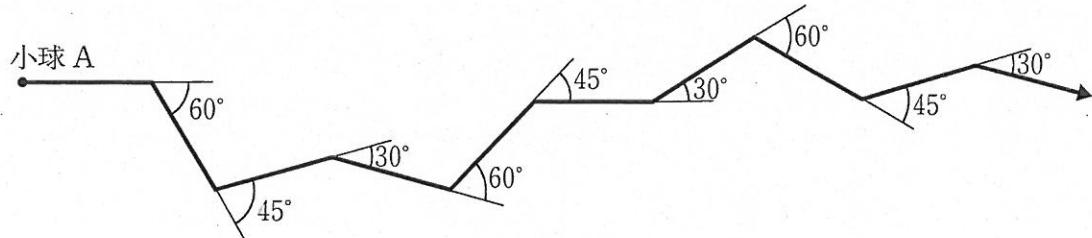


図2

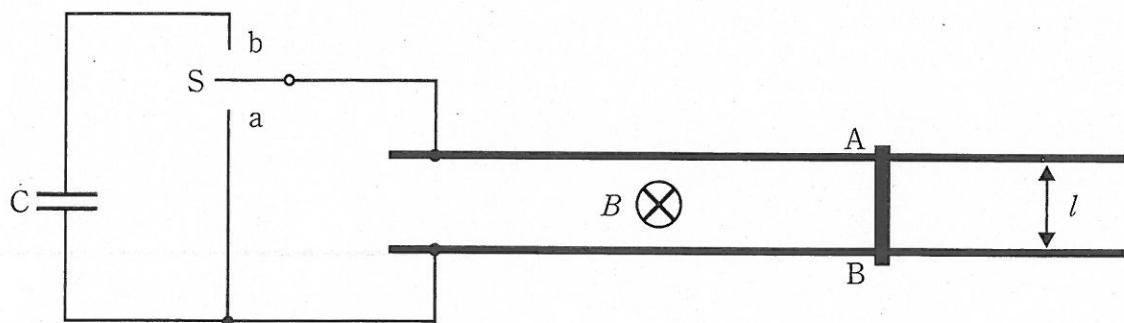
文中の [ケ] と [コ] に当てはまる最も適当な数字(0~9)を、一つずつ選び解答欄にマークせよ。

計算用紙

2

(1)～(6)はマークセンス解答問題、(7)は記述式解答問題である。

図のように、十分長い直線導体のレールが水平面上に間隔 l で平行に置かれている。この二本のレールの作る面に対し、一様で一定な磁束密度の大きさ B の磁場が鉛直下向きに働いている。質量 m の一様な金属棒をレールに対して垂直に置き、レールに沿って滑らかに動くことができるとする。金属棒とレールの接点を A, B とし、AB 間の電気抵抗を R とする。二本のレールには、切りかえスイッチ S と電気容量 C のコンデンサ C からなる電気回路が接続されている。レールおよび回路の電気抵抗やレールが作る磁場の影響はないとして、またコンデンサーの電荷はあらかじめ蓄えられていないとする。



(1) はじめにスイッチを a に接続して、金属棒を右方向に一定の速さ v_0 で動くように力を加えた。AB 間に発生する誘導起電力の大きさを表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選び解答欄にマークせよ。

- ① $\frac{v_0 Bl}{2}$ ② $v_0 Bl$ ③ $2v_0 Bl$ ④ $\frac{(v_0 Bl)^2}{2}$ ⑤ $(v_0 Bl)^2$ ⑥ $2(v_0 Bl)^2$

(2) このとき AB 間に流れる電流の大きさと向きを表す式の組合せとして正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選び解答欄にマークせよ。

- ① $\frac{v_0 Bl}{2R}$, A → B ② $\frac{v_0 Bl}{R}$, A → B ③ $\frac{2v_0 Bl}{R}$, A → B ④ $\frac{(v_0 Bl)^2}{2R}$, A → B
 ⑤ $\frac{v_0 Bl}{2R}$, B → A ⑥ $\frac{v_0 Bl}{R}$, B → A ⑦ $\frac{2v_0 Bl}{R}$, B → A ⑧ $\frac{(v_0 Bl)^2}{2R}$, B → A

(3) また金属棒が磁場から受ける力の大きさと向きを表す式の組合せとして正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選び解答欄にマークせよ。

① $\frac{v_0 B^2 l^2}{2R}$, 右向き ② $\frac{v_0 B^2 l^2}{R}$, 右向き ③ $\frac{2v_0 B^2 l^2}{R}$, 右向き ④ $\frac{v_0^2 B^3 l^3}{2R}$, 右向き

⑤ $\frac{v_0 B^2 l^2}{2R}$, 左向き ⑥ $\frac{v_0 B^2 l^2}{R}$, 左向き ⑦ $\frac{2v_0 B^2 l^2}{R}$, 左向き ⑧ $\frac{v_0^2 B^3 l^3}{2R}$, 左向き

(4) 次に、スイッチを b に接続し、十分に長い時間が経過した後スイッチを切った。このときコンデンサーに蓄えられた電気量の大きさを表す式として正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選び解答欄にマークせよ。

① $\frac{Cv_0 Bl}{2}$ ② $Cv_0 Bl$ ③ $2Cv_0 Bl$ ④ $\frac{C(v_0 Bl)^2}{2}$

⑤ $\frac{v_0 Bl}{2C}$ ⑥ $\frac{v_0 Bl}{C}$ ⑦ $\frac{2v_0 Bl}{C}$ ⑧ $\frac{(v_0 Bl)^2}{2C}$

(5) またコンデンサーに蓄えられた静電エネルギーの大きさを表す式として正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選び解答欄にマークせよ。

① $\frac{C(v_0 Bl)^2}{2}$ ② $C(v_0 Bl)^2$ ③ $2C(v_0 Bl)^2$ ④ $\frac{(Cv_0 Bl)^2}{2}$

⑤ $\frac{(v_0 Bl)^2}{2C}$ ⑥ $\frac{(v_0 Bl)^2}{C}$ ⑦ $\frac{2(v_0 Bl)^2}{C}$ ⑧ $\frac{(v_0 Bl)^2}{2C^2}$

(6) 金属棒を一度静止させてから、ふたたびスイッチを b に接続すると金属棒が動き始めた。スイッチを接続した直後に金属棒が磁場から受ける力の大きさと向きを表す式の組合せとして正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選び解答欄にマークせよ。

① $\frac{v_0 B^2 l^2}{2R}$, 右向き ② $\frac{v_0 B^2 l^2}{R}$, 右向き ③ $\frac{2v_0 B^2 l^2}{R}$, 右向き ④ $\frac{v_0^2 B^3 l^3}{2R}$, 右向き

⑤ $\frac{v_0 B^2 l^2}{2R}$, 左向き ⑥ $\frac{v_0 B^2 l^2}{R}$, 左向き ⑦ $\frac{2v_0 B^2 l^2}{R}$, 左向き ⑧ $\frac{v_0^2 B^3 l^3}{2R}$, 左向き

(7) スイッチを接続してから十分に長い時間が経過したときまでに金属棒で発生した熱の総量は Q であった。このときの金属棒の速さ v_1 を答えよ。

3

問1(1), (4), 問2(2)および(8)はマークセンス解答用紙の解答欄にマークせよ。

ア～テは最も適当な数字を選びマークセンス解答用紙の解答欄にマークせよ。

また問1(5)および問2(7)の解答は記述式解答用紙の解答欄の方眼紙にできるだけ正確に描け。

問1 水平に張ったひもの一端Aを1秒間に2回の割合で振動させて写真を撮ったところ、図1のような正弦波で表される波が写っていた。ここで x は位置を表し、 y は変位を表す。そして z 軸は紙面の裏から表の向きを正として以下の間に答えよ。

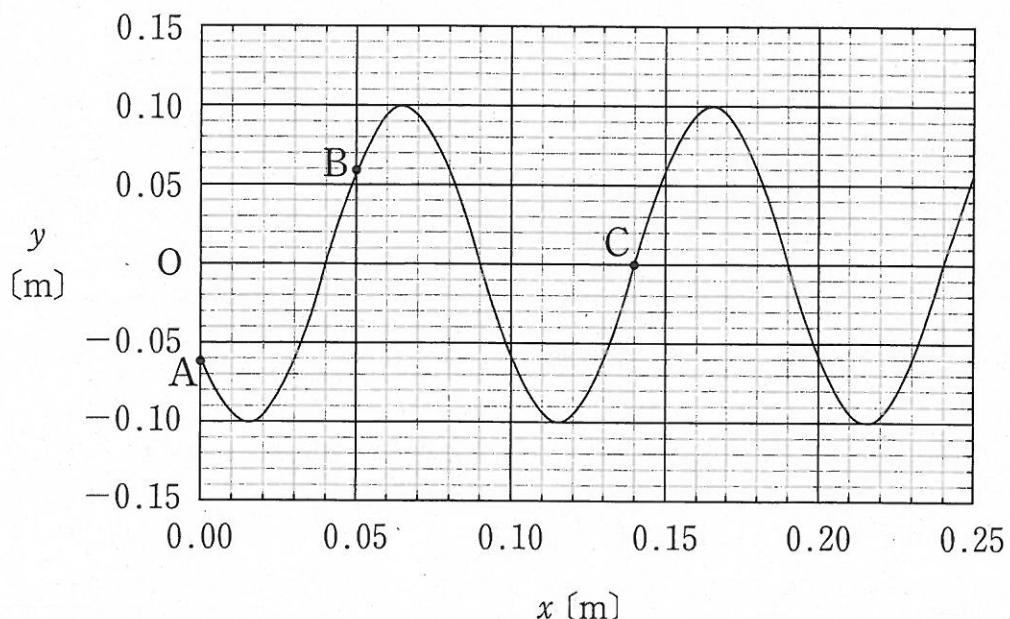


図1

(1) 図1に示すBの位置における運動の向きとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選び解答欄にマークせよ。

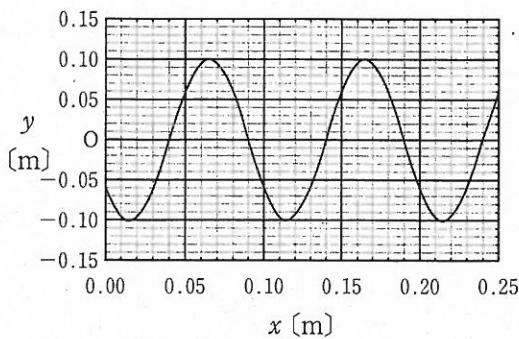
- ① x 軸の正の向き
- ② x 軸の負の向き
- ③ y 軸の正の向き
- ④ y 軸の負の向き
- ⑤ z 軸の正の向き
- ⑥ z 軸の負の向き

(2) 波の波長は ア. イ ウ m である。

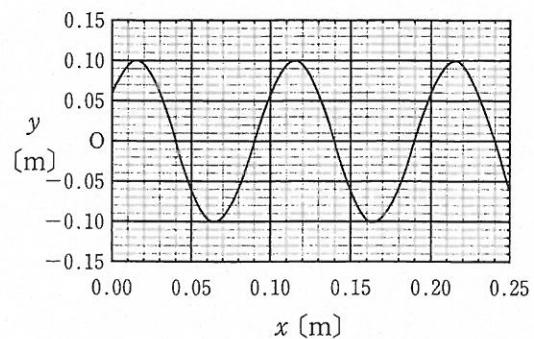
(3) 波が進む速さは エ. オ カ m/s である。

(4) 図1の写真を撮った2.5秒後のひもの変位を表す図として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選び解答欄にマークせよ。

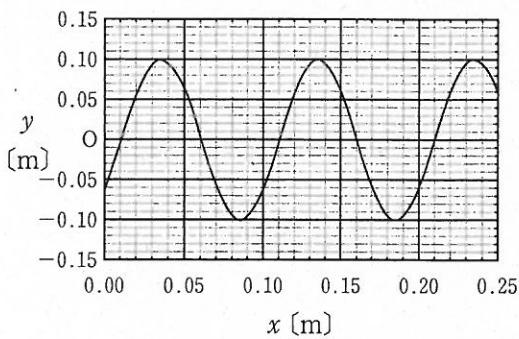
①



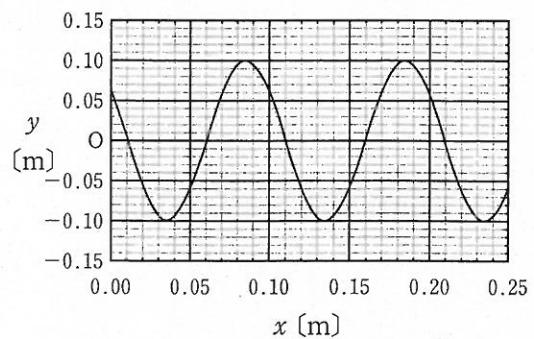
②



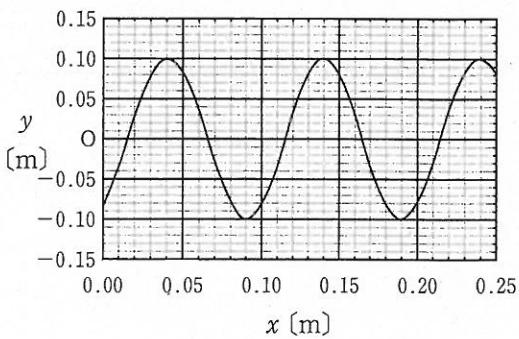
③



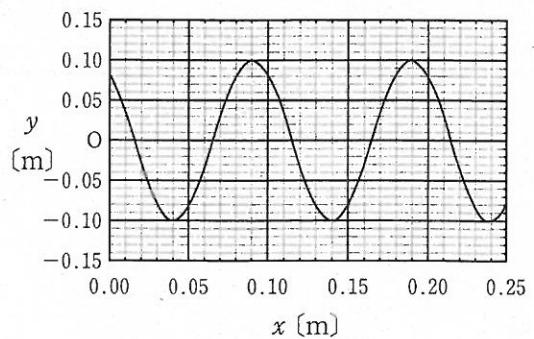
④



⑤



⑥



(5) 写真を撮った時刻を $t = 0$ として、図1に示すCの位置における変位 y が時間 t とともにどのように変化するかを解答欄の方眼紙に描け。

問2 図2のように振動数440 Hzのおんさに弦の一端を取り付け、固定した滑車を介しておもりをぶら下げた。おんさから滑車までの距離は0.50 mであった。おもりの質量を変化させるたびに同じ強さでおんさをならして、弦の音の大きさを測定した。おもりの質量は0.05 kgごとに変化させることができるものとして以下の間に答えよ。

(1) おもりの質量が0.45 kgのときに弦の音が大きくなり、腹の数は4個であった。このときの音の振動数はキ ク ケ Hzである。

(2) (1)のような現象を表すことばとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選び解答欄にマークせよ。

- | | | | |
|------|------|-----------|-------|
| ① 干渉 | ② 反射 | ③ ドップラー効果 | ④ 屈折 |
| ⑤ 共振 | ⑥ 回折 | ⑦ 分散 | ⑧ うなり |

(3) このときの波の波長はコ サ シ mである。

(4) このときの弦を伝わる波の速さはス セ ソ m/sである。

(5) (1)の状態からおもりの質量を増加させたところ、次に大きな音がなったときのおもりの質量は0.80 kgであった。このときの弦を伝わる波の速さはタ チ ツ m/sである。

(6) (5)の状態からさらにおもりの質量を増加させたところ、次に大きな音がなったときのおもりの質量は1.80 kgであった。このときの腹の数はテ 個である。

(7) (6)の状態からさらにおもりの質量を増加させたところ、次に大きな音がなったときのおもりの質量は7.20 kgであった。(1), (5), (6)および本設問それぞれの状態におけるおもりの質量Mに対する波の速さvの値を、解答欄の方眼紙に丸印で示せ。

(8) (7)のグラフから、おもりの質量Mと弦を伝わる波の速さvの関係として最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選び解答欄にマークせよ。

- | | | |
|-------------------------------|-------------------|------------------------------|
| ① vは一定である | ② vはMに比例する | ③ vはMに反比例する |
| ④ vは M^2 に比例する | ⑤ vは M^2 に反比例する | ⑥ vは $M^{\frac{1}{2}}$ に比例する |
| ⑦ vは $M^{\frac{1}{2}}$ に反比例する | | |

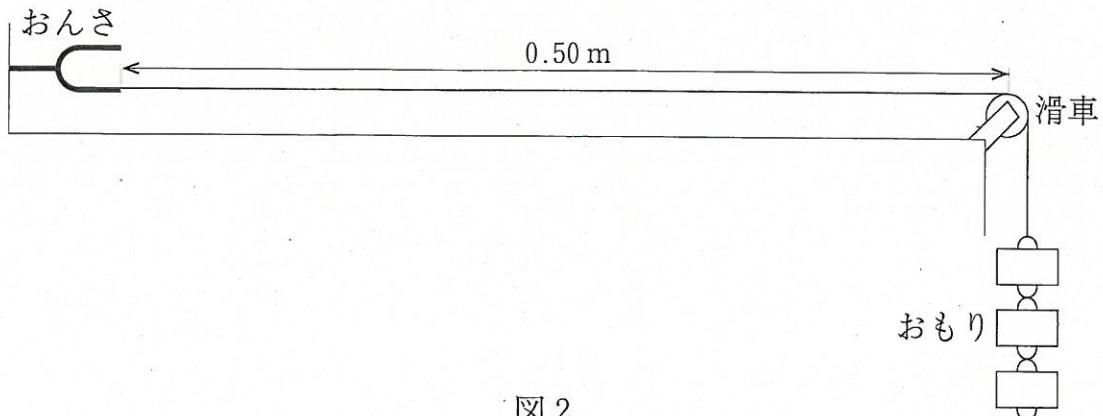
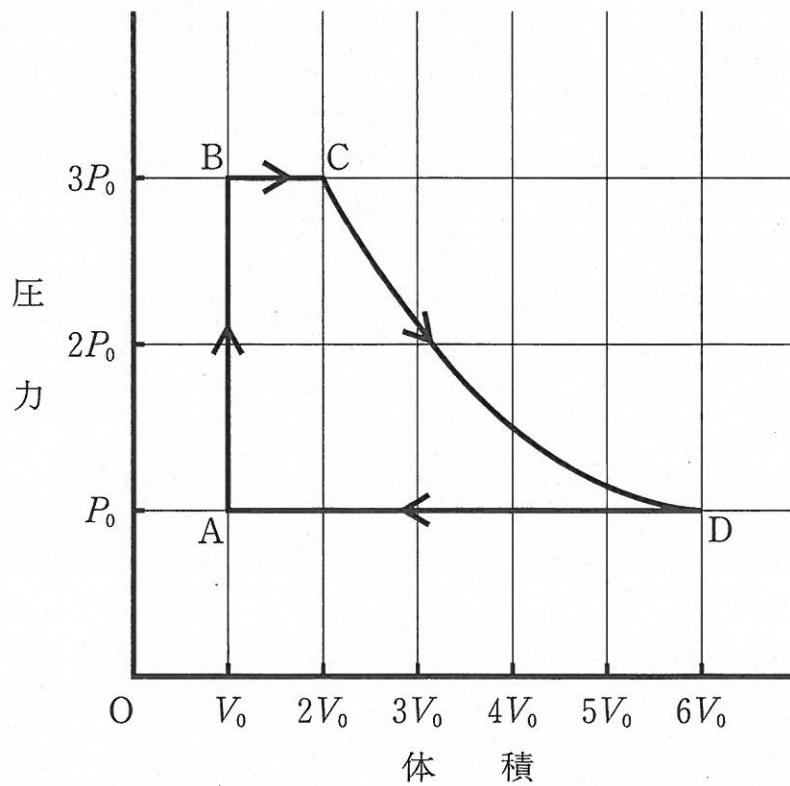


図2

4

問1～問6はマークセンス解答問題、問7は記述式解答問題である。

円筒容器に気密を保ったままなめらかに動くピストンで单原子分子理想気体を封じたとき、容器内の気体の圧力は P_0 、絶対温度は T_0 、体積は V_0 であった。このときの状態を状態 A として、図のように状態 A → 状態 B → 状態 C → 状態 D → 状態 A の順に気体の状態をゆっくり変化させた。過程 A → B の変化は定積変化、過程 B → C と過程 D → A の変化は定圧変化である。過程 C → D の変化では気体の温度を一定に保つようにピストンを操作しながら気体に熱量 Q を与えた。



図

問1 状態 B、状態 C の温度として正しいものを、次の①～⑨のうちから一つずつ選び、状態 B の温度は解答欄ア に、状態 C の温度は解答欄イ にマークせよ。

- ① $\frac{1}{6}T_0$ ② $\frac{1}{3}T_0$ ③ $\frac{1}{2}T_0$ ④ $\frac{2}{3}T_0$ ⑤ $\frac{3}{2}T_0$ ⑥ $2T_0$ ⑦ $3T_0$ ⑧ $5T_0$ ⑨ $6T_0$

問2 過程 A → B、過程 B → C における内部エネルギーの変化として正しいものを、次の①～⑨のうちから一つずつ選び、過程 A → B は解答欄ウ に、過程 B → C は解答欄エ にマークせよ。

- ① $-\frac{9}{2}P_0V_0$ ② $-3P_0V_0$ ③ $-\frac{5}{2}P_0V_0$ ④ $-\frac{3}{2}P_0V_0$ ⑤ 0
 ⑥ $\frac{3}{2}P_0V_0$ ⑦ $\frac{5}{2}P_0V_0$ ⑧ $3P_0V_0$ ⑨ $\frac{9}{2}P_0V_0$

問3 過程 C → D, 過程 D → A における内部エネルギーの変化として正しいものを、次の①～⑨のうちから一つずつ選び、過程 C → D は解答欄オに、過程 D → A は解答欄カにマークせよ。

- ① $-\frac{15}{2}P_0V_0$ ② $-5P_0V_0$ ③ $-\frac{5}{2}P_0V_0$ ④ $-P_0V_0$ ⑤ 0
 ⑥ P_0V_0 ⑦ $\frac{5}{2}P_0V_0$ ⑧ $5P_0V_0$ ⑨ $\frac{15}{2}P_0V_0$

問4 過程 A → B と過程 B → C, 過程 D → A で気体が外部からされる仕事として正しいものを、次の①～⑨のうちから一つずつ選び、過程 A → B は解答欄キに、過程 B → C は解答欄クに、過程 D → A は解答欄ケにマークせよ。

- ① $-5P_0V_0$ ② $-3P_0V_0$ ③ $-2P_0V_0$ ④ $-P_0V_0$ ⑤ 0
 ⑥ P_0V_0 ⑦ $2P_0V_0$ ⑧ $3P_0V_0$ ⑨ $5P_0V_0$

問5 過程 A → B, 過程 D → A で気体が外部から吸収する熱量として正しいものを、次の①～⑨のうちから一つずつ選び、過程 A → B は解答欄コに、過程 D → A は解答欄サにマークせよ。

- ① $-\frac{25}{2}P_0V_0$ ② $-\frac{15}{2}P_0V_0$ ③ $-\frac{7}{2}P_0V_0$ ④ $-3P_0V_0$ ⑤ 0
 ⑥ $3P_0V_0$ ⑦ $\frac{7}{2}P_0V_0$ ⑧ $\frac{15}{2}P_0V_0$ ⑨ $\frac{25}{2}P_0V_0$

問6 この1サイクルにおける熱効率として正しいものを、次の①～⑨のうちから一つ選び、解答欄シにマークせよ。

- ① $\frac{2(Q-2P_0V_0)}{25P_0V_0+2Q}$ ② $\frac{2(Q+2P_0V_0)}{25P_0V_0+2Q}$ ③ $\frac{Q+2P_0V_0}{7P_0V_0+2Q}$ ④ $\frac{2(Q-2P_0V_0)}{21P_0V_0+2Q}$
 ⑤ $\frac{2(Q+2P_0V_0)}{21P_0V_0+2Q}$ ⑥ $\frac{Q-2P_0V_0}{2P_0V_0+2Q}$ ⑦ $\frac{Q+2P_0V_0}{2P_0V_0+2Q}$ ⑧ $\frac{3(Q-2P_0V_0)}{2P_0V_0+2Q}$
 ⑨ $\frac{3(Q+2P_0V_0)}{2P_0V_0+2Q}$

問7 この変化のサイクルについて、体積 V と温度 T との関係を解答用紙に描け。状態 A, B, C, D の位置を示し、状態変化の方向を矢印で示せ。