

# 令和3年度 一般入学試験(後期)問題 理 科

試験開始の指示があるまで問題冊子を開いてはならない。

## 科目選択について

1. 3科目すべての解答用紙に受験番号、氏名を記入すること。
2. 物理・化学・生物の3科目のうち、2科目を選択すること。
3. 選択しない科目の解答用紙の中央に大きく×印を描くこと。
4. 選択しない科目の解答用紙は試験開始から30分後に回収される。

## 注 意 事 項

1. 試験時間は90分である。
2. 試験開始の指示があるまで、筆記用具を持つてはならない。
3. 試験開始後に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁等の不備、解答用紙の汚れ等を確認しなさい。これらがある場合には手を高く挙げて監督者に知らせること。
4. 物理では、1～15ページで、解答番号は 

1
---

 ～ 

28
----

 である。  
化学では、16～29ページで、解答番号は 

1
---

 ～ 

38
----

 である。  
生物では、30～45ページで、解答番号は 

1
---

 ～ 

23
----

 である。
5. 解答は指示された解答番号に従って解答用紙の解答欄にマークすること。
6. 解答用紙に正しく記入・マークしていない場合には、正しく採点されないことがある。
7. 指定された以外の個数をマークした場合には誤りとなる。
8. 下書きや計算は問題冊子の余白を利用すること。
9. 質問等がある場合には手を高く挙げて監督者に知らせること。
10. 試験終了の指示があったら直ちに筆記用具を机の上に置くこと。
11. 試験終了の指示の後に受験番号、氏名の記入漏れに気づいた場合には、手を高く挙げて監督者の許可を得てから記入すること。許可なく筆記用具を持つと不正行為とみなされる。
12. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

## 解答用紙記入要領

例：受験番号が「0123」番の「日本花子」さんの場合

受 験 番 号				
MC	0	1	2	3
	●	○①	○①	○①
	○②	●	○①	○①
	○②	○②	●	○②
	○③	○③	○③	●
	○④	○④	○④	○④
	○⑤	○⑤	○⑤	○⑤
	○⑥	○⑥	○⑥	○⑥
	○⑦	○⑦	○⑦	○⑦
	○⑧	○⑧	○⑧	○⑧
	○⑨	○⑨	○⑨	○⑨

フリガナ	ニ ッ ポ ン	ハ ナ コ
氏 名	日 本 花 子	

- 注 意 事 項
1. 黒鉛筆(HB, B, 2B)またはシャープペンシル(2B)を使用すること。
  2. マークは、はみ出さないように○の内側を●のように丁寧に塗りつぶすこと。
  3. 所定の記入欄以外には何も記入しないこと。
- ※ マークの塗り方が正しくない場合には、採点されないことがある。

良い例	●	●	●	●	●	●	●	●	●
悪い例	○	○	○	○	○	○	○	○	○

1. 受験番号の空欄に受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークする。次に、氏名を書き、フリガナをカタカナで記入する。
2. 受験番号欄と解答欄では、○の位置が異なるので注意する。
3. マークは黒鉛筆(HB, B, 2B)またはシャープペンシル(2B)を使い、はみ出さないように○の内側を●のように丁寧に塗りつぶす。
4. マークを消す場合には、消しゴムで跡が残らないように完全に消す。
5. 解答用紙は折り曲げたり、汚したりしない。
6. 所定の欄以外には何も記入しない。

## 問題訂正

### 化学

2	21 ページ	問 1	[あ]
		誤： 1 行目	ある糖
	正： 1 行目	ある <u>非電解質</u>	
	2 行目	誤： 2 行目	この糖
正： 2 行目		この <u>非電解質</u>	

### 生物

3	39 ページ	問 2	選択肢 4 を削除
---	--------	-----	-----------

#### 問 3

1 つの選択肢を選ぶことを想定していましたが、問題文の解釈によっては別の選択肢も正解となり、正答選択肢が 2 つとなり得ます。

4	45 ページ	問 4	
		誤： 仮説	…四肢の前方を…
	正： 仮説	… <u>前肢</u> の前方を…	
	選択肢 ③	誤： 選択肢 ③	…通常 of 四肢…
		正： 選択肢 ③	…通常 of <u>前肢</u> …
	選択肢 ①～⑤のすべて		誤： 頭側半分の AER…
		正： <u>AER の前方</u> …	

# 物 理

## 解答上の注意

1. 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

例えば、

6	7
---	---

 と表示のある問題に対して、計算等から得られた値をマークする場合には、次の例に従う。

例：38 と答えたい場合には

解答 番号	解 答 欄									
6	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
7	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⑩

2. 分数形で解答する場合には、既約分数(それ以上約分できない分数)で答えること。
3. 答えの値は、枠に合わせて四捨五入すること。

1 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。重力加速度の大きさを  $g$  とする。

図1のように水平な床と鉛直な壁の間に長さ  $L$ 、質量  $m$  の一様な棒が立てかけられている。壁と棒のなす角度を  $\theta$  ( $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ) とする。壁と棒、床と棒との間の静止摩擦係数をそれぞれ  $\mu_0$ 、 $\mu_1$  とする。

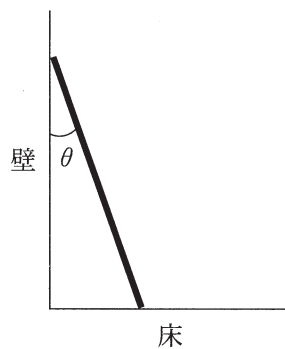


図1

[1] はじめに  $\mu_0 = 0$  の場合を考える。

問1 棒が床から受ける静止摩擦力の大きさは   $mg$  である。

に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

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

問2 棒が床から受ける垂直抗力の大きさは   $mg$  である。

に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

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

問3 棒が壁に立てかけられて静止していらる条件は、 $\tan \theta \leq$   である。

に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $\mu_1$       ②  $2 \mu_1$       ③  $\frac{1}{2} \mu_1$       ④  $\frac{1}{\mu_1}$       ⑤  $\frac{2}{\mu_1}$   
 ⑥  $\frac{1}{2 \mu_1}$       ⑦ 1      ⑧ 2      ⑨  $\frac{1}{2}$

[2] 次に、 $\mu_0 > 0$  かつ  $\mu_1 > 0$  の場合を考える。棒が壁から受ける摩擦力の大きさを  $F_0$ 、床から受ける摩擦力の大きさを  $F_1$  とする。

問 4 力のつり合いの式から、棒が壁から受ける垂直抗力の大きさは 4，棒が床から受ける垂直抗力の大きさは 5 と表せる。

(1) 4 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

- ①  $F_0$             ②  $F_1$             ③  $\mu_0 F_0$           ④  $\mu_1 F_1$           ⑤  $mg + F_0$   
 ⑥  $mg - F_0$       ⑦  $mg + F_1$       ⑧  $mg - F_1$       ⑨ 0

(2) 5 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

- ①  $F_0$             ②  $F_1$             ③  $\mu_0 F_0$           ④  $\mu_1 F_1$           ⑤  $mg + F_0$   
 ⑥  $mg - F_0$       ⑦  $mg + F_1$       ⑧  $mg - F_1$       ⑨ 0

問 5  $F_0$  と  $F_1$  がそれぞれ最大静止摩擦力を超えないという条件を、 $F_0$  を横軸、 $F_1$  を縦軸にとりグラフで表すと、概形は図 2 にある灰色の領域のようになる。

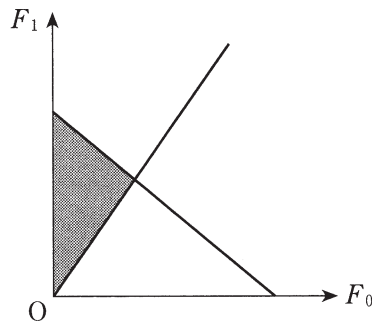


図 2

この条件を表す不等式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

6

- ①  $F_1 \leq \mu_0 mg - \mu_0 F_0$  かつ  $F_1 \geq \mu_0 F_0$       ②  $F_1 \leq \frac{mg}{\mu_0} - \frac{1}{\mu_0} F_0$  かつ  $F_1 \geq \mu_0 F_0$   
 ③  $F_1 \leq \mu_0 mg - \mu_0 F_0$  かつ  $F_1 \geq \frac{1}{\mu_1} F_0$       ④  $F_1 \leq \frac{mg}{\mu_0} - \frac{1}{\mu_0} F_0$  かつ  $F_1 \geq \frac{1}{\mu_1} F_0$   
 ⑤  $F_1 \leq \mu_1 mg - \mu_1 F_0$  かつ  $F_1 \geq \frac{1}{\mu_0} F_0$       ⑥  $F_1 \geq \frac{mg}{\mu_1} - \frac{1}{\mu_1} F_0$  かつ  $F_1 \leq \frac{1}{\mu_0} F_0$   
 ⑦  $F_1 \leq \mu_1 mg - \mu_1 F_0$  かつ  $F_1 \geq \mu_1 F_0$       ⑧  $F_1 \geq \frac{mg}{\mu_1} - \frac{1}{\mu_1} F_0$  かつ  $F_1 \leq \mu_1 F_0$   
 ⑨  $F_1 \leq \mu_1 mg - \mu_1 F_0$  かつ  $F_1 \geq \mu_0 F_0$

問 6 床と棒が接する点のまわりの力のモーメントのつり合いを  $F_0$  と  $F_1$  の関係式で表すと、図 2 のグラフ上にかかれる直線となる。この直線を  $l$  とし、図 2 の灰色の領域を  $\alpha$  とする。 $l$  と  $\alpha$  の重なったところに実際の  $F_0$  と  $F_1$  の組み合わせがある。重なった部分が線分の場合、 $F_0$  と  $F_1$  の組み合わせは 1 つには決まらない。そこで、 $l$  と  $\alpha$  の配置に応じて  $F_0$  と  $F_1$  がどのような値を取り得るかを次のように考察する。以下、図 3 のように  $l$  と  $F_1$  軸との交点を  $P$ 、 $\alpha$  の右側の頂点を  $Q$ 、 $l$  と  $F_0$  軸との交点を  $R$  とする。

(i)  $P$  が  $\alpha$  に含まれる場合 (図 3(a))

この場合、 $\theta$  は  を満たす。またこのとき、 $F_0 = 0$  が可能である。つまり床との摩擦力  $F_1$  だけで棒を支えることが可能となる。

(ii)  $Q$  が  $R$  より  $F_1$  軸に近く、 $P$  が  $\alpha$  に含まれず、 $l$  と  $\alpha$  に重なるところがある場合 (図 3(b))

$l$  と  $\alpha$  の重なりでは  $F_0 \neq 0$  なので、棒を支えるには壁との摩擦力が必要となる。この場合、 $\theta$  は  を満たし、かつ  $\mu_0, \mu_1$  は  を満たす。

(iii)  $Q$  が  $R$  より  $F_1$  軸に近く、 $l$  と  $\alpha$  に重なるところがない場合 (図 3(c))

実際の  $F_0$  と  $F_1$  の組み合わせは存在しない。つまり棒はすべて倒れる。この場合、 $\theta$  は  を満たし、かつ  $\mu_0, \mu_1$  は  を満たす。

(iv)  $Q$  が  $R$  より  $F_1$  軸から離れている場合 (図 3(d))

$l$  と  $\alpha$  の重なりが  $0^\circ < \theta < 90^\circ$  の範囲で常に存在する。つまり棒の傾きによらず棒はすべらずに静止することができる。この場合、 $\mu_0, \mu_1$  は  を満たす。

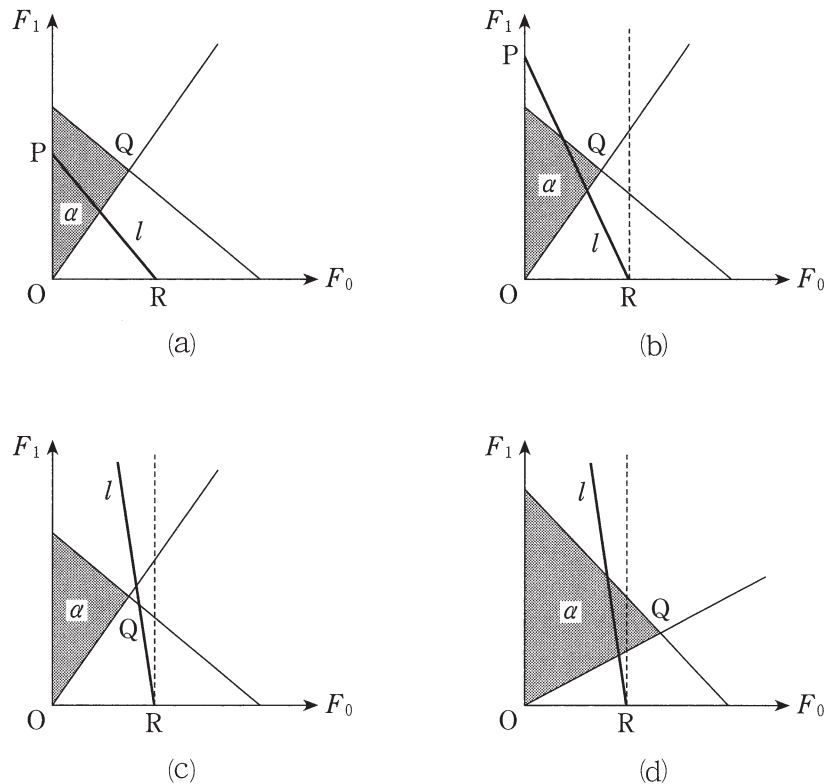


図 3

(1)  に入る式として最も適切なものを、下の選択肢群 I の①～⑨のうちから 1つ選べ。

(2)  に入る式として最も適切なものを、下の選択肢群 I の①～⑨のうちから 1つ選べ。

(3)  に入る式として最も適切なものを、下の選択肢群 II の①～⑩のうちから 1つ選べ。

(4)  に入る式として最も適切なものを、下の選択肢群 I の①～⑨のうちから 1つ選べ。

(5)  に入る式として最も適切なものを、下の選択肢群 II の①～⑩のうちから 1つ選べ。

< 選択肢群 I >

①  $0 < \tan \theta \leq \mu_0$

②  $0 < \tan \theta \leq 2\mu_1$

③  $\tan \theta > \mu_0$

④  $\tan \theta > 2\mu_1$

⑤  $\mu_0 < \tan \theta \leq \frac{\mu_0}{1 - \mu_0\mu_1}$

⑥  $2\mu_1 < \tan \theta \leq \frac{2\mu_1}{1 - \mu_0\mu_1}$

⑦  $\tan \theta > \frac{\mu_0}{1 - \mu_0\mu_1}$

⑧  $\tan \theta > \frac{2\mu_1}{1 - \mu_0\mu_1}$

⑨  $\tan \theta = 0$

< 選択肢群 II >

①  $\mu_0 < \frac{1}{2}\mu_1$

②  $\mu_0 \geq \frac{1}{2}\mu_1$

③  $\mu_0 < \mu_1$

④  $\mu_0 \geq \mu_1$

⑤  $\mu_0 < 2\mu_1$

⑥  $\mu_0 \geq 2\mu_1$

⑦  $\mu_0\mu_1 < 1$

⑧  $\mu_0\mu_1 \geq 1$

⑨  $\mu_0\mu_1 < 2$

⑩  $\mu_0\mu_1 \geq 2$

2 次の文章を読み、下の問い(問1～8)に答えよ。

図1のように体積が $3V_0$  [ $\text{m}^3$ ]、断面積が $S$  [ $\text{m}^2$ ]の円筒形の容器(シリンダー)がある。内部には、気体が漏れない隔壁があり、水平方向になめらかに動くことができる。シリンダーの左壁、隔壁、シリンダーの右壁にはそれぞれコック A, B, C が付けられている。また、シリンダー左壁には、ヒーター D がある。隔壁は、ストッパーを用い任意の位置に固定することができる。シリンダー内の隔壁の右側を右室、左側を左室と呼ぶことにする。また、ばね E が右室の隔壁とシリンダーの右壁に取り付けてある。シリンダー、隔壁、コックは断熱材でできており、コック A, C が閉じている間は外部への熱の移動はないものとする。

コック内部の細管内の気体、隔壁、ばね、コック、ヒーター、ストッパーそれぞれの体積、質量、熱容量は無視してよい。なお、シリンダーの内外は、同じ単原子分子理想気体で満たされており、外側の圧力および温度は、常に $P_0$  [Pa]、および $T_0$  [K]に保たれている。気体定数を $R$  [J/(mol·K)]とする。

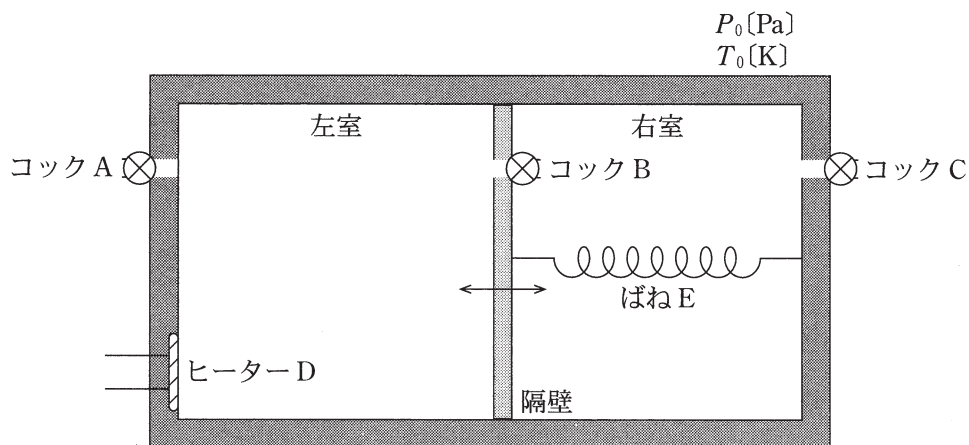


図1



はじめに、コック A, B, C を開き十分に時間がたったところ、左室の体積が、 $V_0[\text{m}^3]$  となる位置 O で隔壁は静止した。図 2 のように隔壁をストッパーで固定した後、コック A, B, C を閉じた。

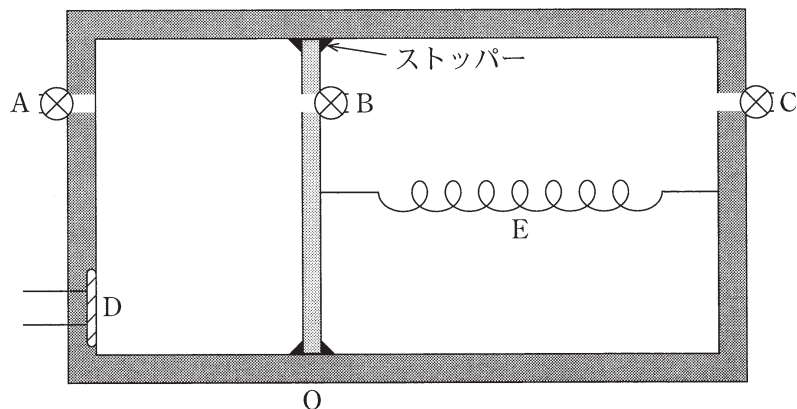


図 2

問 1 このときの左室の気体の物質質量  $n_0[\text{mol}]$  と内部エネルギー  $U_0[\text{J}]$  の正しい組合せは

である。

に入る式の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

		$n_0[\text{mol}]$		
		$\frac{P_0 V_0}{3 RT_0}$	$\frac{P_0 V_0}{RT_0}$	$\frac{3 P_0 V_0}{RT_0}$
$U_0[\text{J}]$	$\frac{P_0 V_0}{2}$	①	②	③
	$\frac{3 P_0 V_0}{2}$	④	⑤	⑥
	$\frac{2 P_0 V_0}{3}$	⑦	⑧	⑨

次に、問1の状態からコックCを開き、右室の気体を排気し、真空状態とした後、再びコックCを閉じた。この状態を状態Xと呼ぶことにする。

問2 状態Xから、コックBを開き、十分に時間がたった後、コックBを閉じた。このとき、左室の気体の温度と圧力の正しい組合せは 13 である。

13 に入る式の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

		温度[K]		
		$\frac{T_0}{2}$	$\frac{T_0}{3}$	$T_0$
圧力 [Pa]	$\frac{P_0}{3}$	①	②	③
	$\frac{P_0}{2}$	④	⑤	⑥
	$P_0$	⑦	⑧	⑨

問3 このとき、左室の内部エネルギーは、状態Xのときに比べ、 14 [J]だけ増加した。

14 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- |                        |                       |                        |                      |
|------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
| ① $\frac{3P_0V_0}{2}$  | ② $P_0V_0$            | ③ $\frac{2P_0V_0}{3}$  | ④ $\frac{P_0V_0}{2}$ |
| ⑤ 0                    | ⑥ $-\frac{P_0V_0}{2}$ | ⑦ $-\frac{2P_0V_0}{3}$ | ⑧ $-P_0V_0$          |
| ⑨ $-\frac{3P_0V_0}{2}$ | ⑩ $-RT_0$             |                        |                      |

今度は、状態 X からストッパーを一斉に外した。十分に時間がたった後、左室の気体の体積が  $2V_0$  となる位置  $O'$  で、隔壁は静止した(図 3)。この状態を状態 Y と呼ぶことにする。

問 4 E のばね定数は 15 [N/m] である。

15 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑩のうちから 1 つ選べ。

- ①  $\frac{P_0 S^2}{7 V_0}$       ②  $\frac{P_0 S^2}{5 V_0}$       ③  $\frac{P_0 S^2}{3 V_0}$       ④  $\frac{P_0 S^2}{V_0}$       ⑤  $\frac{3 P_0 S^2}{7 V_0}$   
 ⑥  $\frac{3 P_0 S^2}{5 V_0}$       ⑦  $\frac{5 P_0 S^2}{7 V_0}$       ⑧  $\frac{9 P_0 S^2}{7 V_0}$       ⑨  $\frac{9 P_0 S^2}{5 V_0}$       ⑩  $\frac{3 P_0 S^2}{V_0}$

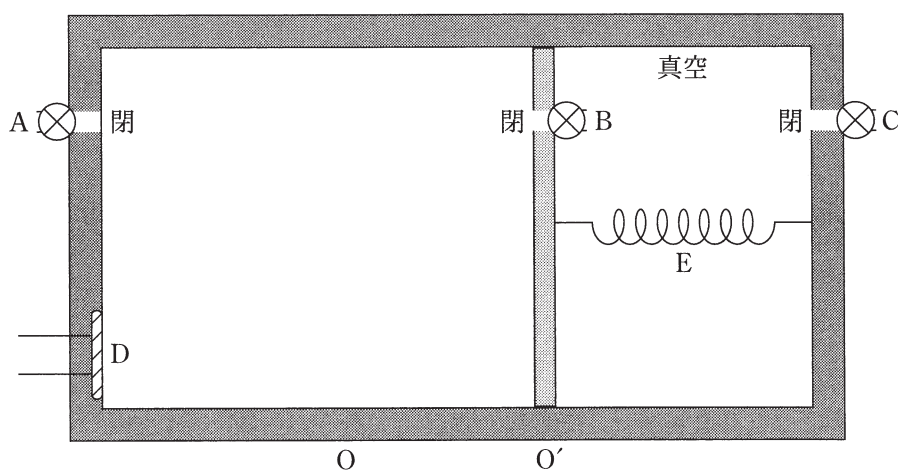


図 3 状態 Y

問 5 状態 Y の左室の気体の圧力は 16 [Pa] である。

16 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑩のうちから 1 つ選べ。

- ①  $P_0$       ②  $\frac{P_0}{3}$       ③  $\frac{P_0}{5}$       ④  $\frac{3 P_0}{5}$       ⑤  $\frac{P_0}{7}$   
 ⑥  $\frac{3 P_0}{7}$       ⑦  $\frac{5 P_0}{7}$       ⑧  $\frac{P_0}{9}$       ⑨  $\frac{5 P_0}{9}$       ⑩  $\frac{7 P_0}{9}$

問 6 状態 Y の左室の気体の内部エネルギーは、状態 X に比べ、17 [J]だけ増加した。

17 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑩のうちから 1 つ選べ。

- ①  $P_0V_0$       ②  $\frac{3P_0V_0}{14}$       ③  $\frac{5P_0V_0}{14}$       ④  $\frac{P_0V_0}{5}$       ⑤  $\frac{5P_0V_0}{12}$   
 ⑥  $\frac{3P_0V_0}{10}$       ⑦  $-\frac{7P_0V_0}{10}$       ⑧  $-\frac{3P_0V_0}{10}$       ⑨  $-\frac{3P_0V_0}{14}$       ⑩  $-P_0V_0$

問 7 状態 Y から、隔壁をストッパーで固定した後、ヒーター D に電流を流し大きさ  $Q$  [J] の熱をゆっくりと気体に与えた。十分に時間がたった後、左室の気体の圧力は

18 [Pa] になった。

18 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑩のうちから 1 つ選べ。

- ①  $\frac{Q}{V_0}$       ②  $\frac{Q}{2V_0} + \frac{P_0}{7}$       ③  $\frac{Q}{2V_0} - \frac{P_0}{7}$       ④  $\frac{Q}{3V_0} + \frac{P_0}{7}$   
 ⑤  $\frac{Q}{3V_0} + \frac{3P_0}{7}$       ⑥  $\frac{Q}{4V_0} + \frac{P_0}{5}$       ⑦  $\frac{Q}{4V_0} - \frac{P_0}{5}$       ⑧  $\frac{Q}{7V_0} + \frac{P_0}{7}$   
 ⑨  $\frac{Q}{7V_0} - \frac{P_0}{7}$       ⑩  $P_0$

問 8 次にコック B を開け、その後、隔壁のストッパーを一斉に外した。十分に時間がたった後、隔壁は左壁から 19 [m] 離れた位置で静止した。

19 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑩のうちから 1 つ選べ。

- ① 0      ②  $V_0$       ③  $2V_0$       ④  $3V_0$       ⑤  $\frac{V_0}{S}$   
 ⑥  $\frac{V_0}{2S}$       ⑦  $\frac{V_0}{3S}$       ⑧  $\frac{2V_0}{S}$       ⑨  $\frac{3V_0}{S}$       ⑩  $\frac{3V_0}{2S}$

次のページに続く

3 次の文章を読み、下の問い(問1～8)に答えよ。

コンデンサーと、起電力  $V$  の電池、抵抗、スイッチ  $S$  を直列に接続した。コンデンサーの右側の極板は固定されているが、左側の極板は固定を外して極板間隔を変えることができる。はじめ左側の極板は固定されており、左右の極板間隔は  $d_1$  であった(図1)。このときのコンデンサーの電気容量を  $C_1$  とする。  $S$  を閉じ十分な時間がたった後、左側の極板の固定を外すと同時に外力を加え、極板間の電気力とのつり合いを保ったままゆっくりと極板間隔を狭め、間隔が  $d_2$  ( $d_2 < d_1$ ) になったときに再び極板を固定し  $S$  を開いた。このときのコンデンサーの電気容量を  $C_2$  とする(図2)。

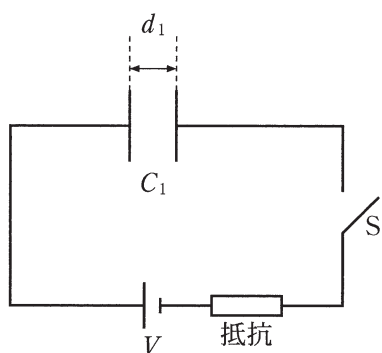


図1

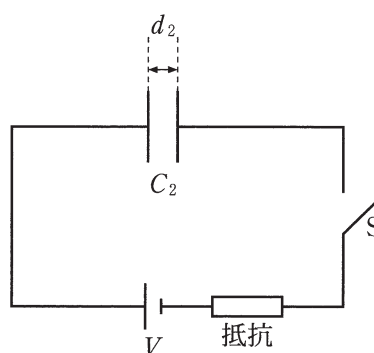


図2

問1 コンデンサーの極板を動かす前後で左側の極板の電気量は  だけ増加した。

に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- |                               |                               |                       |
|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| ① $C_1 V$                     | ② $C_2 V$                     | ③ $(C_2 - C_1) V$     |
| ④ $(C_1 - C_2) V$             | ⑤ $\frac{1}{2} C_1 V$         | ⑥ $\frac{1}{2} C_2 V$ |
| ⑦ $\frac{1}{2} (C_2 - C_1) V$ | ⑧ $\frac{1}{2} (C_1 - C_2) V$ | ⑨ 0                   |

問2 コンデンサーの極板を動かす前後で電池のした仕事  $W_0$  は、  $W_0 =$   である。

に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- |                                 |                                 |                         |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| ① $C_1 V^2$                     | ② $C_2 V^2$                     | ③ $(C_2 - C_1) V^2$     |
| ④ $(C_1 - C_2) V^2$             | ⑤ $\frac{1}{2} C_1 V^2$         | ⑥ $\frac{1}{2} C_2 V^2$ |
| ⑦ $\frac{1}{2} (C_2 - C_1) V^2$ | ⑧ $\frac{1}{2} (C_1 - C_2) V^2$ | ⑨ 0                     |

問 3 コンデンサーの極板を動かす前後でコンデンサーのエネルギーは、 $\Delta U = \boxed{22}$  だけ増加した。

$\boxed{22}$  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $C_1 V^2$                       ②  $C_2 V^2$                       ③  $(C_2 - C_1) V^2$   
 ④  $(C_1 - C_2) V^2$               ⑤  $\frac{1}{2} C_1 V^2$                   ⑥  $\frac{1}{2} C_2 V^2$   
 ⑦  $\frac{1}{2} (C_2 - C_1) V^2$           ⑧  $\frac{1}{2} (C_1 - C_2) V^2$           ⑨ 0

問 4 コンデンサーの極板を動かしている途中、極板間隔が  $x$  のとき、コンデンサーの電気容量を  $C_1$  を用いて表すと  $\boxed{23}$  である。

$\boxed{23}$  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $C_1$                               ②  $x C_1$                           ③  $\frac{C_1}{x}$   
 ④  $d_1 C_1$                           ⑤  $\frac{C_1}{d_1}$                           ⑥  $\frac{x C_1}{d_1}$   
 ⑦  $\frac{d_1 C_1}{x}$                           ⑧  $\left(1 + \frac{d_1}{x}\right) C_1$               ⑨  $\left(1 + \frac{x}{d_1}\right) C_1$

問 5 コンデンサーの極板間の電場は左右の極板がつくる電場の重ね合わせであることに留意すると、極板間隔が  $x$  のとき、左側の極板は右側の極板が作る電場によって大きさ  $\boxed{24}$  の力を受けることがわかる。

$\boxed{24}$  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $\frac{C_1 V^2}{2x}$                               ②  $\frac{C_2 V^2}{2x}$   
 ③  $\frac{x}{2d_1} \{x C_2 + (d_1 - x) C_1\} V^2$       ④  $\frac{x}{2d_1} \{x C_1 + (d_1 - x) C_2\} V^2$   
 ⑤  $\frac{d_1 C_1 V^2}{2x^2}$                               ⑥  $\frac{d_1 C_2 V^2}{2x^2}$   
 ⑦  $\frac{d_1}{2x} (C_2 - C_1) V^2$               ⑧  $\frac{d_1}{2x} (C_1 - C_2) V^2$   
 ⑨ 0

問 6 問 5 で求めた力と  $x$  の関係について、他の物理現象にあらわれる力と仕事の関係の類似点に着目すると、左の極板が受ける電気力がする仕事を求めることができる。

(1) 下線部について、着目する力と仕事の関係として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。 25

- ① ピストンのついた容器内の理想気体を等温膨張させる際、ピストンに外力を加え、ゆっくり膨張させる。このとき気体の圧力が外力に対して行う仕事。
- ② 一様な電場中にある点電荷をゆっくり電場方向へ動かす。このとき電場が外力に対して行う仕事。
- ③ ばねにつながれた質点に外力を加えゆっくり伸ばす。このときばねの復元力が外力に対して行う仕事。
- ④ 万有引力がはたらいっている空間で、質量を持った物体に外力を加え、ゆっくり万有引力の中心へ向かって動かす。このとき万有引力が外力に対して行う仕事。
- ⑤ 一様な磁場中で、点電荷に外力を加え、磁場と垂直方向にある速さで動かす。このとき磁場が外力に対して行う仕事。
- ⑥ 空気の抵抗力が無視できない空間で、物体に外力を加え、ある速さで動かす。このとき空気抵抗力が外力に対して行う仕事。

(2) 左の極板が受ける電気力が、極板を動かす間にする仕事  $W_1$  は、

$$W_1 = \text{26} \frac{C_1 V^2}{2} \text{ である。}$$

26 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

- |  |  |  |
|--|--|--|
| ① $\frac{d_1}{d_2} - 1$                | ② $\frac{d_2}{d_1} - 1$                | ③ $1 - \frac{d_1}{d_2}$                |
| ④ $1 - \frac{d_2}{d_1}$                | ⑤ $\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 - 1$ | ⑥ $\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 - 1$ |
| ⑦ $1 - \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$ | ⑧ $1 - \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$ | ⑨ 0                                    |



問 7 極板を動かす間に抵抗で発生するジュール熱を  $Q$  とする。 $Q$  を電池がした仕事  $W_0$ 、電気力がした仕事  $W_1$  およびコンデンサーのエネルギーの増加分  $\Delta U$  を用いて表したとき、成り立つ式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。 27

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| ① $Q = W_0 + W_1 - \Delta U$  | ② $Q = -W_0 + W_1 - \Delta U$ |
| ③ $Q = W_0 - W_1 + \Delta U$  | ④ $Q = W_0 - W_1 - \Delta U$  |
| ⑤ $Q = -W_0 - W_1 + \Delta U$ | ⑥ $Q = W_0 - \Delta U$        |
| ⑦ $Q = W_1 - \Delta U$        | ⑧ $Q = -W_0 + \Delta U$       |
| ⑨ $Q = -W_1 + \Delta U$       |                               |

問 8  $Q =$  28 である。

28 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

- |                                 |                                 |                         |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| ① $C_1 V^2$                     | ② $C_2 V^2$                     | ③ $(C_2 - C_1) V^2$     |
| ④ $(C_1 - C_2) V^2$             | ⑤ $\frac{1}{2} C_1 V^2$         | ⑥ $\frac{1}{2} C_2 V^2$ |
| ⑦ $\frac{1}{2} (C_2 - C_1) V^2$ | ⑧ $\frac{1}{2} (C_1 - C_2) V^2$ | ⑨ 0                     |