

R 6. 1 1. 4 (月)

試 験 問 題

〔物理・化学〕

どちらか1科目を解答

(解答時間 40分)

1 受験心得

- (1) 指示があるまで問題を開いてはいけません。
- (2) 問題の内容に関する質問には一切回答しません。
- (3) 計算等は問題用紙の余白を利用してください。
- (4) 試験時間中はすべて係員の指示に従ってください。
- (5) 計算機等の使用は認めません。
- (6) 携帯電話等の電源を切り、使用できない状態にしておいてください。
- (7) 試験終了後に試験問題はすべて回収しますので持ち帰らないようにしてください。

2 マークシート記入上の注意事項

☆ 解答用紙の注意事項をよく読んで次の要領で記入してください。

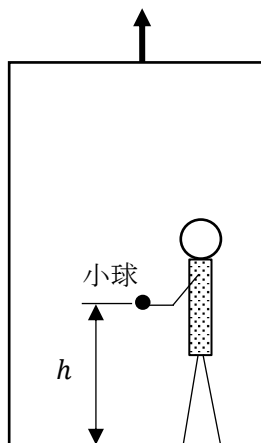
- (1) 記入は必ず HB 以上の濃さの鉛筆またはシャープペンシルを使用してください。
- (2) 「氏名」欄はフルネームを記入し、カタカナでふりがなを記入してください。
- (3) 「地本コード」欄は受験番号の県名等と対応するマーク欄を塗りつぶしてください。
- (4) 「受験番号欄」欄は上部に4桁の受験番号を記入し、対応するマーク欄を塗りつぶしてください。区分、記号は該当するマーク欄を塗りつぶしてください。
- (5) 「学問分野選択区分」欄は「理系」のマーク欄を塗りつぶしてください。
- (6) 「試験科目選択区分」欄は「物理」「化学」から1科目を選択し、対応するマーク欄を塗りつぶしてください。
- (7) 訂正するときは、消しゴムで完全に消してください。

氏 名	
--------	--

防衛省

[物 理]

質量 m の小球を持った人がエレベーターで上昇する。エレベーターと人（小球を含まない）を合わせた質量は M で、重力加速度の大きさを g とする。このエレベーターを、鉛直上方へ一定の大きさの力で引き上げるときの運動について考えるとき、各設問に答えよ。ただし、小球のエレベーター床からの高さを h 、上昇加速度の大きさを a とする。



(1) エレベーターを引き上げる力の大きさ F として、最も妥当なものはどれか。

1. Mg
2. Ma
3. $M(g + a)$
4. $(M + m)a$
5. $(M + m)(g + a)$

(2) 力の大きさ F を変えないで小球をそっと離れたところ、エレベーターの上昇加速度の大きさが b に変わった。 b の値として、最も妥当なものはどれか。

1. $\frac{m}{M}g$
2. $\frac{m}{M}a$
3. $\frac{m}{M}(g + a)$
4. $a + \frac{m}{M}(g + a)$
5. $a + \frac{M + m}{M}(g + a)$

(3) このとき、エレベーターの中の人から観測すると、小球に働いている力（合力） F' の大きさとして、最も妥当なものはどれか。

1. ma
2. mb
3. mg
4. $m(g+a)$
5. $m(g+b)$

(4) 小球を離してから、小球がエレベーターの床に達するまでの時間 t として、最も妥当なものはどれか。

1. $\sqrt{\frac{h}{g+a}}$

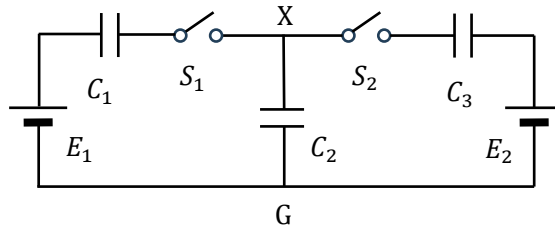
2. $\sqrt{\frac{h}{g+b}}$

3. $\sqrt{\frac{2h}{g+b}}$

4. $\sqrt{\frac{3h}{g+a}}$

5. $\sqrt{\frac{4h}{g+b}}$

3個のコンデンサー C_1, C_2, C_3 , 2個の電池 E_1, E_2 , 2個のスイッチ S_1, S_2 からなる回路がある。3個のコンデンサーの容量は $C_1 = C, C_2 = 2C, C_3 = 3C$ であり、2個の電池の起電力はともに V であるとする。はじめの状態では、各スイッチは開いており、各コンデンサーに蓄えられた電荷は0とする。また、点Gを電位の基準（電位0）とする。各設問に答えよ。



(5) スイッチ S_1 を閉じたとき、コンデンサー C_1, C_2 の合成容量として、最も妥当なものはどれか。

1. $2C$
2. $3C$
3. $\frac{1}{3C}$
4. $\frac{3}{2C}$
5. $\frac{2}{3}C$

(6) スイッチ S_1 を閉じたとき、点Xの電位として、最も妥当なものはどれか。

1. $\frac{3}{5}V$
2. $\frac{2}{3}V$
3. $\frac{1}{2}V$
4. $\frac{3}{4}V$
5. $\frac{1}{3}V$

(7) 次にスイッチ S_1 を開き、スイッチ S_2 を閉じた。点Xの電位として、最も妥当なものはどれか。

1. $\frac{2}{3}V$

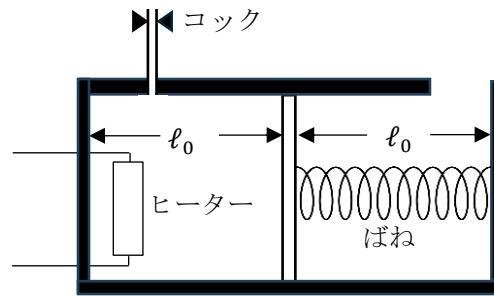
2. $\frac{11}{15}V$

3. $\frac{13}{15}V$

4. $\frac{3}{4}V$

5. $\frac{4}{5}V$

下図のような、シリンダーとなめらかに動くピストンからなる断熱容器があり、ピストンにはばねが付けられている。また、シリンダーにはヒーターが付けられており、断熱容器に閉じ込められた単原子分子の理想気体に外部から熱を加えることができる。さらに、シリンダーにはコックが付けられている。このとき、各設問に答えよ。ただし、最初にコックは開かれており、容器内の気体の圧力は大気圧と同じであった。このとき、シリンダーの気体の部分の長さとはばねの長さはともに ℓ_0 であり、ばねは自然の長さであった。また、シリンダーの断面積を S 、大気圧を P_0 、室温を絶対温度で T_0 とする。



- (8) コックを閉じ、ヒーターによって熱を与えて容器内の気体を膨張させる。容器内の気体の圧力が $\frac{3}{2}P_0$ となったとき、ばねの長さは $\frac{1}{2}\ell_0$ となった。ばね定数として、最も妥当なものはいずれか。

1. $\frac{P_0 S}{2\ell_0}$
2. $\frac{P_0 S}{\ell_0}$
3. $\frac{3P_0 S}{2\ell_0}$
4. $\frac{2P_0 S}{\ell_0}$
5. $\frac{3P_0 S}{\ell_0}$

(9) このとき、容器内の気体の絶対温度として、最も妥当なものはどれか。

1. $\frac{9}{4}T_0$

2. $\frac{5}{2}T_0$

3. $\frac{11}{4}T_0$

4. $3T_0$

5. $\frac{10}{3}T_0$

(10) この間に容器内部の気体は、外部（大気とばね）に対して仕事をする。この仕事の値として、最も妥当なものはどれか。

1. $\frac{1}{2}P_0S\ell_0$

2. $\frac{5}{9}P_0S\ell_0$

3. $\frac{5}{8}P_0S\ell_0$

4. $\frac{5}{6}P_0S\ell_0$

5. $\frac{5}{4}P_0S\ell_0$

(11) この間にヒーターが与えた熱量として、最も妥当なものはどれか。

1. $\frac{5}{4}P_0S\ell_0$

2. $\frac{3}{2}P_0S\ell_0$

3. $\frac{5}{3}P_0S\ell_0$

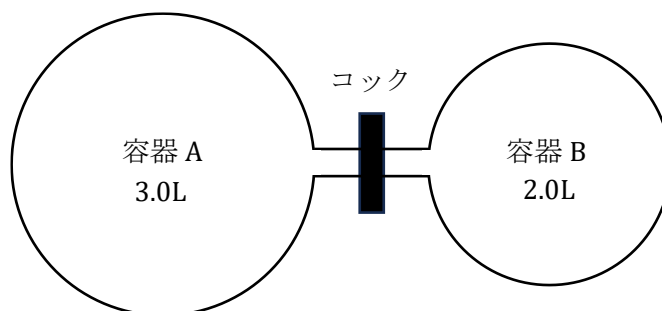
4. $2P_0S\ell_0$

5. $\frac{5}{2}P_0S\ell_0$

[化 学]

次の文章を読み、各設問に答えよ。ただし、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

文章：下の図のように、容積 3.0L の容器 A と容積 2.0L の容器 B が連結されている。コックを閉じた状態でそれぞれの容器を真空にしたあと、容器 A には $2.0 \times 10^5 \text{Pa}$ の水素を、容器 B にはアルゴンを充填した。ただし、すべての気体は理想気体としてふるまうものとし、連結部の容積は無視できるものとする。また、容器 A、B に入っている気体の温度は 27°C であり、混合の前後で変わらないものとする。



(1) 下線部「水素」と同じ非金属元素に分類される元素として、最も妥当なものはどれか。

1. 亜鉛
2. アルゴン
3. カルシウム
4. 鉄
5. 銅

(2) 容器 A に充填された水素の物質質量として、最も妥当なものはどれか。

1. 0.024mol
2. 0.12mol
3. 0.24mol
4. 1.2mol
5. 2.4mol

(3) コックを開いて 2 つの気体を混合した。コックを開いて気体が十分に混合されるまで放置したあとの水素の分圧として、最も妥当なものはどれか。

1. $1.2 \times 10^4 \text{ Pa}$
2. $2.4 \times 10^4 \text{ Pa}$
3. $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$
4. $2.4 \times 10^5 \text{ Pa}$
5. $3.6 \times 10^5 \text{ Pa}$

(4) コックを開き気体が十分に混合されるまで放置したあと、 27°C における圧力は $2.8 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。コックを開く前の容器 B 内の圧力として、最も妥当なものはどれか。

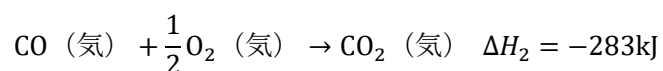
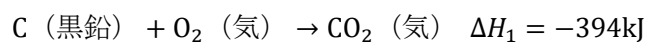
1. $5.0 \times 10^4 \text{ Pa}$
2. $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$
3. $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$
4. $4.0 \times 10^5 \text{ Pa}$
5. $6.0 \times 10^5 \text{ Pa}$

(5) 混合後のアルゴンの分圧として、最も妥当なものはどれか。

1. $1.6 \times 10^5 \text{ Pa}$
2. $3.2 \times 10^5 \text{ Pa}$
3. $4.8 \times 10^5 \text{ Pa}$
4. $6.4 \times 10^5 \text{ Pa}$
5. $8.0 \times 10^5 \text{ Pa}$

次の文章1、2を読み、各設問に答えよ。ただし、原子量はH = 1.0, C = 12, O = 16, Na = 23とする。

文章1：物質はそれぞれに固有の大きさのエネルギーをもっている。化学反応が起こって①物質の状態が変化するときには、その変化に伴ってもっているエネルギーの大きさが変化する。物質がもつエネルギーは、エンタルピーとよばれる量で表せる。炭素C（黒鉛）と酸素O₂から一酸化炭素COを生成する反応の反応エンタルピーは、二酸化炭素CO₂を生じる反応が同時に起こるため、直接測定することは困難である。そこで、直接測定可能なC（黒鉛）の燃焼エンタルピーとCOの燃焼エンタルピーを組み合わせて、この反応の反応エンタルピーを求める。これは、反応エンタルピーと反応経路の間には、②「物質が変化するときの反応エンタルピーの総和は、変化の前後の物質の種類と状態だけで決まり、変化の経路や方法には関係しない」という関係が成り立つからである。



文章2：物質1gの温度を1K上げるのに必要な熱量を比熱容量（比熱）といい、比熱容量は物質によって異なる。反応エンタルピーは、反応に伴って放出または吸収される熱量を測定することで求められる。

(6) 下線部①について、液体を経ずに固体が直接気体になる現象として、最も妥当なものはどれか。

1. 凝固
2. 凝縮
3. 昇華
4. 蒸発
5. 融解

(7) 下線部②の法則として、最も妥当なものはどれか。

1. シャルルの法則
2. ファントホッフの法則
3. ヘスの法則
4. ヘンリーの法則
5. ボイルの法則

(8) 文章1について、一酸化炭素を生成する反応エンタルピーとして、最も妥当なものはどれか。

1. -222kJ
2. -111kJ
3. 111kJ
4. 222kJ
5. 333kJ

(9) 文章2について、 2.0g の水酸化ナトリウムを 48g の純水に完全に溶かしたところ、水溶液の温度が 15°C から 35°C に上昇した。このときの発熱量として、最も妥当なものはどれか。ただし、水溶液の比熱容量は $4.2\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とする。また、反応容器などの実験器具や容器内の気体の比熱容量は無視できるものとし、発生した熱はすべて水溶液の温度変化に使われたものとする。

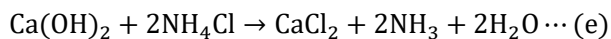
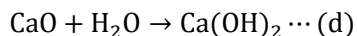
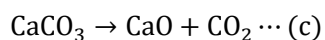
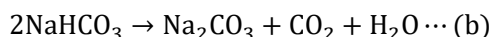
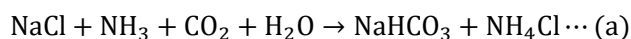
1. 0.42kJ
2. 1.0kJ
3. 2.1kJ
4. 4.2kJ
5. 6.3kJ

(10) 文章2を参考にして、(4)で得られる水酸化ナトリウムの溶解エンタルピーとして、最も妥当なものはどれか。

1. $-84\text{kJ}/\text{mol}$
2. $-42\text{kJ}/\text{mol}$
3. $-21\text{kJ}/\text{mol}$
4. $21\text{kJ}/\text{mol}$
5. $42\text{kJ}/\text{mol}$

次の文章を読み、各設問に答えよ。ただし、原子量はH = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Cl = 35.5とする。

文章：アルカリ金属の化合物には、酸素との化合物である酸化物、水酸化物イオンを含む水酸化物、炭酸イオンを含む炭酸塩、炭酸水素イオンを含む炭酸水素塩などがある。炭酸ナトリウム Na_2CO_3 はガラスやセッケンの原料などに用いられ、工業的にはアンモニアソーダ法（ソルベ一法）により製造される。以下の化学反応式(a)～(e)はアンモニアソーダ法のすべての反応過程である。



(11) 下線部について、塩基と反応して塩を生成する酸性酸化物として、最も妥当なものはどれか。

1. CaO
2. CO_2
3. Fe_2O_3
4. Na_2O
5. ZnO

(12) 工程(a)～(e)のアンモニアソーダ法において、最終的に炭酸ナトリウムと水の他に生成する物質として、最も妥当なものはどれか。

1. 塩化カルシウム
2. 塩化ナトリウム
3. 酸化カルシウム
4. 水酸化カルシウム
5. 二酸化炭素

(13) 工程(b)の反応において、1680gの炭酸水素ナトリウムの50%が反応したとき、理論的に生成する炭酸ナトリウムの質量として、最も妥当なものはどれか。

1. 265g
2. 530g
3. 1060g
4. 1680g
5. 2120g

(14) アンモニアを回収して再利用するため、炭酸カルシウムから水酸化カルシウムをつくる工程(c)、(d)が存在する。塩化ナトリウム 2.0kg から、理論的に得られる炭酸ナトリウムの質量として、最も妥当なものはどれか。

1. 0.18kg
2. 0.36kg
3. 1.8kg
4. 3.6kg
5. 18kg