平成 26 年度　　　　　　　　　　　　　　　　〔試験時間　80 分〕

N３ 物　理　　　　N４ 化　学

この冊子は，物理 と 化学 の問題を１冊にまとめてあります。

数学科は，物理または化学のどちらかを選択

建築学科と電気電子情報工学科は物理指定

物理の問題は，１ページより 17 ページまであります。
化学の問題は，18 ページより 30 ページまであります。

〔注　　意〕

(1) 試験開始の指示があるまで，この冊子を開いてはいけません。

(2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら，解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し，さらに受験番号と志望学科をマークしてください。

(3) 解答は，所定の解答用マークシートにマークしたものだけが採点されます。

(4) 解答用マークシートについて

① 解答用マークシートは，絶対に折り曲げてはいけません。

② マークには黒鉛筆（ＨＢまたはＢ）を使用してください。指定の黒鉛筆以外でマークした場合，採点できないことがあります。

③ 誤ってマークした場合は，消しゴムで丁寧に消し，消しくずを完全に取り除いたうえ，新たにマークしてください。

④ 解答欄のマークは，横１行について１箇所に限ります。２箇所以上マークすると採点されません。あいまいなマークは無効となるので，はっきりマークしてください。

⑤ 解答用マークシート上部に記載されている解答上の注意事項を，必ず読んでから解答してください。

(5) 試験開始の指示があったら，初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁，印刷不鮮明等に気づいた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。

(6) 問題冊子は，試験終了後，持ち帰ってください。

物　　理

1 　次の問題の $\boxed{}$ の中に入れるべき最も適当なものをそれぞれの**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定された欄にマークしなさい。(同じ番号を何回用いてもよい。)　　(35 点)

一様な重力を考え，重力加速度の大きさを $g\,[\mathrm{m/s^2}]$ とする。鉛直上向きに z 軸をとり，物体は真空中を鉛直方向に運動するものとする。また原点 $(z=0)$ を位置エネルギーの基準点とする。

(1) 質量 $m\,[\mathrm{kg}]$ の小物体が位置 $z\,[\mathrm{m}]$ にあるときの位置エネルギー $U\,[\mathrm{J}]$ を考える。$z>0$ のとき $U=\boxed{\text{(ア)}}$，$z<0$ のとき $U=\boxed{\text{(イ)}}$ である。

(2) さらにこの重力のほかに，鉛直上向きに一様な電場が存在するとする。電場の強さを $E\,[\mathrm{N/C}]$ $(E>0)$ とし，小物体は電荷 $q\,[\mathrm{C}]$ $(q>0)$ を持つものとする。小物体の加速度 $a\,[\mathrm{m/s^2}]$ は，$a=\boxed{\text{(ウ)}}$ である。小物体が位置 $z\,[\mathrm{m}]$ にあるとき，電場から受ける力と重力に関する位置エネルギー $U\,[\mathrm{J}]$ は $U=\boxed{\text{(エ)}}$ である。

　このように電場から受ける力と重力によって，0 ではない加速度をもって小物体が運動するとき，小物体の $\boxed{\text{(オ)}}$ は保存する。

(ア), (イ) の解答群

0 mgz　　1 $-mgz$　　2 mg　　3 $-mg$

(ウ), (エ) の解答群

0 $g+\dfrac{qE}{m}$　　1 $-g+\dfrac{qE}{m}$　　2 $g-\dfrac{qE}{m}$　　3 $-g-\dfrac{qE}{m}$

4 $mgz-qEz$　　5 $mgz+qEz$　　6 $-mgz-qEz$　　7 $-mgz+qEz$

(オ) の解答群

0 運動量　　1 運動エネルギー

2 位置エネルギー　　3 力学的エネルギー

4 運動量と運動エネルギー　　5 運動量と位置エネルギー

6 運動量と力学的エネルギー

(3) 電場の強さ E によって a の符号や大きさが決まる。時刻 t_0 [s] に，小物体の位置が z_0 [m]，速度が v_0 [m/s] であったとする。$a > 0$ のとき，時刻 t [s] における小物体の位置 z [m] は $z = \boxed{\text{(カ)}}$，速度 v [m/s] は $v = \boxed{\text{(キ)}}$ である。一方，$a < 0$ のとき，時刻 t [s] における小物体の位置 z [m] は $z = \boxed{\text{(ク)}}$，速度 v [m/s] は $v = \boxed{\text{(ケ)}}$ である。

(カ)，(ク) の解答群

0 $\frac{1}{2}at^2 + v_0t + z_0$　　1 $-\frac{1}{2}at^2 + v_0t + z_0$

2 $\frac{1}{2}a(t^2 - t_0^2) + v_0(t - t_0) + z_0$　　3 $-\frac{1}{2}a(t^2 - t_0^2) + v_0(t - t_0) + z_0$

4 $\frac{1}{2}a(t - t_0)^2 + v_0(t - t_0) + z_0$　　5 $-\frac{1}{2}a(t - t_0)^2 + v_0(t - t_0) + z_0$

6 $\frac{1}{2}at^2 - v_0t + z_0$　　7 $-\frac{1}{2}at^2 - v_0t + z_0$

8 $\frac{1}{2}a(t - t_0)^2 - v_0(t - t_0) + z_0$　　9 $-\frac{1}{2}a(t - t_0)^2 - v_0(t - t_0) + z_0$

(キ)，(ケ) の解答群

0 $v_0 + at$　　1 $v_0 - at$

2 $v_0 + a(t - t_0)$　　3 $v_0 - a(t - t_0)$

左のページは白紙です。

(4) E を変えて，さまざまな値の加速度 a について，その a に対応する等加速度直線運動を調べてみた。ただし，すべての a について，時刻 0 s に，小物体が位置 $z = L$ [m] を速度 V [m/s] で通過したとする。ここで，L と V は正の定数である。

$a = 0$ のとき，この小物体が原点を通過した時刻を $-\tau$ [s] とおくと，$\tau =$ $\boxed{\text{(コ)}}$ である (**図 1-1**)。

つぎに $a \neq 0$ の場合を考える。先ほど求めた τ を用いて $a = 2A\dfrac{L}{\tau^2}$ とおくと，A の値が a を決めることになり，時刻 t における小物体の位置 $z(t)$ は，係数に A や L を含む $\left(\dfrac{t}{\tau}\right)$ の二次関数で表現できる。

小物体の原点での速度が 0 m/s であったとすると，$A =$ $\boxed{\text{(サ)}}$ である。またその時刻は $\boxed{\text{(シ)}}$ $\times \tau$ [s] である。

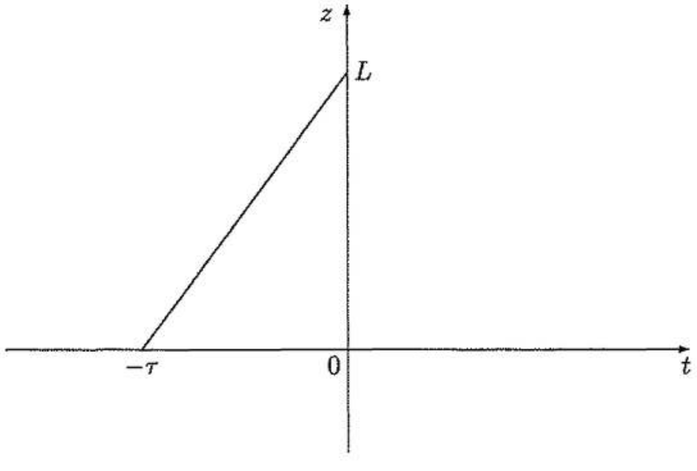

図 1-1

(コ) の解答群

0 $\frac{L}{V}$　　1 $\frac{V}{L}$　　2 LV　　3 $\frac{1}{LV}$

(サ) の解答群

0 -2　　1 $-\frac{3}{2}$　　2 -1　　3 $-\frac{1}{2}$　　4 $-\frac{1}{4}$

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

(シ) の解答群

0 -2　　1 $-\frac{3}{2}$　　2 -1　　3 $-\frac{1}{2}$　　4 $-\frac{1}{4}$

一方，$0 < A <$ $\boxed{\text{(サ)}}$ のとき，小物体が原点を正の速度で通過した時刻は $\boxed{\text{(ス)}}$ $\times \tau$ [s] である。

$A < 0$ のときは，小物体が原点を正の速度で通過した時刻は $\boxed{\text{(セ)}}$ $\times \tau$ [s] である。

さらに，原点と $z = L$ の点の中間に，一つの点を考える。原点と $z = L$ の点の中間であれば，どこでもよい。$A <$ $\boxed{\text{(サ)}}$ のとき，小物体がその点を正の速度で通過してから，$z = L$ の点を速度 V で通過するまでに要する時間 $T(A)$ [s] を考えてみる。時刻 t と小物体の位置 z の関係を表す図を考えてみると，$T(A)$ は $\boxed{\text{(ソ)}}$ ことがわかる。

加速度運動に関する以上の考察を応用して，超新星と呼ばれる天体現象の観測から現在の宇宙が加速膨張していることが明らかになった。これは，宇宙がある大きさから現在の大きさ (あるいはある密度から現在の密度) に膨張するのに要した時間を，超新星の観測から求めることによって得られた結論なのである。

(ス), (セ) の解答群

0 $\dfrac{1+\sqrt{1-4A}}{2A}$

1 $\dfrac{1-\sqrt{1-4A}}{2A}$

2 $\dfrac{-1+\sqrt{1-4A}}{2A}$

3 $\dfrac{-1-\sqrt{1-4A}}{2A}$

4 $\dfrac{1+\sqrt{1+4A}}{2A}$

5 $\dfrac{1-\sqrt{1+4A}}{2A}$

6 $\dfrac{-1+\sqrt{1+4A}}{2A}$

7 $\dfrac{-1-\sqrt{1+4A}}{2A}$

(ソ) の解答群

0 A の 2 次関数である

1 A の 3 次関数である

2 A の単調減少関数である

3 A の単調増加関数である

4 A によらない

2 次の問題の $\boxed{}$ の中に入れるべき最も適当なものをそれぞれの**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定された欄にマークしなさい。(同じ番号を何回用いてもよい。)　(32 点)

電荷によって生ずる電場や電位について考えてみよう。

(1) 原点 O に点電荷 Q [C] を置いたときの電気力線を**図 2-1** と**図 2-2** に示した。**図 2-1** は Q が $\boxed{\text{(ア)}}$ のときの電気力線を示し，**図 2-2** は Q が $\boxed{\text{(イ)}}$ のときの電気力線を示す。真空の誘電率を ε_0 [$\mathrm{C^2/(N \cdot m^2)}$] とすると，原点 O から距離 r [m] の点において，電場の強さは $\dfrac{|Q|}{\varepsilon_0} \times \boxed{\text{(ウ)}}$ [V/m] であり，無限遠点を基準にしたときの電位は $\dfrac{Q}{\varepsilon_0} \times \boxed{\text{(エ)}}$ [V] である。したがって，原点 O からの距離 b [m] の点を基準にするとき，距離 a [m] の点の電位は $\dfrac{Q}{\varepsilon_0} \times \boxed{\text{(オ)}}$ [V] となる。

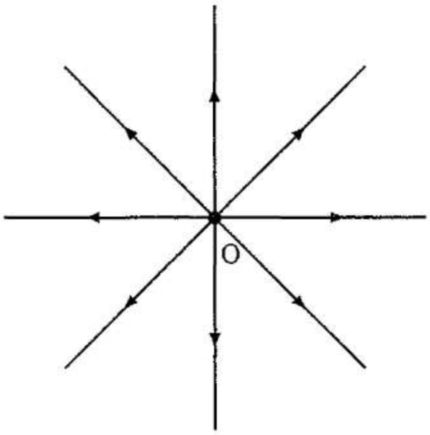

図 2-1

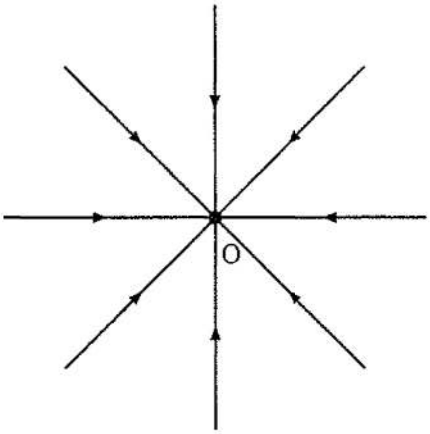

図 2-2

(2) 次に，原点 O に中心を持つ半径 a [m] の導体球を考える (**図 2-3**)。この導体球に電荷 Q [C] を与えると，電荷は静電エネルギーを最小にするように導体球表面に分布する。この電荷の分布は原点 O のまわりに球対称であるので，導体球外での電気力線の形は，原点 O に点電荷 Q が置かれたときの電気力線の形とまったく同じになる。こうして，原点 O から距離 r [m] だけ離れた点の電

場の強さは，$0 \leqq r < a$ において $\dfrac{|Q|}{\varepsilon_0} \times$ $\boxed{\text{（カ）}}$ [V/m]，$a < r$ において $\dfrac{|Q|}{\varepsilon_0} \times$ $\boxed{\text{（キ）}}$ [V/m] であることがわかる。また，$a < b$ として，原点 O からの距離 b [m] の点の電位を基準にすると，導体球表面の電位は $\dfrac{Q}{\varepsilon_0} \times$ $\boxed{\text{（ク）}}$ [V] である。

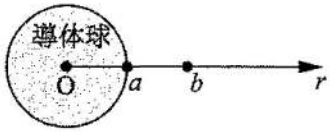

図 2-3

（ア），（イ）の解答群

0 負　　1 正

（ウ），（エ），（カ），（キ）の解答群

0 0　　1 r　　2 r^2　　3 $\dfrac{1}{r}$

4 $\dfrac{1}{r^2}$　　5 $\dfrac{1}{2\pi r}$　　6 $\dfrac{1}{2\pi r^2}$　　7 $\dfrac{1}{4\pi r}$

8 $\dfrac{1}{4\pi r^2}$

（オ），（ク）の解答群

0 $(a-b)$　　1 (a^2-b^2)　　2 $\dfrac{b-a}{ab}$　　3 $\dfrac{b^2-a^2}{a^2b^2}$

4 $\dfrac{b-a}{2\pi ab}$　　5 $\dfrac{b^2-a^2}{2\pi a^2b^2}$　　6 $\dfrac{b-a}{4\pi ab}$　　7 $\dfrac{b^2-a^2}{4\pi a^2b^2}$

(3) **図 2-4** に示したように，この導体球を内半径 b [m]，外半径 c [m] の球形導体殻で覆う。内側の導体球の中心と外側の球形導体殻の中心は一致しており，内側の導体球にはすでに電荷 Q [C] がたまっている。

ここで導体殻に電荷 q [C] を与えたとき，どのような電場が作られるか，電気力線を用いて考えてみよう。導体に与えられた電荷はすべて導体表面に分布する。電気力線は電荷のない場所で途切れることはなく，電荷に出入りする電気力線の数は電荷の量に比例する。また，電場のない場所には電気力線は存在しない。この電気力線の性質を考慮すると，導体表面の電荷の総量が決まる。すなわち，導体球表面の電荷の総量は $\boxed{\text{(ケ)}}$ [C]，導体殻内側表面の電荷の総量は $\boxed{\text{(コ)}}$ [C]，導体殻外側表面の電荷の総量は $\boxed{\text{(サ)}}$ [C] である。さらに，この系が原点 O の周りに球対称であることを考慮すると，原点からの距離 r [m] の位置における電場の強さは，$a < r < b$ において $\dfrac{\boxed{\text{(シ)}}}{\varepsilon_0} \times \boxed{\text{(キ)}}$ [V/m]，$c < r$ において $\dfrac{\boxed{\text{(ス)}}}{\varepsilon_0} \times \boxed{\text{(キ)}}$ [V/m] であることがわかる。また，導体殻内側表面 $(r = b)$ を基準にした導体球表面 $(r = a)$ の電位は $\dfrac{\boxed{\text{(セ)}}}{\varepsilon_0} \times \boxed{\text{(ク)}}$ [V] となる。

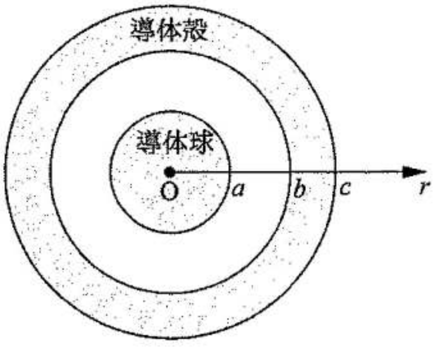

図 2-4

(4) ここで，導体殻の電荷の総量を $-Q$ とし，導体球と導体殻を電極とみなすコンデンサーを考える。コンデンサーの静電容量は一般に蓄えられた電荷と電極間の電位差の比で定義されるので，このコンデンサーの静電容量は $\boxed{\text{(ソ)}}$ [F] である。

(5) さらに，このコンデンサーの電極間を比誘電率 ε_r の誘電体で満たす。一般にコンデンサーの電極間を一様で等方的な誘電体で満たすと，誘電体は分極し，電極に接する誘電体表面には分極電荷が現れる。これにより，誘電体を満たす前と比べて，電極間の電場は $\boxed{\text{(タ)}}$ 倍になり，電極間の電位差は $\boxed{\text{(チ)}}$ 倍になる。したがって，静電容量は $\boxed{\text{(ツ)}} \times \boxed{\text{(ソ)}}$ [F] となる。このとき，導体球に接する誘電体表面に現れる電荷 (分極電荷) の総量は $\boxed{\text{(テ)}} \times Q$ [C] である。

(ケ)，(コ)，(サ)，(セ) の解答群

0 $-Q$	1 Q	2 $-q$
3 q	4 $-Q-q$	5 $-Q+q$
6 $Q-q$	7 $Q+q$	

(シ)，(ス) の解答群

0 0	1 $\lvert Q\rvert$	2 $\lvert q\rvert$
3 $\lvert Q-q\rvert$	4 $\lvert Q+q\rvert$	

(ソ) の解答群

0 $\dfrac{\varepsilon_0}{a-b}$	1 $\dfrac{\varepsilon_0}{a^2-b^2}$	2 $\dfrac{\varepsilon_0 ab}{b-a}$	3 $\dfrac{\varepsilon_0 a^2b^2}{b^2-a^2}$
4 $\dfrac{2\pi\varepsilon_0 ab}{b-a}$	5 $\dfrac{2\pi\varepsilon_0 a^2b^2}{b^2-a^2}$	6 $\dfrac{4\pi\varepsilon_0 ab}{b-a}$	7 $\dfrac{4\pi\varepsilon_0 a^2b^2}{b^2-a^2}$

(タ)，(チ)，(ツ)，(テ) の解答群

0 $(-\varepsilon_r)$	1 ε_r	2 $\left(-\dfrac{1}{\varepsilon_r}\right)$	3 $\dfrac{1}{\varepsilon_r}$
4 $\left(-1-\dfrac{1}{\varepsilon_r}\right)$	5 $\left(-1+\dfrac{1}{\varepsilon_r}\right)$	6 $\left(1-\dfrac{1}{\varepsilon_r}\right)$	7 $\left(1+\dfrac{1}{\varepsilon_r}\right)$

3 次の問題の $\boxed{}$ の中に入れるべき最も適当なものをそれぞれの**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定された欄にマークしなさい。(同じ番号を何回用いてもよい。) (18点)

半径 r [m] の球形の容器に，質量 M [kg] の単原子分子を N 個入れた系を考える。分子間に働く力は小さく，この分子の系は理想気体とみなすことができる。

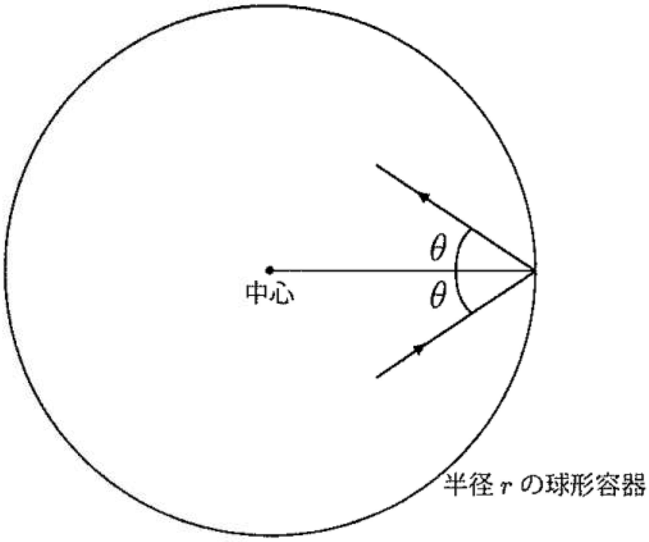

図 3-1

(1) **図 3-1** に示したように，容器の壁面に速さ v [m/s]，角度 θ [rad] で入射した分子は，弾性衝突して跳ね返り，壁面に垂直に大きさ $\boxed{(ア)}$ [N・s] の力積を与える。この分子は壁面に1秒あたり $\boxed{(イ)}$ 回衝突する。したがって，壁面に与える力の大きさの時間平均は $\boxed{(ウ)}$ [N] となる。

容器内には N 個の分子が存在し，これらの分子の速さの2乗平均を $\langle v^2 \rangle$ で表すと，分子の衝突が球面におよぼす力の大きさの総和は $\boxed{(エ)}$ [N] となる。したがって，これらの分子が衝突によって壁面に及ぼす圧力を P [Pa] とすると $P = \boxed{(オ)}$ である。容器の体積を V [m^3] とすると，これはまた $PV = \boxed{(カ)}$ と書くことができる。

(ア) の解答群

0 $Mv\sin\theta$　　1 $2Mv\sin\theta$　　2 $Mv\cos\theta$　　3 $2Mv\cos\theta$

(イ) の解答群

0 $\dfrac{v}{2r}$　　1 $\dfrac{v}{2r\sin\theta}$　　2 $\dfrac{v}{2r\cos\theta}$　　3 $\dfrac{v}{2r\tan\theta}$

(ウ) の解答群

0 $\dfrac{Mv^2}{2r}$　　1 $\dfrac{Mv^2}{r}$　　2 $\dfrac{Mv^2\tan\theta}{2r}$　　3 $\dfrac{Mv^2\tan\theta}{r}$

4 $\dfrac{Mv^2}{2r\tan\theta}$　　5 $\dfrac{Mv^2}{r\tan\theta}$　　6 $\dfrac{Mv^2\cos\theta}{2r}$　　7 $\dfrac{Mv^2\cos\theta}{r}$

(エ) の解答群

0 $\dfrac{NM\langle v^2\rangle}{8r}$　　1 $\dfrac{NM\langle v^2\rangle}{4r}$　　2 $\dfrac{NM\langle v^2\rangle}{3r}$　　3 $\dfrac{NM\langle v^2\rangle}{2r}$

4 $\dfrac{2NM\langle v^2\rangle}{3r}$　　5 $\dfrac{3NM\langle v^2\rangle}{4r}$　　6 $\dfrac{NM\langle v^2\rangle}{r}$　　7 $\dfrac{2NM\langle v^2\rangle}{r}$

(オ) の解答群

0 $\dfrac{NM\langle v^2\rangle}{8\pi r^3}$　　1 $\dfrac{NM\langle v^2\rangle}{4\pi r^3}$　　2 $\dfrac{NM\langle v^2\rangle}{3\pi r^3}$　　3 $\dfrac{NM\langle v^2\rangle}{2\pi r^3}$

4 $\dfrac{2NM\langle v^2\rangle}{3\pi r^3}$　　5 $\dfrac{3NM\langle v^2\rangle}{4\pi r^3}$　　6 $\dfrac{NM\langle v^2\rangle}{\pi r^3}$　　7 $\dfrac{2NM\langle v^2\rangle}{\pi r^3}$

(カ) の解答群

0 $\dfrac{NM\langle v^2\rangle}{8}$　　1 $\dfrac{NM\langle v^2\rangle}{4}$　　2 $\dfrac{NM\langle v^2\rangle}{3}$　　3 $\dfrac{NM\langle v^2\rangle}{2}$

4 $\dfrac{2NM\langle v^2\rangle}{3}$　　5 $\dfrac{3NM\langle v^2\rangle}{4}$　　6 $NM\langle v^2\rangle$　　7 $2NM\langle v^2\rangle$

(2) ところで，理想気体の温度を T [K]，ボルツマン定数を k [J/K] とすると，N 個の単原子分子から成る理想気体の状態方程式は $PV = \boxed{\text{(キ)}} \times NkT$ と表される。

(3) 以上のことから，容器内の気体が温度 T の熱平衡状態にあるとすると，$M\langle v^2\rangle = \boxed{\text{(ク)}} \times kT$ の関係を得る。これは，分子運動と熱力学を結びつける重要な関係式である。

これより理想気体の内部エネルギーは $\boxed{\text{(ケ)}} \times NkT$ [J] と書けることがわかる。

(4) ここでさらに，容器に質量 m [kg] の単原子分子を n 個追加して入れ，全体の温度を T に保った。追加した分子による圧力への寄与 (分圧) を p [Pa] とすると $pV = \boxed{\text{(コ)}} \times nkT$ であり，系全体の内部エネルギーは $\boxed{\text{(サ)}} \times kT$ [J] となる。

(キ)，(ク)，(ケ)，(コ) の解答群

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

(サ) の解答群

0 $\frac{1}{3}(N+n)$	1 $\frac{2}{3}(N+n)$	2 $\frac{3}{4}(N+n)$	3 $(N+n)$
4 $\frac{3}{2}(N+n)$	5 $\frac{1}{3}Nn$	6 $\frac{2}{3}Nn$	7 $\frac{3}{4}Nn$
8 Nn	9 $\frac{3}{2}Nn$		

4　次の問題の $\boxed{\quad\quad}$ の中に入れるべき最も適当なものをそれぞれの**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定された欄にマークしなさい。(同じ番号を何回用いてもよい。)　(15点)

(1)　真空中の光の速さを c [m/s] とする。周波数 ν [Hz] の光の真空中の波長 λ [m] は $\lambda =$ $\boxed{(ア)}$ である。この光が屈折率 n の媒質に入射すると周波数は $\boxed{(イ)}$ $\times\nu$ [Hz]，波長は $\boxed{(ウ)}$ $\times\lambda$ [m]，光の速さは $\boxed{(エ)}$ $\times c$ [m/s] となる。また，可視光に対するガラスの屈折率は，波長が短い光ほど大きい。赤色，青色，黄色の光がガラスを通過するときの光の速さの大小関係は $\boxed{(オ)}$ である。

(ア) の解答群

0 $\dfrac{1}{c\nu}$　　1 $c\nu$　　2 $\dfrac{c}{\nu}$　　3 $\dfrac{\nu}{c}$

(イ)，(ウ)，(エ) の解答群

0 1　　1 n　　2 $n-1$　　3 $n+1$

4 $\dfrac{1}{n}$　　5 $\dfrac{1}{n-1}$　　6 $\dfrac{1}{n+1}$

(オ) の解答群

0 赤 > 青 > 黄　　1 赤 > 黄 > 青　　2 青 > 赤 > 黄

3 青 > 黄 > 赤　　4 黄 > 赤 > 青　　5 黄 > 青 > 赤

(2) 底面が頂角 θ [rad] の二等辺三角形になっている三角柱プリズムを真空中に置く。**図 4-1** は，底面に平行な断面図である。この面内の光線が斜面 AB に入射角 α_1 [rad] で入射して，屈折角 β_1 [rad] で屈折し，さらに斜面 AC に対し入射角 α_2 [rad] で入射し，屈折角 β_2 [rad] で真空中に出ていくとする。AB に入射した光線と AC から出ていく光線のなす角 δ [rad] を $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$ で表すと $\delta =$ **(カ)** となる。また，頂角 θ は，β_1, α_2 を用いて，$\theta =$ **(キ)** と表すことができる。

プリズムの屈折率を n とする。また $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$ のそれぞれが十分小さく，小さな x に対して成り立つ $\sin x \fallingdotseq x$ という近似が使えるとする。このとき，$\alpha_1 =$ **(ク)** $\times \beta_1$，$\beta_2 =$ **(ケ)** $\times \alpha_2$ の関係式が得られるので，$\delta =$ **(コ)** $\times \theta$ となる。

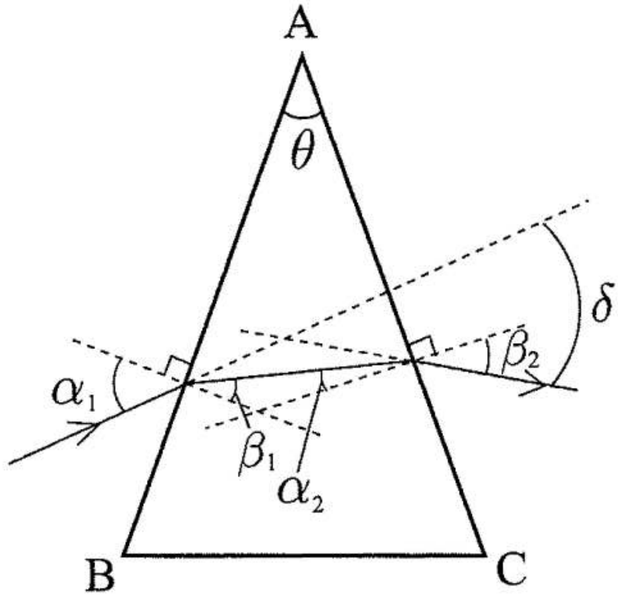

図 4-1

(カ) の解答群

0 $\alpha_1+\beta_1+\beta_2+\alpha_2$　　1 $\alpha_1+\beta_1+\beta_2-\alpha_2$

2 $\alpha_1+\beta_1-\beta_2+\alpha_2$　　3 $\alpha_1+\beta_1-\beta_2-\alpha_2$

4 $\alpha_1-\beta_1+\beta_2+\alpha_2$　　5 $\alpha_1-\beta_1+\beta_2-\alpha_2$

6 $\alpha_1-\beta_1-\beta_2+\alpha_2$　　7 $\alpha_1-\beta_1-\beta_2-\alpha_2$

(キ) の解答群

0 $\beta_1+\alpha_2$　　1 $\beta_1-\alpha_2$

2 $-\beta_1+\alpha_2$　　3 $2\beta_1+\alpha_2$

4 $2\beta_1-\alpha_2$　　5 $-2\beta_1+\alpha_2$

(ク), (ケ), (コ) の解答群

0 1　　1 n　　2 $(n-1)$　　3 $(n+1)$

4 $\dfrac{1}{n}$　　5 $\dfrac{1}{n-1}$　　6 $\dfrac{1}{n+1}$