

専門 I (数理情報学専攻)

※ 問題 I には必ず解答し、さらに、問題 II, III, IV から 2 題を選択して解答しなさい。
所定の解答用紙に問題番号と解答を書くこと。
解答用紙は 1 題につき 1 枚を使用しなさい。

I 行列 $A = \begin{pmatrix} 0 & -3 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & -2 \end{pmatrix}$ を考える。

- (1) 行列 A の固有値と固有ベクトルを求めなさい。
- (2) A は相似変換により対角化可能か、理由を付して答えなさい。

II 3次元空間 \mathbb{R}^3 内の曲面 $S: \frac{x^2}{3^2} + \frac{y^2}{4^2} + \frac{z^2}{5^2} = 1$ を考える。

- (1) 平面 $x = 0$ で切ったときの曲面の切り口の図形を yz 平面に図示しなさい。
- (2) 点 $(x, y, z) = \left(0, \frac{4}{\sqrt{2}}, \frac{5}{\sqrt{2}}\right)$ における法線ベクトルと、接平面の方程式を求めなさい。

Ⅲ 質量 3 の物体が、時刻 $t = 0$ のとき速度 v で原点 O を通過した。この物体は一定の力

$$F = (1, 0, -3)$$

を受けているとする。物体はその後、点 $A(0, a, 2)$ を通り、さらに点 $B(1, 3, 2)$ を通過した。このとき、 v と a を求めなさい。

Ⅳ 配列 a の中に、 n 個の自然数が格納されている。この配列から重複を取り除きたい。たとえば、

$$n = 14$$

$$a = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 51 & 77 & 33 & 12 & 77 & 23 & 12 & 51 & 92 & 45 & 65 & 5 & 12 & 87 \\ \hline \end{array}$$

のとき、

$$a = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 51 & 77 & 33 & 12 & 23 & 92 & 45 & 65 & 5 & 87 & & & & & \\ \hline \end{array}$$

となるようにしたい。ただし、配列 a 中の自然数の出現順は変えないようにする。また、空欄の要素の値は問わない。

- (1) これをどのような手順で行えばよいかを考え、その手順を説明しなさい。
- (2) このようなことを行うプログラムを、C または Java のいずれかのプログラミング言語を用いて書きなさい。ただし、 a, n を引数とし、配列 a 中に残された要素の数 (上の例では 10) を戻り値として返すような関数またはクラスメソッドの形で書きなさい。

専門 I	(電子情報学専攻)
------	-----------

次の問題すべてについて解答しなさい。別紙の解答用紙は1問につき1枚ずつ使用し、必ず問題番号を記入しなさい（解答が白紙であっても、すべての用紙に受験番号、氏名、問題番号を記入すること）。

I (数学)

- (1) $y = \tan x$ とするとき、 $\frac{dy}{dx}$ を求めなさい。
- (2) $y = \arctan x$ とするとき、 $\frac{dy}{dx}$, $\frac{d^2y}{dx^2}$, $\frac{d^3y}{dx^3}$ を求めなさい。ただし、 $y = \arctan x$ は、 $y = \tan x$ の逆関数である。
- (3) 関数 $f(x)$ のマクローリン展開 ($x = 0$ におけるテイラー展開) の公式を書きなさい。
- (4) $f(x) = \arctan x$ のマクローリン展開を求めなさい。
- (5) (4) で求めたマクローリン展開に $x = 1$ を代入して、 π の近似値を求めなさい。

II (数学)

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -1 \\ -3 & -5 & 4 \\ 2 & 1 & -5 \end{pmatrix}, \quad a = \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \\ c \end{pmatrix}$$

とする。次の問に答えなさい。

- (1) 行列 A の LU 分解を求めなさい。
- (2) 行列 A の階数を求めなさい。
- (3) $Ax = a$ が解を持つための c についての条件とそのときの解 x を求めなさい。

Ⅲ (物理)

下図のように、質量 m の微小な物体が遠くの磁石から引力を受けている。物体が受ける磁力 F は位置 x によって変化し、床の上では

$$F = 2x + 9$$

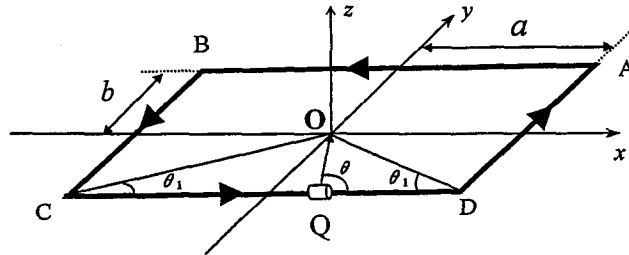
であった。物体の大きさや床との摩擦は無視できるとして、次の問いに答えなさい。



- (1) $x = 4$ の位置を速さ v_0 で x 軸の負方向に移動していた物体が、磁力を受けて減速し、 $x = 2$ の位置で止まった。この間に物体が失った運動エネルギーを考えることにより、最初の速さ v_0 を求めなさい。
- (2) 次に、一端を壁に固定したばねに、ゆっくりとこの物体をつなぐと、 $x = x_0$ の位置で静止状態を保った。ばねの自然長を a 、ばね定数を $k (> 2)$ として、 x_0 の値を求めなさい。
- (3) (2) の状態で静止していた物体を押して、ばねの長さを自然長 a に戻した。そして、その位置で手を離すと、物体は床の上で振動しはじめた。このときの運動方程式を書きなさい。(ばねの質量は無視できるとする。)
- (4) (2) で求めた x_0 の値を用いて、(3) の運動方程式から a を消去し、方程式を簡単にしなさい。
- (5) (3) の振動で物体が動く範囲 (x の最大値と最小値) を答えなさい。
- (6) (3) の振動の周期を求めなさい。

IV (物理)

下図のように、 xy 平面に2辺の長さが $2a$ 、 $2b$ の矩形導線 ABCD がある。導線 ABCD には一様な電流 I が矢印の方向に流れている。ABCD 枠の中心点 O での磁界について、次の問に答えなさい。



(1) 辺 CD 上の点 $Q(x, -b, 0)$ に微小電流要素 $I dx$ がある。角度 θ ($\angle DQO$) と b を用いて x を表

すと、 $x = \frac{b \cos(\pi - \theta)}{\sin(\pi - \theta)} = -\frac{b \cos \theta}{\sin \theta}$ となる。この式を微分して $\frac{dx}{d\theta}$ を求めなさい。

(2) 微小電流要素 $I dx$ が点 O に作る磁界を dH とする。ビオ・サバールの法則により、 dH の大きさは

$dH = \frac{I \sin \theta dx}{4\pi(x^2 + b^2)}$ となる。 x と角度 θ との関係を用いれば、 $dH = \frac{I \sin \theta d\theta}{4\pi b}$ と表されることを示しなさい。

(3) 辺 CD に流れる電流が点 O に作る磁界 H_{CD} の大きさは

$H_{CD} = \int_{\theta_1}^{\pi - \theta_1} dH = \frac{Ia}{2\pi b \sqrt{a^2 + b^2}}$ となることを示しなさい。

(4) 矩形導線 ABCD 全体に流れる電流が点 O に作る磁界を H とする。簡単な図を描き、 H の方向を図示しなさい。

(5) 矩形導線 ABCD 全体に流れる電流が点 O に作る磁界 H の大きさは

$H = \frac{I \sqrt{a^2 + b^2}}{\pi ab}$ となることを示しなさい。

専門 I	(機械システム工学専攻)
------	--------------

〔数 学〕

I. 行列 $\begin{pmatrix} 2 & 2 \\ -1 & 5 \end{pmatrix}$ の固有値と固有ベクトルを求めなさい。

II. $z = f(x, y)$, $x = r \cos \theta$, $y = r \sin \theta$ としたとき, $z_r^2 + \frac{z_\theta^2}{r^2} = z_x^2 + z_y^2$ となることを示しなさい。

III. 重積分 $\iint_D x dx dy$, $D = \{x^2 + y^2 \leq 1, x \geq 0\}$ を計算しなさい。

〔物 理〕

I. 次の問いに答えなさい。

- (1) 2つのベクトルのスカラー積とはどういう量か, 式を用いて詳しく説明しなさい。またどういう場合に役に立つか例をあげて説明しなさい。
- (2) 「野球のボールの運動を議論するときには円筒座標を使わなければならない。」という命題は正しいか間違いか, 理由を付けて答えなさい。
- (3) 水平面からの角度を 30° にして打ち上げたテニスボールが, 6 m 先の壁にちょうど直角にあたった。初速はいくらか, 運動方程式を立てて解きなさい。空気の抵抗は無視するものとする。
- (4) 長さ a , 質量 m のまっすぐで一樣な棒 AB の一端 A を鉛直な粗い壁に垂直にあて, 棒の途中の点 C ($AC=b$) に長さ l の糸をつけて, A の真上の点 D に引っ張っているとす。この状態を図に示して, 棒が A 点で受ける力の水平成分 R と鉛直成分 F および糸の張力 T を求めなさい。
- (5) 力 $F = -kx$ のみを受けて水平な x 軸上の原点近傍で振幅 C の単振動をしている質量 m の質点がある。 $t=0$ で $x=0$ の場合, 任意の時刻 t における質点の運動エネルギーと位置エネルギー, およびその和 (力学的エネルギー) を求めなさい。

次の II, III, IV のうち 1 問を選択して答えなさい。(選択した問題番号を必ず記入のこと)

II. インダクタンス L のコイル, 抵抗値 R の抵抗, 起電力 V の電池とスイッチを全て直列になぎ回路を作った。時刻 $t=0$ にスイッチを閉じた時, その後の任意の時刻 t における電流 $I(t)$ を求めなさい。

III. 次の問いに答えなさい。

- (1) ローレンツ力とはどういう力かベクトルの式を用いて詳しく説明しなさい。
- (2) 磁束密度が 0.50 T の磁場中に磁場に垂直に速さ $v = 2.0 \times 10^3 \text{ m/s}$ で電子を打ち込むとどういう運動をするか。電子の質量を $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 電荷を $q = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ としなさい。

IV. 次の問いに答えなさい。

- (1) ブラッグの反射条件について説明しなさい。
- (2) 波長が 0.133 nm の X 線を結晶にあてたところ, 進行方向からちょうど 120° の方向に X 線が強く回折された。これが 1 次のブラッグ反射によるものとする, 原子配列面の間隔はいくらか。

専門 I	(物質化学専攻)
------	----------

別紙解答用紙には解答する問題名(数学、物理、化学基礎・グリーンケミストリー(2枚))を必ず記入した上で解答しなさい。なお、化学基礎{I~III}とグリーンケミストリー{IV}は別々の解答用紙に解答しなさい。

〔数 学〕

I ベクトル $A=(2,2,-1)$ と $B=(1,1,1)$ 、行列 $M=\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ について次の値を求めなさい。

(1) $A-B$

(2) 絶対値 $|A|$

(3) スカラー積(内積) $A \cdot B$

(4) ベクトル積(外積) $A \times B$

(5) 行列式 $|M|$

(6) 行列とベクトルとの積 $M(A-B)$

II 1成分系のギブズエネルギー $G(T,p)$ は次の式で定義される。

$$G(T,p) \equiv H(T,p) - TS(T,p) \quad (1)$$

マックスウェルの関係式

$$S(T,p) = - \left(\frac{\partial G}{\partial T} \right)_p \quad (2)$$

を(1)式に代入した式が、次のギブズ—ヘルムホルツの式と一致することを示しなさい。

$$\left(\frac{\partial G}{\partial T} \right)_p = - \frac{H}{T^2}$$

〔物 理〕

次のⅠ、ⅡおよびⅢの問いに答えなさい。

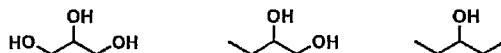
必要なら次の(物理)定数を用いなさい。

プランク定数 $h = 6 \times 10^{-34}$ J s, 光の速度 $c = 3 \times 10^8$ ms⁻¹, 電子の質量 $m_e = 1 \times 10^{-30}$ kg,
 プロトンの質量 $m_p = 2 \times 10^{-27}$ kg, プロトンの電荷 $e = 2 \times 10^{-19}$ C, 地上の重力加速度 $g = 10$ ms⁻²,
 アボガドロ定数 $N_A = 6 \times 10^{23}$ mol⁻¹, ボルツマン定数 $k_B = 1.4 \times 10^{-23}$ J K⁻¹

- Ⅰ ある反応によって25℃、100kPaで1.0molのCO₂(g)が発生するとき系がする仕事を求めなさい。
 ただし、1molのCO₂(g)は25℃、100kPaで完全気体と考えられ、その時の体積は25Lである。
- Ⅱ 波長が200nmのX線の光子(フォトン)1個のエネルギーを[J]と[eV]の単位で求めなさい。
- Ⅲ 質量 m の粒子に対して $F = -kx$ の力が働いている。ただし、 k は力の定数で、 x は距離を表す。この振動子に働く力 $F(x)$ と距離 x の関係およびポテンシャルエネルギー $U(x)$ と距離 x の関係を図で示しなさい。

〔化学基礎・グリーンケミストリー〕

- Ⅰ 次の語句について簡潔に100字程度で説明しなさい。図を用いて説明してもよい。
- (1) 有機化合物の結合において極性をつくり出す誘起効果
 - (2) リボ核酸 (ribonucleic acid)
- Ⅱ アセチレンの pKa はおよそ2.5であり、エチレンの pKa はおよそ4.4である。この pKa の違いについて説明しなさい。図を用いて説明してもよい。
- Ⅲ 次に示す3つのアルコール類のうち、沸点が最も高いと考えられる化合物および最も低いと考えられる化合物を示しなさい。また、その理由を説明しなさい。図を用いて説明してもよい。



- Ⅳ 次の(1)～(5)の問いに答えなさい。
- (1) 環境中の水の pH の値はある一定の範囲内に保たれていることが多いが、これは自然界に pH の緩衝作用があるためである。しかしながら、酸性雨などにより湖沼水の pH の値が異常に低くなることもある。酸性雨が発生するメカニズムについて100字程度で説明しなさい。
 - (2) 酸性雨の発生を防ぐためにどのような対策がとられてきたかを、100字程度で説明しなさい。
 - (3) 酢酸と酢酸ナトリウムを混合した水溶液は pH 緩衝溶液として広く用いられている。この溶液が pH 緩衝作用を示す理由を100～200字程度で説明しなさい。
 - (4) 上記の酢酸-酢酸ナトリウム水溶液以外に、pH 緩衝作用を示す水溶液の例を一つあげなさい。
 - (5) 実験室においては、pH 緩衝溶液は広く用いられている。緩衝溶液を必要とする実験について一つ例をあげなさい。また、その実験において緩衝溶液を必要とする理由を50～100字程度で説明しなさい。

専門 I	(情報メディア学専攻)
------	-------------

問題 I、II、IIIに解答しなさい。

所定の解答用紙に問題番号と解答を書きなさい。解答用紙は1問につき1枚を使用しなさい。

I 1) 以下の問いに答えなさい。

(a) 行列 $\begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$ の固有値を求め、この行列を対角化する直交行列を求めよ。

(b) 2次元平面 (x, y) 上の図形 $3x^2 + 2xy + 3y^2 = 2$ は、座標を回転させることによって通常の楕円の方程式に変換される。この回転座標 (x', y') における図形の方程式を求めよ。また、座標 (x', y') は元の座標 (x, y) に対して半時計周りに何度回転させたものかを答えよ。

2). 以下の問いに答えなさい。

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (\sigma > 0) \text{ として、} \int_{\mu-1.96\sigma}^{\mu+1.96\sigma} p(x) dx \text{ を求めなさい。}$$

$$\text{ただし、} \int_0^{1.96} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = 0.475 \text{ であることは用いてよい。}$$

II 1) 次のカッコに当てはまる語句および数値を記入しなさい。

アナログ信号をデジタル信号に変換するには、3つの操作(1)(2)(3)が必要である。その際、信号に含まれる周波数成分の(4)倍の周波数で(1)する必要がある。音声を(2)する際には、一般的に16ビットの変換器を用いられることが多く、アナログ電話帯域音声(4kHz以下)をデジタル信号に変換すると1秒間に(5)(単位も記入のこと)の情報量が必要となる。

画像は光の三原色の組み合わせで表現され、それぞれ(6)ビットの情報量が用いられる。そのため画像1画素あたり(7)ビットの情報が必要であり、例えば1024×768の画像を表現するのに(8)ビットの情報が必要となる。

文字コードは、文字をコンピュータで表現するために各文字と数値の対応を表したものである。文字と数値の対応は一意ではなく、英数字を表すための(9)コード、日本語を表すための漢字コード、あらゆる言語を一つの文字コードで表そうとする(10)コードなどがある。また、漢字コードは、JISコード、(11)、(12)の3種類のコード体系がある。(9)は文字を(13)ビットで表現しているが、(11)は漢字を表現するために(14)ビット用いている。インターネットで日本語の文字を送信する際は(11)や(12)で書かれた文章でも自動的にJISコードに変換されるようになっているが、それがうまく機能しない場合は(15)となって、まったく読めない文章になってしまうことがある。

2) 次の問いに答えなさい。

文字を一律のビット数ではなく、それぞれの文字の出現頻度に応じて表現することによって、より効率的な蓄積・伝送が可能となる。8個の文字{x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7, x8}がある。これらの生起確率が、それぞれ0.363, 0.174, 0.143, 0.098, 0.087, 0.069, 0.045, 0.021で与えられる。

- (a) この文字をハフマン符号化法によって表現しなさい。ただし確率の大きい方を"0"(ゼロ)とするものとする。
- (b) 得られた符号の平均符号長を求めなさい。

3) ハフマン符号化法とハミング符号化法の違いを説明しなさい。

III

以下の問題を読み、(1)～(3)の各問を解答しなさい。

以下のC言語のプログラムを完成させ、3個の文字列を読み取り、最長の文字列が入力された順番を書き出すプログラムを作成しなさい。ただし、同じ長さの文字列が入力された場合は、先に入力された文字列の順番を書き出しなさい。入力される文字列はASCII文字で1000文字以内とする。

- (1) 関数 scanf を利用して入力された3個の文字列が文字列型変数 first、second、third に代入されるように、 a、 b、 c を完成させなさい。
- (2) 与えられた文字列の長さを返す関数 sentence_length を関数 strlen を用いずに作成しなさい。
- (3) 3個の文字列の中から最長であるものの入力された順番を返す関数 longest_sentence を作成しなさい。1番目に入力された文字列が最長の場合、longest_sentence は整数 1 を返します。文字列の長さの測定には関数 strlen を用いず、(2)で作成した関数 sentence_length を用いなさい。

```

/*-- 3個の文字列の中から最長のものの    --*/
/*-- 入力された順番を出力するプログラム --*/
#include<stdio.h>

関数 sentence_length (sentence)

関数 longest_sentence (first, second, third)

int main(void) {
    char first[1024], second[1024], third[1024];
    int longest_sentence_num;

    printf("1番目の文字列を入力してください⇒ ");
     la
    printf("1番目の文字列の長さ: %d\n", sentence_length(first));

    printf("2番目の文字列を入力してください⇒ ");
     lb
    printf("2番目の文字列の長さ: %d\n", sentence_length(second));

    printf("3番目の文字列を入力してください⇒ ");
     lc
    printf("3番目の文字列の長さ: %d\n", sentence_length(third));

    printf("最長の入力文は%d番目の入力文です\n",
        longest_sentence(first, second, third));

    return 0;
}

```

専門 I	(環境ソリューション工学専攻)
------	-----------------

大問 I～IVの中から3問を選び、それらの大問に答えなさい。解答用紙の左上に選択した大問番号を書いてから問題に解答すること。なお、大問ごとに異なる解答用紙を用いること。

I. 環境科学 (数学)

以下の問い (問1、2) に答えなさい。解答用紙には、途中の計算過程を残すこと。

問1 以下の計算をしなさい。

$$(1) \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$$

$$(2) \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 5 \end{pmatrix}$$

$$(3) \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}^{-1}$$

$$(4) \lim_{x \rightarrow 2} (x^2 - 1)$$

$$(5) \lim_{x \rightarrow +0} \frac{x^2}{x+1}$$

$$(6) \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2}{x^2+1}$$

$$(7) \frac{d(\sin x)}{dx}$$

$$(8) \frac{d(x^2+2x+3)}{dx}$$

問2 次の文章を読み、小問 (1、2) に答えなさい。

指数増殖する生物がいて、その個体数の時間変動が以下の微分方程式で表されるとしよう：

$$\frac{dN(t)}{dt} = rN(t) \quad [1]$$

ここで N は生物の個体数、 r は増殖率を表している。これを以下のように変形することができる：

$$\int \frac{1}{N(t)} dN = \int r dt \quad [2]$$

両辺を計算して、さらに定数項をすべて右辺に移すと、式2は

$$\boxed{1} = rt + C \quad [3]$$

となる。式3はさらに

$$N(t) = e^{rt+C} = e^{rt} e^C \quad [4]$$

と変形できる。 $t=0$ における個体数を $M(0)$ とあらわすことにすると、式4から：

$$N(0) = e^{0+C} = e^C \quad [5]$$

が成り立つことがわかる。式4および5から、 r 、 t 、 $M(0)$ をもちいて

$$N(t) = \boxed{2} \quad [6]$$

と表すことができる。さて、生物Aの個体数の時間変化は式1に従うとしよう。 $t=10$ における個体数が $M(10) (> 0)$ であるならば、 $t=0$ における初期個体数 $M(0) (> 0)$ を使って増殖率 r を求めることができる。 $M(10)$ は $M(0)$ と r を用いて：

$$M(10) = \boxed{3} \quad [7]$$

と書き表される。これより：

$$r = \boxed{4} \quad [8]$$

と増殖率が求まる。

- (1) 空欄 $\boxed{1}$ ~ $\boxed{4}$ にはいる式をそれぞれ答えなさい。
- (2) 式1であらわされる個体数変動の様子をグラフに書き表しなさい。ただし、グラフでは横軸に t 、縦軸に $M(t)$ をとること。また、 $M(0) > 0$ 、 $r > 0$ とする。

II. 環境科学 (物理)

以下の問い (問 1、2) に答えなさい。解答用紙には、途中の計算過程を残すこと。

問 1 圧力についての以下の説明を読み、説明中の問(1)～(6)に答えなさい。答えは問(6)を除いて、 u, r などの記号を用いて表現しなさい。

図に示すような半径 r の球の容器がある。この容器内の気体分子の運動を考える。気体分子が容器の壁に衝突すると、壁に力が働く。気体分子が 1 秒間に $2r$ の速度で進むと、1 秒間に 1 回、壁に衝突する。

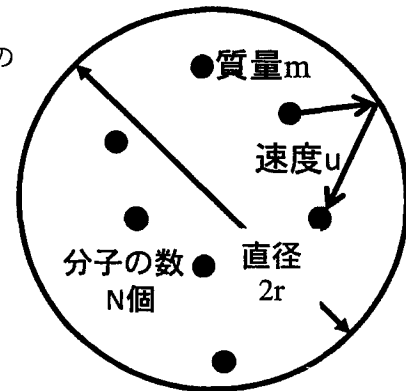


図 半径 r の球の容器内の気体分子の運動

容器の中に N 個の気体分子がある。

問(1) 全分子では、1 秒間に何回、衝突するか。

圧力は容器の壁単位面積に働く力である。容器の壁の面積は、半径 r の球の表面積なので $4\pi r^2$ となる。

力は時間あたりの運動量の変化である。質量 m の気体分子が速度 u で壁に衝突して、同じ速度 u で跳ね返ると、運動量の変化は $2mu$ である。これに 1 秒間に容器の中で起こる衝突回数を乗じると、容器の壁全体に働く力になる。

問(3) 容器に働く圧力 P を求めなさい。

問(3)の結果を圧力 P と容積 V の関係で表現する。

問(4) 半径 r の球の容積 V はどのように表現できるか。

問(5) V を用いて問(3)の結果を表現しなさい。

速度の 2 乗 u^2 と温度 T の間に比例関係があるとする、気体定数 R を用いた以下の式になる。

$$PV = mNR T$$

問(6) この式は何と呼ばれるか。

問2 以下の問(1)～(4)に答えなさい。

問(1) 7kg の物体に 20N の力が作用するとき、加速度は何 m/s^2 か。

問(2) 圧力 $1 \times 10^6 \text{N/m}^2$ 、容積 0.3m^3 の気体が定圧膨張して容積 0.8m^3 となった。このとき気体が外部にした仕事は何 kJ か。

問(3) 分子運動にともなう運動エネルギーと分子間力による位置エネルギーの総和を何と言うか。

問(4) 熱は自然には高温物体から低温物体に移り、その過程は非可逆である。この法則を何と言うか。

III. 環境科学 (化学)

以下の問い (問1～3) に答えなさい。解答用紙には、途中の計算過程を残すこと。

問1 次の用語について説明しなさい。

イオン結合、共有結合、配位結合

問2 水酸化ナトリウム 20 g を蒸留水に溶かして 1000 ml とした。この溶液をシュウ酸溶液で中和滴定したい。この時、次の問いに答えなさい。

- 1) この水酸化ナトリウム溶液のモル濃度を求めなさい。
- 2) シュウ酸の結晶 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) を用いて、 0.1 mol/L のシュウ酸溶液を 1 L 作るには、シュウ酸の結晶は何 g 必要か。
- 3) この水酸化ナトリウム溶液 100 ml を中和するには、 0.1 mol/L シュウ酸溶液は何 ml 必要か。

問3 次のアルケンに関する表中の記号部分に名称や示性式を記入して、表を完成させなさい。

IUPAC 系統名	慣用名	示性式
(a)	エチレン	(b)
(c)	プロピレン	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$
(d)	イソブチレン	(e)
1, 3-ブタジエン	———	(f)
2-メチル-1, 3-ブタジエン	(g)	(h)

IV 環境科学 (生物)

問1 次の用語の中から5つ選び、それぞれ100字以内で解説しなさい。

- | | | |
|-----------|-------------|--------------|
| (1) 共進化 | (5) アルコール発酵 | (9) 階層構造 |
| (2) 視床下部 | (6) 体液性免疫 | (10) 年齢ピラミッド |
| (3) 膨圧運動 | (7) 収束進化 | |
| (4) 競争的阻害 | (8) 系統樹 | |

問2 種子植物の生殖に関する次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

被子植物は、生殖器官としての花をもち、雄蕊の〔①〕でつくられる花粉内で雄性配偶子の精細胞が、雌蕊の〔②〕内で雌性配偶子の卵細胞がそれぞれ形成される。

花が小さな蕾の時、雄蕊の〔①〕の中では、花粉母細胞〔A〕が減数分裂によって〔③〕〔B〕と呼ばれる4個の細胞になる。花が開く頃になると、それぞれの〔③〕は、不均等な細胞分裂によって、大きな〔④〕と小さな雄原細胞に分かれ、やがて成熟した〔⑤〕になる。雌蕊の柱頭に付着した〔⑤〕は、発芽して〔②〕の方向に花粉管を伸ばす。花粉管内では雄原細胞が分裂して〔a〕個の精細胞を生じる。

雌蕊の子房内にある〔②〕では、胚嚢母細胞〔C〕が形成される。胚嚢母細胞は、減数分裂を経て大きな1個の〔⑥〕〔D〕と、小さな3個の細胞になる。その後、〔⑥〕は、〔b〕回の核分裂を行って8個の核を生じる。8個の核のうち3個は、珠孔側で1個の〔⑦〕の核と2個の〔⑧〕の核となる。また、他の〔c〕個は、珠孔の反対側に移動して、〔c〕個の〔⑨〕の核となる。残りの〔d〕個の核は、胚嚢の中央に集まり、極核と呼ばれる〔⑩〕の核となる。このようにして、〔②〕内に〔⑦〕を含む胚嚢が形成される。

〔⑧〕から放出される物質に誘導されて花粉管が〔②〕の珠孔に達すると、〔e〕個の精細胞は、ふつう、1個の〔⑧〕を通して胚嚢内へ進入する。精細胞の核(精核)は、〔f〕個が卵細胞の核〔⑪〕と合体して受精卵の核〔E〕となる。他の〔g〕個の精核は、〔h〕の極核と合体して〔⑫〕〔F〕を形成する。このような現象は重複受精と呼ばれ、被子植物に特有な現象である。

- (1) 文中の空欄(①~⑫)に当てはまる適切な語句を答えなさい。
- (2) 文中の空欄(A~F)に当てはまる適当な核相を、 n を用いてそれぞれ答えなさい。
- (3) 文中の空欄(a~h)に当てはまる適切な数を答えなさい。
- (4) 下線部(小さな3個の細胞)に示される細胞は、その後どのような運命をたどるか、答えなさい。
- (5) 下線部(重複受精)のメリットとデメリットを示し、なぜ被子植物に特徴的な現象になったのかを説明しなさい。