

令和 8 年度

富山大学理学部理学科第 3 年次編入学試験

小 論 文
数学プログラム

注 意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題用紙 4 枚，解答用紙 4 枚，計算用紙は 1 枚です。
3. 試験開始の合図があってから直ちに問題用紙，解答用紙，計算用紙の枚数を確認し，不備がある場合は試験監督者に申し出てください。
4. すべての解答用紙の所定の欄に，受験番号を記入してください。
5. 解答は，すべて解答用紙の所定の欄に記入してください。
書ききれない場合は，裏面に記入してください。
6. 試験終了後，解答用紙すべてを回収します。
解答用紙以外は持ち帰ってください。

1 $(a_n)_{n=1,2,\dots}, (b_n)_{n=1,2,\dots}$ を収束する実数列とする. 次の問いに答えよ.

(1) 実数 α に対して, $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha$ であることの定義を述べよ.

(2) $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha, \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = \beta$ ならば $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) = \alpha + \beta$ であることを示せ.

2 次の行列 A を考える.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 3 & 1 \\ 3 & 6 & 4 & 1 \end{pmatrix}$$

A の定める線形写像 $T_A: \mathbb{R}^4 \rightarrow \mathbb{R}^3$ について, 次の問いに答えよ.

- (1) 行列の基本変形を行うことにより A の階数を求めよ.
- (2) $\text{Im } T_A$ の次元および 1 組の基底を求めよ.
- (3) $\text{Ker } T_A$ の次元および 1 組の基底を求めよ.

3 X, Y を空ではない集合とし, $f: X \rightarrow Y$ を写像とする. 次の問いに答えよ.

(1) A を X の部分集合とすると, $A \subset f^{-1}(f(A))$ を示せ.

(2) 次の (a) と (b) が同値であることを示せ.

(a) f は単射である.

(b) X の任意の部分集合 A に対して, $f^{-1}(f(A)) = A$ である.

4 次の問いに答えよ.

- (1) 集合 X 上の同値関係の定義を述べよ.
- (2) 集合 X 上の同値関係 $\sim$ について, $x \in X$ の同値類を $[x]$ と表す. $[x] \neq [y]$ であることと, $[x] \cap [y] = \emptyset$ であることが同値であることを証明せよ. ただし, $\emptyset$ は空集合を表す記号である.
- (3) $x, y \in \mathbb{R}$ に対して, $x \sim y$ を, ある整数 n が存在して $x - y = n$ となることと定義する. $\sim$ が $\mathbb{R}$ 上の同値関係であることを証明せよ.

令和 8 年度

第 3 年次編入学試験

科目	小論文（化学プログラム）
----	--------------

注 意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題冊子は、問題用紙 5 枚、解答用紙 6 枚、下書き用紙 1 枚からなっています。
試験開始の合図があってから確認して下さい。
なお、試験問題に文字などの印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどがあつた場合は、直ちにその旨を監督者に申し出て下さい。
3. 試験開始後に、すべての解答用紙の指定欄に受験番号を記入して下さい。
氏名を書いてはいけません。
4. 解答用紙には問題番号が指定されていますので、確かめてから解答して下さい。
指定された解答用紙以外に記入した解答は、評価（採点）の対象としません。
5. 試験終了後、解答用紙以外の問題冊子は持ち帰って下さい。

字数制限のある解答文中で記号や数字を用いる場合には、元素記号は各元素で1字、その他の記号・数字は（上付き、下付きでも）、それぞれ各1字と数えること。

（例： $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ は11字）

I

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

16族元素は、O（酸素）、(あ)、Se（セレン）、Te（テルル）、Po（ポロニウム）が天然に存在しており、これらの元素はカルコゲンともよばれる。酸素は、岩石や鉱物の成分元素として地殻中に最も豊富に存在する元素であり、空気中の約21 %を占める酸素分子は、生物の呼吸において必要不可欠な物質である。酸素分子は、酸素原子間の結合が二重結合であり、(A)基底状態で不対電子を2つもつ三重項状態である。一重項酸素分子や過酸化水素は、活性酸素の一種であり、反応性に富んでいる。

問（1）空欄 (あ) にあてはまる元素記号および元素名を答えよ。

問（2）セレン原子の電子配置を例にならって答えよ（例 ホウ素原子； $1s^2 2s^2 2p^1$ ）。

問（3）下線部(A)のことは、原子価結合理論（VB 理論）では説明できないが、分子軌道理論（MO 理論）では説明できる。この理由を酸素分子の分子軌道エネルギー図を示し、200字程度で述べよ。

問（4）過酸化水素は、塩酸酸性中、塩化鉄（II）との反応では酸化剤としてはたらき、硫酸酸性中、過マンガン酸カリウムとの反応では還元剤としてはたらく。それぞれの化学反応式を答えよ。

Ⅱ

以下の問いに答えよ。なお、気体定数を R 、絶対温度を T とする。

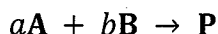
問（１）定圧条件における化学反応の平衡定数を K とすると、その温度依存性は以下のファンツホッフの式で表される。なお、 $\Delta_r H^\circ$ は標準状態（298.15 K, 1 bar）における反応前後のエンタルピー変化である。

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta_r H^\circ}{RT^2}$$

- ① 定圧変化において、系のエンタルピー変化を ΔH 、系が受け取った熱を Q としたとき、 $\Delta H = Q$ であることを、エンタルピーの定義式（ $H = U + PV$ ）と熱力学第一法則の式から導け。なお、 U は内部エネルギー、 P は圧力、 V は体積である。
- ② ルシャトリエの原理によると、温度が上昇すると、発熱反応では生成物の収率が減少し、吸熱反応では生成物の収率が増加する。このことを、ファンツホッフの式を用いて200字程度で説明せよ。

（次のページに続く）

問（２）ある反応物**A**と**B**が反応し、生成物**P**が生じる以下のような反応を考える。



ここで、 a 、 b は化学量論係数である。反応速度定数を k 、各反応物の濃度を $[A]$ 、 $[B]$ とすると、このような反応の反応速度は $k[A]^m[B]^n$ と表せることが多く、実験的に決定した m 、 n のことを (あ) とよぶ。(A) m と a の値、 n と b の値は必ずしも一致しない。また、 $H_2 + Br_2 \rightarrow 2HBr$ で表される反応のように、反応速度が $k[A]^m[B]^n$ という形では表せないものもある。 k の温度依存性は以下の (い) の式で表される。

$$k = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$$

ここで A は頻度因子、 E_a は (う) とよばれるパラメーターで、両方を合わせて (い) パラメーターという。

① 空欄 (あ) , (い) , (う) にあてはまる語を記せ。

② 下線部(A)について、反応速度が必ずしも $k[A]^a[B]^b$ と表せないのはなぜか。

150字程度で説明せよ。

③ **P**の生成速度を大きくする方法を3つ以上示せ。

Ⅲ

以下の問いに答えよ。

問（１）2-メチル-2-ブテンに単体の臭素を少量加えると、臭素特有の赤褐色が消失し、このとき含臭素有機化合物 **A** が最も多く生じる。その一方で、2-メチル-2-ブテンに臭素水を少量加えると、臭素水特有の褐色が同様に消失するが、このときには **A** ではない別の含臭素有機化合物 **B** が最も多く生じる。

- ① **A** の構造式を描け。また、**A** が生じる反応機構を、図を描いて説明せよ。なお、もし生成物に立体異性体がある場合にはそれらは区別しない。
- ② **B** の構造式を描け。また、**B** が生じる反応機構を、図を描いて説明せよ。なお、もし生成物に立体異性体がある場合にはそれらは区別しない。

問（２）アルケンに塩化水素が付加するとき、最も多く水素が結合している sp^2 炭素へ H^+ が付加してできる化合物が最も多く生じることは、マルコフニコフ則として知られている。この選択性の理由を反応機構に基づいて300字程度で説明せよ。

（次のページに続く）

問（３）分子式が $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ の有機化合物には，エーテルとアルコールがある。

- ① 分子式が $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ のエーテルとアルコールの構造式を，エーテルとアルコールに分類してすべて描け。なお，もし立体異性体がある場合は区別すること。
- ② 分子式が $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ の有機化合物からエーテルとアルコールを１つずつ選び出して沸点を比較すると，どの組合せにおいてもアルコールの方がエーテルよりも沸点が高い。このような沸点差が生じる理由を分子間相互作用の観点から１００字程度で説明せよ。