

令和6年度
専攻科入学者学力選抜検査問題

(専 門 科 目)

環境システム工学専攻 D群

有機化学・生化学，無機化学・分析化学，
物理化学，化学工学

受験番号	
------	--

(注 意)

- 1 指示があるまで開かないでください。
- 2 問題は1ページから10ページまであります。検査開始の合図のあとで確認してください。
- 3 貸与する電卓を使用しても構いません。
- 4 問題は4問です。その中から3問を選択して解答してください。下の表に，選択した問題番号に丸（○）印をつけてください。なお，選択した問題以外に解答しても採点されません。

問題番号	1	2	3	4
選択した番号				

独立行政法人国立高等専門学校機構

福井工業高等専門学校

1 以下の有機化学・生化学に関する問題に答えなさい。

問 1. 以下の文章の（ ）に入る適切な用語または数字を記入しなさい。

細胞は(1)細胞と(2)細胞に分類される。細菌は(1)細胞であり、DNAが膜によって囲まれておらず、すなわち(3)を持たない。例えば、大腸菌を構成する成分に注目すると、最も多いのが(4)であり、次にタンパク質、核酸、糖類、脂質などがある。(4)はユニークな物理化学的性質を持った溶媒であり、(5)を持ち、同分子間で(6)結合を形成するため、表面張力や沸点などが高い。またさまざまな金属イオンや(5)をもった分子を溶かし込む。このように水によく溶ける物質の性質を(7)といい、溶けにくい性質のことを疎水性という。

タンパク質を構成している天然アミノ酸は(8)種類存在し、その構造中に(9)基と(10)基をもち、両官能基間の脱水縮合により(11)結合を形成する。グリシンを除くアミノ酸の α -炭素は(12)であり、天然のタンパク質を構成するアミノ酸は、通常すべて(13)体である。タンパク質の一次構造とは、ポリペプチド鎖におけるアミノ酸の(14)である。タンパク質に熱や酸を与えると、その構造が変化して機能や活性がなくなる。この現象を(15)という。

核酸には、DNAと(16)がある。核酸は(17)、糖、リン酸からなりこれをヌクレオチドという。(16)のピリミジン塩基にはシトシンと(18)がある。

単糖はアルデヒド基をもつ(19)とケトン基を持つケトースに分かれる。グルコースは6単糖であり、 $C_2 \sim C_5$ の4つの炭素が(12)である。よって鎖状構造のみを考えた場合、(20)種類の光学異性体が存在することになる。ヘミアセタール化による環状化反応で、 C_1 位の炭素が(12)となり、この炭素の事を(21)炭素と呼ぶ。

酵素は触媒であり反応の(22)エネルギーを下げる働きがある。活性の発現には非タンパク質部分、すなわち(23)が必要となる場合がある。有機化合物である(23)を(24)という。(24)以外のタンパク質部分を(25)酵素といい、(25)酵素と(24)が結合した複合体をホロ酵素という。

解答欄：

1：	2：	3：	4：	5：
6：	7：	8：	9：	10：
11：	12：	13：	14：	15：
16：	17：	18：	19：	20：
21：	22：	23：	24：	25：

問 2. 1-ブテンを原料に用いて、臭化水素を付加した際に優先して生成する化合物の IUPAC 名を記しなさい。さらに、反応途中に 1-ブテンに H^+ が付加して生成する 2 種類の炭素陽イオン中間体の安定性を比較し、優先して生成する理由について説明しなさい。

<解答欄>

IUPAC 名 :

理由 :

問 3. ベンゼン、ニトロベンゼン、トルエン、クロロベンゼン、フェノールについて同一条件下でニトロ化した際に、ニトロ化の反応速度が速い順に構造式で左から記しなさい。また、ニトロニウムイオンが活性種となるニトロ化の反応機構から、その順番になる理由を説明しなさい。

<解答欄>

構造式 :

理由 :

2 以下の無機化学・分析化学に関する問題に答えなさい。

問 1. 原子番号 15 の P と、原子番号 21 の Sc の基底状態における電子配置と不対電子の数を、原子番号 13 の Al の例にならい答えなさい。

例 : Al 電子配置 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ 不対電子の数 1

P 電子配置 _____ , 不対電子 _____
解答欄 : Sc 電子配置 _____ , 不対電子 _____

問 2. O_2^+ の分子軌道から、基底状態における不対電子の数および結合次数を答えなさい。

解答欄 : 不対電子の数 結合次数 _____

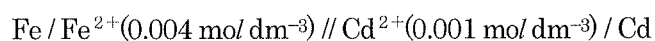
問 3. 不純物を含む金属 Al 0.60 g を十分な量の希塩酸と全て反応させたところ、 27°C 、1 atm の条件で 0.738 dm^3 の H_2 が発生した。Al の純度 (%) を有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、原子量は $Al = 27$ とし、気体定数を $R = 0.082\text{ atm dm}^3\text{ K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$ 、不純物は塩酸とは反応しないものとする。

解答欄 : _____ %

問 4. $0.030 \text{ mol dm}^{-3}$ の HCl (強酸) 0.010 dm^3 と, $0.010 \text{ mol dm}^{-3}$ の Ba(OH)_2 (強塩基) 0.010 dm^3 を混合した溶液の pH を有効数字 2 桁で求めなさい. ただし, 反応による体積の増加はないものとする.

解答欄: pH _____

問 5. $\text{Ox} + n e^- \rightleftharpoons \text{Red}$ の酸化還元反応におけるネルンストの式は $E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \times \ln \frac{[\text{Red}]}{[\text{Ox}]}$ で表される. 温度 25°C において, 次の電池式で示される電池の電位を有効数字 2 桁で求めなさい. また, この電池の全反応式を書きなさい. ただし, $\text{Cd}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Cd (s)}$ ($E^\circ = -0.403 \text{ V}$), $\text{Fe}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Fe (s)}$ ($E^\circ = -0.440 \text{ V}$), 気体定数を $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, ファラデー定数を $F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$, 活量係数を 1 とする.



解答欄: 電池の電位 _____ V , 全反応式 _____

3 以下の物理化学に関する問題に答えなさい。

問 1. 第二宇宙速度は、 11.2 km s^{-1} である。ヘリウム分子の根平均二乗速度 v_{rms} がこの第二宇宙速度を超えるためには、ヘリウム分子は何[K]よりも高い温度である必要があるか求め有効数字 3 桁で答えなさい。なお、ヘリウムの原子量は 4.00、気体定数を $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ として計算しなさい。

解答欄： _____ K

問 2. 100°C に均一に加熱された質量 7.50 g のチタンの試料を温度 22.0°C 、質量 25.0 g の水に浸漬する。チタンから水への熱移動の過程によって、チタンと水はすぐに熱平衡状態になる。水の最終温度 [$^{\circ}\text{C}$] を求め有効数字 3 桁で答えなさい。なお、チタンの比熱容量は $0.524 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$ 、水の比熱容量は $4.18 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$ として計算しなさい。ただし、水以外のものに熱はとられなかったものとする。

解答欄： _____ $^{\circ}\text{C}$

問 3. 固体物質の解離によりただ 1 種の気体を生じるとき、解離平衡において、この気体の分圧を解離圧という。炭酸カルシウムの解離圧は 700°C で 0.0360 atm , 1000°C で 3.872 atm である。解離圧が 1.00 atm になる温度 $^{\circ}\text{C}$ を有効数字 3 桁で求めなさい。なお、気体定数を $R=8.314\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$ として計算しなさい。

解答欄： _____ $^{\circ}\text{C}$

問 4. -1 次の反応次数もつ化学反応の場合において, 反応速度定数を k , 初濃度を $[A]_0$ と表現するとき, 半減期 $t_{\frac{1}{2}}$ を表す式を求めなさい.

解答欄: _____

問 5. $x = 0$ から $x = a$ の領域の一次元の箱の中の粒子に対する, 規格化された波動関数を以下のように表す.

$$\psi_n = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi x}{a}$$

この箱内に閉じ込められた粒子の波動関数のうち, $n=1$ と $n=2$ の波動関数 ψ_1 と ψ_2 は, 互いに直交することを示しなさい. なお, 計算過程を省略すること無く記述すること.

<解答欄>

4 以下の化学工学に関する問題に答えなさい。

問 1. 「 $A \rightarrow B$, $k = 1.00 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ 」の液相等温反応を、回分反応器で行う。 k は反応速度定数である。成分 A の初濃度は、 $C_{A0} = 200 \text{ mol m}^{-3}$ であった。時刻 $t[\text{s}]$ における成分 A の反応率を x_A 、成分 A の反応速度を $-r_A [\text{mol m}^{-3} \text{ s}^{-1}]$ として、設計方程式を積分の形で表しなさい。また、成分 A が 50.0%反応するのに必要な時間 $T[\text{s}]$ を有効数字 3 桁で求めなさい。

解答欄 (設計方程式) : _____

解答欄 (T) : _____ s

問 2. アンモニアを含む空気とアンモニア水が接している。初期状態において、気相中のアンモニアの分圧が $3.00 \times 10^2 \text{ Pa}$ であるとき、アンモニアガスの吸収が起こるアンモニア水の最大濃度 $C_{\max} [\text{mol m}^{-3}]$ を整数値で求めなさい。ただし、ヘンリー定数 $H = 1.75 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ Pa}$ とする。また、濃度 ($C_{\max} [\text{mol m}^{-3}]$) のときのガス吸収速度は、同一のアンモニア混合空気を純水に吸収させるときのガス吸収速度の何倍になるか小数点以下 2 桁まで答えなさい。

解答欄 ($C_{\max}$) : _____ mol m^{-3}

解答欄 (ガス吸収速度の比) : _____ 倍

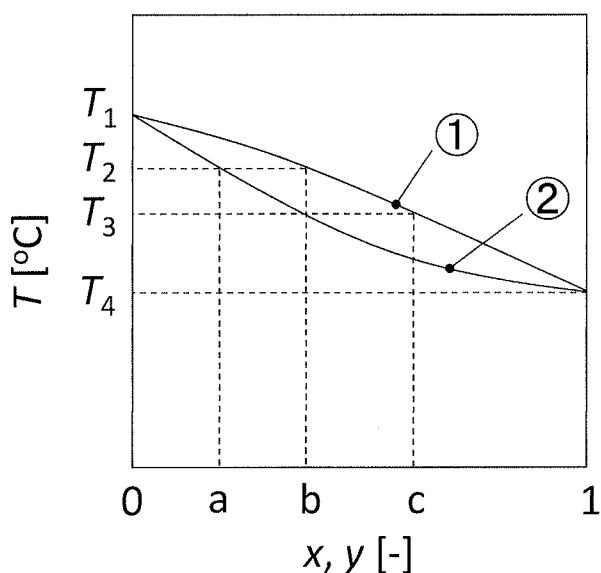
問 3. 低沸点成分と高沸点成分からなる 2 成分混合液の温度—組成線図が、右下の図のようにになっている。次の説明文中の [1] ～ [7] の空欄に当てはまる適切な語句や記号を答えなさい。ただし、[8] は不等号「>」または「<」を選びなさい。

物理量 x は [1] 沸点成分の液相のモル分率を、物理量 y は [1] 沸点成分の気相のモル分率を表している。[1] 沸点成分の沸点は、 $T_1 \sim T_4$ のうちの [2] である。

曲線①の名称は [3]、曲線②の名称は [4] である。

「 $x=b$ 」の 2 成分混合系を沸騰させるとき、その沸点は $T_1 \sim T_4$ のうちの [5] となる。また、2 成分混合系の沸点が T_2 であるとき、 $x = [6]$ 、 $y = [7]$ である。

図より、この 2 成分混合系を沸騰させると、いかなる組成の場合でも x [8] y となることがわかる。



解答欄：

1 :	2 :	3 :	4 :
5 :	6 :	7 :	8 :