

平成 30 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・生物化学，無機化学・分析化学，
物理化学，化学工学

受検番号	
------	--

(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9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

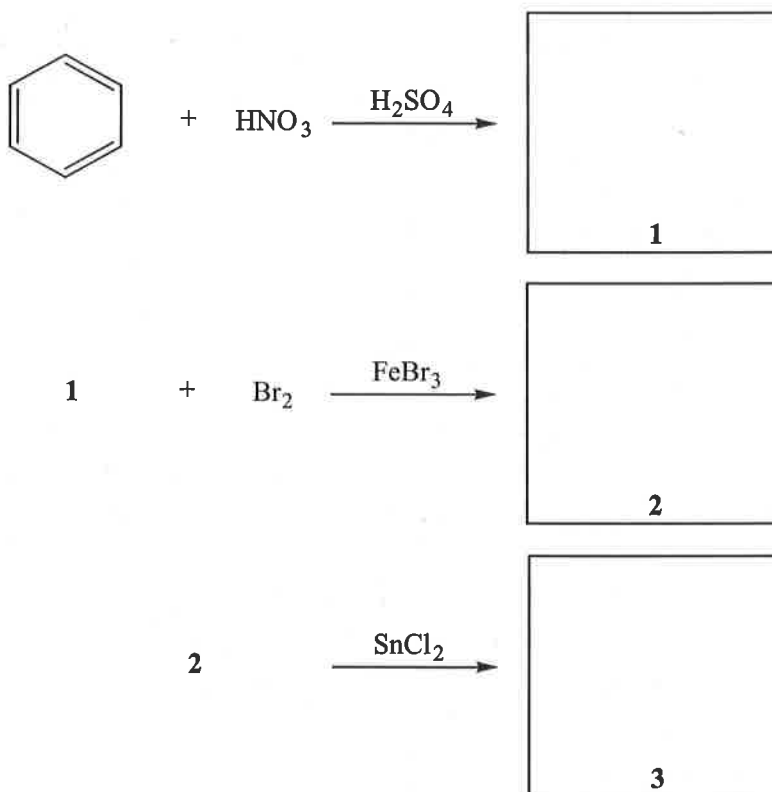
1 以下の有機化学・生物化学に関する問題に答えなさい。

問1. メチルシクロヘキセンに HBr を付加させると、1-ブロモ-1-メチルシクロヘキサンが選択的に生成する。選択的に得られる理由について、段階的な反応機構から説明しなさい。

解答欄：

問2. ベンゼンから *m*-ブロモアニリンを合成する方法について、以下の空欄に1から3の化合物の構造式を記入しなさい。

解答欄：



問3. 文中の [] の空欄に当てはまる適切な語句を記入しなさい。

ほとんどの糖質は、炭素、水素および酸素を $(\text{CH}_2\text{O})_n$ の比で含んでいるので [1] ともよばれる。 $n = [2]$ のものが最も小さい糖で、[3] とジヒドロキシアセトンがある。これらは [2] 個の炭素から構成されているので [4] とよばれる。 $n = 4, 5, 6$ のものをそれぞれ [5], [6], [7] とよぶ。アルデヒド基を持つ単糖を [8] とよび、ケトン基を持つものを [9] とよぶ。[10] は生体中で最も豊富に存在する五炭糖であり、[11] の構成成分である。2位の炭素にヒドロキシ基がないものを [12] とよび、[13] の構成成分である。グルコースは2位から5位までの炭素原子が [14] のために、[15] 種類の立体異性体が存在する。鏡像異性体ではない立体異性体を [16] とよび、一つの [14] の立体配置が異なる [16] は [17] とよぶ。

多くの糖は溶液中では環状構造として存在している。1位の炭素に結合するヒドロキシ基が環に対して上を向いているものが [18] であり、下に向いているものが [19] である。グルコピラノースに代表される環状構造は平面ではなく [20] とよぶ立体配座をとる。

解答欄：

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

問4. 文中の [] の空欄に当てはまる適切な語句を記入しなさい。

酵素反応は基質が酵素に結合することで始まるが、この対応関係は限られたものであり、こうした特性のことを [1] とよび、酵素と基質が結合する部位を [2] とよぶ。また酵素はある特定の反応にのみ触媒作用を示し、この性質を [3] という。酵素は反応の [4] を低下させることで反応速度を高めるが [5] には影響しない。

解答欄：

1 :	2 :	3 :	4 :	5 :
-----	-----	-----	-----	-----

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. 紫外可視吸光分析において、分子量 150 のある化合物の 375 nm におけるモル吸光係数は $4.0 \times 10^5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ である。この溶液を 200 倍に希釈して、その希釈溶液を波長 375 nm で 1.0 cm のセルを用いて測定したところ 0.60 の吸光度を与えた。はじめの溶液 1.0 dm^3 中にこの化合物は何 g 溶けているか、有効数字 2 桁で答えなさい。

解答欄： _____

問 2. アンモニアの共役酸塩基対について、① 各化学種の濃度で表した平衡式の形で、 K_a (酸解離定数) および K_b (塩基解離定数) を書き表しなさい。また、② $pK_a + pK_b$ の値はいくつになるか答えなさい。

酸の解離の反応式は $\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}^+$ 、塩基の解離の反応式は $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 、水のイオン積を $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$ とする。

解答欄： ① $K_a =$ _____ , $K_b =$ _____ ② _____

問3. 次のような電子配置の中性原子がある。以下の(1)~(5)の問いについて、最もよくあてはまるものを(A)~(E)の記号で答えなさい。

(A) $1s^2 2s^2 2p^4$ (B) $1s^2 2s^2 2p^5$ (C) $1s^2 2s^2 2p^6$ (D) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ (E) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

- (1) 2価の陽イオンになりやすいものはどれか。
- (2) 同核二原子分子を形成し、常磁性を示すものはどれか。
- (3) 電子親和力が最も大きいものはどれか。
- (4) 第1イオン化エネルギーが最も小さいものはどれか。
- (5) 最も安定なものはどれか。

解答欄： (1) (2) (3) (4) (5)

問4. イオン結晶の格子エネルギーは実験で求めることはできないが、ボルン・ハーバーサイクルを用いると熱力学データから間接的に求めることができる。以下の熱力学データを用いて、塩化ナトリウム NaCl の格子エネルギー Q を計算しなさい。

- ① $\text{Na(固)} + 1/2 \text{Cl}_2(\text{気}) = \text{NaCl(固)} + 411 \text{ kJ mol}^{-1}$
- ② $\text{Na(固)} = \text{Na(気)} - 93 \text{ kJ mol}^{-1}$
- ③ $1/2 \text{Cl}_2(\text{気}) = \text{Cl(気)} - 120 \text{ kJ mol}^{-1}$
- ④ $\text{Na(気)} = \text{Na}^+(\text{気}) + e^- - 496 \text{ kJ mol}^{-1}$
- ⑤ $\text{Cl(気)} + e^- = \text{Cl}^-(\text{気}) + 349 \text{ kJ mol}^{-1}$

格子エネルギー： $\text{NaCl(固)} = \text{Na}^+(\text{気}) + \text{Cl}^-(\text{気}) - Q \text{ kJ mol}^{-1}$

解答欄： _____

3 以下の物理化学に関する問題に答えなさい。

問1. 密閉容器の中に硝酸銀(I)の飽和水溶液が存在し、溶解しきれていない硝酸銀(I)の固体と水蒸気とが平衡に存在している。

(a) 相の数 P と成分の数 C はそれぞれ何個あるか答えなさい。

(b) 使える自由度 F は何個あるか答えなさい。

解答欄： (a) $C=$ _____ , $P=$ _____ (b) $F=$ _____

問2. 25.0°C 、標準圧力下でのニッケルの絶対エントロピー S は、 $29.87\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$ である。この条件のもとで 24 個のニッケル原子の集合体とする可能な状態の組み合わせの数 W は、およそいくらになるか。最も近いものを、次の①から⑨の中から 1 つ選びなさい。ただし、アボガドロ定数として、 $N_A=6.022\times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$ 、ボルツマン定数として、 $k=1.381\times 10^{-23}\text{ J K}^{-1}$ を用いなさい。

- ① 1.58×10^{84}
- ② 1.58×10^{85}
- ③ 1.58×10^{86}
- ④ 1.58×10^{86}
- ⑤ 1.58×10^{87}
- ⑥ 2.73×10^{37}
- ⑦ 2.73×10^{38}
- ⑧ 2.73×10^{39}
- ⑨ 2.73×10^{40}

解答欄： _____

問3. 水中における窒素 N_2 のヘンリーの法則の定数 K は、ある温度で $8.57 \times 10^9 \text{ Pa}$ である。その温度で水と平衡にある N_2 の圧力が、 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき、溶液中の N_2 のモル分率はいくらになるか。最も近いものを、次の①～⑨の中から1つ選びなさい。

- ① $1.67 \times 10^{14} \text{ mol}^{-1}$
- ② $1.67 \times 10^{14} \text{ mol}$
- ③ 1.67×10^{14}
- ④ $1.17 \times 10^{-5} \text{ mol}^{-1}$
- ⑤ $1.17 \times 10^{-5} \text{ mol}$
- ⑥ 1.17×10^{-5}
- ⑦ $5.99 \times 10^{-3} \text{ mol}^{-1}$
- ⑧ $5.99 \times 10^{-3} \text{ mol}$
- ⑨ 5.99×10^{-3}

解答欄: _____

問4. 25.0°C におけるヘリウム分子の根平均二乗速さを計算し、最も近いものを、次の①から⑦の中から1つ選びなさい。なお、ヘリウムの原子量を4.003とし、気体定数として $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ を用いなさい。

- ① 8770 m s^{-1}
- ② $1.643 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$
- ③ $1.048 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$
- ④ 163 m s^{-1}
- ⑤ 515 m s^{-1}
- ⑥ 1363 m s^{-1}
- ⑦ 1769 m s^{-1}

解答欄: _____

問5. 2次の化学反応において、2種類の反応物質の濃度を等しくしたとき、その10%が反応するのに1分かかった。50%反応するのにどれくらいの時間 [分] が必要であるか答えなさい。

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. 塩化ナトリウム 10 wt%を含む水溶液を蒸発装置に供給して、25 wt%の濃縮液を 500 kg h^{-1} の速度で取り出したい。水の蒸発速度 $[\text{kg h}^{-1}]$ を求めなさい。

解答欄： _____

問2. 120 kg の炭素に、576 kg の酸素を送って完全燃焼させた。燃焼ガス中の二酸化炭素および過剰酸素の質量 $[\text{kg}]$ を求めなさい。ただし、炭素および酸素の原子量には 12 および 16 を使用しなさい。

解答欄： _____ 二酸化炭素量 _____ , 過剰酸素量 _____

問3. 直径 D_1 の円管 2 本が合流して直径 $D_2=2D_1$ の円管となっている流路がある. 細い方の円管内を流れている流体の平均速度はともに u_1 で, 太い方の円管内の平均速度は u_2 であるとする. それぞれの円管内のレイノルズ数 Re_1 と Re_2 の関係を求めなさい.

解答欄: _____