

2020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。

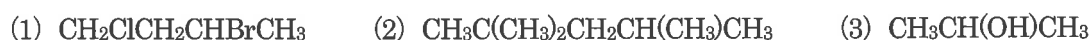
問題番号	1	2	3	4
選択した番号				

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・生化学に関する問題に答えなさい。

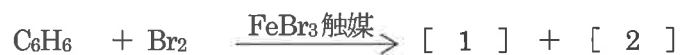
問 1. 次の (1) ~ (3) の化合物について、IUPAC 名および結合を一で表した構造式をそれぞれ記入しなさい。



解答欄：

(1) IUPAC 名	(2) IUPAC 名	(3) IUPAC 名
(1) 構造式	(2) 構造式	(3) 構造式

問 2. (1) 臭化鉄 (III) を触媒として用いたベンゼンと臭素の反応について、[1] ~ [3] にあてはまる適切な分子式を記入しなさい。



解答欄：

1:	2:	3:
----	----	----

(2) 上記 (1) の [1] の化合物には異性体が存在しない。この理由を記述しなさい。

解答欄：

(3) 上記 (1) の [3] の化合物には 3 つの異性体が存在する。これら 3 つの異性体の構造式を書きなさい。

解答欄：

問3. 文中の [1] ~ [5] に当てはまる適切な語句を記入しなさい.

SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動は、タンパク質の [1] 結合が [2] 剤 (2-メルカプトエタノールなど) によって切断されて、タンパク質は伸びたペプチド鎖になる. このペプチド鎖にドデシル硫酸ナトリウム (SDS) が結合するため、タンパク質のアミノ酸配列に関係なく、ペプチド鎖はその長さに応じて [3] 電荷に帯電する. したがって、この SDS-タンパク質複合体を電気泳動にかけると、ポリアクリルアミドゲルの [4] 効果によって、タンパク質は [5] によって分離される.

解答欄:

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

問4. 次の (1) ~ (3) に答えなさい.

(1) 三炭糖である D-グリセルアルデヒド, 六炭糖である D-グルコースについて, Fischer の投影式を用いてそれぞれ書きなさい.

解答欄:

(2) 鎖状構造の糖について, 文中の [1] ~ [4] に当てはまる適切な語句を記入し, 下線部の理由について説明しなさい.

D-グルコースの不斉炭素は [1] 個存在する. D-マンノースの不斉炭素は [2] 個存在する. D-グルコースと D-マンノースは [3] 個の不斉炭素の配置が異なるため, これらを互いに [4] と呼ぶ. また, D-グルコースと D-ガラクトースも [3] 個の不斉炭素の配置が異なるため, これらを互いに [4] と呼ぶ. 一方, D-マンノースと D-ガラクトースは互いに [4] ではない.

解答欄:

1:	2:	3:	4:
理由:			

(3) 文中の [1] ~ [7] に当てはまる適切な語句を記入しなさい。

アルデヒド基を含む糖は一般に [1] と呼ばれる。多くの糖は溶液中において [2] 構造として存在しており、[1] は分子内のアルデヒド基と [3] 基が反応（共有結合）して [4] を形成する。同様に、ケトースでは [5] 基と [3] 基が反応（共有結合）して [6] を形成する。[4] や [6] が形成される際には、カルボニル基から生じるヒドロキシ基の立体配置によって [7] と呼ばれる異性体が存在する。

解答欄：

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

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. 次の文の (1)~(9) にあてはまる適切な語句や数値を書きなさい。

遷移元素は、周期表の第 (1) 族から第 (2) 族の元素であり、すべて (3) 元素である。遷移元素には (4) ブロック元素と f ブロック元素がある。(4) ブロック元素は、内殻の (4) 軌道が (5) になっていない元素である。f ブロック元素には、原子番号の増加とともに 4f 軌道が埋まっていく (6) および原子番号の増加とともに 5f 軌道が埋まっていく (7) がある。f ブロック元素は、最外殻の (8) 軌道に (9) 個の電子が配置しているために、よく似た性質を示す。

解答欄： (1) _____ (2) _____ (3) _____ (4) _____ (5) _____
(6) _____ (7) _____ (8) _____ (9) _____

問2. 1.00 g の水素が核融合して全てがヘリウムに変わるとき、(1) どれだけのエネルギーを放出するか。
(2) それは石油何トン分の燃焼熱に相当するか。それぞれ有効数字 3 桁で答えなさい。ただし、水素およびヘリウムの原子量はそれぞれ 1.0078 および 4.0026、光速 $c = 2.9979 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ とし、石油 1.00 g の燃焼熱は $4.40 \times 10^4 \text{ J}$ とする。

解答欄： (1) _____ (2) _____

問3. 純度 99.0%、密度 1.049 g mL^{-1} の酢酸を用いて 20.0 ppm ($\mu\text{g mL}^{-1}$) の酢酸水溶液を 10.0 mL 作製したい。酢酸をいくら採取して、純水で全量を 10.0 mL とすればよいか。採取する酢酸の体積を有効数字 3 桁で答えなさい。

解答欄： _____

問4. 次の文の (1)~(10) にあてはまる適切な語句や化学式、数値を書きなさい。

錯体生成反応を、(1)の酸塩基理論により説明する。例えば、 $\text{Cu}^{2+} + 4 \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ のような錯体生成反応において、 Cu^{2+} は(2)と呼ばれ、(3)を受け取るから酸である。また、 NH_3 は(4)と呼ばれ、(3)を与えるから塩基である。生成した(5)は錯体、もしくは、錯イオンともいう。

上記の反応では、 Cu^{2+} に対し、(6)分子の NH_3 が配位している。すなわち、 Cu^{2+} に対して配位できる(3)の数は、(6)対である。この場合、 Cu^{2+} が受容できる(3)の数を(7)という。

Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 Co^{2+} などの全ての金属イオンは水中で単独に存在せず、 $[\text{Ag}(\text{H}_2\text{O})_2]^+$ 、 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 、 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ のような形で存在している。この現象を(8)という。これは、金属イオンと水分子はそれぞれ単独で存在するよりも、(8)イオンの形になっていた方がエネルギー的に安定するからである。

(4)として働く分子やイオンは、酸素、窒素、ハロゲン元素のような(9)の大きい原子を含んでいる。 NH_3 や H_2O はこのような原子を1つだけ持っている。このような(4)を(10)配位子と呼ぶ。

解答欄： (1) _____ (2) _____ (3) _____ (4) _____ (5) _____
(6) _____ (7) _____ (8) _____ (9) _____ (10) _____

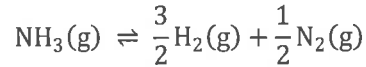
問5. CH_3COOH の解離度が $\alpha=0.080$ (8.0%) になるときの(1)モル濃度 (mol L^{-1}) を求めなさい。また、(2)そのpHを計算しなさい。

ただし、解答の有効数字は2桁とし、解離の式は $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ 、 CH_3COOH の酸解離定数 ($\text{p}K_a$) は4.74とする。

解答欄： (1) _____ (2) _____

3 以下の物理化学に関する問題に答えなさい。

問1. 298.15 K, 1 bar におけるアンモニア, $\text{NH}_3(\text{g})$ のモル標準生成ギブズエネルギー ($\Delta_r G^\circ$) は $-16.367 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。以下の反応



について 298.15 K におけるモル標準生成ギブズエネルギー ($\Delta_r G^\circ$) と平衡定数 (K_p) を計算し、答えの組み合わせとして最も適切なものを、次の選択肢①～⑧の中から1つ選びなさい。

ただし、気体定数 (R) は $8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。

- ① $\Delta_r G^\circ = -16.367 \text{ kJ mol}^{-1}$, $K_p = -6.602$ ② $\Delta_r G^\circ = 16.367 \text{ kJ mol}^{-1}$, $K_p = -6.602$
③ $\Delta_r G^\circ = -16.367 \text{ kJ mol}^{-1}$, $K_p = 6.602$ ④ $\Delta_r G^\circ = 16.367 \text{ kJ mol}^{-1}$, $K_p = 6.602$
⑤ $\Delta_r G^\circ = -16.367 \text{ kJ mol}^{-1}$, $K_p = -1.36 \times 10^{-3}$ ⑥ $\Delta_r G^\circ = 16.367 \text{ kJ mol}^{-1}$, $K_p = -1.36 \times 10^{-3}$
⑦ $\Delta_r G^\circ = -16.367 \text{ kJ mol}^{-1}$, $K_p = 1.36 \times 10^{-3}$ ⑧ $\Delta_r G^\circ = 16.367 \text{ kJ mol}^{-1}$, $K_p = 1.36 \times 10^{-3}$

解答欄:

問2. 鉄の比熱容量 (c) は $0.435 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ である。

(a) 500 J のエネルギーが 10.0 g の鉄に加えられたとする。このとき生じる温度変化 (ΔT) はいくらか。

(b) この鉄の始めの温度を $95.0 \text{ }^\circ\text{C}$ とする。最終的な温度 (T_f) はいくらか。

(a), (b) の答えの組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑧の中から1つ選びなさい。

- ① (a) $\Delta T = -115 \text{ K}$, (b) $T_f = -111 \text{ K}$ ② (a) $\Delta T = 115 \text{ K}$, (b) $T_f = 111 \text{ K}$
③ (a) $\Delta T = -115 \text{ K}$, (b) $T_f = -21 \text{ K}$ ④ (a) $\Delta T = 115 \text{ K}$, (b) $T_f = 201 \text{ K}$
⑤ (a) $\Delta T = -115 \text{ K}$, (b) $T_f = -474 \text{ K}$ ⑥ (a) $\Delta T = 115 \text{ K}$, (b) $T_f = 474 \text{ K}$
⑦ (a) $\Delta T = -115 \text{ K}$, (b) $T_f = -483 \text{ K}$ ⑧ (a) $\Delta T = 115 \text{ K}$, (b) $T_f = 483 \text{ K}$

解答欄:

問3. ある気体が温度一定の条件下で熱分解するとき、最初の圧力が 600 hPa であれば、その半分の量が分解するのに 500 s を要する。また、最初の圧力が 1000 hPa であれば、その半分の量が分解するのに 300 s を必要とする。この反応の反応次数は何次であるか答えなさい。

解答欄：

問4. 1.00 dm³の水に 7.34 g のポリビニルアルコールを溶解させた、ポリビニルアルコール水溶液の浸透圧が 993 Pa であった。このポリビニルアルコールの平均分子量はいくらか答えなさい。

ただし、気体定数 (R) は $8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、温度 (T) を $20.0 \text{ }^\circ\text{C}$ とし、溶液の体積は、溶媒に溶質が加えられても変化しないものと仮定する。

解答欄：

問5. $20 \text{ }^\circ\text{C}$ におけるネオン分子の根平均二乗速さを計算しなさい。

ただし、気体定数 (R) は $8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、ネオンの原子量を 20.18 とする。

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. ある不揮発成分 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。蒸発速度 (kg h^{-1}) を求めなさい。

解答欄： _____

問 2. 硫酸製造用の原料ガスを得るために、10 kg の硫黄を 20 kg の酸素とともに燃焼装置に送って燃焼した。硫黄がすべて二酸化硫黄になった場合、燃焼生成ガス中の二酸化硫黄および酸素の量はそれぞれいくらになるか答えなさい。ただし、硫黄、酸素の原子量はそれぞれ 32, 16 とする。

解答欄： 二酸化硫黄量 _____ , 酸素量 _____

問3. ベンゼン 50 mol%, トルエン 50 mol%の混合液 100 mol を加熱缶に入れ, 残液のベンゼン組成が 20 mol% になるまで単蒸留を行う. このとき得られる留出液量を有効数字 3 桁で求めなさい. ただし, ベンゼンのトルエンに対する比揮発度は 2.5 とし, 以下に示す Rayleigh の式を用いて計算しなさい.

Rayleigh の式:
$$\ln \frac{L_0 x_0}{L_1 x_1} = \alpha \ln \frac{L_0 (1-x_0)}{L_1 (1-x_1)}$$

解答欄:
