



## 令和4年度前期日程入学試験問題

# 化 学 A

教 育 学 部

理 学 部

工 学 部

農 学 部

### 注 意 事 項

- ① 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 問題冊子は、11 ページ(表紙, 白紙を除く)です。試験開始後、確認してください。
- ③ 問題は、**1** から **4** まで 4 問あります。すべて解答しなさい。
- ④ 解答用紙は 3 枚あります。解答用紙ごとに指定の欄に受験番号を記入しなさい。
- ⑤ 解答は、問題ごとに解答用紙の指定の欄に記入しなさい。解答用紙(その 1), (その 2), (その 3)は、裏面にも解答欄があります。

- ・問題を解くにあたって必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量： H 1.0                    C 12.0                    O 16.0                    N 14.0

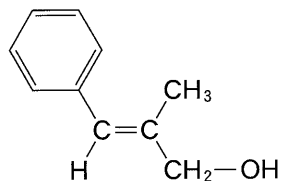
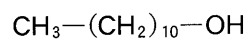
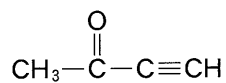
                  S 32.1                    Fe 55.8

気体定数：  $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

アボガドロ定数：  $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

- ・有機化合物の構造式は、次の例にならって書け。二重結合や三重結合がある場合には、明確に示すこと。

例



1 次の[I]と[II]を読み、以下の問いに答えよ。

[I] 空気 0.600 g で満たした 2.00 L の容器に 2.00 g の水と 4.00 g のペンタンを入れ、40 °C で平衡に達するまで放置した。すべての気体は理想気体とし、液体の体積および気体の液体への溶解は無視できる。以下の問いに単位をつけて答えよ。計算過程も示せ。

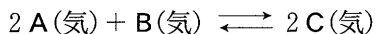
問 1 空気を窒素と酸素のみからなる混合気体として、その混合比率が物質量の比で 4 : 1 であるとした場合、容器中にある空気は何 mol か。有効数字 3 桁で答えよ。

問 2 40 °C において、水の飽和蒸気圧は  $7.35 \times 10^3$  Pa、ペンタンの飽和蒸気圧は  $1.15 \times 10^5$  Pa である。

(1) 容器内の圧力は何 Pa になるか。有効数字 2 桁で答えよ。

(2) 容器の体積を 1.00 L に圧縮した場合、容器内の圧力は何 Pa になるか。有効数字 2 桁で答えよ。

[II] 下記のように 2 mol の物質 A(気体)と 1 mol の物質 B(気体)が反応して 2 mol の物質 C(気体)が生成する反応が平衡に達しているとき、次の問いに答えよ。



問 3 ルシャトリエの原理を簡潔に説明せよ。

問 4 体積が変えられる密閉容器内でこの反応が平衡状態に達していたとき、次の(1)~(5)の操作をそれぞれ行った。平衡はどのようになるか。下の(ア)~(ウ)から最も適切なものを1つ選び、記号で答えよ。ただし、この反応において正反応は吸熱反応である。

- (1) 圧力一定のまま、温度を下げた。
- (2) 温度一定のまま、容器の体積を大きくした。
- (3) 温度および体積一定のまま、反応に関与しないアルゴンガスを加えた。
- (4) 温度および全圧一定のまま、反応に関与しないアルゴンガスを加えた。
- (5) 温度一定のまま、この反応を促進する触媒を加えた。ただし、触媒の体積は無視してよい。

- (ア) 平衡は右側に移動する。                      (イ) 平衡は左側に移動する。  
(ウ) 平衡の移動は起こらない。

問 5 この反応の正反応の反応速度は物質 A の濃度の 2 乗および物質 B の濃度に比例し、逆反応の反応速度は物質 C の濃度の 2 乗に比例することがわかっている。平衡状態では正反応と逆反応の反応速度が等しいことを利用して、濃度平衡定数  $K_c$  を正反応の反応速度定数  $k_1$  および逆反応の反応速度定数  $k_2$  を使って表せ。

問 6 1.00 mol の物質 A と 1.00 mol の物質 B を体積  $V$  [L] の容器に密閉し、温度一定で反応させたところ、平衡状態で物質 A の物質量は 0.500 mol になった。 $K_c$  はいくらか。 $V$  を使って表せ。有効数字は 3 桁とする。単位も記すこと。なお、 $k_1$  および  $k_2$  は使ってはならない。

2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。ただし、気体 1.000 mol の体積は標準状態で 22.40 L とし、気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。

鉄(Fe)は地殻中に  番目に多く存在する元素であり、単体は  色である。鉄は体心立方格子の構造をとり、単位格子の一辺の長さは  $2.90 \times 10^{-10}$  m である。

鉄は水素よりもイオン化傾向が  ので、鉄を希硫酸の中に入れると、希硫酸の水素イオンを  して水素を発生させながら溶け、2 価の陽イオンになる。鉄の単体  mg をビーカーに入れ、 $5.000 \times 10^{-2}$  mol/L の希硫酸 75.00 mL を加えたところ、11.20 mL(標準状態)の水素ガスを発生させながらすべての鉄は溶けて  色の水溶液になった。

図 1 は溶鉱炉(高炉)における鉄の製造の概略図である。赤鉄鉱などの鉄鉱石をコークスと石灰石とともに溶鉱炉に入れ、下から熱風を送ると、主にコークスの燃焼で生じた  によって鉄の酸化物が  される。

問 1  ~  にあてはまる語句または数値を次の中から選び、記号で答えよ。必要であれば、複数回使用してもよい。

- |         |         |           |           |
|---------|---------|-----------|-----------|
| (ア) 1   | (イ) 2   | (ウ) 4     | (エ) 10    |
| (オ) 灰白  | (カ) 赤褐  | (キ) 淡緑    | (ク) 黒     |
| (ケ) 大きい | (コ) 小さい | (サ) 酸化    | (シ) 還元    |
| (ス) 酸素  | (セ) 窒素  | (ソ) 一酸化炭素 | (タ) 二酸化炭素 |

問 2  にあてはまる数値を有効数字 3 桁で答えよ。計算過程も示せ。

問 3 下線部①について、鉄の密度 [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ] を有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も示せ。

問 4 図 1 の A~D は単体または化合物を表している。A~D にあてはまる物質の組み合わせを次の(ア)~(カ)の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

	A	B	C	D
(ア)	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	Fe	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	FeO
(イ)	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	Fe	FeO
(ウ)	Fe	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	FeO
(エ)	FeO	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	Fe
(オ)	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	FeO	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	Fe
(カ)	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	FeO	Fe

問 5 図 1 について、反応 1 は A から B、反応 2 は B から C、反応 3 は C から D が生成するときの反応を表している。反応 3 の化学反応式を書け。

問 6 図 1 について、原料として加える石灰石の役割を簡潔に答えよ。

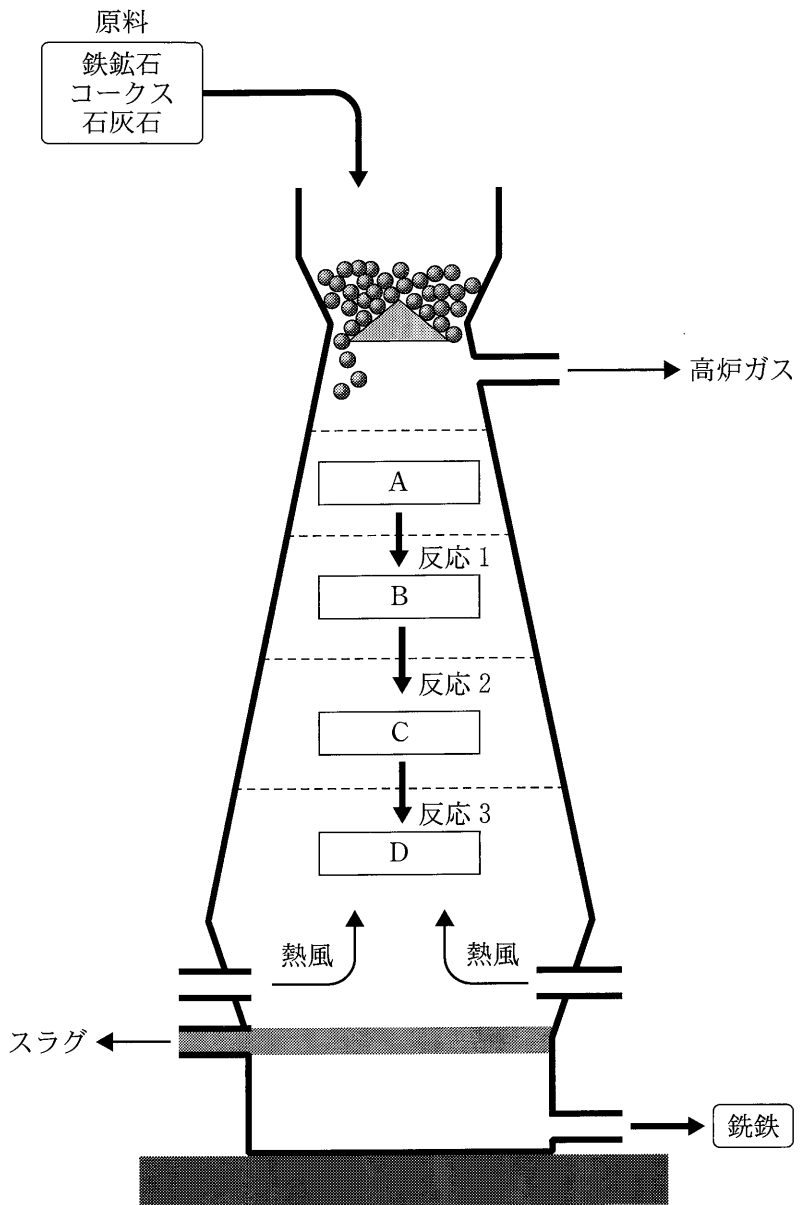


図1 溶鉱炉による鉄の製造の概略図



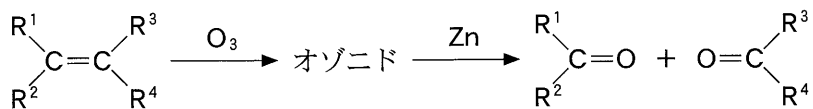
3

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

質量百分率が炭素 62.1 %，水素 10.3 %，酸素 27.6 % である構造の異なる 3 つのエステル A，B，C がある。エステル A，B，C のそれぞれ 2.90 g を加水分解したところ、どのエステルからも 1 価の直鎖状のカルボン酸 D 1.50 g が生成し、同時に 1 価アルコール 1.85 g が生成した。カルボン酸 D は、炭酸水素ナトリウムと反応して気体が発生した。一方、生成したアルコールはそれぞれ以下の性質を示した。

- (1) エステル A から生成したアルコール E は、ヨードホルム反応を示した。また、アルコール E を脱水すると複数のアルケンが得られた。
- (2) エステル B から生成したアルコール F は、アルコール E やエステル C から生成したアルコール G よりも酸化されにくかった。
- (3) エステル C から生成したアルコール G が脱水して生じるアルケンには、オゾン分解によってアセトンを生じた。

オゾン分解とは、下の化学反応式に示すように、アルケンにオゾンを反応させたのち、亜鉛を加えたときカルボニル化合物が生成する反応である。



R<sup>1</sup>，R<sup>2</sup>，R<sup>3</sup>，R<sup>4</sup> は水素または炭化水素基

問 1 エステル A の組成式を書け。

問 2 エステル A およびカルボン酸 D の分子量を計算し、小数点以下を四捨五入して整数で答えよ。

問 3 カルボン酸 D の示性式を書け。

問 4 下線部①の反応を示す反応式を書け。

問 5 アルコール E, F, G の構造式を書け。

問 6 下線部②のアルコール E が脱水して生成するアルケンの構造式を 3 つ書け。ただし、立体異性体は区別して書くこと。

4 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

デオキシリボ核酸(DNA)は、ヌクレオチドが縮合してできた鎖状のポリヌクレオチドである。ヌクレオチドは、環状の五炭糖(ペントース)に窒素を含む塩基が結合したヌクレオシドと  が結合した物質である。二本の鎖状(二本鎖)のDNA分子は、一方の鎖中の塩基と、他方の鎖中の塩基との間で水素結合し、安定な  構造をとっている。DNA分子内にある塩基の配列順序はタンパク質中のアミノ酸の配列順序を決めており、DNAから写しとったりリボ核酸(RNA)の塩基配列に従って $\alpha$ -アミノ酸が縮合する。縮合するアミノ酸の種類や配列順序により、さまざまな性質を示すタンパク質が<sup>③</sup>つくられる。

問1 文章中の  および  にあてはまる最も適切な語句を書け。

問2 下線部①について、図2にRNAをつくる五炭糖の環状構造を示す。この五炭糖に関する以下の(1)および(2)の問いに答えよ。

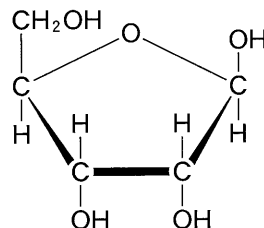


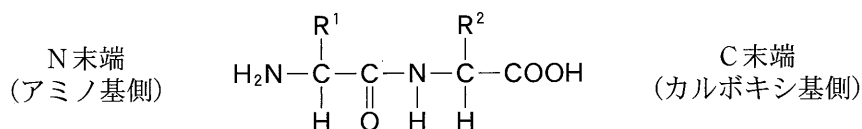
図2 RNAをつくる五炭糖

(1) 図2の五炭糖の分子式は $C_5H_{10}O_5$ である。DNAをつくる五炭糖の分子式を答えよ。

(2) 図2の五炭糖は水溶液中でアルデヒド基(ホルミル基)をもつ鎖状構造もとることができる。この鎖状構造中の不斉炭素原子の数を答えよ。

問 3 下線部②について、ある二本鎖 DNA のそれぞれの鎖の全塩基数に対する各塩基の割合を調べたところ、一方の鎖中のアデニンが 10.5 %、他方の鎖中のアデニンが 13.0 % であった。この二本鎖 DNA 中のシトシンの割合は何%か。小数点以下第 2 位を四捨五入して答えよ。

問 4 下線部③について、あるタンパク質を酵素 A で加水分解したところ、異なる 3 つの  $\alpha$ -アミノ酸が縮合した直鎖状のトリペプチド X が生じた。トリペプチド X を酵素 B で加水分解すると、直鎖状のジペプチド Y と  $\alpha$ -アミノ酸を生じた。トリペプチド X およびジペプチド Y について実験を行ったところ、次の[結果 1]～[結果 4]を得た。この結果から、以下の(1)および(2)の問いに答えよ。なお、文中の N 末端および C 末端は、ペプチドのそれぞれの末端を示している。




[結果 1] トリペプチド X をつくる  $\alpha$ -アミノ酸は、表 1 に示すいずれかの  $\alpha$ -アミノ酸であった。

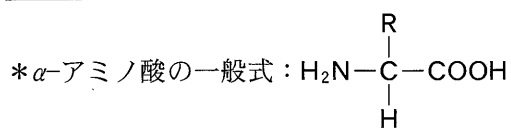
[結果 2] トリペプチド X、ジペプチド Y にそれぞれ水酸化ナトリウム水溶液を加え加熱した後、酢酸鉛(II)水溶液を加えたところ、トリペプチド X のみが黒色沈殿を生じた。

[結果 3] トリペプチド X 17.46 g とエタノールとの縮合により、19.14 g のエステルが生じた。なお、エステル化は 100 % の効率で進行したものとす。

[結果 4] C 末端の  $\alpha$ -アミノ酸を調べたところ、トリペプチド X では不斉炭素原子をもつ  $\alpha$ -アミノ酸であり、ジペプチド Y では不斉炭素原子をもたない  $\alpha$ -アミノ酸であった。

表1  $\alpha$ -アミノ酸の名称, 側鎖の構造式, ならびに分子量

アミノ酸	側鎖(-R)*	分子量	アミノ酸	側鎖(-R)*	分子量
グリシン	-H	75	アラニン	-CH <sub>3</sub>	89
バリン	-CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	117	システイン	-CH <sub>2</sub> -SH	121
ロイシン	-CH <sub>2</sub> -CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	131	フェニルアラニン	-CH <sub>2</sub> - 	165



- (1) トリペプチド X の分子量を計算し, 小数点以下を四捨五入して整数で答えよ。計算過程も示せ。
- (2) トリペプチド X 中に含まれるアミノ酸の名称を N 末端側から順に答えよ。