

令和6年度入学者選抜学力検査問題(前期日程)

理 科

## 化学基礎・化学

(注 意)

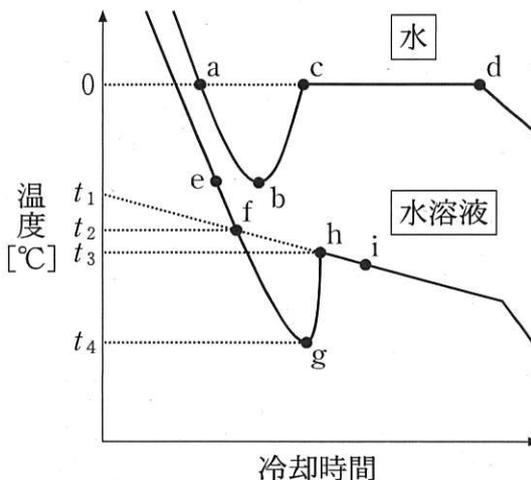
1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は11ページ、解答用紙は5枚である。  
指示があってから確認し、乱丁、落丁、印刷不鮮明の箇所等がある場合は、ただちに試験監督者に申し出ること。
3. 解答はすべて解答用紙の指定の箇所に記入すること。  
指定箇所以外に記入された解答は採点の対象としない。
4. 計算その他を試みる場合は、解答用紙の裏または問題冊子の余白を利用してもよい。
5. 解答用紙は持ち帰ってはならないが、問題冊子は必ず持ち帰ること。

[注意] 必要があれば、次の値を用いよ。

原子量 H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23

〔I〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

右図は、純粋な水と、ある溶質が溶解した水溶液を冷却したときの冷却曲線である。横軸には冷却時間が、縦軸には温度が示されている。水の凝固点は0℃であるが、冷却曲線上のa点を過ぎて0℃以下になっても水はすぐには凝固しないことがある。このような状態を  ア  という。水は図中の  イ  点で凝固し始め、  ウ  点ですべてが凝固する。一方、水溶液も  ア  の状態を経て凝固することがあり、一般にその凝固点は水の凝固点0℃よりも低くなる。



純溶媒の凝固点と、その溶媒に溶質が溶けた溶液の凝固点との差を、凝固点降下度  $\Delta t_f$  [K] といい、非電解質の希薄溶液では、一般に次の式で示される。

$$\Delta t_f = k_f m$$

ここで、 $\Delta t_f$  は、溶質の種類に無関係で、溶質の質量モル濃度  $m$  [mol/kg] に比例する。モル凝固点降下  $k_f$  [K·kg/mol] は、溶媒の種類ごとに決まる比例定数である。溶液が電解質溶液の場合には、溶質の一部またはすべてが溶液中で電離しており、そのときの凝固点降下度は、溶液中のすべての溶質粒子(電離で生じたイオンを含む)の質量モル濃度に比例する。

問 1 文中の  ア  に当てはまる最適な語句を記せ。

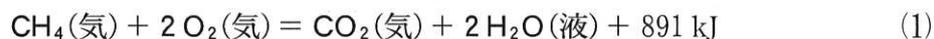
問 2 文中の  イ  と  ウ  に入る冷却曲線上の点を図中の a~d からそれぞれ 1 つ選び、その記号を記せ。

- 問 3 図中の水溶液の凝固点を温度  $t_1 \sim t_4$  から 1 つ選び、その記号を記せ。
- 問 4 図中の冷却曲線上の点 e~i のうち、水溶液が一番高い濃度を示すのはどの点か。1 つ選び、その記号を記せ。
- 問 5 溶液の凝固点降下度から溶質の分子量を求めることができる。100 g の水に非電解質 Z を 6.84 g 溶かした水溶液の凝固点を測定したところ、 $-0.370\text{ }^\circ\text{C}$  であった。Z の分子量を整数値で答えよ。ただし、水のモル凝固点降下を  $1.85\text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$  とする。
- 問 6 以下の①~③の水溶液のうち、凝固点が一番低いものを 1 つ選び、その番号を記せ。ただし、示された数値は質量モル濃度で、電解質についてはすべて電離するものとする。
- ①  $0.13\text{ mol}/\text{kg}$  の硝酸カリウム水溶液
  - ②  $0.15\text{ mol}/\text{kg}$  のグルコース水溶液
  - ③  $0.10\text{ mol}/\text{kg}$  の塩化カルシウム水溶液
- 問 7 100 g の水に塩化バリウムを 2.08 g 溶かした水溶液の凝固点は  $-0.481\text{ }^\circ\text{C}$  であった。水溶液中の塩化バリウムの電離度を計算し、計算過程とともに有効数字 2 桁で記せ。ただし、水のモル凝固点降下を  $1.85\text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$  とし、塩化バリウムの式量を 208 とする。

〔Ⅱ〕 エネルギーや平衡に関する以下の問いに答えよ。

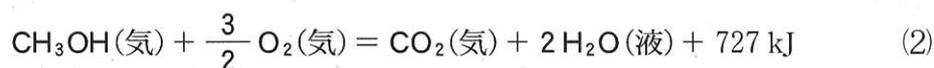
問 1 次の文を読み、文中の  ~  に当てはまる最適な語句を以下の語群 1 から選んで記せ。また、 ~  に当てはまる数値を整数で記せ。

化学反応において、反応物が持つエネルギーの総和と生成物が持つエネルギーの総和の差を  熱という。例えば、メタン 1 mol の完全燃焼における  熱は 891 kJ/mol であり、その熱化学方程式は反応式(1)で表される。



このように熱の放出を伴う反応を  という。一方、黒鉛に二酸化炭素を反応させると反応進行に伴い温度が低下する。このような反応を  という。

化合物 1 mol が成分元素の単体から合成する際に発生または吸収する熱を  熱という。CO<sub>2</sub>(気)、H<sub>2</sub>O(液)の  熱はそれぞれ 394 kJ/mol、286 kJ/mol であること、及び  の法則から、メタンの  熱は  kJ/mol と計算することができる。また、メタノール CH<sub>3</sub>OH(気)の完全燃焼の熱化学方程式(2)は



であることから、メタノールの  熱は  kJ/mol と見積もられ、メタンをメタノールに変換する反応の  熱は  kJ/mol であることがわかる。

語群 1 :

燃焼、反応、蒸発、凝固、生成、溶解、発熱反応、吸熱反応、  
ルシャトリエ、ヘス、ボイル、シャルル

問 2 次の文を読み、文中の ア ~ カ に当てはまる最適な語句を以下の語群 2 から選んで記せ。

ヒトの血液の pH はおよそ 7.4 に保たれている。その主な調節に式(3)に示すように二酸化炭素  $\text{CO}_2$  と炭酸水素イオン  $\text{HCO}_3^-$  が関与し、ア 作用が働いている。



$\text{H}^+$  が増加すると、平衡が イ に移動し、 $[\text{H}^+]$  の増加、すなわち pH の ウ を抑制する。この時、エ が生じる。一方で、 $[\text{OH}^-]$  が増加すると、 $\text{H}^+$  と反応し、平衡が オ に移動し、 $[\text{OH}^-]$  の増加、すなわち pH の カ を抑える。そのため pH が一定に保たれる。

語群 2 :

不可逆反応, 可逆反応, 緩衝, 活性, 正反応方向, 逆反応方向,  
上昇, 低下,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$

問 3 容積  $V[\text{L}]$  の容器にそれぞれ気体の水素  $\text{H}_2$  1.00 mol とヨウ素  $\text{I}_2$  1.00 mol を入れ、体積と温度を一定に保ったところ、ヨウ化水素 HI の生成反応(4)が進行し平衡に達した。



このときの水素  $\text{H}_2$  の物質量は 0.300 mol であった。以下の問いに答えよ。

- (a) この反応の平衡定数  $K$  を有効数字 3 桁で答えよ。
- (b) この容器にさらに水素  $\text{H}_2$  を 0.500 mol 追加すると、新たな平衡状態に移行した。この状態における水素  $\text{H}_2$  の物質量 [mol] を以下の選択肢から選んで記せ。

選択肢：

0.300, 0.412, 0.499, 0.681, 0.800, 0.953

- (c) さらに、この反応容器内の圧力を増加させたときの平衡移動の方向として正しいものを以下の選択肢(あ)~(う)から選び、記号で答えよ。
- (あ) 右向きに反応が進む
- (い) 左向きに反応が進む
- (う) 変化しない

〔Ⅲ〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

地殻中において質量比で最も多く存在する元素は酸素 O であり、二番目に多く存在する元素は  である。

アルミニウム Al は、地殻中に三番目に多く存在する元素である。Al の単体は銀白色の軽くて軟らかい金属であり、原料の  から得られた酸化アルミニウム  $\text{Al}_2\text{O}_3$  を熔融塩電解することで得られる。単体の Al は酸化されやすいため、他の物質を還元する力が強く、燃焼熱が大きい。その性質を利用して、ある金属の酸化物からその金属の単体を取り出す反応を  という。単体の Al は、空气中において表面に緻密な酸化被膜を形成しやすい。緻密な酸化被膜が存在することで内部にまで酸化が進行しにくい状態<sup>①</sup>となっている。このような状態を  という。

鉄 Fe は地殻中に四番目に多く存在する元素である。Fe を原料から製造する場合には、主成分が  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  である  や  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  である  を多く含む鉄鉱石を、コークスや石灰石とともに溶鉱炉に入れ、下から熱風を送り、コークスの燃焼で生じた一酸化炭素によって鉄の酸化物を還元する<sup>②</sup>。このようにして得られた鉄は  と呼ばれ、4% 程度の炭素を含み、硬くてもろい性質を有する。石灰石の熱分解で生じた CaO が鉄鉱石中の不純物である  $\text{SiO}_2$  と反応してケイ酸カルシウム  $\text{CaSiO}_3$  となり、 の上に浮かぶ。これを  という。

銅 Cu は、単体としても天然に存在するが、多くは硫化物として産出する。銅が含まれた鉱石を溶鉱炉に入れて加熱し、鉄や硫黄を取り除くと、粗銅が得られる。これを硫酸銅水溶液に浸し、電気分解を行うと純粋な銅を得ることができ<sup>③</sup>る。Cu の単体は電気や熱をよく伝えるため、電線などの電気材料やなべなどの調理器具に用いられる。また、Cu は黄銅や青銅、白銅などの合金の主成分にな<sup>④</sup>る。

問 1 文中の  ~  に当てはまる最適な語句を以下の語群から選んで記せ。

語群：

水素，窒素，ケイ素，黄銅鉱，輝銀鉱，ボーキサイト，  
テルミット反応，ビウレット反応，ニンヒドリン反応，不動態，  
超臨界状態，赤鉄鉱，磁鉄鉱，銑鉄，鋼，スラグ

問 2 文中の下線部①に関する現象はステンレス鋼においても同様に発生する。ニッケル Ni とともにステンレス鋼に含まれ，このような酸化被膜を形成する元素を元素記号で記せ。

問 3 文中の下線部②で起こる現象をまとめると次の反応式になる。この式中の  ~  に当てはまる数を記せ。



問 4 文中の下線部③に関して，電気分解を利用して金属の純度を高める操作の名称を記せ。

問 5 文中の下線部④に関して，黄銅と青銅のそれぞれの中に主成分として含まれる Cu 以外の元素を元素記号で記せ。

〔IV〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

油脂は、グリセリンと3つの高級脂肪酸のエステルであり、動物の体内や植物の種子などに広く分布する。不飽和脂肪酸を構成脂肪酸に持つ油脂は、常温でも液体であることが多く、これに水素を付加し、常温で固体の油脂に変化させたものを **ア** とよび、マーガリンなどの原料に使われる。また、油脂に水酸化ナトリウムを加えて加熱すると、グリセリンと脂肪酸のナトリウム塩が生成する。脂肪酸のナトリウム塩は疎水基と親水基を持ち合わせており、その水溶液は **イ** 性を示す。水溶液中では、疎水基の部分を **ウ** に向け、親水基の部分を **エ** に向けて集まり、ミセルを形成する。このようにミセルを形成する物質を **オ** という。 **オ** を十分に含んだ水溶液に脂肪油を少量加えて振り混ぜると、脂肪油はミセルの内部に取り込まれて水中に分散される。このような作用を **カ** 作用といい、得られる溶液を **キ** という。

問 1 下線部①について記した以下の(a)~(d)の記述のうち、正しい記述を全て選び、記号で記せ。なお、ヨウ素価とは、油脂 100 g に付加するヨウ素の質量[g]のことをいう。

- (a) 構成脂肪酸が1種類の不飽和脂肪酸である油脂 A と油脂 B がある。それぞれの脂肪酸の炭素数は同じであるが、二重結合の数は油脂 B の脂肪酸の方が多い。その場合、油脂 A の方が融点は高い傾向にある。
- (b) 構成脂肪酸が1種類の不飽和脂肪酸である油脂 C と油脂 D がある。それぞれの脂肪酸の二重結合の数は同じであるが、炭素の数は油脂 D の脂肪酸の方が多い。その場合、油脂 C の方が融点は高い傾向にある。
- (c) 構成脂肪酸が1種類の不飽和脂肪酸である油脂 E と油脂 F がある。それぞれの脂肪酸の炭素数は同じであるが、二重結合の数は油脂 F の脂肪酸の方が多い。その場合、油脂 E の方がヨウ素価は高い。
- (d) 構成脂肪酸が1種類の不飽和脂肪酸である油脂 G と油脂 H がある。それぞれの脂肪酸の二重結合の数は同じであるが、炭素の数は油脂 H の脂肪酸の方が多い。その場合、油脂 G の方がヨウ素価は高い。

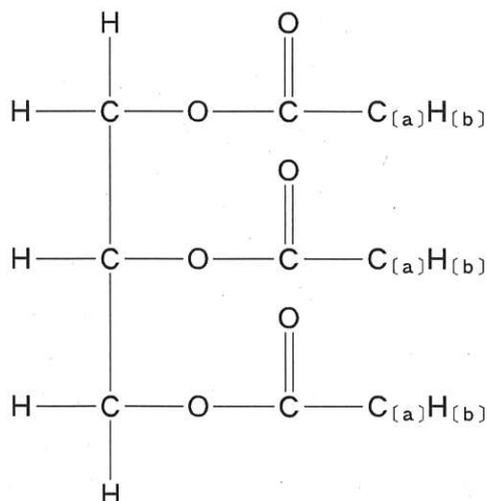
問 2 文中の ア ~ キ に当てはまる最適な語句を以下の語群から選んで記せ。

語群：

強酸，強塩基，弱酸，弱塩基，硬化油，乾性油，不乾性油，  
複合脂質，表面張力，界面活性剤，外側，内側，乳濁液，アゾ，  
ジアゾニウム塩，乳化，酸化，還元

問 3 下線部②の油脂の構成脂肪酸がパルミチン酸( $C_{15}H_{31}COOH$ )のみであるとき，1 mmol の油脂から生じるグリセリンと脂肪酸ナトリウム塩の重量 [mg] を，それぞれ途中の計算過程とともに整数値で記せ。

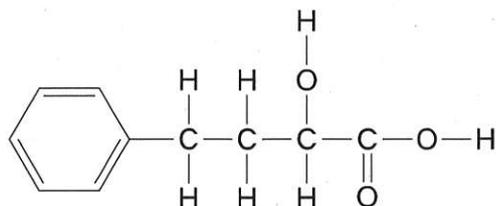
問 4 構成脂肪酸が 1 種類で分子量が 800 以下の油脂がある。この油脂 298 mg を完全燃焼させると，二酸化炭素 792 mg および水 306 mg のみを得られた。このとき，下図に示すこの油脂の構造式において，[a] および [b] に入る数字を記せ。



〔V〕 高分子化合物に関する以下の問いに答えよ。構造式は下の例にならって記せ。

ただし、シス-トランス異性体や鏡像異性体は考慮しなくてよい。

(例)



問 1 次の文を読み、文中の  ~  に当てはまる最適な語句を以下の語群 1 から選んで記せ。

天然ゴムは、イソプレンが  重合したポリイソプレンの構造を持つ。ポリイソプレン鎖の二重結合は、 形の配置を取っているため、ゴムは弾性を持つ。生ゴムに数%の硫黄を加えて加熱すると、ゴム分子のところどころに、硫黄原子による  構造が生じるため、ゴムの弾性、強度、耐久性が向上する。このような操作を  と呼ぶ。また、生ゴムに硫黄を 30~40 % 加えて長時間加熱すると、 と呼ばれるプラスチック状の物質が得られる。長い時間ゴムを空気中に置いておくと、ゴム分子中の二重結合が空気中の酸素などと反応してゴム弾性が失われる。このことをゴムの  と呼ぶ。

語群 1 :

シス, トランス, 塩析, 加硫, 縮合, 開環, 付加, 架橋, 還元,  
エポナイト, ベークライト, ノボラック, 劣化, けん化, 異化

問 2 合成高分子化合物は、その原料となる単量体から重合反応を経て作られる。次の(1)~(4)の合成高分子化合物を作製するときの重合の種類を語群 2 からそれぞれ 1 つ選び、解答欄に記せ。ただし、同じ語句を複数回使用してもよい。

(1) ナイロン 66

(2) ナイロン 6

(3) ポリエステル

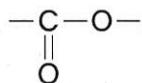
(4) ポリエチレン

語群 2 :

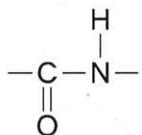
付加重合, 開環重合, 縮合重合

問 3 重合反応によりナイロン 66 で新たに形成される共有結合を次の(a)~(d)から選び、解答欄(1)に記号で記せ。また、その共有結合の名称を解答欄(2)に記せ。

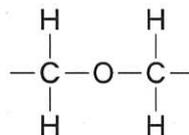
(a)



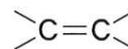
(b)



(c)



(d)



問 4 ビニロンが適度な吸湿性を示す理由を 15 文字以内で記せ。

問 5 ポリエチレンテレフタレート (PET) はテレフタル酸とエチレングリコールの縮合反応により得られる。PET の原料となるテレフタル酸とエチレングリコールの構造式を解答欄(1)および(2)にそれぞれ記せ。また、平均分子量が  $9.6 \times 10^4$  である PET の 1 分子中に含まれるエステル結合の数を解答欄(3)に記せ。ただし、PET 分子の両端の構造は考慮しなくてよい。