化 学

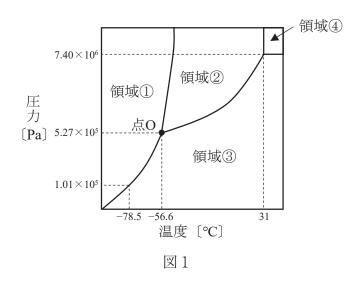
必要があれば、次の値を使うこと。

原子量:H = 1.0 **O** = 16

アボガドロ定数: 6.0×10^{23} /mol

第1問 次の問い(問1~3) に答えよ。[解答番号 1 ~ 4]

問1 図1は二酸化炭素の状態図である。図1の実線で囲まれる領域③, 領域④および 点0に関する記述の組合せとして最も適当なものを, 下のa~eのうちから一つ選 べ。 **1**



	領域③	領域④	点 O
а	固体のみが存在	液体のみが存在	気体のみが存在
b	液体のみが存在	固体と気体が共存	液体と気体の 区別がつかない
С	液体のみが存在	液体と気体の 区別がつかない	固体,液体,気体が共存
d	気体のみが存在	液体と気体の 区別がつかない	固体,液体,気体が共存
е	気体のみが存在	液体と気体が共存	固体と液体が共存

- **問2** 水 1 kg にグルコース (分子量 180) と尿素 (分子量 60) からなる混合物 12 g を溶かしたところ, 凝固点が 0.185 K 下がった。この混合物における尿素の含有率 (質量パーセント) は何%か。最も適当なものを,次の a ~ e のうちから一つ選べ。なお,水のモル凝固点降下は 1.85 K·kg/mol とする。 **2**
 - **a** 25%
 - **b** 30%
 - **c** 40%
 - **d** 50%
 - **e** 65%

問3 次の表1は、5種類の金属の原子量と結晶構造を示したものである。これに関する下の問い(**A・B**)に答えよ。

表1

△□	結晶構造	原子量	単位格子1辺の	単位格子の体積
金属			長さ〔cm〕	(cm³)
ナトリウム	体心立方格子	23	4.3×10^{-8}	8.0×10^{-23}
カリウム	体心立方格子	39	5.3×10^{-8}	15×10^{-23}
カルシウム	面心立方格子	40	5.6×10^{-8}	18×10^{-23}
銅	面心立方格子	64	3.6×10^{-8}	4.7×10^{-23}
銀	面心立方格子	108	4.1×10^{-8}	6.9×10^{-23}

A ナトリウムの結晶の密度は何 g/cm^3 か。最も適当な数値を、次の $a \sim e$ のうちから 一つ選べ。 $\boxed{3}$

- **a** 0.48 g/cm^3
- **b** 0.78 g/cm^3
- **c** 0.87 g/cm^3
- **d** 0.96 g/cm^3
- e 1.9 g/cm^3

B 原子半径が最も大きい金属はどれか。次の $\mathbf{a} \sim \mathbf{e}$ のうちから一つ選べ。ただし、 $\sqrt{2}=1.4,\sqrt{3}=1.7$ とする。 $\boxed{\mathbf{4}}$

- a カリウム
- b ナトリウム
- c カルシウム
- d 銅
- e 銀

第2問 次の問い(問1~4)に答えよ。[解答番号[5]~[8]]

- **問1** 電気分解に関する記述として最も適当なものを、次の $\mathbf{a} \sim \mathbf{e}$ のうちから一つ選べ。 $\boxed{\mathbf{5}}$
 - a 酸化還元反応にともなって放出されるエネルギーを電気エネルギーとして取り出す。
 - **b** 電極には、一般に亜鉛や銅が用いられる。
 - c 陰極では酸化反応が起こる。
 - d 水の電気分解では、陽極から水素が発生する。
 - e 銅の電解精錬では、陽極に粗銅板を用いる。
- 問2 ヨウ化水素の生成反応は次の式で表される。

 $H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI$

ある温度で、容積 2.0 L の容器に水素とヨウ素をそれぞれ 0.200 mol 入れて反応させたところ、2 時間(2 h)後にヨウ化水素が 0.040 mol 生成していた。この実験に関する記述として最も適当なものを、次の $\mathbf{a} \sim \mathbf{e}$ のうちから一つ選べ。 $\boxed{\mathbf{6}}$

- a 温度を変えても反応速度は変わらない。
- **b** 2時間後の容器内のヨウ素の物質量は 0.160 mol である。
- **c** この 2 時間における水素の減少速度は 0.0050 mol/(L·h)である。
- d 実験開始時のヨウ素の量を変えても反応速度は変わらない。
- e 反応開始から4時間後には、ヨウ化水素は0.080 mol 生成している。

問3 次の反応が平衡状態にあるとき、平衡が右に移動する操作として最も適当なものを、下の $\mathbf{a} \sim \mathbf{e}$ のうちから一つ選べ。 $\boxed{\mathbf{7}}$

$$N_2 + 3H_2 = 2NH_3 + 92 kJ$$

- a 圧力一定で、温度を上げる。
- b 温度一定で、圧力を上げる。
- c 触媒を加える。
- d 温度・圧力を一定に保ったまま、アルゴンを加える。
- e 温度・体積を一定に保ったまま、アルゴンを加える。
- **問4** ある 1 価の弱酸の 0.10 mol/L 水溶液の電離度が 0.0050 であったとき,この弱酸の電離定数は何 mol/L か。最も適当なものを,次の a ~ e のうちから一つ選べ。なお、電離度は 1 に比べて非常に小さいものとしてよい。 **8**
 - **a** $2.5 \times 10^{-7} \, \text{mol/L}$
 - **b** $2.5 \times 10^{-6} \, \text{mol/L}$
 - **c** $5.0 \times 10^{-4} \, \text{mol/L}$
 - **d** $2.5 \times 10^{-3} \, \text{mol/L}$
 - **e** $5.0 \times 10^{-2} \, \text{mol/L}$

第3問 次の問い(問1~4)に答えよ。[解答番号[9]~[13]]

- 問1 発生する気体を水上置換法で捕集することが**できないもの**を、次の $\mathbf{a} \sim \mathbf{e}$ のうちから一つ選べ。 $\boxed{\mathbf{9}}$
 - a 塩素酸カリウムに少量の酸化マンガン(Ⅳ)を混合して加熱する。
 - b 希硫酸に亜鉛を加える。
 - c 酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムを混合して加熱する。
 - d 濃硝酸に銅を加える。
 - e 水に炭化カルシウムを加える。
- 問2 マグネシウム,カルシウムに関する記述として**誤りを含むもの**を,次の $\mathbf{a} \sim \mathbf{e}$ の うちから一つ選べ。 $\boxed{\mathbf{10}}$
 - a いずれも周期表で2族に属する元素である。
 - **b** 単体のマグネシウムは常温の水と反応して水素を発生する。
 - c 単体のカルシウムは塩の溶融塩電解(融解塩電解)によって得られる。
 - d 塩化マグネシウムは海水に含まれている。
 - e 硫酸カルシウムは建築材料や塑像に用いられる。
- **問3** 2種類の金属イオンと、それを含む水溶液から一方の金属イオンだけを沈殿させて分離することができる操作の組合せとして最も適当なものを、次の $\mathbf{a} \sim \mathbf{e}$ のうちから一つ選べ。 $\boxed{11}$

	金属イオン	操作
а	Ag ⁺ , Cu ²⁺	希塩酸を加える
b	Ag ⁺ , Pb ²⁺	酸性条件で硫化水素を通じる
С	Fe ²⁺ , Zn ²⁺	塩基性条件で硫化水素を通じる
d	Cu ²⁺ , Zn ²⁺	過剰のアンモニア水を加える
е	Mg ²⁺ , Na ⁺	希硫酸を加える

問4 次の文章を読み、下の問い(A·B)に答えよ。

硝酸の工業的製法であるオストワルト法では、次の反応を利用してアンモニアから硝酸を合成している。

ア アンモニアを空気と混合して、白金触媒を用いて高温で反応させて **NO** にする。

$$4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O$$

イ アの反応後の混合気体を冷却すると、NO がさらに酸素と反応して NO₂ になる。

ウ NO₂ を温水に吸収させると、次式の反応により HNO₃ が得られる。このとき 生じる NO は回収して、 $\mathbf{1}$ の反応に戻して完全に利用する。

$$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$$

- **A** $P \sim \mathbf{p}$ の反応のうちで、酸化還元反応はどれか。正しく選択しているものを、次の $\mathbf{a} \sim \mathbf{e}$ のうちから一つ選べ。 $\boxed{12}$
 - a アだけ
 - b イだけ
 - c アとイ
 - d イとウ
 - e ア, イ, ウのすべて
- B 各段階の反応が完全に進み、 $\dot{\mathbf{p}}$ で生じた NO を完全に回収して利用できたものとする。アンモニアを原料として 4 mol の硝酸を得るときに反応する酸素 \mathbf{O}_2 の物質量として最も適当なものを、次の $\mathbf{a} \sim \mathbf{e}$ のうちから一つ選べ。 $\boxed{13}$
 - **a** 2 mol
 - **b** 5 mol
 - c 6 mol
 - d 7 mol
 - e 8 mol

第4問 次の問い(問1~4)に答えよ。[解答番号 14 ~ 17]

- 問1 無機物質と比較したとき、有機化合物の特徴に関する記述として**誤りを含むもの** を、次の $\mathbf{a} \sim \mathbf{e}$ のうちから一つ選べ。 $\boxed{14}$
 - a 完全燃焼すると、二酸化炭素と水を生成するものが多い。
 - b 沸点・融点が高い。
 - c 分子からなる物質が多い。
 - d 構成元素の種類は比較的少ない。
 - e 化合物の種類は非常に多い。
- 問2 ヘキサンに関する記述として正しいものを,次のa~eのうちから一つ選べ。 15
 - a すべての原子が同一直線上にある。
 - b 分子の形は正四面体形である。
 - **c** 25℃. 1.013 × 10⁵ Pa では気体である。
 - d 炭素原子間に二重結合をもつ。
 - e 臭素が溶けたヘキサンに光を当てると、臭素の色が消える。
- **問3** メタンの水素原子 1 個を $-COCH_3$ で置換した化合物の性質に該当するものとして正しいものを、次の $\mathbf{a} \sim \mathbf{e}$ のうちから一つ選べ。 $\boxed{\mathbf{16}}$
 - a フェーリング液を還元する。
 - b ヨードホルム反応を示す。
 - c アルコール 2 分子から水 1 分子が取れて生じる。
 - d 酸とアルコールの縮合反応によって生じる。
 - e 水溶液は弱い酸性を示す。

- **問4** サリチル酸と安息香酸のうち、どちらがサリチル酸であるかを確認する操作として最も適当なものを、次の $\mathbf{a} \sim \mathbf{e}$ のうちから一つ選べ。 $\boxed{17}$
 - a 水酸化ナトリウム水溶液を加えると、無色の溶液になる。
 - b 加熱すると、水蒸気を発生して酸無水物になる。
 - c 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加える,赤紫色を呈する。
 - d 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、気体を発生して溶ける。
 - e ナトリウムフェノキシド水溶液を加えると、白色沈殿を生じる。

第5問 次の問い(問1~3)に答えよ。[解答番号 18~20]

- **問1** アミノ酸とタンパク質に関する記述として最も適当なものを、次の $\mathbf{a} \sim \mathbf{e}$ のうちから一つ選べ。 $\boxed{\mathbf{18}}$
 - a タンパク質は加熱すると凝固するが、冷却すると元に戻る。
 - **b** α ヘリックス構造や β シート構造などは、タンパク質の三次構造と呼ばれる。
 - c タンパク質は、多数のアミノ酸がエステル結合でつながった高分子化合物である。
 - **d** タンパク質を希塩酸で加水分解すると、アミノ酸が生成する。
 - e 生命活動に必要で、生体内で合成されるアミノ酸を、必須アミノ酸という。
- **問2** 熱可塑性樹脂はどれか。最も適当なものを、次の $\mathbf{a} \sim \mathbf{e}$ のうちから一つ選べ。 $\boxed{19}$
 - a アルキド樹脂
 - **b** フェノール樹脂(ベークライト)
 - c メタクリル樹脂 (ポリメタクリル酸メチル)
 - d 尿素樹脂
 - e メラミン樹脂
- 問3 ナイロン 66 はヘキサメチレンジアミン (分子量 116) とアジピン酸 (分子量 146) の重合体である。ナイロン 66 の平均分子量を 5.4×10^4 とすると,1 分子のこのナイロン 66 の中に平均して何個のアミド結合が含まれるか。最も適当なものを,次の $\mathbf{a} \sim \mathbf{e}$ のうちから一つ選べ。 $\boxed{\mathbf{20}}$
 - **a** 1.8 × 10² 個
 - **b** 2.4 × 10² 個
 - **c** 3.2 × 10² 個
 - **d** 4.1 × 10² 個
 - **e** 4.8 × 10² 個