

令和 7 年度 一般 選 抜
個別学力試験問題(前期日程)

化 学

注 意

1. 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
2. 問題紙は 10 ページです。解答用紙は 5 枚配布されます。指示があつてから確認し、すべての解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
3. **1**，**2**，**3** は必答問題です。**4**，**5** は選択問題ですの
で、どちらか 1 問を選択した上で、解答用紙の選択欄に○印を記
入して、解答してください。**4** と **5** の両方を選択してはいけ
ません。

必答問題(3 問)	選択問題(1 問)
1 ， 2 ， 3	4 あるいは 5

4. 答えはすべて解答用紙の所定の欄に記入してください。
5. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
6. 試験終了後、問題紙は持ち帰ってください。

1

【必答問題】

鉄に関する次のⅠ～Ⅲの文を読み、問いに答えよ。

Ⅰ 島根県には鉄分を多く含む微酸性の温泉があり、湧出前の温泉水には鉄イオンが2価の状態が存在している。湧出した温泉水中の2価の鉄イオンは、空気^(a)に触れると赤褐色の固形物として析出する。

問 1 下線部(a)の反応について、析出する赤褐色固形物中の鉄の酸化数を書け。

問 2 2価の鉄イオンを含む水溶液に水酸化ナトリウムを加えると、緑白色の沈殿を生じた。この反応をイオン反応式で書け。

Ⅱ 島根県内では、たたら製鉄と呼ばれる方法で、砂鉄・鉄鉱石などを、木炭等を用いて比較的低温で還元して鉄を製造してきた。現在の工業的製法では、鉄^(b)鉱石中の Fe_2O_3 をコークス(C)などとともに、空気流入下、 2000°C 以上の高温で加熱して鉄を製造している。

問 3 下線部(b)の過程は、以下の二段階の反応で進行する。

(一段階目) コークスと空気から還元性をもつ気体が発生する反応

(二段階目) 一段階目で発生した気体と鉄鉱石中の Fe_2O_3 から鉄が生成する
反応

これら二段階の反応を、それぞれ化学反応式で書け。

問 4 下線部(b)の方法によって得られた鉄は、4%程度の炭素を含んでいるため、かたくてもろい性質をもつ。この生成物の名称を書け。

Ⅲ 不純物を含まない鉄について，以下の問いに答えよ。

問 5 鉄を希硫酸に溶解させると，気体を発生して淡緑色の溶液が得られた。この反応を化学反応式で書け。

問 6 鉄を濃硝酸に浸したところ，溶けなかった。この理由を説明せよ。

2

【必答問題】

次の文を読み、問いに答えよ。ただし、必要であれば次の値を用いよ。原子量として $C = 12$, $O = 16$, $\sqrt{2.25} = 1.5$, $\sqrt{5} = 2.2$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 5 = 0.70$ を用いよ。

気体の水への溶解度は、温度と圧力によって変化する。一般に気体の溶解度は温度が高くなるほど小さくなり、圧力が高くなるほど大きくなる。二酸化炭素 CO_2 は、水に溶けて炭酸 H_2CO_3 を生じる。水中の炭酸は、2段階に電離する。二酸化炭素の水への溶解度は、圧力 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 20°C のとき、 $4.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ である。ただし、二酸化炭素は空気中に体積で 0.040% 含まれ、二酸化炭素の水への溶解量は、ヘンリーの法則にしたがうものとする。また、溶液中の炭酸の第1段階の電離度は1に比べて十分に小さく、第2段階の電離は無視できるものとする。

問 1 下線部の反応を、化学反応式で書け。

問 2 20°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の空気が水に接しているとき、 40 L の水に溶解している二酸化炭素の質量 $[\text{g}]$ を、有効数字2桁で求めよ。また、その計算の過程を示せ。

問 3 水中の炭酸は、その一部が電離している。炭酸の第1段階の電離において電離定数 (K_{a1}) を求める式を書け。

問 4 20°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の空気が水に接しているとき、二酸化炭素が溶けている水の H^+ のモル濃度 $[\text{mol/L}]$ を、有効数字2桁で求めよ。また、その計算の過程を示せ。必要であれば、炭酸の第1段階の電離定数として $K_{a1} = 4.5 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ を用いよ。

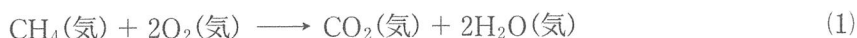
問 5 濃度が c [mol/L] の炭酸の溶液がある。記号 c および K_{a1} を用い、溶液の pH を求める式を書け。また、 $c = 0.50 \times 10^{-5}$ mol/L, $K_{a1} = 4.5 \times 10^{-7}$ mol/L であるときの溶液の pH を有効数字 2 桁で求めよ。

3

【必答問題】

次の文を読み、問いに答えよ。

メタン CH_4 は、天然ガスの主成分であり、エネルギー源や化学工業の原料として利用されている。メタンの燃焼は次の化学反応式で表される。



二酸化炭素 CO_2 は無味無臭の気体で、大気中には体積で約 0.04 % 含まれている。二酸化炭素を石灰水 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液) に通じると溶液が白く濁る。この性質を利用して二酸化炭素の検出ができる。また、二酸化炭素の固体はドライアイスとよばれ、保冷などに用いられている。

二酸化炭素は地球温暖化の原因であると考えられているため、その有効利用が検討されている。二酸化炭素を水素と反応させると、水と一酸化炭素 CO を生成する。得られた一酸化炭素は化学工業における原料として利用できる。この一酸化炭素が生成する反応は吸熱反応であり、次式のように表される。



問 1 下線部の変化を、化学反応式で書け。

問 2 二酸化炭素は炭素原子と酸素原子が共有結合しており、 $\text{C}=\text{O}$ 結合には極性があるが、分子全体としては無極性分子である。二酸化炭素分子の $\text{C}=\text{O}$ 結合は、どちらの原子の方に共有電子対が偏っているか、答えよ。また、二酸化炭素が無極性分子である理由を説明せよ。

問 3 CH_4 (気), CO_2 (気), H_2O (気) の生成エンタルピーは, それぞれ -75 kJ/mol , -394 kJ/mol , -242 kJ/mol である。ヘスの法則を使って, (1)式の反応エンタルピー $[\text{kJ}]$ を求めよ。また, その計算の過程も記せ。ただし, 反応エンタルピー ΔH とは, 反応熱 Q と, $-\Delta H = Q$ の関係で結びつけられる値である。

問 4 ドライアイス, ダイヤモンド, 二酸化ケイ素, 塩化ナトリウムは次の(ア)~(エ)のどの結晶に属するか。それぞれ記号で答えよ。

- | | |
|-----------|-------------------|
| (ア) イオン結晶 | (イ) 共有結晶(共有結合の結晶) |
| (ウ) 分子結晶 | (エ) 金属結晶 |

問 5 大気中の二酸化炭素を集めて, 0.10 g のドライアイスをつくりたい。大気中の二酸化炭素の体積濃度を 0.040% としたとき, $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 27°C において何 L の大気が必要か, 有効数字 2 桁で求めよ。また, その計算の過程も記せ。ただし, 二酸化炭素は理想気体とみなせるものとし, 原子量として $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$ を, 気体定数として $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ を用いよ。

問 6 (2)式の可逆反応が平衡状態にあるとき, 次の(a)~(e)から間違っている文をすべて選び, 記号で答えよ。

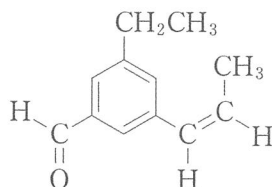
- (a) 反応温度が高温になるほど, CO の濃度は高くなる。
- (b) CO_2 を加えると, 平衡は右向きに移動する。
- (c) 正反応と逆反応はどちらも進行していない。
- (d) 反応温度が同じ場合, 触媒を加えると反応速度を大きくすることができる。
- (e) 反応温度が同じ場合, 触媒を加えると CO の濃度を増加させることができる。

4

【選択問題】

次のⅠ，Ⅱの文を読み，問いに答えよ。構造式は下の例にならって書け。

[例]



Ⅰ 炭素，水素，酸素からなる化合物 A と B は，ベンゼン環上に二個の置換基を有する芳香族化合物である。どちらの化合物も分子式は $C_{10}H_{10}O_4$ で表され，分子内にエステル部位 ($-COO-$) を二個有している。A と B にそれぞれ水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると，どちらの化合物もメタノールの発生をともないながら，エステル結合が完全に加水分解された。つづいて，この加水分解により生じた水溶性の芳香族化合物を，それぞれ塩酸で処理したところ，A からは芳香族化合物 C が，B からは芳香族化合物 D が得られた。C は，*p*-キシレンの酸化によっても生成した。A ～ D のうち，A と B は酸性を示さなかった。一方，C と D は弱い酸として働き，炭酸水素ナトリウム水溶液に二酸化炭素を発生しながら溶けた。また，A ～ D を塩化鉄(Ⅲ)水溶液で処理すると，D の水溶液のみが赤紫色を呈した。

問 1 化合物 A と C の構造式を書け。

問 2 化合物 D として可能性のある構造式をすべて書け。

Ⅱ エタノールを 130℃ に加熱した濃硫酸に加えると、分子間で脱水が進行し、ジエチルエーテルが生成した。一方、エタノールを 170℃ に加熱した濃硫酸に加えると、分子内で脱水が進行し、有機化合物 E が生成した。過剰量の E を赤褐色の臭素水に通じると、水溶液の色が消失した。

問 3 エタノールは、ジエチルエーテルとくらべて分子量が小さいにもかかわらず沸点は高い。その理由を説明せよ。

問 4 下線部の反応を化学反応式で書け。ただし、有機化合物は構造式で書くこと。また、この反応を表す最も適当な語句を、次の(a)～(f)から一つ選び、記号で答えよ。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| (a) 重合 | (b) 縮合 | (c) 付加 | (d) 脱水 |
| (e) 置換 | (f) 中和 | | |

5

【選択問題】

次のⅠ，Ⅱの文を読み，問いに答えよ。

Ⅰ 糖類は，一般式 ア で表される化合物である。多糖は，単糖が重合した高分子であり，水に溶けにくい性質をもつ。デンプンとグリコーゲン^(a)は，どちらもグルコースが重合した多糖である。デンプンには，直鎖構造をもつアミ^(a)ロースと，枝分かれ構造をもつアミ^(b)ロペクチンがある。デンプンを イ で加水分解すると，マルトース^(c)が得られる。マルトースは2分子のグルコー^(d)スが脱水縮合した糖である。マルトースを ウ で加水分解すると，グルコースが得られる。スクロース^(e)は，グルコースと エ が脱水縮合した二糖である。

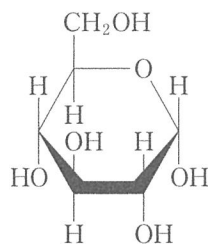
問 1 ア に一般式を，イ と ウ に適当な酵素の名前を，エ に適当な糖類の名前を入れよ。

問 2 下線部(a)～(e)の化合物について，次の i) と ii) それぞれの文章にあてはまるものをすべて選び，記号で答えよ。

- i) ヨウ素ヨウ化カリウム溶液に加えると，濃青色を呈する。
- ii) アンモニア性硝酸銀水溶液に加えて加熱すると，銀が析出する。

II あるアミロペクチンにおいて、グリコシド結合に関与していない水酸基をすべてメチル化した後に、グリコシド結合を完全に加水分解した。この反応で、グルコースの水酸基のうち二つがメチル化された生成物 A が $7.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 、三つがメチル化された生成物 B が 1.54 mol 、四つがメチル化された生成物 C が $7.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 生じた。

問 3 生成物 A ～ C の構造式を、下に示した α -グルコースの構造式にならって書け。



問 4 このアミロペクチンの枝分かかれは、いくつのグルコース単位ごとに存在するか答えよ。また、その計算の過程も示せ。