

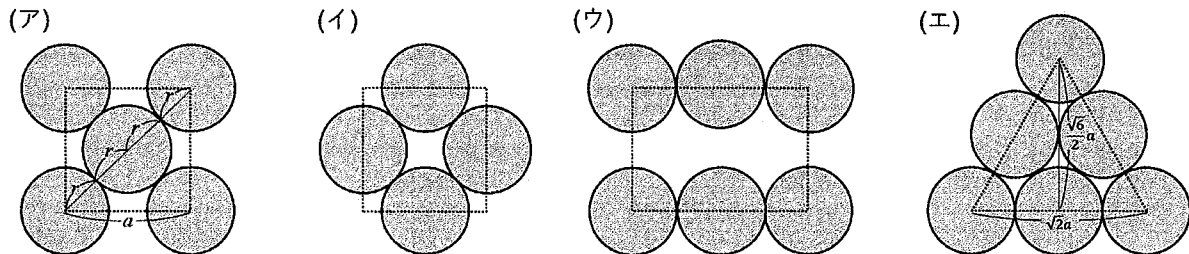
令和6年度入試（令和5年度実施）の情報開示
解答例について

入試の区分	一般選抜（前期日程）
学部学科等	理学部・医学部・薬学部・工学部・都市デザイン学部
教科・科目名	理科／化学基礎・化学
正解・解答例 又は出題 （面接）意図	<p>(解答例)</p> <p>別紙のとおり</p> <p>令和7年2月12日 大問2について、解答例の一部をより適切なものに差替えました。</p>
備考	

1 解答例

- 問1 a 水銀 (Hg) b 自由電子 c 銀 (Ag) d ヨウ素 (I₂) e 炭素 (C) f 共有
g イオン h フッ化ナトリウム (NaF)

問2 (エ) の面は、最も隙間が少なくなるように原子を二次元に敷き詰めた層なので、原子が占める面積の割合が最も高い面は (エ) 。なお (ア) ~ (エ) の原子の詰まり方は下記の通り。



原子半径を r 、単位格子の一辺の長さを a とすると、(ア) または (エ) より $\sqrt{2}a = 4r$ 。(エ) の面に含まれる原子の面積は、 $\frac{1}{2}\pi r^2 \times 3 + \frac{1}{6}\pi r^2 \times 3 = 2\pi r^2 = \frac{1}{4}\pi a^2$ 。(エ) の面の面積は $\frac{\sqrt{3}}{2}a^2$ 。よって求める割合は、 $\frac{1}{4}\pi a^2 \div \frac{\sqrt{3}}{2}a^2 = \frac{\pi}{2\sqrt{3}} = 3.14 \div 3.46 = 0.907... \text{より } 91\%$ 。

問3 固体が液体を經由せず直接気体に状態変化する現象。(24 字)

問4 金属は自由電子を介して配位数 12 の最密構造をとることができるが、ダイヤモンドを構成する炭素は 1 つの原子から最大で 4 つの共有結合しか作ることができないため。(76 字)

問5

シュウ酸二水和物 (COOH)₂ · 2H₂O のモル質量は 126 g/mol であり、その 0.945 g は、 $\frac{0.945 \text{ (g)}}{126 \text{ (g/mol)}} = 7.50 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$ である。シュウ酸二水和物 0.945 g を純水 100 mL に溶かして調製したシュウ酸標準水溶液のシュウ酸濃度は $7.50 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ となる。

シュウ酸標準溶液を 10 mL コニカルビーカーに取り、15.00 mL の水酸化ナトリウム水溶液を滴下することにより中和するが、シュウ酸は 2 価の酸、水酸化ナトリウムは 1 価の塩基なので水酸化ナトリウム水溶液の濃度を x [mol/L] とすると

$$2 \times 7.50 \times 10^{-2} \text{ (mol/L)} \times \frac{10 \text{ (mL)}}{1000 \text{ (mL/L)}} = 1 \times x \text{ [mol/L]} \times \frac{15.00 \text{ (mL)}}{1000 \text{ (mL/L)}}$$

$$x = 1.00 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$$

$$1.00 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$$

問 6

試料水溶液中の酢酸濃度を y [mol/L] とすると

$$y \text{ [mol/L]} \times \frac{10 \text{ (mL)}}{1000 \text{ (mL/L)}} = 1.00 \times 10^{-1} \text{ (mol/L)} \times \frac{7.50 \text{ (mL)}}{1000 \text{ (mL/L)}}$$

$$y = 7.50 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

試料水溶液は、食酢を 10 倍に希釈しているのので、食酢中の酢酸濃度は

$$7.50 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$$

問 7

濃度 C_A [mol/L] の酢酸溶液と濃度 C_B [mol/L] の酢酸ナトリウム溶液を同体積混合すると、それぞれの濃度は $C_A/2$ [mol/L], $C_B/2$ [mol/L] となる。酢酸の電離度は 1 より十分に小さく酢酸の電離によって生じる酢酸イオンは無視することができ、酢酸ナトリウムは水溶液中で完全に電離しているのので、電離平衡時の酢酸の濃度は $C_A/2$, 酢酸イオンの濃度は $C_B/2$ とみなしてよい。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{[\text{H}^+]C_B/2}{C_A/2}, \quad [\text{H}^+] = \frac{K_a C_A}{C_B}$$

従って,

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10} \frac{K_a C_A}{C_B} = \text{p}K_a + \log_{10} \frac{C_B}{C_A}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log_{10} \frac{C_B}{C_A}$$

問 8

中和点までの水酸化ナトリウム水溶液の滴下量が 7.50 mL なので、水酸化ナトリウム水溶液を 5.00 mL 滴下した試料水溶液中の酢酸イオン C_B と酢酸 C_A の濃度比は 2:1 となる。

従って,

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log_{10} \frac{C_B}{C_A} = 4.76 + \log_{10} 2 = 5.061$$

$$\text{pH} = 5.06$$

解答例

問1 a 沸騰 b 圧力 または 分圧

問2 物質が蒸発するためには分子間力を振り切る必要があり、物質により分子間力が異なるために蒸気圧が異なる。(50字)

問3 $0.029(\text{L})/1.0(\text{L}) \div 22.4(\text{L/mol}) \times 0.2 = 2.59 \times 10^{-4}(\text{mol/L})$ 解答 $2.6 \times 10^{-4}(\text{mol/L})$

問4 容器内の酸素の分圧を $P[\text{Pa}]$ とすると、水中の酸素の物質量は、
 $\{0.029(\text{L})/1.0(\text{L}) \div 22.4(\text{L/mol})\} \times \{P/1.01 \times 10^5(\text{Pa})\} \times 1.0(\text{L})$ である。
 容器内の酸素の総物質量は $2.59 \times 10^{-4}(\text{mol/L}) \times 1.0(\text{L}) = 2.59 \times 10^{-4}(\text{mol})$ であり、これが水中と窒素中に存在するので、
 $2.59 \times 10^{-4}(\text{mol}) = \{0.029(\text{L})/1.0(\text{L}) \div 22.4(\text{L/mol})\} \times \{P/1.01 \times 10^5(\text{Pa})\} \times 1.0(\text{L}) + \{P \times 1.0(\text{L})\} / \{R \times 300(\text{K})\}$
 $2.59 \times 10^{-4}(\text{mol}) = 1.28 \times 10^{-8}(\text{mol}) \times P + 4.01 \times 10^{-7}(\text{mol}) \times P = 4.14 \times 10^{-7}(\text{mol}) \times P$
 この方程式より $P = 626(\text{Pa})$ 。したがって、溶存酸素濃度は
 $0.029(\text{L})/1.0(\text{L}) \div 22.4(\text{L/mol}) \times \{626(\text{Pa})/1.01 \times 10^5(\text{Pa})\} = 8.02 \times 10^{-6}(\text{mol/L})$ 。 解答 $8.0 \times 10^{-6}(\text{mol/L})$

問5 (a) $\text{NaOH}(\text{固}) + \text{aq} = \text{NaOH aq} + 44.5 \text{ kJ}$ 溶解熱
 (b) $\text{NaOH aq} + \text{HCl aq} = \text{NaCl aq} + \text{H}_2\text{O} + 56.4 \text{ kJ}$ 中和熱

問6 a ヘス または総熱量保存 b 100.9

問7 N_2O_4 の初めの物質量を $n_0[\text{mol}]$ 、解離度 α とする。全モル数 $= n_0(1-\alpha) + 2n_0\alpha = n_0(1+\alpha)$ 。 $pV = nRT$ に代入して、

$$2.60 \times 10^5(\text{Pa}) \times 10(\text{L}) = 0.5(\text{mol})(1+\alpha) \times 8.31 \times 10^3(\text{Pa} \cdot \text{L/K} \cdot \text{mol}) \times (273(\text{K}) + 88(\text{K}))$$

よって $\alpha = 0.732$ 。解答 $\alpha = 0.73$

問8 $K_c = [\text{NO}_2]^2/[\text{N}_2\text{O}_4] = (2n_0\alpha/V)^2/\{n_0(1-\alpha)/V\} = 4n_0\alpha^2/V(1-\alpha)$
 $= \{4 \times 0.50(\text{mol}) \times (0.732)^2\} / \{10(\text{L}) \times (1 - 0.732)\} = 0.398(\text{mol/L})$ 解答 $K_c = 0.40(\text{mol/L})$
 $K_p = K_c \times RT^{(2-1)}$ より、
 $K_p = 0.398(\text{mol/L}) \times 8.31 \times 10^3(\text{Pa} \cdot \text{L/K} \cdot \text{mol}) \times (273(\text{K}) + 88(\text{K})) = 1.19 \times 10^6(\text{Pa})$
解答 $K_p = 1.2 \times 10^6(\text{Pa})$

(別解) 全圧を P 、 N_2O_4 、 NO_2 の分圧をそれぞれ $P_{\text{N}_2\text{O}_4}$ 、 P_{NO_2} とすると、

$$P_{\text{N}_2\text{O}_4} = P \times n_0(1-\alpha)/n_0(1+\alpha) = \{(1-\alpha)/(1+\alpha)\}P$$

$$P_{\text{NO}_2} = P \times 2n_0\alpha/n_0(1+\alpha) = \{2\alpha/(1+\alpha)\}P$$

$$K_p = (P_{\text{NO}_2})^2/P_{\text{N}_2\text{O}_4} = \{4\alpha^2/(1-\alpha^2)\}P = \{(4 \times 0.732^2)/(1 - 0.732^2)\} \times 2.60 \times 10^5(\text{Pa}) = \underline{1.2 \times 10^6(\text{Pa})}$$

解答

問1 , にあてはまる数値を有効数字3桁で記せ。2点×2=4点

化合物 **A** は分子式 $C_5H_{10}O$, 分子量は $12 \times 5 + 10 + 16 = 86$ である。化合物 **A** $17.2 \text{ mg} = 0.2 \text{ mmol}$ 。

化合物 **A** を完全燃焼させたとき, その反応式は $C_5H_{10}O + 7 O_2 \rightarrow 5 CO_2 + 5 H_2O$ となる。

CO_2 の分子量は 44, H_2O の分子量は 18 である。

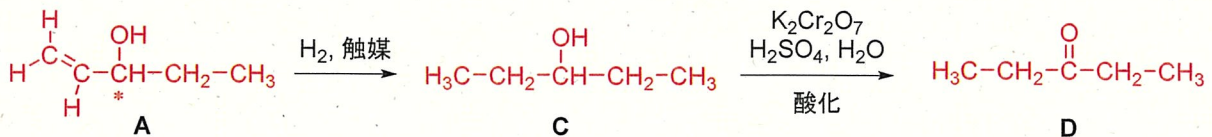
したがって, 化合物 **A** 17.2 mg を完全燃焼させたときに生じる水および二酸化炭素の質量は,

水の質量=塩化カルシウム管の質量増加分 = $0.2 \times 5 \times 18 = 18.0 \text{ mg}$

二酸化炭素の質量=ソーダ石灰管の質量増加分 = $0.2 \times 5 \times 44 = 44.0 \text{ mg}$

問2 化合物 **A**~**G** の構造式を記せ。不斉炭素原子の上または下に*を付けよ。

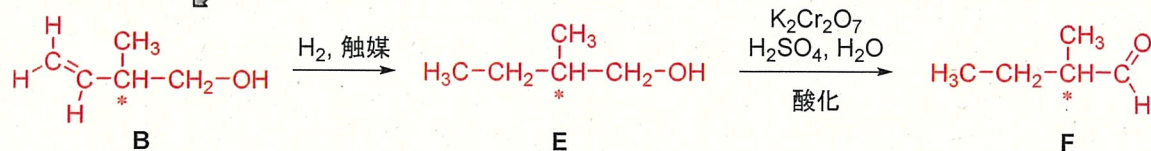
A, B, E, F, G (不斉炭素原子アリ): 3点×5=15点; **C, D**: 2点×2=4点



直鎖状

不斉炭素原子もたない

Naで H_2 発生
→アルコール
 $C_5H_{10}O$

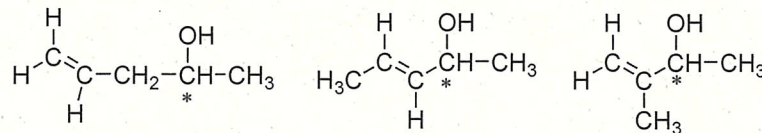


枝分かれのある
鎖状構造

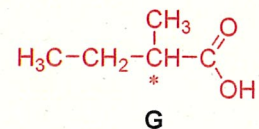
不斉炭素原子1つ

中性化合物

以下の構造式は, 水素を付加させると不斉炭素原子を1つもっているが, 続く酸化反応で酸性化合物へと変換されないため, **B**には該当しない。

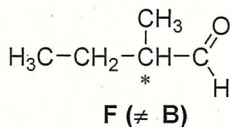


$\xrightarrow[\text{酸化}]{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{H}_2\text{O}}$



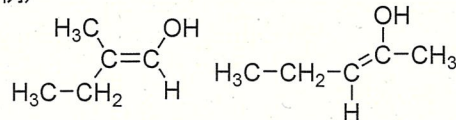
酸性化合物

高校の教科書には記載はないが, 以下のアルデヒドはNaと反応して H_2 が発生する可能性があり, **B**に該当する恐れがあるため, 実験結果4:**B**と**F**は互いに構造異性体であると明記。



分子式 $C_5H_{10}O$ で考えられるエノールはすべて不斉炭素原子をもたないので, **A, B**には該当しない。

例)



問3 化合物 **G** に含まれる官能基の名称を記せ。2点

カルボキシ基 (カルボキシル基)

問4 次の記述のうち、正しいものには○を、誤っているものには×を記せ。1点×5=5点

- (a) 化合物 **A~G** は、いずれもヨードホルム反応を示さない。○
- (b) 化合物 **C** と **E** は、いずれも第一級アルコールである。×
- (c) 化合物 **D** は、アンモニア性硝酸銀水溶液とともに加熱すると銀が析出する。×
- (d) 化合物 **F** は、フェーリング液とともに加熱すると赤色沈殿を生じる。○
- (e) 化合物 **G** は、炭酸水素ナトリウム水溶液と反応して二酸化炭素を発生する。○

問5 2点×10=20点

H: サ **I**: コ **J**: ク **K**: ケ **L**: ア **M**: カ **N**: オ **O**: ウ **P**: シ **Q**:
エ

解法: 実験の順番に見ていきます。

(1) 臭素水と反応するものは、ク、サ。アニリン類のアとカは、反応するかもしれないが高校生には判断つかない。これは知らなくても支障はない。アとカは後に特定される。

(2) 塩化鉄(III)との反応は、フェノールの検出反応。候補は、ク、ケ、コ。ケは本来反応しないが、これを知らなくても支障はない。

(3) ニトロ化に関する問題。**J**と**K**は、ニトロ化の反応物と生成物の関係。これに該当するものは、イとキ、クとケの組み合わせである。

(4) さらし粉との反応は、芳香族アミンで、候補はアとカ。

(5) ジアゾニウム塩の合成反応。**M**が反応物、**N**が生成物。アミンとジアゾニウム塩の組み合わせは、アとウ、カとオ。

(6) 水で分解する化合物はジアゾニウム塩のウとオだけ。分解物はフェノール類になるが、ウに対応するフェノール(ク)はあるが、オに対応するクレゾールはないので、ここで**J**=クが決まる。また**O**=ウとなる。

ここで今まで特定出来なかった(1)~(5)の実験内容が特定できる。

(3)の実験の**K**は**J**が特定できたのでケに決まる。

(2)の**I**は、候補のク、ケが他に決まったので、**I**=コが決まる。

(5)の候補がカとコに絞られたので、**M**=カ、**N**=オ。

(1)は**H**=ク、サだったが、**J**=クなので**H**=サになる。

(4)**L**の候補はアとカだったが、**M**=カなので**L**=アになる。

(7) 過マンガン酸カリウムで酸化して得られる化合物**Q**は安息香酸(エ)だけである。従って**Q**=エ。また**P**に該当するものはサとシであるが、既に**H**=サなので、**P**=シとなる。

4 解答例

問1 a: 球状, b: 繊維状, c: 銅アンモニア, d: ビスコース

問2 β -シート構造

問3 イ

問4 ジスルフィド結合

問5 エ

問6 5

問7 ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液

問8 ウ, オ

問9 ア, カ

問10 半合成繊維

問11 半透膜

問12 2.1

計算過程: 1グルコースあたり酢酸 n 個が結合したとすると, 酢酸セルロースにおける1グルコースあたりの分子量は $162 + 42n$ 。これから生成する酢酸の量は $60n$ 。

$$20.0 / (162 + 42n) = 10.0 / 60n, \quad 78n = 162, \quad n = 2.07$$

問13

