

2025年度  
化 学

2025年2月13日実施

受験番号		氏名	
------	--	----	--

**【注 意 事 項】**

1. 試験監督による解答始めの指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 試験時間は60分です。
3. この問題冊子は1ページから8ページまであります。
4. 解答は解答用紙(マークシート)の所定欄に記入しなさい。
5. 解答は所定欄に濃くはっきりとマークしなさい。その際、ボールペン・サインペン・万年筆等は使用してはならない。その他マークの仕方に関しては、解答用紙(マークシート)の注意事項をよく読むこと。
6. 試験監督の指示により、解答用紙(マークシート)に**氏名(フリガナ)**および**志望学部・志望学科・受験番号**を記入し、さらに**受験番号**をマークしなさい。
7. 試験監督の指示により、問題冊子にも**受験番号**および**氏名**を記入しなさい。
8. 解答用紙(マークシート)は折り曲げたり、メモやチェック等で汚したりしないように注意しなさい。
9. 計算用紙はないので、問題冊子の余白部分を使用すること。
10. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等気づいた場合は、手を高く挙げて試験監督に知らせなさい。
11. 試験終了後、問題冊子と解答用紙(マークシート)はともに机上に置いておくこと。持ち帰ってはいけません。

注意：必要があれば次の値を用いよ。

原子量 H : 1.0 C : 12.0 N : 14.0 O : 16.0 Na : 23.0 S : 32.0 Cl : 35.5 Fe : 56.0

0℃,  $1.013 \times 10^5$  Paにおける気体1 molの体積：22.4L

問題文中の気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。

I 次の問1～問7に答えよ。

問1 次のうちから、誤っているものをすべて選べ。 1

- ① 蒸留に用いる液体の液量は、枝付きフラスコの容量の8割以上に満たす必要がある。
- ② 液体とその液体に溶けない固体を、ろ紙などを用いて分離する操作をろ過という。
- ③ 少量の不純物を含む固体を溶媒に溶かし、温度による溶解度の差を利用して、純粋な結晶を得る操作を再結晶という。
- ④ 蒸留に用いるリービッヒ冷却器への冷却水は、上から下に流す。
- ⑤ 溶媒への溶けやすさの違いを利用して、目的とする物質を固体や液体の混合物の中から分離する操作を抽出という。
- ⑥ 昇華法により不揮発性の不純物を含むヨウ素の固体から、ヨウ素のみを分離することができる。

問2 次のうちから、誤っているものをすべて選べ。 2

- ① すべての原子の原子核は、正の電荷をもつ陽子と負の電荷をもつ中性子からできている。
- ② 原子の原子核のまわりには、負の電荷をもつ電子が存在している。
- ③ 原子番号は、原子核に含まれる陽子の数に等しい。
- ④ 塩素原子の価電子の数は、7個である。
- ⑤ 原子の質量数は、陽子の数と電子の数の和に等しい。
- ⑥ 原子の質量数は、陽子の数と中性子の数の和に等しい。

問3 次のうちから、誤っているものをすべて選べ。 3

- ① 同じ元素の原子で中性子の数が異なるものどうしを、互いに同位体という。
- ② 同じ元素の単体で構造や性質の異なるものどうしを、互いに同素体という。
- ③ 同素体は、同じ元素を含む化合物である。
- ④ 赤リンは空気中で自然発火するので、水中に保存する。
- ⑤ フラーレンとカーボンナノチューブは、互いに同素体である。
- ⑥ 同素体は、すべての元素に存在する。

問4 次の元素の組み合わせのうちから、原子の価電子の数が等しい元素どうしのものを選べ。

4

- ① N, S                      ② N, O                      ③ Na, F  
④ Na, Mg                    ⑤ Ca, Mg                    ⑥ Ca, Al

問5 次の原子のうちから、最外殻電子を1つ取り去って1価の陽イオンにするのに必要な最小のエネルギーの値が最も大きいものを選べ。 5

- ① アルゴン                      ② 酸素                      ③ ナトリウム  
④ ヘリウム                      ⑤ リチウム                      ⑥ リン

問6 石油(原油)を分留(分別蒸留)すると、軽油、重油、石油ガス、ナフサが留出物として得られる。次の組み合わせのうちから、留出温度が低い順に並んでいるものを選べ。 6

- ① 石油ガス<軽油<ナフサ<重油                      ② 重油<軽油<石油ガス<ナフサ  
③ ナフサ<重油<軽油<石油ガス                      ④ 石油ガス<ナフサ<軽油<重油  
⑤ ナフサ<石油ガス<重油<軽油                      ⑥ 重油<ナフサ<軽油<石油ガス

問7  $3.0 \times 10^{-3}$  mol/L 塩酸 50 mL に、 $1.0 \times 10^{-3}$  mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 50 mL 加えた混合水溶液の pH はいくらか。次のうちから選べ。ただし、混合水溶液の体積は、100 mL として計算せよ。 7

- ① 1              ② 2              ③ 3              ④ 4              ⑤ 5              ⑥ 6

II 次の問1～問6に答えよ。

問1 塩化ナトリウム 11.7 g を水に溶かして全量 100 mL の塩化ナトリウム水溶液をつくった。  
この水溶液のモル濃度 [mol/L] はいくらか。次のうちから選べ。 8

- ① 0.100      ② 0.200      ③ 0.500      ④ 1.00      ⑤ 2.00      ⑥ 5.00

問2 窒素と酸素の二成分からなる混合気体がある。この混合気体 1 mol の質量は 28.8 g であつた。窒素が混合気体に占める割合はいくらか。次のうちから選べ。 9

- ① 0.1      ② 0.2      ③ 0.4      ④ 0.6      ⑤ 0.8      ⑥ 0.9

問3 ある気体は、0℃、 $1.013 \times 10^5$  Pa で密度が 1.96 g/L であつた。この気体の分子量はいくらか。次のうちから最も近いものを選べ。 10

- ① 28      ② 32      ③ 40      ④ 44      ⑤ 48      ⑥ 60

問4 次のうちから、正しいものをすべて選べ。 11

- ① アレニウスの酸・塩基の定義では、水溶液中で電離して水素イオンを生じる物質を酸といい、水溶液中で電離して水酸化物イオンを生じる物質を塩基という。  
② 酸や塩基の強弱は、価数の大小によって決まるものであり、電離度の大小とは無関係である。  
③ 水溶液中の酸・塩基の電離度は、温度が低いほど大きい。  
④ 水のイオン積は大気圧下 25℃ のとき、 $1.0 \times 10^{-14}$  (mol/L)<sup>2</sup> である。  
⑤ ブレンステッド・ローリーの酸・塩基の定義では、水素イオンを他から受け取る物質が酸である。  
⑥ 酢酸は、1価の強酸である。

問5 次のうちから、矢印の方向に反応が進むと、窒素原子が酸化される化学反応式を選べ。 12

- ①  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$   
②  $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$   
③  $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{AgCl} + \text{HNO}_3$   
④  $3\text{Ag} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{AgNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO}$   
⑤  $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$   
⑥  $\text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

問6 次のうちから、正しいものをすべて選べ。 13

- ① Li, Na, K, Caの単体は空気中で安定に存在する。
- ② Li, Na, K, Caの単体は水と反応する。
- ③ イオン化傾向が水素より大きい金属で塩酸に溶解するものは、塩酸と反応して水素を発生する。
- ④ ニッケルは熱水と反応して、水素を発生する。
- ⑤ 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に亜鉛片を浸すと、亜鉛片の表面に銅が析出する。
- ⑥ アルミニウムを濃硝酸に入れると、表面に酸化物の被膜をつくらずに溶解する。

Ⅲ 次の元素分析に関する文を読み、問1～問5に答えよ。

有機化合物の成分元素を確認し、それぞれの元素の含有量を調べ、化合物を構成する元素の割合を求める。この操作を元素分析という。

炭素、水素、酸素のみからなる有機化合物の場合は、試料の質量を正確に測定し、乾燥した酸素で完全燃焼させる。生成した水は [14] に、二酸化炭素は [15] に吸収させる。生じた水の質量から [16] の質量が、二酸化炭素の質量から [17] の質量が求められる。試料の質量から、[16] と [17] の質量を引いて [18] の質量が求められる。各元素の質量をその原子量で割ると各元素の原子の数の比が決まる。その比を最も簡単な整数比で表すことにより試料の組成式が決定される。

問1 文中の [14]、[15] に当てはまる最も適切なものを、次のうちからそれぞれ選べ。

- ① 塩化カルシウム                      ② 塩化ナトリウム                      ③ ソーダ石灰  
④ 濃塩酸                                  ⑤ 硫酸銅(Ⅱ)五水和物

問2 文中の [16] ～ [18] に当てはまる元素を、次のうちからそれぞれ選べ。

- ① 塩素                      ② 酸素                      ③ 水素                      ④ 炭素                      ⑤ 窒素

問3 有機化合物に窒素が含まれていた場合、その窒素を確認する方法を、次のうちから選べ。 [19]

- ① 酸化銅(Ⅱ)を用いて完全燃焼させ、生じた液体を白色の硫酸銅(Ⅱ)無水物につけると、青色に変化する。  
② 水酸化ナトリウムとともに加熱し、発生した気体に湿らせた赤色リトマス紙を近づけると、青色に変化する。  
③ 単体のナトリウムとともに加熱融解し、生じた生成物を水に溶かし、酢酸で酸性にした後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると、黒色沈殿を生じる。  
④ 黒く焼いた銅線につけて炎に入れると、青緑色の炎色反応が観察される。  
⑤ 酸化銅(Ⅱ)を用いて完全燃焼させ、発生した気体を石灰水に通じると、石灰水が白濁する。

問4 炭素、水素、酸素からなる化合物 7.40 mg を完全燃焼させると、水 9.00 mg、二酸化炭素 17.60 mg が生じた。次のうちから、この化合物の組成式を選べ。 [20]

- ①  $\text{CH}_2\text{O}$                       ②  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$                       ③  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$                       ④  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$                       ⑤  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_2$                       ⑥  $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}_2$

問5 分子式が  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$  である化合物の構造異性体のうち、分子内にヒドロキシ基をもつものはいくつか。次のうちから選べ。 [21]

- ① 1                      ② 2                      ③ 3                      ④ 4                      ⑤ 5                      ⑥ 6                      ⑦ 7                      ⑧ 8                      ⑨ 9                      ⑩ 10

Ⅳ 次の硫黄に関する文を読み、問1～問5に答えよ。

硫黄を空气中で燃やすと、刺激臭をもつ有毒な気体である二酸化硫黄が生じる。実験室では、銅に加熱した濃硫酸を作用させたり、22 に希硫酸を作用させたりすると得られる。

工業的に二酸化硫黄は、硫黄、黄銅鉱または黄鉄鉱を燃焼させてつくられる。次式に黄鉄鉱の燃焼により生成する二酸化硫黄の化学反応式を示す。



この生成した二酸化硫黄は 23 を触媒にして、空气中の酸素と反応させると、三酸化硫黄となる。この三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させて発煙硫酸とし、これに希硫酸を加え濃硫酸をつくる。

問1 文中の 22 , 23 に当てはまる最も適切なものを、次のうちからそれぞれ選べ。

- ① 亜硫酸ナトリウム                      ② 塩化鉄(Ⅲ)                              ③ 酸化バナジウム(V)  
④ 酸化マンガン(Ⅳ)

問2 次のうちから、実験室で二酸化硫黄を捕集する方法を選べ。 24

- ① 下方置換                                  ② 上方置換                                  ③ 水上置換

問3 次のうちから、硫酸を工業的に製造する方法を選べ。 25

- ① オストワルト法                          ② 接触法                                      ③ ソルベー法  
④ ハーバー・ボッシュ法

問4 次の化学反応式のうちから、二酸化硫黄が酸化剤としてはたらいっているものを選べ。 26

- ①  $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$   
②  $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$   
③  $\text{SO}_2 + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}_2$   
④  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$   
⑤  $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$   
⑥  $3\text{SO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

問5 黄鉄鉱の主要成分である  $\text{FeS}_2$  480 g から、計算上得られる質量パーセント濃度が98.0%の濃硫酸の質量[g]はいくらか。次のうちから選べ。 27

- ① 4                      ② 8                      ③ 24                      ④ 48                      ⑤ 120                      ⑥ 240                      ⑦ 480                      ⑧ 800                      ⑨ 960

V 次の芳香族化合物に関する文を読み、問1～問4に答えよ。

ベンゼンに塩化鉄(Ⅲ)の無水物を触媒として、塩素を反応させると、**28** が生成する。  
また、ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱すると、**29** が生成する。

**28** を高温・高圧下で水酸化ナトリウム水溶液と反応させる、または **29** を固体の水酸化ナトリウムとともに 300℃でアルカリ( A )すると、ナトリウムフェノキシドが生成する。

ベンゼンに触媒を用いて、プロペン(プロピレン)を反応させると、**30** が生成し、これを酸化して分解すると **31** とアセトンが得られる。**31** は反応性に富む化合物で、濃硝酸と濃硫酸の混合物でニトロ化すると、**32** が生成する。

**31** のナトリウム塩と二酸化炭素を加熱・加圧して生成した生成物に、希硫酸を作用させると **33** が生成する。**33** と無水酢酸に濃硫酸を加えて反応させると、**34** が生成する。また、**33** とメタノールに濃硫酸を加えて加熱すると **35** が生成する。

問1 文中の **28** ～ **35** に当てはまる化合物を、次のうちからそれぞれ選べ。

- |             |                           |
|-------------|---------------------------|
| ① アセチルサリチル酸 | ② クメン(イソプロピルベンゼン)         |
| ③ クロロベンゼン   | ④ 酢酸フェニル                  |
| ⑤ サリチル酸     | ⑥ サリチル酸メチル                |
| ⑦ ニトロベンゼン   | ⑧ 2,4,6-トリニトロフェノール(ピクリン酸) |
| ⑨ フェノール     | ⑩ ベンゼンスルホン酸               |

問2 次のうちから、文中の( A )に当てはまる最も適切な語句を選べ。 **36**

- ① 潮解      ② 電解      ③ 溶解      ④ 融解      ⑤ 風解

問3 トルエン 18.4 mg を完全燃焼させたとき、反応で消費した酸素の体積[L]は、0℃、 $1.013 \times 10^5$  Paにおいていくらか。次のうちから選べ。 **37**

- |                         |                         |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① $4.48 \times 10^{-3}$ | ② $1.79 \times 10^{-2}$ | ③ $3.13 \times 10^{-2}$ | ④ $4.03 \times 10^{-2}$ |
| ⑤ 4.48                  | ⑥ 17.9                  | ⑦ 31.3                  | ⑧ 40.3                  |

問4 次の物質をそれぞれジエチルエーテルに溶解させた。それぞれの溶液に希塩酸を加えると、中和反応により塩をつくって水に溶けるようになるものを、次のうちから選べ。 **38**

- ① アニリン      ② 安息香酸      ③ ニトロベンゼン      ④ フェノール