

2022 年度入学試験問題

化 学

(60分)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子は開かないでください。
2. この問題冊子は14ページあります。試験中、ページの脱落等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
解答用紙(マークシート)の汚れなどに気づいた場合も、同様に知らせてください。
3. 解答用紙(マークシート)は折り曲げたり、汚したりしないでください。
4. 解答は、すべて解答用紙(マークシート)に記入し、解答用紙(マークシート)の枠外には、なにも書かないでください。
5. 解答用紙(マークシート)には、問題番号が1~50、選択肢が①~⑩まで印刷されていますが、解答にあたっては、各設問に指示された選択肢の数の中から選んで解答してください。
6. マークは必ず HB の黒鉛筆を使用し、訂正する場合は、完全に消してからマークしてください。
7. 監督者の指示に従って、解答用紙(マークシート)に解答する科目・受験番号をマークするとともに、受験番号および氏名を記入してください。
8. 解答する科目、受験番号、解答が正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

必要があれば、原子量として次の数値を用いなさい。

H : 1.0 C : 12 O : 16 Na : 23 S : 32 Cu : 64 アボガドロ定数 : 6.0×10^{23} /mol

ファラデー定数 : 9.7×10^4 C/mol 気体定数 : 8.3×10^3 Pa·L/(K·mol)

問題 1. 次の文章を読んで、問 1～問 5 に答えなさい。

すべての原子の中心には原子核があり、その周囲を電子が取り巻いている。原子の中の電子は、いくつかの層をなして存在する。これらの層を電子殻という。原子核は正の電荷を持つ陽子と電荷を持たない中性子から構成されており、陽子と中性子の数の和をその原子の質量数という。原子番号が同じ原子であっても質量数の異なる原子を同位体という。

原子 1 個の質量は非常に小さく、そのままの値では扱いにくい。そこで、質量数 12 の炭素原子の質量を 12 と決め、これと他の原子の質量を比べて求めた相対的な質量を、原子の相対質量という。各元素を構成する同位体の相対質量とその存在比から求めた平均値を、その元素の原子量という。

問 1 原子番号の説明として正しいものを下の選択肢①～⑥の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 原子番号から、元素の種類は特定できない。
- ② 原子番号は、その原子の質量数と等しい。
- ③ 原子番号は、その原子の陽子数と等しい。
- ④ 原子番号は、その原子の中性子数と等しい。
- ⑤ 原子番号は、その元素の原子量と等しい。
- ⑥ 原子番号は、アボガドロ数と等しい。

問 2 電子殻の種類と収容できる電子数の正しい組み合わせを下の選択肢①～⑧の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

	L 殻	M 殻	N 殻
①	2	4	8
②	2	8	18
③	4	8	16
④	4	8	18
⑤	4	16	18
⑥	8	16	32
⑦	8	18	32
⑧	8	18	36

問 3 中性子の数が ${}^{44}_{20}\text{Ca}$ と等しい原子を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ ② ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ ③ ${}^{39}_{19}\text{K}$ ④ ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ ⑤ ${}^{46}_{22}\text{Ti}$

問 4 質量数が最も大きい 1 価の陽イオンを下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

	陽子数	中性子数	電子数
①	17	18	17
②	17	20	18
③	19	21	18
④	19	22	19
⑤	20	24	18

問 5 2 種類の同位体から原子量を求められる以下の元素のうち、同位体 1 の存在比がもっとも小さい元素を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

	同位体 1 (相対質量)	同位体 2 (相対質量)	原子量
①	${}^{10}\text{B}$ (10.0)	${}^{11}\text{B}$ (11.0)	10.8
②	${}^{35}\text{Cl}$ (35.0)	${}^{37}\text{Cl}$ (37.0)	35.5
③	${}^{69}\text{Ga}$ (68.9)	${}^{71}\text{Ga}$ (70.9)	69.7
④	${}^{79}\text{Br}$ (78.9)	${}^{81}\text{Br}$ (80.9)	79.9
⑤	${}^{85}\text{Rb}$ (84.9)	${}^{87}\text{Rb}$ (86.9)	85.5

問題Ⅱ． 次の文章を読んで、問 6～問 9 に答えなさい。

全ての物質は、原子や分子、イオンなどからできている。このうち、原子どうしやイオンどうしの強い結びつきを化学結合という。物質を構成する元素の組み合わせによってイオン結合、金属結合、共有結合の 3 つの種類がある。

3 つ以上の原子が共有結合した多原子分子の場合、結合に極性があっても分子の形によっては無極性分子になることもある。分子中の原子の共有結合の様子を表現する方法として、元素記号の周囲に、最外殻電子を「・」で示した電子式がある。

問 6 陽イオンの電子数と陰イオンの電子数がお互いに等しいイオンからなる物質の組成式を下の選択肢①～⑥の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① LiF ② LiCl ③ NaCl
④ NaBr ⑤ KCl ⑥ KBr

問 7 極性分子を下の選択肢①～⑥の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 窒素 ② 二酸化炭素 ③ アンモニア
④ アセチレン ⑤ メタン ⑥ ベンゼン

問 8 二酸化炭素の電子式として最も適切なものを下の選択肢①～⑦の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① :O:C:O: ② :O::C::O: ③ :O::C:::O: ④ :Ö:c:Ö:
⑤ :Ö::C::Ö: ⑥ :O::C::Ö: ⑦ :Ö::C::Ö:

問 9 分子内に非共有電子対が 1 つ存在する分子を下の選択肢①～⑧の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 水素 ② 窒素 ③ 酸素 ④ アンモニア
⑤ メタン ⑥ 塩化水素 ⑦ 水 ⑧ 二酸化炭素

問題Ⅲ. 次の文章を読んで、問 10～問 13 に答えなさい。

密度 1.8 g/cm^3 の 98%濃硫酸を蒸留水で希釈して、モル濃度 0.090 mol/L の希硫酸を調製した。

問 10 この濃硫酸のモル濃度〔mol/L〕を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 1.8 ② 9.8 ③ 18 ④ 98 ⑤ 180

問 11 この濃硫酸を蒸留水で希釈してモル濃度 0.090 mol/L の希硫酸を 500 mL 調製した。必要な濃硫酸の体積〔mL〕を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 0.25 ② 2.5 ③ 5.0 ④ 9.0 ⑤ 25

問 12 モル濃度 0.090 mol/L の希硫酸を 98 mL はかり取った。この希硫酸に含まれる硫酸の質量〔g〕を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 9.0×10^{-1} ② 9.0×10^{-2} ③ 9.0×10^{-3} ④ 9.0×10^{-4} ⑤ 9.0×10^{-5}

問 13 モル濃度 0.090 mol/L の希硫酸中の硫酸は、水溶液中では完全に電離している。この水溶液の pH を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。ただし $\log_{10}2.0 = 0.30$ 、 $\log_{10}3.0 = 0.48$ とする。

- ① 0.44 ② 0.74 ③ 1.22 ④ 2.78 ⑤ 3.26

問題Ⅳ. 次の文章を読んで、問 14～問 17 に答えなさい。

黄銅鉱などを炭素を用いて還元すると、不純物を含む粗銅が得られる。さらに、電気分解を利用することで、粗銅から純銅が得られる。具体的には、を陰極、を陽極として(ア) 硫酸酸性の硫酸銅 (II) CuSO_4 水溶液を電気分解する。このとき、陽極の下にと呼ばれる沈殿が見られる。

問 14 空欄, , にあてはまる最も適切な語句の組み合わせを下の選択肢①～⑥の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

	a	b	c
①	粗銅	炭素	スラグ
②	粗銅	純銅	陽極泥
③	炭素	粗銅	スラグ
④	炭素	純銅	陽極泥
⑤	純銅	炭素	スラグ
⑥	純銅	粗銅	陽極泥

問 15 空欄の沈殿に含まれる最も適切な金属元素を下の選択肢①～⑥の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① Mg ② Al ③ Fe ④ Ni ⑤ Zn ⑥ Ag

問 16 下線(ア)の電気分解において陽極、陰極でみられる変化にあてはまる最も適切な説明を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 陽極で気体が発生する。
② 陽極に銅が析出する。
③ 陰極で気体が発生する。
④ 陰極に銅が析出する。
⑤ 陽極、陰極ともに大きな変化は観測されない。

問 17 下線(ア)について、電流 1.0 A で 60 分間電気分解を行った場合に得られる純銅の質量 [g] を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑥の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 0.10 ② 0.30 ③ 0.60 ④ 1.2 ⑤ 2.4 ⑥ 4.8

問題 V. 次の文章を読んで、問 18～問 21 に答えなさい。

気体、液体、固体の中に、他の物質が直径 1～数百 nm 程度の大きさの粒子となって分散している状態をコロイドといい、このような大きさの粒子をコロイド粒子という。特に、(ア)セッケンなどの分子が、会合によってコロイド粒子の大きさになり分散したものを a コロイドという。またコロイド粒子が液体中に分散したものをコロイド溶液という。

問 18 空欄 a にあてはまる最も適切な語句を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 分散 ② 分子 ③ 親水 ④ 会合 ⑤ 疎水

問 19 コロイド溶液に関する正しい説明を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① コロイド粒子は大きい半透膜を通過することができる。
② コロイド溶液の横から強い光を当てると、光の通路が輝いて見える。
③ ブラウン運動とは、コロイド粒子が一定の規則正しい運動をしている様子のことである。
④ 凝析とは、親水コロイドに大量の電解質を加えるとコロイド粒子が集まって沈殿する現象のことである。
⑤ 疎水コロイドに親水コロイドを加えると、コロイド粒子の沈殿が生じにくくなるのは、疎水コロイドが親水コロイドの粒子を取り囲むことによる。

問 20 下線 (ア) について、パルミチン酸ナトリウム $C_{15}H_{31}COONa$ は、水によく溶け、パルミチン酸イオンの一部がミセルを形成した水溶液となる。いま、パルミチン酸ナトリウム 2.8 g を 1.0 L の水に溶かしたところ、パルミチン酸ナトリウムは完全に電離し、80% のパルミチン酸イオンがミセル状に会合していた。

この水溶液中中のミセルの個数を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。ただし、ミセル 1 個は 50 分子のパルミチン酸イオンから構成されるものとする。

- ① 5.0×10^{19} ② 1.0×10^{20} ③ 2.0×10^{20} ④ 5.0×10^{20} ⑤ 1.0×10^{21}

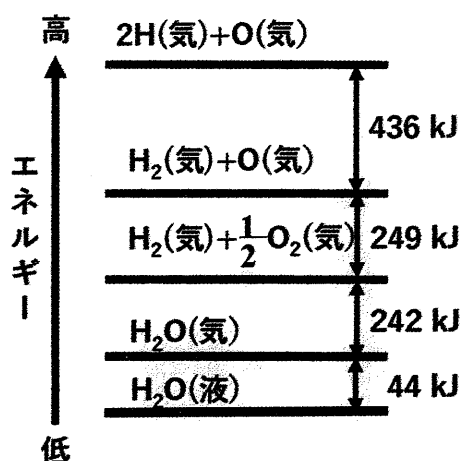
問 21 問 20 の水溶液と同じ浸透圧をもつブドウ糖水溶液の濃度〔mol/L〕を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。ただし、パルミチン酸イオンは、ミセルでもファントホッフの法則に従うものとする。

- ① 3.1×10^{-3} ② 6.1×10^{-3} ③ 1.2×10^{-2} ④ 2.5×10^{-2} ⑤ 5.0×10^{-2}

問題VI. 次の文章を読んで、問 22～問 26 に答えなさい。

化学反応には、はじめと終わりの状態は同じでも、途中の反応経路が異なる場合がある。ヘスは、多くの反応の反応熱を測定し、「反応熱の大きさは、反応のはじめの状態と終わりの状態だけで決まり、反応経路には無関係である」という関係を見いだした。これをヘスの法則または a の法則という。

図は 25 °C、 1.0×10^5 Pa において水素 H_2 (気) 1 モルと酸素 O_2 (気) $\frac{1}{2}$ モルが反応し水 H_2O (液) 1 モルが生成する場合のエネルギー図である。



図

問 22 空欄 a にあてはまる最も適切な語句を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

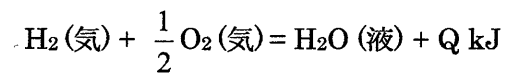
- ① アボガドロ ② 化学平衡 ③ 総熱量保存 ④ シャルル ⑤ ルシャトリエ

問 23 図より水素 H_2 分子中の H-H の結合エネルギー [kJ/mol] を計算し、最も近い数値を問 26 の下の選択肢①～⑩の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問 24 図より酸素 O_2 分子中の O=O の結合エネルギー [kJ/mol] を計算し、最も近い数値を問 26 の下の選択肢①～⑩の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問 25 図より水 H_2O 分子中の H-O の結合エネルギー [kJ/mol] を計算し、最も近い数値を問 26 の下の選択肢①～⑩の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問 26 以下の式の反応熱 Q kJ を計算し、最も近い数値を下の選択肢①～⑩の中から 1 つ
選び、その番号を解答欄にマークしなさい。



問 23～問 26 に対する選択肢

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 242 | ② 249 | ③ 286 | ④ 436 | ⑤ 464 |
| ⑥ 498 | ⑦ 535 | ⑧ 685 | ⑨ 927 | ⑩ 971 |

問題Ⅶ. 次の文章を読んで、問 27～問 30 に答えなさい。

青色の硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少量加えると青白色沈殿 が生じる。さらに水酸化ナトリウム水溶液を過剰量加えても、青白色沈殿 は溶けない。青白色沈殿 を加熱すると黒色沈殿 に変化する。一方、青色の硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 水溶液にアンモニア水を少量加えると、青白色沈殿 が生じる。さらにアンモニア水を多量に加えると青白色沈殿 は溶け、(ア) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ を含む水溶液となる。また、青色の硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 水溶液に硫化水素を通じると、黒色沈殿 が生じる。

問 27 空欄 にあてはまる最も適切な化学式を問 29 の下の選択肢①～⑥の中から 1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問 28 空欄 にあてはまる最も適切な化学式を問 29 の下の選択肢①～⑥の中から 1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問 29 空欄 にあてはまる最も適切な化学式を下の選択肢①～⑥の中から 1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問 27～問 29 に対する選択肢

- | | | |
|----------------------------|-----------------|-------------------------|
| ① $\text{Cu}(\text{OH})_2$ | ② CuO | ③ CuS |
| ④ Cu_2O | ⑤ CuOH | ⑥ Cu_2S |

問 30 下線 (ア) の水溶液の最も適切な色を下の選択肢①～⑤の中から 1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 赤褐色 ② 緑白色 ③ 深青色 ④ 黄色 ⑤ 白色

問題VIII. 次の文章を読んで、問 31～問 35 に答えなさい。

有機化合物には、分子式は同じであっても、構造が異なるいくつかの化合物が存在する。これらを互いに異性体という。異性体のうち、構造式が異なる異性体を構造異性体という。分子式 $C_4H_{10}O$ の化合物には、 種類の構造異性体が存在する。そのうち 種類がヒドロキシ基をもつアルコールで、 種類がエーテル結合をもつエーテルである。 種類の化合物の中で、穏やかに酸化するとアルデヒドが生成する構造異性体が 種類ある。また、 種類の化合物の中で、鏡像異性体が存在し、酸化するとケトンを生成する化合物は である。

問 31 空欄 にあてはまる最も適切な数を問 34 の下の選択肢①～⑨の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問 32 空欄 にあてはまる最も適切な数を問 34 の下の選択肢①～⑨の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問 33 空欄 にあてはまる最も適切な数を問 34 の下の選択肢①～⑨の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問 34 空欄 にあてはまる最も適切な数を下の選択肢①～⑨の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問 31～問 34 に対する選択肢

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

問 35 空欄 に当てはまる最も適切な化合物名を下の選択肢①～⑥の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- | | | |
|------------|-----------|------------|
| ① ジメチルエーテル | ② 1-ブタノール | ③ 1-プロパノール |
| ④ ジエチルエーテル | ⑤ 2-ブタノール | ⑥ 2-プロパノール |

問題Ⅸ. 次の文章を読んで、問 36～問 40 に答えなさい。

ベンゼン環を持つ芳香族化合物は防虫剤や医薬品だけでなく、合成染料やプラスチック製品など様々な製品に利用されている。

問 36 芳香族化合物に関する誤った説明を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① ベンゼンにニッケルを触媒として加え、加圧下で水素と反応させるとシクロヘキサンを生じる。
- ② ベンゼンに鉄粉を触媒として塩素を作用させるとクロロベンゼンを生じる。
- ③ ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱するとベンゼンスルホン酸を生じる。
- ④ ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させるとニトロベンゼンを生じる。
- ⑤ トルエンに濃塩酸を加えて加熱したのち水酸化ナトリウムで中和すると、安息香酸を生じる。

問 37 塩基性を示す芳香族化合物を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① ベンズアルデヒド ② ニトロベンゼン ③ アニリン
- ④ 安息香酸 ⑤ トルエン

問 38 フェノールの合成法の誤った説明を下の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① ベンゼンスルホン酸ナトリウムと固体の水酸化ナトリウムを 300 °C で加熱したのち、希塩酸を加えることで生じる。
- ② クメンを酸素で酸化したのち、希硫酸で加水分解することで生じる。
- ③ クロロベンゼンを高温、高圧下で水酸化ナトリウムと反応させたのち、希塩酸を加えることで生じる。
- ④ 安息香酸メチルの加水分解によって生じる。
- ⑤ 塩化ベンゼンジアゾニウムの加水分解によって生じる。

問 39 アセチルサリチル酸に関する正しい説明を下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① サリチル酸にメタノールと少量の濃硫酸を作用させると生成する。
- ② 無色の液体で、解熱鎮痛剤として用いられる。
- ③ 無色の液体で、消炎鎮痛剤として用いられる。
- ④ ヨードホルム反応で、黄色沈殿を生じる。
- ⑤ 塩化鉄(III)水溶液で、赤紫色に呈色しない。

問 40 アゾ化合物に関する誤った説明を下の選択肢①～⑤の中から1つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 氷冷したアニリンの希塩酸溶液に、亜硝酸ナトリウム水溶液を作用させると、塩化ベンゼンジアゾニウムが生じる。
- ② 塩化ベンゼンジアゾニウムは、熱や衝撃に強く分解しにくい。
- ③ ナトリウムフェノキシドとジアゾニウム塩のカップリング反応でアゾ化合物が生じる。
- ④ 中和滴定の指示薬に用いるメチルオレンジはアゾ化合物の一種である。
- ⑤ アゾ化合物は、食品を着色する合成着色料として利用されている。

