

試験開始まで、次のページ以降を見てはいけません。

化 学

注 意 事 項

- 1 問題は次のページから始まります。試験開始までページを進めないようにし、注意事項をよく読んでください。
- 2 問題にはマークシートは付属していません。必要なら各自で用意してください。
- 3 問題には、計算用紙は付属していません。各自で用意してください。枚数に制限はありません。
- 4 制限時間は 60 分です。各自で管理してください。
5. この科目は第 1 問～第 5 問が必答問題、第 6 問・第 7 問が選択問題です。選択問題に関してはどちらか一題を選んで解答してください。

化 学

第1問～第5問：必答問題

第6問・第7問：選択問題（どちらか一題を選んで解答しなさい）

必要があれば、原子量や定数は次の値を使うこと。

H 1.0 C 12 N 14 O 16 Na 23 Al 27

S 32 Cl 35.5 K 39 Ca 40 Br 80

ファラデー定数： 9.65×10^4 C/mol

また、問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

第1問 (必答問題)

次の問い(問1~6)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 24点)

問1 次の記述(a・b)を満たす最も適当な物質を、①~⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

a 二重結合を複数持つ物質

- ① エチレングリコール ② プロピレン ③ エチレン ④ ポリ塩化ビニル ⑤ イソブレン
⑥ アセチレン

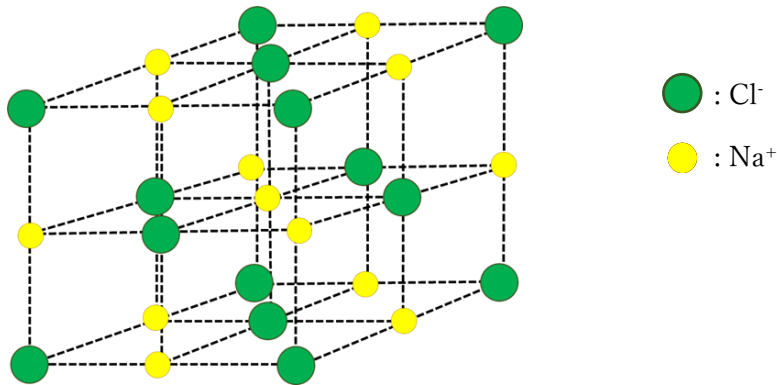
b 水と自由に混ざりあう物質

- ① 1-ブタノール ② 四塩化炭素 ③ ニトロベンゼン ④ アセトン ⑤ ヘキサン ⑥ アニリン

問2 元素と周期表に関する記述として誤っているものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

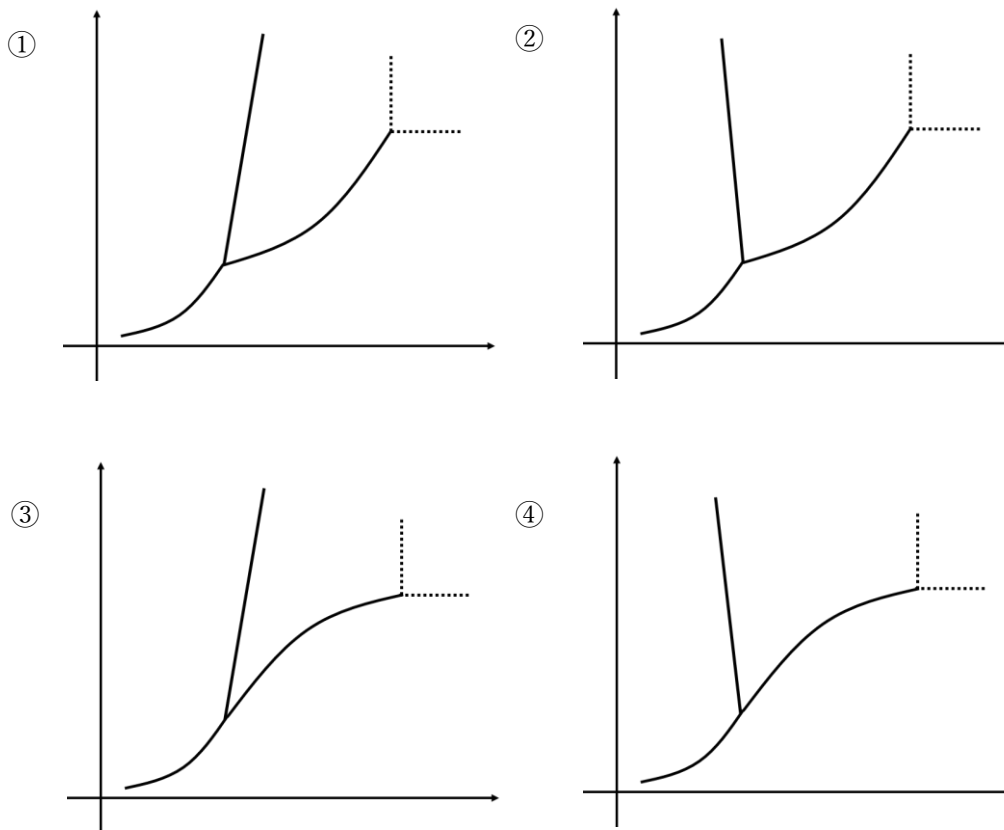
- ① 3-12 族の元素を遷移金属元素という。
② 同一周期における第一イオン化エネルギーは、希ガス元素が最大である。
③ アルカリ土類金属は周期表の下にいくほど陽性が大きい。
④ ハロゲン元素は1価の陰イオンになりやすい。
⑤ 臭素は常温常圧で液体である。

問 3 以下の図は塩化ナトリウムの単位格子の構造の模式図である。この塩化ナトリウム結晶中において、ナトリウムイオン(Na^+)のイオン半径は a [cm], 塩化物イオン(Cl^-)のイオン半径は b [cm] である。また、 Na^+ は Cl^- に接している。このとき、 NaCl の密度 [g/cm³] はいくらか。また、アボガドロ定数を N_A とする。最も適当な式を、次の①~⑥のうちから1つ選べ。 4 g/cm³



- ① $\frac{117}{(a+b)^3 N_A}$ ② $\frac{234}{(a+b)^3 N_A}$ ③ $\frac{468}{(a+b)^3 N_A}$ ④ $\frac{117}{(2a+2b)^3 N_A}$ ⑤ $\frac{234}{(2a+2b)^3 N_A}$
- ⑥ $\frac{468}{(2a+2b)^3 N_A}$

問 4 水の状態図の概形として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、図の横軸は絶対温度、縦軸は圧力を表すものとする。 5



問 5 質量パーセント濃度が 95.6 % の硫酸があり、密度が 1.84 g/mL であるとする。この硫酸を水で希釈して、モル濃度が 0.500 mol/L の希硫酸を 500 mL 作りたい。必要な 95.6 % 硫酸は何 mL か。最も適当な数値を次の①～⑥のうちから一つ選べ。 6 mL

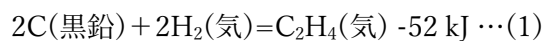
- ① 13.1 ② 13.3 ③ 13.5 ④ 13.7 ⑤ 13.9 ⑥ 14.1

第2問 (必答問題)

次の問い(問1~5)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 24点)

問1 エチレンの生成についての熱化学方程式は以下の式(1)で与えられる。



また、C-C, C-H, H-H, C=C 結合の結合エネルギーは、それぞれ以下の表のとおりであるものとする。

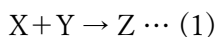
	結合エネルギー[kJ/mol]
C-C	347
C-H	415
H-H	436
C=C	584

このとき、黒鉛の昇華熱として最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

kJ/mol

① 365 ② 448 ③ 644 ④ 712 ⑤ 936 ⑥ 1059

問2 物質 X と Y が反応して物質 Z を生成する反応は以下の式(1)で表される。



また Z の生成速度 v は、反応速度定数 k 、A と B のそれぞれのモル濃度 $[A]$ 、 $[B]$ 、定数 a 、 b を用いて、以下の式(2)で表される。

$$v = k[X]^a[Y]^b \dots (2)$$

このとき、 $[X]$ と $[Y]$ をそれぞれ変えた条件下で v を測定したところ、以下のような結果となった。

$V[\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$	$[A][\text{mol}/\text{L}]$	$[B][\text{mol}/\text{L}]$
2.0×10^{-5}	1.0×10^{-2}	1.0×10^{-2}
6.0×10^{-5}	1.0×10^{-2}	3.0×10^{-2}
3.2×10^{-4}	2.0×10^{-2}	2.0×10^{-2}

この結果をもとに得られる a 、 b の値として最も適当な組み合わせを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

2

	a	b
①	1	1
②	1	2
③	2	1
④	2	2
⑤	1	3
⑥	3	1

問3 水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合水溶液 100mL がある。ホールピペットを用いて、この水溶液からそれぞれ 10mL を 2つのコニカルビーカーA, B にとり、指示薬としてAにフェノールフタレイン, Bにメチルオレンジを少量加えた。A, B それぞれにビュレットから 1.00 mol/L の塩酸を少しずつ加えたところ、A では 10.0 mL, B では 15.0 mL 加えたところで指示薬の色が変化した。このとき、以下の問(a・b)に答えよ。

a. この実験の終点において、フェノールフタレインとメチルオレンジの色の変化はどのようなものであるか。最も適当な組み合わせを、以下の①~④のうちから一つ選べ。 3

	フェノールフタレイン	メチルオレンジ
①	無→赤	黄→赤
②	無→赤	赤→黄
③	赤→無	黄→赤
④	赤→無	赤→黄

b. はじめの混合溶液中に含まれていた水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの物質量はそれぞれいくらか。最も適当な組み合わせを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 4

	水酸化ナトリウム[mol]	炭酸ナトリウム[mol]
①	0.050	0.050
②	0.100	0.050
③	0.050	0.100
④	0.100	0.100
⑤	0.150	0.100
⑥	0.100	0.150

問 4 純水に塩化ナトリウム 1.17 g と塩化カルシウム 1.11 g の両方を溶解させ、さらにこの水溶液を両極とも Pt 電極を用いて電気分解することを考える。0.100 A の電流を流し続け、陽極から黄緑色の気体が発生しなくなったところで電気分解をやめた。このとき、次の (a・b) の問いに答えよ。

a. この電気分解において陽極と陰極で発生した気体(水溶液中に溶解した気体も含む)の質量の合計はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 g

① 0.71 ② 0.73 ③ 0.75 ④ 1.42 ⑤ 1.46 ⑥ 1.50

b. この電気分解に要した時間はどれほどか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 秒

① 1.93×10^4 ② 3.86×10^4 ③ 5.79×10^4 ④ 7.72×10^4 ⑤ 9.65×10^4

第3問 (必答問題)

次の問い(問1~5)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 23点)

問1 次の化合物に関する記述について、ア~ウに当てはまる語句の組み合わせとして適当なものを、次の①~⑧のうちから一つ選べ。

炭酸バリウムは水に『ア』, 塩化銀(I)は水に『イ』。また塩化銅(II)は水に溶け, その水溶液は『ウ』性を示す。

	ア	イ	ウ
①	溶けやすく	溶けやすい	酸
②	溶けやすく	溶けやすい	塩基
③	溶けやすく	溶けにくい	酸
④	溶けやすく	溶けにくい	塩基
⑤	溶けにくく	溶けやすい	酸
⑥	溶けにくく	溶けやすい	塩基
⑦	溶けにくく	溶けにくい	酸
⑧	溶けにくく	溶けにくい	塩基

問2 11族の元素に関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① 金は王水に溶解する。
- ② 銀は金属の中で最も熱伝導性が大きい。
- ③ 酸化銀(I)にアンモニア水を過剰に加えると溶解する。
- ④ 水酸化銅(II)に水酸化ナトリウムを過剰に加えると溶解する。
- ⑤ 銅に濃硫酸を加えて加熱すると、刺激臭を伴う気体が発生する。

問3 2族元素について、マグネシウムとカルシウムの塩および単体に共通する性質として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 炭酸塩は水に溶けやすい。
- ② 硫酸塩は水に溶けにくい。
- ③ 単体は特有の炎色反応を示す。
- ④ 単体は熱水と反応する。

問4 リンの同素体(a・b)に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つずつ選べ。

a 黄リン 4

b 赤リン 5

- ① 空気中で自然発火するので、石油中に保存する。
- ② 空気中で自然発火するので、水中に保存する。
- ③ マッチの側薬に用いられる。
- ④ 融点が高いので、氷晶石を用いて融点を下げ、融解塩電解を行って得る。
- ⑤ 吸湿性が大きく、水とともに加熱するとリン酸となる。

問5 水和水の数が未知の硫酸カリウムアルミニウム n 水和物($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$)1.000 gがある。この複塩 1.000 g を加熱し、水和水を完全に失わせてから質量を測定すると、0.548 g となった。n の値はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

- ① 4 ② 6 ③ 8 ④ 10 ⑤ 12

第4問 (必答問題)

次の問い(問1~5)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 19点)

問1 アセトアルデヒドとアセトンのどちらにも当てはまる記述として適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① 沸点はメタノールより高い。
- ② 還元すると2-プロパノールが生じる。
- ③ ヨードホルム反応を示す。
- ④ フェーリング液を還元する。
- ⑤ 炭素原子の数が3である。

問2 分子式 C_4H_8O で表されるアルコールの異性体は、立体異性体も含めていくつあるか。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、炭素間二重結合を形成している炭素に直接ヒドロキシ基が結合した構造は不安定なので、数に数えないものとする。

- ① 7 ② 9 ③ 11 ④ 13 ⑤ 15

問3 芳香族化合物に関する記述として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

- ① 一般に、置換反応よりも付加反応のほうが起こりやすい。
- ② ベンゼン環における炭素間結合は、アルケンの炭素間二重結合と比べて短い。
- ③ ベンゼンを燃焼させると、多量のすすを出しながら燃焼する。
- ④ フェノールにさらし粉を加えると呈色する。
- ⑤ アニリンに塩化鉄(III)水溶液を加えると呈色する。

問4 油脂 A 1.00 g を完全に加水分解するために必要な水酸化カリウムの質量[mg]を、けん化価という。油脂 A のけん化価を測定したところ、188.8 であった。このとき油脂 A の分子量はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥の中から一つ選べ。 4

- ① 870 ② 874 ③ 878 ④ 882 ⑤ 886 ⑥ 890

問5 分子式 $C_6H_{12}O_2$ で表され、エステル結合を1つ持つ化合物がある。このエステル 116 mg を加水分解すると、カルボン酸とアルコールが得られた。また、得られたアルコールの質量は 72.3 mg であり、カルボン酸は銀鏡反応を示した。このとき、次の(a・b)に答えよ。

a. 得られたアルコールの分子式として適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

- ① C_3H_6O ② C_3H_8O ③ C_4H_8O ④ $C_4H_{10}O$ ⑤ $C_5H_{10}O$ ⑥ $C_5H_{12}O$

b. 得られたアルコールの質量は、理論的に得られるアルコールの質量の何%か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 6 %

- ① 78 ② 80 ③ 82 ④ 84 ⑤ 86 ⑥ 88

第5問 (必答問題)

次の問い(問1・問2に答えよ)。

[解答番号 ・] (配点 5点)

問1 種々の高分子化合物についての記述として明らかに誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 合成高分子化合物では分子量が一様ではなく、広範囲に分布していることが多い。
- ② 高分子化合物の分子量の測定には、浸透圧を測定する方法は適しているが、凝固点降下を測定する方法は適していない。
- ③ 高密度ポリエチレン(HDPE)は、ふつうは結晶部分のみで形成された構造を持つ。
- ④ 高分子化合物ははっきりとした融点を持たないものが多い。

問2 天然高分子化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 天然に存在するアミノ酸は全て不斉炭素原子を持つ。
- ② スクロースを加水分解して得られる、グルコースとフルクトースを物質質量比 1:1 で含む混合物を転化糖という。
- ③ 酵素の一種であるアミラーゼはデンプンをマルトースに分解する。
- ④ セルロースは β -グルコースが β -グリコシド結合を繰り返してできた構造をとっている。

第6問 (選択問題)

次の問い(問1・問2に答えよ)。

[解答番号 ・] (配点 5点)

問1 開環重合によって生成する高分子化合物を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ポリプロピレン ② 尿素樹脂 ③ ポリエチレンテレフタレート ④ ナイロン 66 ⑤
ナイロン 6

問2 ブタジエン $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ とアクリロニトリル $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{N}$ を共重合させ、アクリロニトリルとブタジエンが物質質量比 3:1 で付加重合したアクリロニトリル-ブタジエンゴム(NBR)を得た。さらに十分量の臭素を付加すると、1.6 g の臭素が付加した。このとき、得られたアクリロニトリル-ブタジエンゴム(臭素と反応前)の質量はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 g

ただし、反応後には未反応のブタジエンとアクリロニトリルは存在しないものとし、臭素と反応したのは炭素間二重結合のみであったとする。

- ① 1.1 ② 1.6 ③ 2.1 ④ 2.6 ⑤ 3.2 ⑥ 3.8

第7問 (選択問題)

次の問い(問1・問2に答えよ)。

[解答番号 ・] (配点 5点)

問1 ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液と反応して呈色するものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① セルロース ② ガラクトース ③ アミロース ④ マルトース ⑤ スクロース

問2 あるペプチド水溶液に対し、pH7付近で電気泳動を行うと、陽極側に移動した。またこのペプチド水溶液はキサントプロテイン反応が陽性であり、ペプチド水溶液に水酸化ナトリウムを加えて加熱し、酢酸で中和したのちに酢酸鉛(II)水溶液を加えても黒色沈殿は生じなかった。これらの実験結果を考えたとき、このペプチドを構成しているアミノ酸として明らかに矛盾するものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① メチオニン ② グルタミン酸 ③ リシン ④ チロシン ⑤ アラニン