

原子量・定数が必要な場合は、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Ne = 20.0, S = 32.0,

Ar = 40.0, Cu = 64.0

定数：0℃, 1.01×10^5 Paにおける気体 1 mol の体積 22.4 L

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol)

第1問

物質の構成に関する以下の問い（問1～5）に答えよ。

[解答番号 ～]

問1 次の元素のうち、橙赤色の炎色反応を示す元素として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

- | | | |
|---------|-----------|--------|
| ① リチウム | ② ナトリウム | ③ カリウム |
| ④ カルシウム | ⑤ ストロンチウム | ⑥ バリウム |
| ⑦ 銅 | ⑧ マグネシウム | |

問2 次の物質のうち、1価の陽イオンと2価の陰イオンからなる物質として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

- | | | |
|------------|-----------|-----------|
| ① 塩化ナトリウム | ② 硝酸ナトリウム | ③ 硫酸カリウム |
| ④ リン酸カリウム | ⑤ 炭酸カルシウム | ⑥ 酢酸カルシウム |
| ⑦ 水酸化銅(II) | ⑧ 酸化銅(II) | |

問3 次の元素のうち、典型元素として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

- | | | | |
|-------|---------|-----|--------|
| ① クロム | ② 銀 | ③ 鉄 | ④ 銅 |
| ⑤ チタン | ⑥ バナジウム | ⑦ 鉛 | ⑧ ニッケル |

問4 6.00 mol/Lの硝酸水溶液の質量パーセント濃度が31.5%であるとき、この硝酸水溶液の密度 [g/cm³] として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。

g/cm³

- ① 0.500 ② 0.714 ③ 0.833 ④ 1.00
⑤ 1.20 ⑥ 1.40 ⑦ 1.67 ⑧ 2.00

問5 ブタン C₄H₁₀ を完全燃焼させると、二酸化炭素と水が生じる。ブタン 145 g を完全燃焼させたときに生じる水の質量 [g] として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。

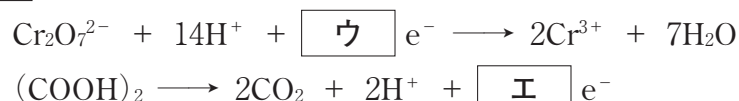
g

- ① 45.0 ② 67.5 ③ 90.0 ④ 135
⑤ 180 ⑥ 225 ⑦ 270 ⑧ 315

第2問

物質の変化と状態に関する次の文章A, Bを読んで, 以下の問い(問1~5)に答えよ。 [解答番号 6 ~ 10]

A 酸化還元反応は電子の授受によって定義され, 電子を失う反応を酸化, 電子を受け取る反応を還元という。例えば, 硫酸酸性下で二クロム酸カリウム水溶液とシュウ酸水溶液を反応させると, 二クロム酸カリウムが ア, シュウ酸が イ となって, それぞれ次のようにはたらく。



問1 空欄 ア ~ エ にあてはまる語や数の組合せとして最も適当なものを, 次の①~⑧から1つ選べ。 6

	ア	イ	ウ	エ
①	酸化剤	還元剤	3	2
②	酸化剤	還元剤	3	4
③	酸化剤	還元剤	6	2
④	酸化剤	還元剤	6	4
⑤	還元剤	酸化剤	3	2
⑥	還元剤	酸化剤	3	4
⑦	還元剤	酸化剤	6	2
⑧	還元剤	酸化剤	6	4

問2 次の物質のうち, 反応の相手によって酸化剤にも還元剤にもなりうる物質として最も適当なものを, 次の①~⑧から1つ選べ。 7

- | | | |
|---------|--------------|--------|
| ① ナトリウム | ② 二酸化硫黄 | ③ 塩化水素 |
| ④ 硫化水素 | ⑤ 硝酸 | ⑥ 塩素 |
| ⑦ オゾン | ⑧ 過マンガン酸カリウム | |

問3 硫酸酸性下において、 0.500 mol/L の二クロム酸カリウム水溶液 50.0 mL にシュウ酸水溶液を加えて過不足なく反応させたとき、発生した二酸化炭素の 0°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ における体積 [L] として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。ただし、発生した二酸化炭素は水には溶けないものとする。

8

 L

① 0.560

② 1.12

③ 1.68

④ 2.24

⑤ 2.80

⑥ 3.36

⑦ 4.48

⑧ 6.72

B 27℃において 4.00×10^5 Pa で 3.00 L を占めるネオンと、177℃において、 3.00×10^5 Pa で 2.00 L を占めるアルゴンを、容積 4.00 L の容器に封入し、27℃に保った。

問4 封入後の容器内の全圧 [Pa] として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。 9 Pa

- ① 2.50×10^5 ② 2.75×10^5 ③ 3.00×10^5 ④ 3.25×10^5
⑤ 3.50×10^5 ⑥ 3.75×10^5 ⑦ 4.00×10^5 ⑧ 4.25×10^5

問5 封入後の容器内の混合気体の密度 [g/L] として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。 10 g/L

- ① 2.81 ② 3.01 ③ 3.21 ④ 3.61
⑤ 4.02 ⑥ 4.42 ⑦ 4.82 ⑧ 5.02

第3問

物質の変化に関する次の文章 **A**、**B** を読んで、以下の問い (問1～5) に答えよ。

[解答番号 11 ~ 15]

A 中和反応によって、酸に含まれる ア と塩基に含まれる イ からできる物質を塩という。塩はその組成によって酸性塩、正塩、塩基性塩に分類されるが、塩を水に溶かしたときの液性は必ずしもこの分類とは一致しない。例えば、酢酸ナトリウムは ウ 塩に分類されるが、酢酸ナトリウム水溶液は エ 性を示す。

問1 空欄 ア ~ エ にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。 11

	ア	イ	ウ	エ
①	陰イオン	陽イオン	正	塩基
②	陰イオン	陽イオン	正	酸
③	陰イオン	陽イオン	酸性	塩基
④	陰イオン	陽イオン	酸性	中
⑤	陽イオン	陰イオン	正	塩基
⑥	陽イオン	陰イオン	正	酸
⑦	陽イオン	陰イオン	酸性	塩基
⑧	陽イオン	陰イオン	酸性	中

問2 塩化アンモニウムと反応させるとアンモニアが発生する物質として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。 12

- ① 塩化水素 ② 濃硫酸 ③ 希硫酸
 ④ 硫酸アンモニウム ⑤ 塩化ナトリウム ⑥ 硫酸ナトリウム
 ⑦ 硝酸ナトリウム ⑧ 水酸化ナトリウム

問3 水溶液の酸性や塩基性の強弱を表すのに pH が用いられる。25℃において、0.050 mol/L 希硫酸 22 mL と 0.10 mol/L 水酸化カリウム水溶液 18 mL を混合してできる水溶液の pH の値として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。ただし、硫酸も水酸化カリウムも水溶液中では完全に電離するものとし、混合後の水溶液の体積は混合前の水溶液の体積の和に等しいものとする。

13

① 1

② 2

③ 3

④ 4

⑤ 9

⑥ 10

⑦ 11

⑧ 12

B 一定量の水に対して溶質を加えていくと、はじめのうちはすべて溶けるが、ある量からは溶けなくなり、溶解平衡に達する。このように、溶ける限界まで溶質が溶けた水溶液を飽和水溶液という。このときの溶質の最大量は溶解度とよばれ、固体の溶質を溶かした水溶液の場合、水 100 g に溶けている溶質の質量 [g] で表される。

問 4 質量パーセント濃度 20.0 % の硝酸カリウム水溶液が 200 g ある。この水溶液に新たに硝酸カリウムを溶かして、60℃における硝酸カリウムの飽和水溶液を調製したい。新たに溶かす硝酸カリウムの質量 [g] として最も適当な数値を、次の①～⑧から 1 つ選べ。ただし、硝酸カリウムの溶解度は 60℃において 110 とする。

14	g
----	---

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 136 | ② 140 | ③ 176 | ④ 180 |
| ⑤ 196 | ⑥ 200 | ⑦ 216 | ⑧ 220 |

問 5 硫酸銅(Ⅱ)五水和物 100 g を水 150 g に完全に溶かした後 20℃に冷却したところ、硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶が析出した。析出した硫酸銅(Ⅱ)五水和物の質量 [g] として最も適当な数値を、次の①～⑧から 1 つ選べ。ただし、硫酸銅(Ⅱ)の溶解度は 20℃において 20.0 とする。

15	g
----	---

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 8.33 | ② 13.0 | ③ 22.3 | ④ 26.8 |
| ⑤ 34.9 | ⑥ 39.2 | ⑦ 41.7 | ⑧ 47.2 |

第4問

無機物質に関する次の文章 A, B を読んで, 以下の問い (問 1 ~ 5) に答えよ。

[解答番号 16 ~ 20]

A 16 族に属する元素には酸素や硫黄がある。酸素には酸素 O_2 とオゾン O_3 , 硫黄には斜方硫黄 S_8 や単斜硫黄 S_8 , ゴム状硫黄 S などの ア が存在する。このうち, オゾンは イ 色の気体であり, ヨウ化カリウムデンプン紙に通じると, ヨウ化カリウムデンプン紙は ウ 色に変化する。

硫黄を含む化合物には, 硫化水素 H_2S や二酸化硫黄 SO_2 , 硫酸 H_2SO_4 などがあり, さまざまな物質と反応する。

問 1 空欄 ア ~ ウ にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを, 次の①~⑧から 1 つ選べ。

16

	ア	イ	ウ
①	同素体	淡青	赤
②	同素体	淡青	青
③	同素体	黄緑	赤
④	同素体	黄緑	青
⑤	同位体	淡青	赤
⑥	同位体	淡青	青
⑦	同位体	黄緑	赤
⑧	同位体	黄緑	青

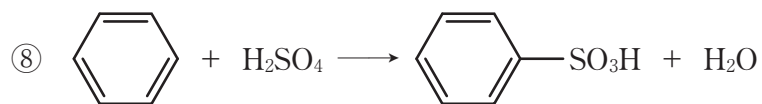
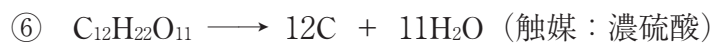
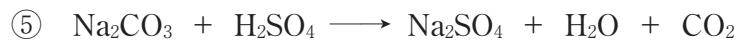
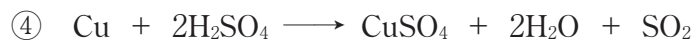
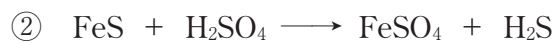
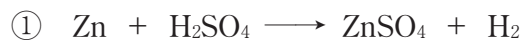
問 2 中性・塩基性条件下で, 硫化水素と反応して白色沈殿が生じる金属イオンとして最も適当なものを, 次の①~⑧から 1 つ選べ。

17

- | | | | |
|----------|-------------|-------------|-------------|
| ① Ag^+ | ② Ca^{2+} | ③ Cu^{2+} | ④ Fe^{2+} |
| ⑤ K^+ | ⑥ Na^+ | ⑦ Pb^{2+} | ⑧ Zn^{2+} |

問3 次の反応のうち、濃硫酸が不揮発性の酸であることを利用した反応として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

18



B アルミニウムは13族に属する元素で、単体のアルミニウムは酸の水溶液とも強塩基の水溶液とも反応して **ア** が発生する **イ** 元素である。アルミニウムは加工しやすく、電気や熱伝導性にも優れているため、家庭用品や建築資材として用いられるほか、 **ウ** などの合金にも用いられている。

問4 空欄 **ア** ~ **ウ** にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑧から1つ選べ。

19

	ア	イ	ウ
①	酸素	遷移	ジュラルミン
②	酸素	遷移	ステンレス鋼
③	酸素	両性	ジュラルミン
④	酸素	両性	ステンレス鋼
⑤	水素	遷移	ジュラルミン
⑥	水素	遷移	ステンレス鋼
⑦	水素	両性	ジュラルミン
⑧	水素	両性	ステンレス鋼

問5 単体のアルミニウムは、工業的には鉱石であるボーキサイトから得られるアルミナを電気分解することで製造される。このように、イオン化傾向の大きい金属の単体を電気分解を利用して得る操作の名称として最も適当なものを、次の①~⑧から1つ選べ。

20

- | | |
|-------------|--------------|
| ① アンモニアソーダ法 | ② オストワルト法 |
| ③ クメン法 | ④ ハーバー・ボッシュ法 |
| ⑤ 接触法 | ⑥ 熔融塩電解 |
| ⑦ 逆浸透法 | ⑧ イオン交換膜法 |

第5問

有機化合物に関する次の文章 **A**、**B** を読んで、以下の問い (問1～5) に答えよ。

[解答番号 21 ~ 25]

A 炭素、水素、酸素からなる有機化合物の元素分析は、次の手順で行う。

有機化合物を燃焼管に入れ、ア とともに完全燃焼させる。このとき発生した水蒸気を イ に吸収させたのち、二酸化炭素を ウ に吸収させ、その質量増加量から、有機化合物の組成式を決定する。

問1 空欄 ア ~ ウ にあてはまる物質の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

21

	ア	イ	ウ
①	酸化銅(Ⅱ)	塩化カルシウム	ソーダ石灰
②	酸化銅(Ⅱ)	ソーダ石灰	塩化カルシウム
③	酸化銅(Ⅱ)	セッコウ	十酸化四リン
④	酸化銅(Ⅱ)	十酸化四リン	セッコウ
⑤	塩化鉄(Ⅲ)	塩化カルシウム	ソーダ石灰
⑥	塩化鉄(Ⅲ)	ソーダ石灰	塩化カルシウム
⑦	塩化鉄(Ⅲ)	セッコウ	十酸化四リン
⑧	塩化鉄(Ⅲ)	十酸化四リン	セッコウ

問2 ある有機化合物 X 150 mg を完全燃焼させると、水 90.0 mg と二酸化炭素 220 mg が得られた。有機化合物 X の組成式として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

22

- ① CHO ② CH₂O ③ CH₃O ④ C₂H₃O
 ⑤ C₂H₄O ⑥ C₂H₅O ⑦ C₃H₅O ⑧ C₃H₆O

B ベンゼン環がもつ炭素原子に直接ヒドロキシ基が結合した化合物をフェノール類という。フェノール類には、最も構造が簡単なフェノールのほか、ベンゼン環にメチル基を1つもつ **ア** や、ベンゼン環が2個つながったナフタレンにヒドロキシ基が結合したナフトールなどがある。フェノール類はカルボン酸よりも酸性が **イ**。

フェノール類の検出反応には **ウ** の水溶液が用いられ、フェノールの水溶液に **ウ** の水溶液を加えると紫色を呈する。

問3 空欄 **ア** ~ **ウ** にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑧から1つ選べ。

23

	ア	イ	ウ
①	キシレン	強い	塩化鉄(Ⅲ)
②	キシレン	強い	炭酸水素ナトリウム
③	キシレン	弱い	塩化鉄(Ⅲ)
④	キシレン	弱い	炭酸水素ナトリウム
⑤	クレゾール	強い	塩化鉄(Ⅲ)
⑥	クレゾール	強い	炭酸水素ナトリウム
⑦	クレゾール	弱い	塩化鉄(Ⅲ)
⑧	クレゾール	弱い	炭酸水素ナトリウム

問4 フェノールと同様にエタノールもヒドロキシ基をもつ。フェノールとエタノールを区別するための方法として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

24

- ① 単体のナトリウムと反応させると、フェノールのみ水素が発生する。
- ② 単体のナトリウムと反応させると、エタノールのみ水素が発生する。
- ③ 単体のナトリウムと反応させると、フェノールのみ酸素が発生する。
- ④ 単体のナトリウムと反応させると、エタノールのみ酸素が発生する。
- ⑤ 臭素水と反応させると、フェノールのみ白色沈殿が生じる。
- ⑥ 臭素水と反応させると、エタノールのみ白色沈殿が生じる。
- ⑦ 臭素水と反応させると、フェノールのみ黄色沈殿が生じる。
- ⑧ 臭素水と反応させると、エタノールのみ黄色沈殿が生じる。

問5 フェノールの塩であるナトリウムフェノキシドの水溶液に高温高圧下で二酸化炭素を反応させた後、希硫酸を加えることで得られる物質として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

25

- ① アセチルサリチル酸
- ② 安息香酸
- ③ サリチル酸
- ④ テレフタル酸
- ⑤ ナフタレン
- ⑥ フェノール
- ⑦ フタル酸
- ⑧ フマル酸

【解答】

第1問

問 題	問 1	問 2	問 3	問 4	問 5
解答番号	1	2	3	4	5
解 答	④	③	⑦	⑤	⑥

第2問

問 題	A 問 1	A 問 2	A 問 3	B 問 4	B 問 5
解答番号	6	7	8	9	10
解 答	③	②	⑥	⑦	⑤

第3問

問 題	A 問 1	A 問 2	A 問 3	B 問 4	B 問 5
解答番号	11	12	13	14	15
解 答	①	⑧	②	①	⑧

第4問

問 題	A 問 1	A 問 2	A 問 3	B 問 4	B 問 5
解答番号	16	17	18	19	20
解 答	②	⑧	③	⑦	⑥

第5問

問 題	A 問 1	A 問 2	B 問 3	B 問 4	B 問 5
解答番号	21	22	23	24	25
解 答	①	②	⑦	⑤	③