

原子量・定数が必要な場合は、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, O = 16, Na = 23, Al = 27, Cl = 35.5,
Ar = 40

定数：気体定数 $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数 $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

標準状態 (0℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) における気体 1 mol の体積 22.4 L

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 次の操作のうち、少量の硫酸銅(Ⅱ)が混ざっている硝酸カリウムの粉末から純粋な硝酸カリウムを得る操作として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

- | | | |
|-------|-------------|--------|
| ① 蒸留 | ② 分留 | ③ 抽出 |
| ④ ろ過 | ⑤ 再結晶 | ⑥ 電解精錬 |
| ⑦ 昇華法 | ⑧ クロマトグラフィー | |

問2 次の元素のうち、15族に属する元素として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

- | | | | |
|---------|---------|------|----------|
| ① 炭素 | ② ナトリウム | ③ 窒素 | ④ アルミニウム |
| ⑤ カルシウム | ⑥ ケイ素 | ⑦ 硫黄 | ⑧ ネオン |

問3 次の元素のうち、電気陰性度が最も大きい元素として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

- | | | | |
|--------|--------|------|--------|
| ① 水素 | ② アルゴン | ③ 塩素 | ④ カリウム |
| ⑤ ヘリウム | ⑥ 酸素 | ⑦ リン | ⑧ フッ素 |

問4 0.20 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 200 mL にさらに水酸化ナトリウムを 2.0 g 溶かし、水を加えて 500 mL の水溶液を調製した。このときできた水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。

mol/L

- ① 0.045 ② 0.090 ③ 0.15 ④ 0.18
⑤ 0.20 ⑥ 0.25 ⑦ 0.30 ⑧ 0.45

問5 アルミニウムに希塩酸を加えると、水素が発生する。アルミニウム 81.0 g を希塩酸と完全に反応させたとき、発生した水素の標準状態における体積 [L] として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。

L

- ① 44.8 ② 56.0 ③ 67.2 ④ 78.4
⑤ 89.6 ⑥ 101 ⑦ 112 ⑧ 134

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 ～]

A 水溶液の酸性や塩基性の強さを表すために、pH (水素イオン指数) を用いることがある。例えば、0.010 mol/L 塩酸の pH は である。また、同じモル濃度の塩酸と硫酸を比べると塩酸の方が pH は , 同じモル濃度のアンモニア水と水酸化ナトリウム水溶液を比べるとアンモニア水の方が pH は 。

問1 空欄 ～ にあてはまる語句や数値の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

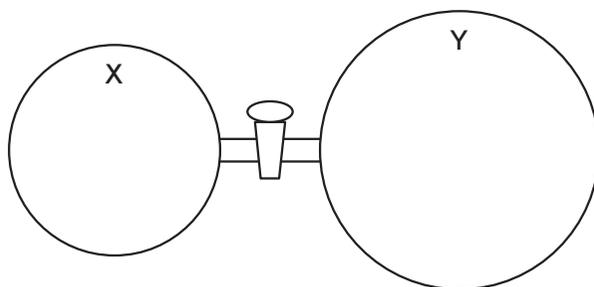
	ア	イ	ウ
①	2	大きく	大きい
②	2	大きく	小さい
③	2	小さく	大きい
④	2	小さく	小さい
⑤	3	大きく	大きい
⑥	3	大きく	小さい
⑦	3	小さく	大きい
⑧	3	小さく	小さい

問2 次の塩のうち、水に溶かすと塩基性を示す正塩として最も適切なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

- ① BaCl₂ ② NH₄Cl ③ NaHCO₃ ④ K₂SO₄
 ⑤ NaHSO₄ ⑥ (NH₄)₂SO₄ ⑦ Na₂CO₃ ⑧ KNO₃

B 下図に示すように、容積 2.0 L の容器 X と容積 3.0 L の容器 Y がコックでつながった装置がある。はじめ、コックを閉じた状態で容器 X にはメタンが、容器 Y にはアルゴンが封入されており、容器 X のメタンの圧力は 1.0×10^5 Pa であった。次に、コックを開けて十分な時間放置すると、容器内の全圧は 1.6×10^5 Pa となった。

なお、一連の操作において、装置内の温度は常に 27°C に保たれており、コックおよび連結部分の体積は無視できるものとする。



問 3 はじめに容器 X に封入されていたメタンの物質質量 [mol] として最も適当な数値を、次の①～⑧から 1 つ選べ。 8 mol

- ① 0.020 ② 0.040 ③ 0.080 ④ 0.090
⑤ 0.20 ⑥ 0.40 ⑦ 0.80 ⑧ 0.90

問 4 はじめに容器 Y に封入されていたアルゴンの圧力 [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 1.0×10^5 ② 1.2×10^5 ③ 1.5×10^5 ④ 2.0×10^5
⑤ 2.4×10^5 ⑥ 3.0×10^5 ⑦ 3.6×10^5 ⑧ 4.0×10^5

問 5 コックを開けて十分な時間放置したときの混合気体の平均分子量として最も適当な数値を、次の①～⑧から 1 つ選べ。 10

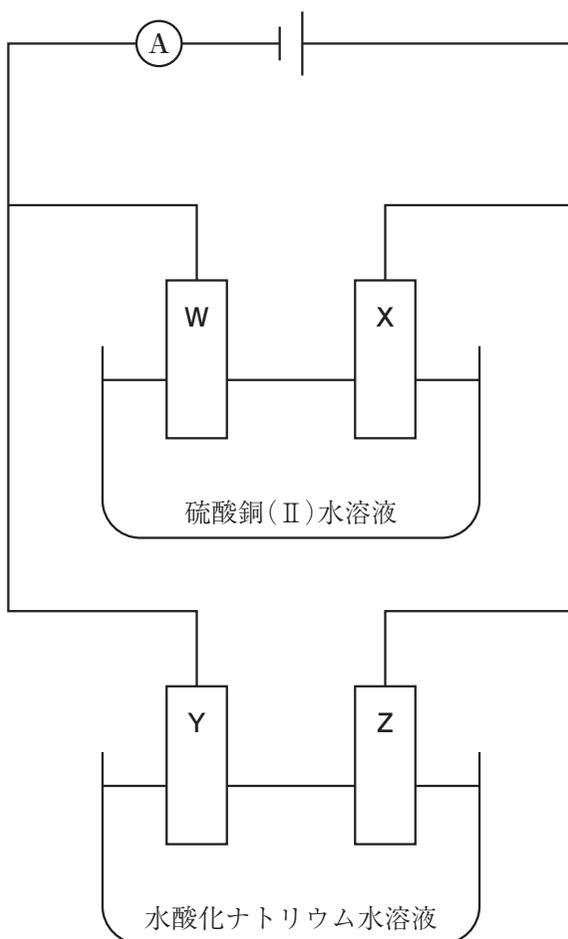
- ① 20 ② 22 ③ 24 ④ 28
⑤ 30 ⑥ 32 ⑦ 34 ⑧ 36

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 ～]

A 下図に示すような装置を組み立て、すべて炭素電極を用いて、2.00 A の一定電流で1時間36分30秒間電気分解を行った。この図において、電極 **Z** は 極であり、 反応によって気体の が発生する。ただし、各電極ではそれぞれ1種類の反応のみが起きたものとし、発生した気体は水に溶けないものとする。



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。

11

	ア	イ	ウ
①	陰	還元	水素
②	陰	還元	酸素
③	陰	酸化	水素
④	陰	酸化	酸素
⑤	陽	還元	水素
⑥	陽	還元	酸素
⑦	陽	酸化	水素
⑧	陽	酸化	酸素

問2 この電気分解によって、電極Zでは気体の **ウ** が標準状態で0.448 L 発生した。このとき、電極Yで発生する気体の標準状態における体積 [L] として最も適当な数値を、次の①~⑧から1つ選べ。

12 L

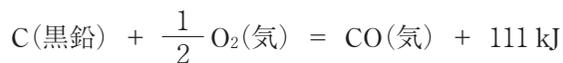
- ① 0.224 ② 0.448 ③ 0.672 ④ 0.896
⑤ 1.12 ⑥ 1.34 ⑦ 1.79 ⑧ 3.58

問3 電極Wで起こる変化として最も適当なものを、次の①~⑧から1つ選べ。

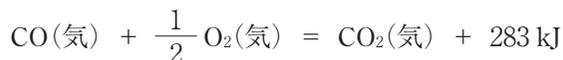
13

- ① 銅が0.0200 mol 析出する。
② 銅が0.0400 mol 析出する。
③ 水素が0.0200 mol 発生する。
④ 水素が0.0400 mol 発生する。
⑤ 酸素が0.0200 mol 発生する。
⑥ 酸素が0.0400 mol 発生する。
⑦ 二酸化硫黄が0.0200 mol 発生する。
⑧ 二酸化硫黄が0.0400 mol 発生する。

B 反応熱には、燃焼熱や生成熱、溶解熱などさまざまなものがある。例えば、次の熱化学方程式



は を表しており、次の熱化学方程式



は を表している。また、「物質が変化するときの反応熱の総和は変化の前後の物質の種類と状態のみで決まり、変化の経路や手段には関係しない」という の法則から、この2式を足しあわせると、



が得られる。

問4 空欄 ～ にあてはまる語句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。

	ア	イ	ウ
①	C(黒鉛)の燃焼熱	CO(気)の燃焼熱	アボガドロ
②	C(黒鉛)の燃焼熱	CO(気)の燃焼熱	ヘス
③	C(黒鉛)の燃焼熱	CO ₂ (気)の生成熱	アボガドロ
④	C(黒鉛)の燃焼熱	CO ₂ (気)の生成熱	ヘス
⑤	CO(気)の生成熱	CO(気)の燃焼熱	アボガドロ
⑥	CO(気)の生成熱	CO(気)の燃焼熱	ヘス
⑦	CO(気)の生成熱	CO ₂ (気)の生成熱	アボガドロ
⑧	CO(気)の生成熱	CO ₂ (気)の生成熱	ヘス

問5 Fe_2O_3 (固)の生成熱を 824 kJ/mol とするとき、次に示す熱化学方程式の Q の値として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。 15 kJ/mol



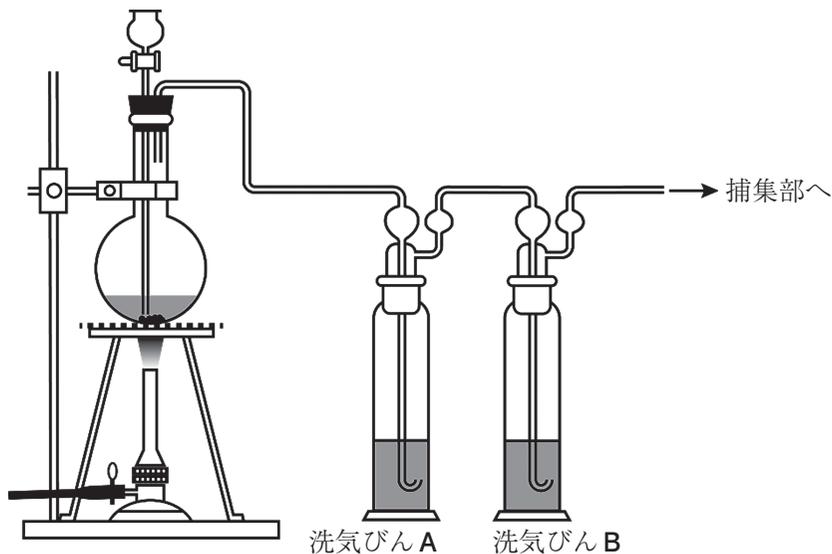
- | | | | |
|--------|--------|--------|-------|
| ① -541 | ② -308 | ③ -258 | ④ -25 |
| ⑤ 25 | ⑥ 258 | ⑦ 308 | ⑧ 541 |

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 ~]

A 下図に示す装置を用いて、酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて塩素を発生させた。このとき、洗気びんAには を、洗気びんBには を入れ、塩素に含まれる不純物を取り除く。最後に、不純物を取り除いた塩素は 法で捕集する。



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	水	濃硫酸	下方置換
②	水	濃硫酸	上方置換
③	水	濃硝酸	下方置換
④	水	濃硝酸	上方置換
⑤	濃硫酸	水	下方置換
⑥	濃硫酸	水	上方置換
⑦	濃硝酸	水	下方置換
⑧	濃硝酸	水	上方置換

問2 気体の塩素の色として最も適当なものを、次の①~⑧から1つ選べ。

17

- ① 無色 ② 青色 ③ ^{だいだい} 橙色 ④ 白色
 ⑤ 赤褐色 ⑥ 淡黄色 ⑦ 黄緑色 ⑧ 紫色

問3 ハロゲンの単体および化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑧から1つ選べ。

18

- ① 単体のフッ素は水と激しく反応して酸素が発生する。
 ② フッ化水素の水溶液は弱酸性を示す。
 ③ フッ化水素の水溶液はガラスびんに保存する。
 ④ 塩素は水の一部溶けて塩化水素と次亜塩素酸が生成する。
 ⑤ 高度さらし粉に希塩酸を加えると、塩素が発生する。
 ⑥ さらし粉は酸化力が強く、殺菌剤や漂白剤に用いられる。
 ⑦ ヨウ化カリウム水溶液に臭素を加えると、ヨウ素が遊離する。
 ⑧ 単体のヨウ素は昇華性がある。

B 遷移元素に分類される銅や銀，鉄は，合金に用いられることがある。また，遷移元素の化合物やイオンには有色のものが多い。

問4 黄銅は銅と主に何の合金か。最も適当なものを，次の①～⑧から1つ選べ。

19

- ① スズ ② 亜鉛 ③ 鉛 ④ 白金
⑤ 鉄 ⑥ ニッケル ⑦ チタン ⑧ 銀

問5 銅および銀の化合物の色に関する記述として誤りを含むものを，次の①～⑧から1つ選べ。

20

- ① 硫酸銅(Ⅱ)無水物は白色である。
② 水酸化銅(Ⅱ)は青白色である。
③ 硫化銅(Ⅱ)は黒色である。
④ テトラアンミン銅(Ⅱ)イオンは水溶液中では深青色である。
⑤ 塩化銀は白色である。
⑥ 酸化銀は白色である。
⑦ 硫化銀は黒色である。
⑧ ジアンミン銀(Ⅰ)イオンは水溶液中では無色である。

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 芳香族カルボン酸には, フタル酸やテレフタル酸, サリチル酸などがある。
フタル酸は ア を過マンガン酸カリウム水溶液と反応させた後, 溶液を酸性にすることで得られる。また, サリチル酸はナトリウムフェノキシドに高温
高压条件下で イ を加えた後, さらに ウ を加えることで得られる。

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。 21

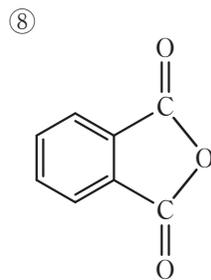
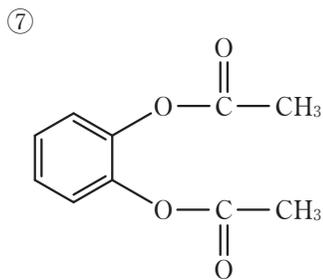
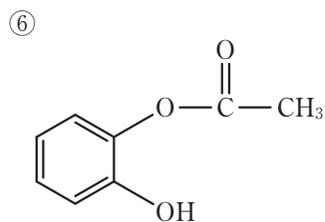
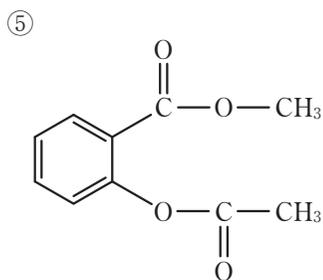
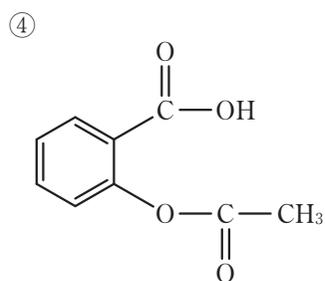
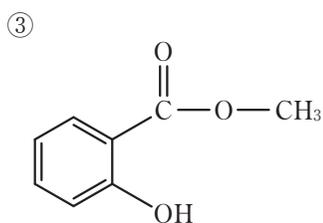
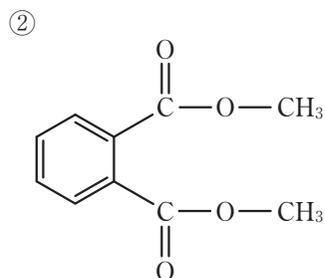
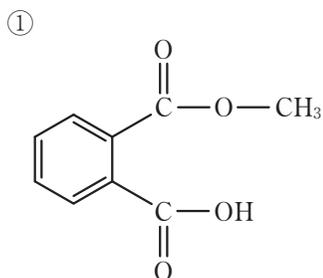
	ア	イ	ウ
①	<i>o</i> -キシレン	二酸化炭素	希硫酸
②	<i>o</i> -キシレン	二酸化炭素	水酸化ナトリウム水溶液
③	<i>o</i> -キシレン	塩化水素	希硫酸
④	<i>o</i> -キシレン	塩化水素	水酸化ナトリウム水溶液
⑤	<i>p</i> -キシレン	二酸化炭素	希硫酸
⑥	<i>p</i> -キシレン	二酸化炭素	水酸化ナトリウム水溶液
⑦	<i>p</i> -キシレン	塩化水素	希硫酸
⑧	<i>p</i> -キシレン	塩化水素	水酸化ナトリウム水溶液

問2 テレフタル酸はある物質Xと縮合重合させることによって, ペットボトルなど幅広く利用される合成樹脂となる。ある物質Xとして最も適当なものを, 次の①~⑧から1つ選べ。 22

- | | |
|-------------|---------|
| ① 無水酢酸 | ② アセチレン |
| ③ エタン | ④ エチレン |
| ⑤ エチレングリコール | ⑥ アセトン |
| ⑦ エタノール | ⑧ アニリン |

問3 サリチル酸に無水酢酸を反応させたときに得られる物質の構造式として最も
 適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

23



B 分子内にアミノ基とカルボキシ基をもつ化合物をアミノ酸といい、特にアミノ基とカルボキシ基が同じ炭素原子に結合しているアミノ酸を α -アミノ酸という。また、アミノ酸どうしがペプチド結合によって結びついた化合物をペプチドという。

問4 ベンゼン環をもつアミノ酸として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

24

- | | | |
|---------|----------|---------|
| ① アラニン | ② チロシン | ③ システイン |
| ④ メチオニン | ⑤ グルタミン酸 | ⑥ リシン |
| ⑦ セリン | ⑧ グリシン | |

問5 グリシン、アラニン、システイン1分子ずつからなる鎖状のトリペプチドとして考えられる構造は、立体異性体を考慮すると全部で何種類あるか。最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。

25 種類

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ① 6 | ② 8 | ③ 12 | ④ 16 |
| ⑤ 20 | ⑥ 24 | ⑦ 32 | ⑧ 48 |

化学の問題はここまでです。

化学 解答

【解答】

大問	小問	解答番号	正解
第1問	問1	1	⑤
	問2	2	③
	問3	3	⑧
	問4	4	④
	問5	5	⑥
第2問	A問1	6	②
	A問2	7	⑦
	B問3	8	③
	B問4	9	④
	B問5	10	⑦
第3問	A問1	11	⑧
	A問2	12	④
	A問3	13	①
	B問4	14	⑥
	B問5	15	⑤
第4問	A問1	16	①
	A問2	17	⑦
	A問3	18	③
	B問4	19	②
	B問5	20	⑥
第5問	A問1	21	①
	A問2	22	⑤
	A問3	23	④
	B問4	24	②
	B問5	25	⑥