

## ◇ 化 学

化 6-1～化 6-16 まで 16 ページあります。

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H=1.0, He=4.0, C=12, O=16, Ne=20, S=32, Cl=35.5, Cu=64

標準状態での気体の体積は 22.4 L/mol とする。

ファラデー定数は  $F = 9.65 \times 10^4$  C/mol とする。

第1問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 次の a~c に当てはまるものを、それぞれの解答群の選択肢から一つずつ選べ。

a 下線部が単体ではなく元素を表しているもの

- ① 空気は酸素や窒素の混合気体である。
- ② 水の電気分解によって、水素と酸素が得られる。
- ③ ナトリウムは、乾燥空气中で速やかに酸化される。
- ④ カルシウムは、骨や歯に多く含まれている。
- ⑤ 電球のフィラメントには、融点の高いタングステンが用いられる。

b 化学式に含まれる原子がもつ電子の総数が最小のもの

- ① NO<sub>2</sub>    ② SiO<sub>2</sub>    ③ O<sub>3</sub>    ④ CO<sub>2</sub>    ⑤ SO<sub>2</sub>

c 互いに同素体である組合せ

- ① 氷と水蒸気    ② 亜鉛と鉛    ③ ラジウムとウラン
- ④ 斜方硫黄とゴム状硫黄    ⑤ ポリスチレンとポリエチレン

問 2 メンデレーエフは自らが考案した周期表をもとに、炭素やケイ素と同族で当時は未発見であった元素の存在を想定し、この原子 1 個と複数の塩素原子だけからなる化合物の分子量をおよそ 215 と予想した。その後、発見されたこの元素の原子量として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

4

- ① 73    ② 119    ③ 144    ④ 160    ⑤ 180

問 3 物質の三態と状態変化に関する次の文章中の「ア」～「ウ」に当てはまる語および記号の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

5

物質の三態には固体・液体・気体がある。ある純物質 A の固体を体積が一定の密閉容器に入れて加熱すると、液体に変化する。このとき、A は熱を「ア」する。また、固体が一部液体に変化し始めてからすべて液体に変化し終わるまで、A の温度は「イ」。さらに加熱して、ある一定の温度にしばらく保つと、液体の A と気体の A が同時に存在し、平衡状態に達する。このとき、A の蒸発速度  $v_1$  と凝縮速度  $v_2$  の関係は、「ウ」である。

	ア	イ	ウ
①	放出	上昇する	$v_1 > v_2$
②	放出	上昇する	$v_1 = v_2$
③	放出	一定である	$v_1 > v_2$
④	放出	一定である	$v_1 = v_2$
⑤	吸収	上昇する	$v_1 > v_2$
⑥	吸収	上昇する	$v_1 = v_2$
⑦	吸収	一定である	$v_1 > v_2$
⑧	吸収	一定である	$v_1 = v_2$

問 4 次の a~c の記述の正誤の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 6

- a 原子から電子 1 個を取り去って、1 価の陽イオンにするために必要な最大のエネルギーを第 1 イオン化エネルギーと呼ぶ。
- b 一般に電子親和力の値が大きい原子ほど、陰イオンになりやすい。
- c 貴ガス(希ガス)元素を除いた典型元素の原子では、同族元素であれば原子量の大きい元素のほうが電気陰性度の値が大きくなる。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問 5 金属元素 M と酸素からなる化合物 A がある。金属元素 M の一酸化物 MO に含まれる M と酸素の質量比が 13 : 4 であった。一方、化合物 A に含まれる M と酸素の質量比が 13 : 6 のとき、化合物 A の組成式として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 7

- ①  $M_2O$       ②  $MO_2$       ③  $MO_3$       ④  $M_2O_3$       ⑤  $M_2O_7$

化学の問題は次のページに続く

第2問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 質量パーセント濃度 50.0 %の希硫酸が 100 mL ある。この希硫酸を水で薄めて質量パーセント濃度 10.0 %の希硫酸にするためには水が何 g 必要か。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、質量パーセント濃度 50.0 %の希硫酸の密度を  $1.40 \text{ g/cm}^3$  とする。  g

- ① 400    ② 490    ③ 560    ④ 630    ⑤ 770

問2  $10 \text{ cm}^3$ の氷には、何個の水素原子が含まれるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、氷の密度を  $0.92 \text{ g/cm}^3$ 、アボガドロ定数 ( $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ ) を  $N$  とする。  個

- ①  $0.26N$     ②  $0.51N$     ③  $1.0N$     ④  $1.5N$     ⑤  $2.0N$

問3 標準状態で  $2.8 \text{ L}$  を占める気体の質量を測定したところ、 $4.0 \text{ g}$  であった。この気体は何か。後の選択肢から一つ選べ。

- ① He    ② Ne    ③  $\text{O}_2$     ④  $\text{Cl}_2$     ⑤  $\text{CH}_4$

問4 ある酸Aの水溶液をある塩基Bの水溶液に滴下していくと、pHは図1のように変化した。この酸Aの水溶液を用いて塩基Bの水溶液を中和滴定するとき、用いる指示薬として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

11

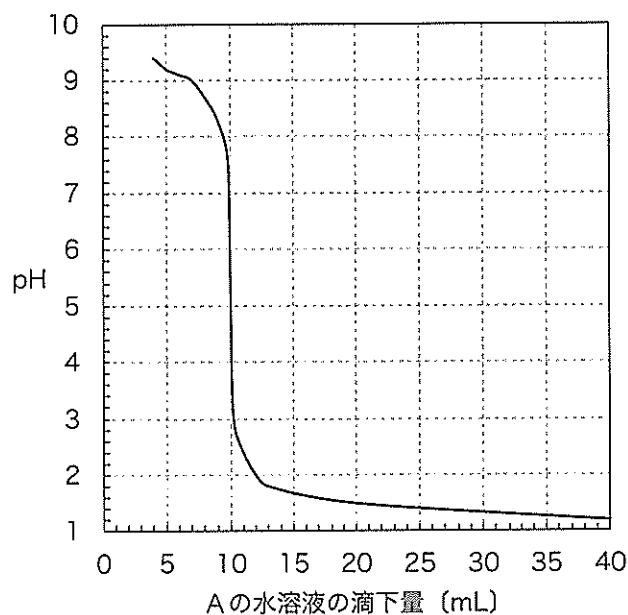
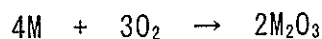


図1 Aの水溶液の滴下量とpHとの関係

- ① 変色域のpHが1.2～2.8の指示薬
- ② 変色域のpHが4.2～6.2の指示薬
- ③ 変色域のpHが8.0～9.8の指示薬
- ④ 変色域のpHが9.3～10.5の指示薬

問5 ある金属 M は次のように酸素と反応し、酸化物  $M_2O_3$  を生成する。この金属 M について、以下の問い (a・b) に答えよ。



a 酸化物  $M_2O_3$  を分析したところ、金属 M の質量の割合は全体の 53%であった。金属 M の原子量として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

12

- ① 16    ② 24    ③ 27    ④ 39    ⑤ 40    ⑥ 56

b この金属 M は塩酸と反応して水素を発生する。十分な量の塩酸と金属 M を反応させたとき、発生する水素の物質量と反応する金属 M の物質量との関係を表す直線として最も適当なものを、図中の選択肢から一つ選べ。

13

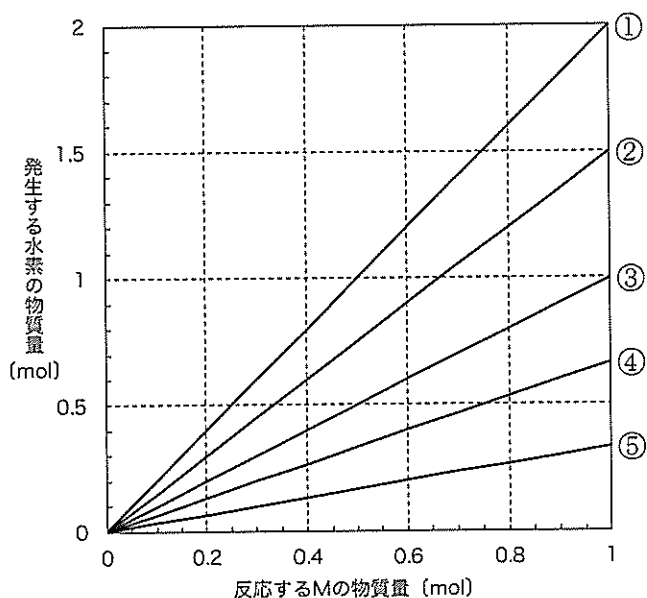
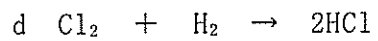
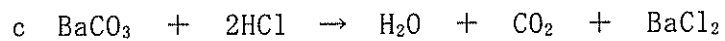
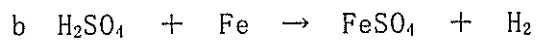


図2 反応する金属 M の物質量と発生する水素の物質量との関係



問6 次の反応 a~d のうちで、酸化還元反応はどれか。その組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 14



- ① a・b    ② a・c    ③ a・d    ④ b・c  
⑤ b・d    ⑥ c・d

第3問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 図1に塩化セシウムの結晶の単位格子の模式図を示した。単位格子の一辺の長さを  $x$  [cm]、塩素とセシウムの各イオン1個あたりの質量をそれぞれ  $m_1$  [g]、 $m_2$  [g]、塩化セシウムの結晶1 mol 当たりの体積を  $v$  [cm<sup>3</sup>] とする。後の問い (a・b) に答えよ。

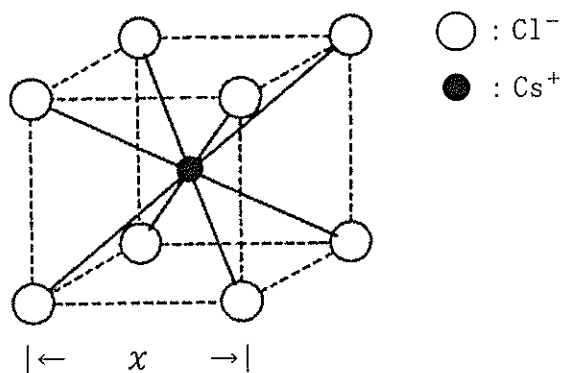


図1 塩化セシウム結晶の単位格子

a  $\text{Cl}^-$  と  $\text{Cs}^+$  の配位数の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

	$\text{Cl}^-$	$\text{Cs}^+$
①	1	1
②	1	4
③	1	8
④	4	1
⑤	4	4
⑥	4	8
⑦	8	1
⑧	8	4
⑨	8	8

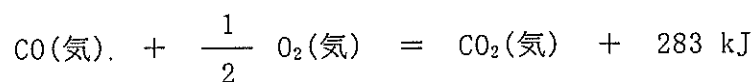
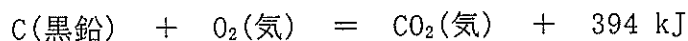
b 塩化セシウムの式量を表すものを、後の選択肢から一つ選べ。 16

- ①  $\frac{(m_1+m_2)x^3}{v}$       ②  $\frac{(m_1+m_2)v}{x^3}$       ③  $\frac{v}{(m_1+m_2)x^3}$
- ④  $\frac{x^3}{(m_1+m_2)v}$       ⑤  $\frac{(m_1+m_2)}{vx^3}$       ⑥  $\frac{vx^3}{(m_1+m_2)}$

問2 窒素と酸素の 60°Cの水への溶解度 (1.0×10<sup>5</sup> Pa のもとで水 1 L に溶解する気体の物質量) は、窒素が 5.0×10<sup>-4</sup> mol, 酸素が 9.0×10<sup>-4</sup> mol である。60°Cにおいて、1.0×10<sup>5</sup> Pa の空気が水 1 L に接しているとき、溶解している窒素と酸素の物質量比 (N<sub>2</sub>:O<sub>2</sub>) として正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、空気に含まれる窒素と酸素の体積の割合は 80%と 20%とする。 17

	窒素 : 酸素
①	1 : 4
②	4 : 1
③	5 : 9
④	9 : 5
⑤	9 : 20
⑥	20 : 9

問3 黒鉛および一酸化炭素の燃焼熱を表す熱化学方程式は次の通りである。後の問い (a・b) に答えよ。



a 一酸化炭素の生成熱として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  kJ/mol

- ① -677                      ② -172                      ③ -111  
④ 111                        ⑤ 172                        ⑥ 677

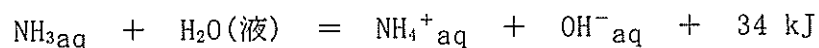
b 黒鉛 12.0 g が不完全燃焼して、一酸化炭素と二酸化炭素を合わせて 40.0 g 生成した。このときに発生した熱量 [kJ] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  kJ

- ① 295                      ② 323                      ③ 366  
④ 380                      ⑤ 400

問4 白金電極を用いて 0.10 mol/L の硫酸銅(II)水溶液 500 mL を電気分解した。0.50 A の電流である時間電気分解したところ、陰極に 0.16 g の銅が析出した。電気分解した時間として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 6分26秒                      ② 12分52秒                      ③ 16分5秒  
④ 25分44秒                      ⑤ 32分10秒

問 5 アンモニア水では次の熱化学方程式で表される電離平衡が成り立っている。  
 次の a~c の操作を行ったときに、平衡が移動する方向の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 21



- a 水を加える。
- b 溶液を温めてアンモニア水から気体のアンモニアを一部追い出す。
- c 固体の水酸化ナトリウムを加える。

	a	b	c
①	右方向に移動	右方向に移動	右方向に移動
②	右方向に移動	右方向に移動	左方向に移動
③	右方向に移動	左方向に移動	右方向に移動
④	右方向に移動	左方向に移動	左方向に移動
⑤	左方向に移動	右方向に移動	右方向に移動
⑥	左方向に移動	右方向に移動	左方向に移動
⑦	左方向に移動	左方向に移動	右方向に移動
⑧	左方向に移動	左方向に移動	左方向に移動

第4問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 水に溶けやすく刺激臭を持つ赤褐色の有毒な気体で、銅と濃硝酸を反応させると発生する気体として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 窒素
- ② アンモニア
- ③ 一酸化窒素
- ④ 二酸化窒素
- ⑤ 四酸化二窒素

問2 ハロゲン元素の化合物に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 塩化ナトリウムに希塩酸を加えると、黄緑色の塩素が発生する。
- ② 塩化銀  $\text{AgCl}$  に光をあてると黒変するが、これは酸化銀  $\text{Ag}_2\text{O}$  を生じるからである。
- ③ 塩化カリウム水溶液に少量のヨウ素を加えると、塩素が遊離して溶液は褐色を呈する。
- ④ ホタル石  $\text{CaF}_2$  に濃硫酸を加えて熱すると、フッ化水素  $\text{HF}$  が発生する。
- ⑤ 気体の  $\text{HCl}$  に光を当てると爆発的に反応して  $\text{H}_2$  と  $\text{Cl}_2$  を生じる。

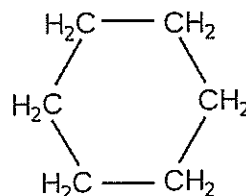
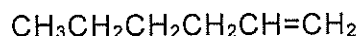
問 3 鉄（鋼）は錆びやすいが、スズや亜鉛でメッキ（材料の表面に金属の薄層を形成すること）を行うことで改善され、薄板をスズでメッキしたものはブリキ、亜鉛によるものはトタンと呼ばれる。ブリキとトタンに関する次の記述 a～c の正誤の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。

24

- a スズと亜鉛は、いずれも鉄よりイオン化傾向が小さい。
- b ブリキは、酸および塩基との反応性が高いので、缶詰用の缶に使用できない。
- c トタンは、亜鉛が鉄よりも酸化されやすいことで、鉄の錆びを防ぐことができる。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問 4 下の 2 種類の化合物を区別するために行う操作として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 25



- ① 赤色リトマス紙を用いて、その色の変化を調べる。
- ② 青色リトマス紙を用いて、その色の変化を調べる。
- ③ アンモニア水を加え、アンモニウム塩の生成を調べる。
- ④ 臭素水を加え、赤褐色の消失を調べる。
- ⑤ ナトリウムの小片を加えて、気体の発生を調べる。
- ⑥ フェーリング液を加えて、沈殿の生成を調べる。

問 5 同じ分子式  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  を持つアルコール A とエーテル B の混合物がある。この混合物 14.8 g に十分量のナトリウムを加えて、完全に反応させたところ、0.03 mol の水素が発生した。次の問い (a・b) に答えよ。

a アルコール A と同じ分子式で示されるアルコールの構造異性体は何種類あるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、アルコール A 自身は異性体の数に含めないものとする。 26 種類

- ① 2    ② 3    ③ 4    ④ 5    ⑤ 6    ⑥ 8

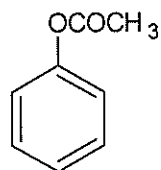
b 混合物中のエーテル B の含有率 (質量パーセント) として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 27 %

- ① 15    ② 30    ③ 40    ④ 60    ⑤ 70    ⑥ 85

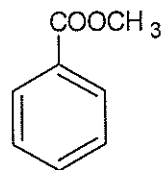


問 6 分子式が  $C_8H_8O_2$  の芳香族化合物 A は、炭酸水素ナトリウム水溶液に二酸化炭素を発生しながら溶ける。また、芳香族化合物 A を過マンガン酸カリウムで酸化すると  $C_8H_6O_4$  という分子式を持つ有機化合物に変化する。芳香族化合物 A として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 28

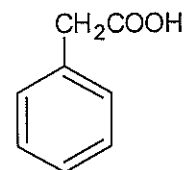
①



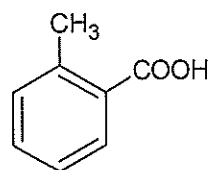
②



③



④



⑤

