

◇ 化 学

化 8-1～化 8-16 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, C=12, O=16, S=32

アボガドロ定数は、 $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/mol とする。

気体定数は $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

ファラデー定数は $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 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 M殻に電子をもたないもの

- ① Na ② Ca ③ Cl^- ④ Al^{3+} ⑤ Ar

b 単体の融点が最も高いもの

- ① Li ② Mg ③ C(ダイヤモンド) ④ O ⑤ F

c 同位体に関する記述として当てはまらないもの

- ① 同位体どうしは、同じ元素記号を用いて表される。
② 同位体どうしは、質量数が異なる。
③ 同位体どうしは、中性子数が同じである。
④ 同位体どうしは、化学的性質がほぼ同じである。
⑤ 天然に存在する各同位体の原子数の比は、ほぼ一定である。

問 2 元素の周期表に関する記述として正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。

4

- ① 現在用いられている周期表は、元素を原子量順に整理した表である。
- ② 1 族の元素をすべてアルカリ金属という。
- ③ 1, 2 族の元素は、すべて典型元素である。
- ④ 金属元素はすべて遷移元素に分類される。
- ⑤ 周期表の一番右上の元素が最も陰性が強い。

問 3 結晶に関する次の 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。 5

- a 固体の酸化カルシウム CaO は、イオン結晶である。
- b 固体の二酸化ケイ素 SiO_2 は、分子結晶である。
- c 金属結晶は自由電子を持っているが、イオン結晶は自由電子を持たない。

	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 図1は、ある化合物を一定圧力下で加熱したときの加熱時間と温度変化を示している。この図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。 6

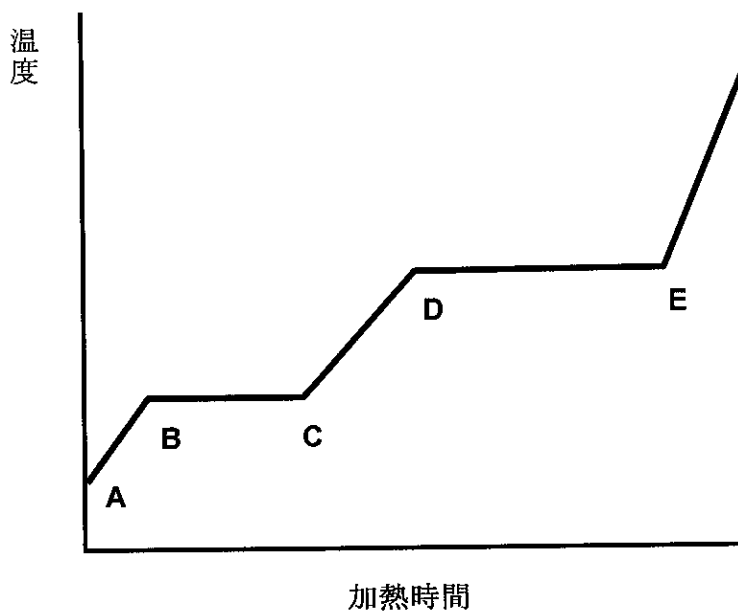


図1 ある化合物を一定圧力下で加熱したときの加熱時間と温度変化

- ① A から B の区間では、化合物は液体と固体が共存している。
- ② C から D の区間では、加えられた熱エネルギーが化合物粒子間の引力を振り切るためだけに使われている。
- ③ D から E の区間では、気体の状態の化合物だけが存在している。
- ④ この化合物は、不純物が含まれていない純物質であると考えられる。

問5 水 45 mg の中で共有結合に関わっている電子の総数として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 7 個

- ① 0.50×10^{21}
- ② 1.5×10^{21}
- ③ 3.0×10^{21}
- ④ 4.5×10^{21}
- ⑤ 6.0×10^{21}

化学の問題は次のページに続く

第2問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号 8 ~ 14〕

問1 原子量が59の金属元素Mの酸化物がある。この酸化物においてMの質量が71%を占めていた。酸化物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。 8

- ① MO ② MO₂ ③ M₂O ④ M₂O₃ ⑤ M₃O₄

問2 質量パーセント濃度が a [%] で密度が d [g/cm³] の濃硫酸 V [mL] を水で希釈して1 Lの希硫酸を調製した。後の問い (a・b) に答えよ。

a 濃硫酸の希釈方法として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

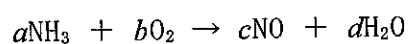
9

- ① ビーカーに入った水をかき混ぜながら、濃硫酸を少しずつ加える。
 ② ビーカーに入った水をかき混ぜずに、濃硫酸を少しずつ加える。
 ③ ビーカーに入った濃硫酸をかき混ぜながら、水を少しずつ加える。
 ④ ビーカーに入った濃硫酸をかき混ぜずに、水を少しずつ加える。

b 調製した希硫酸のモル濃度 [mol/L] 表す式として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 10

- ① $\frac{adV}{9800}$ ② $\frac{9800}{adV}$ ③ $\frac{ad}{9800V}$ ④ $\frac{9800ad}{V}$
 ⑤ $\frac{dV}{9800a}$ ⑥ $\frac{9800a}{dV}$ ⑦ $\frac{d}{9800aV}$ ⑧ $\frac{9800d}{aV}$

問3 次の化学反応式の係数 ($a\sim d$) の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 11



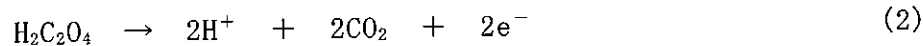
	a	b	c	d
①	2	3	2	3
②	2	3	2	4
③	4	3	4	5
④	4	5	4	6
⑤	5	3	5	4
⑥	5	6	5	7

問4 酸と塩基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。

12

- ① 25℃の強塩基を純水で希釈していくと、pHが7より小さくなることがある。
- ② $[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-x} \text{ mol/L}$ の時のpHは、 x である。
- ③ 中和する酸・塩基の量的関係(物質量)は、酸や塩基の強弱(電離度の大小)に関わらず成立する。
- ④ 濃度未知の強酸を濃度既知の弱塩基で中和滴定することを逆滴定と呼ぶ。

問5 硫酸酸性水溶液中では、過マンガン酸カリウム KMnO_4 とシュウ酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ は電子を含む次のイオン反応式で反応する。



シュウ酸 x [mol] を含む水溶液に硫酸酸性の 0.0200 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を加えたところ二酸化炭素が発生した。この反応における加えた過マンガン酸カリウム水溶液の体積と、発生した二酸化炭素の標準状態における体積との関係は、表1のようになった。後の問い (a・b) に答えよ。

表1 加えた過マンガン酸カリウム水溶液の体積と、発生した二酸化炭素の標準状態における体積との関係

加えた過マンガン酸カリウム水溶液の体積 [mL]	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
発生した二酸化炭素の標準状態における体積 [mL]	2.24	4.48	6.72	8.96	11.2	11.2

a 反応式 (2) における炭素原子の酸化数の変化として正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 13

- ① 2減る ② 1減る ③ 変化しない ④ 1増える
⑤ 2増える

b 反応前のシュウ酸の物質質量 x [mol] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 14 mol

- ① 1.25×10^{-4} ② 2.50×10^{-4} ③ 3.75×10^{-4}
④ 5.00×10^{-4} ⑤ 1.00×10^{-3}

化学の問題は次のページに続く

第3問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号 15 ~ 21〕

問1 水の特異的な性質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。 15

- ① 水の密度は固体に比べ液体の方が小さい。
- ② 水の密度は4℃を上回ると、温度が上がるにつれて大きくなる。
- ③ 氷では、すべての酸素原子の非共有電子対と水素原子が共有結合で結びついている。
- ④ 氷では、酸素原子だけに注目するとダイヤモンドと同じ結晶構造となる。
- ⑤ 氷では、1分子の水分子が2分子の水分子に囲まれた構造をとる。

問2 図1は、ある化学反応（可逆反応）の進行度とエネルギー変化を示したものである。触媒を用いた場合と触媒を用いない場合の反応経路が示されている。触媒を用いた場合の逆反応の活性化エネルギーを表す式として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 16

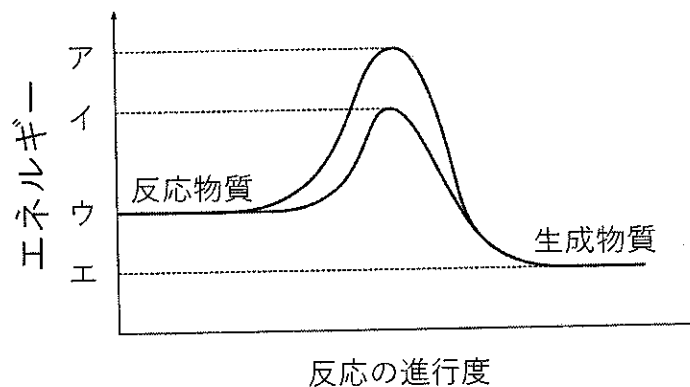


図1 ある化学反応（可逆反応）の進行度とエネルギー変化

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① アーイ | ② アーウ | ③ アーエ |
| ④ イーウ | ⑤ イーエ | ⑥ ウーエ |

問3 金が水中に分散しているアコロイド溶液が 300 mL ある。この溶液の浸透圧を調べると、27℃で 1.66×10^3 Pa であった。次の問い (a・b) に答えよ。

a 下線アのコロイドには、分散媒と分散質の組合せが異なるいろいろなコロイドがある。分散媒が気体で、分散質が液体であるものとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 17

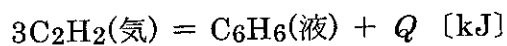
- ① 泡 ② 雲 ③ 煙 ④ マシュマロ

b このコロイド溶液に含まれる金のコロイドの粒子の物質質量 [mol] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 18 mol

- ① 1.00×10^{-4} ② 2.00×10^{-4} ③ 3.00×10^{-4}
④ 1.00×10^{-3} ⑤ 2.00×10^{-3} ⑥ 3.00×10^{-3}

問4 アセチレンからベンゼンができる次の熱化学方程式の反応熱 Q は何 kJ か。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、アセチレンの燃焼熱は 1300 kJ/mol、ベンゼン (液) の燃焼熱は 3268 kJ/mol である。

19 kJ



- ① -1968 ② -668 ③ -632
④ 632 ⑤ 668 ⑥ 1968

問5 硝酸銀水溶液に塩化アンモニウムとアンモニアを含む水溶液を加えて、銀イオンの一部が塩化銀として沈殿し、一部がアンモニアと錯塩(錯イオン)をつくって溶けている混合液を作成した。この混合液に次の a~c を少量加えた時に、沈殿している塩化銀の物質量の増減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。 20

- a 塩化ナトリウム
- b 水酸化ナトリウム
- c 水酸化カリウム

	a	b	c
①	増加	増加	増加
②	増加	増加	減少
③	増加	減少	増加
④	増加	減少	減少
⑤	減少	増加	増加
⑥	減少	増加	減少
⑦	減少	減少	増加
⑧	減少	減少	減少

問6 陽極および陰極に白金電極を用いて、200 mL の 0.100 mol/L の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を 2.00 A の電流で 16 分 5 秒間電気分解した。電気分解後の硫酸銅(Ⅱ)水溶液のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、電気分解の前後で水溶液の体積に変化はないものとする。 21 mol/L

- ① 1.25×10^{-2} ② 2.50×10^{-2} ③ 5.00×10^{-2}
- ④ 7.50×10^{-2} ⑤ 1.00×10^{-1}

化学の問題は次のページに続く

第4問 次の問い(問1~7)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 身のまわりにある金属に関する記述として誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① リチウムは、電池の材料に用いられる。
- ② アルミニウムは、リサイクルした方が、ボーキサイトから製錬する場合に比べ、コストやエネルギーの節約ができる。
- ③ クロムは、ステンレス鋼の原料として用いられる。
- ④ 銅は、単体の金属のうちで最も電気伝導性が高い。
- ⑤ スズは青銅の原料、亜鉛は黄銅の原料として用いられる。
- ⑥ 金は、展性・延性に富む。

問2 濃硫酸、濃硝酸、濃塩酸のいずれにも当てはまる性質として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 金とは反応しないが白金とは反応する。
- ② 不揮発性の酸である。
- ③ 還元作用がある。
- ④ ガラスを侵さない。

問3 Ba²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺を含む硝酸酸性水溶液から、操作1～3によって各イオンを分離し、特定した。これらの金属イオンに関連する記述として誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。 24

操作1 Ba²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺を含む硝酸酸性水溶液に硫化水素を通じ、沈殿Aとろ液Aを分離した。

操作2 ろ液Aをアンモニア水で塩基性にしたのち、硫化水素を通じ、沈殿Bとろ液Bを分離した。

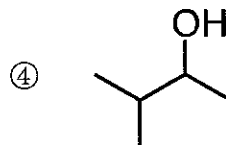
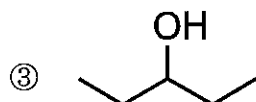
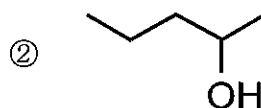
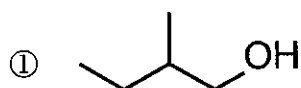
操作3 ろ液Bに炭酸アンモニウム水溶液を加えて沈殿Cを得た。

- ① 沈殿Aを生じる金属イオンは塩化物イオンと反応して白色沈殿を生じる。
- ② 沈殿Bを生じる金属イオンは、炎色反応を示す。
- ③ 沈殿Cを生じる金属イオンは、硫酸イオンと反応して白色沈殿を生じる。
- ④ 沈殿Cを生じる金属イオンは、クロム酸イオンと反応して黄色沈殿を生じる。

問4 生活に関わりのある有機化合物に関する記述として、誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。 25

- ① 保湿剤などに用いられるグリセリン(1,2,3-プロパントリオール)は、アルコールの一種である。
- ② 接着剤などの溶剤に用いられる酢酸エチルは、常温で果実のような芳香を放つ液体である。
- ③ ペンキや塗料の溶剤に用いられるトルエンが燃焼すると多量のすすが出る。
- ④ 消毒液に用いられるエタノールは、水より低い沸点を示す。
- ⑤ 防腐剤や消毒薬に用いられるクレゾールには4種類の構造異性体がある。

問 5 分子式 $C_5H_{12}O$ のアルコールの中で、**不斉炭素原子をもたないものを**、後の選択肢から一つ選べ。 26



問 6 有機化合物の構造異性体に関する記述として下線部に**誤りを含むものを**、後の選択肢から一つ選べ。 27

- ① ジブロモメタン（二臭化メチレン）には、二つの構造異性体がある。
- ② エタンの水素原子の 2 個を塩素原子 2 個で置き換えた化合物には、二つの構造異性体がある。
- ③ C_4H_{10} で表される化合物には、二つの構造異性体がある。
- ④ ジメチルエーテルとエタノールは、互いに構造異性体である。
- ⑤ 酢酸とグリコールアルデヒド（構造式； ）は、互いに構造異性体である。

問 7 分子式が $C_xH_yO_4$ で表される化合物 A がある。図 1 のような装置を用いて化合物 A 210 mg の元素分析を行ったところ、塩化カルシウム管は 90 mg、ソーダ石灰管は 440 mg 質量が増加した（これら吸着管は、十分に機能したものとする）。 $C_xH_yO_4$ の x と y 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。

28

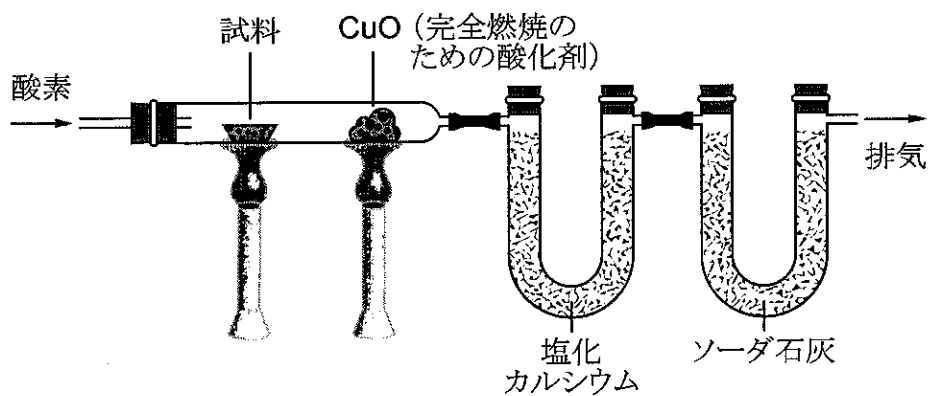


図 1 実験装置

	x	y
①	4	4
②	4	8
③	6	6
④	6	12
⑤	8	8
⑥	8	16