

◇ 化 学

化 5－1～化 5－19 まで 19 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, N=14, O=16, Ne=20, Na=23, Mg=24, Cu=64

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/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 ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ がもつ中性子の数

- ① 17 ② 18 ③ 19 ④ 20 ⑤ 37

b イオン化エネルギーが最も大きい原子

- ① F ② Na ③ Li ④ C ⑤ O

c 電子配置が他と異なる原子またはイオン

- ① F^- ② Ne ③ Mg^{2+} ④ K^+ ⑤ O^{2-}

問2 次のa～dはダイヤモンド、ヨウ素、塩化ナトリウムの結晶の性質に関する記述である。記述中の物質A～Cの組合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 4

- a BとCは水に溶けないが、Aは水に溶ける。
- b AとCはシクロヘキサンに溶けないが、Bはシクロヘキサンに溶ける。
- c Bは常圧下で加熱すると昇華する。
- d A～C はいずれも結晶状態では電気伝導性を示さないが、Aは融解すると電気伝導性を示す。

	A	B	C
①	塩化ナトリウム	ダイヤモンド	ヨウ素
②	塩化ナトリウム	ヨウ素	ダイヤモンド
③	ダイヤモンド	塩化ナトリウム	ヨウ素
④	ダイヤモンド	ヨウ素	塩化ナトリウム
⑤	ヨウ素	塩化ナトリウム	ダイヤモンド
⑥	ヨウ素	ダイヤモンド	塩化ナトリウム

問3 次の文章中の空欄 ア ～ ウ に当てはまる語句の組合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 5

水素原子と塩素原子が結合するとき、水素原子と塩素原子のもつ ア を用いて イ 結合が形成される。水素原子と塩素原子が結合してできた塩化水素を表す化学式 HCl を ウ という。

	ア	イ	ウ
①	不対電子	共有	分子式
②	不対電子	共有	構造式
③	不対電子	イオン	分子式
④	不対電子	イオン	構造式
⑤	対電子	共有	分子式
⑥	対電子	共有	構造式
⑦	対電子	イオン	分子式
⑧	対電子	イオン	構造式

問 4 原子間の結合には極性があるが、分子全体としては無極性である物質として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 6

- ① 水 ② 二酸化炭素 ③ 塩素
④ アンモニア ⑤ クロロホルム

問 5 化学実験に関する記述 a～d のうち、正しいもの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。 7

- a 液体が入った試験管を加熱する際、振りまぜながら加熱した。
b 濃硫酸が皮膚についたので、乾いた布でふき取って実験を続けた。
c 必要量よりも多く取った固体の水酸化ナトリウムを元の試薬瓶に戻した。
d 実験を行った結果が予想された数値と異なっていたので、レポートにはその数値を記載し、異なる値になった考察を記して提出した。

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

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 天然の銅は ^{63}Cu と ^{65}Cu の2種類の同位体からなり、その原子量は63.5である。 ^{63}Cu の相対質量を63, ^{65}Cu の相対質量を65とすると、天然の ^{65}Cu の存在比〔%〕として最も適切な数値を、後の選択肢から一つ選べ。

%

- ① 11 ② 25 ③ 50 ④ 67
⑤ 75 ⑥ 88

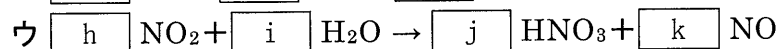
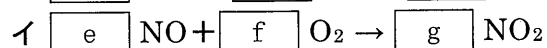
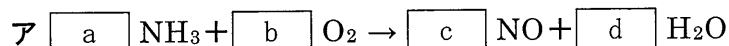
問2 常温・常圧で空気より密度の大きいものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、空気は窒素と酸素の体積比が4:1の混合気体とする。

- ① CH_4 ② NO_2 ③ Ne ④ NH_3 ⑤ N_2
⑥ CO

問3 質量パーセント濃度8.0%の水酸化ナトリウム水溶液の密度は 1.1 g/cm^3 である。この溶液 100 cm^3 に含まれる水酸化ナトリウムの物質量〔mol〕として最も適切な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 mol

- ① 0.18 ② 0.20 ③ 0.22 ④ 0.32
⑤ 0.35 ⑥ 0.38

問 4 アンモニアを酸化して工業的に硝酸をつくる反応は、次のア～ウに示す化学反応式で表される。ウで生成した NO は、イとウの反応を繰り返して全て HNO₃ に変える。このような硝酸の工業的製法をオストワルト法という。下の問い(a・b)に答えよ。



- a 反応式アの空欄 $\boxed{a}$, $\boxed{b}$, $\boxed{c}$, $\boxed{d}$ に当てはまる係数の組合せとして最も適当なものを、表の選択肢から一つ選べ。 $\boxed{11}$

	a	b	c	d
①	1	3	1	5
②	1	5	1	6
③	2	3	2	5
④	2	5	2	6
⑤	3	3	3	5
⑥	3	5	3	6
⑦	4	3	4	5
⑧	4	5	4	6

- b 標準状態で 448 L のアンモニアをオストワルト法で完全に硝酸にしたとする。生成した硝酸をすべて用いると、質量パーセント濃度 31.5 % の硝酸は何 kg 得られるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。

$\boxed{12}$ kg

- ① 0.50 ② 1.0 ③ 1.5 ④ 2.0
⑤ 4.0 ⑥ 8.0

問 5 次の記述ア～ウに当てはまる金属 A～C のイオン化傾向の大小関係を正しく示してい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。

13

ア A は室温の水と反応するが、C は反応しない。

イ B は室温の水とは反応しないが、高温の水蒸気とは反応する。

ウ C の塩化物の水溶液に B を入れると、C が析出する。

- ① $A > B > C$ ② $A > C > B$ ③ $B > A > C$ ④ $B > C > A$
⑤ $C > A > B$ ⑥ $C > B > A$

問 6 下線で示す物質が還元剤としてはたらいっている化学反応式として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

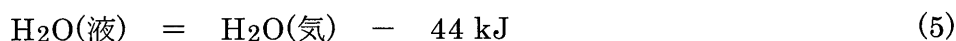
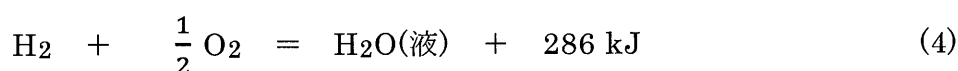
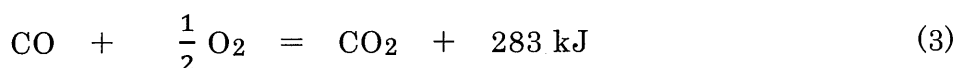
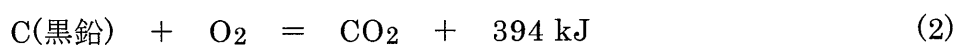
14

- ① $2\text{KI} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{KOH} + \text{O}_2$
② $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$
③ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3(\text{COOH})_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 7\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$
④ $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{K} \rightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2$
⑤ $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
⑥ $\text{Cl}_2 + 2\text{KBr} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{Br}_2$

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 赤熱した炭素に水蒸気を通じると一酸化炭素と水素が生成する。その熱化学方程式は次の(1)のように表される。この反応の反応熱 Q を、次の熱化学方程式(2)～(5)を用いて求めると、何 kJ になるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 15 kJ



- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① -219 | ② -175 | ③ -131 |
| ④ 131 | ⑤ 175 | ⑥ 219 |

問2 固体の水への溶解度に関する次の 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。 16

- a 温度が高くなるほど、溶解度が大きくなることが多い。
 b 無極性分子からなる分子結晶は、水に溶けにくいものが多い。
 c 飽和溶液中に溶け残った溶質が共存しているとき、溶解と析出は常に起こっている。

	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3 スクロースや塩化ナトリウムのような **ア** を溶媒に溶かすと、溶液の **イ** は、同じ温度の純粋な溶液の **イ** よりも **ウ** なる。このため、溶液の沸点は上昇する。1.0×10⁵ Pa のもとで水の沸点は 100 °C であるが、水 100 g に尿素 CO(NH₂)₂ 0.30 g を溶解した溶液の沸点は **エ** °C 上昇する。次の問い(a・b)に答えよ。

- a 文章中の空欄**ア～ウ**に当てはまる語句の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 **17**

	ア	イ	ウ
①	電解質	体積	低く
②	電解質	体積	高く
③	電解質	蒸気圧	低く
④	電解質	蒸気圧	高く
⑤	不揮発性の物質	体積	低く
⑥	不揮発性の物質	体積	高く
⑦	不揮発性の物質	蒸気圧	低く
⑧	不揮発性の物質	蒸気圧	高く

- b 文章中の空欄**エ**に当てはまる数値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、水のモル沸点上昇は、0.52 K・kg/mol とする。

18

- ① 1.3×10^{-2} ② 2.6×10^{-2} ③ 5.2×10^{-2} ④ 1.3×10^{-3}
 ⑤ 2.6×10^{-3} ⑥ 5.2×10^{-3}

- 問 4 図 3-1 のようなピストン付きの容器に、窒素で飽和した水と窒素が圧力 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で閉じ込めてある。この時の気体の体積を V とする。ピストンを押し、容器内の圧力をはじめての 3 倍に保って、十分な時間放置した。この時の気体の窒素の体積の記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、水の飽和水蒸気圧は無視できるものとする。 19

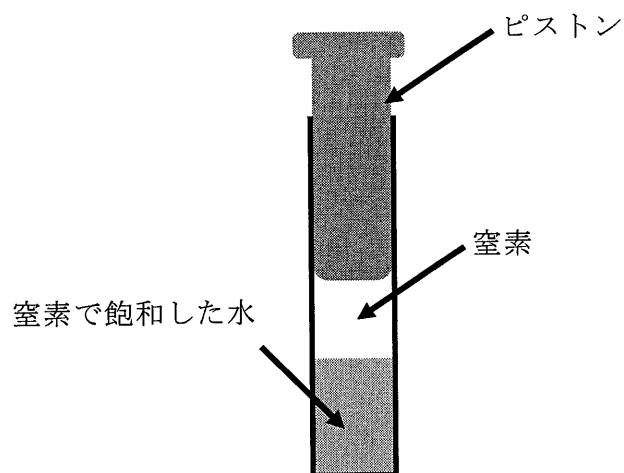


図 3-1 ピストン付きの容器

- ① 0 になる。 ② 変化しない。 ③ $\frac{V}{3}$ になる。
- ④ $\frac{V}{3}$ より少し小さくなる。 ⑤ $\frac{V}{3}$ より少し大きくなる。

問 5 図 3-2 は、粗銅(Ag, Au, Fe, Ni, Zn などを含む純度約 99%の銅) Cu などから電気精錬によって純銅を得るための装置の模式図である。図中の ア～エ に当てはまるもの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

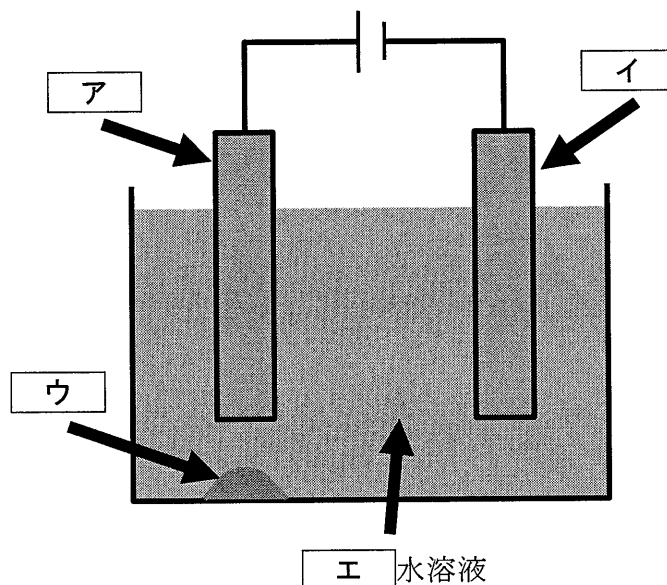
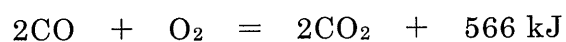


図 3-2 銅の精錬の模式図

	ア	イ	ウ	エ
①	粗銅板	純銅板	Fe, Ni	NaOH
②	粗銅板	純銅板	Fe, Ni	CuSO ₄
③	粗銅板	純銅板	Au, Ag	NaOH
④	粗銅板	純銅板	Au, Ag	CuSO ₄
⑤	純銅板	粗銅板	Fe, Ni	NaOH
⑥	純銅板	粗銅板	Fe, Ni	CuSO ₄
⑦	純銅板	粗銅板	Au, Ag	NaOH
⑧	純銅板	粗銅板	Au, Ag	CuSO ₄

問 6 一酸化炭素と酸素を密閉容器に入れて混合し、ある温度に保つと二酸化炭素を生じる。この反応は可逆反応であり、熱化学方程式は次に示すとおりである。この反応が平衡状態になった後、下の a～c のように外部条件を変化させた。それぞれの条件下における二酸化炭素の生成方向への反応速度の変化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。ただし、すべての物質が常に気体状態で存在しているものとする。 21



- a 反応温度を下げる。
- b 体積を一定に保ってアルゴンを加える。
- c 全圧を高くする。

	a	b	c
①	大きくなる	小さくなる	大きくなる
②	大きくなる	小さくなる	小さくなる
③	大きくなる	変化しない	大きくなる
④	大きくなる	変化しない	小さくなる
⑤	小さくなる	小さくなる	大きくなる
⑥	小さくなる	小さくなる	小さくなる
⑦	小さくなる	変化しない	大きくなる
⑧	小さくなる	変化しない	小さくなる

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 22 ～ 28〕

問 1 貴ガスに関する次の 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。 22

- a 18 族元素は、すべて貴ガスである。
- b 貴ガスは、すべて価電子数が 0 である。
- c 貴ガスは、常温で単原子分子の気体である。

	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 2 銅とマグネシウムの混合物 5.0 g を質量が変化しなくなるまで空気中で 1000℃ 以下で加熱したところ、酸化銅(Ⅱ) CuO および酸化マグネシウム MgO が生じ、加熱後の質量が 7.5 g になった。このとき、加熱前の銅とマグネシウムの物質量の比 (Cu:Mg) として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 23

- ① 1:2 ② 1:3 ③ 1:4 ④ 2:1 ⑤ 3:1 ⑥ 4:1

問3 身近な無機物質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。 24

- ① 宝石のルビーやサファイアは、微量の不純物を含んだ酸化アルミニウムの結晶である。
- ② 塩化カルシウムは、水に溶解すると溶液の凝固点が上がるので、道路の凍結防止に用いられる。
- ③ 酸化チタン（IV）は、建物の外壁や窓ガラスの表面に塗布されていると、光触媒としてはたらき、有機物の汚れが分解される。
- ④ 高純度の二酸化ケイ素からなるガラスは、繊維状にして光ファイバーに利用されている。
- ⑤ 酸化亜鉛の粉末は白色であり、水に溶けにくいので、絵の具や塗料の顔料として用いられる

問4 図4-1に示すふたまたの試験管のAに希硫酸を、Bに硫化鉄(II)を入れ、試験管を傾けて両者を混合することにより、気体を発生させることができる。この実験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

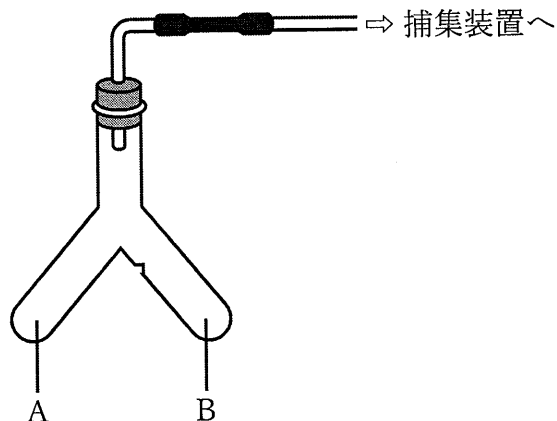
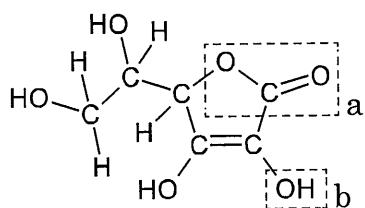


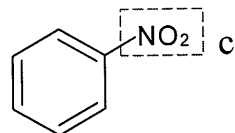
図4-1 気体の発生装置

- ① 毒性のある気体が発生するため実験装置は、換気のよい場所に設置する。
- ② 希硫酸は、濃硫酸に純水を加えて調製する。
- ③ 発生する気体は空気より密度が大きいので、下方置換によって捕集する。
- ④ 発生した気体は、卵の腐ったような臭い（腐卵臭）を持つ。
- ⑤ 発生した気体を酢酸鉛(II)水溶液に通じると、黒色の沈殿が生じる。
- ⑥ 希硫酸の代わりに希塩酸を用いて同様の操作を行っても、同じ気体が発生する。

問5 次の二つの有機物の破線で囲まれた結合や官能基 a～c とその名称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。 26



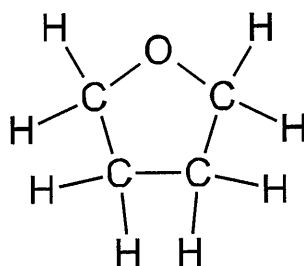
ビタミンの一種



芳香族炭化水素の一種

	a	b	c
①	エーテル結合	アルコキシ基	ニトロ基
②	エーテル結合	アルコキシ基	ニトリル基
③	エーテル結合	ヒドロキシ基	ニトロ基
④	エーテル結合	ヒドロキシ基	ニトリル基
⑤	エステル結合	アルコキシ基	ニトロ基
⑥	エステル結合	アルコキシ基	ニトリル基
⑦	エステル結合	ヒドロキシ基	ニトロ基
⑧	エステル結合	ヒドロキシ基	ニトリル基

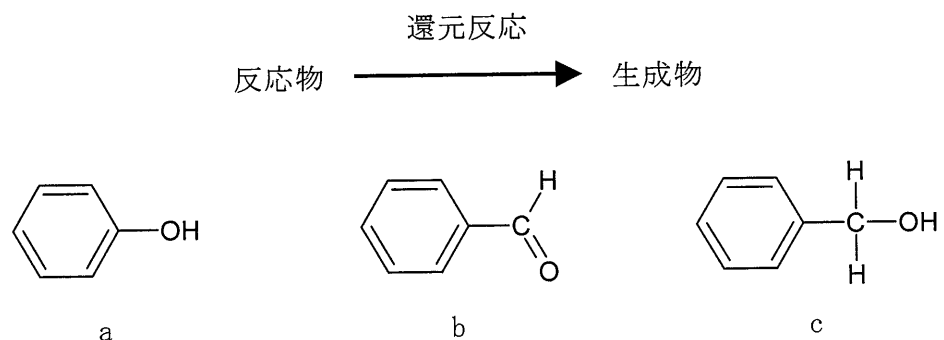
問 6 次の化合物 A の構造異性体のうち、アルデヒドとケトンはそれぞれいくつあるか。正しい数の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 27



化合物 A

	アルデヒド	ケトン
①	1	1
②	1	2
③	1	3
④	2	1
⑤	2	2
⑥	2	3
⑦	3	1
⑧	3	2
⑨	3	3

問7 下の三つの芳香族化合物 a～c の中には、次式のような還元反応の反応物と生成物の関係にあるものがある。この還元反応の反応物と生成物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



	反応物	生成物
①	a	b
②	a	c
③	b	a
④	b	c
⑤	c	a
⑥	c	b