

◇ 化 学

化5-1~化5-13まで13ページあります。

必要があれば原子量は次の値を使うこと。

H=1.0, C=12, N=14, O=16, Na=23, Cl=35.5

第1問 次の問い(問1~4)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 次のa~dに当てはまるものを、それぞれの解答群の①~⑤のうちから一つずつ選べ。

a ^{14}N と中性子の数が等しいもの

- ① $^{12}_6\text{C}$ ② $^{13}_6\text{C}$ ③ $^{14}_6\text{C}$ ④ $^{16}_8\text{O}$ ⑤ $^{17}_8\text{O}$

b He の価電子の数

- ① 1 ② 2 ③ 4 ④ 8 ⑤ 0

c 遷移元素であるものの組合せ

- ① Al と P ② Ca と Hg ③ Cu と Be ④ Mn と Ni
⑤ Mg と Fe

d 液体空気から窒素と酸素を分離して取り出す方法

- ① 再結晶 ② 電気分解 ③ 抽出 ④ 分留
⑤ クロマトグラフィー

問2 同素体に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① 同素体は、単体にだけ存在し、化合物には存在しない。
- ② 同素体は、化学的性質は同じであるが、物理的性質が異なる。
- ③ 同素体どうしは、温度・圧力の変化で互いに移り変わることがある。
- ④ ダイヤモンドとフラーレンは同素体である。
- ⑤ ゴム状硫黄と単斜硫黄は同素体である。

問3 日常生活で身近に用いられている種々の物質に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

- ① アルミニウムは軽いので、他の金属と合金をつくり強度を高めることで、航空機の材料やスーツケースなどに広く使われている。
- ② 食塩として用いられている塩化ナトリウムの水溶液を白金線につけ、ガスバーナーの炎の中に入れると、炎が黄色に着色する。
- ③ 炭酸ナトリウムはその塩基性を利用して、ガラスの製造などに用いられている。
- ④ 2価のアルコールであるエチレングリコールは、自動車のラジエーター内の冷却液(不凍液)に用いられる。
- ⑤ シリカゲルは、ケイ酸を加熱・吸水させてつくられる。

問4 質量パーセント濃度 80%の硫酸を水でうすめて、質量パーセント濃度 20%の硫酸を 1.0 L 作りたい。必要な水の体積 (mL) として、最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、質量パーセント濃度 20%の硫酸の密度は 1.14 g/cm^3 、水の密度は 1.00 g/cm^3 とする。 7 mL

- ① 228 ② 285 ③ 420 ④ 720 ⑤ 855 ⑥ 912

第2問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 黒鉛が不完全燃焼して、一酸化炭素 CO 28 g と二酸化炭素 CO₂ 44 g が生成した。このとき発生した熱量は何 kJ か。最も適当な数値を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、C(黒鉛)と CO(気)の燃焼熱はそれぞれ、394 kJ/mol、283 kJ/mol とする。 kJ

- ① 111 ② 283 ③ 339 ④ 505 ⑤ 677

問2 酸や塩基に関する記述 a~c の正誤の組合せとして正しいものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。

- a pH=5 の塩酸を 1,000 倍に薄めると、pH は約 8 になる。
 b 水酸化物イオンは、水溶液中では水分子と結びつき、オキソニウムイオンとなっている。
 c 強酸は、濃度が大きいときでも電離度が 1 に近い。

| | 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3 硫酸アンモニウムに強塩基を加えてアンモニアを発生させた。発生させたアンモニアを 0.200 mol/L の硫酸 200 mL の中に通じて、全て吸収させた。アンモニアを吸収させた後の硫酸を 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和するために、300 mL を要した。次の問い (a・b) に答えよ。

a 水酸化ナトリウムによって中和された硫酸の物質量 (mol) として最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 10 mol

- ① 0.0150 ② 0.0300 ③ 0.0450 ④ 0.0600
 ⑤ 0.0750 ⑥ 0.0900 ⑦ 0.120 ⑧ 0.150

b 初めに吸収されたアンモニアは何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 11 g

- ① 0.170 ② 0.340 ③ 0.510 ④ 0.680 ⑤ 0.850
 ⑥ 1.02 ⑦ 1.19 ⑧ 1.36

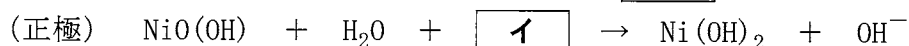
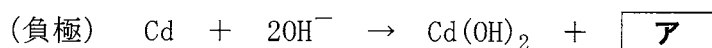
問4 次の記述 a～e にア～オの記号で示された金属をイオン化傾向の大きい順に並べたものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。 12

- a アは常温で水と激しく反応するが、エは常温では水と反応しにくい。
 b イのイオンを含む水溶液にウを入れると、ウが溶解し、イが析出する。
 c ウは希硫酸には溶けないが、エは希硫酸に水素を発生しながら溶ける。
 d イは熱濃硫酸や硝酸に溶ける。
 e オは希塩酸、熱濃硫酸や硝酸には溶けないが、王水には溶ける。

- ① ア > エ > ウ > イ > オ ② ア > エ > ウ > オ > イ
 ③ ア > エ > イ > オ > ウ ④ エ > ア > ウ > イ > オ
 ⑤ エ > ア > ウ > オ > イ ⑥ エ > ア > イ > オ > ウ
 ⑦ ウ > イ > オ > ア > エ ⑧ ウ > オ > イ > ア > エ
 ⑨ イ > オ > ウ > ア > エ

問5 ニッケル・カドミウム電池 (−)Cd | KOH aq | NiO(OH) (+) に関する次の問い (a・b) に答えよ。

a 下に示した反応式は、ニッケル・カドミウム電池で起こる負極と正極での反応式である。[ア], [イ] に当てはまるものの組合せとして正しいものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。 [13]



| | ア | イ |
|---|--------|--------|
| ① | e^- | e^- |
| ② | e^- | $2e^-$ |
| ③ | e^- | $4e^-$ |
| ④ | $2e^-$ | e^- |
| ⑤ | $2e^-$ | $2e^-$ |
| ⑥ | $2e^-$ | $4e^-$ |
| ⑦ | $4e^-$ | e^- |
| ⑧ | $4e^-$ | $2e^-$ |
| ⑨ | $4e^-$ | $4e^-$ |

b ニッケル・カドミウム電池で q [C] の電気量を取り出すのに必要な Cd の物質量は何 mol と表されるか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。ただし、ファラデー定数を F [C/mol] とする。 [14] mol

- ① $\frac{q}{F}$ ② $\frac{q}{2F}$ ③ $\frac{2q}{F}$ ④ $\frac{q}{4F}$ ⑤ $\frac{4q}{F}$
- ⑥ $\frac{F}{q}$ ⑦ $\frac{F}{2q}$ ⑧ $\frac{2F}{q}$ ⑨ $\frac{F}{4q}$ ⑩ $\frac{4F}{q}$

化学の問題は次のページに続く

第3問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号 15 ~ 20〕

問1 二酸化硫黄と硫化水素の性質として正しいものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 15

- ① 二酸化硫黄は無色・無臭の気体である。
- ② 二酸化硫黄の水溶液は、中性である。
- ③ 二酸化硫黄は硫化水素と反応して単体の硫黄と水を生じる。
- ④ 硫化水素は空気よりも軽く、無色の気体である。
- ⑤ 硫化水素を Cu^{2+} を含む水溶液に通すと、青緑色の沈殿を生じる。

問2 鉄は溶鉱炉を使って、原料である赤鉄鉱、コークス、石灰石からつくられる。この溶鉱炉内の反応として適当でない反応を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 16

- ① $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2\text{FeO} + \text{CO}_2$
- ② $3\text{FeO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}$
- ③ $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$
- ④ $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} \rightarrow 3\text{FeO} + \text{CO}_2$
- ⑤ $\text{FeO} + \text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}$

問3 水酸化ナトリウム水溶液を加えていくとき、一度沈殿が生じたのち、その沈殿が溶解するものの組合せとして最も適当なものを、下の①~⑩のうちから一つ選べ。 17

- a AgNO_3 水溶液
- b ZnSO_4 水溶液
- c $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 水溶液
- d CuSO_4 水溶液

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ dのみ
- ⑤ aとb ⑥ aとc ⑦ aとd ⑧ bとc
- ⑨ bとd ⑩ cとd

問4 窒素 N_2 を主成分とした混合気体から不純物として含まれる水素 H_2 を除去する方法として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 18

- ① 熱した銅網中を通す。
- ② 濃硫酸の中を通す。
- ③ ソーダ石灰の中を通す。
- ④ 熱した酸化銅(II)片の中を通したのち、塩化カルシウム中を通す。
- ⑤ 水の中を通す。

問5 炭酸ナトリウムは、工業的にはアンモニアソーダ法（ソルバー法）によって合成される。これに関する下の問い（a・b）に答えよ。

- a アンモニアソーダ法に関する次の記述中の空欄 ア、イ に当てはまる化合物の組合せとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 19

飽和食塩水に ア を十分に吸収させ、さらに二酸化炭素を通じると、炭酸水素ナトリウムが沈殿する。この沈殿を熱分解すると炭酸ナトリウムが得られる。石灰石を熱分解すると二酸化炭素と イ が得られる。得られた イ は水と反応させたのち、ア の回収に用いられる。

| | ア | イ |
|---|-------|---------|
| ① | アンモニア | 酸化カルシウム |
| ② | アンモニア | 炭酸カルシウム |
| ③ | アンモニア | 塩化カルシウム |
| ④ | 塩化水素 | 酸化カルシウム |
| ⑤ | 塩化水素 | 炭酸カルシウム |
| ⑥ | 塩化水素 | 塩化カルシウム |

b アンモニアソーダ法で炭酸ナトリウム2.0 kgを得るために必要な塩化ナトリウムの質量は何 kg か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、反応は完全に行われたものとする。

| |
|----|
| 20 |
|----|

 kg

- ① 0.55 ② 1.1 ③ 1.7 ④ 2.2 ⑤ 2.8

化学の問題は次のページに続く

第4問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 分子式 C_3H_5Br で示される化合物の異性体のうち、二重結合を一つもつもの数として最も適当な数値を、次の①~⑧のうちから一つ選べ。 個

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6
⑦ 7 ⑧ 8

問2 アルケンに関する次の記述 a~c について、正誤の組合せとして正しいものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 個

- a エチレンは、常温で液体である。
b エチレンは、臭素水を無色から赤褐色に変化させる。
c プロペンの炭素-炭素単結合 C-C は、その結合軸を回転軸として両側の原子(または原子団)が自由に回転できる。

| | 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 |

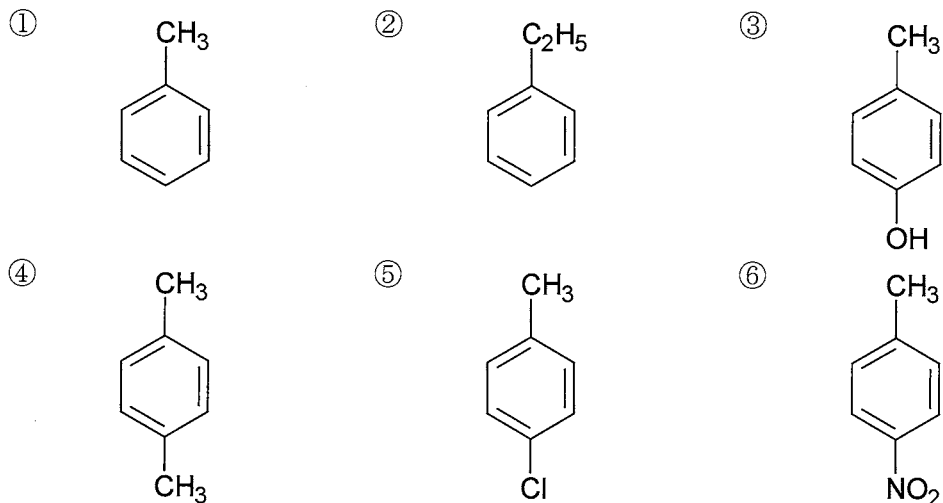
問3 酸化されにくいアルコールとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 23

- ① $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{OH}$
- ② $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$
- ③ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- ④ $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$
- ⑤ $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$

問4 水の脱離を伴わない反応として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 24

- ① フタル酸を加熱する。
- ② 酢酸とエタノールの混合物に少量の濃硫酸を加える。
- ③ マレイン酸を 160°C に加熱する。
- ④ アニリンと無水酢酸の混合物を反応させる。
- ⑤ グリセリンに濃硫酸と濃硝酸からなる混酸を加えて加熱する。

問5 ベンゼン環を含む構造未知の化合物 A を酸化したところ、カルボン酸 B が得られた。カルボン酸 B の 1.00 g を中和するのに、1.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 6.00 mL 必要であった。化合物 A の構造式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 25



問 6 炭素，水素，酸素からなる化合物 **A** がある。その 3.0 mg を燃やすと，二酸化炭素 4.4 mg と水 1.8 mg が生じた。また，化合物 **A** 0.45 g を熱して蒸気にし，この体積を標準状態に換算すると，168.0 mL であった。これに関する次の問い (a・b) に答えよ。

a 化合物 **A** の組成式の式量として最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 30 ② 44 ③ 48 ④ 88 ⑤ 96

b 化合物 **A** の 1 分子に含まれる炭素原子の数として最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 個

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5