

◇ 化 学

化 5－1～化 5－16 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。

$H=1.0$, $C=12$, $N=14$, $O=16$, $Na=23$, $S=32$

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/mol とする。

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

気体定数は $R=8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ 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のうちから一つずつ選べ。

a 第一イオン化エネルギーの値が最も大きい原子

- | | | |
|-------|----------|---------|
| ① 水素 | ② 炭素 | ③ ナトリウム |
| ④ フッ素 | ⑤ マグネシウム | |

b 不対電子の数が同じ原子の組合せ

- | | | |
|----------|-----------|----------|
| ① Be と F | ② Al と P | ③ H と He |
| ④ Na と O | ⑤ Na と Ca | |

c 互いに同素体であるものの組合せ

- | | | |
|------------|--------------|-----------|
| ① 金と銀 | ② 酸素とオゾン | ③ メタンとエタン |
| ④ 硫黄と二酸化硫黄 | ⑤ ダイヤモンドとケイ素 | |

問2 物質の状態変化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。 4

- ① 物質の状態変化では，化学変化が起こっている。
- ② 固体が液体になることを凝縮という。
- ③ 一定圧力の下で固体を加熱すると，構成粒子の熱運動のエネルギーが大きくなり，粒子間の引力の影響が強くなる。
- ④ 液体を加熱しても液体の内部で液体が気体に変化することは無い。
- ⑤ 氷を加熱していくと，氷の溶解が始まってからすべて溶解するまでの間の温度は融点で一定に保たれる。

問3 混合物の分離に関する記述と，それに関連する化学用語の組合せとして適当でないものを，後の選択肢から一つ選べ。 5

	混合物の分離に関する記述	化学用語
①	塩化ナトリウムと砂との混合物を水に溶解した後，ろ紙を用いて砂を分離する。	ろ過
②	沸点の違いを利用して，石油から灯油や軽油を取り出す。	分留
③	ヨウ素と塩化ナトリウムの混合物を加熱し，発生した蒸気を冷却してヨウ素を取り出す。	昇華
④	ろ紙に水性の黒インクで印をつけ，一端を水に浸して静置し，複数の色素を分離させる。	クロマトグラフィー
⑤	硝酸カリウムと少量の硫酸銅（Ⅱ）五水和物の混合物を適量の熱水に溶かし，ゆっくり冷却させて硝酸カリウムだけを析出させる。	抽出

問 4 次の記述 a・b は、塩化ナトリウム、ダイヤモンド、アルミニウムの性質に関するものである。記述中の物質ア～ウ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。 6

- a ア、イ、ウのうち、固体状態で最も電気伝導性がよいのはアである。
 b アとウの融点に比べて、イの融点は非常に高い。

	ア	イ	ウ
①	塩化ナトリウム	アルミニウム	ダイヤモンド
②	塩化ナトリウム	ダイヤモンド	アルミニウム
③	ダイヤモンド	塩化ナトリウム	アルミニウム
④	ダイヤモンド	アルミニウム	塩化ナトリウム
⑤	アルミニウム	塩化ナトリウム	ダイヤモンド
⑥	アルミニウム	ダイヤモンド	塩化ナトリウム

問 5 身の回りの現象や物質・製品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。 7

- ① ケイ素は半導体として、集積回路や太陽光電池に用いられる。
- ② 塩化カルシウムは、乾燥剤に用いられる。
- ③ 硬水中でのセッケンの洗浄力は、セッケンが Na^+ と反応して水に溶けにくい塩を作ることで低下する。
- ④ エチレンを重合させて得られる高分子は、容器や袋などに用いられる。
- ⑤ 火山地帯や温泉では、硫化水素による腐卵臭がすることがある。

化学の問題は次のページに続く

第2問 次の問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 8 ～ 14〕

問1 体積パーセントで窒素 80%，酸素 20%となるように2種類の気体を混合した。この混合気体の平均分子量として最も適当な数値を，後の選択肢から一つ選べ。 8

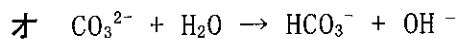
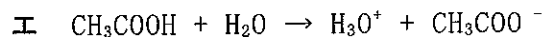
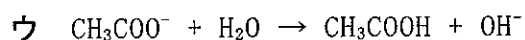
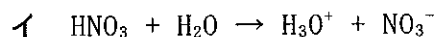
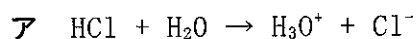
- ① 28 ② 29 ③ 30 ④ 31 ⑤ 32

問2 標準状態において，次のア～ウの気体 1 g の体積が大きい順に並べたものとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 9

ア O_2 イ CH_4 ウ H_2S

- ① ア>イ>ウ ② ア>ウ>イ ③ イ>ア>ウ
④ イ>ウ>ア ⑤ ウ>ア>イ ⑥ ウ>イ>ア

問3 次の反応ア～オのうち，水がブレンステッド・ローリーの定義による酸としてはたらいっている反応として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 10



- ① ア，イ ② ウ，オ ③ エ，オ
④ ア，イ，エ ⑤ ウ，エ，オ

問 4 質量パーセント濃度 20%の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、後の選択肢から一つ選べ。ただし、この水溶液の密度は 1.2g/cm^3 とする。 11 mol/L

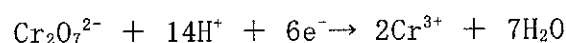
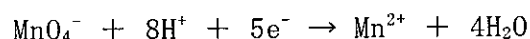
- ① 1.0 ② 2.0 ③ 3.0 ④ 4.0 ⑤ 5.0 ⑥ 6.0

問 5 濃度未知の酢酸の濃度を決定するため、正確に濃度がわかっている水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定した。このとき最適な指示薬と、中和点付近で生じる色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。

12

	最適な指示薬	色の変化
①	メチルオレンジ	赤色からオレンジ色
②	メチルオレンジ	無色から赤色
③	フェノールフタレイン	赤色からオレンジ色
④	フェノールフタレイン	無色から赤色
⑤	メチルレッド	赤色からオレンジ色
⑥	メチルレッド	無色から赤色

問 6 濃度未知の SnCl_2 の硫酸酸性水溶液 200 mL がある。これを 100 mL ずつに分け、それぞれについて Sn^{2+} を Sn^{4+} に酸化する実験を行った。一方の SnCl_2 水溶液中のすべての Sn^{2+} を Sn^{4+} に酸化するのに、0.10 mol/L の KMnO_4 水溶液が 30 mL 必要であった。もう一方の SnCl_2 水溶液中のすべての Sn^{2+} を Sn^{4+} に酸化するとき、必要な 0.10 mol/L の $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 水溶液の体積 [mL] 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、 MnO_4^- と $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ は、水溶液中でそれぞれ次のように酸化剤として働く。 13 mL



- ① 5 ② 18 ③ 25 ④ 36 ⑤ 50

問 7 次の記述 a～c は、金属 Ag, Cu, Fe, Ni について行った実験の結果を述べたものである。記述 a～c 中の A～D に当てはまる金属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。 14

- a 希塩酸を加えたとき、C と D が溶けたが、A と B は溶けなかった。
b 高温の水蒸気と反応させたところ、D のみが反応したが、他の金属は反応しなかった。
c 空気中で強熱で処理したところ、A, C, D が酸化され、B のみ酸化されなかった。

	A	B	C	D
①	Ni	Fe	Ag	Cu
②	Ni	Fe	Cu	Ag
③	Fe	Ni	Ag	Cu
④	Fe	Ni	Cu	Ag
⑤	Ag	Cu	Ni	Fe
⑥	Ag	Cu	Fe	Ni
⑦	Cu	Ag	Ni	Fe
⑧	Cu	Ag	Fe	Ni

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 ～ 21〕

問1 固体の構造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

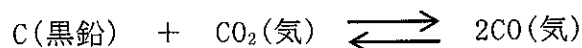
- ① ヨウ素の分子結晶では、ヨウ素分子間にはファンデルワールス力だけがはたらいている。
- ② ソーダ石灰ガラスは、共有結合の結晶である。
- ③ 金属結晶の単位格子の充填率の値は、体心立方格子が最も高い。
- ④ 水は、液体より固体の密度の方が大きい。

問2 溶液の性質に関する次の 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 希薄溶液の凝固点降下度は、不揮発性の非電解質の溶質のモル濃度に比例する。
- b 希薄溶液の沸点上昇は、不揮発性の非電解質の溶質が溶液の蒸気圧を溶媒より低下させるために起こる。
- c 溶液中に溶質の固体が存在している飽和溶液では、固体の溶解は停止している。

	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 体積可変の密閉容器内で、次の反応が平衡状態にあるとする。後の問い(a・b)に答えよ。



a 1 mol の C(黒鉛)が 1 mol の気体の CO_2 と反応して、気体の CO が 2 mol 生じる時の反応熱 [kJ] 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、 CO_2 および CO の生成熱をそれぞれ、394 kJ/mol, 111 kJ/mol とする。 17 kJ

- ① -505 ② -283 ③ -172 ④ 172 ⑤ 283
⑥ 505

b この反応の平衡を右に移動させる操作として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 18

- ① 温度を一定に保って、圧縮して全圧を大きくする。
② 温度と体積を一定に保って、少量の一酸化炭素を加える。
③ 温度と体積を一定に保って、少量のアルゴンを加える。
④ 温度と全圧を一定に保って、少量の固体の炭素を加える。
⑤ 温度と全圧を一定に保って、少量のアルゴンを加える。

問 4 メタン 0.40 g と酸素 0.48 g の混合気体がある。この混合気体を 27℃、体積 1.0 L の容器に封入した。このときの混合気体の圧力 [Pa] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 19 Pa

- ① 1.0×10^5 ② 2.0×10^5 ③ 3.0×10^5 ④ 4.0×10^5
⑤ 5.0×10^5

問 5 白金を電極に用いて，希硫酸に 0.500 A の電流を 772 秒間流して電気分解した。次の問い(a・b)に答えよ。

a 陽極と陰極で発生する気体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。 20

	陽極	陰極
①	水素	酸素
②	水素	二酸化硫黄
③	酸素	水素
④	酸素	二酸化硫黄
⑤	二酸化硫黄	水素
⑥	二酸化硫黄	酸素

b 陽極と陰極で発生した気体の標準状態での体積 [L] の総量として最も適当な数値を，後の選択肢から一つ選べ。 21 L

- ① 1.12×10^{-2} ② 2.24×10^{-2} ③ 4.48×10^{-2}
 ④ 6.72×10^{-2} ⑤ 8.96×10^{-2}

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 金属の性質とその利用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。 22

- ① 無鉛はんだは、融点が低いため、金属の接合材料に用いられる。
- ② チタン合金は、硬く耐食性を持ち軽量であるため、航空機のエンジンなどに用いられる。
- ③ 硫酸バリウムは、水に溶けやすく X 線の吸収力が大きいので医療用造影剤に用いられる。
- ④ ニクロムは、ニッケルとクロムの合金で、電気抵抗が大きいため電気ストーブなどに用いられる。

問2 CO と CO₂ に関する記述について、CO₂ にのみ該当するものを、後の選択肢から一つ選べ。 23

- ① 無色・無臭である。
- ② 水に溶けにくい。
- ③ 空気中で青白い炎をあげて燃焼する。
- ④ 塩基と反応して塩をつくる。
- ⑤ 高温で還元性を示す。

問 3 ナトリウムおよびナトリウム化合物に関する次の文章の **ア** ～ **ウ** に入る語と数値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。

24

単体は、銀白色の金属で空気中に放置すると速やかに **ア** され、金属光沢を失う。単体および化合物は **イ** 色の炎色反応を示す。NaCl の飽和水溶液にアンモニアと二酸化炭素を吹き込むと、 **ウ** が生成する。

	ア	イ	ウ
①	酸化	赤	Na_2CO_3
②	酸化	赤	NaHCO_3
③	酸化	黄	Na_2CO_3
④	酸化	黄	NaHCO_3
⑤	還元	赤	Na_2CO_3
⑥	還元	赤	NaHCO_3
⑦	還元	黄	Na_2CO_3
⑧	還元	黄	NaHCO_3

問 4 アルコール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。 **25**

- ① 1 価のアルコールは、分子量に比例して水への溶解度が高まる。
- ② $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ で表される第 2 級アルコールには、3 種類の異性体が存在する。
- ③ メタノールに少量のナトリウムを加えると、酸素が発生する。
- ④ エタノールに硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて加温すると、緑色に呈色する。
- ⑤ エタノールと濃硫酸を $160\sim 170^\circ\text{C}$ で反応させると、ジエチルエーテルが生じる。

問 5 アセチレン 1 分子に H_2 , H_2O , HCl , HCN , CH_3COOH のいずれかを適切な触媒を用いて 1 分子付加させた。炭素原子間に二重結合を含まない安定な生成物が得られ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。ただし、重合反応は起こらないものとする。 26

- ① H_2 ② H_2O ③ HCl ④ HCN ⑤ CH_3COOH

問 6 次の芳香族化合物の反応 a～c で生成する芳香族化合物の名称の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 27

- a ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を作用させる。
 b サリチル酸に無水酢酸を作用させる。
 c アニリンを塩酸に溶かして氷で冷却し、これに亜硝酸ナトリウムの水溶液を加える。

	a	b	c
①	ニトロベンゼン	アセチルサリチル酸	アセトアニリド
②	ニトロベンゼン	アセチルサリチル酸	塩化ベンゼンジアゾニウム
③	ニトロベンゼン	サリチル酸メチル	アセトアニリド
④	ニトロベンゼン	サリチル酸メチル	塩化ベンゼンジアゾニウム
⑤	ベンゼンスルホン酸	アセチルサリチル酸	アセトアニリド
⑥	ベンゼンスルホン酸	アセチルサリチル酸	塩化ベンゼンジアゾニウム
⑦	ベンゼンスルホン酸	サリチル酸メチル	アセトアニリド
⑧	ベンゼンスルホン酸	サリチル酸メチル	塩化ベンゼンジアゾニウム

問 7 $C_{19}H_{29}COOH$ で表される不飽和脂肪酸がある。この不飽和脂肪酸だけで構成される油脂 0.100 mol に水素を付加して飽和脂肪酸だけからなる油脂をつくりたい。この不飽和脂肪酸 1 分子中に含まれる炭素原子間の二重結合の数と、油脂の不飽和脂肪酸をすべて飽和脂肪酸にするために必要な標準状態での水素の体積 [L] 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。

28

	脂肪酸 1 分子中に含まれる 二重結合の数	水素の体積 [L] (標準状態)
①	4	8.9
②	4	17.9
③	4	26.9
④	4	53.8
⑤	5	11.2
⑥	5	22.4
⑦	5	33.6
⑧	5	67.2