

2022年度

全学部統一選抜

化学基礎・化学

[60 分]

各問題を解くにあたって、必要があれば次の数値を使用せよ。

原子量 H 1.0 C 12 N 14 O 16

Ne 20 S 32 Cl 35.5 Cu 63.5 Br 80

アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

標準状態で 1 mol の気体が占める体積 22.4 L

ファラデー定数 $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

【問題 1】 次の問 1～3 に答えよ。(解答番号 ～)

問 1 次の記述 (a～e) のうち、下線部が元素ではなく単体のことを示している文章はいくつあるか。最も適当な数を、下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a 水を電気分解すると、水素と酸素が得られる。
- b 酸素とオゾンは、酸素の同素体である。
- c 水は水素と酸素からできている。
- d 酸素の融点は $-218 \text{ }^\circ\text{C}$ である。
- e 二酸化炭素は、1つの炭素と2つの酸素が結合している。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問2 次の文章の空欄（～）に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

多数の金属原子が集まると、価電子はもとの原子から離れ、金属中を動き回るようになる。このような電子を という。陽イオンと陰イオンが静電的な引力で引き合う結合を といい、 によってできた物質は で表される。

	ア	イ	ウ
①	非共有電子対 (孤立電子対)	イオン結合	組成式
②	非共有電子対 (孤立電子対)	イオン結合	分子式
③	非共有電子対 (孤立電子対)	共有結合	組成式
④	非共有電子対 (孤立電子対)	共有結合	分子式
⑤	自由電子	イオン結合	組成式
⑥	自由電子	イオン結合	分子式
⑦	自由電子	共有結合	組成式
⑧	自由電子	共有結合	分子式

問3 同素体に関する次の記述（a～f）のなかで、正しいものはどれか。最も適当なものを下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a 気体の二酸化炭素とドライアイスは、互いに同素体の関係にある。
- b 同素体は純物質であるから、同じ元素からなる同素体どうしを混ぜても純物質である。
- c 同じ元素の同素体どうしは、化学的性質が異なる。
- d 単体でも化合物でも、同じ元素を含んでいて性質が同じものが同素体である。
- e 酸素とオゾン、黄リンと赤リンなどのように、1種類の元素による同素体は、必ず2つずつ存在する。
- f 構成元素が同じで、融点と沸点が同じ物質どうしは同素体である。

① a ② b ③ c ④ d ⑤ e ⑥ f

【問題 2】 次の問 1, 問 2 に答えよ。(解答番号 ~)

問 1 次の文章 a, b に当てはまる気体として最も適当なものを下の①~⑦からそれぞれ一つ選び, 番号で答えよ。

a 同温・同圧において, 密度が最も大きいもの。

b 同温・同圧において, 一定質量の気体の体積が最も大きいもの。

- ① H₂ ② CO ③ Cl₂ ④ N₂
⑤ CH₄ ⑥ CO₂ ⑦ Ne

問2 次の①～④の中で、誤っている文章はどれか。最も適当なものを下の①～④のうちから一つ選び、番号で答えよ。

6

- ① 気体の圧力は熱運動している気体分子が器壁を押す力を単位面積当たりで表したものである。一定時間に衝突する分子の数が多く、分子の熱運動が激しいほど大きい。
- ② 大気（地表をとりまく空気）による圧力を大気圧という。海水面における大気圧の平均値は1気圧（atm）である。
- ③ 沸騰は液面だけでなく、液体内部から気泡（蒸気）が発生する現象である。蒸気圧と外圧（大気圧）が等しいときのみ、沸騰が起こる。
- ④ 液体の沸点は、外圧（大気圧）によって変化する。外圧が低いほど沸点は低く、外圧が高いほど沸点は高くなる。

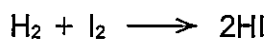
【問題3】 次の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

問1 次の文章 a, b について, 反応速度を変える要因として最も関係が深いと思われる用語の組合せを下の①～⑨のうちから一つ選び, 番号で答えよ。

- a 木を燃やすとき細かく割いた方が良く燃える。
b 過酸化水素水に酸化マンガン(IV)を加えると, 激しく酸素が発生し始めた。

	a	b
①	濃度	触媒
②	濃度	温度
③	濃度	光
④	光	触媒
⑤	光	温度
⑥	光	光
⑦	表面積	触媒
⑧	表面積	温度
⑨	表面積	光

問2 水素とヨウ素からヨウ化水素を生成する次の反応がある。



1 L の容器に水素とヨウ素をそれぞれ 1.00 mol ずつ入れ、図1のように H_2 、 I_2 のモル濃度が時間とともに変化した。この反応開始後2～6分間の水素の減少速度は何 $\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$ か。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 $[\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})]$

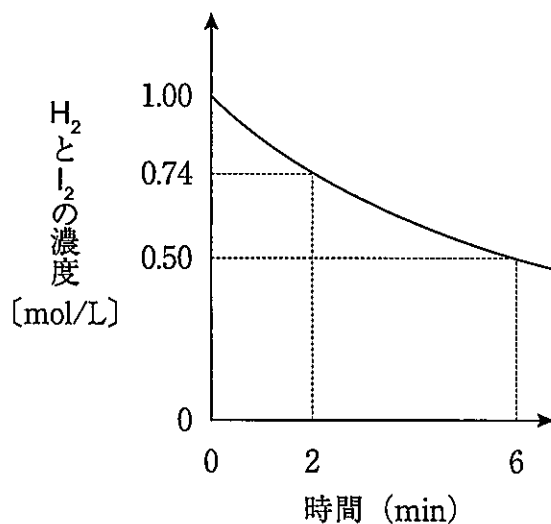


図1

- ① 0.01 ② 0.02 ③ 0.03 ④ 0.04 ⑤ 0.05 ⑥ 0.06

問3 問2 の反応で反応開始後2～6分間のヨウ化水素の生成速度は何 $\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$ か。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

$[\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})]$

- ① 0.02 ② 0.06 ③ 0.10 ④ 0.12 ⑤ 0.18 ⑥ 0.24

【問題4】 次の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

問1 次の文章の空欄 (～) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

に電極を入れ、外部電源（電池）で直流電圧をかけると、電極表面で酸化還元反応が起こる。これを電気分解（電解）という。外部電源の負極につないだ電極を陰極といい、陰極ではイオン化傾向の小さい金属の陽イオン、例えば が存在すると、これが還元されて電極上に金属が析出する。一方、陰極付近にイオン化傾向が大きく還元されにくい金属の陽イオンしか存在しない場合、溶媒の水 H_2O が還元され、 が発生する。

	ア	イ	ウ
①	電解液	K^+	酸素 O_2
②	電解液	K^+	水素 H_2
③	電解液	Cu^{2+}	酸素 O_2
④	電解液	Cu^{2+}	水素 H_2
⑤	非電解液	K^+	酸素 O_2
⑥	非電解液	K^+	水素 H_2
⑦	非電解液	Cu^{2+}	酸素 O_2
⑧	非電解液	Cu^{2+}	水素 H_2

問2 白金電極を用いて、硫酸銅(Ⅱ)CuSO₄水溶液を5.0 Aの電流で64分20秒間電気分解した。陰極に析出した金属は何gか。最も適当な数値を次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 g

- ① 1.1 ② 2.1 ③ 3.1 ④ 4.2 ⑤ 5.3 ⑥ 6.4

問3 問2の電気分解で陽極で発生する気体の体積は標準状態で何Lか。最も適当な数値を次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 L

- ① 0.28 ② 0.56 ③ 0.84 ④ 1.12 ⑤ 1.40 ⑥ 2.24

【問題5】 カルシウムとその実験に関する次の問1～3に答えよ。(解答番号

13

～

15)

問1 次の文章の空欄 (ア ～ ウ) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。 13

カルシウム Ca は周期表の2族に属し, ア の一つである。単体はイオン化傾向が イ , 炎色反応を示す。天然には単体として存在しないが, 二水和物や無水物として産出する ウ はセッコウの原料として使われる。

	ア	イ	ウ
①	アルカリ金属	大きく	炭酸カルシウム
②	アルカリ金属	大きく	硫酸カルシウム
③	アルカリ金属	小さく	炭酸カルシウム
④	アルカリ金属	小さく	硫酸カルシウム
⑤	アルカリ土類金属	大きく	炭酸カルシウム
⑥	アルカリ土類金属	大きく	硫酸カルシウム
⑦	アルカリ土類金属	小さく	炭酸カルシウム
⑧	アルカリ土類金属	小さく	硫酸カルシウム

問2 次の操作1～4からなる実験を行った。実験に関する下の記述(①～⑤)の中で、誤りを含むものを、一つ選び、番号で答えよ。 14

操作1 水を入れた試験管に、米粒大のカルシウムを加え、発生した気体を捕集した。

操作2 操作1の試験管の水溶液は白くにごっていたので、その上澄みを2本の試験管にそれぞれ少量ずつとり、水を加えて希釈した。

操作3 操作2の試験管の一方に、フェノールフタレイン溶液を加えた。

操作4 操作2のもう一方の試験管に、二酸化炭素を吹きこんだ。

- ① 操作1で発生した気体に火を近づけると、音を立てて燃え、試験管の内部が白くもった。
- ② 操作2の上澄みは石灰水である。
- ③ 操作3でフェノールフタレイン溶液を加えると、水溶液が赤くなる。
- ④ 操作4で二酸化炭素を吹きこむと、水溶液が白くにごる。
- ⑤ 操作4で二酸化炭素を吹きこみ続けると、錯イオンを形成して透明の水溶液になる。

問3 次の記述(a～e)の中で、問2の操作4で吹きこむ二酸化炭素を発生させることができないものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。 15

- a 石灰石に希塩酸を加える。
- b 炭酸ナトリウムにアンモニアを加える。
- c ギ酸に炭酸水素ナトリウムを加える。
- d 炭酸水素ナトリウムを加熱する。
- e 石灰石を強熱する。

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e

【問題6】 硫黄と硫酸に関する次の問1～3に答えよ。(解答番号 16 ~ 18)

問1 次の文章の空欄 (ア ~ ウ) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。 16

硫黄の酸化物である二酸化硫黄は無色・刺激臭の ア な気体で、実験室では亜硫酸ナトリウムと希硫酸の反応や銅と熱した濃硫酸の反応でつくられる。硫黄の水素化合物である硫化水素は、無色・腐卵臭の気体で、一般に イ と希硫酸の反応によって発生させる。二酸化硫黄は硫化水素に対しては ウ 剤として働き、黄白色の固体を生じる。

	ア	イ	ウ
①	有毒	硫化鉄(Ⅱ)	酸化
②	有毒	硫化鉄(Ⅱ)	還元
③	有毒	酸化鉄(Ⅲ)	酸化
④	有毒	酸化鉄(Ⅲ)	還元
⑤	無毒	硫化鉄(Ⅱ)	酸化
⑥	無毒	硫化鉄(Ⅱ)	還元
⑦	無毒	酸化鉄(Ⅲ)	酸化
⑧	無毒	酸化鉄(Ⅲ)	還元

問2 次の記述（a～d）は、濃硫酸の性質をアに、アの性質を利用した反応や操作がイに示されている。このa～dの中で誤りを含むものはどれか。最も適当なものを下の①～④のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a ア 加熱した濃硫酸（熱濃硫酸）には酸化作用がある。
イ 硝酸ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると硝酸が発生する。
- b ア 濃硫酸は水より密度が大きく、溶解熱が大きい。
イ 希硫酸をつくるときは、水に濃硫酸を少しずつかくはんしながら加える。
- c ア 濃硫酸は脱水作用がある。
イ ギ酸に濃硫酸を加えて加熱すると一酸化炭素が発生する。
- d ア 濃硫酸は不揮発性である。
イ 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると塩化水素が発生する。

① a ② b ③ c ④ d

問3 質量パーセント濃度98%の濃硫酸（密度1.84 g/mL）がある。この濃硫酸から10%硫酸（密度1.05 g/mL）を1 L調製するために必要な濃硫酸の体積は何 mLか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 mL

① 6 ② 58 ③ 105 ④ 179 ⑤ 207

【問題7】 次の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

問1 次の文章の空欄 (～) に当てはまる用語と数の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

メタン CH_4 、エタン C_2H_6 、プロパン C_3H_8 などのように、炭素原子間の結合がすべて単結合である鎖式の飽和炭化水素をアルカンという。アルカンのように、共通の一般式で表される一群の化合物を といい、互いに化学的性質が似ている。例えば直鎖状のアルカンでは、分子量が大きいほど、沸点が なる。

炭素数が4以上のアルカンには、構造異性体が存在する。例えば、分子式 C_5H_{12} で示されるアルカンには、 種類の異性体が存在する。

	ア	イ	ウ
①	同位体	高く	2
②	同位体	高く	3
③	同位体	低く	2
④	同位体	低く	3
⑤	同族体	高く	2
⑥	同族体	高く	3
⑦	同族体	低く	2
⑧	同族体	低く	3

問2 次の記述 (a~e) について、誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を下の①~⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 20

- a 分子式 C_4H_8 で表される鎖式炭化水素には4種類の異性体が存在する。
- b メタンは、常温・常圧 ($25\text{ }^\circ\text{C}$, $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$) では液体である。
- c エチレン分子はすべての原子が一直線上にある直線構造である。
- d プロパンは燃焼させると多量の熱を発生するので燃料として用いられる。
- e アセチレンは実験室では炭化カルシウム (カーバイド) に水を作用させてつくる。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問3 ある炭化水素の気体を標準状態 ($0\text{ }^\circ\text{C}$, $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$) で 0.10 mol とると、その質量は 4.20 g であった。これに臭素を混合すると、臭素が 16.0 g 付加した。この炭化水素の示性式として最も適当なものを次の①~⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。 21

- ① $CH_2=CH_2$ ② $CH_2=CH-CH_3$ ③ $CH_2=CH-CH_2-CH_3$
④ $CH_2=C(CH_3)_2$ ⑤ $CH\equiv CH$

【問題 8】 次の問 1～3 に答えよ。(解答番号 ～)

問 1 次の文章の空欄 (～) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

アニリンはベンゼン環に が結合した化合物で 性を示す。
実験室では、 をスズと塩酸を作用させて還元し、さらに塩基を加えると得られる。

	ア	イ	ウ
①	アミノ基	弱塩基	ニトロベンゼン
②	アミノ基	弱塩基	フェノール
③	アミノ基	弱酸	ニトロベンゼン
④	アミノ基	弱酸	フェノール
⑤	スルホ基	弱塩基	ニトロベンゼン
⑥	スルホ基	弱塩基	フェノール
⑦	スルホ基	弱酸	ニトロベンゼン
⑧	スルホ基	弱酸	フェノール

問2 次の記述 (a～e) について、誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 23

- a アニリンに無水酢酸を作用させて生成するアセトアニリドはアミド結合をもつ。
- b 安息香酸は白色の固体で、防腐・防食剤などに用いられる。
- c ベンゼンは空気中ですすを出しながら燃える。
- d クレゾールにはベンゼン環にヒドロキシ基 -OH の結合する位置によって2種類の異性体が存在する。
- e トルエンは水にもエタノールにもよく溶ける。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問3 分子式 C_8H_{10} で示される芳香族炭化水素について、ベンゼン環を含む化合物の異性体はいくつあるか。最も適当な数を次の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。 24

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5