

化学基础

化学基礎

必要があれば、原子量は次の値を用いること。

原子量 H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 Al : 27

S : 32 Cl : 35.5

0℃, 1.013×10^5 Pa (標準状態) で気体 1 mol が占める体積 22.4 L

第1問 次の各問いに答えよ。

問1 組成式で表す物質として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 1

- ① 二酸化炭素 ② ガソリン ③ ガラス
④ 硫酸銅(Ⅱ) ⑤ 塩酸

問2 次の現象のうち、物理変化を表しているものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① メタンが燃焼して気体が発生した。
② 水を電気分解すると、水素と酸素が生成した。
③ 空気中の酸素の一部が、紫外線照射によりオゾンになった。
④ 鉄がさびて赤褐色になった。
⑤ 空気中に放置していたドライアイスが、小さくなった。

問3 同位体に関連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。 3

- ① 安定な同位体は、すべての元素に存在する。
② 原子番号は等しいが、質量数が異なる。
③ ^1H と ^2H の質量比は、ほぼ 1 : 2 である。
④ 同位体どうしは、電子の数が等しい。
⑤ 放射性同位体が壊変(崩壊)すると、他の元素の原子に変化する。

問4 粒子の熱運動に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

4

- ① 水素と臭素を混合して放置すると、モル質量の大きい臭素が下部に移動する。
- ② インキを高温と低温の水に滴下すると、高温の水の方が液全体に速く広がる。
- ③ 気体を高温にすると、速さの遅い分子はなくなる。
- ④ 水を冷却していくと 0°C で固体の氷になり、水分子は運動しなくなる。
- ⑤ 100°C の水と水蒸気では、熱運動のエネルギーは等しい。

問5 塩化カリウム KCl と炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 はともにイオン結合からなる物質である。この2種類の物質に関する次の記述のうち、炭酸水素ナトリウムにのみ当てはまるものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

- a 白金線の先に水溶液をつけ、バーナーの外炎にかざすと赤紫色になった。
- b 水溶液に硝酸銀水溶液を加えると、白色沈殿が生成した。
- c 加熱して発生する気体を石灰水に通じると、白く濁った。

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

問6 次図は、元素の周期表の一部を示しており、原子番号が1～20の元素をa～tで表している。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

族 周期	1	2	3～12	13	14	15	16	17	18
1	a								b
2	c	d		e	f	g	h	i	j
3	k	l		m	n	o	p	q	r
4	s	t							

- ① a, c, k, s はアルカリ金属元素に属する。
- ② b, j, r は単原子分子として存在している。
- ③ i, q はハロゲン元素に属する。
- ④ a～t のうち金属元素は7種類である。
- ⑤ h と p がイオンになると2価の陰イオンになる。

問7 身のまわり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。

7

- ① 陶磁器やガラスなど、無機物を高温で処理して作られるものをセラミックスという。
- ② 古代において、銅と亜鉛の合金である青銅が用いられていた。
- ③ 形状記憶合金は、加熱（冷却）で元の形に戻り、温度センサー、メガネフレームなどに利用されている。
- ④ ペットボトルに利用されているポリエチレンテレフタレートは、回収されて繊維などに加工されている。
- ⑤ プラスチックは、石油を原料とした物質から重合反応により作られている。

第2問 次の各問いに答えよ。

問1 次の5種類の気体のうち、同温・同圧において、密度が最も大きいものを、①～⑤のうちから一つ選べ。 8

- ① 窒素 ② メタン ③ 塩化水素
④ 二酸化窒素 ⑤ 硫化水素

問2 水素 H_2 と塩素 Cl_2 を混合して、空気と同じモル質量 28.8 g/mol の混合気体をつくった。混合気体中の水素の体積パーセントとして最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 9 %

- ① 39 ② 45 ③ 61 ④ 74 ⑤ 83

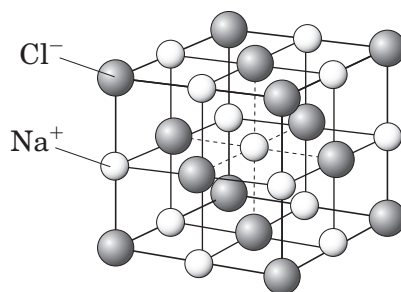
問3 次の $a \sim c$ の値を大きい方から順に並べるとどうなるか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、硫酸ナトリウム Na_2SO_4 の電離度は1とする。 10

- a 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (標準状態) で 11.2 L の二酸化炭素の分子の数
b アルミニウム 5.4 g 中の原子の数
c 0.20 mol/L 硫酸ナトリウム水溶液 1 L 中の陽イオンと陰イオンの総数

- 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4 イオン結合に関する次の各問いに答えよ。

- (1) 陽イオンと陰イオンがクーロン力により引き合って結びついた結合を、イオン結合という。例えば塩化ナトリウムの結晶は、次図のように Na^+ と Cl^- が前後左右に配置されている。



1 個の Na^+ の周りに位置していて最短距離に存在している Cl^- はいくつ。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 11 個

- ① 4 ② 6 ③ 8 ④ 10 ⑤ 12

(2) イオン結合およびイオン結晶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。 12

- ① 塩化カリウムを構成するカリウムイオンと塩化物イオンの、電子配置は等しい。
- ② イオン結晶は、強い力を加えると特定の面に沿って割れやすい。
- ③ 一般にイオン結合からなる物質の組成式は、陽イオン、陰イオンの順に記す。
- ④ 価数の等しい陽イオンと陰イオンが結合するときは、1：1の割合で結合する。
- ⑤ イオン結合からなる物質は、すべて水によく溶ける。

(3) 次の a～c はカルシウムの化合物に関する記述である。これらの化合物を構成する陰イオンを表すイオン式の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

13

- a 消石灰ともいい、その飽和水溶液は石灰水という。
- b 石灰石や大理石の主成分として天然に存在している。
- c 道路の凍結防止剤や乾燥剤として利用されている。

	a	b	c
①	OH^-	CO_3^{2-}	Cl^-
②	OH^-	SO_4^{2-}	Cl^-
③	OH^-	CO_3^{2-}	O^{2-}
④	O^{2-}	SO_4^{2-}	Cl^-
⑤	O^{2-}	CO_3^{2-}	OH^-
⑥	O^{2-}	SO_4^{2-}	OH^-

第3問 次の各問いに答えよ。

問1 酸と塩基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。 14

- ① 一価の酸より、三価の酸のほうが強い酸である。
- ② 弱酸の電離度の大きさは、濃度が高くなるほど小さくなる。
- ③ 中和反応の中和点は、 $\text{pH} = 7$ であるとは限らない。
- ④ 強酸や強塩基の電離度は、ほぼ1である。
- ⑤ 酸性が強くなるほど、 pH は小さくなる。

問2 酸と塩基に関する次の記述中の空欄 ア ～ ウ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 15

ブレンステッド・ローリーによると、ア 物質が酸、イ 物質が塩基と定義されている。この定義によると、次の反応において H_2O は ウ となる。



	ア	イ	ウ
①	水に溶けて H^+ を生じる	水に溶けて OH^- を生じる	酸
②	水に溶けて H^+ を生じる	他の物質から H^+ を受け取る	塩基
③	他の物質から H^+ を受け取る	水に溶けて OH^- を生じる	塩基
④	他の物質から H^+ を受け取る	他の物質に H^+ を与える	塩基
⑤	他の物質に H^+ を与える	水に溶けて OH^- を生じる	酸
⑥	他の物質に H^+ を与える	他の物質から H^+ を受け取る	酸

問3 NaHSO_4 についての次の記述 a ～ c のうち正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 16

- a 強酸と弱塩基から生成した塩である。
- b 水に溶けると酸性を示す。
- c 酸性塩に分類される。

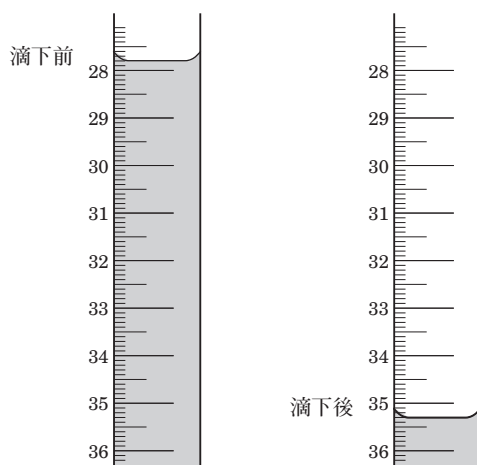
- ① a のみ ② b のみ ③ c のみ
- ④ a と b ⑤ a と c ⑥ b と c

問4 料理などに使われる食酢の一種である純米酢は、菌による発酵過程と数か月の熟成期間を経てつくられている。食酢に含まれている酢酸(分子量 60)の濃度を求める実験操作を次のように行った。これに関する下の各問いに答えよ。ただし、食酢中に含まれる酸は酢酸のみとし、この食酢の密度は 1.0 g/cm^3 とする。

【操作1】 食酢を器具Aで正確に 10.0 mL はかりとり、器具Bに入れて純水でうすめ、正確に 100 mL とした。

【操作2】 操作1で10倍にうすめた水溶液から 10.0 mL を器具Aで正確にはかりとり、コニカルビーカーへ移した。

【操作3】 ここへ指示薬Xを数滴加えて、器具Cから 0.100 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を滴下し、中和するまでの滴下量を求めた。次図に、滴下前と滴下後(中和点に達したとき)の器具Cのめもりを示す。



(1) 器具A、Bおよび指示薬Xの組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 17

	器具A	器具B	指示薬X
①	ビュレット	メスフラスコ	メチルオレンジ
②	ビュレット	メスフラスコ	フェノールフタレイン
③	ホールピペット	メスフラスコ	メチルオレンジ
④	ホールピペット	メスフラスコ	フェノールフタレイン
⑤	ビュレット	メスシリンダー	メチルオレンジ
⑥	ビュレット	メスシリンダー	フェノールフタレイン
⑦	ホールピペット	メスシリンダー	メチルオレンジ
⑧	ホールピペット	メスシリンダー	フェノールフタレイン

(2) 操作 1 でうすめてつくった水溶液中の酢酸の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 mol/L

- ① 2.5×10^{-2} ② 5.0×10^{-2} ③ 7.5×10^{-2}
④ 2.5×10^{-3} ⑤ 5.0×10^{-3} ⑥ 7.5×10^{-3}

(3) 今回の実験で使用した食酢に含まれている酢酸の質量パーセント濃度は何 % か。最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 %

- ① 0.30 ② 0.40 ③ 0.45 ④ 3.0 ⑤ 4.0 ⑥ 4.5

第4問 次の各問いに答えよ。

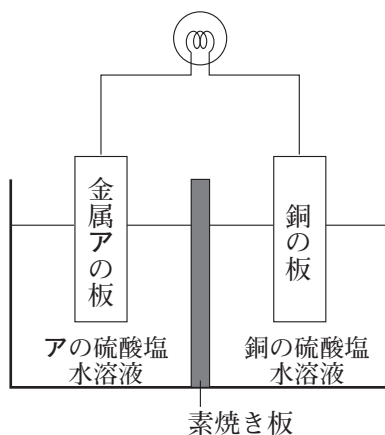
問1 酸化還元反応ではない記述を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 20

- ① 酸化銅(Ⅱ)を水素と加熱すると，赤色の銅になる。
- ② 硫化水素水に塩素を通じると，塩化水素と硫黄が生じる。
- ③ カルシウムの小片を水に加えると，水素を発生しながら溶け，水酸化カルシウム水溶液となる。
- ④ ヨウ化カリウム水溶液と塩素を反応させると，ヨウ素が生成して褐色になる。
- ⑤ 硫化鉄(Ⅱ)に塩酸を加えると，硫化水素が発生する。

問2 次の反応について，下線部で示す物質が還元剤としてはたらいっているものを，①～⑤のうちから一つ選べ。 21

- ① $\underline{\text{Cl}_2} + 2\text{KBr} \longrightarrow 2\text{KCl} + \text{Br}_2$
- ② $\underline{\text{H}_2\text{O}} + \text{SO}_3 \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
- ③ $\text{Fe} + 2\underline{\text{HNO}_3} \longrightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2$
- ④ $\underline{\text{SO}_2} + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$
- ⑤ $\underline{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} + 6\text{KI} + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$

問3 次図のような電池をダニエル電池という。文章中の ア ～ ウ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 22

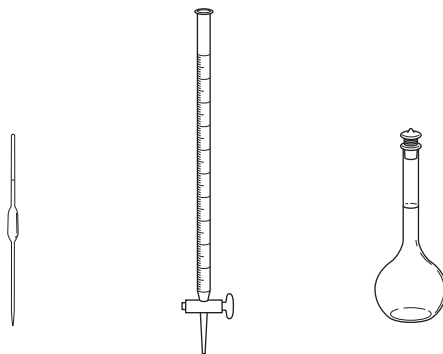


金属 ア は銅よりイオン化傾向が大きいので、銅の板は イ になる。

また、この金属 ア の板と ア の硫酸塩水溶液を、鉄板と硫酸鉄(Ⅱ)水溶液に交換すると、電池の起電力は ウ なる。

	ア	イ	ウ
①	Zn	負極	大きく
②	Zn	負極	小さく
③	Zn	正極	小さく
④	Ag	正極	大きく
⑤	Ag	負極	大きく
⑥	Ag	負極	小さく

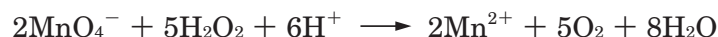
問4 濃度未知の過酸化水素水Xの濃度を求める実験を、次のように行った。これに関する下の各問いに答えよ。なおガラス器具A、B、Cは次のいずれかである。



【操作1】 過酸化水素水X 10.0 mLを器具Aで正確にはかりとり、器具Bに入れ、純水でうすめて正確に100 mLとした。

【操作2】 操作1で10倍にうすめた水溶液から10.0 mLを器具Aで正確にはかりとり、コニカルビーカーへ移した。さらにコニカルビーカーに希硫酸を少量加えた。

【操作3】 ここへ0.025 mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液を器具Cから滴下していったところ、終点までに12.0 mLを要した。このときの反応は、次式で表される。



(1) ガラス器具A、B、Cのうち、内部が純粋な水でぬれたままでも使用することができるのはどれか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 23

- | | |
|------------|------------|
| ① ガラス器具Aのみ | ② ガラス器具Bのみ |
| ③ ガラス器具Cのみ | ④ ガラス器具AとB |
| ⑤ ガラス器具AとC | ⑥ ガラス器具BとC |

(2) 操作3の滴定の終点での色の変化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 無色から黄色 | ② 無色から薄赤紫色 | ③ 黄色から無色 |
| ④ 薄赤紫色から無色 | ⑤ 赤色から黄色 | |

(3) うすめる前の過酸化水素水Xのモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 25 mol/L

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|-------|
| ① 0.15 | ② 0.30 | ③ 0.60 | ④ 0.75 | ⑤ 1.5 |
|--------|--------|--------|--------|-------|

(化学基礎の問題は終わり)