

化学基礎

化学基礎

次の各問いに答えよ。なお、必要があれば次の原子量を用いよ。

H : 1、C : 12、O : 16、Na : 23、S : 32

また、標準状態 (0℃、 1.013×10^5 Pa) での気体の体積は 22.4 L/mol とする。

〔I〕以下の (1) ～ (10) は、同素体に関する文章である。(ア) ～ (コ) に当てはまる最も適した語句や記号を下記の語群から選んで、記号で答えよ。ただし、同じ記号には同じ語句や数値が入る。

- (1) 同じ (ア) からなる単体で、構造や性質の異なるものを互いに同素体という。
- (2) 酸素の同素体には、酸素と (イ) がある。酸素は無色・無臭の気体であり、(イ) は淡青色・特異臭の有毒な気体で、殺菌作用を持つ。
- (3) 炭素の同素体には、ダイヤモンド、黒鉛、フラーレンや (ウ) などがある。
- (4) ダイヤモンドは電気を通さず、黒鉛は電気を通す。黒鉛が電気を通す理由は、特に層方向に自由に動くことのできる (エ) があるためである。
- (5) ダイヤモンドの密度は、黒鉛やフラーレンより高い。これは、ダイヤモンドの炭素原子の結合が密な (オ) 構造をしているからである。
- (6) 黒鉛は層状構造を持ち、層間は (カ) 力で極めて弱く結合しているため、滑りやすい。
- (7) 黒鉛とフラーレンをそれぞれ同じ質量だけ準備した。両者の物質量の値 (モル数) を比べると、「黒鉛 (キ) フラーレン」となる (ただし、(キ)には不等号が入る)。
- (8) リンの同素体には、黄リンや赤リンなどがある。黄リンは空気中で (ク) するので、水中に保存する。一方、赤リンは、安定した性質を持っている。

(9) 硫黄の同素体には、(ケ) 硫黄、単斜硫黄やゴム状硫黄などがある。単斜硫黄とゴム状硫黄を放置すると、安定な (ケ) 硫黄になる。

(10) 同素体の存在は、元素の (コ) 様式の多様性を示すものである。

【語群】

- (a) ファンデルワールス (b) クーロン (静電気) (c) 自由電子 (d) 斜方
 (e) オゾン (f) 結合 (g) 自然発火 (h) 元素
 (i) カーボンナノチューブ (j) > (k) < (l) =
 (m) 正四面体

〔Ⅱ〕元素番号をXで表した以下の(ア)～(カ)の各原子について、以下の問いに答えよ。

(ア) ${}^1_1\text{X}$ (イ) ${}^{35}_{17}\text{X}$ (ウ) ${}^{12}_6\text{X}$ (エ) ${}^{14}_6\text{X}$ (オ) ${}^2_1\text{X}$ (カ) ${}^{37}_{17}\text{X}$

問1 それぞれの陽子の数および中性子の数を答えよ。

問2 同位体の関係にある組み合わせをすべて選び、答えよ。

問3 各原子の元素名を答えよ。

〔Ⅲ〕イオン結合に関する以下の問いに答えよ。

問1 陽イオン Al^{3+} と3種類の陰イオンがそれぞれイオン結合してできる物質に関する以下の表を完成させよ。ただし、(A)～(E)にはイオン式または組成式が、(ア)にはイオン名が入る。

陰イオン 陽イオン	Cl^- (ア)	(A) 硫酸イオン	(B) リン酸イオン
Al^{3+}	(C)	(D)	(E)

問2 ある無水のナトリウム塩の試料を分析すると、Naを4.60 [g]、Sを3.20 [g]、Oを4.80 [g] 含むことが分かった。この塩の組成式を求めよ。

〔Ⅳ〕質量210 gのブタン C_4H_{10} を空気中ですべて完全に燃焼させた。

問1 このときの化学反応式は以下のとおりである。(ア)～(ウ)に当てはまる最も適した係数を答えよ。



問2 質量210 gのブタンの物質質量 [mol] を有効数字2桁で答えよ。

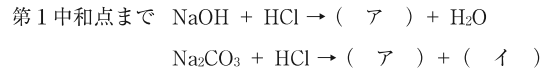
問3 質量210 gのブタンをすべて完全に燃焼させるのに要する空気は標準状態で何Lか、有効数字2桁で答えよ。ただし、空気を、酸素と窒素が体積比1:4で混合した気体であるとする。

〔V〕 中和滴定に関する以下の問いに答えよ。

水酸化ナトリウム NaOH と炭酸ナトリウム Na_2CO_3 の混合水溶液 20.0 mL をコニカルビーカーに入れ、指示薬として少量のフェノールフタレイン溶液を加えた。これを 0.50 mol/L 塩酸で中和滴定すると 18.0 mL 滴下したところで、コニカルビーカーの ^(A) 水溶液が変色 した。次に、コニカルビーカーの水溶液に指示薬としてメチルオレンジ溶液を追加して滴定を続けると、はじめから 22.0 mL 塩酸を加えたところで、^(B) 水溶液が変色 した。

問 1 下線部 (A) の変色 (第 1 中和点) および下線部 (B) の変色 (第 2 中和点) で、コニカルビーカーの水溶液は何色から何色へ変化したか、それぞれ答えよ。

問 2 下線部 (A) および (B) の第 1 中和点および第 2 中和点までに生じる反応は、それぞれ以下のとおりである。空欄に当てはまる物質を化学式で記せ。ただし、同じ記号には同じ化学式が入る。



問 3 問 2 の反応式から、「第 1 中和点までに Na_2CO_3 と反応した HCl の物質質量」と「その反応後、第 2 中和点までに (イ) と反応した HCl の物質質量」は同じであることがわかる。混合溶液に含まれていた炭酸ナトリウムの物質質量は、何 mol か、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、この問いの (イ) は、問 2 の (イ) と同じである。

問 4 混合溶液に含まれていた水酸化ナトリウムの物質質量は、何 mol か、有効数字 2 桁で答えよ。

〔VI〕 電池に関する以下の問いに答えよ。

問 1 以下の文章について、(ア) ～ (コ) に当てはまる最も適した語句を答えよ。ただし同じ記号については、同じ語句が入る。

イオン化傾向の異なる 2 種類の金属を (ア) 溶液に浸して導線で結ぶと、イオン化傾向の大きい金属から小さい金属へ導線を伝わって (イ) の移動が起こり、電池ができる。この時、イオン化傾向の大きな金属は (ウ) されて (エ) イオンとなり、水溶液中に溶け出す。生じた (イ) は導線を通して他方の金属に向かって流れ、そこで (オ) 反応が起こる。電池において、水溶液中に浸した物質を電極という。(イ) が流れ出す電極を (カ) 極、(イ) が流れ込む電極を (キ) 極という。また、両電極間に生じる電位差 (電圧) を電池の (ク) という。電池から電流を取り出すことを (ケ) という。マンガン乾電池などは (ケ) し続けると (ク) が低下し回復することができない。このような電池を (コ) 電池という。

問 2 電池の充電とは何か、30 字程度で説明せよ。