

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 : 1.0、C : 12、O : 16、Ca : 40、Ba : 137

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〕物質の構成に関する以下の問いに答えよ。

問 1 次の文章 (1) ~ (5) について、正しい文章に○、誤った文章に×を記せ。

- (1) 気体の密度は、モル質量とモル体積から求めることができる。
- (2) 純物質は、それぞれ固有の値となる密度を持っている。
- (3) 液体の蒸発と沸騰は、いずれも液体が気体へ変化する現象を示し、両者は全く同一である。
- (4) 体積 a [cm³] の液体 A と体積 b [cm³] の液体 B をよく混合した。この混合液体の体積は $a + b$ [cm³] である。
- (5) 氷が水になる状態変化を物理変化、水が酸素と水素へ分解される変化を化学変化という。

問 2 砂糖 a [g] を水に溶解して、 b [L] の砂糖水を調製した。この砂糖水の密度が c [g/cm³] のとき、砂糖水の質量パーセント濃度を a 、 b 、 c を用いた式で表せ。

〔Ⅱ〕元素に関する以下の問いに答えよ。

問 1 ある元素の原子は 1 価の陽イオンになりやすい。この陽イオンの持つ電子の総数は 18 個だった。この元素名を答えよ。

問 2 硫化物イオン S²⁻ とカルシウムイオン Ca²⁺ はともにアルゴン原子 Ar と同じ電子配置を持つが、イオン半径は S²⁻ より Ca²⁺ の方が小さい。その理由を 40 字程度で答えよ。

〔Ⅲ〕物質と化学結合に関する以下の問いに答えよ。

次の文章の（ア）～（コ）に当てはまる最も適した語句または数値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。

16族に属する酸素原子は、（ア）個の価電子を持つ。1族に属す水素原子は、1個の電子を持ち、この電子はペアを組まずに単独に存在することから（イ）電子とも呼ばれる。酸素原子と水素原子から構成される水分子は、（ウ）結合してできた2対の（ウ）電子対、および、原子間の結合に関与しない2対の（エ）電子対を持つ。液体状態の水は、水分子同士が水素結合を形成するため、他の水素化合物と比べると、その沸点は極めて（オ）い値となる。

（カ）結合を形成する二つの異なる原子は、電子を引きよせる程度を表す（キ）が異なり、（ウ）電子対は（キ）の大きな原子の方へ偏って存在している。このような結合あるいは分子は、（ク）があるという。一方、酸素原子2個からなる酸素分子では、酸素は同じ（キ）を示すため、酸素原子間の結合に電気的な偏りはない。このような分子は、（ケ）分子と呼ばれる。なお、（キ）が最も大きな原子は、（コ）である。

【語群】

- （a）フッ素 （b）ネオン （c）極性 （d）非極性 （e）電気陰性度
（f）電子親和力 （g）共有 （h）非共有 （i）不對 （j）5
（k）6 （l）7 （m）イオン （n）高 （o）低

〔Ⅳ〕化学反応に関する以下の問いに答えよ。

大理石（主成分は炭酸カルシウム CaCO_3 ）11 g に 2.0 mol/L の塩酸を少しずつ加えていくと、気体が発生しなくなるまで 100 mL を要した。ただし、塩酸は、大理石中の炭酸カルシウムのみと反応するものとする。

問1 このとき起こった化学変化を化学反応式で示せ。

問2 発生した気体の体積は、標準状態で何Lか、有効数字2桁で答えよ。

問3 この大理石中の炭酸カルシウムの純度（質量百分率）は何%か、有効数字2桁で答えよ。

〔Ⅴ〕中和滴定に関する以下の問いに答えよ。

0.050 mol/L 酢酸水溶液の密度および電離度は、それぞれ 1.05 g/cm³ および 0.020 である。この酢酸水溶液 20 mL を正確にコニカルビーカーに注ぎ、指示薬 X を加えた。これをビュレットに入れた濃度不明の水酸化バリウム水溶液で滴定すると、水酸化バリウムを 7.5 mL 加えたところで、透明な水溶液が薄い赤色に変色した。

問1 滴定前の 0.050 mol/L 酢酸水溶液の質量パーセント濃度はいくらか、有効数字2桁で答えよ。

問2 滴定前の 0.050 mol/L 酢酸水溶液の pH はいくらか、有効数字2桁で答えよ。

問3 指示薬 X として、メチルオレンジとフェノールフタレインは、どちらが適切か答えよ。

問4 水酸化バリウム水溶液の濃度は何 mol/L か、有効数字2桁で答えよ。

〔Ⅵ〕 ダニエル電池に関する以下の問いに答えよ。

ダニエル電池は、銅板を浸した硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 水溶液と、亜鉛板を浸した硫酸亜鉛 ZnSO_4 水溶液を、素焼き板(セパレーター)で仕切り、銅板と亜鉛板を導線でつないだ電池のことである。

問1 正極でのイオン反応式を記せ。

問2 負極でのイオン反応式を記せ。

問3 素焼き板を除去すると、電流が流れなくなる。その理由を60字程度で説明せよ。

問4 ダニエル電池を長持ちさせるためには、硫酸銅(Ⅱ)水溶液と硫酸亜鉛水溶液のうち、どちらの水溶液の濃度を高くすればよいか答えよ。