

令和3年度 一般選抜問題 1期 【1日目】

化学基礎

1

次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。(20点)

水を電気分解すると、水素 H_2 と酸素 O_2 の気体が生成する。このことから、水は、水素Hと酸素Oを成分₍₁₎ 元素とした物質であることがわかる。

水のように、2種類以上の元素からなる純物質を化合物という。水素 H_2 や酸素 O_2 は1種類の元素からなる。このような純物質は₍₂₎ 単体と呼ばれる。

同じ元素の単体で、構造や性質の異なるものを互いに₍₃₎ 同素体であるという。

単体や化合物に含まれる成分元素の種類を知るには、₍₄₎ 各元素に固有の性質を調べると良い。

問1 下線部(1)及び(2)について、以下の文章から、下線部が「単体」の意味で使われているものを2つ選び記号で答えなさい。

- (ア) 水素が燃えて水になった。
- (イ) 空気の約20%は酸素である。
- (ウ) 人間の質量の約60%は酸素である。
- (エ) 水にも過酸化水素にも、酸素が含まれている。
- (オ) 牛乳にはカルシウムが含まれている。

問2 下線部(3)について、互いに同素体の関係にあるものを、次の中から2つ選び記号で答えなさい。

- (ア) フラーレンとダイヤモンド
- (イ) 砂糖と塩
- (ウ) 黄リンと赤リン
- (エ) 塩化水素と硫化水素
- (オ) 銅とジェラルミン
- (カ) 水晶と二酸化ケイ素

問3 下線部(4)について、次の反応で確認できる元素の元素記号を答えなさい。

- (ア) ある水溶液に硝酸銀 (AgNO_3) 水溶液を加えたら、水溶液が白く濁った。
- (イ) 味噌汁が吹きこぼれたとき、コンロの炎が黄色になった。
- (ウ) ある水溶液に酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えたら黒色沈殿が生じた。
- (エ) ある気体を石灰水に通じたら、石灰水が白濁した。
- (オ) 干し椎茸をあぶったら赤紫色の炎が見られた。
- (カ) 青色の塩化コバルト紙にある水溶液を滴下すると、赤色に変化した。

2

以下の問いに答えなさい。

(25点)

問1 次の(ア)～(ウ)は化学反応式で表し、(エ)～(オ)はイオン反応式で表しなさい。

- (ア) プロパン C_3H_8 が完全に燃焼すると、二酸化炭素と水が生じる。
 (イ) マグネシウムに塩酸を加えると、水素と塩化マグネシウムが生じる。
 (ウ) 過酸化水素水に触媒として酸化マンガン(IV) MnO_2 を少量加えると、水と酸素を生じる。
 (エ) 硝酸銀水溶液に銅線を浸しておくと、銅線の表面に銀が析出する。
 (オ) 塩化バリウム水溶液に希硫酸を加えると、硫酸バリウムの白色沈殿を生じる。

問2 気体の体積とその中に含まれる分子の数の間には、「同温・同圧で同体積の気体の中には、気体の種類によらず、同数の分子が含まれる」という関係が成り立つ。この法則を空気に当てはめると、空気は窒素と酸素がおよそ4：1の割合で含まれる混合気体である。以下の表の(ア)～(オ)の空欄に最も当てはまる数字を答えなさい。但し、 $N = 14$, $O = 16$, 標準状態で1 molの気体の体積は22.4(L), アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23}$ (個)とする。

	窒素	酸素	空気
物質質量	0.8mol	0.2mol	1 mol
標準状態での体積	(ア)	(イ)	22.4L
質量	22.4 g	(ウ)	(エ)
分子の個数	(オ)	1.2×10^{23} 個	6.0×10^{23} 個

3

以下の問いに答えなさい。

(25点)

問1 次の文を読み、以下の(1)~(3)の問いに答えなさい。

スウェーデンの化学者アレニウスは酸や塩基の水溶液が電気伝導性を示すことから、酸とは水に溶けて(ア)を生じる物質であり、塩基とは、水に溶けて(イ)を生じる物質であると定義した。

その後、水溶液以外の酸と塩基の反応を説明するために、デンマークの化学者ブレンステッドとイギリスの化学者ローリーは、分子やイオン間の(ウ)の受け渡しにより酸と塩基を定義し、酸は(ウ)を(エ)分子やイオンであり、塩基は(ウ)を(オ)分子やイオンであるとした。これをブレンステッド・ローリーの酸・塩基の定義という。

- (1) (ア)~(オ)に適切な語句を答えなさい。
- (2) 水酸化バリウムと硝酸が水溶液中で電離する様子をイオン反応式で答えなさい。
- (3) アンモニアの電離反応を示し、またブレンステッド・ローリーの酸・塩基の定義に従うと、アンモニアと水のどちらが酸と塩基と見なすか答えなさい。

問2 次の文を読み、以下の(1)~(4)の問いに答えなさい。

1 価の酸や塩基のイオン濃度は電離度を用いて酸や塩基の(ア)と電離度の積で求められる。水溶液中のイオン濃度は、およそ(イ)から(ウ)の広い範囲で濃度変化する。そこで水溶液の酸性、塩基性の強弱は、(エ)を10の $-n$ 乗の(ア)と表した時の n の値が用いられる。この数値をpHという。

- (1) (ア)~(エ)に適切な語句または数値を答えなさい。
- (2) 0.20 mol/Lのアンモニア水溶液の電離度が0.028のとき、水酸化物イオン濃度を答えなさい。
- (3) 0.1 mol/Lの塩酸の水溶液のpHを答えなさい。ただし温度は25°Cとする。
- (4) 0.005 mol/Lの酢酸水溶液のpHを答えなさい。ただし電離度を温度25°Cで0.020とする。

4

以下の問いに答えなさい。

(30点)

問1 次の条件を満たす金属を選択肢から全て選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度選んでもよい。

- (ア) 常温の空气中で速やかに酸化される。水と常温で反応する。
- (イ) 常温の水とは反応しないが、熱水とは反応する。
- (ウ) 高温の水蒸気と反応する。
- (エ) 塩酸や希硫酸とは反応しないが、硝酸や熱濃硫酸と反応して溶ける。
- (オ) 王水にだけ溶ける。

選択肢：K, Mg, Al, Pt, Au, Cu, Li, Fe

問2 以下の文章を読み、空欄の(ア)~(ウ)を埋めなさい。

(ア) 電池は、銅Cuと亜鉛Znのイオン化傾向の違いを利用した電池である。この電池は、亜鉛Zn板を浸した硫酸亜鉛 $ZnSO_4$ 水溶液と、銅Cu板を浸した硫酸銅(II) $CuSO_4$ 水溶液をセロハンで仕切ったものである。

正極の反応は、 $Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$

負極の反応は、(イ)であり、

負極で亜鉛Znは(ウ)されている。

問3 白金電極を用いて、硫酸銅(II) $CuSO_4$ 水溶液を32分10秒電気分解したところ、陰極に3.18gの金属が析出した。この電気分解で、電流を何A流したか答えなさい。ただし、原子量はS 32, O 16, Cu 63.5, Pt 195, ファラデー定数Fは 9.65×10^4 (C/mol) とする。