

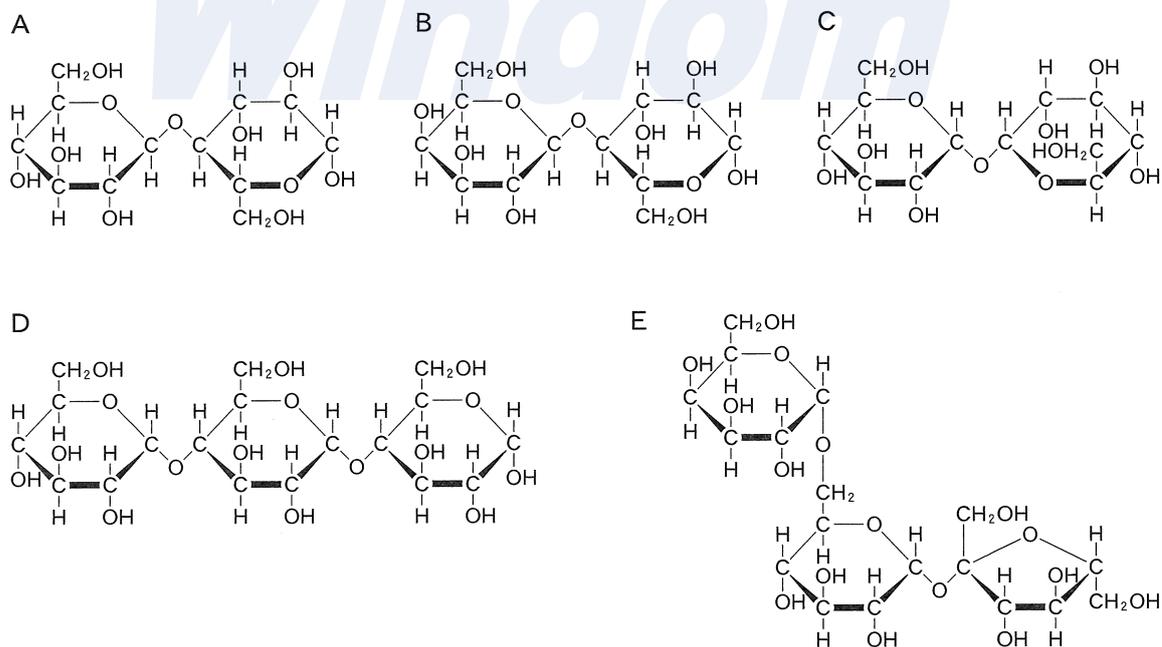
化 学 (その1)

注 意 事 項

1. 解答は所定の解答用紙の解答欄に記入せよ。
2. 問題 **1** ~ **5** を通じ、その必要があれば、次の数値を用いよ。
3. 原子量 H : 1.00, C : 12.0, O : 16.0, N : 14.0, Na : 23.0, Cl : 35.5, Fe : 56.0,
Cu : 63.5

1 次の文を読み、問いに答えよ。

単糖が2～数个グリコシド結合で結合したものをオリゴ糖と呼ぶ。植物に広く分布している砂糖の成分の二糖がスクロースであり(1)と(2)がグリコシド結合したものである。A～Eにオリゴ糖の例を示す。Eは砂糖の原料となるテンサイ(甜菜)などに含まれる三糖類であり、スクロースに(3)が結合してできたものである。オリゴ糖(4)は、小腸粘膜にβ-ガラクトシダーゼ活性を持つラクターゼを高発現している乳児期には、効率的に栄養素として利用できる。



問 1 (1), (2), (3)にあてはまる単糖の名称を記せ。ただし D-, L-の記載は必要ない。(1)(2)の順は問わない。

問 2 (4)にあてはまるオリゴ糖を A～E から 1 つ 選 び 記 号 を 記 せ。

問 3 還元性の無いのはどれか。A～E から 2 つ 選 び 記 号 を 記 せ。

- 問 4 $\alpha(1 \rightarrow 1)\alpha$ 結合をしているのはどれか。A～E から 1 つ選び記号を記せ。
- 問 5 デンプンが加水分解されて生じ得るのはどれか。A～E から 1 つ選び記号を記せ。
- 問 6 セルロースが加水分解されて生じ得るのはどれか。A～E から 1 つ選び記号を記せ。
- 問 7 グルコースのみから構成されるのはどれか。A～E から 3 つ選び記号を記せ。

Windom

2 次の文を読み、問に答えよ。

ヒトの体内で細菌を殺菌する好中球の中では、ミエロペルオキシダーゼの作用により、細胞内で過酸化水素 H_2O_2 と塩化物イオンを材料として殺菌力の強いオキソ酸^aが合成され殺菌力を発揮する。

消毒薬として使用する約3%過酸化水素水は、傷口に塗ると赤血球のもつカタラーゼの作用で酸素分子の泡を生じ洗浄作用を発揮する。また過酸化水素分子のもつ強い酸化剤としての機能により殺菌効果を発揮する。

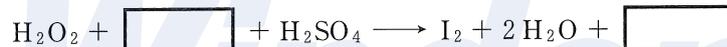
ここに濃度が不明の過酸化水素水(A液)がある。A液10 mLを純水でうすめて100 mLとした(B液)。B液1.0 mLに少量の希硫酸を加えて酸性にし、 $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下すると、12 mL 加えたところで赤紫色が消えなくなった。

B液にヨウ化カリウム水溶液を加えるとヨウ素が生成され褐色を呈した。

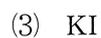
問 1 下線部 a の化学式(組成式)を記せ。

問 2 下線部 b で過酸化水素は、酸化剤あるいは還元剤のどちらとして作用したか記せ。

問 3 下線部 c の反応の化学反応式を完成させよ。



問 4 下線を引いた原子の酸化数を記せ。



問 5 A液の H_2O_2 のモル濃度と質量パーセント濃度を求めよ。ただし、A液の密度は 1.0 g/cm^3 とする。答えは四捨五入により小数点以下1位で記せ。

3 次の文を読み、問に答えよ。

溶解度の小さい気体では、一定量の液体に溶ける気体の質量は、温度が一定ならば液体に接している気体の圧力(分圧)に比例する。溶解度は、ある一定量の溶媒に対して溶解可能な溶質量で表す。二酸化炭素は 25 °C, 1.0×10^5 Pa のもとで純水 1.0 L に、標準状態の体積に換算して 0.75 L 溶ける。

空気中の二酸化炭素濃度を 0.035 % とする。

二酸化炭素を理想気体としてヘンリーの法則が成り立つものとし、さらに水に溶解した二酸化炭素はすべて水と反応して炭酸になるものとする。標準状態の気体 1.00 mol の体積を 22.4 L とする。

25 °C での電離定数を以下とする。



必要なら次の値を使え。

$$\log_{10} 2 = 0.30, \sqrt{2} = 1.41$$

問 1 純水 1.0 L を 25 °C, 1.0×10^5 Pa 大気圧の環境下で、大気と平衡状態にした。以下の

(1)~(4)に答えよ。答えは四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

- (1) この溶液に溶けている二酸化炭素の物質量[mol]を記せ。
- (2) この溶液の炭酸の電離度を記せ。なお(1)の答えを引用する際には有効数字 2 桁で使用する
こと。
- (3) この溶液の水素イオン濃度[mol/L]を記せ。
- (4) この溶液の pH を記せ。

問 2 純水 1.0 L に、25 °C, 1.0×10^5 Pa 大気圧の環境下で、 3.2×10^{-2} mol の二酸化炭素を溶解させた。以下の(1)~(3)に答えよ。答えは四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

- (1) この溶液の炭酸の電離度を記せ。
- (2) この溶液の水素イオン濃度[mol/L]を記せ。
- (3) この溶液の炭酸イオン(CO_3^{2-})濃度[mol/L]を記せ。

化 学 (その2)

4 以下の問題に答えなさい

- (1) メタノールとエタノールの混合物がある。これを完全燃焼させたところ、二酸化炭素 2.64 g と水(液体) 1.98 g を得た。このときに必要な酸素の体積は標準状態で何 L か。四捨五入のうえ有効数字 2 桁で答えよ。なお、気体のモル体積は 22.4 L/mol とする。
- (2) 27 °C において、25.6 g の酸素と 16.8 g の窒素を 3.0 L の容器に入れた。この混合気体の全圧は何 Pa か。四捨五入のうえ有効数字 2 桁で答えよ。ただし気体は理想気体として扱えるものとする。なお、気体定数、 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。
- (3) ある不揮発性の非電解質 48 g を 1.0 kg の水に溶かした溶液の凝固点を測定すると、質量モル濃度 0.20 mol/kg の塩化ナトリウム水溶液の凝固点と一致した。塩化ナトリウム水溶液中で Na と Cl は完全に電離していることとする。この非電解質の分子量を求め、四捨五入のうえ有効数字 2 桁で答えよ。
- (4) 1 mol のエタノールを完全燃焼させると 1368 kJ の熱を発生する。黒鉛の燃焼熱は 394 kJ/mol、水の生成熱は 286 kJ/mol である。エタノールの生成熱(kJ/mol)を整数で求めよ(小数点以下が出た場合は四捨五入せよ)。ただし、エタノールおよび水は液体、水素、酸素、および二酸化炭素は気体とする。
- (5) 20 °C において気体の分圧が $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき、窒素(N_2)と酸素(O_2)が水 1 L に溶解する気体の体積を標準状態(0 °C, $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$)に換算した値[溶解度:L]はそれぞれ N_2 : 0.016 [L], O_2 : 0.032 [L] である。 N_2 と O_2 の体積比が 2 : 3 である混合気体を 20 °C, $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 1 L の水と接触させたときに、水に溶けている N_2 , O_2 の質量[mg]をそれぞれ四捨五入のうえ小数点以下 1 桁で求めよ。
- (6) 両極に白金板を用いた 1 槽の電解槽にて塩化銅(II)水溶液を電気分解したところ、陰極の白金板上に 7.62 g の銅が析出した。以下の問に答えよ。なお、ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。
- a. 何 mol の電子が流れたか。四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。
- b. 陽極では何 g の塩素が発生したか。四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。ただし発生した塩素は水溶液には不溶とする。
- (7) 以下の a, b に適切な値を四捨五入のうえ有効数字 2 桁で答えよ。なお、アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。
- 体心立方格子を形成する金属である鉄の、単位格子の 1 辺の長さを $2.9 \times 10^{-8} \text{ cm}$ とすると、 1.0 cm^3 中にはおよそ (a) 個の鉄原子が含まれることになり、その密度はおよそ (b g/cm^3) と求められる。

5 以下の設問に答えよ。

ケイ素は単体では天然に存在しない。二酸化ケイ素を電気炉中でコークス(C)を用いて還元して生成する。生成されたケイ素は金属と絶縁体の中間的な電気伝導性を持つ。このような性質を持つ物質を(a)と呼び、コンピュータの集積回路や(b)電池にも利用される。

ケイ素化合物は一般に薬品に侵されにくいが、二酸化ケイ素の場合フッ化水素酸には溶ける。また、二酸化ケイ素と塩基性物質である水酸化ナトリウムを混ぜて加熱し融解させると、ケイ酸ナトリウムになる。このケイ酸ナトリウムに水を加えて加熱すると、透明で粘性の大きな(c)が得られる。(c)に塩酸を加えて生成した半透明のゲル状沈殿物を熱して脱水すると、乾燥剤として広く用いられる(d)ができる。

問 1 下線部①を化学反応式で書け。ただし①の反応からはケイ素と一酸化炭素のみが生成されるものとする。

問 2 (a)～(d)に入る適切な語句を書け。

問 3 下線部②を化学反応式で書け。

問 4 下線部③を化学反応式で書け。

Windom