

化 学

必要ならば、原子量として次の値を使え。

H: 1.0, C: 12, N: 14, O: 16, Ca: 40

I (配点50)

次の文を読み、(1)～(9)の問いに答えよ。ただし、気体はすべて理想気体としてふるまうものとし、空気は窒素と酸素のみからなる混合気体（物質比4：1）とせよ。また、数値での解答は、有効数字2桁で示せ。

窒素や酸素などの気体は水に溶ける。表1は、 1.0×10^5 Paにおいて、0℃および20℃の水1.0 Lに窒素や酸素が何 mol 溶けるかを示したものである。i)一定温度で、溶解度の小さい気体が一定量の溶媒に溶けるとき、気体の溶解量（物質質量、質量）はその気体の圧力（分圧）に比例する。

一方、塩素、アンモニア、二酸化炭素などの気体の溶解度は、窒素や酸素のものよりも大きい。これは、溶けた気体の一部が水と反応するためである。

表1

温度	窒素	酸素
0℃	1.1×10^{-3}	2.2×10^{-3}
20℃	7.0×10^{-4}	1.4×10^{-3}

- (1) 下線部 i) の法則を何というか。
- (2) 1.0×10^5 Paにおいて窒素を飽和させた0℃の水1.0 Lに溶けている窒素の質量は何 g か。
- (3) 1.0×10^5 Paにおいて酸素を飽和させた0℃の水3.0 Lを、圧力を保ったまま20℃にするとき、水から出てくる酸素は何 mol か。
- (4) 2.0×10^5 Paにおいて窒素を飽和させた0℃の水5.0 Lを、圧力を保ったまま20℃にするとき、水から出てくる窒素の質量は何 g か。

- (5) 空気を飽和させた 0℃の水に溶けている酸素の物質量は、窒素の物質量の何倍か。
- (6) 空気を飽和させた 20℃の水に溶けている酸素の質量は、窒素の質量の何倍か。
- (7) 1.0×10^5 Paにおいて、空気を飽和させた 20℃の水 1.0 Lを 40℃に加熱したところ、 1.6×10^{-4} mol の窒素と 8.0×10^{-5} mol の酸素が出てきた。この 40℃の水 1.0 Lに溶けている 1) 窒素 および 2) 酸素 の物質量はそれぞれ何 mol か。
- (8) 空気を飽和させた水に窒素を吹き込むと、水に溶けている酸素の物質量はどうか。
解答群 1 から選び、番号を記せ。

解答群 1

- | | | |
|--------|---------|--------|
| ① 増加する | ② 変わらない | ③ 減少する |
|--------|---------|--------|

- (9) アンモニアが溶けた水は塩基性を示す。このことを化学反応式で示せ。

II (配点50)

金属A～Eに関する①～⑤の文を読み、(1)～(6)の問いに答えよ。

- ① 金属Aは、湿った空气中で酸化され赤さびを生じる。Aは、Aの酸化物を溶鉱炉内でコークスと混ぜ、還元することで製造できる。
 - ② 金属Bは、美しい金属光沢をもち、熱や電気の伝導性は金属中で最も大きい。Bは、希硫酸には溶けないが、熱濃硫酸には溶ける。
 - ③ 金属Cは、赤みのある金属光沢をもち、湿った空气中で緑青とよばれるさびを生じる。
 - ④ 金属Dは、軽金属で展性・延性に富んでいる。Dは、空气中では表面に酸化物の被膜を生じる。
 - ⑤ 金属Eは、美しい金属光沢をもち、展性・延性は金属中で最も大きい。Eは、硝酸や熱濃硫酸には溶けないが、王水と呼ばれる酸化力の強い溶液には溶ける。
- (1) A～Eにあてはまる金属を解答群2から選び、元素記号で記せ。

解答群2

亜鉛 アルミニウム カルシウム 金 銀 鉄 銅

- (2) 金属の反応性は、イオン化傾向と密接に関連している。A～Eの中に、塩酸と反応して水素を発生する金属が2種類存在する。A～Eの記号で記せ。
- (3) A～Eの中に、両性元素が1つ存在する。A～Eの記号で記せ。
- (4) 銀が濃硝酸に溶ける反応について、
 - 1) 銀の酸化数の変化を例1にならって記せ。
 - 2) 硝酸が二酸化窒素へ還元される反応を電子を含むイオン反応式で記せ。
 - 3) 銀と濃硝酸との反応の化学反応式を記せ。

例1

$-2 \longrightarrow +2$

- (5) アルミニウムの粉末と他の金属酸化物を混ぜて点火すると、金属酸化物を還元し、金属単体を遊離させることができる。
- 4) この反応を何というか。
- 5) アルミニウムの粉末と酸化鉄(Ⅲ)を混ぜて点火したときに起こる反応の化学反応式を記せ。
- (6) ある金属(原子量 M) の結晶構造を調べたところ、図 1 に示すような 1 辺が r [cm] の立方体の単位格子をつくっていることがわかった。この結晶の密度を d [g/cm^3] として、次の問いに答えよ。
- 6) この単位格子の名称を記せ。
- 7) 単位格子中に含まれる原子数はいくつか。
- 8) この金属の原子 1 個の質量は何 g か。 d を含む文字式で示せ。
- 9) アボガドロ定数 N_A を、 d を含む文字式で示せ。

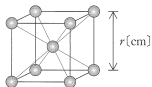


図 1

III (配点 50)

次の文を読み、(1)～(4)の問いに答えよ。構造式はすべて例2にならって記せ。また、数値での解答は、有効数字2桁で示せ。

アルカンは一般式 **ア** で表され、 $n \leq$ **a** のアルカンは常温・常圧のもとで気体として存在する。また、 $n =$ **a** のアルカンには、直鎖状の化合物 **A** と枝分かれ状の化合物 **B** の2種類が存在する。このように、原子のつながり方が異なる異性体を **イ** 異性体という。

アルケン是一般式 **ウ** ($n \geq 2$) で表される。濃硫酸を約 170℃ に加熱しながらエタノールを加えると $n =$ **b** の化合物 **C** が得られる。十分な量の **C** を臭素水 (赤褐色) に通すと、溶液が無色になる。 $n = 4$ のアルケンには **c** 種類の鎖状の異性体があり、そのうちの2種類を互いに **エ** 異性体という。 **エ** 異性体は立体異性体の一つである。

アルキンは一般式 **オ** ($n \geq 2$) で表される。炭化カルシウム (カルシウムカーバイド) に水を加えると、 $n =$ **d** の化合物 **D** が得られる。

- (1) **ア** ～ **オ** にあてはまる一般式または語句を解答群3から選び、番号を記せ。

解答群3

- ① C_nH_{2n-2} ② C_nH_{2n-1} ③ C_nH_{2n} ④ C_nH_{2n+1} ⑤ C_nH_{2n+2}
 ⑥ 構造 ⑦ シス-トランス ⑧ 光学

- (2) **a** ～ **d** にあてはまる整数を記せ。

- (3) **A**～**D**の名称と構造式を記せ。

- (4) 1.0 mol の化合物 **D** を合成するために必要な純度 80% の炭化カルシウムの質量は何 g か。

例2

