

(解答はすべて解答用紙に記入すること)

[1] 次の(1)~(5)の間に答えなさい。なお、答えは解答群(ア)~(キ)の中から適するものを記号で全て挙げなさい。ただし、適するものが解答群にない場合は「なし」と答えなさい。

(1) 分子の形が「直線形」であるもの。

(ア)アンモニア (イ)メタン (ウ)塩化水素 (エ)水 (オ)二酸化炭素 (カ)フッ化水素 (キ)四塩化炭素

(2) 価電子を「5個」もつもの。

(ア)ベリリウム (イ)ホウ素 (ウ)窒素 (エ)フッ素 (オ)アルミニウム (カ)ケイ素 (キ)リン

(3) 原子価が「2価」であるもの。

(ア)水素 (イ)炭素 (ウ)フッ素 (エ)ケイ素 (オ)リン (カ)硫黄 (キ)塩素

(4) 金属のイオン化傾向が「ズより小さい」もの。

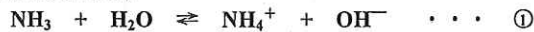
(ア)鉛 (イ)亜鉛 (ウ)カリウム (エ)金 (オ)ナトリウム (カ)カルシウム (キ)水銀

(5) 「金属元素」であるもの。

(ア)ホウ素 (イ)炭素 (ウ)ケイ素 (エ)リン (オ)ヒ素 (カ)セレン (キ)テルル

[2] 次の文を読み、下記の(1)と(2)の間に答えなさい。

(なお、 $\sqrt{2}=1.4$ 、 $\log_{10}2=0.30$ 、 $\log_{10}3=0.48$ 、 25°C における水のイオン積 $K_w=[\text{H}^+][\text{OH}^-]=1.0\times 10^{-14}\text{ mol}^2/\text{L}^2$ とする) アンモニア水の電離平衡は次のように表される。



アンモニア水のモル濃度を C 、電離度を α とすると、電離定数 K_b は C と α を用いて、 $K_b=(A)\text{ mol/L}$ と表される。しかし、 α は(ア)より非常に小さいため、 $K_b=(B)\text{ mol/L}$ と近似することができる。これを用いると、 $1.0\times 10^{-2}\text{ mol/L}$ アンモニア水の 25°C における電離定数 K_b が $1.8\times 10^{-5}\text{ mol/L}$ であれば、電離度は(イ)、水酸化物イオン濃度は(ウ) mol/L 、そして pH は(エ)と求められる。

(1) 上記文中の(A)と(B)に適切な式を、また(ア)~(エ)には適切な数値を入れて文を完成させなさい。なお、(エ)は小数点以下第2位を四捨五入して小数点以下第1位まで求めなさい。

(2) ①式の電離平衡が成り立っているアンモニア水に、次の(a)~(c)の操作を行った。平衡が右に移動する場合には「右」、左に移動する場合には「左」、移動しない場合には「なし」で答えなさい。

(a) 塩化水素を吹き込む (b) 水酸化ナトリウム水溶液を加える (c) 塩化アンモニウム水溶液を加える

[3] 次の文を読み、下記の(1)~(5)の間に答えなさい。なお、気体は全て理想気体として扱い、水(液体)の体積および水に溶ける二酸化炭素は考えなくてよいものとする。

(原子量は $\text{H}=1.00$ 、 $\text{C}=12.0$ 、 $\text{O}=16.0$ 、気体定数 $R=8.20\times 10^{-2}\text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、 27.0°C における水の密度 $=1.00\text{ g/mL}$ 、

27.0°C における水の飽和蒸気圧 $=3.00\times 10^{-2}\text{ atm}$ 、 127°C における水の飽和蒸気圧 $=1.50\text{ atm}$ とする)

100 L の真空容器に水 63.0 g とドライアイス 22.0 g を入れて密閉した。この容器を 127°C に保ち、平衡になったところで容器内の圧力を測定した。次に、この容器を 27.0°C に保ち、平衡になったところで容器内の圧力を測定した。

(1) 127°C における容器内の全圧は何 atm か求めなさい。なお、答えは小数点以下第3位を四捨五入して小数点以下第2位まで求めなさい。

(2) 127°C における容器内の水は次の(ア)~(カ)のどの状態で存在するか適切なものを選び記号で答えなさい。

(ア) 気体 (イ) 液体 (ウ) 固体 (エ) 気体と液体 (オ) 気体と固体 (カ) 液体と固体

(3) 27.0°C における容器内の二酸化炭素の分圧は何 atm か求めなさい。

(4) 27.0°C における容器内の水(気体)の分圧は何 atm か求めなさい。

(5) 27.0°C における容器内の水(液体)の質量は何 g か求めなさい。ただし、答えは小数点以下第2位を四捨五入して小数点以下第1位まで求めなさい。

[4] 次の文を読み、下記の(1)~(4)の間に答えなさい。(原子量は $\text{H}=1.00$ 、 $\text{C}=12.0$ 、 $\text{O}=16.0$ とする)

炭素、水素および酸素からなる分子量 74.0 の化合物 A、B、C および D に関して次の実験結果を得た。

(ア) 化合物 A~D 各々 4.00 mg を完全燃焼させたところ、いずれからも二酸化炭素 9.53 mg と水 4.80 mg を生じた。

(イ) 化合物 A~D にナトリウムを加えると、A、B および C からは気体が発生した。

(ウ) 化合物 A~D に硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を加えて加熱すると、A と B では過マンガン酸カリウム水溶液の赤紫色が脱色され、A からは弱酸性を示す化合物が、B からは中性の化合物が生成した。

(エ) 化合物 A に濃硫酸を加えて加熱すると、直鎖状の二重結合を有する化合物が生成した。

(1) 化合物 A~D の分子式を答えなさい。

(2) (イ)の実験で発生する気体を化学式で答えなさい。

(3) 化合物 A~C の名称(物質名)をそれぞれ答えなさい。

(4) 化合物 D で考えられる構造は何種類あるか。また、それらの総称は一般に何というか答えなさい。

[5] 次の文を読み、下記の(1)~(4)の間に答えなさい。(原子量は $\text{H}=1.00$ 、 $\text{C}=12.0$ 、 $\text{N}=14.0$ 、 $\text{O}=16.0$ とする)

・アミノ酸は酸性を示す(ア)基と塩基性を示す(イ)基を分子内にもつ化合物で、これらの2つの官能基が同一炭素原子に結合しているアミノ酸を(ウ)という。(ウ)どうしのアミド結合を(エ)結合といい、タンパク質は多数の(ウ)が連結したポリペプチドからできている。タンパク質を希酸で加水分解したとき、(ウ)だけを生じるタンパク質を(オ)、(ウ)以外に糖・リン酸・核酸などの物質も同時に生成するタンパク質を(カ)という。タンパク質に水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(II)水溶液を加えると、呈色反応を示して(a)色に変化する⁽ⁱ⁾。また、タンパク質に濃硝酸を加えて加熱すると(b)色になり、さらにアンモニア水を加えると(c)色に変化する⁽ⁱⁱ⁾。この反応は、タンパク質中に存在するベンゼン環が(キ)されることに基づく反応である。

・あるタンパク質を加水分解したときトリペプチド A が生じた。トリペプチド A は不斉炭素原子をもたないアミノ酸 2 分子と、下線(II)の反応を示すアミノ酸 1 分子から構成されていた。

(1) 上記文中の(ア)~(キ)に適切な語句を入れ、(a)~(c)には適切な色を下から記号で選び文を完成させなさい。

(A) 緑 (B) 青 (C) 黒 (D) 赤紫 (E) 黄 (F) 白 (G) 橙黄 (H) 褐

(2) 下線(I)および(II)の反応名をそれぞれ答えなさい。

(3) トリペプチド A がグリシン($\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$)とチロシン($\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_3$)から構成されるとき、トリペプチド A の分子量を求めなさい。

(4) トリペプチド A の考えられる構造は何種類か答えなさい。ただし、光学異性体は考えないものとする。