

化学基礎・化学 (その1)

必要ならばアボガドロ定数は $N_A=6.00 \times 10^{23}/\text{mol}$ とし、 $H=1.00$ 、 $C=12.0$ 、 $N=14.0$ 、 $O=16.0$ の原子量を用いよ。また、 0°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ における気体 1mol の体積は 22.4L とする。

第1問 以下の問い(問1～5)に答えよ。

問1 水素原子 2.70×10^{24} 個を含むアンモニア分子の質量は何gか。有効数字3桁で答えよ。

問2 0°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ において、 4.48L の体積を占めるアンモニアを純水に完全に溶解させ、 500mL の水溶液を調製した。この水溶液のモル濃度は何 mol/L か。有効数字3桁で答えよ。

問3 質量パーセント濃度 27.0% のアンモニア水の密度は 0.900g/cm^3 である。このアンモニア水のモル濃度は何 mol/L か。有効数字3桁で答えよ。

問4 モル濃度 4.00mol/L のアンモニア水の密度は 0.970g/cm^3 である。このアンモニア水 485g に溶解しているアンモニアの物質量は何 mol か。有効数字3桁で答えよ。

問5 尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ を水と反応させると、二酸化炭素とアンモニアが生成する。尿素 30.0g を完全に反応させたとき、発生する二酸化炭素とアンモニアの体積の合計は、 0°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ で何 L か。有効数字3桁で答えよ。

化学基礎・化学 (その2)

第2問 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

周期表の2族に属する元素をアルカリ土類金属元素という。アルカリ土類金属元素の単体の結晶には六方最密構造をとるものがある。ベリリウム、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウムのうち、単体の融点が最も高い元素は(ア)である。アルカリ土類金属元素は、天然には単体として存在せず、工業的には(イ)電解で製造されている。

問1 (ア)・(イ)にはいる適切な語句を答えよ。

問2 図1は六方最密構造の結晶格子である。結晶格子中の1個の原子に最も近いところに位置する原子の数は何個か。整数で答えよ。また、結晶格子の体積のうち原子の占める体積の割合(充填率)は何%か。①～④の中から1つ選べ。

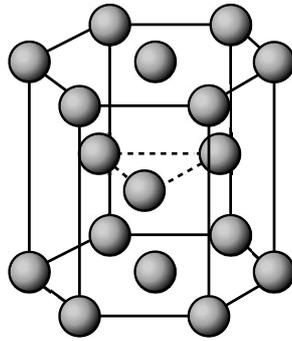


図1

- ① 52% ② 68% ③ 74% ④ 82%

問3 アルカリ土類金属元素の原子は同周期のアルカリ金属元素の原子よりも原子半径が小さい。カルシウムがカリウムよりも原子半径が小さい理由を30字以内で答えよ。

問4 1) 石灰水に二酸化炭素を通じると白色沈殿が生じる。しかし、2) さらに二酸化炭素を通じ続けると沈殿が溶け無色の溶液になる。それぞれの反応を化学反応式で示せ。

化学基礎・化学 (その3)

第3問 次の文章A・Bを読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

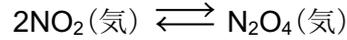
A 化合物 1 mol がその成分元素の単体から生成するときの反応エンタルピーを生成エンタルピーという。25℃において、プロパン C_3H_8 (気)の生成エンタルピーは -106 kJ/mol である。

問1 25℃におけるプロパン C_3H_8 (気)の燃焼エンタルピーは何 kJ/mol か。整数で答えよ。
ただし、25℃における二酸化炭素の生成エンタルピーを -394 kJ/mol 、水の生成エンタルピーを -286 kJ/mol とする。また、燃焼によって得られる水はすべて液体とする。

問2 25℃におけるプロパン分子中のC-C結合の結合エネルギーは何 kJ/mol か。整数で答えよ。ただし、25℃におけるC(黒鉛)の昇華エンタルピーを 718 kJ/mol 、水素分子中のH-H結合の結合エネルギーを 436 kJ/mol 、プロパン分子中のC-H結合の結合エネルギーを 411 kJ/mol とする。

化学基礎・化学 (その4)

B 圧力を P [Pa] に保って、体積可変の密閉容器に n [mol] の二酸化窒素を封入し、ある温度 T [K] で放置したところ、二酸化窒素の 80% が反応して四酸化二窒素が生成し、次の平衡状態に達した。また、この反応の正反応は発熱反応である。



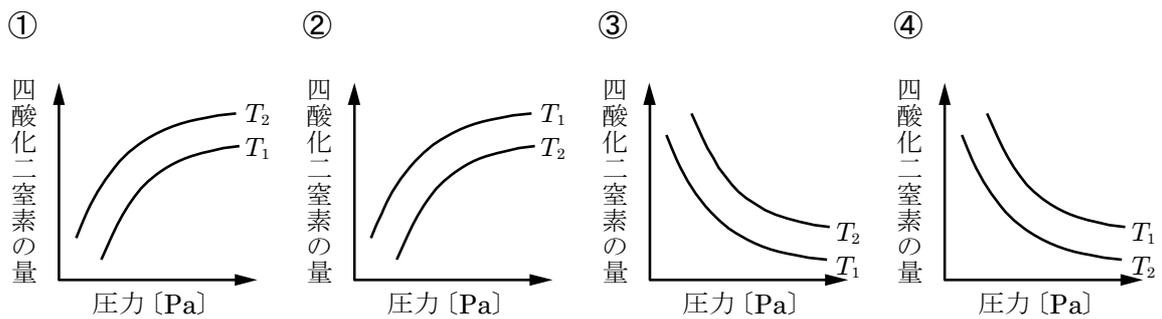
問3 この平衡状態における四酸化二窒素の分圧は何 Pa か。①～⑥の中から 1 つ選べ。

- | | | |
|------------------|------------------|------------------|
| ① $\frac{P}{4}$ | ② $\frac{P}{3}$ | ③ $\frac{P}{2}$ |
| ④ $\frac{2}{3}P$ | ⑤ $\frac{3}{4}P$ | ⑥ $\frac{4}{5}P$ |

問4 この平衡状態における圧平衡定数は何 Pa^{-1} か。①～⑥の中から 1 つ選べ。

- | | | |
|------------------|------------------|-----------------|
| ① $\frac{4}{3P}$ | ② $\frac{3}{2P}$ | ③ $\frac{2}{P}$ |
| ④ $\frac{3}{P}$ | ⑤ $\frac{4}{P}$ | ⑥ $\frac{6}{P}$ |

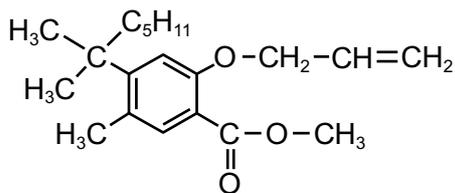
問5 この反応を、圧力 [Pa] を温度 T_1 [K] および T_2 [K] の下で変化させて平衡状態にしたときの四酸化二窒素の量を模式的に表したグラフはどれか。①～④の中から 1 つ選べ。ただし、 $T_1 > T_2$ とする。



化学基礎・化学 (その5)

第4問 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えよ。ただし、構造式は構造式の例にならって答えよ。

アルコールは分子内のヒドロキシ基の数によって、1価アルコール、2価アルコール、3価アルコールなどに分類される。メタノールやエタノールは1価アルコール、エチレングリコールは2価アルコール、グリセリンは3価アルコールに分類される。グリセリンと脂肪酸が脱水縮合してできたエステルを油脂という。



構造式の例

問1 メタノールの工業的な製法を①～④の中から1つ選べ。

- ① 一酸化炭素と水素を触媒とともに高温高压で反応させる。
- ② アセチレンを赤熱した鉄に触れさせる。
- ③ 炭化カルシウムに水を作用させる。
- ④ 酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムを混合して加熱する。

問2 エタノール C_2H_5OH に単体のナトリウムを加えると水素が発生する。このときの反応を化学反応式で示せ。

問3 エチレングリコールとテレフタル酸を縮合重合することで合成される合成繊維はどれか。①～④の中から1つ選べ。

- | | |
|-----------------|----------|
| ① ナイロン 66 | ② ナイロン 6 |
| ③ ポリエチレンテレフタレート | ④ アクリル繊維 |

問4 1分子のグリセリンと3分子のステアリン酸 $C_{17}H_{35}COOH$ が脱水縮合してできた油脂の分子量はいくらか。整数で答えよ。

問5 1分子のグリセリンと、2分子のステアリン酸 $C_{17}H_{35}COOH$ と1分子のパルミチン酸 $C_{15}H_{31}COOH$ が脱水縮合してできた油脂のうち、不斉炭素原子をもたないものの構造式を答えよ。

問6 油脂を水酸化ナトリウム水溶液でけん化することで得られる脂肪酸のナトリウム塩のことを何というか。その名称を答えよ。

化学基礎・化学 (その6)

第5問 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

単糖類のグルコースは白色の結晶で水によく溶ける。 α -グルコースの構造を次の図2に示した。 α -グルコースは図中の破線で示した(ア)構造をもち、水溶液中で開環して鎖状構造のグルコースになり、 β -グルコースとの3種類のグルコースの平衡状態をとる。鎖状構造のグルコースは(イ)基をもつので、グルコース水溶液は還元性を示す。

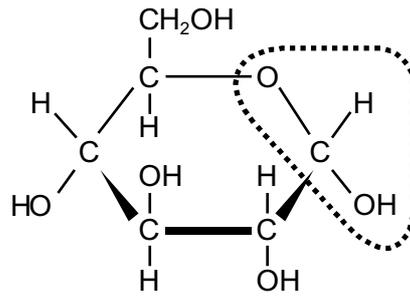


図2

問1 (ア)・(イ)にはいる適切な語句を答えよ。

問2 β -グルコースの構造式を α -グルコースの構造式にならって答えよ。

問3 グルコースに関する記述として、誤っているものはどれか。①～④の中から1つ選べ。

- ① 銀鏡反応を示す。
- ② フェーリング液と反応して赤色沈殿を生じる。
- ③ 臭素水を加えると白色沈殿が生じる。
- ④ フルクトースの構造異性体である。

問4 次の糖類のうち、還元性を示さないものはどれか。①～④の中から1つ選べ。

- ① マルトース ② スクロース ③ セロビオース ④ ガラクトース