

# — 芝浦工業大学 —

## 2月1日 (火) 前期日程 化学

### 解答・解説

#### 解答

大問 5

イ) (1)ア、エ、ケ (2)ウ、オ (3)イ、エ、オ

ロ) (1)2.7 (2)触媒

ハ) (1)ナイロン 6,6 (2) $1.50 \times 10^2$  (3)300 (299)

ニ) (1) $2.5 \times 10^5$  Pa (2) $5.1 \times 10^2$  J (3) $6 \times 10^3$  Pa (4) $2.3 \times 10^6$  J

大問 6

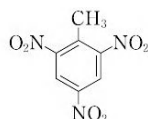
イ) (1)84% (2)26.0g

ロ) (1)格子エネルギー (2)47kJ

ハ) (1)a.1 b.2 c.1 (2)1.65 kg

ニ) (1)A.o B.p C.m (2)D.6 E.6

(3)

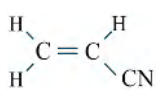


大問 7

イ) (1)ア.質量 イ.陽子の数 ウ.114 (2)希ガスが未発見だったから。

ロ) (1) $1.5 \times 10^{-4}$  mol (2)0.12% (3)イ

ハ) A.5 B.3

ニ) (1)  (2)b.3 d.2 (3)528 (4)40.0%

大問 8

イ) (1)a,c,d,b (2)b,e,g

ロ) (1)1.2 (2)A,D,C

ハ) (1)A,D,E (2)B

ニ) (1)B,D (2)A:PbCl<sub>2</sub> E:CaCO<sub>3</sub> (3)炎色 (4) $6.5 \times 10^{-2}$

## 解説

### 大問 5

(イ)

- (1) 化合物とは二種類以上の元素からできている物質であるので、該当するのは(ア)(エ)(ケ)である。  
 (2) 同素体とは同一元素からなる単体で性質が異なる物質である。よって該当するものは(ウ)(オ)である。  
 (3) 硝酸カリウムは硝酸イオン中に共有結合を含んでいる。

(ロ)

$$(1) k = Ae^{\frac{-E}{RT}} \textcircled{1}$$

$$T=300\text{K} \text{ の時 } \textcircled{1} \rightarrow 1 = Ae^{-4} \textcircled{2}$$

$$T=400\text{K} \text{ の時 } \textcircled{1} \rightarrow k = Ae^{-3} \textcircled{3}$$

$$\textcircled{3}/\textcircled{2} \text{ より } k = e$$

(2) 触媒

(ハ)

(1) ナイロン 66

(2) ナイロン 66 の分子量は  $226n$  である。(n は繰り返し単位)

高分子の分子量が  $3.39 \times 10^4$  であるので、 $3.39 \times 10^4 = 226n$

$$n=150$$

(3) ナイロン 66 の繰り返し単位一個につき、アミド結合は 2 あるので

$$2 \times 150 = 300$$

なお、ナイロン 66 の両端はアミド結合を構成していないので、ここを考慮に入れると 299 が正解となる。

(二)

(1)  $\pi V = nRT$  より

$$\pi = 0.10\text{mol/L} \times 8.31\text{J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times 305\text{K}$$

$$= 2.5 \times 10^2 \text{ Pa}$$

(2)  $E = PV$  より

$$E = 2 \times 2.5 \times 10^2 \text{ Pa} \times 0.001 \text{ m}^3$$

(4) 蒸発熱が  $42\text{kJ/mol}$  なので

必要なエネルギー  $E'$  は

$$E' = 41\text{kJ/mol} \times 1000\text{g}/18\text{g/mol} = 2.3 \times 10^6 \text{ J}$$

### 大問 6

イ)

(1) 熱分解するのは炭酸水素ナトリウムだけであり、かつその反応式は以下の通り。



ここから、 $3.1\text{g}$  の質量減少分は発生した  $\text{H}_2\text{O}$  と  $\text{CO}_2$  の分と考えられる。ここから発生する  $\text{H}_2\text{O}$  と  $\text{CO}_2$  の物質量をそれぞれ  $x$  とおき、質量を求める。

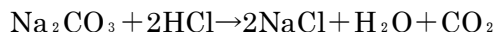
$$18x + 44x = 3.1$$

$$x=0.05 \text{ mol}$$

ここから  $\text{NaHCO}_3$  の物質量は  $0.05 \times 2 = 0.1 \text{ mol}$  とおけるので、全  $10\text{g}$  中の割合は、

$$\frac{0.1 \times 84}{10} \times 100 = 84\%$$

(2) 塩酸と  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  の反応は以下の通り。



また、それぞれの物質量は

$\text{Na}_2\text{CO}_3 : \frac{6.9}{106} = 0.065$ 、 $\text{HCl} : 6 \times \frac{40}{1000} = 0.24$  になるので、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  が全て反応することとなる。ここで反応後の質量を考えることとなるが、基本的には反応前と反応後の質量は変わらず、ただ発生した  $\text{CO}_2$  の分だけの質量が減少することとなる。

減少する  $\text{CO}_2$  の質量は  $\frac{6.9}{106} \times 44 = 2.864\text{g}$  になるので、反応前の質量の合計からこの値を引くことになる。  
 $22 + 6.9 - 2.864 = 26.0\text{g}$

ロ)

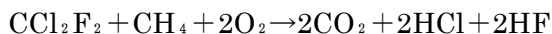
(1) 格子エネルギーは正確にはイオン結合に限らない。

(2) 固体から気体へと変化する際のエネルギーを求めればよいので、問題中の熱化学方程式の値の合計の値が答えとなる。

ハ)

(1) 反応式は以下のようになる。

1 段階：



2 段階：



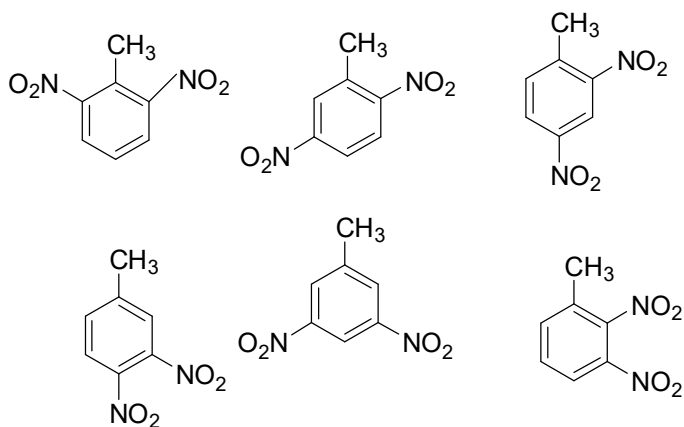
(2) 上記の反応式より、 $\text{CCl}_2\text{F}_2$   $1 \text{ mol}$  が反応するには、合計  $2 \text{ mol}$  の  $\text{CaCO}_3$  が必要となる。ここから、

$$\frac{1 \text{ kg}}{121} \times 2 \times 100 = 1.65 \text{ kg}$$

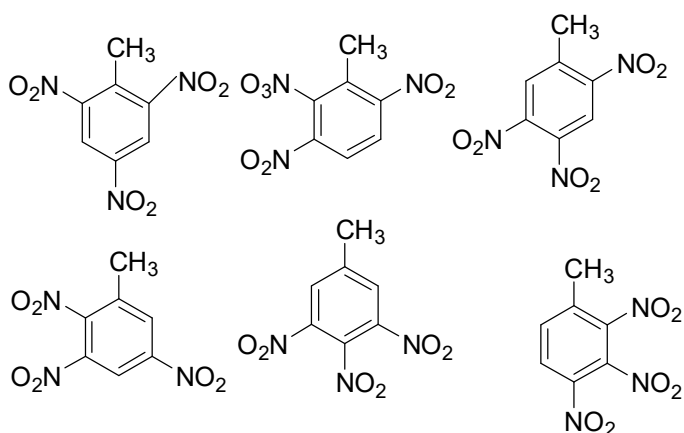
ニ)

(1) o、m、p 三種類のニトロトルエンが原理的には合成されることになるが、これらからジニトロトルエンを合成するにはほとんどが 2,4-ジニトロトルエンであったという記述がある。ベンゼン環の 2,4 の位置にニトロ基が置換するようにするには、ニトロトルエンの段階で 2 又は 4 の位置にニトロ基が存在していることが前提となる。よって、2, 4 の位置にニトロ基が存在しない m-ニトロトルエンの合成量が最も少なかったことが分かる。

(2) D 以下の通り



E 以下の通り



(3)爆薬として用いられているのは2,4,6-トリニトロトルエンである。

大問 7

イ)

メンデレーエフの時代には単純に質量の順に元素を並べていたが、原子構造の理解が進むにつれてより正確な定義に基づく周期表へと変化していった。また、元素の総数については、大学入試であることに鑑み、資料集「化学図録」記載の数値を解答としておく。

ロ)

(1)空気中の  $\text{CO}_2$  が  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  に吸収され、更に残った  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  を塩酸によって中和することになる。ここから  $\text{CO}_2$  の物質量を  $x$  とおき、中和の式を組み立てる。

$$2x + 0.1 \times \frac{8.5}{1000} \times \frac{20}{10} = 0.05 \times \frac{20}{1000} \times 2$$

より、 $x = 1.5 \times 10^{-4}$

(2)気体の状態方程式より、

$$1.01 \times 10^5 \times V = 1.5 \times 10^{-4} \times 8.31 \times 10^3 \times 298$$

$$V = 3.677 \times 10^{-3} \text{L}$$

ここから空気 3 L 中の割合を求める。

$$\frac{3.677}{3} \times 10^{-3} \times 100 = 0.1225\%$$

(3)(2)の値は基準値を超えている。

ニ)

(3)Cl 原子の割合が 25%であることから、 $5.0 \times 10^4 \times 0.25 = 1.25 \times 10^4$ が Cl 原子による分子量であることが分かる。

ここで塩化ビニルの構造の中に一原子の Cl が存在することから、塩化ビニルの重合度を  $m$  とすれば、

$$35.5 \times m = 1.25 \times 10^4$$

$$m = 352.1$$

となる。

ここから、塩化ビニルの基本単位の分子量が 62.5 であることから、

$62.5 \times 352 = 2.2 \times 10^4$ が塩化ビニルによって生じる分子量となる。ここと、全体の分子量が  $5.0 \times 10^4$  であることから、差分の  $2.8 \times 10^4$ がアクリロニトリルによる分子量となる。

ここでアクリロニトリル側の重合度を  $n$  とおけば、アクリロニトリルの分子量 53 と合わせて、

$$53 \times n = 2.8 \times 10^4$$

$$n = 528$$

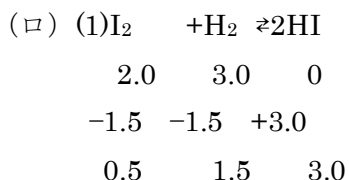
(4)(3)より、本問のアクリル系繊維はアクリロニトリルの重合度 528、塩化ビニルの重合度 352 となることが分かるので、

$$\frac{352}{528 + 352} \times 100 = 40.0\%$$

大問 8

(イ) (1)電気陰性度の差が大きいほど極性が大きい。元素の周期表で、希ガスを除き、右上の元素ほど電気陰性度が大きい。したがって、電気陰性度の大きさは  $C < N < O < F$  となる。

(2) $\text{NH}_3$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{H}_2$ は極性分子である。



したがって  $K_c = (3.0)^2 / 0.5 \times 1.5 = 1.2 \times 10^1$

(2)(A) $\text{H}^+ = 1.0 \times 10^{-12} \text{mol/L}$

したがって  $\text{OH}^- = 1.0 \times 10^{-2} \text{mol/L} \cdots \text{A}$

(C) $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn} \cdots \text{①}$

亜鉛メッキの質量は  $7.12 \text{g/cm}^3 \times 100 \text{cm}^2 \times 1.00 \times 10^{-6} \times 10^2 \text{cm} = 0.0712 \text{g}$

よって亜鉛の物質量は  $0.0712/65.4\text{mol}$

① より電子の物質量は  $0.0712 \times 2/65.4\text{mol}$

電流  $2.00\text{A}$  で  $c \times 10^2$  秒間通電を行ったことから、

$2.00 \times (c \times 10^2)/9.65 \times 10^4 = 0.0712 \times 2/65.4$  が成り立つ。

この式を解くと  $c \doteq 1.05$  となる。…C

(D)  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

$D=x$  とおくと、次の式が成り立つ。

$2 \times x \times 10^{-2}\text{mol/L} \times 20/1000\text{L} = 5 \times 0.010\text{mol/L} \times 15/1000\text{L}$

$X = 1.875 \doteq 1.9 \cdots D$

$A=2.0$ 、 $C=1.05$ 、 $D=1.9$  となり、 $A, D, C$  となる。

(ハ)(1)二重結合で結合している 2 つの炭素原子が、それぞれ 2 つの異なる原子または原子団をもつ場合には、幾何異性体が存在する。したがって、 $A, D, E$  には幾何異性体が存在する。

(2)互いに異なる 4 個の原子または原子団が結合している炭素原子を不斉炭素原子という。したがって臭素を付加させると、 $B$  のみ不斉炭素原子を生じない。

(ニ)(1)操作  $B, D$  では  $\text{H}_2\text{S}$  を通じる。

(2)操作  $A$  では希塩酸を加え、 $\text{AgCl}$ 、 $\text{PbCl}_2$  などが分離される。また、操作  $E$  では  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  水溶液を加え、 $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{SrCO}_3$ 、 $\text{BaCO}_3$  などが分離される。

沈殿  $A$  の質量は  $2.78 \times 10^{-2}\text{g}$ 、沈殿  $E$  の質量は  $1.00 \times 10^{-2}\text{g}$  であり、それぞれ混合水溶液に  $1.00 \times 10^{-4}\text{mol}$  含まれていたことから、沈殿  $A$  の分子量は 278、沈殿  $E$  の分子量は 100 であるとわかる。

したがって沈殿  $A$  は  $\text{PbCl}_2$ 、沈殿  $E$  は  $\text{CaCO}_3$  だとわかる。

(3)ろ液  $E$  に金属イオンが含まれていた場合、炎色反応で確認する。

(4)沈殿の色や追加実験(a)～(d)より、沈殿  $B$  は  $\text{CuS}$ 、沈殿  $C$  は  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、沈殿  $D$  は  $\text{ZnS}$  とわかる。

それぞれ  $1.00 \times 10^{-4}\text{mol}$  含まれていたことから、

沈殿  $B=0.955 \times 10^{-2}\text{mol}$ 、沈殿  $C=0.78 \times 10^{-2}\text{mol}$ 、沈殿  $D=0.974 \times 10^{-2}\text{mol}$  とわかる。

したがって沈殿  $A \sim E$  の質量の和は

$(2.78 + 0.955 + 0.78 + 0.974 + 1.00) \times 10^{-2} = 6.489 \times 10^{-2} \doteq 6.5 \times 10^{-2}$

## 総評

どの問題も時間さえかければ解けなくはないが、制限時間を考えればかなり厳しい問題であったと思われる。取り組むべき問題の選択が重要であったと思われる。とは言え、厳しいのは理論分野であり、有機、無機の分野に関してはそれほど細かい知識を聞かれているわけではなく、基本的な知識が定着している受験生であれば確実に正答を導き出せたと思われる。

なお、大問5で初見の公式が出てきたことで困惑した生徒もいたかもしれないが、化学において初見の公式を用いた問題は前提知識のいらない計算問題であり、素直に代入すれば解ける事がほとんどである。今後ともこのような問題が出題されることはあり得るので、十分心構えを作っておいてほしい。

以上