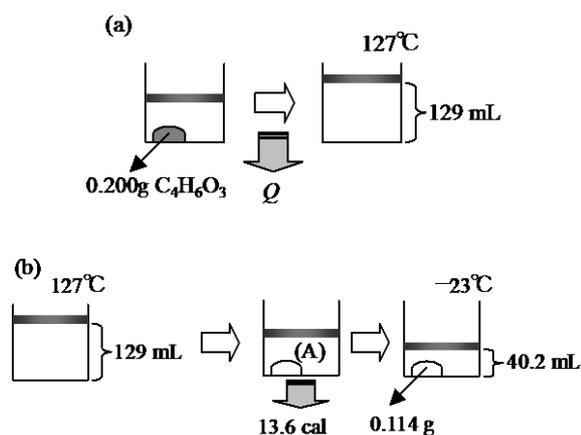


# 強者の戦略

研伸館・化学科の古谷勇馬です。先週の問題はいかがだったでしょうか。それでは、解答および解説です。

## 【解答および解説】

まずは状況を把握していきましょう。問題文中にある数値にアンダーラインを引いたり，図を描いたり，様々な方法がありますが，難問ほど状況把握が大切です。



(ア)

(a)で，反応物の総物質量  $n_a$  は  $pV=nRT$  より，

$$n_a = \frac{1 \times 0.129}{0.082 \times 400} \text{ mol}$$

(b)で，気体として存在する物質の総物質量  $n_b$  は，(A)の蒸気圧が無視できることに注意して，

$$n_b = \frac{1 \times 0.0402}{0.082 \times 250} \text{ mol}$$

(b)で化学反応は起こらず，状態変化のみである。さらに，(A)の蒸気圧が無視できることから，(A)はすべて液体として存在するとみなしてよい。

したがって，化合物(A)の物質量は

$$n_a - n_b = 1.97 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

※(a)の反応後，反応物はすべて気体であり，(b)では(A)のみがすべて液体になるということが見抜けたでしょうか。なお，この問題は次のようにしても解くことができます。

【(ア)の別解】

$C_4H_6O_3$  の物質量は，

$$0.200 \div 102 = 1.96 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

反応後の気体の総物質量は，

$$n_a = \frac{1 \times 0.129}{0.082 \times 400} = 3.93 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

したがって，反応により物質量が2倍になっている。さらに，(b)での気体の物質量は，

$$n_b = \frac{1 \times 0.0402}{0.082 \times 250} = 1.96 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

このことから， $C_4H_6O_3$  は(a)で加熱分解して(A)と他の気体に分解し，生じた(A)の物質量は(A)以外の気体の総物質量と等しいことが分かる。

したがって，化合物(A)の物質量は  $C_4H_6O_3$  の物質量と等しく， $1.96 \times 10^{-3} \text{ mol}$  である。

解答は，実験値に即して計算した解答です。これに対して別解は，違いが分かりにくいかもしれませんが，化学反応の量的関係から理論的に考察している解答です。このとき，(b)における気体は一種類の分子かもしれませんし，混合気体かもしれないことに注意してください（後述するように，最終的に気体は1種類のみであることが分かる）。

解答と別解では数値が異なります。赤本によればこれは実験誤差ということらしいですが，今回は導出過程も採点対象に含まれることから，数値の違いはあまり気にする必要はないかと思われます。

数学では別解が多く存在することはご存じの通りですが，化学となると，なぜか単一の解答以外存在しえないようなイメージを抱きがちです(だから解法を丸暗記しようとする人が多い)。しかしながら，本間から分かるように，化学においても別解は存在するのです。前回の結晶の問題でも座標軸を設定することによる別解がありましたね。そして，数学同様，それはより早い解答法の発見につながる可能性もあるのです。

科目に関わらず，発想は皆さんの自由であり，論

# 強者の戦略

理さえつながっていれば立派な解答になります。是非とも皆さんには、伸び伸びとした論理展開を心がけるようにしていただきたいと思います！

少し熱く語ってしまいました(笑)。次の問題に移りましょう。

(イ)

(A)の分子量は、

$$0.114 \div (1.97 \times 10^{-3}) = 57.8 \dots \approx 58$$

1 mol の化合物(A)に含まれる炭素の質量は、

$$57.8 \times 0.621 = 35.8 \approx 36$$

したがって、化合物(A)に炭素原子は3つ含まれる。

化合物(A)の分子式を  $C_3H_xO_y$  とすると、(A)の分子量が58であることをみます  $x, y$  は  $x=6, y=1$  のみである。以上より、求める分子式は  $C_3H_6O$  である。

※後半は、気体として存在する物質の分子量が  $102 - 58 = 44$  であり、かつCを1つ含むことから、気体は  $CO_2$  であると判断し、化合物(A)と  $CO_2$  が等モル生成することから、逆算して求めることもできます。

(A)の分子量は次のようにしても求められます。

質量保存の法則より、気体として存在する物質は、

$$0.202 - 0.114 = 0.086g$$

である。この気体の分子量  $M$  は  $pV=nRT$  より、

$$1 \times 0.0402 = \frac{0.086}{M} \times 0.082 \times 250$$

$$\therefore M \approx 43.9$$

したがって、(A)の分子量は、 $C_4H_6O_3$  が (A) と他の気体に分解し、それぞれ等モル生成していたことより、

$$102.0 - 43.9 = 58.1$$

である。

また、(A)に含まれる炭素の数は次のようにしても求められます。

(A)に含まれる炭素数を  $x$  とすると、(A)に含まれる炭素の質量について下の式が成り立つ。

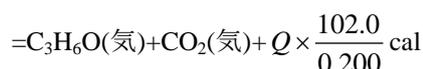
$$0.114 \times \frac{62.1}{100} = 1.96 \times 10^{-3} \times x \times 12.0$$

$$\therefore x=3$$

驚くほどに、様々な解法があるものですね！それでは、最後の問題です。

(ウ)

分解反応の熱化学方程式は、



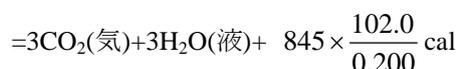
$C_3H_6O$  の凝縮を表す熱化学方程式は、



$C_4H_6O_3$  の燃焼熱は、



容器内に存在する化合物を燃焼して発生する熱量は、 $C_3H_6O$  を燃焼して発生する熱量に等しいので、 $C_3H_6O$  の燃焼熱は 845cal となる。これを熱化学方程式で表すと、



以上より、

$$Q \times \frac{102.0}{0.2} = 456 \times 10^3 - \frac{858.6 \times 102.0}{0.200}$$

$$\therefore Q \approx 35.5 \text{ cal}$$

※実験値と理論値が混在しているので、意外に厄介な問題です。熱化学方程式で表す場合は 1mol あたりに換算するのを忘れないようにしましょう。

# 強者の戦略

ちなみに、 $C_4H_6O_3$ はアセト酢酸( $CH_3COCH_2COOH$ )と考えられます。これは非常に不安定で、容易に分解してアセトンと二酸化炭素に分解されます。

## 【あとがき】

一見するとシンプルですが、解いてみるとかなり難しい問題であったと思います。この問題が難しいポイントは「複雑な状況設定にも関わらず、情報が少ないこと」にあると思います。状況把握で描いた図を見れば分かると思いますが、ここからどうやって(A)の物質量を出すのか、ということは一瞬で方針がなかなか立たないでしょう。だからこそ、思考力が必要とされるのです。近年の東大は、今まで見たことのないような問いの設定がなされることが多く、本問と少し毛色は違いますが、情報不足の状況から思考力を駆使して少しずつ解き明かすことが要求される点では同じです。この夏は難問に対応できる思考力を身につけましょう！