

強者の戦略

研伸館・化学科の古谷勇馬です。今年度も「強者への道」を担当させていただきます。よろしくお願ひします！さて、前回の森上総先生からの出題、いかがだったでしょうか？問題文が短いとはいえ、いざ解いてみると重厚な問題でしたね。今回は私からも似たような問題を出題したいと思います。1989年の東京大学の問題です。見た目は、物質量や分子式を求めるといふ、すごく簡単そうな問題ですが、実はかなり思考力を要する問題であります。さらに様々な分野の知識が必要であり、非常によく練られた問題であるといえましょう。人を見た目で判断してはいけないのと同様、問題も見た目で判断してはいけませんね。では、トライしてみてください。

【問題】

下の問（ア）～（ウ）に答えよ。解答には途中の式や考え方を簡潔に記せ。ただし、計算の際には C,H,O の原子量はそれぞれ 12.0,1.0,16.0 とし、固体や液体の体積は無視できるものとする。また、気体はすべて理想気体として取り扱ひ、気体定数は $0.082 \text{ L} \cdot \text{atm}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

分子式 $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$ の固体の化合物を 0.200 g とり、ピストンの付いた容器の中に入れる。ピストンは容器内の圧力が常に 1 気圧に保たれるように動くものとする。

- (a) 容器全体の温度を 25°C から上げていくと、 100°C を越えたあたりで、発熱反応が起こり、容器内の体積が増加した。このときの発熱量は Q であった。容器内の体積は 127°C で 129mL であり、容器内には固体も液体も存在しなかった。
- (b) 127°C から再び温度を下げていくと、 58°C 付近で発熱(13.6cal)がみられ、化合物(A)が液化した。温度をさらに -23°C まで下げたとき、容器内の体積は 40.2mL であり、0.114g の化合物(A)が存在した。このとき容器内には固体は存在せず、また化合物(A)の蒸気圧は無視できる。
- (ア) 上の実験に基づき、容器内の化合物(A)の mol 数を求めよ。
- (イ) 化合物(A)の元素分析を行ったところ、その中に含まれる炭素の重量比は 62.1%であった。この化合物の分子式を求めよ。
- (ウ) いま最初の固体化合物($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$)1mol の 25°C での燃焼熱は 456kcal とする。(b)の過程が終了後、容器内に存在する化合物すべてを取り出し、 25°C での燃焼熱を測定したところ、その値は 845cal であった。発熱量 Q は何 cal か。