

強者の戦略

森 上総です。先週の問題いかがだったでしょうか。細かい計算が多く、論述なども分量があり、大変だったかもしれませんが、興味深い結果が得られたのではないのでしょうか。その辺りにも、後ほど触れていきますね！

それでは、まずは前回の問題の解答・解説です。

<解答>

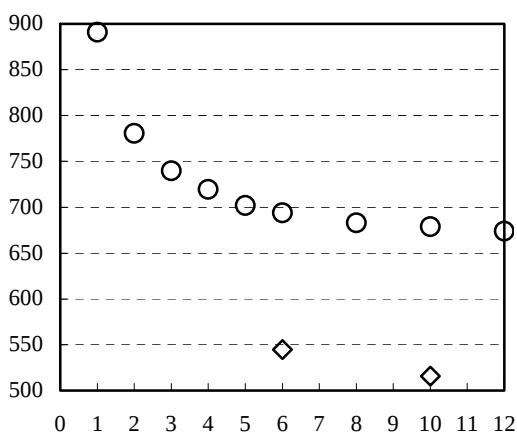
問 1

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{液}) + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}(\text{液}) + 1367 \text{ kJ}$

問 2

$6.8 \times 10^2 \text{ kJ}$

問 3



問 4

n が大きくなるにしたがい E は減少していくが、際限なく小さくなるのではなく 650 [kJ] に漸近していく。

問 5

n の増加に伴い分子量が 14 ずつ増大し、分子間力の一つであるファンデルワールス力がより強く働くようになるため。

問 6

重油の沸点が 350°C 以上であり、炭素数 12 のドデカンより高い。したがって、炭素数が 12 より大きい炭化水素が重油の主成分であると考えられる。 E の値は炭素数が大きくなるにつれ 650 kJ に近づくので、最小なら $6.5 \times 10^2 \text{ kJ}$ の発熱があると考えられる。

問 7

炭素と水素の原子数の比がほぼ $1:1$ であることより、石炭中の炭素原子どうしはほとんどがベンゼンと同様の結合をしているものと考えられる。したがって、石炭の E の値はベンゼンに近いと考えられるので、 $5.4 \times 10^2 \text{ kJ}$ であると考えられる。

問 8

同じ発電量を得るには同じ発熱量がなくてはならない。燃焼により二酸化炭素 1 mol を放出するにあたり、石油なら最小でも $6.5 \times 10^2 \text{ kJ}$ の発熱を伴うが、石炭では $5.4 \times 10^2 \text{ kJ}$ しか発熱を伴わず、同じ発熱量を得るにはより多くの石炭を燃焼させねばならないため。

問 9

二酸化炭素排出量の抑制効果が大きいものは、 E の値が大きいものである。 LP ガスは主成分がプロパンであり $7.4 \times 10^2 \text{ kJ}$ 、ガソリンは $6.8 \times 10^2 \text{ kJ}$ 、灯油は沸点より n が $10 \sim 12$ 付近であり $6.7 \times 10^2 \sim 6.8 \times 10^2 \text{ kJ}$ 、軽油はそれより n が大きく $6.7 \times 10^2 \text{ kJ}$ 以下程度、エタノールは $6.8 \times 10^2 \text{ kJ}$ である。したがって LP ガスが二酸化炭素排出量の抑制効果が最も大きい。

強者の戦略

<解説>

問 2

$n=2$ より,

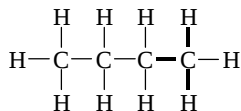
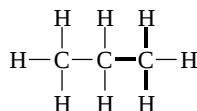
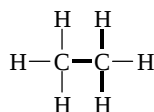
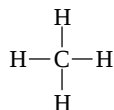
$$1367 \div 2 = 683.5 \text{ kJ}$$

問 3, 4

計算すると次の表の通りになる。

n	E	E
	(脂肪族炭化水素)	(脂肪族炭化水素)
1	891.0	
2	780.5	
3	739.6	
4	719.5	
5	701.8	
6	693.8	544.6
8	683.2	
10	678.8	515.6
12	673.9	

ここで、表を描くと脂肪族飽和炭化水素の E の値が徐々にある値に近づいていることが分かる。ここで次のように考察する。脂肪族飽和炭化水素で、炭素数が増加すると、



と、C-C 結合 1 本と C-H 結合 2 本が新たに含まれることになる。脂肪族飽和炭化水素はこれら以外に C-H 結合を 2 本含むが、炭素数が十分に大きい場合、炭化水素中に含まれる結合は n 本の C-C 結合と $2n$ 本の C-H 結合をもつと近似的に考えることが出来る。したがって、ポリエチレンの E の値に漸近していくものと考えられる。

強者の戦略

問 5

一般に分子量が大きいほどファンデルワールス力が強く働き、沸点は高くなる。

問 6

沸点から n の値を推測することになる。

問 9

問 6 と同じく沸点から n の値を推測することになる。

いかがだったでしょうか。問 3, 4 で出題者の意図が十分に汲めれば、やや書きにくい論述ではありますが、ある程度点を取れるのではないのでしょうか。

ところで、この問題「炭素数が増えるにつれ、炭素 1 個当たりの燃焼熱は減少し、 650kJ/mol 」に近づくという結果が出ています。このことから、少し乱暴ですが、メチレン基 ($-\text{CH}_2-$) の燃焼熱は 650kJ/mol である！ と断定できます。実は、この燃焼熱の値は古くは(本当にだいぶ昔の話です)分子の構造の決定に利用されていました。

例えば気体状態で 1 体積の炭化水素を燃焼させたら 6 体積の二酸化炭素が発生したとします。このことから、炭素数 $n=6$ であると分かります。ここで同時に燃焼熱を測定しておきます。 3953 kJ/mol だったとしましょう。すると、概ねメチレン基の燃焼熱の 6 倍ですから、6 個の炭素は全てメチレン基として存在していたのではないか、すなわち「この物質はシクロヘキサンなんじゃないのかなー？」なんて判断することができるわけです。

高校化学では熱化学は、ともすれば「よくわからないけれど、連立方程式を解くだけの単元」みたい

な扱いになっていることもあると思いますが、エネルギーを定量的に扱う為に、さらには構造決定の手がかりとするために(!?), きちんと本質を理解しておく必要があるのです。