

強者の戦略

研伸館・化学科の森 上総(かずさ)です。今年度も引き続き「強者への道」の化学コーナーを担当させてもらう運びになりました。昨年度はオーソドックスな「無機化学」「有機化学」といった分野ではなく、「生化学」「薬化学」「農芸化学」「工業化学」「環境化学」などの主に、「応用化学」といった分野の問題を取り上げ解答・解説していました。今年度も、なるべく「あまり馴染みない」かな、と思われる単元を中心に問題を紹介したいと思います。

と知っているそばから今回は、かなりベタな単元ですが、環境問題に関する問題。2009年の奈良県立医科大学の問題です。何度も計算させられるので大変ですが、興味深い結果(?)が導き出されますよ。

【問題】

近年、地球の温暖化が大きな問題となるなかで、石油、天然ガス、石炭以外の燃料として、バイオエタノールが注目され始めている。また、わが国では火力発電所などで、より安価な石炭を石油の代わりに使うことにより、二酸化炭素の排出量を増加させていることが、わが国において二酸化炭素の排出量削減が進まない要因のひとつになっている。このようなエネルギー問題を、化学で学んだ知識を生かして考えてみることにしよう。燃焼熱と沸点の値は下の表に示した。数値については有効数字2ケタで答えてもよい。

表 化合物の燃焼熱、沸点、 n (炭素数)、 E (燃焼反応によって発生する熱量(生成する二酸化炭素1モルあたりの値))、ただし、 n と E は1部のみ記載.

化合物	(状態)	燃焼熱 (kJ/mol)	沸点(°C)	n	E
メタン CH_4	(気体)	891	-161	1	
エタン C_2H_6	(気体)	1561	-89	2	
プロパン C_3H_8	(気体)	2219	-42		
ブタン C_4H_{10}	(気体)	2878	-0.5		
ペンタン C_5H_{12}	(液体)	3509	36		
ヘキサン C_6H_{14}	(液体)	4163	69		
イソオクタン C_8H_{18}	(液体)	5466	99		
デカン $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	(液体)	6788	174		
ドデカン $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	(液体)	8087	216	12	
ポリエチレン	(固体)	650 *	—		650
ベンゼン C_6H_6	(液体)	3268	80		
ナフタレン C_{10}H_8	(固体)	5156	218		
エタノール	(液体)	1367	78	2	

*構成単位(CH_2)についての値(重合度の2倍で割った値)

強者の戦略

- 問1 エタノールの燃焼反応の熱化学反応式を書け。
- 問2 エタノールの燃焼反応によって発生する熱量は、生成する二酸化炭素 1 モルあたりで何 kJ になるか。
- 問3 表のメタンからドデカンまでの 9 種類のアルカンについて、炭素数 n を横軸にとり、燃焼反応によって発生する熱量 E を縦軸にとったグラフをかけ。横軸の目盛の左端は「1」、右端は「12」とすること。また、縦軸の目盛の下端は 500kJ、上端は 900kJ とし、それぞれのアルカンの位置を「○」で記入すること。さらに、ベンゼンとナフタレンについても、「◇」で記入せよ。
- 問4 グラフから炭化水素の n と E との間にはどのような関係があると考えられるか。
- 問5 表のメタンからドデカンまでの 9 種類のアルカンの沸点は、 n の増加とともに上昇している。この理由を述べよ。
- 問6 石油の主成分はアルカンである。燃料としての石油は沸点により、液化天然ガス(LP ガス)、ガソリン(沸点 30~200°C)、灯油(沸点 150~250°C)、軽油(沸点 250~350°C)、重油(沸点 350°C以上)に分けられる。火力発電所には重油も使われている。重油の燃焼反応によって発生する熱量は、生成する二酸化炭素 1 モルあたりで、最小でおよそ何 kJ になると推定されるか。理由とともに答えよ。
- 問7 石炭は複雑な構造式からなる有機化合物で、乾留によりベンゼン等の芳香族化合物が得られる。火力発電所で燃料として使われる石炭に含まれる炭素と水素の原子数の比は、ほぼ 1 : 1 に等しいとすると、石炭の E の値はおよそ何 kJ になると推定されるか。理由とともに答えよ。石炭には炭素と水素以外の元素も含まれているが、その存在は、この設問での考察には影響しないとする。
- 問8 下線部①の記述にあるように、石油を石炭に替え、同じ発電量を得ようとする、なぜ二酸化炭素の排出量が増加するのか。その理由を述べよ。ただし、文中で「燃焼熱」という語句を用いること。
- 問9 自動車の燃料として、LP ガス、ガソリン、軽油、エタノールが使われている。二酸化炭素排出量の抑制効果の大きい燃料はどれか。熱化学の知識をもとに、理由とともに答えよ。ただし、ガソリンはイソオクタン 100%として計算せよ。