

(問) 次の文章を読んで、後の問に答えよ。なお、各原子の質量比は C:H:O=12:1:16 であるとし、いずれの実験においても同温・同圧下で気体の体積を測定したものとする。また、解答に際して必要であれば、以下の(1),(2)の事実を用いてもよい。

- (1) 気体の反応においては、反応に関わる各物質の体積比は、化学反応式の係数比に一致する。  
(2) 同温・同圧下においては、同体積の気体には同じ個数の分子が含まれる。

日本におけるガス供給は、「都市ガス」と「LP ガス」の2つに分けられる。

「都市ガス」ではガス管を通して各家庭や工場等にガスが供給され、供給されるガスの主成分はメタン(CH<sub>4</sub>)であることが知られている。一方、「LP ガス」では各家庭等にガスを液化し<sup>じゅうてん</sup>充填したボンベを定期的に供給する。ここで供給されるガスの主成分は、プロパン(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)やブタン(C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)である。

さて、メタン、プロパン、ブタンはいずれも炭化水素であり、完全燃焼させるといずれからも二酸化炭素および水が生成される。これら3つの気体の燃焼に関して、以下の《実験1》~《実験3》を行った。なお、以下のいずれの実験に関して、炭化水素の燃焼によって生じた水は液体となり、その体積は気体と比べて十分に小さく、その体積は無視してよい。

《実験1》メタン 1.0[L]と酸素 5.0[L]を混合した気体を密閉容器内で燃焼させたところ、メタンと酸素のどちらかが完全に反応せず、二酸化炭素と水が生成された。

《実験2》ある体積のプロパンとそれと過不足なく反応する酸素を用意し完全燃焼させたところ、水が 36[g]生じた。続いて、この燃焼で用いた同体積の酸素およびそれと過不足なく反応するブタンを用意して完全燃焼させた。

《実験3》体積がV[L]であるメタン、プロパン、ブタンをそれぞれ完全燃焼させると、それぞれの燃焼で発生する熱量は、800[kJ]、2220[kJ]、2880[kJ]であるとする。

いま、200[L]の浴槽に水温 25[°C]の水を満杯に入れ、水温を 40[°C]まで上昇させる。このとき、その熱源として、メタンの燃焼とプロパンおよびブタンを体積比 4:1 で混合した気体の燃焼の2つを考える。このとき、二酸化炭素の排出量(質量)が少ないのは  であり、その排出量は  の  倍となる。なお、水の比熱は 4.2[J/(g・°C)]であり、密度は 1.0[g/cm<sup>3</sup>]である。

問1 下線部に関して、メタン、プロパン、ブタンそれぞれを完全燃焼させたときの化学反応式を示せ。

問2 《実験1》に関して、反応後容器内に存在する気体の体積を求めよ。

問3 《実験2》に関して、用意したブタンおよびその燃焼によって生じた二酸化炭素の質量を小数第2位まで求めよ。

問4 《実験3》に関して、 および  に、「メタン」または「プロパンとブタンの混合気体」のどちらかを入れよ。また、 に当てはまる数値を小数第2位まで求めよ。