

力の場の中にある2成分混合ガスの平衡状態

木越邦彦 (学習院大理)

重力あるいは遠心力の場の下で二種の気体の混合物が平衡状態でどのように分離されるかについては、いろいろの教科書に一応の記載はあるが、気体分子運動論あるいは熱統計力学にもとづく計算結果が示されているものは見出すことが出来なかった。そのため、熱統計力学のエントロピー極大の状態がその系の平衡状態に対応するという原理にもとづいて2種の気体の混合物の力の場の下での平衡状態を求める計算を試みた。その結果について報告する。

系のエントロピー極大の状態がその系の平衡状態に対応するためには、その系が孤立系である必要がある。力の場の下にある系は、ポテンシャルエネルギーをもっている。孤立系であるためには系のエネルギーが一定であることが必要であるが、ポテンシャルエネルギーを含めた全エネルギーが一定であればよいか (A)、あるいはポテンシャルエネルギーと系の全エネルギーの両者とも一定である必要があるか (B)、いずれの条件が必要かは明らかでないように思われる。例えば重力場の場合、ポテンシャルエネルギーが変化すれば重力場が仕事をしたことになり、系は孤立系とは考えられないことについては何回かこの学会で示した。ここではA, B 2つの場合について平衡状態を求めた結果を報告する。

Aの場合、2種の気体が同じ分子定容比熱をもつとき、通常の教科書に書かれているようにそれぞれの分子量に比例する勾配で力の方向に密度の勾配を生じ、系全体は等温の状態が平衡状態となる。分子定容比熱の異なる2種の気体の混合物では、2種の気体の混合比の力の方向での変化は簡単ではなく、また力の方向に温度勾配のある状態が平衡状態となる。

Bの場合、2種の気体が同じ分子定容比熱をもつとき、力の方向に共通の同じ密度勾配で2つの気体が分布し、混合物の組成の分離は全く起こらない。また力の方向に温度勾配のある状態が平衡状態となる。2種の気体が異なる分子定容比熱をもつ場合は、気体の分離はかなり複雑となるが力の方向に分離が起こりうる。

平衡状態での気体の温度の測定結果は、重力場の場合はBに相当する測定値が得られているが、遠心力の場合は、まだ確定的実験結果は得られていないが、Aの場合が成立することを支持する結果が得られている。

Equilibrium states of binary gas mixtures under the force field.

K. Kigoshi (Faculty of Science, Gakushuin University)