

Preparatory Problems IChO 2012

Theoretical Problems



問題12. 一次の速度プロセスと放射能

自然界では、長寿命の放射性元素であるThとUは、各系列の短寿命の放射性同位体に崩壊する。核崩壊が閉じた系で起こるとすれば、娘核種（補足：放射性崩壊したあとの核種のことを娘核種という）の半減期と同程度の時間スケールにおいて、娘核種の放射能は親核種（補足：放射性崩壊する前の核種のことを親核種という）と等しくなる。この法則から外れることがあれば、放射性崩壊以外のプロセスが娘核種の存在量に影響していることになり、これらのプロセスの速度を調べる必要が出てくる。

ある湖で、湖水に溶けている ^{222}Rn （半減期 $t_{1/2}$ は3.8日）の放射性崩壊速度が100 Lあたり毎分4.2原子だったとしよう。この ^{222}Rn は全て、同じく湖水に溶けている ^{226}Ra （ $t_{1/2}$ は1600年）の崩壊により生じ、 ^{226}Ra の放射性崩壊速度は100 Lあたり毎分6.7原子である。測定範囲内では、これらの放射能は時間により変化しないものとする。 ^{226}Ra が一原子崩壊すると ^{222}Rn が一原子生じるので、 ^{222}Rn の放射能が小さいということは、 ^{222}Rn が何らかの未知のプロセスにより湖から失われているということになる。

- この湖水の ^{222}Rn の濃度を、 $\text{atoms}\cdot(100\text{ L})^{-1}$ （100 Lあたりの原子数）および moles L^{-1} （1 Lあたりの物質質量、いわゆるモル濃度）の両方の単位で計算しなさい。
- この未知のプロセスが一次の速度則に従うとして、速度定数を min^{-1} の単位で計算しなさい。
- 元素の周期性に基づくと、この未知のプロセスは、生物学的、化学的、物理学的のいずれのプロセスだと考えられるか。
- ^{222}Rn はもっぱらアルファ線放出により崩壊する。この放射性崩壊の生成物は何か。質量数とともに答えよ（補足：身近にある周期律表を別途参考にして答えよ。周期律表は別資料として添付されている）。