

## 素粒子物理学 宿題 2

61908697 佐々木良輔

水の質量

寿命が  $10^{33}$  years の陽子の崩壊を平均 1 回/year の頻度で観測するには  $10^{33}$  個の陽子を用意する必要がある。1 個の水分子には 2 個の Free Proton が含まれるので、必要な水分子の数は  $10^{33}/2$  個である。この水の質量は

$$\frac{10^{33}}{2} \times \frac{18.0 \text{ g mol}^{-1}}{N_A \text{ mol}^{-1}} \times \frac{1}{10^6} = 1.49 \times 10^4 \text{ t} \quad (1)$$

となる。またその体積は

$$1.49 \times 10^4 \text{ m}^3 \quad (2)$$

となる。

PMT の本数

ここでは前問で求めた量の水を球状のタンクに収めるとする。この球状タンクの半径  $r$  は

$$\begin{aligned} \frac{4}{3}\pi r^3 &= 1.49 \times 10^4 \\ r &= 15.3 \text{ m} \end{aligned} \quad (3)$$

その表面積は

$$4\pi r^2 = 2.93 \times 10^3 \text{ m}^2 \quad (4)$$

また直径 50 cm の PMT の断面積は

$$\pi \times 0.25^2 = 0.196 \text{ m}^2 \quad (5)$$

なので、光被覆率を 10% とするには

$$\frac{2.93 \times 10^3}{0.196} = 1.49 \times 10^4 \text{ 個} \quad (6)$$

の PMT が必要になる。