

2. 기체의 밀도를  $\rho$ 라고 할 때, 이 기체 분자의 rms(root-mean-square) 속력은

$$v_{rms} = \sqrt{3p/\rho}$$

임을 보이시오.

Sol) 강의 노트의 식  $p = \frac{m}{v} N \frac{1}{3} v_{mean}^2$  의 식으로부터,

$$v_{mean}^2 = \frac{3pv}{mN} \text{ 을 얻는다.}$$

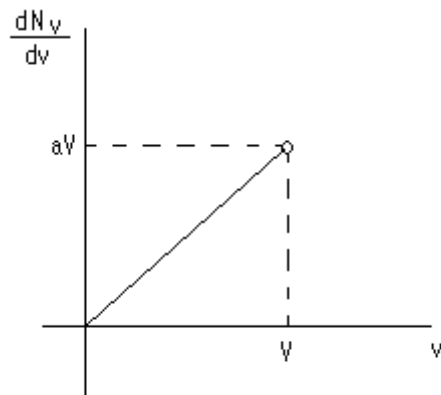
$$\left( \because \rho = \frac{M}{V} = \frac{mN}{V} \right) \quad \therefore v_{mean} = \sqrt{3p/\rho}$$

3. N개의 입자 집합에 대해 속도 분포함수가  $dN_v = avdv$  로 주어지며, 여기서  $dN_v$  는  $v$ 와  $v+dv$  사이에 속력을 갖는 입자수이며,  $a$ 는 상수이다. 어떤 입자도  $V$ 이상의 속력을 가지지는 않으며 따라서 속력은 0에서  $V$ 까지의 범위에 있다. a) 분포함수 ( $dN_v/dv$ )를  $v$ 의 함수로 그려라. b)  $N$ 과  $V$ 를 이용하여 상수  $a$ 를 결정하라. c) 평균속력, rms 속력과 최빈(mostprobable)속력을  $V$ 로써 표현하라. d) 속력이 평균과  $V$ 사이에 있는 입자들의 퍼센트는?

Sol)

$$a) \quad dN_v = avdV$$

$$\therefore \frac{dN_v}{dv} = aV$$



b)  $\int_0^V \frac{dN_v}{dv} dV = N$  이므로 계산하면,

$$\frac{1}{2} a V^2 = N$$

$$\therefore \text{constant } a = \frac{2N}{V^2}$$

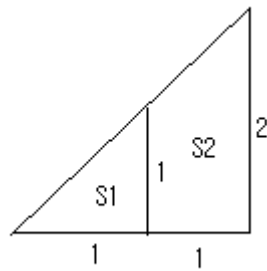
c) i) 평균속력은 0 ~ V 사이의 속력이므로  $\frac{V}{2}$

ii) rms 속력은  $[\frac{\int_0^V (\Delta N_v) v^2 dv}{\int_0^V \Delta N_v dv}]^{\frac{1}{2}}$  이므로 이를 계산하면,

$$\left[ \frac{\int_0^V a v^3 dv}{\int_0^V a v dv} \right]^{\frac{1}{2}} = \left[ \frac{\frac{1}{4} a V^4}{\frac{1}{2} a V^2} \right]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{1}{2}} \cdot V$$

iii) most probable 속력은 V

d) 속력이 평균과 V 사이에 있는 입자들의 percentage는?



$$S_1 : S_2 = 1 : 3$$

$$\therefore 75\%$$

7. 중수소(deuterium) 기체의 원자가  $12 \times 10^{-14} J$ 의 평균운동에너지를 가질 때 이들은 핵융합이 일어날 수 있도록 가까이 접근 할 수 있다. a) 이 운동에너지를 갖는 중수 원자의 속력은? b) 중수원자들이 rms속력이 a)의 속력과 같아지려면 중수기체의 온도를 얼마나 높여야하는가? (중수원자는 원자량 2.014인 수소의 일종이다.)

Sol)

$$a) E = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2E}{m}}$$

$$m_d = 1875.613 \text{ Mev} = 3.0 \times 10^{-10} J$$

$$1 \text{ MeV} = 1.6 \times 10^{-13} J$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{2 \times 1.2 \times 10^{-13} J}{3.0 \times 10^{-10} J}} = 0.028$$

b) 중수원자들의 rms 속력은

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3KT}{m}} = \sqrt{\frac{3 \times K \times T}{3.0 \times 10^{-10} J}} \quad (K = 1.38 \times 10^{-23} J/K)$$

$$0.028 = \sqrt{\frac{3 \times 1.38 \times 10^{-23} \times T}{3.0 \times 10^{-10}}}$$

$$T = \frac{(0.028)^2 \times 3.0 \times 10^{-10}}{3 \times 1.38 \times 10^{-23}} = 5.68 \times 10^9 K$$

$\therefore$  중수원자의 온도가  $5.68 \times 10^9 K$ 까지 올라야 핵융합에 적합한 거리에 이를 수 있다.

