#1. $T = T^* \frac{P}{p^*}$ 이므로 $P = \frac{T}{T^*} \cdot p^*$ 이다.

$T^* = -80.0\,K + 273.15\,K$

$= 193.15\,K$

$T_{에틸알코올} = 78.0\,K + 273.15\,K = 351.15\,K$

$T_{물} = 100\,K + 273.15\,K = 373.15\,K$

$P_{에틸알코올} = \frac{351.15\,K}{193.15\,K} \cdot 0.900\,atm = 1.64\,atm$

$P_{물} = \frac{373.15\,K}{193.15\,K} \cdot 0.900\,atm = 1.74\,atm$

#3 벽의 면적 $A = 5.00\,m \cdot 2.50\,m$

$= 12.5\,m^2$

두께 $d = 0.200\,m$

$\Delta T = (24.0\,K + 273.15\,K) - (10.0\,K + 273.15\,K)$

$= 14.0\,K$

$t = 3600\,s \times 12 = 43200\,s.$

단위시간당 흐르는 열량은 $H = k\frac{A}{d}\Delta T$ 이므로

$H = 1.366\,W/(m \cdot K) \cdot \frac{12.5\,m^2}{0.200\,m} \cdot 14.0\,K$ 이다.

12시간동안 이 벽을 통해 빠져나간 열량은

$H \times 43200\,s$ 이므로

$\Rightarrow 1.366\,W/(m \cdot K) \cdot \frac{12.5\,m^2}{0.200\,m} \cdot 14.0\,K \cdot 43200\,s$

$= 5.16 \times 10^7\,J$

#5. $k = 3.60 \times 10^{-3} \frac{cal}{m \cdot hr \cdot {}^\circ C} \cdot \frac{1\,hr}{3600\,s}$

$= 1.00 \times 10^{-6} \frac{cal}{m \cdot s \cdot {}^\circ C}$

$A = 1.00\,m^2$, $\Delta T = 60^\circ C$, $d = 0.0100\,m$

$t = 1\,h = 3.6 \times 10^3$

$H = k\left(\frac{A}{d}\right)\Delta T = 1.00 \times 10^{-6} \frac{cal}{m \cdot s \cdot {}^\circ C} \cdot \frac{1.00\,m^2}{0.0100\,m} \cdot 60^\circ C$

$\frac{Q}{t} = H$ 이므로 $Q = Ht$ 이므로

$Q = 1.00 \times 10^{-6} \frac{cal}{m \cdot s \cdot {}^\circ C} \cdot \frac{1.00\,m^2}{0.0100\,m} \cdot 60^\circ C \cdot 3.6 \times 10^3$

$= 21.6\,cal.$

#7 $\rho = \frac{M}{V}$

$d\rho = d\left(\frac{M}{V}\right) = M\,d\left(\frac{1}{V}\right) = -\frac{M}{V^2}dV$

$= -\frac{M}{V^2}\beta V dT \ (\because V\beta = \frac{dV}{dT},\ V\beta dT = dV)$

$= -\beta\frac{M}{V}dT = -\beta\rho dT.$

$\Delta\rho = -\beta\rho\Delta T$ 이다.

여기서 - 부호는 온도와 밀도가 반비례한다는 것을 의미한다.

#9. A의 비열이 더 크다

A의 비열이 더 크므로 시간이 지남에 따라 B의 온도 변화보다 A의 온도 변화가 작은 것이다.

#11. $\beta = \frac{1}{V}\cdot\frac{\Delta V}{\Delta T}$, $PV = RT$에서 $V = \frac{RT}{P}$,

$\Delta V = \frac{R\Delta T}{P}$이다.

따라서 $\beta = \frac{P}{RT}\cdot\frac{\left(\frac{R\Delta T}{P}\right)}{\Delta T} = \frac{1}{T} = \frac{1}{400K}$이다.

#13 $W = \frac{1}{2}P_0A$.

$PV = nRT$ 에서. 원판을 얹기전 부피를 V_1, 얹은후 부피를 V_2라 하면 $P_0V_1 = nRT$ 이고, 원판을 얹은 후에는 기체의 압력이 $\frac{1}{2}P_0$ 만큼 증가하게 된다.

따라서 $(P_0 + \frac{1}{2}P_0)V_2 = nRT$. $\frac{3}{2}P_0V_2 = nRT$이다.

$\frac{h}{H} = \frac{h\cdot A}{H\cdot A} = \frac{V_2}{V_1}$이므로 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{2}{3}\frac{nRT}{P_0}}{\frac{nRT}{P_0}} = \frac{2}{3}$이다.

$\therefore \frac{h}{H} = \frac{2}{3}$이다.

#15. $\lambda = vt$이므로

$\lambda = 500m/s \cdot 1.00\times10^{-10}s$

$= 5.00\cdot10^{-8}$ m이다.

#17. $P(v)\,dv = 4\left(\frac{m}{2\pi k_BT}\right)^{\frac{3}{2}}v^2e^{-mv^2/2k_BT}dv$ -식(13.19)

(13.19)식은 속력이 $v+dv$ 사이의 값을 갖는 입자들의 부분을 나타내며. 부분의 최대가 되는 속력 v_p는 (13.17)을 v로 미분해서 0을 만족하는 속력값이다.

$\frac{\partial P(v)}{\partial v} = \frac{\partial}{\partial v}\left[4\pi\left(\frac{m}{2\pi k_BT}\right)^{\frac{3}{2}}v^2e^{-mv^2/2k_BT}\right]$

$= 4\pi\left(\frac{m}{2\pi k_BT}\right)^{\frac{3}{2}}\cdot\frac{\partial}{\partial v}\left(v^2e^{-mv^2/2k_BT}\right) = 0$.

#17이어서.

$\frac{\partial}{\partial v}\left(v^2e^{-mv^2/2k_BT}\right) = 2ve^{-mv^2/2k_BT} - \frac{mv^3}{k_BT}e^{-mv^2/2k_BT}$

$= \left(2v - \frac{mv^3}{k_BT}\right)e^{-mv^2/2k_BT} = 0$

$2v - \frac{mv^3}{k_BT} = 0$, $2 - \frac{mv^2}{k_BT} = 0$

따라서 $v_p = \sqrt{\frac{2k_BT}{m}}$ 이다.

단순 평균속력은 (13.19)에 v를 곱하여 적분하여 얻을 수 있다.

$\bar{v} = \int_0^\infty vP(v)dv = 4\pi\left(\frac{m}{2\pi k_BT}\right)^{\frac{3}{2}}\int_0^\infty v^3e^{-\frac{mv^2}{2k_BT}}dv$

$= 4\pi\left(\frac{m}{2\pi k_BT}\right)^{\frac{3}{2}}\int_0^\infty v^2e^{-\frac{mv^2}{2k_BT}}\cdot v\,dv$ 이다.

$v^2 = \frac{2k_BTx}{m}$ 에서 $x = \frac{mv^2}{2k_BT}$ 이고.

$v\,dv = \frac{k_BT}{m}$ 에서 $dx = \frac{mv\,dv}{k_BT}$ 이므로

$\Rightarrow 8\pi\left(\frac{m}{2\pi k_BT}\right)^{\frac{3}{2}}\left(\frac{k_BT}{m}\right)^2\int_0^\infty xe^{-x}dx$

$= \sqrt{\frac{8k_BT}{\pi m}}\int_0^\infty xe^{-x}dx$

$= \sqrt{\frac{8k_BT}{\pi m}}\left(\underbrace{-xe^{-x}\Big|_0^\infty}_{=0} + \int_0^\infty e^{-x}dx\right)$

$= \sqrt{\frac{8k_BT}{\pi m}}\left(\underbrace{-e^{-x}\Big|_0^\infty}_{=1}\right) = \sqrt{\frac{8k_BT}{\pi m}}$ 이다.

#19. $\frac{1}{2}mv_{rms}^2 = \frac{3}{2}Nk_BT$ 의 운동에너지를 갖는다.

$\frac{3}{2}Nk_BT = \frac{3}{2}\cdot1\cdot(1.38\times10^{-23}(J/K))(1000K)$

$= \frac{3}{2}\cdot(1.38\cdot10^{-23}(J/K))\cdot(1000K)$

$= 2.07\cdot10^{-20}J$

#21 평균 자유거리가 작은 기체의 열전도도가 높다. 평균 자유거리가 작은 기체일수록 충돌이 잘 일어나므로 열을 더 쉽게 전달 가능하기 때문이다.

#23 $m = 2.00 \cdot 10^{-6} kg$

$h = 1.00m$, $A = 1.00 \cdot 10^{-4} m^2$

$\frac{1}{2} m v^2 = mgh$, $\sqrt{v^2} = \sqrt{2gh}$

모래알 한 알이 역에 가하는 충격량은

$m\sqrt{v^2} = m\sqrt{2gh}$ 이다.

따라서 1초 동안 바닥에 가해지는 평균 힘은

$$\bar{F} = 50 \cdot \frac{m\sqrt{2gh}}{\Delta t}$$

$$= 50 \cdot \frac{2.00 \cdot 10^{-6} kg \sqrt{2 \cdot (9.8 m/s^2) \cdot 1.00m}}{1s}$$

$$= 4.43 \cdot 10^{-4} N$$ 이다.

모래가 바닥에 가하는 평균압력은

$$\bar{P} = \frac{\bar{F}}{A} = \frac{4.43 \cdot 10^{-4} N}{1.00 \cdot 10^{-4} m^2} = 4.43 N/m^2$$

$$= 4.43 Pa$$