

▶ 일(work) = 힘 X 거리

ex) $\text{kg}_f \cdot \text{m}$

1kcal= 427 $\text{kg}_f \cdot \text{m}$

▶ 동력(power) = 일/시간

ex) $\text{kg}_f \text{ m/s}$

1kW = 102 $\text{kg}_f \text{ m/s}$ (kW; kilo watt)

1PS = 75 $\text{kg}_f \text{ m/s}$ (PS; PferdeStarke)

1HP = 76 $\text{kg}_f \text{ m/s}$ (HP; horse power)

▶ 압력(pressure) = 힘/면적

ex) kg_f / m^2 , kg / m^2 , kg / cm^2

▶ 온도(temperature)

ex) K, °C

※ 각종 단위계의 비교

단위계	길이	시간	질량	힘, 중량	에너지, 일	물질의 양 단위
SI 단위계	m	s	kg	Newton $N = \text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$	Joule $J = \text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$	kg
절대 단위계	cm	s	g, kg	$\text{g} \cdot \text{cm} / \text{s}^2 = \text{dyn}$	$\text{g} \cdot \text{cm}^2 / \text{s}^2 = \text{erg}$	g
공학 단위계	m	s	$1\text{kg}_f \cdot \text{s}^2/\text{m}$ $= 9.8\text{kg}$	1kg_f $= 9.8\text{N}$	$\text{kg}_f \cdot \text{m}$	kg_f

※ 힘(force)의 단위 (정리)

N(Newton) → SI 단위(질량단위)

1kg_m의 질량이 1 m/s²의 가속도를 내게 하는 힘의 단위

힘 = 질량 X 가속도

$$F \approx dm \times dv / dT$$

$$F = C \times m \times a \quad \text{여기서} \quad (a = dv/dT)$$

질량, 길이, 시간의 단위를 각각 kg_m, m, s로 취할 경우

1kg_m를 1m/s²의 가속을 내는데 필요한 힘은 ?

$$F = C \times (1 \text{ kg}_m) \times (1 \text{ m/s}^2)$$

< C 를 1N/(kg_m x m/s²) 라 하면 >

$$F = 1\text{N} / (\text{kg}_m \cdot \text{m/s}^2) \times 1 (\text{kg}_m \cdot \text{m/s}^2) = 1\text{N}$$

즉, 힘 1 N은 1 kg_m의 질량이 1 m/s²의 가속도를 내게 하는 힘의 단위

※ 공학단위(중량단위) (정리)

- 질량 1kg_m 가 지구 중력장 내에서의 중력 가속도 $9.8(\text{m/s}^2)$ 과 같은 가속을 내는 데 필요한 힘

질량, 길이, 시간의 단위를 각각 kg_m , m , s 로 취할 경우,
 1kg_m 를 9.8m/s^2 의 가속도를 내는데 필요한 힘은?

$$F = C \times (1 \text{ kg}_m) \times (9.8 \text{ m/s}^2)$$

$$C = \text{kg}_f / (1\text{kg}_m \times 9.8\text{m/s}^2) \text{ 라 하면}$$

$$F = 1\text{kg}_f / (9.8\text{kg}_m \cdot \text{m/s}^2) \times 9.8 \text{ kg}_m \cdot \text{m/s}^2 = 1\text{kg}_f$$

즉, 힘 kg_f 는 1 kg_m 의 질량이 9.8 m/s^2 의 가속도를 내게 하는 힘의 단위

$$\text{cf; } 1 \text{ kg}_f = 9.8 \text{ N}$$

※ 일, 열 및 동력 단위 (정리)

일과 열의 단위

▶ 일의 단위 = J, $\text{kg}_f \text{ m}$, $\text{lb}_f \text{ ft}$

일 = 힘 x 거리

1 J = 1N의 힘으로 1m 움직이는데 필요한 에너지량

$1\text{kg}_f \text{ m} = 1 \text{ kg}_f$ 의 힘으로 1m 움직이는데 필요한 에너지량

($1\text{lb}_f \text{ ft} = 1\text{lb}_f$ 의 힘으로 1ft 움직이는 데 필요한 에너지량)

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \times 1 \text{ m}$$

$$1 \text{ kg}_f \text{ m} = 9.8 \text{ N m} = 9.8 \text{ (J)}$$

$$1 \text{ lb}_f \text{ ft} = 32.174 \text{ (lb}_m \text{ ft/s}^2\text{)ft}$$

$$= 32.174 \times 0.4536 \text{ (kg}_m\text{)} \times 0.3048 \text{ (m/s}^2\text{)} \times 0.3048 \text{ (m)}$$

$$\cong 1.3558 \text{ (kg}_m \text{ m/s}^2\text{)xm}$$

$$\cong 1.3558 \text{ (N. m)}$$

$$\cong 1.3558 \text{ (J)}$$

◆ 열의 단위 = J, kcal, BTU

1J = 일의 단위와 동일함

1kcal = (20°C의 물 1kg_m을 1°C 상승시키는데 필요한 열량

1Btu = 68°F의 물 1lb_m을 1°F 상승시키는데 필요한 열량

$$1\text{kcal} = 427(\text{kg}_f \text{ m}) = 427 \times 9.8\text{J} = 4186(\text{J}) = 4.186\text{kJ}$$

$$1\text{kJ} = 1000/4185 = 0.2389 \text{ Kcal}$$

$$<1 \text{ Btu} = 778.16(\text{lb}_f \text{ ft}) = 778.16 \times 1.3558\text{J} = 1055.1(\text{J})>$$

◆ 동력 단위

동력(power) = 단위시간 동안 할 수 있는 일 (한 일)

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d(F \cdot s)}{dt} = F \cdot \frac{ds}{dt} = F \cdot v$$

동력의 단위는

$$1W=1(J/s), \quad 1kW=102(kg_f m/s), \quad 1PS=75(kg_f m/s)$$

$$1HP=76(kg_f m/s)$$

이들 단위 간 환산 값은 다음과 같이 된다.

$$1PS=75(kg_f m/s)$$

$$=75 \times 9.8(J/s)=735.5(W)=0.735kW$$

※ 기타 (정리)

▶ 비체적(specific volume) u

계의 단위 질량당 체적

$$u = \frac{V}{m} \quad (\text{m}^3/\text{kg})$$

(V : 체적, m : 계의 질량)

▶ 밀도(density) ρ

계의 단위체적 내에 포함되어 있는 질량

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{kg/m}^3), (\text{kmol/m}^3)$$

if, 비체적과 비교하면

$$v = \frac{V}{m} \quad (\text{m}^3/\text{kg})$$

(V : 체적, m : 계의 질량)

$$\rho = \frac{1}{v}$$

▶ 비중량(specific weight) γ [gamma]

계의 단위체적 당의 중량

$$\gamma = \frac{G (=W=F)}{V} \quad (\text{kg}_f / \text{m}^3)$$

$$\gamma = \frac{G}{V} = \frac{m g}{m / \rho} = \rho \cdot g \quad (\text{kg}_f / \text{m}^3)$$



$$G = m g$$

$$\rho = m / V \text{ 에서 } V = m / \rho$$

$$\gamma = \rho g$$

▶ 비중(specific gravity) S

어떤 물질의 밀도와 같은 상태(온도, 압력)에서 물의 밀도와의 비

$$S = \frac{\rho}{\rho_w}$$

$\gamma = \rho g$ 에서 $\rho = \gamma / g$, $\rho_w = \gamma_w / g$ 적용,

$$S = \frac{\rho}{\rho_w} = \frac{\gamma / g}{\gamma_w / g} = \frac{\gamma}{\gamma_w}$$

ex) $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3 = 102 \text{ kg}_f \text{ s}^2/\text{m}^4$

$$1 \text{ kg}_f = 9.81 \text{ kg}_m \text{ m} / \text{s}^2 = 9.81 \text{ N}$$

$$1 \text{ kg}_m = 1/9.81 \text{ kg}_f \text{ s}^2 / \text{m}$$

$$\gamma_w = 1000 \text{ kg}_f / \text{m}^3 = 9800 \text{ N} / \text{m}^3$$

※ 압력 (pressure) (정리)

단위 면적당 힘의 수직성분이라 정의

$$p = \frac{F_n}{A}$$

(F_n : 표면에 수직한 힘)

1Pa = 1m²의 면적에 1N의 힘이 작용하는 압력

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

$$= 10^5 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa} = 0.1 \text{ MPa}$$

● 표준 대기압 (standard atmosphere)

- 1674년 이탈리아의 Torricelli 실험,

1 atm = **760 mmHg** (수은주의 높이로 정의; 0°C , $g=9.8\text{m/s}^2$)

$$= 13.6 \times 1000 [\text{kg}_f / \text{m}^3] \times 0.76 [\text{m}]$$

$$= 10332 [\text{kg}_f / \text{m}^2] = 1.0332 [\text{kg}_f / \text{cm}^2] = 101325 [\text{N/m}^2 = \text{Pa}]$$

$$P = \rho g L = \gamma L = s \gamma_w L$$

$$(\gamma = \rho g, s = \gamma / \gamma_w)$$

s : 수은의 비중, 13.595

L : 높이

γ_w : 물의 비중량, $1000 \text{ kg}_f / \text{m}^3 = 9800 \text{ N} / \text{m}^3$

$$= 760 \times 13.6 \text{ mmH}_2\text{O} = **10332 mmH}_2\text{O}** = 10.332 \text{ mH}_2\text{O}$$

(수은이 물 보다는 약13.6배 높으므로)

$$= 10.332 \text{ mAq} = 10332 \text{ mmAq}$$

(Aqua = water, 물. Aquarium; 수족관)