

# 도량형 단위 환산 눈금자

金 明 壽\*

## Abstract

Because there is no standard slide rule for the direct conversion of length, width, volume, mass, Energy and Pressure, a new slide rule for the direct conversion of weights and measures has been devised.

The standard slide rule has been converted by installing a series of new scales, one for each factor, and the calculations can be made quickly, easily and with fewer operations.

- I. 도량형 단위 환산 눈금자의 개요
- II. 환산을 위한 연산 준비
- III. 환산을 위한 연산 예  
연산법 요령 종합

## 도량형 단위환산 눈금자

현행 국제식 계산척에는 각종 물리적량 즉 길이, 넓이, 부피, 질량(무게), (등가) Energy 및 압력 등의 단위환산을 용이하게 하기 위한 눈금자가 없는바 이번 새로이 조직 창안된 「도량형 단위 환산 눈금자」를 제정하여 이를 기성 계산척에 첨가 기입함으로써 기성 계산척의 능률을 배증 시킴과 동시에 각종 도량형 단위환산을 용이 신속하게 하기 위함이다.

\*機械工學科 副教授

# I. 도량형 단위 환산 눈금자의 개요

## 1. 눈금자의 명칭 및 적용범위

- LU: Lenght Unit, 길이, 넓이, 부피의 단위환산
- MU: Mass Unit, 질량(무게) 및 등가 Energy 의 단위환산
- EU: Energy Unit, Energy 의 단위환산
- PU: Pressure Unit, 압력의 단위환산

## 2. 눈금자의 개관

다음은 LU MU 눈금자(중 그 일부)가 기입되어 있는 계산척의 모습이다.

## 3. 눈금의 위치를 결정한 이유

### 1) 기본 단위 눈금

LU MU (EU, PU) 눈금자에서 기본단위 눈금 m, kg (joule, at=kg/cm<sup>2</sup>)의 위치를 왼쪽 및 오른쪽 기선에 취한 이유는 뒤에서 언급할 기본단위로의 일괄 환산을 용이하게 하기 위함에서였으며,

2) 기타 눈금은 각개 물리적량 상호간의 환산인자에 따랐으며 특히 CI 눈금과 대조적으로 취한 이유는 각종 환산법(1.2.3차)을 통일화 하기 위함에서였다.

## 4. 눈금의 기호, 정확한 위치 및 척수

(주) 척수(power)는 단위환산시 자리수 결정을 위한 지수임.

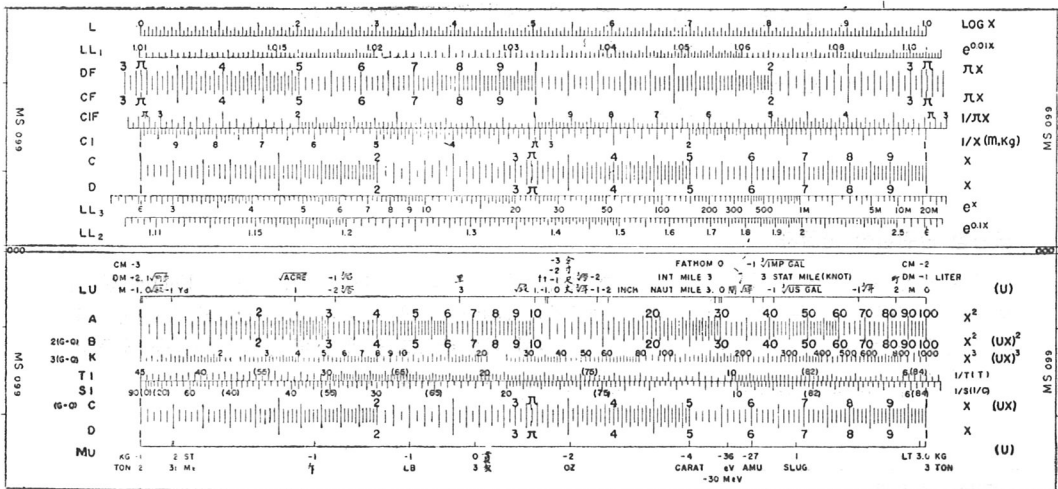


표 1 LU 눈 금 자

눈 금	기 호		위 치		벽 수		비 고
	약 호	내 역	CI 대조	L 대조	왼 기	오른 쪽 기	
기 본 단 위 눈 금	UX		1	0	-14	-13	
	$\mu\mu$		1	0	-13	-12	
	A		1	0	-11	-10	
	$m\mu$		1	0	-10	-9	
	$\mu$		1	0	-7	-6	
	mm		1	0	-4	-3	
	cm		1	0	-3	-2	
	dm		1	0	-2	-1	
	m		1	0	-1	0	
km		1	0	2	3		
길 이 단 위 눈 금	$\sqrt{\text{町步}}$		995861	001801	1		1町步(정방형 1변의 길이)
	$\sqrt{\text{畝}}$				0		1畝 (정방형 1변의 길이)
	光年		945	02457	15		
	Yd	yard	9144	038864	-1		
	$\sqrt{\text{acre}}$		636139	196448	1		1 acre(정방형 1변의 길이)
	$\sqrt[3]{\text{石}}$				-1		1石 (정입방 1변의 길이)
	$\sqrt[3]{\text{合}}$	홉	565029	247928	-2		1合 (정입방 1변의 길이)
	里	리	39273	405906	3		
	$\sqrt{\text{段}}$		314919	501801	1		1段 (정방형 1변의 길이)
	ft	feet	3048	515985	-1		
	分				-3		
	寸				-2		
	尺		303030	518514	-1		
	丈				0		
	$\sqrt[3]{\text{勺}}$	작			-2		1勺 (정입방 1변의 길이)
	$\sqrt[3]{\text{斗}}$	말	262264	581261	-1		1斗 (정입방 1변의 길이)
	in	inch	254	595166	-2		
	NAUT MILE		18532	732078	3		
	INT MILE		1852	732359	3		
	FATHOM		18288	737834	0		
間, $\sqrt{\text{坪}}$		181818	740358	0		間=1坪(정방형 1변의 길이)	
$\sqrt[3]{\text{IMP GAL}}$		165658	780787	-1		1英 galon(정입방 1변의 길이)	
STAT MILE (KNOT)		16093	793363	3			
$\sqrt[3]{\text{US GAL}}$		15585	807293	-1		1美 galon(정입방 1변의 길이)	
$\sqrt[3]{\text{升}}$	되	121732	914595	-1		1되 (정입방 1변의 길이)	
町		109091	962211	2			
LITER	liter	1	0	-1			

표 2 MU 눈 금 자

눈 금	기 호		위 치		벽 수		비 고
	약 호	내 역	CI 대조	L 대조	원 기 쪽 선	오 른 기 쪽 선	
기본 단위 눈금	mg		1	0	-7	-6	
	g		1	0	-4	-3	
	kg		1	0	-1	0	
	ton		1	0	2	3	
질 량 (빛 에 너 지) 단 위 눈 금	Me	mass of electron	91083	040563	-31		
	ST	u.s ton	907185	042304	2		sh ton
	斤	근	60000	221849	-1		
	lb	pound	45359	343334	-1		
	貫	관			0		
	甎	돈 중	375000	425969	-3		
	OZ	온 스	283495	547455	-2		
	carat		20000	69897	-4		
	eV	electron volt	178247	748978	-36		
	MeV	(millon)			-30		
	Mp	mass of proton	16724	776658	-27		
	AMU	atomic mass unit	166022	779834	-27		
	SLUG	slug	14594	835826	1		ft-lb 계 질량
int J	joule	111287	953561	-17			
LT	pound ton	101605	993086	3		ε ton (英 ton)	

표 3 EU 눈금자

눈 금	기 호		위 치		벽 수		비 고
	약 호	내 역	CI 대조	L 대조	왼 기 쪽 선	오 른 기 쪽 선	
기본 단위 금	J	joule	1	0	-1	0	
	erg		1	0	-8	-7	
에너지 단위 금	m kg		980665	008483		0	
	R•grd		83147	080156		0	
	Hps		74541	127602		2	
	ITKal		41868	378812		3	
	int KWh		36007	443615		6	
	HPH		26845	571141		6	
	PSh		26478	577112		6	
	ft <sup>3</sup> •lb/in <sup>2</sup>		19524	709434		2	
	ft•lb		13558	867809		0	
	BTU		10551	97671		3	
	atm dm <sup>3</sup>		10132	99431		2	
int J		10002	999914		0		

표 4 PU 눈금자

눈 금	기 호		위 치		벽 수		비 고
	약 호	내 역	CI 대조	L 대조	왼 기 쪽 선	오 른 기 쪽 선	
기본 단위 금	at=kg/cm <sup>2</sup>		1	0	-1	0	
	g/cm <sup>2</sup>		1	0	-4	-3	
	kg/m <sup>2</sup>		1	0	-5	-4	
압력 단위 금	lb/in <sup>2</sup>		703076	152994		-2	
	lb/ft <sup>2</sup>		488248	311366		-2	
	in Hg		34532	461777		-2	
	in H <sub>2</sub> O		25400	40483		-3	
	cm Hg		135953	86661		-2	
	Torr		132017	879374		-3	
	br atm		103596	98466		0	
	atm		103323	985805		0	
bar		101972	99153		0		

## II. 환산을 위한 연산 준비

### 1. 개별환산법과 일괄환산법

- 1) 개별환산법은 어떠한 양의 단위를 다른 양의 단위로 1대 1로 환산하는 연산방식이며
- 2) 일괄환산법은 많은 같은 종류의 어떠한 양의 단위를 기본 단위로 일괄해서 환산하는 연산방식을 말한다.

### 2. 멱수(冪數)처리를 위한 공식

#### 1) 개별환산

공 식	환산 적용범위				환산 치 수	협 동 눈금자	비 고
	LU	MU	EU	PU			
(G—Q)	길 이	질량및 Energy	Energy	압 력	1 차	C	G: given power Q: question power
2 (G—Q)	넓 이				2 차	B	
3 (G—Q)	부 피				3 차	K	

#### 2) 일괄환산

공식 : Q 대신 Q'로 하면 충분하다.

1 차 : CD 협동

2 차 : AB 협동

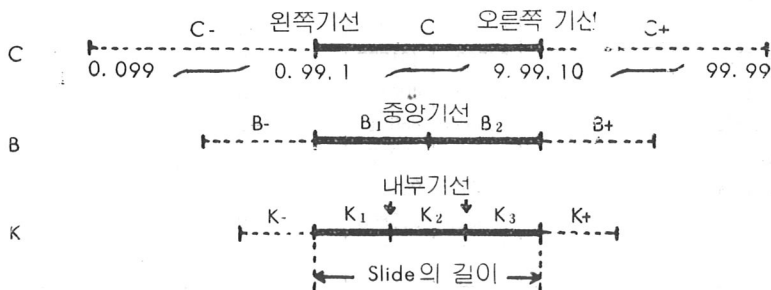
### 3. 연산 diagram

연산법을 간략하게 설명하기 위하여 다음 규약에 의한 diagram 을 사용한다.

[cursor 연산]  $\left[ \downarrow \right]$   $\left[ \uparrow \right]$   
 cursor 의 세선[hair line]을 이곳에 맞춘다.

(slide 연산)  $( ) \nearrow$   $\swarrow ( )$   
 slide 의 눈금을 세선에 맞추게 움직인다.

### 4. 멱수 처리를 위한 협동눈금자의 자리수에 대한 설명



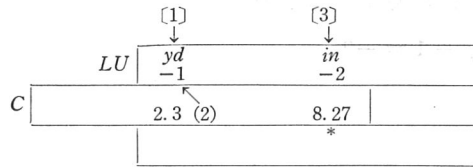
- C. C 눈금자의 왼쪽 연장 C<sub>-</sub>는 C 눈금자 보다 한자리수 적고  
C 눈금자의 오른쪽 연장 C<sub>+</sub>는 C 눈금자 보다 한자리수 많다.
- B. B<sub>-</sub>는 B<sub>1</sub>보다 한자리수 적고  
B<sub>2</sub>는 B<sub>1</sub>보다 한자리수 많고  
B<sub>+</sub>는 B<sub>2</sub>보다 한자리수 많다.
- K. K<sub>-</sub>는 K<sub>1</sub>보다 한자리수 적고  
K<sub>2</sub>는 K<sub>1</sub>보다 한자리수 많고  
K<sub>3</sub>은 K<sub>2</sub>보다 한자리수 많고  
K<sub>+</sub>는 K<sub>3</sub>보다 한자리수 많다.

### III. 환산을 위한 연산 예

#### I. 1차 개별환산 (G-Q)

##### 1. 길이의 단위환산 LU

[보기] 1. 2.3 yd = ? in



1) 유효수의 결정 → 같은 자리수

[1] 주어진 단위 눈금 yd 에 cursor 연산하고

[2] 세선에 C 눈금자의 2.3 을 slide 연산한다 ←

[3] 구하는 단위 눈금 in 에 cursor 연산하면

\* C 눈금자에서 답의 유효수 8.27을 얻는다 ←

같은 자리수

2) 멱수 처리

주어진 단위 눈금 yd 의 지수 -1이 G(given power)이며

구하는 단위 눈금 in 지수 -2가 Q(question power)이다.

공식  $G-Q = -1 - (-2) = 1$  에서  $10^{G-Q} = 10^1$  이며

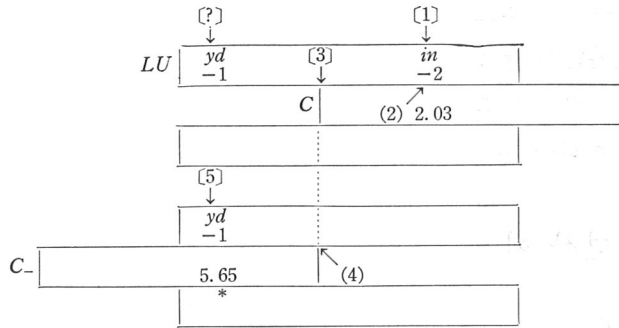
답은  $2.3 \text{ yd} = 8.27 \times 10^1 \text{ in}$  이다.

[보기] 2. 0.25丈 = ? 尺 = ? 寸 = ? 分

주어진 단위나 구하는 단위가 모두 같은 눈금이다. 유효수의 자리수는 항상 같은 자리수를 취하며 단순한 멱수처리로

$$\begin{array}{l}
 \text{丈} \rightarrow \text{尺} \quad G - Q = 0 - (-1) = 1 \\
 \text{丈} \rightarrow \text{寸} \quad G - Q = 0 - (-2) = 2 \\
 \text{丈} \rightarrow \text{分} \quad G - Q = 0 - (-3) = 3
 \end{array}
 \quad \text{답} \quad \left\{ \begin{array}{l} 0.25 \times 10^1 \text{ 尺} \\ 0.25 \times 10^2 \text{ 寸} \\ 0.25 \times 10^3 \text{ 分} \end{array} \right.$$

[보기] 3. 1) 2.03 in = ? yd



[?] 순서에서 C 눈금자가 빠져 있으므로 [3] (4)로 slide 를 C- 위치에 옮기면 [5]로 주어진 수와 같은 자리수의 유효숫자 5.65를 얻는다.

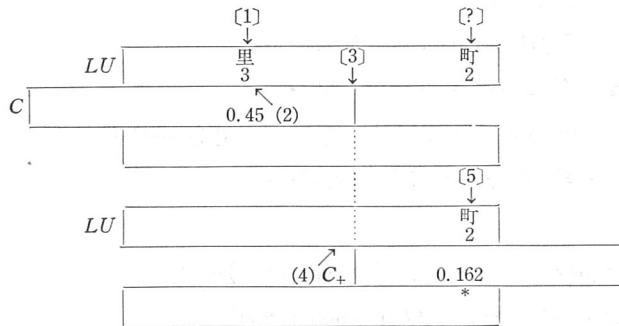
역수는 C- 이기 때문에 한자리수 낮추기 위하여

$$G - Q - 1 = -2 - (-1) - 1 = -2$$

로 계산한다.

$$\text{답} \quad 5.65 \times 10^{-2} \text{ yd}$$

2) 0.45里 = 0.162 × 10<sup>2</sup>町



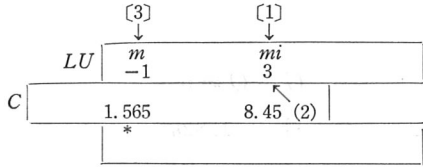
위와 반대로 C+ 가 되므로 한자리수 높인다.

$$G - Q + 1 = 3 - 2 + 1 = 2$$

[보기] 4. 기본단위인 m(meter)로 환산할 때에는 m의 눈금이 양쪽 기선에 있으므로 위에서와 같은 불편은 없다.

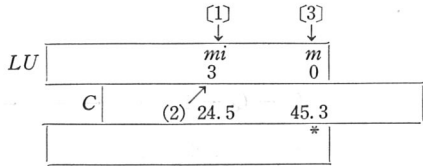


1)  $8.45 \text{ mi} = 1.565 \times 10^4 m$



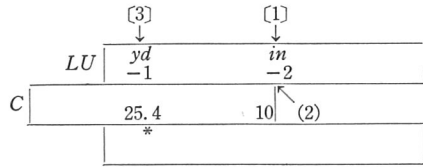
$G - Q = 3 - (-1) = 4$

2)  $24.5 \text{ mi} = 45.3 \times 10^3 m$



$G - Q = 3 - 0 = 3$

[보기] 5.  $10 \text{ in} = 25.4 \text{ yd}$



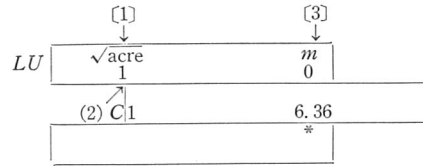
$G - Q - 1 = -2 - (-3) - 1 = 0$   
 $10^0 = 1$

10과 같은 자리수인 25.4이며 10은 II. 4에서 지적한 바와 같이  $C_+$ 에 해당되므로 한자리수 낮춘다.

(주) 이 보기에서와 같이 10, 100…… 등의 환산에서 slide의 오른쪽 기선을 사용함으로써 slide가 왼쪽으로 빠지는 경우는  $C_-$ 에 해당됨을 고려하여 한자리수를 낮추어야 한다.

[보기] 1 및 [보기] 4의 1)는 slide가 왼쪽으로 빠져 있으나 이 경우와는 다름이 명백하다.

[보기] 6. 1 acre 정방형의 1변의 길이는  $xm$ 인가?



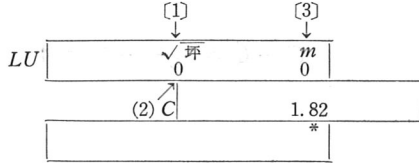
$G - Q = 1 - 0 = 1$

답  $6.36 \times 10^1 m$

(주) 2.1 acre 정방형의 1변이 길이 따위를 여러가지 단위로 환산할 때에는 위와 같은 방법을 금지한다. 다만 1坪, 1升 따위의 단위량에 대해서만 눈금조직상(표 1.  $\sqrt{\text{acre}}$  비교란 참조) 일차환산법으로 가능한 것이다.

단위량 이외의 환산은 이차환산 즉 면적환산의 보기에서 다시 논하기로 한다.

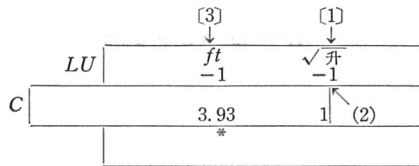
[보기] 7. 1) 1坪 정방형의 1변의 길이는  $xm$  인가?



$G - Q = 0$

답 1.82m

2) 1升 입방형의 1변의 길이는  $xft$  인가.



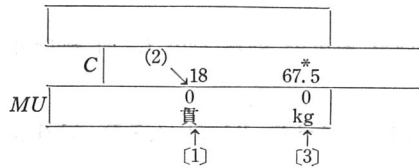
$G - Q - 1 = -1 - (-1) - 1 = -1$

답  $3.93 \times 10^{-1} ft$  [보기]5(주)

2. 질량(무게)의 단위환산 MU

(ㄱ) 연산방식은 LU 눈금자에서와 완전히 같다.

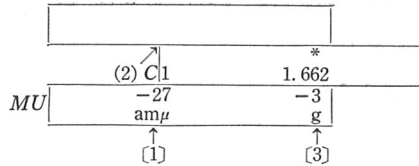
[보기] 8. 18 貫 = 67.5 kg



i) 같은 자리수의 유효수

ii)  $G - Q = 0$

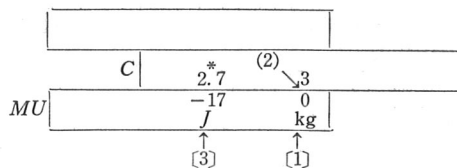
[보기] 9.  $1 am\mu = 1.662 \times 10^{-24} g$



$G - Q = -27 - (-3) = -24$

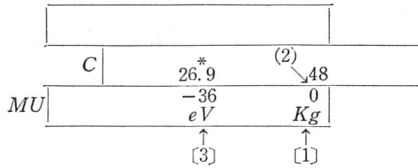
(ㄴ) 질량의 등가 Energy 환산

[보기] 10.  $3 kg = 2.7 \times 10^{17} joule$



$G - Q = 0 - (-17) = 17$

[보기] 11.  $48 \text{ kg} = 26.9 \times 10^{36} \text{ eV}$



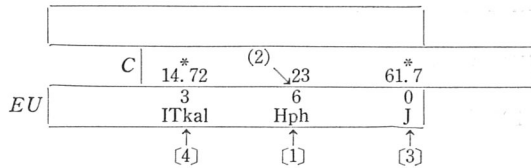
$G - Q = 0 - (-36) = 36$

3. Energy 단위환산 EU

Joule 단위 J는 MU 눈금자에도 마련하였으나 여기서 별도로 EU 눈금자를 설치한 이유는 Energy의 상용 기본단위가 Joule인 까닭에 뒤에서 설명할 일괄환산을 쉽게 하기 위해서였다.

이 눈금자에 의한 단위환산 방식도 앞에서의 LU, MU에 의한 것과 완전히 같다.

[보기] 12.  $23 \text{ Hph} = 61.7 \times 10^{6-0} \text{ J} = 14.72 \times 10^{6-3} \text{ ITkal}$



[보기] 13.  $65 \text{ int kwh} = ? \text{ eV}$

int kwh는 EU 눈금자에 eV는 MU 눈금자에 있다. 이들 두 눈금은 처음부터 같은 눈금자 위에 있어야 할 것이지만 앞 3)에서 설명한 이유에서 분리하였다.

따라서 일단 EU 눈금자에서

“주어진 단위 (int kwh) → J 단위”로 환산한 후

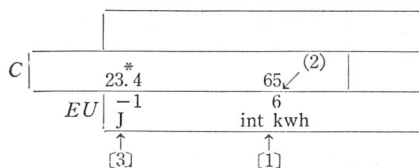
계속하여 MU 눈금자에서

“J 단위 → 구하는 단위 (eV)”로 환산하면 된다.

반대로 MU → EU 환산은

MU에서 “주어진 단위 → J”로 환산한 후

EU에서 “J → 구하는 단위”로 환산하면 된다.



$65 \text{ int kwh} = 23.4 \times 10^{6-(-1)} \text{ J}$

$  \begin{array}{c}  \boxed{\phantom{000000}} \\  C \mid \begin{array}{cc} 14.6 & \overset{(5)}{23.4} \\ -36 & -17 \end{array} \\  MU \mid \begin{array}{cc} eV & J \end{array} \\  \begin{array}{cc} \uparrow [6] & \uparrow [4] \end{array}  \end{array}  $	$  \begin{aligned}  &= 23.4 \times 10^7 J \\  &= 14.6 \times 10^7 \times 10^{-17 - (-36)} eV \\  \text{답} \quad &14.6 \times 10^{26} eV  \end{aligned}  $
---	---

4. 압력의 단위환산 PU

이상과 같은 연산방식이다.

[보기] 14.  $5.8 \text{ in Hg} = 2.005 \times 10^{-1} \text{ at (kg/cm}^2\text{)} = 4.1 \text{ lb/ft}^2$

$  \begin{array}{c}  \boxed{\phantom{000000}} \\  C \mid \begin{array}{ccc} 2.005 & 4.1 & 5.8 \checkmark \end{array} \\  PU \mid \begin{array}{ccc} -1 & -2 & -2 \\ at & lb/ft^2 & in Hg \end{array} \\  \begin{array}{ccc} \uparrow [3] & \uparrow [4] & \uparrow [1] \end{array}  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  \overset{(2)}{\phantom{000}} \\  \phantom{000} \mid \phantom{000} \\  \phantom{000} \mid \phantom{000}  \end{array}  $
--	---

- II. 2차 개별환산
- |  |                       |              |
|--|-----------------------|--------------|
| $  \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\}  $ | $2(G - Q) \dots\dots$ | $\dots\dots$ |
| $  \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\}  $ | $LU \dots\dots$       | $\dots\dots$ |
| $  \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\}  $ | $B \dots\dots$        | $\dots\dots$ |

[보기] 15.  $1.5 \text{ ft}^2 = 4.22 \times 10^{-2} \text{ 坪}$

$  \begin{array}{c}  \begin{array}{cc} \downarrow [1] & \downarrow [3] \end{array} \\  LU \mid \begin{array}{cc} ft & \sqrt{\text{坪}} \\ -1 & 0 \end{array} \\  B \mid \begin{array}{cc} \nearrow 1.5 & 4.22 \\ (2) & * \end{array} \\  \boxed{\phantom{000000}}  \end{array}  $	<p>i) 같은 자리수의 유효수</p> <p>ii) <math>2(G - Q) = 2(-1 - 0) = -2</math></p>
--	---

[보기] 16.  $0.43 \text{ 里}^2 = 0.663 \times 10^7 \text{ m}^2$

1)

$  \begin{array}{c}  \begin{array}{ccc} \downarrow [?] & \downarrow [1] & \downarrow [3] \end{array} \\  LU \mid \begin{array}{ccc} m & 里 & m \\ -1 & 3 & 0 \end{array} \\  B \mid \begin{array}{ccc} \nearrow 0.43 & 0.663 \\ (2) & * \end{array} \\  \boxed{\phantom{000000}}  \end{array}  $	$2(G - Q) + 1 = 2(3 - 0) + 1 = 7$
---	-----------------------------------

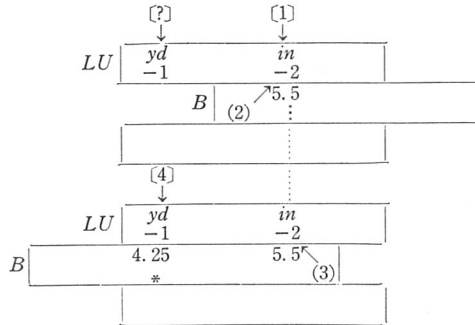
43은 B<sub>1</sub> 구간인데 \*663이 B<sub>2</sub> 구간에 있으므로 한자리수 올려야 한다.

2)

$  \begin{array}{c}  \begin{array}{cc} \downarrow [3] & \downarrow [1] \end{array} \\  LU \mid \begin{array}{cc} m & 里 \\ -1 & 3 \end{array} \\  B \mid \begin{array}{cc} 0.663 & 0.43 \\ * & (2) \end{array} \\  \boxed{\phantom{000000}}  \end{array}  $	$2(G - Q) - 1 = 2[3 - (-1)] = 7$
--	----------------------------------

43은 B<sub>2</sub> 구간인데 \*663이 B<sub>1</sub> 구간에 있으므로 한자리수 낮춘다. (1) = (2)

[보기] 17.  $5.5 in^2 = 4.25 \times 10^{-3} yd^2$



$$2(G - Q) - 1 = 2[-2 - (-1)] = -3$$

(2)에서 5.5를  $B_1$  구간에 취하면 [?]에서  $B$  눈금자가 빠지므로 처음부터 5.5를  $B_2$  구간에서 (3)과 같이 취하는 것이 좋다. 이때 \*4.25가  $B_1$  구간에 있으므로 한자리수 낮춘다.

[보기] 18.  $11 in^2 = 85 \times 10^{-4} yd^2$

이 보기는 2자리수를 낮추어야 하는 예이다.

아래 diagram 은 연산방법 5가지 경우의 것을 한데 뭉쳐서 그린 것이며 연산순서는 각각

[1] (2) ? (3) ? [4] (5) [6]

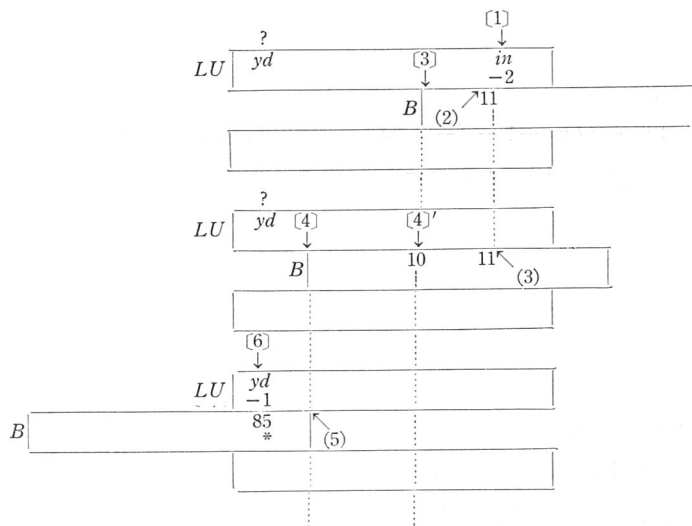
[1] (2) ? (3) ? [4]' ? (5)' [6]'

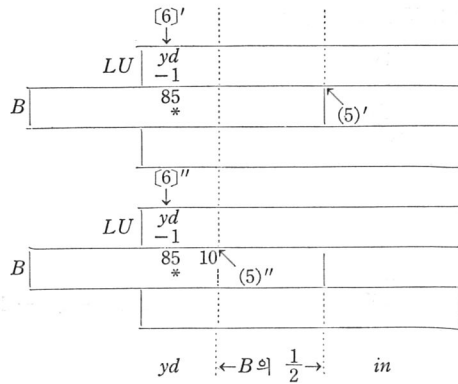
[1] (2) ? (3) ? [4] (5)'' [6]''

[1] (2) ? [3] (5)' [6]'

※ [1] (3) ? [4] (5)'' [6]''

이다.





모든 경우에  $B$  눈금자의  $\frac{1}{2}$  구간이 두번 왼쪽으로 연장되는 것을 알 수 있다. 즉 2자리수를 낮추어야 한다.

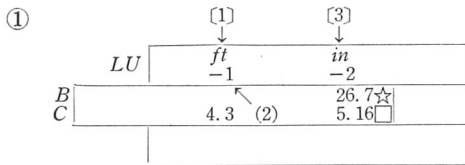
$$2(G - Q) - 2 = 2[-2 - (-1)] - 2 = -4$$

참고로 위 diagram 중에서 slide의 움직임이 가장 적은 ※표식 연산이 좋은 연산방식이다.

[보기] 19. 제곱형

1)  $(4.3ft)^2 = (\square in)^2 = \star in^2 \quad \square^2 = \star$

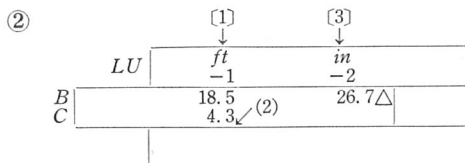
2)  $(4.3ft)^2 = 4.3^2 in^2 = \triangle in^2$



1차 환산후 제곱

$$\square : G - Q = -1 - (-2) = 1 \quad 5.16 \times 10^1 in$$

$$\star : (5.16 \times 10in)^2 = 26.7 \times 10^2 in^2 \quad (\text{답})$$



제곱후 2차 환산

$$4.3^2 = 18.5 \text{ 로써 } 2\text{자리수이므로}$$

$$\triangle : \text{같은 자리수인 } 26.7 \text{을 얻는다.}$$

$$2(G - Q) = 2[-1 - (-2)] = 2$$

답  $26.7 \times 10^2 \text{ in}^2$

1)과 2)는 같은 diagram 이나 연산방식에 따라서 진행과정이 다르다.

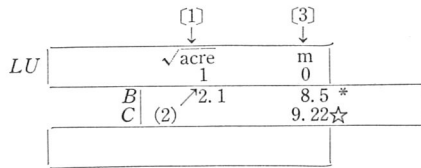
[보기] 20. Root 형

1)  $2.1 \text{ acre} = * \text{ m}^2$

2)  $2.1 \text{ acre} = (\star \text{ m})^2$

$\left\{ \begin{array}{l} \sqrt{*} = \star \\ \text{구간선택에 요 주의} \end{array} \right.$

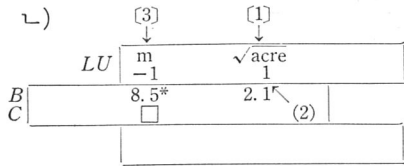
1) ㄱ)



$$2(G - Q) + 1 = 2(1-0) + 1 = 3$$

답  $8.5 \times 10^3 \text{ m}^2$

ㄴ)



$$2(G - Q) - 1 = 2[1 - (-1)] - 1$$

$$= 3$$

답은 같은 결과가 된다.

2) 이는 2.1 acre 정방형의 1 변의 길이를 m로 구하는 문제로 볼 수 있으며 (보기 6 주 참조) 앞의 [보기] 19 (1)의 역연산이 된다.

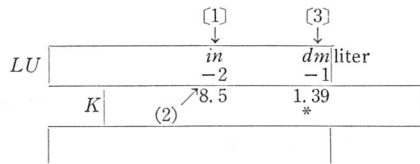
위 두 diagram 에서 유효수 85의 구간이  $B_2$  이나  $B_1$  이나 구간선택에 따라서 이의 평방근  $\star$ 과  $\square$ 는 값이 다르다는 것은 잘 아는 사실이다.

1)에서 얻은  $8.5 \times 10^3$  은 4자리수이므로  $B_2$  구간에서 대응되는 C 눈금 값을 읽어야만 옳은 답이 된다. 즉  $\sqrt{85 \times 10^2 \text{ m}^2} = 9.22 \times 10^1 \text{ m}$  1) ㄱ)

III. 3차 개별환산 }  $3(G - Q)$  .....역수 공식  
 체적의 단위환산 } LU .....사용할 눈금자  
 } K .....협동 눈금자

[보기] 21.  $8.5 \text{ in}^3 = ? \text{ dm}^3 (= ? \text{ liter})$

1)



$$3(G - Q) + 2 = 3[-2 - (-1)] + 2$$

$$= -1$$

답  $1.39 \times 10^{-1} \text{ liter}$

8.5를  $K_1$  구간에 취하면 1.39는  $K_3$  구간에 있으므로 두자리수를 높여야 한다.

2)

$\begin{array}{c} \text{LU} \\ \begin{array}{ c c } \hline dm & in \\ \hline -2 & -2 \\ \hline \end{array} \end{array}$	$3(G - Q) - 1 = 3[-2 - (-2)] - 1 = -1$
$\begin{array}{c} K \\ \begin{array}{ c c } \hline 1.39 & 8.5 \\ \hline * & (2) \\ \hline \end{array} \end{array}$	$= -1$

답은 같은 결과가 된다.

8.5를  $K_2$  구간에 취하면 1.39는  $k_1$  구간에 있으므로 한 자리수를 낮추어야 한다.

3) 8.5를  $K_3$  구간에 취하여도 2) diagram 과 같은 꼴이 되며 1.39는  $K_2$  구간에 있으므로 역시 한자리수를 낮추어야 하고 2)와 동일한 연산과 결과가 된다.

[보기] 22. 10.5 USgal = ? l = ? 합

10.5를  $K_3$  구간에 취해보기로 한다.

$\begin{array}{c} \text{LU} \\ \begin{array}{ c c c } \hline \sqrt[3]{\text{합}} & \sqrt[3]{\text{USgal}} & l \\ \hline -2 & -1 & -1 \\ \hline \end{array} \end{array}$	$3(G - Q) = 3[-1 - (-1)] = 0$
$\begin{array}{c} K \\ \begin{array}{ c c c } \hline 22.2 & 10.5 & 40 \\ \hline * & (2) & * \\ \hline \end{array} \end{array}$	$3(G - Q) - 2 = 3[-1 - (-2)] - 2 = 1$

1) $3(G - Q) = 3[-1 - (-1)] = 0$	} 답 {	$40 \times 10^0 l = 40l$
2) $3(G - Q) - 2 = 3[-1 - (-2)] - 2 = 1$		$22.2 \times 10^1 \text{ 합}$

IV. 일괄환산

1. 1차 일괄환산  $G - Q'$  협동 눈금자 CD

$Q'$  는 slider 가 빠진 쪽의 기본단위 눈금 즉  $m(\text{cm}, \text{dm}) \text{ kg}(\text{ton}, \text{g}, \text{mg}), \text{ joule}(\text{erg})$  및  $\text{at} = \text{kg}/\text{cm}^2$  등의 Question power 를 의미한다.

(ㄱ) 길이의 일괄환산 LU

[보기] 23. 1 2.3 350 4.6 59 in 는 몇 m 인가?

$\begin{array}{c} \text{LU} \\ \begin{array}{ c c c c } \hline m & & & m \\ \hline -2 & & & 0 \\ \hline \end{array} \end{array}$	$Q' = 0$
$\begin{array}{c} C \\ \begin{array}{ c c c } \hline 2.54 & 5.84 & 890 \\ \hline * & * & * \\ \hline \end{array} \end{array}$	
$\begin{array}{c} D \\ \begin{array}{ c c c } \hline 1 & 2.3 & 350 \\ \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array} \end{array}$	
$\begin{array}{c} \text{LU} \\ \begin{array}{ c c c } \hline m & & \\ \hline -1 & & \\ \hline \end{array} \end{array}$	$Q' = -1$
$\begin{array}{c} D \\ \begin{array}{ c c c } \hline & & \\ \hline \end{array} \end{array}$	
$\begin{array}{c} C \\ \begin{array}{ c c c } \hline & & \\ \hline \end{array} \end{array}$	
$\begin{array}{c} D \\ \begin{array}{ c c c } \hline & & \\ \hline \end{array} \end{array}$	

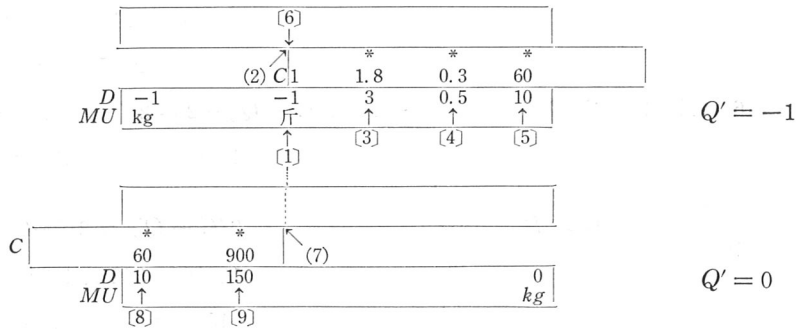


$$\begin{aligned}
 G - Q' &= -2 - 0 = -2 & 1 \text{ in} &= 2.54 \times 10^{-2} m \\
 & & 2.3 \text{ in} &= 5.84 \times 10^{-2} m \\
 & & 350 \text{ in} &= 890 \times 10^{-2} m \\
 G - Q' &= -2 - (-1) = -1 & 4.6 \text{ in} &= 1.17 \times 10^{-1} m \\
 & & 59 \text{ in} &= 15.1 \times 10^{-1} m
 \end{aligned}$$

(주) 모든 환산에서 자리수 결정에 주의할 점은 역시 (보기 5. 주)에서 지적한 10, 100 등의 단위환산이다. 일괄환산에서도 다음 보기의 [5]항에서 보는 바와 같은 주의가 필요하다.

(ㄴ) 무게의 일괄환산 MU

[보기] 24. 3, 0.5 10 150 斤은 몇 kg 인가?



$$\begin{aligned}
 [3] \quad & G - Q' = -1 - (-1) = 0 & \left\{ \begin{array}{l} 3 \text{斤} = 1.8 \times 10^0 \text{ kg} = 18 \text{ kg} \\ 0.5 \text{斤} = 0.3 \times 10^0 \text{ kg} = 3 \text{ kg} \end{array} \right. \\
 [4] \quad & G - Q' - 1 = [-1 - (-1)] - 1 = -1 & \left\{ \begin{array}{l} 10 \text{斤} = 60 \times 10^{-1} \text{ kg} \quad \leftarrow \\ D \text{ 눈금 } 10 \text{은 오른쪽 연장 } D_+ \text{ (II4 참조)이며} \\ *60 \text{은 } C \text{ 눈금자 안에 있으므로 한자리수 낮춘다.} \end{array} \right. \\
 [8] = [5] \quad & G - Q' = -1 - 0 = -1 & \left\{ \begin{array}{l} 10 \text{斤} = 60 \times 10^{-1} \text{ kg} \quad \leftarrow \\ 150 \text{斤} = 900 \times 10^{-1} \text{ kg} \end{array} \right. \\
 [9] \quad &
 \end{aligned}$$

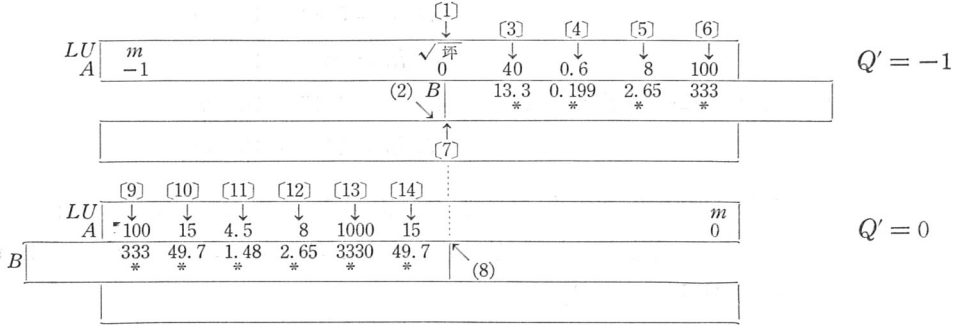
(ㄷ) Energy 및 압력 단위의 일괄환산

각각 EU, PU 눈금자를 사용하며 위의 두 보기에서와 같은 요령으로 연산한다. (보기는 생략)

2. 2차 일괄환산  $2(G - Q')$  획동눈금자 AB

면적의 일괄환산에만 적용된다. LU

[보기] 25. 40 60 8 100 15 4.5 1000 坪은 몇  $m^2$  인가?



- [3]  $\left\{ \begin{array}{l} A_2 \text{와 } B_1 \text{의 대조이므로} \\ (8) \end{array} \right. \quad -1, \quad 2(G - Q') - 1 = 2[0 - (-1)] - 1 = 1$
- [4]  $\left\{ \begin{array}{l} (한자리수 낮춘다) \\ (8) \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} 40\text{坪} = 13.3 \times 10^1 m^2 \\ 0.6\text{坪} = 0.199 \times 10^1 m^2 \\ 8\text{坪} = 2.65 \times 10^1 m^2 \end{array}$
- [6]  $A_+(100) \text{와 } B_1 \quad -2, \quad 2(G - Q') - 2 = 2[0 - (-1)] - 2 = 0$   
 $100\text{坪} = 333 \times 10^0 m^2$
- [9]=[6]  $\left\{ \begin{array}{l} A_1 \text{과 } B_1 \\ (10) \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} 2(G - Q') = 2(0 - 0) = 0 \\ 100\text{坪} = 333 \times 10^0 m^2 \\ 15\text{坪} = 49.7 \times 10^0 m^2 \end{array}$
- [11]  $\left\{ \begin{array}{l} A_1 \text{과 } B_2 \\ (12)=[5] \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} +1, \quad 2(G - Q') + 1 = 2(0 - 0) + 1 = 1 \\ 4.5\text{坪} = 1.48 \times 10^1 m^2 \\ 8\text{坪} = 2.65 \times 10^1 m^2 \end{array}$
- [13]  $\left\{ \begin{array}{l} A_2 \text{와 } B_2 \\ (14)=[10] \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} 2(G - Q') = 2(0 - 0) = 0 \\ 1000\text{坪} = 3330 \times 10^0 m^2 \\ 15\text{坪} = 49.7 \times 10^0 m^2 \end{array}$

(주) 2차 일괄환산에서 B 눈금자의 중앙 기선의 사용을 금지한다.

그러나 이 보기 ※표에서 보는바와 같이 slide의 왼쪽 또는 오른쪽 기선 중 어느 쪽을 사용해도 무방하다.

3. 3차 일괄환산은 협동에 필요한 한쌍의 k 눈금자 기성계산척에는 없으므로 이의 연산법은 제외하였다. 만일 필요하다면 또 하나의 k 대조 눈금자를 고정 눈금자에 설치하면 일괄환산도 2차 일괄환산과 같은 요령으로 가능하다.

이때 10, 100의 내부기선의 사용을 금지하는 것은 2차에서와 같다.

## 연산법 요령 종합

### 1. 개별환산

- (1) 유효수결정     주어진 자리수와 같게
- (2) 벽 수 결 정     환산차수에 따른 공식 적용
- (3) 벽 수 조 정     (ㄱ) 대조 눈금자의 범위 고려  
                          (ㄴ) 오른쪽 기선을 사용하는 경우의 10, 100 등의 자리수 처리
- (4) Root 형 구간선택에 요 주의

### 2. 일괄환산

- (1)  $Q$  대신  $Q'$  로 공식 취급
- (2) 2차 환산에서 중앙 기선의 사용금지
- (3) 3차 환산에서 내부 기선의 사용금지)