수학 I : 02 로그

2018년 11월 22일

차 례

1 로그의 뜻

문제 1) 다음 등식을 만족시키는 x의 값을 각각 구하여라.

(1) $2^x = 8$

(2) $2^x = \frac{1}{2}$

(3) $2^x = 1$

(4) $2^x = 2\sqrt{2}$

예시 2) 등식 $2^x = 7$를 만족시키는 x는 어떤 값인지 알아보자.
계산기를 사용해 계산하면,

$2^2 = 4$ 이고	$2^3 = 8$ 이므로	$2 < x < 3$이다.
$2^{2.8} = 6.964\cdots$ 이고	$2^{2.9} = 7.464\cdots$ 이므로	$2.8 < x < 2.9$이다.
$2^{2.80} = 6.964\cdots$ 이고	$2^{2.81} = 7.012\cdots$ 이므로	$2.80 < x < 2.81$이다.
$2^{2.807} = 6.998\cdots$ 이고	$2^{2.808} = 7.003\cdots$ 이므로	$2.807 < x < 2.808$이다.

따라서, $x = 2.807\cdots$이다. 이 값 x를 $\log_2 7$로 표시한다.

$$\boxed{2^x = 7 \qquad \Longleftrightarrow \qquad x = \log_2 7}$$

위의 계산에서 $\log_2 7$을 소수점 둘째자리까지 구하면,

$$\log_2 7 \approx 2.81$$

인 것이다.

문제 3) 등식 $3^x = 5$를 만족시키는 x의 값을 로그로 표시하고, 소수점 둘째자리까지 구하여라(계산기).

정의 4) 로그의 정의

$a > 0,\ a \neq 1,\ N > 0$일 때,

$$a^x = N \qquad \Longleftrightarrow \qquad x = \log_a N$$

이때 a를 $\boxed{\text{밑}}$, N을 $\boxed{\text{진수}}$라고 부른다.

예시 5) 다음 등식들을 만족시키는 x의 값을 생각해보자.

(1) $2^x = -7$ (2) $(\frac{1}{2})^x = 7$ (3) $(-2)^x = 7$

(4) $1^x = 7$ (5) $1^x = 1$ (6) $0^x = 7$

(1) $2^x > 0$이므로 (1)을 만족시키는 실수 x는 존재하지 않는다.

(2) $(\frac{1}{2})^x = (2^{-1})^x = 2^{-x}$이다. $2^{-x} = 7$에서 $-x = 2.807\cdots$이다. 따라서 $x = -2.807\cdots$이다.

(3) x는 정수가 아니다. 정수가 아닌 지수가 정의되려면 밑은 음수여야 하는데 이 경우에 밑은 -2이다. 따라서 위 등식을 만족시키는 x는 존재하지 않는다.

(4) $1^x = 1$이므로 위 등식을 만족시키는 x는 존재하지 않는다.

(5) x의 값에 관계없이 $1^x = 1$이 성립하므로 x는 모든 실수가 가능하다.

(6) $0^x = 0$이므로 위 등식을 만족시키는 x는 존재하지 않는다.

위의 예시에서 보듯 $a \leq 0,\ a = 1,\ N \leq 0$이면 $a^x = N$를 만족시키는 x의 값이 존재하지 않거나 유일하지 않다. 한편, $a > 0,\ a \neq 1$이고 $N > 0$이면 x의 값은 유일하게 하나 존재한다는 것이 알려져 있다.

문제 6) 다음 등식들을 만족시키는 x의 값을 소수점 둘째자리까지 구하여라.

(1) $3^x = \frac{1}{5}$

(2) $9^x = 5$

예시 7)

(1) $2^3 = 8$을 로그를 사용하여 나타내어라.

(2) $-2 = \log_3 \frac{1}{9}$를 $a^x = N$의 꼴로 나타내어라.

답 : (1) $3 = \log_2 8$ (2) $3^{-2} = \frac{1}{9}$

문제 8) 다음 등식을 로그를 사용하여 나타내어라.

(1) $5^3 = 125$ (2) $3^{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}$

문제 9) 다음 등식을 $a^x = N$의 꼴로 나타내어라.

(1) $\log_3 1 = 0$ (2) $\log_{\frac{1}{3}} 9 = -2$

예시 10) $\log_{\frac{1}{3}} 27$의 값을 구하여라.

$x = \log_{\frac{1}{3}} 27$로 두면 $(\frac{1}{3})^x = 27$이다. $(3^{-1})^x = 3^3$, $3^{-x} = 3^3$에서 $-x = 3$, $x = -3$이다.

답 : -3

문제 11) 다음 값을 구하여라.

(1) $\log_5 25$ (2) $\log_7 \frac{1}{49}$ (3) $\log_{\frac{1}{4}} 8$

예시 12) 다음 등식을 만족시키는 N, a의 값을 각각 구하여라.

(1) $\log_2 N = -5$

(2) $\log_a 81 = 4$

(1) $N = 2^{-5}$이므로 $N = \frac{1}{32}$.

(2) $a^4 = 81$이다. $a^4 - 81 = 0$, $(a+3)(a-3)(a+3i)(a-3i) = 0$에서 $a = \pm 3, \pm 3i$이다. 이때, $a > 0$, $a \neq 1$이므로 $a = 3$이다.

답 : (1) $N = \frac{1}{32}$ (2) $a = 3$

문제 13) 다음 빈 칸에 알맞은 수를 넣어라.

(1) $\log_3 \square = 3$

(2) $\log_8 \square = \frac{1}{6}$

(3) $\log_{\frac{2}{3}} \square = -2$

(4) $\log_{\square} 64 = 3$

(5) $\log_{\square} 25 = 2$

(6) $\log_2(\log_3 \square) = 2$

2 로그의 성질

예시 14)

(1) $3^0 = 1$ 이고 $(\frac{1}{5})^0 = 1$ 이다. 따라서

$$\boxed{\log_3 1 = 0} \qquad \boxed{\log_{\frac{1}{5}} 1 = 0}$$

한편, $3^1 = 3$ 이고 $(\frac{1}{5})^1 = \frac{1}{5}$ 이다. 따라서

$$\boxed{\log_3 3 = 1} \qquad \boxed{\log_{\frac{1}{5}} \frac{1}{5} = 1}$$

(2) $\log_2 8 = 3$, $\log_2 4 = 2$, $\log_2 32 = 5$ 이다. $3 + 2 = 5$ 에서

$$\boxed{\log_2 8 + \log_2 4 = \log_2 32}$$

(3) 또, $\log_2 2 = 1$ 이므로 $3 - 2 = 1$ 에서

$$\boxed{\log_2 8 - \log_2 4 = \log_2 2}$$

(4) $\log_2 32 = 5$, $\log_2 2 = 1$ 이므로

$$\boxed{\log_2 2^5 = 5 \log_2 2}$$

정의 15) 로그의 성질 (1)

$a > 0$, $a \neq 1$, $M > 0$, $N > 0$ 일 때,

(a) $\log_a 1 = 0$, $\quad \log_a a = 1$

(b) $\log_a M + \log_a N = \log_a MN$

(c) $\log_a M - \log_a N = \log_a \frac{M}{N}$

(d) $\log_a M^k = k \log_a M$ $\quad$ (단, k 는 실수)

문제 16) 다음은 위의 정리를 증명하는 과정이다. 빈 칸을 완성하여라.

(a) $a^{\boxed{\text{(가)}}} = 1$ 이고 $a^1 = a$ 이다. 따라서 $\log_a 1 = \boxed{\text{(가)}}$ 이고 $\log_a a = 1$ 이다.

(b) $\log_a M = m$, $\log_a N = n$ 이라고 하면,

$$a^m = M, \quad a^n = N \qquad (*)$$

이다. 두 식을 곱하면

$$MN = a^m \times a^n = a^{m+n}$$

이다. 따라서

$$m + n = \log_a MN$$

이고, (b)가 성립한다.

(c) $(*)$의 두 식을 나누면

$$\frac{M}{N} = \frac{a^m}{a^n} = a^{\boxed{\text{(나)}}}$$

이다. 따라서

$$\boxed{\text{(나)}} = \log_a \frac{M}{N}$$

이고, (c)가 성립한다.

(d) $(*)$의 첫번째식의 양변을 k 제곱하면,

$$(a^m)^k = M^k$$
$$a^{\boxed{\text{(다)}}} = M^k$$

이다. 따라서 $\boxed{\text{(다)}} = \log_a M^k$ 이고 (d)가 성립한다.

예시 17) 다음 식을 간단히 하시오.

(1) $\log_6 12 + \log_6 3$

(2) $\log_3 \sqrt{27}$

(3) $\log_2 3 - 2\log_2 \sqrt{6}$

(4) $\log_{10} \sqrt{5} + \frac{1}{2}\log_{10} 2$

(1) $\log_6 12 + \log_6 3 \overset{(b)}{=} \log_6 36 = 2$

(2) $\log_3 \sqrt{27} = \log_3 3^{\frac{3}{2}} \overset{(d)}{=} \frac{3}{2}\log_3 3 = \frac{3}{2}$

(3) $\log_2 3 - 2\log_2 \sqrt{6} \overset{(d)}{=} \log_2 3 - \log_2 6 \overset{(b)}{=} \log_2 \frac{1}{2} = -1$

(4) $\log_{10} \sqrt{5} + \frac{1}{2}\log_{10} 2 \overset{(d)}{=} \log_{10} \sqrt{5} + \log_{10} \sqrt{2} \overset{(b)}{=} \log_{10} \sqrt{10} = \frac{1}{2}$

문제 18) 다음 식을 간단히 하시오.

(1) $\log_3 \sqrt[3]{81}$

(2) $\log_7 98 - \log_7 2$

(3) $\log_{\frac{2}{3}} 27 - \log_{\frac{2}{3}} 8$

(4) $\log_3 \frac{\sqrt{3}}{5} + \log_3 45$

(5) $\log_2 12 + \log_2 6 - 2\log_2 3$

(6) $\frac{1}{2}\log_3 \frac{9}{5} + \log_3 \sqrt{5}$

문제 19) $\log_5 2 = a$, $\log_5 3 = b$라고 할 때, 다음을 a와 b로 나타내어라.

(1) $\log_5 18 = \log_5(2 \times 3^2) = \log_5 2 + 2\log_5 3 = a + 2b$

(2) $\log_5 60$

(3) $\log_5 \frac{8}{9}$

(4) $\log_5 \sqrt{1000}$

문제 20) 다음 값들을 구하여라.

(1) $\log_{16} 256$　　(2) $\frac{\log_2 256}{\log_2 16}$　　(3) $\frac{\log_4 256}{\log_4 16}$

예시 21)

(1) 위의 문제에서의 세 값은 서로 같다. 즉,

$$\boxed{\log_{16} 256 = \frac{\log_2 256}{\log_2 16}} \qquad \boxed{\log_{16} 256 = \frac{\log_4 256}{\log_4 16}}$$

이다. $\log_{16} 256$의 밑은 16이었지만, 밑을 2로 변환할 수 있고 4로도 변환할 수 있는 것이다. 일반적으로는 다음 공식이 성립한다.

$$\boxed{\log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a}} \tag{$*$}$$

이것을 '밑의 변환 공식'이라고 부른다.

(2) 밑의 변환 공식을 이용하여 $\log_2 3$과 $\log_3 2$를 곱해보자.
밑을 5로 통일하면,

$$\log_2 3 \overset{(*)}{=} \frac{\log_5 3}{\log_5 2}, \quad \log_3 2 \overset{(*)}{=} \frac{\log_5 2}{\log_5 3}$$

이다. 따라서

$$\log_2 3 \times \log_3 2 = \frac{\log_5 3}{\log_5 2} \times \frac{\log_5 2}{\log_5 3} = 1$$

즉 $\log_2 3$과 $\log_3 2$는 서로 역수관계이다.

$$\boxed{\log_2 3 = \frac{1}{\log_3 2}}$$

(3) 한편 밑의 변환 공식을 두 번 적용하여 다음과 같은 계산을 할 수도 있다.

$$\log_8 25 \overset{(*)}{=} \frac{\log_7 25}{\log_7 8} = \frac{2\log_7 5}{3\log_7 2} \overset{(*)}{=} \frac{2}{3}\log_2 5$$

따라서

$$\boxed{\log_{2^3} 5^2 = \tfrac{2}{3}\log_2 5}$$

정리 22) 로그의 성질(2)

(e) $a>0,\ a\neq 1,\ b>0,\ c>0,\ c\neq 1$일 때,

$$\log_a b=\frac{\log_c b}{\log_c a}\qquad \text{(밑의 변환 공식)}$$

(f) $a>0,\ a\neq 1,\ b>0,\ b\neq 1$일 때,

$$\log_a b=\frac{1}{\log_b a}$$

(g) $a>0,\ a\neq 1,\ b>0$이고 $m,\ n$이 실수일 때,

$$\log_{a^n} b^m=\frac{m}{n}\log_a b$$

예시 23) 다음 식을 간단히 하시오.

(1) $\frac{1}{\log_2 6}+\frac{1}{\log_3 6}$

(2) $\log_9 27$

(1) $\frac{1}{\log_2 6}+\frac{1}{\log_3 6}\overset{(f)}{=}\log_6 2+\log_6 3\overset{(b)}{=}\log_6 6=1$

(2) $\log_9 27=\log_{3^2} 3^3\overset{(g)}{=}\frac{3}{2}\log_3 3$

답 : (1) 1 (2) $\frac{3}{2}$

문제 24) 다음 식을 간단히 하시오.

(1) $\log_8 \frac{1}{16}$

(2) $\log_2 20-\frac{1}{\log_5 2}$

(3) $\log_5 2\cdot\log_2 25$

(4) $\log_4 5\cdot\log_5 6\cdot\log_6 4$

(5) $(\log_3 8+\log_9 4)\cdot\log_2 3$

(6) $\log_2(\log_2 3)+\log_2(\log_3 4)$

문제 25) $\log_7 2 = a$, $\log_7 3 = b$라고 할 때, 다음을 a와 b로 나타내어라.

(1) $\log_2 3$

(2) $\log_6 28$

문제 26) 다음은 밑의 변환 공식를 증명하는 과정이다. 빈칸을 완성하여라.

$\boxed{(\text{가})} = x$, $\boxed{(\text{나})} = y$라고 하면

$$a^x = b, \qquad c^y = a$$

이다. 지수의 성질에 따라

$$b = a^x = (c^y)^x = c^{\boxed{(\text{다})}}$$

이다. 그러면 로그의 정의에 의해

$$\boxed{(\text{다})} = \log_c b$$

이다. 따라서

$$\boxed{(\text{가})} \times \boxed{(\text{나})} = \log_c b$$

이다. 그런데 $a \neq 1$로부터 $\boxed{(\text{나})} \neq 0$이므로 위의 식의 양변을 $\boxed{(\text{나})}$로 나누면

$$\log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a}$$

이 얻어진다.

예시 27)

(1) $2^x = 5$라고 하자. 그러면 $x = \log_2 5$이다. 두 번째 식의 x를 첫 번째 식의 x에 대입하면

$$\boxed{2^{\log_2 5} = 5}$$

이다.

(2) 지수와 로그의 성질을 사용하여 $8^{\log_3 2}$를 계산하면

$$8^{\log_3 2} = (2^3)^{\log_3 2} = 2^{3\log_3 2} = 2^{\log_3 8}$$

따라서

$$\boxed{8^{\log_3 2} = 2^{\log_3 8}}$$

이다. 즉 $8^{\log_3 2}$에서 8과 2의 위치를 바꿀 수 있다.

정리 28) 로그의 성질(3)
a, b, c가 1이 아닌 양수일 때,

(h) $a^{\log_a b} = b$

(i) $a^{\log_b c} = c^{\log_b a}$

문제 29) 다음은 위의 정리를 증명하는 과정이다. 빈칸을 완성하여라.

먼저 (i)를 증명하자. $a^{\log_b c} = x$라 하면 로그의 정의에 의해

$$\log_b c = \boxed{(가)} \qquad (*)$$

$(*)$의 양변을 각각 c를 밑으로 하는 로그로 바꾸면
$\log_b c = \dfrac{1}{\boxed{(나)}}$, $\boxed{(가)} = \dfrac{\log_c x}{\boxed{(다)}}$ 이므로

$$\frac{1}{\boxed{(나)}} = \frac{\log_c x}{\boxed{(다)}}$$

따라서

$$\log_c x = \frac{\boxed{(다)}}{\boxed{(나)}} = \log_b a$$

로그의 정의에 의해

$$x = c^{\log_b a}$$

그러므로

$$a^{\log_b c} = c^{\log_b a}$$

가 성립한다.

(i)의 식에 b 대신 $\boxed{(라)}$를, c대신 $\boxed{(마)}$를 대입하면 (h)가 나온다.

문제 30) 다음 식을 간단히 하시오.

(1) $3^{\log_3 10} + 7^{\log_7 2}$

(2) $27^{\log_3 5}$

3 상용로그

밑이 10인 로그를 $\boxed{\text{상용로그}}$라고 한다. 양수 N의 상용로그 $\log_{10} N$은 보통 밑을 생략하여

$$\log N$$

과 같이 나타낸다.

문제 31) 다음 상용로그의 값을 구하시오.

(1) $\log 100$ (2) $\log \sqrt{10}$ (3) $\log \frac{1}{1000}$

상용로그표란 1.00부터 9.99까지의 수에 대한 상용로그의 값을 표시해놓은 표이다. 이 표를 사용하면 유효숫자가 최대 세 자리인 모든 양수 N에 대한 상용로그의 값을 계산할 수 있다.

예시 32) 상용로그표를 이용하여 다음 값들을 구하여라.

(1) $\log 3.12$ (2) $\log 312$

(1) 상용로그표에서 $\log 3.12$의 값을 구하려면 3.1의 가로줄과 2의 세로줄이 만나는 곳에 있는 .4942를 찾으면 된다. 즉 $\log 3.12 = 0.4942$이다.

수	0	1	2	3
1.0	.0000	.0043	.0086	.0128
1.1	.0414	.0453	.0492	.0531
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
3.1	.4914	.4928	$\boxed{.4942}$	.4955
3.2	.5051	.5065	.5079	.5092

(2) $\log 312 = \log(3.12 \times 100) = \log 3.12 + \log 100 = 0.4942 + 2 = 2.4942$

문제 33) 상용로그표를 이용하여 다음 값들을 구하여라.

(1) $\log 8.02$ (2) $\log 8020$ (3) $\log 0.00802$ (4) $\log \sqrt[3]{8.02}$

문제 34) 상용로그표를 이용하여 다음 값들을 구하여라

(1) $\log 41$ (2) $\log 0.007$

예시 35) 실수 x의 정수부분을 $[x]$, 소수부분을 $\langle x \rangle$이라고 하자. 이때, 다음 값의 정수부분과 소수부분을 각각 계산하여라.

(1) $\log 3240$ (2) $\log 0.324$

$\log 3.24 = 0.5105$이다. 따라서

(1) $\log 3240 = 3 + \log 3.24 = 3.5105$ 그러므로

$$[\log 3240] = 3, \qquad \langle \log 3240 \rangle = 0.5105$$

(2) $\log 0.324 = -1 + \log 3.24 = -0.4895$ 그러므로

$$[\log 0.324] = -1, \qquad \langle \log 0.324 \rangle = 0.5105$$

문제 36) 다음 값의 정수부분과 소수부분을 각각 계산하여라.

(1) $\log 52000$ (2) $\log 0.052$

문제 37) $a = \log 2$, $b = \log 3$이라고 하자. 이때, 다음 수들을 a와 b로 각각 나타내어라.

(1) $\log 12$

(2) $\log 5$

(3) $\log_4 3$

4 상용로그의 활용

예시 38)

(1) 365는 세자리수이다. 왜냐하면 365은 100 이상 1000 미만인 수이기 때문이다.

$$100 \le 365 < 1000$$

이 식의 양변에 상용로그를 취하면

$$2 \le \log 365 < 3$$

이다. 즉

$$[\log 365] = 2$$

인 것이다.

A가 n자리수이다.	$\Longleftrightarrow$	$[\log A] = n - 1$

(2) 0.00032는 소수 넷째자리에서 처음으로 0이 아닌 숫자가 나타난다. 왜냐하면 0.00032는 0.0001 이상 0.001 미만인 수이기 때문이다.

$$0.0001 \le 0.00032 < 0.001$$

이 식의 양변에 상용로그를 취하면

$$-4 \le \log 0.00032 < -3$$

이다. 즉

$$[\log 0.00032] = -4$$

인 것이다.

A가 소수 n째자리에서 처음으로 0이 아닌 수가 나타난다.	$\Longleftrightarrow$	$[\log A] = -n$

예시 39) $\log 2 = 0.3010$, $\log 3 = 0.4771$로 계산할 때,

(1) 6^{100}은 몇 자리수인가?

(2) 5^{-30}는 소수 몇째 자리에서 처음으로 0이 아닌 숫자가 나타나는가?

> (1) 6^{100}에 상용로그를 취하면
>
> $$\log 6^{100} = 100 \log 6 = 100(\log 2 + \log 3) = 100(0.3010 + 0.4771) = 77.81$$
>
> 따라서 $[\log 6^{100}] = 77$이고 6^{100}은 78자리 수이다.
>
> (2) 5^{-30}에 상용로그를 취하면
>
> $$\log 5^{-30} = -30 \log 5 = -30(1 - \log 2) = -30(1 - 0.3010) = -20.97$$
>
> 따라서 $[\log 5^{-30}] = -21$이고 5^{-30}은 소수 21번째 자리에서 처음으로 0이 아닌 숫자가 나타난다.

문제 40) $\log 2 = 0.3010$, $\log 3 = 0.4771$로 계산할 때,

(1) $2^{100} \times 3^{10}$은 몇 자리수인가?

(2) 3^{-20}는 소수 몇째 자리에서 처음으로 0이 아닌 숫자가 나타나는가?

답

1. 로그의 뜻

문제 1)

(1) 3 (2) -1 (3) 0 (4) $\frac{3}{2}$

문제 3)

$x = \log_3 5 \approx 1.46$

문제 6)

(1) $x \approx -1.46$ (2) $x \approx 1.23$

문제 8)

(1) $3 = \log_5 125$ (2) $\frac{1}{2} = \log_3 \sqrt{3}$

문제 9)

(1) $3^0 = 1$ (2) $(\frac{1}{3})^{-2} = 9$

문제 11)

(1) 2 (2) -2 (3) $-\frac{3}{2}$

문제 13)

(1) 27 (2) $\sqrt{2}$ (3) $\frac{9}{4}$
(4) 4 (5) 5 (6) 81

2. 로그의 성질

문제 16)

(가) $= 0$
(나) $= m - n$
(다) $= km$

문제 18)

(1) $\frac{4}{3}$ (2) 2 (3) -3
(4) $\frac{5}{2}$ (5) 3 (6) 1

문제 19)

(2) $2a + b + 1$

(3) $3a - 2b$

(4) $\frac{3}{2}a + \frac{3}{2}$

문제 20)

(1) 2 (2) 2 (3) 2

문제 24)

(1) $-\frac{4}{3}$ (2) 2 (3) 2
(4) 1 (5) 4 (6) 1

문제 25)

(1) $\frac{b}{a}$ (2) $\frac{2a+1}{a+b}$

문제 26)

(가) $= \log_a b$
(나) $= \log_c a$
(다) $= xy$

문제 29)

(가) $= \log_a x$
(나) $= \log_c b$
(나) $= \log_c a$
(라) $= a$
(마) $= b$

문제 30)

(1) 12 (2) 125

3. 상용로그

문제 31)

(1) 2　(2) $\frac{1}{2}$　(3) -3

문제 33)

(1) 0.9042

(2) 3.9042

(3) -2.0958

(4) 0.3014

문제 34)

(1) 1.6128　(2) -2.1549

문제 36)

(1) 정수부분 : 4
소수부분 : 0.7160

(2) 정수부분 : -2
소수부분 : 0.7160

문제 37)

(1) $2a + b$

(2) $1 - a$

(3) $\frac{b}{2a}$

4. 상용로그의 활용

문제 40)

(1) 35　(2) 소수 10째자리

요약

1. 로그의 정의
   $a > 0$, $a \neq 1$, $N > 0$일 때,

$$a^x = N \qquad \Longleftrightarrow \qquad x = \log_a N$$

2. 로그의 성질

   (a) $\log_a 1 = 0, \quad \log_a a = 1$

   (b) $\log_a M + \log_a N = \log_a MN$

   (c) $\log_a M - \log_a N = \log_a \dfrac{M}{N}$

   (d) $\log_a M^k = k \log_a M$

   (e) $\log_a b = \dfrac{\log_c b}{\log_c a}$ (밑의 변환 공식)

   (f) $\log_a b = \dfrac{1}{\log_b a}$

   (g) $\log_{a^n} b^m = \dfrac{m}{n} \log_a b$

   (h) $a^{\log_a b} = b$

   (i) $a^{\log_b c} = c^{\log_b a}$

3. 상용로그

$$\log N = \log_{10} N$$

4. 상용로그의 활용 : 자릿수문제