



Surds.

Rational numbers are numbers that can be written exactly e.g. 4, 7.34, 9.3 etc.
 Numbers which cannot be written exactly are called **irrational numbers**, the most famous example being π . Other example of irrational numbers are $\sqrt{3} = 1.732...$ or $\sqrt{5} = 2.236...$.
 Irrational numbers of this type are called **surds**.

Each question has two expressions.

Substitute $a = 9$ and $b = 25$ in each expression to see which are equal.

- | | | |
|--|--|--|
| 1). $\sqrt{a} \times \sqrt{b}$, \sqrt{ab} | 2). $\sqrt{a} + \sqrt{b}$, $\sqrt{a+b}$ | 3). $\sqrt{b} - \sqrt{a}$, $\sqrt{b-a}$ |
| 4). $\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}}$, $\sqrt{\frac{a}{b}}$ | 5). $\sqrt{3b}$, $3\sqrt{b}$ | 6). $2\sqrt{a}$, $\sqrt{4a}$ |



Multiplying Surds.

A. Work out the following. Leave the answer in surd form where appropriate.

- | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1). $\sqrt{2} \times \sqrt{3}$ | 2). $\sqrt{5} \times \sqrt{2}$ | 3). $\sqrt{7} \times \sqrt{3}$ | 4). $\sqrt{8} \times \sqrt{2}$ | 5). $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ |
| 6). $\sqrt{7} \times \sqrt{5}$ | 7). $\sqrt{3} \times \sqrt{5}$ | 8). $\sqrt{5} \times \sqrt{6}$ | 9). $\sqrt{3} \times \sqrt{11}$ | 10). $\sqrt{2} \times \sqrt{18}$ |
| 11). $\sqrt{2} \times \sqrt{7}$ | 12). $\sqrt{5} \times \sqrt{5}$ | 13). $\sqrt{5} \times \sqrt{11}$ | 14). $\sqrt{3} \times \sqrt{13}$ | 15). $\sqrt{7} \times \sqrt{6}$ |

B. Some surds can be simplified.

$$\text{E.g. } \sqrt{12} = \sqrt{4} \times \sqrt{3} = 2\sqrt{3}$$

Simplify the following.

- | | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| 1). $\sqrt{24}$ | 2). $\sqrt{18}$ | 3). $\sqrt{8}$ | 4). $\sqrt{45}$ | 5). $\sqrt{48}$ |
| 6). $\sqrt{50}$ | 7). $\sqrt{32}$ | 8). $\sqrt{44}$ | 9). $\sqrt{54}$ | 10). $\sqrt{125}$ |
| 11). $\sqrt{72}$ | 12). $\sqrt{98}$ | 13). $\sqrt{20}$ | 14). $\sqrt{63}$ | 15). $\sqrt{96}$ |
| 16). $\sqrt{128}$ | 17). $\sqrt{200}$ | 18). $\sqrt{252}$ | 19). $\sqrt{1000}$ | 20). $\sqrt{288}$ |

C. Work out the following. Simplify where possible.

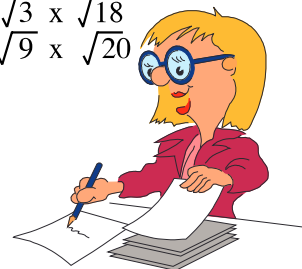
- | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1). $\sqrt{2} \times \sqrt{14}$ | 2). $\sqrt{5} \times \sqrt{8}$ | 3). $\sqrt{3} \times \sqrt{6}$ | 4). $\sqrt{10} \times \sqrt{8}$ | 5). $\sqrt{15} \times \sqrt{6}$ |
| 6). $\sqrt{15} \times \sqrt{3}$ | 7). $\sqrt{12} \times \sqrt{2}$ | 8). $\sqrt{6} \times \sqrt{8}$ | 9). $\sqrt{4} \times \sqrt{24}$ | 10). $\sqrt{3} \times \sqrt{18}$ |
| 11). $\sqrt{5} \times \sqrt{15}$ | 12). $\sqrt{14} \times \sqrt{8}$ | 13). $\sqrt{2} \times \sqrt{22}$ | 14). $\sqrt{30} \times \sqrt{5}$ | 15). $\sqrt{9} \times \sqrt{20}$ |

D. Surds in the form $a\sqrt{b}$ can be multiplied.

$$\text{E.g. } 2\sqrt{3} \times 4\sqrt{5} = 8\sqrt{15}$$

Work out the following. Simplify where possible.

- | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1). $2\sqrt{5} \times 3\sqrt{2}$ | 2). $5\sqrt{3} \times 7\sqrt{2}$ | 3). $2\sqrt{7} \times 4\sqrt{3}$ | 4). $6\sqrt{5} \times 2\sqrt{3}$ |
| 5). $4\sqrt{3} \times 3\sqrt{3}$ | 6). $2\sqrt{3} \times 3\sqrt{8}$ | 7). $5\sqrt{3} \times 2\sqrt{6}$ | 8). $3\sqrt{7} \times 2\sqrt{7}$ |
| 9). $5\sqrt{5} \times 2\sqrt{8}$ | 10). $2\sqrt{2} \times 3\sqrt{32}$ | 11). $4\sqrt{5} \times 3\sqrt{24}$ | 12). $4\sqrt{8} \times 4\sqrt{6}$ |
| 13). $4\sqrt{3} \times 5\sqrt{21}$ | 14). $3\sqrt{8} \times 4\sqrt{5}$ | 15). $2\sqrt{3} \times 4\sqrt{24}$ | 16). $4\sqrt{28} \times 3\sqrt{4}$ |
| 17). $2\sqrt{18} \times 4\sqrt{5}$ | 18). $7\sqrt{10} \times 2\sqrt{8}$ | 19). $8\sqrt{2} \times 3\sqrt{40}$ | 20). $5\sqrt{6} \times 2\sqrt{42}$ |



Dividing Surds.



A. Work out the following. Simplify where possible.

1). $\sqrt{18} \div \sqrt{3}$ 2). $\sqrt{24} \div \sqrt{2}$ 3). $\sqrt{48} \div \sqrt{3}$ 4). $\sqrt{64} \div \sqrt{2}$ 5). $\sqrt{150} \div \sqrt{3}$
6). $\sqrt{40} \div \sqrt{5}$ 7). $\sqrt{48} \div \sqrt{6}$ 8). $\sqrt{120} \div \sqrt{6}$ 9). $\sqrt{126} \div \sqrt{7}$ 10). $\sqrt{250} \div \sqrt{5}$
11). $\sqrt{126} \div \sqrt{2}$ 12). $\sqrt{160} \div \sqrt{5}$ 13). $\sqrt{525} \div \sqrt{3}$ 14). $\sqrt{140} \div \sqrt{5}$ 15). $\sqrt{756} \div \sqrt{7}$

B. Surds in the form $a\sqrt{b}$ can be divided.

E.g. $8\sqrt{6} \div 2\sqrt{3} = 4\sqrt{2}$

Work out the following. Simplify where possible.

1). $10\sqrt{6} \div 2\sqrt{2}$ 2). $12\sqrt{6} \div 4\sqrt{3}$ 3). $6\sqrt{15} \div 2\sqrt{3}$
4). $14\sqrt{3} \div 7\sqrt{3}$ 5). $2\sqrt{12} \div \sqrt{3}$ 6). $10\sqrt{6} \div 2\sqrt{3}$
7). $8\sqrt{30} \div 2\sqrt{5}$ 8). $27\sqrt{7} \div 3\sqrt{7}$ 9). $4\sqrt{24} \div 2\sqrt{8}$
10). $9\sqrt{25} \div 3\sqrt{5}$ 11). $8\sqrt{20} \div 4\sqrt{2}$ 12). $7\sqrt{12} \div \sqrt{4}$
13). $15\sqrt{30} \div 5\sqrt{6}$ 14). $12\sqrt{8} \div 4\sqrt{8}$ 15). $30\sqrt{42} \div 5\sqrt{6}$

Mixed Questions.

A. Express each of the following as the square root of a single number.

1). $2\sqrt{5}$ 2). $5\sqrt{3}$ 3). $7\sqrt{2}$ 4). $8\sqrt{7}$ 5). $3\sqrt{6}$
6). $7\sqrt{6}$ 7). $3\sqrt{11}$ 8). $5\sqrt{13}$ 9). $3\sqrt{10}$ 10). $2\sqrt{14}$
11). $6\sqrt{7}$ 12). $5\sqrt{12}$ 13). $8\sqrt{6}$ 14). $7\sqrt{11}$ 15). $9\sqrt{17}$

B. Work out the following. Simplify where possible.

1). $\sqrt{2} \times \sqrt{10} \div \sqrt{5}$ 2). $\sqrt{7} \times \sqrt{3} \div \sqrt{3}$ 3). $\sqrt{7} \times \sqrt{5} \div \sqrt{7}$
4). $\sqrt{8} \times \sqrt{3} \div \sqrt{12}$ 5). $\sqrt{12} \times \sqrt{6} \div \sqrt{24}$ 6). $2\sqrt{32} \times 3\sqrt{2} \div 2\sqrt{8}$
7). $2\sqrt{15} \times 6\sqrt{3} \div 3\sqrt{5}$ 8). $8\sqrt{2} \times 2\sqrt{6} \div 4\sqrt{3}$ 9). $3\sqrt{2} \times 4\sqrt{6} \div \sqrt{12}$
10). $\sqrt{5} \times 8\sqrt{2} \div 2\sqrt{10}$ 11). $\sqrt{b} \times \sqrt{b}$ 12). $\sqrt{f} \div \sqrt{f}$
13). $\sqrt{g} \times \sqrt{g} \div \sqrt{g}$ 14). $c\sqrt{d} \times e\sqrt{d}$ 15). $c\sqrt{d} \div e\sqrt{d}$

C. Find the value of **a** that makes each of these surds true.

1). $\sqrt{a} \times \sqrt{6} = \sqrt{30}$ 2). $\sqrt{7} \times \sqrt{a} = \sqrt{14}$ 3). $\sqrt{a} \times \sqrt{5} = 10$
4). $\sqrt{8} \times \sqrt{a} = 2\sqrt{10}$ 5). $\sqrt{6} \times \sqrt{a} = 3\sqrt{2}$ 6). $\sqrt{7} \times \sqrt{a} = 2\sqrt{14}$
7). $a\sqrt{5} \times 3\sqrt{5} = 30$ 8). $a\sqrt{3} \times 2\sqrt{6} = 30\sqrt{2}$ 9). $2\sqrt{3} \times 4\sqrt{a} = 16\sqrt{6}$
10). $5\sqrt{a} \times 2\sqrt{a} = 50$ 11). $3\sqrt{a} \times \sqrt{a} = 21$ 12). $2\sqrt{a} \times 2\sqrt{a} = 12$

D. Given that $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$ and $\sqrt{5} = 2.24$ find the values of each of the following:

1). $\sqrt{12}$ 2). $\sqrt{18}$ 3). $\sqrt{48}$ 4). $\sqrt{45}$ 5). $\sqrt{8}$
6). $\sqrt{50}$ 7). $\sqrt{20}$ 8). $\sqrt{75}$ 9). $\sqrt{72}$ 10). $\sqrt{180}$
11). $\sqrt{80}$ 12). $\sqrt{32}$ 13). $\sqrt{147}$ 14). $\sqrt{128}$ 15). $\sqrt{125}$
16). $\sqrt{192}$ 17). $\sqrt{108}$ 18). $\sqrt{320}$ 19). $\sqrt{243}$ 20). $\sqrt{405}$

21). Check each of the above values on a calculator. What do you notice? Give reasons.

