

### 1.1.3 Převody jednotek

**Předpoklady:** 1102

**Pomůcky:**

**Pedagogická poznámka:** Občas se převádění jednotek pojímá jako exhibice mířící do co největších mocnin. Snažím se takovému přístupu vyhnout. Nejde o základ fyziky, žáci mají dost problémů i s jednoduššími příklady, proto se učíme pouze to, co přijde na řadu v následujícím půlroku.

Hodnoty veličin se často neudávají v základních jednotkách, ale v jejich násobcích (v tabulce z minulé hodiny)  $\Rightarrow$  před dosazením do vztahů je většinou nutné převádět do základních jednotek.

**Dodatek:** Existuje mnoho fyzikálních vztahů, do kterých je možné dosazovat u některých veličin i nepřevedené hodnoty, ale převádění je sázka na jistotu. Pokud nepřevádíme, musíme dobře vědět, co děláme.

Díky mocninám deseti je převádění v soustavě SI jednoduché.

$$0,2 \text{ mm} = 0,2 \cdot 0,001 \text{ m} = 0,0002 \text{ m}$$

$$3,1 \text{ km} = 3,1 \cdot 1000 \text{ m} = 3100 \text{ m}$$

$$25700 \text{ m} = 25700 \cdot 0,001 \text{ km} = 25,7 \text{ km}$$

Jednotku, ze které převádíme, nahradíme násobkem jednotku, na kterou chceme převést, a vynásobíme původní hodnotu mocninou deseti.

Ke správnému převodu potřebujeme pouze dvě věci:

- pamatovat si význam předpony (napsat správný násobek),
- umět násobit mocninami deseti (správně posunout desetinou čárku).

Častou chybou je převádění "obrácený směrem"  $\Rightarrow$  před převodem bychom měli mít představu, zda se hodnota zvětší nebo zmenší.

**Př. 1:** Převeď na základní jednotku. Před převodem odhadni, zda se hodnota zvětší nebo zmenší.

- |           |            |                |             |
|-----------|------------|----------------|-------------|
| a) 12 mm  | b) 0,7 km  | c) 250 $\mu$ A | d) 0,025 GJ |
| e) 720 km | f) 0,03 mW | g) 450 nm      | h) 2200 MW  |

a) Metrů bude méně než milimetrů.  $12 \text{ mm} = 12 \cdot 0,001 \text{ m} = 0,012 \text{ m}$

b) Metrů bude více než kilometrů.  $0,7 \text{ km} = 0,7 \cdot 1000 \text{ m} = 700 \text{ m}$

c) Hodnota se zmenší.  $250 \mu\text{A} = 250 \cdot 0,0000001 \text{ A} = 0,00025 \text{ A}$

d) Hodnota se zvětší.  $0,025 \text{ GJ} = 0,025 \cdot 1000000000 \text{ J} = 25000000 \text{ J}$

e) Hodnota se zvětší.  $720 \text{ km} = 720 \cdot 1000 \text{ m} = 720000 \text{ m}$

f) Hodnota se zmenší.  $0,03 \text{ mW} = 0,03 \cdot 0,001 \text{ W} = 0,00003 \text{ W}$

g) Hodnota se zmenší.  $450 \text{ nm} = 450 \cdot 0,000000001 \text{ m} = 0,00000045 \text{ m}$

h) Hodnota se zvětší.  $2200 \text{ MW} = 2200 \cdot 1000000 \text{ W} = 2200000000 \text{ W}$

**Pedagogická poznámka:** U všech příkladů na převádění platí, že není dobré studentům nutit vlastní postupy na převádění, pokud mají funkční vlastní metodu, se kterou jsou spokojeni. O funkčnosti se rozhodne jejich používáním. Teprve pokud jejich metoda selhává, je třeba jim poskytnou jinou.

**Př. 2:** Převed' na základní jednotku.

- a) 0,02 dm                      b) 15 dkg                      c) 1050 hPa                      d) 15000 cm

- a)  $0,02 \text{ dm} = 0,02 \cdot 0,1 \text{ m} = 0,002 \text{ m}$   
b)  $15 \text{ dkg} = 15 \cdot 10 \text{ g} = 150 \text{ g} = 150 \cdot 0,001 \text{ kg} = 0,15 \text{ kg}$   
c)  $1050 \text{ hPa} = 1050 \cdot 100 \text{ Pa} = 105000 \text{ Pa}$   
d)  $15000 \text{ cm} = 15000 \cdot 0,01 \text{ m} = 150 \text{ m}$

**Př. 3:** Převed' ze základní jednotky na jednotku v závorce.

- a) 1500 m[km]                      b) 0,025 A[ $\mu$ A]                      c) 0,2 N[kN]  
d) 0,0000045 m[nm]                      e) 450000 J[GJ]                      f) 0,0022 F[nF]

- a)  $1500 \text{ m[km]} = 1500 \cdot 0,001 \text{ km} = 1,5 \text{ km}$   
b)  $0,025 \text{ A[}\mu\text{A]} = 0,025 \cdot 1000000 \mu\text{A} = 25000 \mu\text{A}$   
c)  $0,2 \text{ N[kN]} = 0,2 \cdot 0,001 \text{ kN} = 0,0002 \text{ kN}$   
d)  $0,0000045 \text{ m[nm]} = 0,0000045 \cdot 1000000000 \text{ nm} = 4500 \text{ nm}$   
e)  $450000 \text{ J[GJ]} = 450000 \cdot 0,000000001 \text{ GJ} = 0,00045 \text{ GJ}$   
f)  $0,0022 \text{ F[nF]} = 0,0022 \cdot 1000000000 \text{ nF} = 2200000 \text{ nF}$

**Př. 4:** Převed' na jednotku v závorce.

- a) 120 mm[km]                      b) 0,007 MJ[mJ]                      c) 83000 nm[mm]

- a)  $120 \text{ mm[km]} = 120 \cdot 0,001 \text{ m} = 0,12 \text{ m} = 0,12 \cdot 0,001 \text{ km} = 0,00012 \text{ km}$   
b)  $0,007 \text{ MJ[mJ]} = 0,007 \cdot 1000000 \text{ J} = 7000 \text{ J} = 7000 \cdot 1000 \text{ mJ} = 7000000 \text{ mJ}$   
c)  $83000 \text{ nm[mm]} = 83000 \cdot 0,000001 \text{ mm} = 0,083 \text{ mm}$

Složitější je převádění jednotek času, které se nepřevádějí pomocí mocnin desíti.  
1 den = 24 hod, 1 hod = 60 min, 1 min = 60 s

**Př. 5:** Převed' na jednotku v závorce.

- a) 1 h[s]                      b) 15 min[h]                      c) 40 min[s]  
d) 3000 s[min]                      e) 900 s[h]                      f) 3 dny[min]

- a)  $1 \text{ h[s]} = 1 \cdot 60 \text{ min} = 1 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 3600 \text{ s}$   
b)  $15 \text{ min[h]} = 15 \cdot \frac{1}{60} \text{ h} = \frac{15}{60} \text{ h} = \frac{1}{4} \text{ h}$

- c)  $40 \text{ min} [\text{s}] = 40 \cdot 60 \text{ s} = 2400 \text{ s}$   
d)  $3000 \text{ s} [\text{min}] = 3000 \cdot \frac{1}{60} \text{ min} = 50 \text{ min}$   
e)  $900 \text{ s} [\text{h}] = 900 \cdot \frac{1}{60} \text{ min} = 900 \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{1}{60} \text{ h} = \frac{1}{4} \text{ h}$   
f)  $3 \text{ dny} [\text{min}] = 3 \cdot 24 \text{ h} = 3 \cdot 24 \cdot 60 \text{ min} = 4320 \text{ min}$

Jednotky ostatních veličin se odvozují z jednotek základních.

**Př. 6:** Odvod' základní jednotku:

- a) plochy,                      b) objemu,                      c) hustoty.

a) plocha

Plocha se počítá jako součin dvou vzdáleností:  $S = a \cdot b$

Dosadíme jednotky:  $S = a \cdot b = 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^2$

$\Rightarrow$  Základní jednotkou plochy je  $1 \text{ m}^2$ .

b) objem

Objem určujeme jako třetí mocninu vzdálenosti:  $V = abc$

Dosadíme jednotky:  $V = abc = 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^3$

$\Rightarrow$  Základní jednotkou objemu je  $1 \text{ m}^3$ .

c) hustota

Hustotu určujeme podle vzorce:  $\rho = \frac{m}{V}$

Dosadíme jednotky:  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = 1 \text{ kg/m}^3$

$\Rightarrow$  Základní jednotkou hustoty je  $1 \text{ kg/m}^3$ .

Kromě jednotky můžeme ze vztahu odvodit i převodní koeficienty:

$$1 \text{ m}^2 [\text{cm}^2] = 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 100 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm} = 10000 \text{ cm}^2$$

$\Rightarrow$

- Při převodu plošných jednotek posouváme desetinnou čárku o dvojnásobný počet míst.
- Při převodu objemových jednotek posouváme desetinnou čárku o trojnásobný počet míst.

Další jednotky plochy a objemu:

- ar:  $1 \text{ a} = 100 \text{ m}^2$  (čtverec 10 m x 10 m);
- hektar:  $1 \text{ ha} = 10000 \text{ m}^2$  (čtverec 100 m x 100 m);
- litr:  $1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$ .

**Př. 7:** Převeď na jednotky v závorce.

a)  $15 \text{ m}^2 [\text{dm}^2]$

b)  $130000 \text{ m}^2 [\text{ha}]$

c)  $2000 \text{ mm}^3 [\text{m}^3]$

d)  $150 \text{ l} [\text{m}^3]$

e)  $0,003 \text{ hl} [\text{m}^3]$

f)  $15 \text{ a} [\text{m}^2]$

a)  $15 \text{ m}^2 [\text{dm}^2] = 15 \cdot 100 \text{ dm}^2 = 1500 \text{ dm}^2$

b)  $130000 \text{ m}^2 [\text{ha}] = 130000 \cdot 0,0001 \text{ ha} = 13 \text{ ha}$

c)  $2000 \text{ mm}^3 [\text{m}^3] = 2000 \cdot 0,000000001 \text{ m}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

d)  $150 \text{ l} [\text{m}^3] = 150 \text{ dm}^3 = 150 \cdot 0,001 \text{ m}^3 = 0,15 \text{ m}^3$

e)  $0,003 \text{ hl} [\text{m}^3] = 0,003 \cdot 1001 = 0,31 = 0,3 \text{ dm}^3 = 0,3 \cdot 0,001 \text{ m}^3 = 0,0003 \text{ m}^3$

f)  $15 \text{ a} [\text{m}^2] = 15 \cdot 100 \text{ m}^2 = 1500 \text{ m}^2$

Poměrně snadno si můžeme odvodit převodové vztahy i pro složitější jednotky. Například:

- základní jednotka rychlosti - m/s ;
- často používaná jednotka rychlosti – km/h.

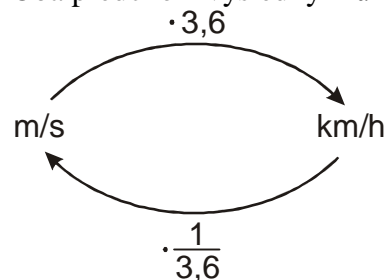
Jak převedeme z m/s na km/h?

$$1 \text{ m/s} = \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ s}} = \frac{\frac{1}{1000} \text{ km}}{\frac{1}{3600} \text{ h}} = \frac{36}{10} \text{ km/h} = 3,6 \text{ km/h}$$

**Př. 8:** Odvoď koeficient pro převod rychlosti z km/h na m/s.

$$1 \text{ km/h} = \frac{1 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3,6} \text{ m/s}$$

Oba předchozí výsledky můžeme zapsat do schématu:



Na tomto místě je vhodné něco připomenout k procesu zapamatování. Lidská paměť není příliš stavěná na zapamatování čísel. Převody mezi km/h a m/s si můžeme pamatovat na několika úrovních.

- Zpočátku budeme převádět jednotky rychlosti často a budeme si pamatovat schéma včetně šipek.
- Po určité době si zřejmě budeme stále pamatovat číslo 3,6 ale nebudeme si jistí, kdy s ním násobit a kdy dělit. V takové situaci nám pomůže, když si uvědomíme „čeho je víc“ (vždy km/h).
- V případě, že zapomeneme i převodní číslo, nezbyvá než se vrátit na začátek a převod si opět odvodit. Nečíselné pravidlo („převod složené jednotky odvodíme dosazením převodů jednotek, ze kterých je složena“) je přesně to, co mozku vyhovuje nejvíce.

**Převodní vztahy pro složené jednotky získáme tím, že převedeme postupně jednotlivé jednotky, ze kterých je jednotka složena.**

**Př. 9:** Odvod' koeficienty pro převody jednotek.

a)  $\text{km/h}[\text{km/s}]$

b)  $\text{kg/m}^3[\text{g/cm}^3]$

c)  $\text{N/m}^2[\text{N/cm}^2]$

a)  $1\text{km/h} = \frac{1\text{km}}{1\text{h}} = \frac{1\text{km}}{3600\text{s}} = \frac{1}{3600}\text{km/s}$

b)  $\text{kg/m}^3 = \frac{1\text{kg}}{1\text{m}^3} = \frac{1000\text{g}}{1000000\text{cm}^3} = \frac{1}{1000}\text{g/cm}^3$

c)  $\text{N/m}^2 = \frac{1\text{N}}{1\text{m}^2} = \frac{1\text{N}}{10000\text{cm}^2} = \frac{1}{10000}\text{N/cm}^2$

**Pedagogická poznámka:** Převody v exponenciálním tvaru jsem uvedeny spíše ze setrvačnosti. Většina žáků má s exponenciálním tvarem problémy, které je lepší řešit až ve chvíli, kdy bude exponenciální tvar opravdu třeba (gravitační zákon) a látka je probrána v matematice.

Pokud umíme používat exponenciální tvar čísla, jsou převody snazší.

$$2,1 \cdot 10^2 \mu\text{m} = 2,1 \cdot 10^2 \cdot 10^{-6} \text{m} = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{m}$$

$$1,4 \cdot 10^{-5} \text{Tm} = 1,4 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{12} \text{m} = 1,4 \cdot 10^7 \text{m}$$

⇒ Při převádění v exponenciálním tvaru pouze měníme exponent u desítkové mocniny.

**Př. 10:** Zapiš v exponenciálním tvaru.

a) 12000 m

b) 0,02 W

c) 105000 Pa

d) 0,000022 A

a)  $12000 \text{m} = 1,2 \cdot 10^4 \text{m}$

b)  $0,02 \text{W} = 2 \cdot 10^{-2} \text{W}$

c)  $105000 \text{Pa} = 1,05 \cdot 10^5 \text{Pa}$

d)  $0,000022 \text{A} = 2,2 \cdot 10^{-5} \text{A}$

**Př. 11:** Převed' na jednotku v závorce pomocí exponenciálního tvaru.

a) 120 mm [km]

b) 0,007 MJ [mJ]

c) 83000 nm [mm]

a)  $120 \text{mm}[\text{km}] = 1,2 \cdot 10^2 \text{mm} = 1,2 \cdot 10^2 \cdot 10^6 \text{km} = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{km}$

b)  $0,007 \text{MJ}[\text{mJ}] = 7 \cdot 10^{-3} \text{MJ} = 7 \cdot 10^{-3} \cdot 10^9 \text{mJ} = 7 \cdot 10^6 \text{mJ}$

c)  $83000 \text{nm}[\text{mm}] = 8,3 \cdot 10^4 \text{nm} = 8,3 \cdot 10^4 \cdot 10^{-6} \text{mm} = 8,3 \cdot 10^{-2} \text{mm}$

**Pedagogická poznámka:** Pokud zbude čas, žáci samostatně převádějí příklady ze sbírky.

**Shrnutí:** Převádění složených jednotek provádíme převedením jednotek, ze kterých se složená jednotka skládá.