

## 1.1.4 Převody jednotek II

**Předpoklady:** 010103

**Pomůcky:** voda, olej, trychtýř, dvě stejné kádinky.

**Pedagogická poznámka:** Druhou částí hodiny je třeba začít nejpozději 15 minut před koncem.

**Př. 1:** Převed' na jednotky v závorce.

- |                   |   |   |
|-------------------|---|---|
| a) 720 nm [mm]    | b) 200 ha [km <sup>2</sup> ]              | c) 2000 mm <sup>3</sup> [l]                 |
| d) 0,0023 mm [μm] | e) 0,3 dm <sup>3</sup> [mm <sup>3</sup> ] | f) 0,0015 m <sup>2</sup> [cm <sup>2</sup> ] |

- |  |   |
|--|---|
| a) 720 nm = 0,00072 mm                           | b) 200 ha = 2 km <sup>2</sup>                 |
| c) 2000 mm <sup>3</sup> = 0,002 l                | d) 0,0023 mm = 2,3 μm                         |
| e) 0,3 dm <sup>3</sup> = 300 000 mm <sup>3</sup> | f) 0,0015 m <sup>2</sup> = 15 cm <sup>2</sup> |

Mnoho veličin má jednotky odvozené z jiných: 1,2 km/s = 1200 m/s (protože 1,2 km = 1200 m).

**Pedagogická poznámka:** Následující příklad obsahuje převádění „úvahou“. Není nutné, aby žáci udělali všechny příklady, ale alespoň některé opravdu vlastní hlavou.

**Př. 2:** Převed' na jednotku v závorce.

- |   |   |  |
|---|---|--|
| a) 1,2 m/s [cm/s]                           | b) 0,25 kg/l [kg/m <sup>3</sup> ]             | c) 120 N/cm <sup>2</sup> [kN/cm <sup>2</sup> ] |
| d) 72 N/cm <sup>2</sup> [N/m <sup>2</sup> ] | e) 50 V/m [V/mm]                              | f) 7800 kg/m <sup>3</sup> [kg/l]               |
| g) 1,5 N·m [N·cm]                           | h) 5,2 g/cm <sup>3</sup> [kg/m <sup>3</sup> ] | i) 0,24 kN·m [N·cm]                            |

a) 1,2 m/s = 120 cm/s, protože 1,2 m = 120 cm (a doba je pořád stejná)

b) 0,25 kg/l = 250 kg/m<sup>3</sup>, protože 1 m<sup>3</sup> = 1000 l a uvažujeme tak hmotnost tisíckrát většího objemu.

Jak je možné, že v tomto příkladu neznamena převedení z litru na m<sup>3</sup> vydělení tisícem, ale vynásobení?

Zkusíme sledovat podrobně, co se při převodu děje.

$$0,25 \text{ kg/l} = \frac{0,25 \text{ kg}}{1 \text{ l}} = \frac{0,25 \text{ kg}}{0,001 \text{ m}^3} = \frac{0,25 \text{ kg}}{0,001 \text{ m}^3} = 250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 250 \text{ kg/m}^3$$

Na tom, že 1 litr představuje tisícinu m<sup>3</sup> se nic nezměnilo, ale v tomto případě převedenou tisícinou dělíme a proto se výsledek tisíckrát zvětší.

c) 120 N/cm<sup>2</sup> = 0,12 kN/cm<sup>2</sup>, protože 120 N = 0,12 kN.

d)  $72 \text{ N/cm}^2 = 7\,200 \text{ N/m}^2$ , protože  $1 \text{ m}^2 = 10\,000 \text{ cm}^2$  a uvažujeme tak sílu, působící na 10 000 krát větší plochu.

e)  $50 \text{ V/m} = 0,05 \text{ V/mm}$ , protože  $1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$  a uvažujeme tak napětí na tisíckrát menší vzdálenosti.

f)  $7800 \text{ kg/m}^3 = 7,8 \text{ kg/l}$ , protože  $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l}$  a uvažujeme tak hmotnost tisíckrát menšího objemu.

g)  $1,5 \text{ N} \cdot \text{m} = 150 \text{ N} \cdot \text{cm}$ , protože  $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$  a  $1 \text{ N} \cdot \text{cm}$  je tedy stokrát menší jednotka než  $1 \text{ N} \cdot \text{m}$ .

g)  $5,2 \text{ g/cm}^3 = 5\,200\,000 \text{ g/m}^3 = 5\,200 \text{ kg/m}^3$

h)  $0,24 \text{ kN} \cdot \text{m} = 240 \text{ N} \cdot \text{cm} = 24\,000 \text{ N} \cdot \text{cm}$

**Pedagogická poznámka:** Bod b) je velmi důležitý. Žáci ho vyřeší většinou špatně, poté je vyzvu, aby si představili 1 litr nějaké látky o hmotnosti 0,25 kg a rozhodli se, jak těžký by byl ze stejné látky vyrobený  $1 \text{ m}^3$ . Velmi rychle se shodnout, že to nemůže být tisíckrát méně než u jednoho litru, ale musí to být tisíckrát více. Pak se ptám, zda jsou s vysvětlením spokojeni s tím, že by spokojení být neměli, dokdy se nevysvětlí, proč převedení z litru na  $\text{m}^3$  v tomto příkladu neznamená vydělení ale vynásobení tisícem. Nechám jim chvilku čas a pak dojdeme k vysvětlení uvedenému v řešení. Nakonec zdůrazním, že „úplné vysvětlení“ (tedy podrobné rozebrání toho, proč původní představa nefunguje) je důležitou podmínkou správného pochopení ve chvíli, kdy se ukáže, že není tak, jak jsme si původně představovali.

Předchozí příklady (i příklady, kde se jednotky nepřevádí přes mocniny deseti) můžeme řešit i odvozením převodních vztahů. Například:

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

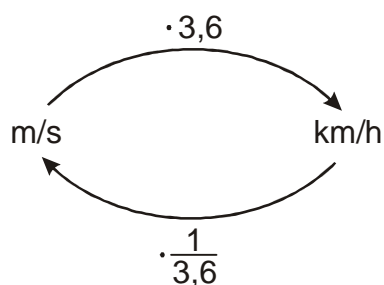
Jak převedeme z m/s na km/h?

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

**Př. 3:** 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. 4:** Odvoďte koeficienty pro převody jednotek.

a) km/h [km/s]

b) kg/m<sup>3</sup> [g/cm<sup>3</sup>]

c) N/m<sup>2</sup> [N/cm<sup>2</sup>]

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

**Př. 5:** Pro jednu anglickou míli platí 1 mile  $\doteq$  1 609 m . Kolik km<sup>2</sup> představuje 1 mile<sup>2</sup> ?

$1 \text{ mile}^2 = 1 \text{ mile} \cdot 1 \text{ mile} \doteq 1,609 \text{ km} \cdot 1,609 \text{ km} \doteq 2,589 \text{ km}^2$

**Př. 6:** Převed' na jednotku v závorce.

a) 90 mile/h [km/h]

b) 2000 km/h [mile/s]

c) 15 km<sup>2</sup> [mile<sup>2</sup>]

a)  $90 \text{ mile/h [km/h]} = \frac{90 \text{ mile}}{1 \text{ h}} = \frac{90 \cdot 1,609 \text{ km}}{1 \text{ h}} = 144,81 \text{ km/h}$

$$\text{b) } 2000 \text{ km/h} = \frac{2000 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{\frac{2000}{1,609} \text{ mile}}{3600 \text{ s}} = \frac{2000 \text{ mile}}{1,609 \cdot 3600 \text{ s}} = 0,3453 \text{ mile/s}$$

$$\text{c) } 15 \text{ km}^2 = 15 \cdot 1 \text{ km} \cdot 1 \text{ km} = 15 \cdot \frac{1}{1,609} \text{ mile} \cdot \frac{1}{1,609} \text{ mile} = 5,794 \text{ mile}^2$$

**Př. 7:** Pro anglickou jednotku délky yard platí  $1 \text{ yd} = 0,9144 \text{ m}$ . Vypočti převodní vztah pro převod: a) z  $\text{m}^2$  na  $\text{yd}^2$ , b)  $\text{yd}^3$  na  $\text{m}^3$ .

a) z  $\text{m}^2$  na  $\text{yd}^2$

$$1 \text{ yd} = 0,9144 \text{ m} \Rightarrow 1 \text{ m} = \frac{1}{0,9144} \text{ yd}$$

$$1 \text{ m}^2 = 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = \frac{1}{0,9144} \text{ yd} \cdot \frac{1}{0,9144} \text{ yd} = \left( \frac{1}{0,9144} \right)^2 \text{ yd}^2 \doteq 1,196 \text{ yd}^2$$

b)  $\text{yd}^3$  na  $\text{m}^3$

$$1 \text{ yd}^3 = 1 \text{ yd} \cdot 1 \text{ yd} \cdot 1 \text{ yd} = 0,9144 \text{ m} \cdot 0,9144 \text{ m} \cdot 0,9144 \text{ m} \doteq 0,7646 \text{ m}^3$$

**Př. 8:** Na stole máme v jedné lahvi jedlý olej, ve druhé vodu. Je hustší voda nebo olej? Proč?

Hustší je olej, protože se hůře míchá.

Hustší je olej, protože pomaleji teče.

Hustší je voda, protože olej plave na vodě.

Hustší je olej, protože v něm pomaleji stoupají bubliny.

**Pedagogická poznámka:** S velkou pravděpodobností se sejdou téměř všechny uvedené odpovědi. V případě, že některá chybí, je možné ji doplnit z pozice učitele.

Zdánlivě neřešitelná situace: máme dobré argumenty pro obě varianty - hustší může být voda i olej. V čem je problém?

**Př. 9:** Všechny odpovědi uvedené v předchozím příkladu nepopisují stejnou vlastnost. Roztříd' důvody do skupin (podle toho, které k sobě patří) a zkus vlastnost popsat.

- Hustší je olej, protože se hůře míchá.
- Hustší je olej, protože pomaleji teče.
- Hustší je olej, protože v něm pomaleji stoupají bubliny.

Pozorované skutečnosti popisují to, zda je látka hodně nebo málo tekutá.

- Hustší je voda, protože olej plave na vodě.

Pozorovaná skutečnost popisuje rozdílnou váhu látek.

Problém je v tom, že si pod slovem hustší představujeme dvě různé vlastnosti.

Ve vědě se snažíme o jednoznačné popsání skutečnosti  $\Rightarrow$  dvě různé vlastnosti nemůžeme označovat jedním termínem  $\Rightarrow$

- hustota látek souvisí s jejich hmotností,
- míru tekutosti látek označujeme jako vazkost.

**Čím méně je kapalina tekutá, tím větší má vazkost (viskozitu).**

**Př. 10:** Popiš některé vlastnosti látky, která má velkou vazkost.

Látka z velkou vazkostí:

- špatně teče,
- špatně se míchá,
- hodně brzdí předměty, které se v ní pohybují,
- pomalu se přelévá.

**Př. 11:** Odhadni, zda má větší vazkost voda nebo olej. Navrhni konkrétní postupy, jak tuto skutečnost experimentálně (pokusem) prokázat.

Snáze se míchá a lépe teče voda  $\Rightarrow$  větší vazkost má zřejmě olej.

Ověření: Nalijeme do trychtýře stejné množství vody a oleje a změříme dobu, za kterou kapalina proteče  $\Rightarrow$  z pokusu vyplývá, že olej má větší vazkost.

**Dodatek:** Předchozí pokus není zcela korektní, protože voda má větší hustotu a proto v trychtýři vznikne větší hydrostatický tlak, který tlačí vodu ven. Bez dalších měření není zřejmé, zda voda vytekla rychleji kvůli menší vazkosti nebo kvůli větší síle, která ji tlačí ven z trychtýře.

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