

## 1.4.12 Hustota naposledy

**Předpoklady:** 010410

**Pomůcky:**

**Pedagogická poznámka:** Tato hodina má smysl zejména v případě, že ji můžete realizovat ve třídě rozdělené na poloviny. V takovém případě je možné, že se podaří vychytat a doučit zbývajících žáky, kteří ani po předchozích hodinách příklady neumějí počítat. První tři příklady jsou tedy diagnostické. Žáci, kteří je zvládnou bez problémů, mohou poskočit na příklad 7. Žáci s menšími problémy pokračují s příklady 4 až 6 (kde se pozná, zda problémy byly opravdu jen menší), žáky s většími problémy si beru stranou a společně se snažíme najít příčinu problémů.

**Př. 1:** Hustota sirupu je  $1100 \text{ kg/m}^3$ . Jaký je objem  $0,72 \text{ kg}$  sirupu?

1000 litrů ... 1100 kg  
1 kg ...  $1000 : 1100 = 0,909$  litru  
 $0,72 \text{ kg}$  ...  $0,72 \cdot 0,909 = 0,655$  litru  
 $0,72 \text{ kg}$  sirupu má objem  $0,655$  litru.

**Př. 2:** Krupička má hustotu  $760 \text{ kg/m}^3$ . Urči hmotnost  $0,3$  litru krupičky.

1000 litrů ... 760 kg  
1 litr ...  $760 : 1000 = 0,76$  kg  
 $0,3$  litru ...  $0,3 \cdot 0,76 = 0,228$  kg  
 $0,3$  litru krupičky má hmotnost  $0,228$  kg.

**Př. 3:** Kámen o hmotnosti  $3,5 \text{ kg}$  má objem  $1,1$  litru. Urči hustotu kamene.

$1,1$  litru ...  $3,5 \text{ kg}$   
1 litr ...  $3,5 : 1,1 = 3,182$  kg  
1000 litrů ...  $3,182 \cdot 1000 = 3182$  kg  
Kámen má hustotu  $3182 \text{ kg/m}^3$ .

**Př. 4:** Asfalt má hustotu  $1300 \text{ kg/m}^3$ . Urči hmotnost  $550$  litrů asfaltu.

1000 litrů ... 1300 kg  
1 litr ...  $1300 : 1000 = 1,3$  kg  
 $550$  litrů ...  $550 \cdot 1,3 = 715$  kg  
 $550$  litrů asfaltu má hmotnost  $715$  kg.

**Př. 5:** Parafínová svíčka o hmotnosti 0,15 kg má objem 0,17 litru. Urči hustotu parafínu.

0,17 litru ... 0,15 kg  
1 litr ...  $0,15 : 0,17 = 0,882$  kg  
1000 litrů ...  $0,882 \cdot 1000 = 882$  kg

Parafín má hustotu  $882 \text{ kg/m}^3$ .

**Př. 6:** Hustota betonu je  $2100 \text{ kg/m}^3$ . Jaký je objem 450 kg betonu?

1000 litrů ... 2100 kg  
1 kg ...  $1000 : 2100 = 0,476$  litru  
450 kg ...  $450 \cdot 0,476 = 214$  litrů  
450 kg betonu má objem 214 litrů.

**Př. 7:** V tabulkách je pro hustotu cukru uvedena hodnota  $1600 \text{ kg/m}^3$ . Martin při domácím měření změřil, že 0,5 litru cukru krystal má hmotnost 0,51 kg. Vysvětli.

Na první pohled není v příkladu co počítat. Známe hustotu objem i hmotnost.

Zádrhel: 0,5 litru cukru krystal má hmotnost 0,51 kg  $\Rightarrow$  hustota cukru je jen o málo větší než  $1000 \text{ kg/m}^3$ .

Zkusíme vypočítat hustotu z naměřených údajů:

0,5 litru ... 0,51 kg  
1 litr ...  $0,51 : 0,5 = 1,02$  kg  
1000 litrů ...  $1,02 \cdot 1000 = 1020$  kg

Naměřená hustota cukru krystal je  $1020 \text{ kg/m}^3$ .

Proč je naměřená hustota menší než tabulková?

Cukr krystal není cukr. Balení obsahuje kromě malých zrníček i spoustu vzduchu (nejde o jeden kus cukru)  $\Rightarrow$  při měření hustoty cukru krystal nemění hustotu cukru ale směsi cukru a vzduchu  $\Rightarrow$  získáme tak hodnotu, která je menší než hustota samotného cukru.

**Pedagogická poznámka:** Při řešení příkladu se pozná, zda žáci mají odhad. Pokud ho nemají, nechápou, co mají vlastně dělat (teprve, když si spočítají hustotu dojde jim, že něco není v pořádku). Kromě hustoty počítají někteří žáci i předpokládanou hmotnost 0,5 litru cukru (0,8 kg), mohli by spočítat i objem 0,51 kg (0,32 litru), což jsem ještě nezažil.

**Př. 8:** Odhadni hustotu následujících látek.

- Žulové dlažební kostky o objemu 3,5 litru a hmotnosti 9 kg.
- Sušené rašeliny v pytli o objemu 50 l a hmotnosti 19 kg.
- Olovené kuličky o objemu 15 ml a hmotnosti 160 g.

U vody je hodnota hmotnosti v kg a objemu v litrech stejná, hustota vody je  $1000 \text{ kg/m}^3$ .

a) Žulové dlažební kostky o objemu 3,5 litru a hmotnosti 9 kg.

Hodnota hmotnosti je přibližně 2,5 krát větší než hodnota objemu  $\Rightarrow$  hustota bude přibližně 2,5 krát větší než hustota vody  $\Rightarrow$  hustota žuly je přibližně  $2500 \text{ kg/m}^3$ .

Přesná hodnota z příkladu  $2570 \text{ kg/m}^3$ .

b) Sušené rašeliny v pytli o objemu 50 l a hmotnosti 19 kg.

Hodnota hmotnosti je více než 2 krát menší než hodnota objemu  $\Rightarrow$  hustota bude více 2 krát menší než hustota vody  $\Rightarrow$  hustota rašeliny je přibližně  $400 \text{ kg/m}^3$ .

Přesná hodnota z příkladu  $380 \text{ kg/m}^3$ .

c) Olověné kuličky o objemu 15 ml a hmotnosti 160 g.

Obě veličiny jsou v jednotkách 1000 krát menších než normálně  $\Rightarrow$  můžeme uvažovat v poměrech stejně jako v předchozích bodech.

Hodnota hmotnosti je více než 10 krát větší než hodnota objemu  $\Rightarrow$  hustota bude více než 10 krát větší než hustota vody  $\Rightarrow$  hustota olova je přibližně  $10500 \text{ kg/m}^3$ .

Přesná hodnota z příkladu  $10\,700 \text{ kg/m}^3$ .

**Př. 9:** Výsledky následujících příkladů pouze odhadni.

a) Lehká slitina dural používaná v letectví má hustotu  $2800 \text{ kg/m}^3$ . Jaká bude hmotnost výztuže o objemu 5,3 litru?

b) Lehké dřevo balsa (používané modeláři) má hustotu  $200 \text{ kg/m}^3$ . Jaký objem má hranol o hmotnosti 12 kg?

c) Papír má hustotu  $800 \text{ kg/m}^3$ . Jaký je objem balíku kancelářských papírů o hmotnosti 2,5kg?

d) Stříbro má hustotu  $10\,500 \text{ kg/m}^3$ . Jaká bude hmotnost mince o objemu 2,5 ml?

a) Lehká slitina dural používaná v letectví má hustotu  $2800 \text{ kg/m}^3$ . Jaká bude hmotnost výztuže o objemu 5,3 litru?

Hustota duralu je téměř třikrát větší než hustota vody  $\Rightarrow$  hmotnost výztuže v kg bude číselně téměř třikrát větší než její objem v litrech  $\Rightarrow$  hmotnost výztuže bude přibližně 15 kg.

Přesná hodnota podle zadání 14,8 kg.

b) Lehké dřevo balsa (používané modeláři) má hustotu  $200 \text{ kg/m}^3$ . Jaký objem má hranol o hmotnosti 12 kg?

Hustota balsy je pětkrát menší než hustota vody  $\Rightarrow$  objem balsy v litrech bude číselně pětkrát větší než její hmotnost v kilogramech  $\Rightarrow$  objem trámu bude 60 litrů.

c) Papír má hustotu  $800 \text{ kg/m}^3$ . Jaký je objem balíku kancelářských papírů o hmotnosti 2,5kg?

Hustota papíru je o trochu menší než hustota vody  $\Rightarrow$  objem papíru v litrech bude o trochu větší než jeho hmotnost v kilogramech  $\Rightarrow$  objem trámu bude přibližně 3 litry.

Přesná hodnota podle zadání 3,13 litru.

d) Stříbro má hustotu  $10\,500 \text{ kg/m}^3$ . Jaká bude hmotnost mince o objemu 2,5 ml?

Hustota stříbra je více než desetkrát větší než hustota vody  $\Rightarrow$  hmotnost mince v g bude číselně více než desetkrát větší než její objem v ml  $\Rightarrow$  hmotnost mince bude přibližně 26 g.

Přesná hodnota podle zadání 26,25 g.

**Pedagogická poznámka:** Při řešení následujících příkladů žáci hledají potřebné údaje na internetu - buď na vlastních zařízeních nebo na školních tabletech. Samozřejmě se nepočítá s tím, že všichni stihnou všechno, každý se dostane tam, kam stačí.

**Př. 10:** Zahradní kolečko má nosnost 100 kg a objem 80 litrů (když nakládáme do vrchovata, můžeme na něj naložit až 95 litrů písku). Překročíme nosnost kolečka, když ho plně naložíme pískem? Kolik litrů písku bychom mohli do kolečka naložit, abychom nepřekročili jeho nosnost?

Hustota písku je udávána od  $1450 \text{ kg/m}^3$  do  $1700 \text{ kg/m}^3$  podle jeho vlhkosti a velikosti zrn  
 $\Rightarrow$  použijeme hodnotu  $1600 \text{ kg/m}^3$  (kulaté číslo přibližně uprostřed intervalu).

Kolečko plné písku: známe objem 80 litrů počítáme hmotnost.

1000 litrů	...	1 600 kg
1 litr	...	$1600 : 1000 = 1,6 \text{ kg}$
80 litrů	...	$80 \cdot 1,6 = 128 \text{ kg}$

Plné zahradní kolečko písku by bylo zatíženo 128 kg, což je více než předepsaná nosnost.

Kolik litrů, abychom nepřekročili nosnost: známe hmotnost, počítáme objem.

1000 litrů	...	1 600 kg
$1000 : 1600 = 0,625$ litru	...	1 kg
$0,625 \cdot 100 = 62,5$ litru	...	100 kg

Pokud chceme dodržet předepsanou nosnost, můžeme do kolečka naložit pouze 62,5 litru písku (tedy o něco více než tři čtvrtiny celého objemu).

**Př. 11:** Najdi prvek, který má největší hustotu. Jaký objem by mělo pětikilogramové závaží z tohoto prvku?

Největší hustotu má osmium  $22\,587 \text{ kg/m}^3$ .

Počítáme objem.

1000 litrů	...	22 587 kg
$1000 : 22\,587 = 0,0443$ litru	...	1 kg
$0,0443 \cdot 5 = 0,22$ litru	...	5 kg

Pětikilogramové závaží z nejhustšího prvku by mělo bojem 0,22 litru.

**Př. 12:** 1 kg benzínu obsahuje 43 MJ energie. Kolik by stála množství benzínu, které obsahuje 100 MJ?

Cena benzínu se udává v Kč za litru  $\Rightarrow$  musíme zjistit, kolik litrů benzínu potřebujeme.

1 kg benzínu	...	43 MJ
$1 : 43 = 0,0233$ kg	...	1 MJ
$0,0233 \cdot 100 = 2,33$ kg	...	100 MJ

Budeme potřebovat 2,33 kg benzínu.

Hustota benzínu  $750 \text{ kg/m}^3$ .

1000 litrů	...	750 kg
$1000 : 750 = 1,33$ litru	...	1 kg
$1,33 \cdot 2,33 = 3,1$ litru	...	2,33 kg

Budeme potřebovat 3,1 litru benzínu.

Cena za litr benzínu	...	31,5 Kč
3,1 litru benzínu	...	$3,1 \cdot 31,5 = 97,65$ Kč

Za benzín, který obsahoval 100 MJ energie bychom zaplatili 98 Kč.

**Př. 13:** Extrémní hustotu má látka uvnitř přestárých zhroucených hvězd (označovaných jako neutronové). Najdi odhadovanou velikost hustoty látky v takové hvězdě. Kolik by vážila cvrnkáci kulička z takové hmoty?

Hustota látky v neutronové hvězdě  $10^{15} \text{ kg/m}^3 = 1\,000\,000\,000\,000\,000 \text{ kg/m}^3$ .

Cvrnkací kulička podle předpisů Českého kuličkového svazu má průměr 16 mm, čemuž odpovídá objem 2,1 ml.

1000 litrů	...	1 000 000 000 000 000 kg
1 litr	...	1 000 000 000 000 kg
0,0021 litru	...	$0,021 \cdot 1\,000\,000\,000\,000 = 21\,000\,000\,000$ kg

$21\,000\,000\,000 \text{ kg} = 21\,000\,000 \text{ t}$

Cvrnkací kulička z látky z neutronové hvězdy by měla hmotnost 21 000 000 tun tedy jako 21 000 000 lehčích osobních aut.

**Př. 14:** K vytápění staršího nezatepleného rodinného domu je třeba 700 MJ na každý  $\text{m}^2$  podlahové plochy. U novějšího zateplených domů klesá spotřeba na 300 MJ za  $\text{m}^2$ , nízkoenergetické domy potřebují pouze 70 MJ na  $\text{m}^2$ . Vyber si jeden z typů domů, odhadni vytápěnou plochu a spočítej kolik paliva je třeba na vytápění takového domu. Kolik vytápění stojí?

Předpokládáme novější zateplený dům se spotřebou 300 MJ na  $\text{m}^2$  a podlahovou plochu  $200 \text{ m}^2$ .

1 $\text{m}^2$	...	300 MJ
200 $\text{m}^2$	...	$200 \cdot 300 = 60\,000$ MJ

Předpokládáme topení černým uhlím.

1 MJ	...	0,23 Kč
60000 MJ	...	$60\,000 \cdot 0,23 = 13800$ Kč

Za vytápění novějšího zatepleného domu se spotřebou 300 MJ na  $\text{m}^2$  a podlahovou plochou  $200 \text{ m}^2$  utratíme, pokud topíme černým uhlím, ročně 13 800 Kč.

**Shrnutí:** Objem známé hmotnosti látky určíme pomocí objemu 1 kg této látky.