

Rozhledy matematicko-fyzikální

Kateřina Vondřejcová
Archimedův život v experimentech

Rozhledy matematicko-fyzikální, Vol. 86 (2011), No. 2, 21–26

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/146416>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2011

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.

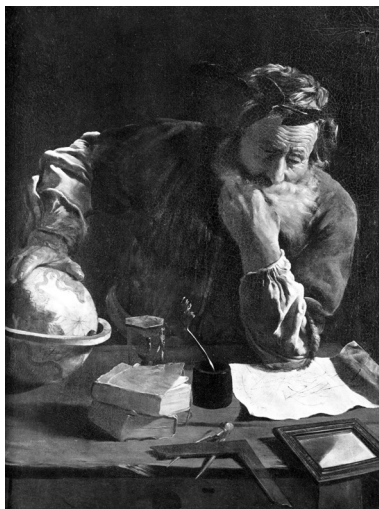


This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

Archimedův život v experimentech

Kateřina Vondřejcová, UHK, Hradec Králové

Abstract. Archimedes was an important personality of Ancient Times. He considered physical and mathematical problems that are in a simplified way dealt with by pupils at primary and secondary school. We will look at the life of this scientist and at the same time we will solve some practical physical or mathematical tasks.



Obr. 1

O životě tohoto vynikajícího matematika, fyzika a technika starověku nevíme mnoho. Ani datum jeho narození není přesně známo, zpětně se dopočítalo od data úmrtí. Archimedes (obr. 1) se narodil na Sicílii ve městě Syrakusy údajně v roce 287 př. n. l. Jeho otec byl nejspíš královský astronom, takže syn neměl k vědě daleko. Na studie odešel Archimedes do centra vzdělanosti – Alexandrie. Zde pravděpodobně napsal většinu svých děl. Věnoval se otázkám z geometrie, fyziky i techniky. V jednom ze spisů se zabýval také geometrickým určením těžiště rovinných útvarů. Nalezl těžiště rovnoběžníka, trojúhelníka a parabolické úseče.

Připomeňme si nyní Archimeda několika pokusy, jež jsou mu buď připisovány, nebo jsou aspoň spojeny s jeho jménem.

Experiment 1: Určení těžiště rovinného útvaru

Pomůcky: Čtvrťka formátu A4, větší jehla (na vlnu nebo kuchyňská na maso), nit, kulička

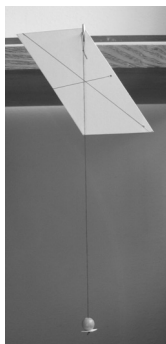
Postup: Dané geometrické útvary obkreslíme na čtvrtku, vystříháme a na vyznačených místech jehlou propíchneme. Dírka musí být dostatečně velká, aby se těleso volně houपालo na prostrčené jehle.

Pro určení svislého směru si zhotovíme „olovnici“ z nitě a korálku. Na jeden konec nitě připevníme kuličku, na druhém konci uvážeme očko.

Vystřížený útvar navlékneme spolu s olovnicí na jehlu. Tu potom umístíme na vhodné místo tak, aby byla ve vodorovné poloze. Můžeme využít např. prasklinu v nábytku, nástěnku, nebo jehlu položíme na okraj stolu a zatížíme knihou. Olovnice i těleso musí volně viset.

Nyní pozorujeme, kde visí olovnice, a na útvaru označíme polohu jejího závěsu. Poté značku spojíme podle pravítka s dírkou, ve které byla zasunuta jehla. Zopakujeme postup pro všechny dírky. Ve společném bodě všech úseček leží hledané těžiště (obr. 2–4).

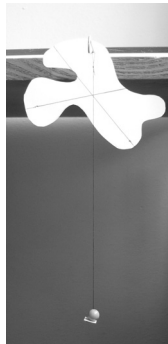
K ověření správnosti experimentu stačí položit útvar v místě těžiště na špičku prstu (obr. 5). Udrží-li se v této poloze, postupovali jsme správně.



Obr. 2



Obr. 3



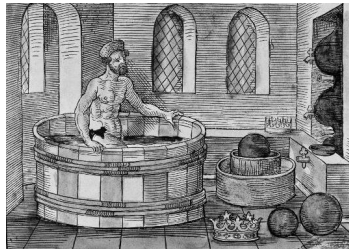
Obr. 4



Obr. 5

Po čase stráveném v Alexandrii se Archimedes opět vrátil do Syrakus, kde strávil zbytek svého života. Měl údajně dobré vztahy s králem Hieronem a právě od něho dostal nelehký úkol. Měl zjistit, zda koruna, kterou si král Hieron nechal zhotovit ze zlata, není ošizená. Archimedes

o tomto úkolu dlouho přemýšlel a vypráví se, že na řešení přišel při koupeli v lázních (obr. 6). Uvědomil si, že pokud je koruna pouze ze zlata, musí zaujímat stejný objem jako kus zlata o stejné hmotnosti. Objemy zjistil ponořením obou těles do vody. Vypráví se, že byl tímto nápadem tak nadšen, že opustil lázně, nahý pobíhal po městě a volal: Heuréka! To můžeme přeložit jako: Našel jsem! Archimedes vymyslel způsob, jak zjistit hustotu tělesa. Z myšlenky, která napadla Archimeda v lázních, byl později formulován Archimedův zákon v podobě, v jaké ho dnes můžeme najít v učebnici.

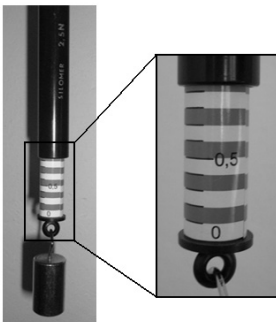


Obr. 6

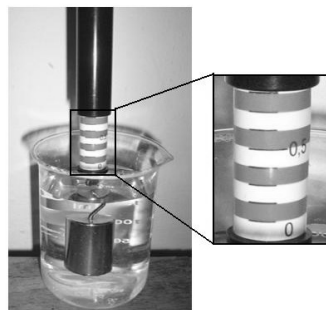
Experiment 2: Určení hustoty kovového závaží

Pomůcky: Závaží (kovová matka), kádinka s vodou, siloměr

Postup: Těleso zavěsíme na siloměr a odečteme velikost síly F_G , kterou působí závaží na siloměr ve vzduchu (obr. 7). Poté těleso zavěšené na siloměru ponoříme do kádinky s vodou tak, aby se nedotýkalo stěn ani dna kádinky (obr. 8). Odměříme velikost síly F . Na těleso působí vztlaková síla $F_{\text{vztlak}} = F_G - F$.



Obr. 7



Obr. 8

PRO ŽÁKY ZÁKLADNÍCH ŠKOL

Je-li ϱ hustota závaží a ϱ_K hustota kapaliny, určíme hustotu závaží z poměru:

$$\frac{F_G}{F_{\text{vztlak}}} = \frac{mg}{V\varrho_K g} = \frac{V\varrho g}{V\varrho_K g} = \frac{\varrho}{\varrho_K}$$
$$\frac{F_G}{F_{\text{vztlak}}} = \frac{F_G}{F_G - F}$$

Z toho plyne:

$$\frac{F_G}{F_G - F} = \frac{\varrho}{\varrho_K}$$
$$\varrho = \frac{F_G}{F_G - F} \varrho_K$$

Hustota kapaliny je $\varrho_K = 1\,000 \text{ kg/m}^3$. Naměřili jsme tyto číselné hodnoty:

$$F_G = 0,93 \text{ N}, \quad F = 0,81 \text{ N}$$

Potom vychází

$$\varrho = 7\,750 \text{ kg/m}^3.$$

Naměřená hustota materiálu, ze kterého je vyrobeno závaží, odpovídá po porovnání s tabulkami oceli.

Během druhé Punske války se podle legend Archimedes podílel na obraně Syrakus před útoky Římanů. K obraně používal důmyslné přístroje, jejichž základem byly jednoduché stroje. Na zmatené Římany byla vrhána přes hradby města tělesa a oni měli údajně pocit, že na ně přichází zkáza z nebe. Lodě byly prý zapalovány soustředěním paprsků vyleštěnými štíty (obr. 9).

Archimedova smrt je připisována vznětlivému římskému vojákovi. O této události koluje několik legend. Jedna z nich vypráví, že Archimedes byl ve chvíli, kdy do města pronikla římská vojska, ponořen do svých matematických úvah. Do písku kreslil kruhy, když k němu přišel římský voják. Archimedes nevěnoval rozhovoru pozornost, a tak ho netrpělivý voják ve zlosti probodl (obr. 10). To datum, kdy Archimedes zemřel, je shodné s datem dobytí Syrakus římským vojskem 212 př. n. l. Až z pozdějších pramenů se dovídáme, že se Archimedes dožil 75 let, z čehož se zpětně dopočítal letopočet jeho narození.



Obr. 9



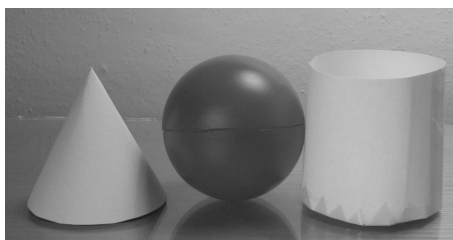
Obr. 10

Archimedes si přál, aby na jeho náhrobku byla vytesána kamenná koule a kamenný váleček. Díky tomuto neobvyklému přání se později podařilo zapomenutý hrob najít. Proč si vlastně Archimedes přál mít takový náhrobek? Archimedes si totiž uvědomil, že objem kužele o průměru podstavu d a o výšce d , objem koule o průměru d a objem válce o průměru podstavu d a o výšce d jsou v poměru $1 : 2 : 3$.

Experiment 3: Objem kužele, koule a válce je v poměru $1 : 2 : 3$

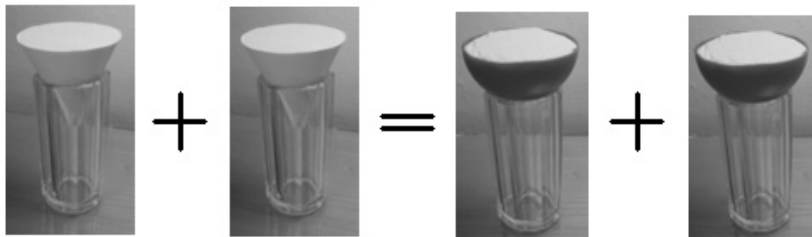
Pomůcky: Dutý, pevný plastový míček, papír, lepidlo, pravítko, kružítko, dětská krupička

Postup: Plastový míček rozřízneme na dvě poloviny. Změříme jeho průměr. Naměřenou hodnotu průměru použijeme při konstrukci sítě kužele a válce. Plášť kužele nebude obsahovat podstavu a plášť válce nebude obsahovat jednu ze dvou podstav (obr. 11).



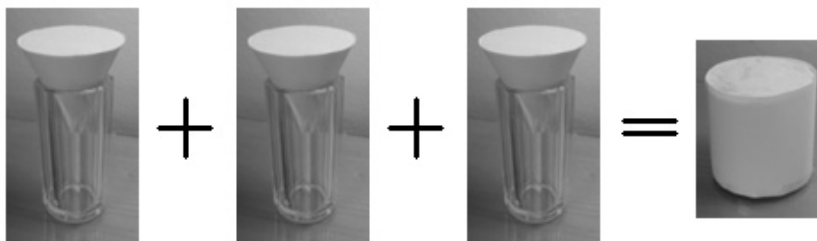
Obr. 11

Do kužele nasypeme krupičku a pravítkem důkladně urovnáme povrch tak, aby krupička zaujímala přesně objem kužele. Toto množství krupičky přesypeme z kužele do jedné polokoule vzniklé rozříznutím míčku. Vidíme, že krupička z kužele přesně zaplní polokouli (obr. 12).



Obr. 12: Objem kužele a koule

Při plnění válce krupicí používáme opět kužel jako „odměrku“ a vidíme, že právě tři objemy kužele se vejdou do válce (obr. 13).



Obr. 13: Objem kužele a válce

Literatura

- [1] Balcarová, K.: *Historické motivace ve výuce fyziky*. Diplomová práce. UHK, Hradec Králové, 2009.
- [2] Bečvář, J., Štoll, I.: *Archimedes, největší vědec starověku*. Prometheus, Praha, 2005.
- [3] Kraus, I.: *Fyzika od Thaléta k Newtonovi: kapitoly z dějin fyziky*. Academia, Praha, 2007.

Zdroje obrázků:

- [4] www.sjdiving.cz/archim.htm
- [5] http://www.kinder.diplo.de/Vertretung/kinder/de/_pr/Europa/090122-Heureka.html
- [6] http://www.daviddarling.info/encyclopedia/A/Archimedes_and_the_burning_mirrors.html
- [7] <http://www.livius.org/ap-ark/archimedes/archimedes.html>