

Magdeburské polokoule – práce s textem

Shrnující text

Ve středověku byla pouhá úvaha o vakuu obecně pojímána jako myšlenka amorální či dokonce i kacířská. Přijmout myšlenku nepřítomnosti něčeho by totiž znamenalo připustit nepřítomnost Boha a dopustit tak uvržení zpět v nicotu. Pokud už se některý ze středověkých myšlenkových experimentů nějak týkal vakua, kladl si především otázku, zda vakuum je či není darem. Tyto spekulace uzavřel roku 1277 v Paříži biskup Etienne Temper prohlášením, že neexistují žádná omezení sil Boha a vyvodil závěr, že Bůh by jistě vakuum vytvořil, pokud by si to přál.

Myšlenkové proudy středověku zkrátka neopouštěly přesvědčení, že v přírodě nelze vytvořit prázdnotu za pomoci přírodních sil. Myšlenky Aristotelova pojednání *Fyzika* rozpracovalo několik středověkých autorů v teorii přírody a jejího *odmítání prázdnoty (vakua)*. Příroda má vrozenou hrůzu z prázdnoty, vyhýbá se jí a zabraňuje jejímu vzniku. Teorie o hrůze z prázdnoty byla použita k výkladu různých přírodních jevů (obtížnost odtržení dvou dokonale vyleštěných ploch od sebe, obtížné otevírání dobře uzavřených měchů, neodtékání vody z malých otvorů v láhvi, když je dnem vzhůru...). Hrůzu z prázdnoty byl vysvětlován i výškový limit, kam se toho času podařilo nejvýše vyčerpávat vodu, a byl jí objasňován problém zapečetěné láhve naplněné vodou, která praskne, když zmrzne. Zde vyvodili učení pánové z dnešního pohledu chybný závěr, že pokud voda zmrzla, její objem se snížil, a láhev tedy praskla proto, aby zabránila vytvoření vakua.

Aristotelovská teorie strachu z prázdnoty začala být často diskutována a především zpochybňována od poloviny šestnáctého století, kdy došlo k jistému znovuzrození atomismu. Tento myšlenkový proud považoval doktrínu o existenci vakua za ústřední a zásadní. Souběžně s tím značný rozvoj experimentování posunul do centra diskuse otázku, jaká je hmotnost vzduchu, pokud vůbec existuje. Přes určité intuitivní závěry některých atomismu nakloněných středověkých autorů zůstal atmosférický tlak velkou neznámou až do počátku sedmnáctého století. Obecný nesouhlas s ideou existence vakua v přírodě však přetrvával až do dob vědecké revoluce.



Ve Florencii na jaře roku 1644 provedl Evangelista Torricelli (* 1608 Faenza – † 1647 Firenze) experiment se skleněnými trubkami zatavenými na jednom konci a naplněnými rtuťí. Naplněnou trubici na otevřeném konci uzavřel koncem prstu, otočil trubici zataveným koncem vzhůru a ponořil její otevřený konec, stále ucpaný prstem, do nádoby plné rtuti. Zjistil, že sloupec rtuti klesl pouze zčásti a hladina se zastavila ve výšce okolo 76 cm nad hladinou rtuti v nádobě. Torricelli byl přesvědčen, že prostor, který vznikl klesnutím rtuti ve skleněné trubici, je tvořen pouze vakuem, a že výška sloupce rtuti je závislá na tlaku vzduchu, který tlačí na hladinu rtuti ve skleněné misce. V dopise vědci jménem Michelangelo Ricci (* 1619 – † 1682) 11. června 1644 Torricelli prohlásil, že jeho experiment implikuje dvě podstatná zjištění, a sice: **Příroda z prázdnoty nikdy hrůzu neměla a Vzduch má vlastní hmotnost.**

Historický záznam Torricelliho experimentů

(převzato z <http://www.observatory.cz/news/images/167-Torricelli.jpg>)

Tímto svým slavným experimentem, který byl inspirován Galileem, rozpoutal Torricelli divokou diskuzi, a to jak ve vědeckých, filozofických, ale i v kosmologických kruzích. Tímto experimentem nastartoval úplnou „atmosférickou horečku“. Největší z filozofů, vědců a teologů z celé Evropy, se začali intenzivně věnovat období reflexe a experimentování, jehož cílem bylo potvrdit anebo zpochybnit existenci vakua a atmosférického tlaku. Příznivce Aristotela ani Descarta experiment nepřesvědčil a tvrdili, že sklo má velmi jemné póry, jimiž mohou pronikat paprsky světla, magnetu a jiné částice hmoty.

„Mnoho povyku pro nic“, pravil by možná William Shakespeare, a byl by v tomto případě opět velmi výstižný, protože pojem prázdnota (vakuum) tvoří synonymum k pojmu nic. V polovině sedmnáctého století, v době rozkvětu vědecké revoluce, jsou jedním z hlavních témat diskuzí jednání o prázdnotě a atmosférickém tlaku vzduchu, o stavbě hmoty a povaze vesmíru. Hlavními rozhodčími v této diskuzi byli Galileo, Descartes, Gassendi, Hobbes, Pascal and Newton.

Blaise Pascal (* 1623 Clermont – † 1662 Paris) proslul nejen jako fyzik, matematik, ale též teolog a křesťanský filozof. Jeho první experimenty vycházely z Torricelliho experimentů s barometrickou trubicí. Jeden z nejznámějších experimentů, které Pascal provedl, byl experiment v Clermontu a na blízké hoře Puy-de-Dome, kde provedl za veřejné asistence řadu exaktních srovnávacích měření rtuťového sloupce v různých nadmořských výškách. Dokázal možnost existence vakua a prezentoval, že rtuťový sloupec podléhá pouze gravitaci a tlaku atmosféry.

O přínosu objevů Torricelliho a Pascala mluví samy za sebe dvě jednotky tlaku, které byly po nich pojmenovány (Torr, Pascal).

Otto von Guericke (* 1602 Magdeburg – † 1686), fyzik, matematik a starosta Magdeburgu, provedl v tomto městě v roce 1654 slavný experiment, kterému se dodnes říká Magdeburské polokoule. Experimentem se odhodlal prezentovat, jak velkou tlakovou silou na nás působí okolní vzduch. Duté Magdeburské polokoule o průměru 1,2 stopy (cca 51 cm) nechal vyrobit z mědi. Na jejich vnitřních okrajích byly připevněny kožené pásy napuštěné olejem, které fungovaly jako těsnění zabraňující vnikání vzduchu dovnitř mezi polokoule. V jedné polokouli zela otvor, kterým vědec vodní vývěvou vyčerpával vzduch z prostoru mezi polokoulemi. Teď k sobě polokoule přitlačoval již jen okolní vzduch. K vnějším úchytům každé polokoule byly zapřaženy čtyři páry koní, kteří se měli pokusit polokoule od sebe odtrhnout. Tlak vzduchu byl ovšem tak veliký, že polokoule držely pevně u sebe. Teprve po delší námaze se koním povedlo polokoule od sebe odtrhnout, přičemž se ozvala ohromná rána, která byla slyšet údajně až za hranice města. Experiment demonstroval sílu, kterou může působit atmosférický tlak a nepřímo dokázal i existenci vakua. Originální Magdeburské polokoule jsou k vidění v Technickém muzeu v Mnichově.



Průběh experimentu provedeného roku 1654 Otto von Guericke
(převzato z http://www.hebiq.org/blogs/archives/main/quericke_cropped.gif)

Magdeburské polokoule – úkol č. 1

Úkol č. 1: Nalezněte v textu mylné středověké hypotézy a pokuste se je na základě vlastních znalostí vyvrátit.

Mylná středověká hypotéza	Správné fyzikální vysvětlení

Pracovní list pro žáky

Jméno:

Třída:

Magdeburské polokoule – úkol č. 2

Úkol č. 2: Navrhněte a provedte experiment Otto von Guericcka s dostupnými pomůckami.

Pomůcky, které jste si zvolili pro experiment:

Jak na to? Popište a načrtněte experiment

Jak velká síla byla potřebná k odtržení pravých Magdeburských polokoulí o průměru 51 cm (předpokládejte uvnitř vakuum)?

Odhadněte výpočtem, jak velkou sílu budete potřebovat pro odtržení „polokouli“ ve vámi navrženém experimentu:

Naměřené hodnoty (měření několikrát zopakujte):

Porovnejte vámi naměřenou velikost síly s vaší předpovědí. Zdůvodněte případné rozdíly.