

Často se sice uvádí, že Galileo Galilei házel předměty s různou hmotností ze šikmé věže v Pise, nicméně dnes je tento příběh považován spíše za vymyšlený jeho žáky. Galileo prokazatelně dělal pokusy s nakloněnou rovinou, kdy valil koule na dřevěné konstrukci s vydlabanými žlábkami (tzv. padostroji) a porovnával dobu, za jakou koule urazily danou vzdálenost. Zjistil, že dráha je úměrná druhé mocnině času – v dnešní interpretaci tedy jde o rovnoměrně zrychlený pohyb. Zrychlení koule sice nezměřil, ale zjistil, že rychlost, kterou dosáhne koule v různých místech padostroje, je úměrná odmocnině z projeté dráhy. To, co dnes Galileovi běžně přisuzujeme, je pozdější interpretace angl. fyzikem Isaacem Newtonem, který prokázal, že zrychlení koulí je rovnoměrné.



KLÁRA Martine, jak to, že Galileoovi vyšly výsledky pokusů tak, jako by je neprováděl v brzdících účincích vzduchu? Přece mi nechceš namluvit, že Galileo umístil svůj padostroj do vakua.

MARTIN To ne, ale šťastně si nastavil podmínky svých pokusů. I to je součástí vědecké intuice a geniality. Předně pracoval s koulemi, jejichž tvar je velmi aerodynamický, a tedy se na nich brzdící účinky vzduchu projevují jen minimálně. A potom, ty minimální, ale přece jen existující brzdící účinky prostředím se schovaly do chyb měření, které v jeho době přece jen nebylo bůhvíjak přesné.

KLÁRA Zdeňku, po tom, co všechno mi Martin vysvětlil, se zdá, že ten vzorec pro výpočet dráhy volného pádu, který jsi mi prozradil, platí jenom ve vakuu. Takže brzdící účinky nám v tomto případě tu fyziku pěkně komplikují.

ZDENĚK Ano. Přesně vzato, ten vztah opravdu platí jen ve vakuu. Ale pokud jsou odporové síly malé, můžeš ho klidně používat. A také máš pravdu, že nám odpor prostředí poněkud komplikuje správné pochopení řady fyzikálních jevů, ale na druhou stranu v reálném životě dokáže být velice užitečný.

KLÁRA K čemu například?

ZDENĚK Tak například díky brzdícím účinkům vzduchu mohl být vymyšlen a sestaven padák. Geometrický prů-

řez otevřeného padáku je výrazně větší než průřez padajícího lidského těla bez padáku. Brzdící účinky vzduchu, tedy odporová síla vzduchu se během pár sekund vyrovná s tíhovou silou a parašutista, který je k otevřenému padáku připoután, přestává po několika sekundách padat volným pádem. Snáší se s padákem už jen rovnoměrným pohybem s víceméně konstantní rychlostí, která umožní bezpečné přistání na zemi.

MARTIN Anebo jiný příklad. Odpor vzduchu brzdí dešťové kapky, když prší. Kdyby se déšť na Zemi snášel ve vakuu, jakože naštěstí nemůže (jednak vakuum kolem Země není, a jednak ve vakuu by ani nebyly dešťové mraky), kapky by při dopadu na povrch dosahovaly obrovské rychlosti. Zkus, Kláro, spočítat, jaká by byla rychlost kapek v okamžiku dopadu, kdyby přšely z mraků ve výšce dva a půl kilometru nad zemským povrchem.

KLÁRA Nejdříve bych vyšla ze vztahu pro dráhu volného pádu.

$$s = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

Z něho si odvodím vzorec pro výpočet času. Do něho dosadím dráhu padající kapky, která je 2,5 km, tedy 2500 m, a také hodnotu tíhového zrychlení $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{5000 \text{ m}}{9,81 \text{ m/s}^2}} \doteq 22,6 \text{ s}$$