Měsíční kvantum informací

řešení 1. série, únor 2023

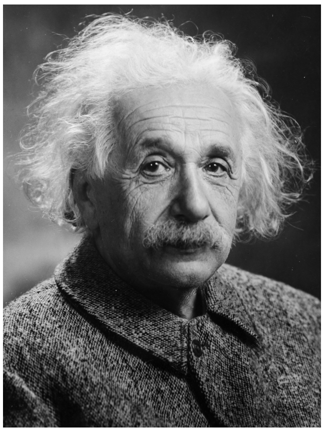
I.U1 Slavné osobnosti fyziky

K obrázkům níže přiřaďte jména vyobrazených fyziků a jejich přínos vědě (využijte pojmy z následujích rámečků).

Jména
Albert Einstein, Isaac Newton, Michael Faraday, Stephen Hawking, Erwin Schrödinger, Marie Curie-Skłodowska

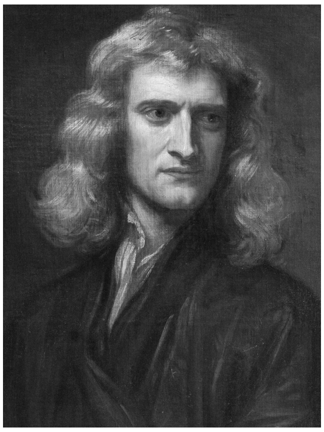
Díla
speciální princip relativity, gravitační zákon, elektromagnetická indukce, stanovení teploty černé díry, myšlenkový experiment s kočkou v krabici, teorie radioaktivity

Vojta hledá inspiraci na SOČ



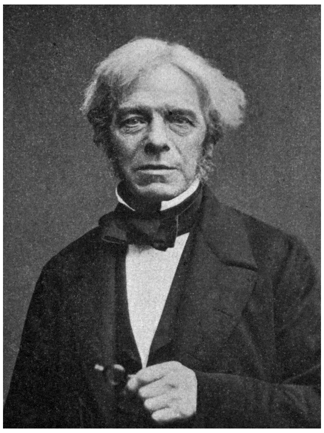
Albert Einstein,
speciální princip relativity

Erwin Schrödinger,
myšlenkový experiment s kočkou v krabici

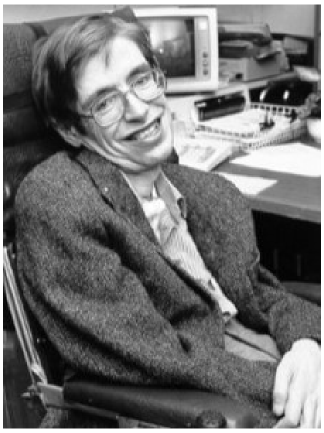


Isaac Newton,
gravitační zákon

Marie Curie-Skłodowska,
teorie radioaktivity



Michael Faraday,
elektromagnetická indukce



Stephen Hawking,
stanovení teploty černé díry

I.U2 ISS

Vysvětlete, proč se astronauti na Mezinárodní vesmírné stanici „vznáší".

Jindra se zase díval na Rande s Fyzikou

I.U3 Zrcadlo, zrcadlo, kdo je na světě nejžhavější?

Které z následujících zrcadel dokáže soustřeďovat všechny rovnoběžné paprsky do jednoho bodu?

a) konvexní kulové
b) konkávní kulové
c) konvexní parabolické
d) konkávní parabolické

Michal chtěl zapálit svůj test z dějepisu a předstírat, že to byla nehoda

---

Schopnost směrovat paprsky do jednoho ohniska, pokud jdou rovnoběžně s optickou osou, má pouze **konkávní parabolické zrcadlo**. Slovo „konkávní" jednoduše odkazuje na stranu, na kterou paprsky dopadají, hlavní však je určit přesný tvar zrcadla. Přesně se tento tvar musí počítat buďto geometricky podle zákona odrazu, nebo pomocí tzv. *Fermatova principu nejkratšího času*, ze kterého pak v našem případě vyplývá jeden důležitý fakt. Pokud bychom pustili libovolné množství světelných paprsků z roviny kolmé na optickou osu směrem do zrcadla tak, aby letěly rovnoběžně s touto osou, pak platí, že se všechny tyto paprsky střetnou v ohnisku ve stejnou chvíli. Matematicky to pak znamená, že urazí stejnou vzdálenost. Jediný objekt, který tento požadavek splňuje, je *rotační paraboloid*.

Často se můžete doslechnout, že stejnou schopnost má i kulové zrcadlo. Není tomu úplně tak, platí to pouze přibližně, pokud se paprsky pohybují blízko optické osy (zdatní matematici si tento fakt mohou dokázat třeba tzv. *limitou* či *Taylorovým polynomem*). Oblast v blízkosti optické osy, kde má kulové zrcadlo téměř stejné zobrazovací účinky jako parabolické, se nazývá *paraxiální prostor*.

Výše popisovaného efektu se dá využít dobře i v praxi. Příkladem mohou být sluneční ohřívače vody, které všechnu světelnou energii dopadající na zrcadlo koncentrují do malé konvice, rovněž také běžné satelity nebo třeba legendární Archimédova soustava zrcadel, která měla údajně sloužit k zapalování nepřátelských lodí…

I.A Základní orientace na obloze

V seriálu jsem psal o souhvězdích severní oblohy a jižní oblohy. Vysvětlete, co to je jižní a severní obloha, a proč nějaké souhvězdí přiřazujeme severní obloze a jiné jižní.

Jelikož nad hlavami právě máme zimní oblohu, pozorujte v noci Zimní šestiúhelník. Která planeta se momentálně nachází „uvnitř" tohoto obrazce?

Jindra se při nočním běhání ztratil v lese

I.K Jak je to asi pravděpodobné?

Jak se nazývá princip, který pojednává o nemožnosti přesného měření hybnosti (rychlosti) a polohy?

a) Robertsonův vztah

b) Pauliho vylučovací princip

c) Heisenbergova relace neurčitosti

d) Hundovo pravidlo

Michal přemýšlel nad pravděpodobností, že dostane jedničku z dějepisu

---

Pojem *Heisenbergův princip (relace) neurčitosti* je velmi dobře znám i laické veřejnosti. Pojednává o nepřímé úměrnosti nepřesnosti měření polohy a hybnosti, jinými slovy čím přesněji určíme polohu částice, tím méně přesně už můžeme určit její hybnost (samozřejmě i naopak). V jednodimenzionálním případě vypadá jeho matematická formulace následovně:

$$\Delta p \Delta x \geq \frac{\hbar}{2},$$

kde Δp a Δx jsou nejistoty hybnosti a polohy a $\hbar$ značí tzv. *redukovanou Planckovu konstantu.*

Identitou, která tuto neurčitost popisuje, může být i tzv. *Robertsonův vztah*, který ale slouží v podstatě univerzálně a lze jím popsat relace neurčitosti mezi libovolnými veličinami popisujícími danou částici či celý systém. Jedná se o takové zobecnění Heisenbergova principu na všechny možné veličiny.

I.B Uhlo-vodík

Jakou rychlostí by se musel pohybovat atom vodíku, aby měl z pohledu nehybného pozorovatele stejnou hmotnost jako atom uhlíku v klidu? Výsledek vyjádřete v násobcích c (rychlosti světla).

Vojta se zasnil během hodiny chemie

Jelikož se atom vodíku bude pohybovat rychlostí blízkou rychlosti světla, musíme přestat uvažovat o jeho hmotnosti jako o konstantě. Vztah mezi *relativistickou hmotností* m a *klidovou hmotností* m_0 je dán následujícím vzorcem.

$$m = m_0 \gamma,$$

kde $\gamma = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$ je Lorentzův faktor.

Klidovou hmotnost atomu vodíku označíme m_{H} a jeho relativistickou hmotnost, která bude rovna hmotnosti atomu uhlíku, označíme m_{C}.

$$m_{\mathrm{C}} = \frac{m_{\mathrm{H}}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Několika úpravami vyjádříme rychlost v.

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{m_{\mathrm{H}}}{m_{\mathrm{C}}}$$

$$\frac{v^2}{c^2} = 1 - \left(\frac{m_{\mathrm{H}}}{m_{\mathrm{C}}}\right)^2$$

$$v^2 = \left(1 - \left(\frac{m_{\mathrm{H}}}{m_{\mathrm{C}}}\right)^2\right) c^2$$

$$v = c\sqrt{1 - \left(\frac{m_{\mathrm{H}}}{m_{\mathrm{C}}}\right)^2}$$

Za m_{H} a m_{C} můžeme dosadit relativní atomové hmotnosti.

$$m_{\mathrm{H}} = \mathrm{A_r(H)} = 1,008$$

$$m_{\mathrm{C}} = \mathrm{A_r(C)} = 12,011$$

$$v = c\sqrt{1 - \left(\frac{1,008}{12,011}\right)^2} \approx 0,996\ c$$

Aby atom vodíku měl stejnou hmotnost jako atom uhlíku v klidu, musel by se pohybovat rychlostí cca $0,996\ c$.

Seznámení a podrobné informace

Jak sepisovat řešení, pravidla

Budeme rádi, když vyplníte dotazník

Jindřich Anderle, Vojtěch Kubrycht, Michal Stroff

kvantuminformaci@gmail.com