

# 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 následujících rámečků).

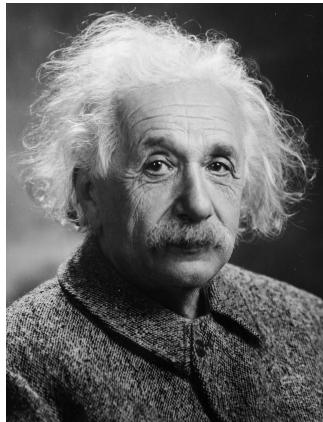
### Jména

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

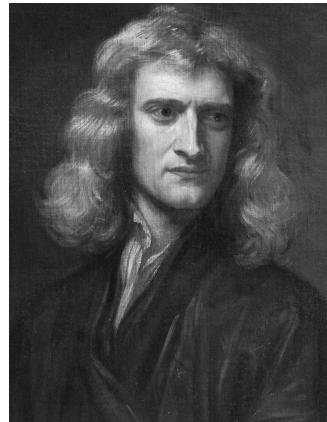
*Vojta hledá inspiraci na SOČ.*



Albert Einstein,  
speciální princip relativity



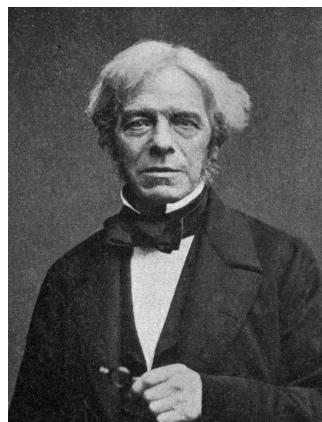
Erwin Schrödinger,  
myšlenkový experiment s  
kočkou v krabici



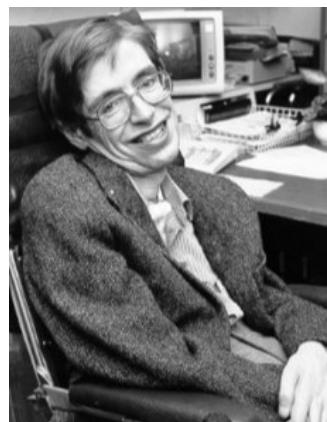
Isaac Newton,  
gravitační zákon



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.*

Zvolme soustavu s počátkem ve středu Země. První osa prochází ISS, druhá je na ní kolmá. Jelikož se ISS pohybuje po kružnici (doopravdy po elipse, ale approximujeme...), otáčí se i osa. Jedná se tedy o neinerciální soustavu. Působí na ní síla dostředivá – gravitační a síla setrvačná – odstředivá. ISS se v této soustavě nepohybuje, a proto se tyto síly rovnají, tedy výslednice těchto sil je nulová, a astronauti se vznáší.

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

Které z následujících zrcadel dokáže soustředovat 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 ohříváče 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.*

Severní obloha je ta část oblohy, kterou můžeme vidět ze severní polokoule Země. Stejně tak, jižní oblohu lze vidět z jižní polokoule Země. Celou severní oblohu z jižní polokoule (a samozřejmě i naopak) vidět nemůžeme, jelikož je doslova zakrytá Zemí. To ale neznamená, že ji nevidíme vůbec. Například, pokud bychom byli na rovníku, viděli bychom polovinu severní, a polovinu jižní oblohy. Podle výrazného rudého zbarvení lze lehce poznat, že planetou v zimním šestiúhelníku byl Mars.

## 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 jednodimensionálním případě vypadá jeho matematická formulace následovně:

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

kde  $\Delta p$  a  $\Delta x$  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 rychlosťí 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 rychlosťí 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  $m_C$ .

$$m_C = \frac{m_H}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Několika úpravami vyjádříme rychlosť  $v$ .

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{m_H}{m_C}$$

$$\frac{v^2}{c^2} = 1 - \left(\frac{m_H}{m_C}\right)^2$$

$$v^2 = \left(1 - \left(\frac{m_H}{m_C}\right)^2\right) c^2$$

$$v = c \sqrt{1 - \left(\frac{m_H}{m_C}\right)^2}$$

Za  $m_H$  a  $m_C$  můžeme dosadit relativní atomové hmotnosti.

$$m_H = A_r(H) = 1,008$$

$$m_C = A_r(C) = 12,011$$

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

Aby atom vodíku měl stejnou hmotnost jako atom uhlíku v klidu, musel by se pohybovat rychlosťí 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](mailto:kvantuminformaci@gmail.com)