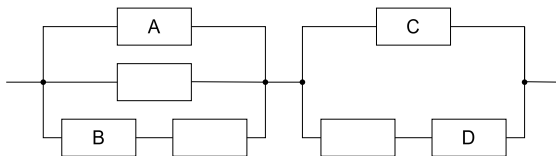


Úloha VIII.1 ... Prázdninový kvíz

10 bodů

Právě jedna odpověď je správná.

1. Na které z těchto planet dokáže padák zpomalit padající předmět nízko nad povrchem nejvýrazněji?
 - a) Merkur
 - b) Venuše
 - c) Země
 - d) Mars
2. Jak se nazývá jev, při kterém se elektrický odpor látky po ochlazení na velmi nízkou teplotu náhle stane nulovým?
 - a) subrezistivita
 - b) termoelektrický jev
 - c) fotoelektrický jev
 - d) supravodivost
3. Kolik času ušetří řidič auta, pokud po dálnici D1 z Prahy do Brna dlouhé 194 km pojedí rychlostí $150 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ místo maximální povolené rychlosti $130 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$?
 - a) 3 minuty
 - b) 12 minut
 - c) 18 minut
 - d) 25 minut
4. Co je hlavním cílem výzkumu jaderné fúze?
 - a) výroba antihmoty efektivními srážkami jader atomů v urychlovačích
 - b) napodobení procesů probíhajících uvnitř hvězd a výzkum jejich stavby
 - c) získávání energie slučováním jader lehkých atomů
 - d) energeticky nenáročná syntéza prvků, které se v přírodě běžně nevyskytují
5. Proč je obloha během dne modrá?
 - a) protože molekuly vzduchu rozptylují modré světlo více než jiné složky světla
 - b) protože zrcadlí světlo odražené z vodních ploch
 - c) protože osvětlený vesmír má sám o sobě namodralé zbarvení
 - d) kvůli přítomnosti ozonu ve vyšších vrstvách atmosféry
6. U které z těchto látek neplatí, že by její pevné skupenství plavalo na jejím kapalném?
 - a) voda
 - b) bismut
 - c) rtuť
 - d) křemík
7. Víta si chtěl sestavit svůj oblíbený obvod ze sedmi stejných rezistorů, ale jeden se mu bohužel ztratil. Který rezistor ze schématu níže má Víta nahradit dokonalým vodičem, aby byl výsledný odpor co nejbližší tomu původnímu?
 - a) A
 - b) B
 - c) C
 - d) D



Obrázek 1: Víťovo zapojení rezistorů

8. Pokud budeme svítit na červený papír pouze modrým světlem, jakou barvou se bude zdát papír lidskému oku?
- a) červenou b) fialovou
c) modrou d) černou
9. Co jsou gravitační vlny?
- a) vlny na oceánu dosahující výšky až 25 m způsobované gravitačním působením Měsíce b) velké shluky hmoty pohybující se vesmírem, které vznikají při výbuchu supernov
c) extrémně energetická oblast optického spektra (podobně jako rentgenové vlny), která je schopna gravitačního působení d) malé výchylky zakřivení prostoročasu pohybující se rychlostí světla
10. Jakým směrem musí provazochodec otáčet vyvažovací tyčí, jestliže se provazochodec začne naklánět doleva?
- a) doprava b) doleva
c) dopředu d) dozadu

1. Správná odpověď: b

Aby mohl padák fungovat, potřebuje prostředí, které mu klade odpor. Tento odpor vzniká díky srážkám s molekulami plynu, které tvoří atmosféru dané planety. Odporová síla prostředí F_o závisí na několika faktorech podle Newtonova vztahu

$$F_o = \frac{1}{2} C \rho S v^2,$$

kde C je koeficient závislý na tvaru padáku, S je plocha průřezu padáku, v je rychlost vůči prostředí a ρ je hustota prostředí (atmosféry). Hustota prostředí je jediný faktor, který souvisí s planetou, na které se s padákem nacházíme. Hledáme tedy planetu s co nejhustší atmosférou. Venuše má ze všech uvedených planet nejhustší atmosféru, odporová síla tedy bude největší a změna rychlosti padajícího tělesa bude nejvýraznější.

2. Správná odpověď: d

Supravodivost je kvantově mechanický jev, při kterém materiál neklade procházejícímu elektrickému proudu žádný odpor ($R = 0 \Omega$). K tomu dochází po ochlazení látky pod

určitou teplotní mez, kterou nazýváme *kritická teplota* T_c . Zatímco u běžných vodičů odpor s klesající teplotou klesá postupně kvůli menším kmitům krystalové mřížky, u supravodičů při dosažení T_c odpor zmizí skokově a zcela.

3. Správná odpověď: b

Doba jízdy tělesa pohybujícího se konstantní rychlostí je dána podílem uražené dráhy a rychlosti. Pro jízdu maximální povolenou rychlostí $v_1 = 130 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ dostaneme čas t_1 ,

$$t_1 = \frac{194 \text{ km}}{130 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}} \doteq 1,50 \text{ h}.$$

Pro jízdu rychlostí $v_2 = 150 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ dostaneme čas t_2

$$t_2 = \frac{194 \text{ km}}{150 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}} \doteq 1,29 \text{ h}.$$

Rozdíl těchto časů Δt v hodinách je

$$\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{194 \text{ km}}{130 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}} - \frac{194 \text{ km}}{150 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}} \doteq 0,2 \text{ h} = 12 \text{ min}.$$

Úlohu lze řešit i obecně pomocí úpravy výrazu pro rozdíl časů a dosazením hodnoty až do finálního vzorce

$$\Delta t = \frac{s}{v_1} - \frac{s}{v_2} = s \left(\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_2} \right) = \frac{s(v_2 - v_1)}{v_1 v_2}.$$

4. Správná odpověď: c

Jaderná fúze (slučování jader) je proces, při kterém se dvě lehká atomová jádra spojí v jedno těžší. Při této reakci se uvolňuje velké množství energie v důsledku tzv. *hmotnostního schodku* – výsledné jádro má o něco menší hmotnost než součet hmotností původních jader. Tento rozdíl se přemění na energii podle vztahu $\Delta E = \Delta mc^2$.

Hlavním cílem současného výzkumu je dosáhnout řízené fúze v pozemských podmínkách, což by umožnilo vznik fúzních elektráren. Ty by poskytovaly bezpečný a prakticky nevyčerpatelný zdroj energie s minimálním dopadem na životní prostředí. Palivo lze totiž získat pouze z mořské vody a lithia. Ačkoliv fúze přirozeně probíhá ve hvězdách, pro lidstvo je významná i jako potenciální revoluční zdroj energie. Aby k fúzi došlo, je nutné překonat silné elektrostatické odpuzování mezi kladně nabitými jádry. To vyžaduje extrémní teploty přes $100\,000\,000\,^\circ\text{C}$, při nichž se látka nachází ve stavu horkého plazmatu. V experimentálních zařízeních, jako jsou *tokamaky*, je plazma udržováno v bezpečné vzdálenosti od stěn komory pomocí silných magnetických polí. Pokud se o jaderné fúzi chcete dozvědět více, můžete si přečíst naše Výfučení¹

5. Správná odpověď: a

Sluneční světlo je ve skutečnosti bílé a skládá se ze všech barev duhy. Když paprsek světla narazí na zemskou atmosféru, začne interagovat s molekulami vzduchu (hlavně s molekulami dusíku a kyslíku). Tento jev se nazývá *Rayleighův rozptyl*. Jeho klíčovou vlastností je, že světlo s menší vlnovou délkou (modrá a fialová) se rozptyluje mnohem

¹<https://static.fykos.cz/problems/vyfuk/15/media/serial6.cs.pdf>

účinněji než světlo s větší vlnovou délkou (červená a oranžová). Intenzita rozptylu je totiž nepřímo úměrná čtvrté mocnině vlnové délky:

$$I \propto \frac{1}{\lambda^4}.$$

Zatímco červené paprsky projdou atmosférou víceméně přímo, modré světlo se odráží od molekul vzduchu do všech směrů. Když se pak podíváme kamkoliv na denní oblohu mimo samotné Slunce, vidíme právě toto rozptýlené modré světlo. Při východu nebo západu Slunce však musí světlo urazit mnohem delší dráhu atmosférou. Modrá složka se tak rozptýlí ještě mnohem více a k našim očím dorazí téměř pouze zbývající červená a oranžová část spektra.

6. Správná odpověď: c

Většina látek při tuhnutí zmenšuje svůj objem, čímž zvětšuje svou hustotu. Podle Archimédova zákona tak pevné skupenství v kapalném klesá ke dnu. Takto se chová z nabídky pouze rtuť. Pevná rtuť má vyšší hustotu než kapalná, a proto neplave na své tavenině.

Voda, bismut a křemík naopak vykazují tzv. hustotní anomálii. Při krystalizaci se jejich objem zvětšuje a hustota klesá, takže platí

$$\rho_p < \rho_k,$$

kde ρ_p označuje hustotu pevné fáze a ρ_k hustotu kapalné fáze. Díky tomu led plave na vodě a krystaly bismutu či křemíku plavou na své tavenině. Tato vlastnost je u kovů a polokovů vzácná.

7. Správná odpověď: b

Pro sčítání odporu sériově zapojených rezistorů platí

$$R_c = R_1 + R_2 + R_3 + \dots = \sum_{i=1}^n R_i.$$

Naopak pro paralelní zapojení platí

$$\frac{1}{R_c} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}.$$

Tato pravidla můžeme při složitějších zapojeních kombinovat, například si nejprve spočítáme odpor určité části obvodu R' , která nahradí sérii či paralelu rezistorů. Tuto část poté můžeme započítat do dalšího dílčího výpočtu pro celkový odpor R_c .

Pojďme si tedy nejprve spočítat celkový odpor zapojení, pokud by se v něm nacházelo všech sedm rezistorů o odporu R . Označme si první část zapojení obsahující rezistory A a B jako R_1 a část obsahující C a D jako R_2 . Odpor první části bude

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} = \frac{5}{2R} \Rightarrow R_1 = \frac{2}{5}R.$$

Pro druhou část bude platit

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} = \frac{3}{2R} \Rightarrow R_2 = \frac{2}{3}R.$$

Celkový odpor tedy bude

$$R = R_1 + R_2 = \frac{16}{15}R.$$

Při nahrazení jednotlivých rezistorů vodičem si obdobným způsobem spočítáme odpory 1. a 2. části. V případě absence rezistorů A resp. C by byl odpor R_1 resp. R_2 nulový, protože by všechen proud tekł drátem bez rezistoru, tedy s nulovým odporem. Při absenci rezistoru A bychom tak měli odpor $R_A = R_2 = 2R/3$. Pokud bychom odstranili rezistor B , odpor by byl $R_B = R/3 + 2R/3 = R$. Pro C a D bychom pak měli $R_C = R_1 = 2R/5$ a $R_D = 2R/5 + R/2 = 9R/10$. Zjistíme, že nejbližše původnímu odporu $16R/15$ je odpor $R_B = R$.

Tato úloha by šla řešit i odhadem – při nahrazení rezistoru drátem se nám celkový odpor téměř vždy sníží. Hledáme tedy co největší výsledný odpor. Při nahrazení rezistoru A nebo C bychom vynulovali odpor jedné ze sériových větví, což určitě nechceme. Výsledek tedy bude buď B nebo D . Který z těchto rezistorů to je, buď můžeme vypočítat, či odhadnout, že když máme v nějaké části více rezistorů (tedy v 1. části zapojení), tak se nám při nahrazení rezistoru vodičem většinou sníží odpor méně. Pokud by tedy Víta měl k dispozici jen 6 ze 7 rezistorů, měl by nahradit rezistor B .

8. Správná odpověď: d

Nejprve si ujasněme, co ve skutečnosti ovlivňuje barvu materiálu. Denní světlo, které dopadá na povrch, obsahuje celé barevné spektrum. Po dopadu pohltí materiál, na který světlo dopadlo, některé vlnové délky (určité barvy spektra). Ty, které se od povrchu odrazí, vnímáme jako barvu materiálu. Pokud bychom například měli nějaký zelený materiál, bude tento materiál odrážet pouze zelené světlo. Čistě černý materiál by neodrážel žádné světlo, tzn. všechno by pohloval.

Vlastností červeného papíru tedy je, že odráží pouze vlnové délky červeného světla. Pokud bychom na takovýto papír svítili pouze modrým světlem, papír by všechno světlo pohltil a zdál by se tak lidskému oku černý, protože by na něj nedopadalo žádné červené světlo, které by mohl odrážet.

9. Správná odpověď: d

Gravitační vlny jsou vlny v prostoročasu, které předpověděl Albert Einstein ve své obecné teorii relativity v roce 1916. Podle této teorie není gravitace klasickou silou, ale důsledkem zakřivení prostoročasu hmotou a energií. Pokud se v tomto prostoru pohybují velmi hmotné objekty s nenulovým zrychlením (například dvě černé díry, které kolem sebe krouží těsně před srážkou), vysílají do okolí energii v podobě změn zakřivení samotného vesmíru. Tyto vlny se šíří rychlostí světla a při průchodu tělesy způsobují jejich nepatrné střídavé natahování a smršťování.

Detekce těchto vln je extrémně náročná, protože i u těch nejdivočejších vesmírných procesů jsou výsledné deformace, které dorazí k Zemi, menší než průměr atomového jádra. Prvního přímého potvrzení jejich existence se lidstvo dočkalo až v roce 2015 díky experimentu LIGO.²

²Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory

10. Správná opověď: b

Pokud máme libovolný předmět, který je buď v klidu, nebo se pohybuje rovnoměrným přímočarým pohybem, musíme vykonat určitou práci, abychom jeho rychlost nebo směr pohybu změnili. V případě tyče provazochodce se jedná o rovnoměrný přímočarý pohyb – tyč se pohybuje společně s provazochodcem.

Pokud se začne provazochodec naklánět, tyč tuto tendenci mít nebude, dokud na ni provazochodec nezačne působit silou. Pokud tak udělá, bude pomocí zákona akce a reakce zároveň tyč tlačit proti němu, díky čemuž se mu podaří dostat se zpátky do stabilní polohy.

Pokud se začne provazochodec naklánět doleva, musí na něj, aby se vrátil do původní pozice, působit síla doprava. Aby této síly docílil, musí provazochodec působit na tyč v opačném směru, tedy doleva. Tím se tyč začne otáčet doleva, což je správná odpověď.

Tento způsob vyvažování je také důvod, proč jsou vyvažovací tyče extrémně dlouhé – když provazochodec působí na dlouhou tyč blízko jejího středu otáčení, může působit mnohem větší silou a tyč se stejně neroztočí tak moc, jako kdyby se jednalo o krátkou tyč.

Pokud bychom chtěli přemýšlet, co se stane dál potom, co se provazochodec dostane do kolmé polohy, zatímco tyč se bude stále otáčet doleva. Musíme si uvědomit, že se provazochodec může naschvál mírně vychýlit doprava a proto otočit i tyč zpátky doprava – do původní polohy.

Matěj Sochor

matej.sochor@vyfuk.org

Mariana Hořínková

mariana.horinkova@vyfuk.org

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.