

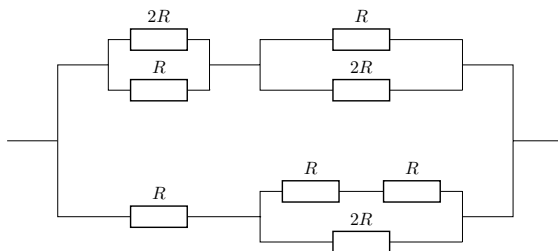
Úloha IX.1 ... Prázdninový kvíz reloaded

10 bodů

Vždy je správná právě jedna odpověď.

1. Jaké jednotce odpovídá zápis $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-3}\cdot\text{A}^{-1}$?
 - a) pascalu (Pa)
 - b) coulombu (C)
 - c) wattu (W)
 - d) voltu (V)
2. Při jaderných reakcích se určité procento látky mění na energii, která se poté vyzáří do okolí. Hmotnost produktů reakce je tak nižší než hmotnost výchozí látky. Při výbuchu jaderné bomby Little Boy shozené v roce 1945 na japonské město Hirošima se uvolnilo 63 TJ energie. Jaká hmotnost jaderného paliva se při výbuchu přeměnila na energii?
 - a) 0,005 g
 - b) 0,7 g
 - c) 62 g
 - d) 1,39 kg
3. Jediná žena, která kdy získala 2 Nobelovy ceny, byla
 - a) Marie Curie-Sklodowská za objev 2 nových prvků (polonia a radia) a zásadní přínos k výzkumu přirozené radioaktivity
 - b) Aung San Suu Kyi za teoretický výzkum v oblasti jaderné fyziky a boj za lidská práva a demokracii
 - c) Andrea Ghez za objev supermasivní černé díry v centru naší galaxie a studium kvantových vlastností světla
 - d) Rosalind Franklin za objevy v oboru krystalografie a práci s DNA
4. Občas se stane, že voda sama od sebe nezamrzne ani když má teplotu několik stupňů pod 0°C . Prudkým pohybem nebo dotykem pevného předmětu ji můžeme velmi rychle změnit v led. U jaké vody můžeme tento jev pozorovat nejčastěji?
 - a) u velmi znečištěné vody
 - b) u mořské vody
 - c) u velmi čisté vody
 - d) u žádné, voda o teplotě pod 0°C vždy zamrzne sama od sebe
5. Proč by neměli vojáci při přecházení mostů pochodovat?
 - a) most by se mohl nebezpečně zahřát a následně zřítit
 - b) vojáci po mostech mohou vždy normálně pochodovat
 - c) při určité frekvenci pochodování by vojáci mohli most rozhoupat a ten by se mohl zřítit
 - d) protože by vyplašili ptáky, kteří pod mosty často hnízdí
6. Vodákovi spadla z poloviny plná lahev do vody a ponořila se do $3/5$ své výšky (hrdlo lahve nezapočítejte do výšky). Do jaké maximální výšky mohla být lahev naplněna, aby její hrdlo bylo stále nad vodou a vodák ji mohl z vody snadno vytáhnout? Uvažujte, že část lahve bez hrdla má tvar válce, objem stěn je zanedbatelný a nápoj má stejnou hustotu jako voda.
 - a) $9/10$
 - b) $3/5$
 - c) $4/5$
 - d) $7/10$
7. Co se stane, pokud otočíme sprej s plynem stlačeným na kapalinu (používá se např. na čištění povrchů) a začneme ho upouštět?
 - a) sprej může vybuchnout
 - b) nic se nestane
 - c) sprej začne značně vibrovat
 - d) sprej se začne rychle ochlazovat

8. Jaký bude výsledný odpor zapojení rezistorů na obrázku 1?



Obrázek 1: Schéma obvodu

- a) $2R$ c) $4R/5$
b) $4R/3$ d) $2R/3$
9. Jaká částice se běžně nenachází ve hmotě kolem nás?
a) elektron c) horní kvark
b) spodní kvark d) dolní kvark
10. Jakou nejkratší vzdálenost musíme urazit, abychom se dostali z jednoho vrcholu krychle o hraně délky a do vrcholu protilehlého, pokud se můžeme pohybovat pouze po stěnách krychle?
a) $a\sqrt{5}$ c) $a(1 + \sqrt{2})$
b) $a(5 + \sqrt{17})/4$ d) $3a$

1. Správná odpověď: d

Jednotka, kterou lze v základních SI jednotkách zapsat jako $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$, je volt (V). Volt je jednotka elektrického napětí, které můžeme vypočítat jako podíl příkonu spotřebiče a elektrického proudu:

$$U = \frac{P}{I}.$$

Jednotka příkonu je watt (W), který lze v základních SI jednotkách vyjádřit jako $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$. Elektrický proud má jednotku ampér (A). Po dosazení jednotek do vztahu výše dostaneme

$$V = \frac{W}{A} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}}{\text{A}} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}.$$

2. Správná odpověď: b

Přeměnu hmoty na energii můžeme popsat známým vztahem

$$E = mc^2,$$

kde E je uvolněná energie, m je hmotnost paliva proměněného v energii a c je rychlost světla ve vakuu. Podle zadání se uvolnilo 63 TJ energie, což odpovídá $6,3 \cdot 10^{13}$ J. Rychlost

světla ve vakuu je přibližně $3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Ze vztahu vyjádříme hmotnost a dosadíme uvolněnou energii a rychlost světla

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{6,3 \cdot 10^{13} \text{ J}}{(3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})^2} = 7 \cdot 10^{-4} \text{ kg} = 0,7 \text{ g}.$$

Na energii se tedy přeměnilo 0,7 g jaderného paliva.

3. Správná odpověď: a

Marie Curie-Sklodowská je jedinou ženou, která dostala 2 Nobelovy ceny. V roce 1903 se dokonce stala první ženou, která kdy Nobelovu cenu získala. Byla jí udělena za výzkum radioaktivity. V roce 1911 pak dostala Nobelovu cenu podruhé, tentokrát v chemii za objev dvou nových prvků, polonia a radia.

4. Správná odpověď: c

Ochlazování kapaliny pod její bod mrazu bez toho, aby ztuhla, se říká supercooling, česky podchlazení. Tento jev je možný díky tomu, že k přechodu látky z kapalného do pevného skupenství je potřeba, aby se molekuly uspořádaly do krystalické mřížky. Krystalická mřížka se ale netvoří jen tak, potřebuje nějaký bod, ze kterého se může začít šířit. Tímto bodem může být nějaká nečistota nebo příměs. Z toho vyplývá, že u zcela čisté vody, ve které nejsou žádné nepravidelnosti, můžeme podchlazení pozorovat nejčastěji.

5. Správná odpověď: c

Pro objekty jako mosty existuje určitá frekvence, na které při nějakém impulzu začnou kmitat. Této frekvenci se říká přirozená frekvence. Pokud je přirozená frekvence mostu a frekvence pochodování vojáků stejná (nebo hodně blízká), v mostě se začne akumulovat energie a most se začne houpat. Tím by mohlo dojít až k pádu mostu,¹ proto by vojáci (ani jiné skupiny) po mostech neměli chodit synchronizovaně.

6. Správná odpověď: a

Těleso plovající ve vodě podle Archimedova zákona vytlačí takovou hmotnost vody, kterou samo váží. Jestliže se napůl naplněná lahev potopila do 3/5 své výšky a stěny lahve mají zanedbatelnou tloušťku, musí z poloviny naplněná lahev vážit stejně jako objem vody, který vytlačila, tedy objem vody odpovídající 3/5 objemu lahve. Označme si hmotnost lahve m , objem V a hustotu vody ρ . Pak platí

$$\frac{1}{2}V\rho + m = \frac{3}{5}V\rho \Rightarrow m = \frac{1}{10}V\rho.$$

Nyní víme, že prázdná lahev váží stejně jako objem vody, který by zaplnil 1/10 lahve. Aby se celá lahev (až na hrdlo) potopila, musí lahev i s vodou vážit stejně jako objem vody, který lahev vytlačí. Část objemu, z jaké je láhev naplněná, si označme x . Pak platí

$$\rho V = m + x\rho V \Rightarrow x = 1 - \frac{m}{\rho V} = 1 - \frac{1}{10} = \frac{9}{10}.$$

Lahev může být naplněna maximálně do 9/10 své výšky.

¹V minulosti se už taková nehoda opravdu stala. V roce 1831 se v Anglii zřítil most, po kterém v tu dobu pochodovalo 74 vojáků.

7. Správná odpověď: d

Ve sprejích bývá často obsah silně stlačený do kapalného skupenství, protože se tím zmenší objem látky a do spreje se jí tak vejde víc. Kapalina má mnohem větší hustotu než plyn, proto zůstává na dně spreje. Když sprej upouštíme v normální poloze, uniká jen plyn, který je v lahvi nad hladinou kapaliny. Když však sprej otočíme, kapalina se přesune k ventilků a při upouštění nebude ze spreje unikat plyn ale kapalina. Kapalina je ve spreji stlačena pod obrovským tlakem, když se tak dostane ven, roztáhne se zpět na plyn a tím rapidně ochladí sama sebe i povrch, na který dopadá. Při kontaktu s kůží by sprej mohl způsobit vážné omrzliny, a proto bychom sprej s plynem stlačeným na kapalinu při upouštění nikdy neměli otáčet.

8. Správná odpověď: c

Vidíme, že obvod se skládá z několika paralelně i sériově zapojených rezistorů. Sériové zapojení znamená, že rezistory jsou zapojené za sebou a protéká jimi všechen proud. Odpor sériového zapojení určíme jednoduše jako součet odporů všech zapojených částí. Paralelní zapojení zase znamená, že se obvod rozvětjuje na několik částí (*větví*) a každou z nich protéká nějaká část proudu. Odpor paralelního zapojení dvou větví určíme podle vzorce

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2},$$

kde R_1 a R_2 jsou odpory jednotlivých větví.

Obvod je paralelně rozdělen na horní a dolní větev. Horní větev obvodu se skládá ze dvou stejných paralelních zapojení, obě s jedním R rezistorem a jedním $2R$ rezistorem. Podle vzorce pro odpor paralelního zapojení vypočítáme, že odpor těchto zapojení je $1/(1/R + 1/2R) = 2R/3$. Tento dílčí obvod je v horní části obvodu dvakrát za sebou (sériově), odpor celé horní větve tak je $2R/3 + 2R/3 = 4R/3$. V dolní větvi obvodu máme sériově zapojený rezistor s odporem R s paralelním zapojením $2R$ rezistoru s dvěma R rezistory v sérii. Odpor těchto dvou sériově zapojených R rezistorů je $2R$. Tyto rezistory mají spolu s paralelně zapojeným $2R$ rezistorem odpor $1/(1/2R + 1/2R) = R$. Celá dolní větev obvodu tak má odpor $R + R = 2R$. Teď už nám zbývá jen spočítat odpor celého obvodu, který je $1/(3/4R + 1/2R) = 4R/5$.

9. Správná odpověď: b

Horní a dolní kvark jsou elementární částice, které tvoří protony a neutrony. Proton se skládá ze dvou horních a jednoho dolního kvarku, zatímco v neutronu najdeme dva dolní a jeden horní kvark. Elektron spolu s protony a neutrony tvoří atomy, které se v hmotě vyskytují nejčastěji. Jediná částice z nabídky, která se kolem nás běžně nevyskytuje, je spodní kvark. Spodní kvark je elementární částice s několikrát vyšší hmotností než proton. V hmotě ho jen tak nenajdeme proto, že se stejně jako ostatní těžké elementární částice velmi rychle rozpadá na lehčí částice, průměrně už po 10^{-12} s.

10. Správná odpověď: a

Představme si, že krychli rozložíme do dvourozměrné sítě. Na takovéto síti vede cesta z jednoho rohu do rohu, který byl před rozložením protilehlý, přes dva sousední čtverce

o straně a . Hledáme tedy nejkratší cestu mezi dvěma vrcholy obdélníku o stranách a a $2a$. Nejkratší cestou je úhlopříčka, která má podle Pythagorovy věty délku

$$l = \sqrt{a^2 + (2a)^2} = a\sqrt{5}.$$

Nejkratší cesta mezi dvěma protilehlými vrcholy krychle je tedy dlouhá $a\sqrt{5}$.

Vojtěch Kubrycht

vojtech.kubrycht@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/>.