

## Zadania 3. kola zimnej časti

Termín odoslania 20. 12. 2021

### 3.1 Zväčša neškodná

9 bodov, kategória B0

Náš Kubko veľmi rád lieta po cestách druhej a nižšej triedy. Raz, keď si tak frčal po ceste, jeho spolucestujúcemu Kubkovi napadla otázka: „Ako veľmi odporná je Fabia?“ Vodič Kubko mu na to ako správny fyzik hneď odpovedal: „Veď to by som ti vedel zmerať. A stačili by mi na to iba veci na palubnej doske.“

Ako sa dá len pomocou prístrojov na palubnej doske auta zistiť, aké sú odporové sily pôsobiace na auto (aerodynamický odpor, trenie súčastok auta, valivý odpor kolies)? Úlohu vyriešte pre prípad, že jediná odporová sila je valivý odpor kolies. Následne sa zamyslite, čo by sa v postupe zmenilo v prípade, že by sme uvažovali aj zvyšné odporové sily – túto časť sa vám pravdepodobne nepodarí dopočítať<sup>1</sup>, takže nám stačí popis, čo by sa zmenilo.

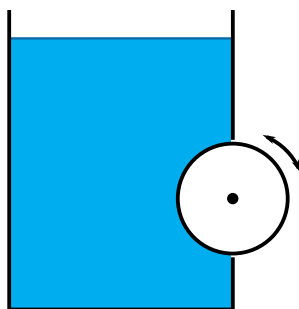
Kubko sa o svoju Fabiu síce stará veľmi dobre, no Fabia je už stará dáma. Na palubnej doske tak má všetky klasické prístroje, rozhodne tam ale nemá stopky.

### 3.2 Le-glass

9 bodov, kategória B

Lego sa nedávno hral s ideálnym akváriom tvaru kvádra naplneným vodou. Nejakou náhodou sa mu však na jeho stene podarilo spraviť dieru s výškou  $2r$  a šírkou  $l$ . Našťastie mal po ruke sadu homogénnych geometrických telies. Zobral preto valec vhodných rozmerov a pokúsil sa ním dieru upchať.

Majme homogénny valec s hmotnosťou  $m$ , výškou  $l$  a polomerom  $r$ . Vložme ho do obdĺžnikovej diery v stene akvária (s výškou  $2r$  a šírkou  $l$ ) a upevníme ho tak, že sa môže voľne otáčať okolo svojej (horizontálnej) osi. Na začiatku nech je všetko v pokoji. Uvažujte, že voda po obvode diery z akvária nevyteká. Určte uhlové zrýchlenie rotácie valca, pričom úlohu riešte z energetického aj silového pohľadu.



Obrázok 3.2.1: Valec upchávajúci dieru

<sup>1</sup>Ak áno, tak klobúk dole.

### 3.3 Spring is coming

9 bodov, kategória B

Hovorca má rád puny a nevie sa už dočkať jari strávenej pri prameni Nitry. Zatiaľ mu ale zostáva len hrať sa s pružinami. Hrá sa s pružinou s nezanedbateľnou hmotnosťou. Hovorca ju položil na stôl a zmeral, že je dlhá 276 mm. Z takého istého drôtu potom vyrobil pružinu s dvojnásobnou pokojovou dĺžkou a postavil ju na stôl. Jej dĺžka bola 524 mm. Napokon Hovorca zavesil prvú pružinu zo stropu. Akú dĺžku mala?

### 3.4 Oh... how the tables have turned!

9 bodov, kategórie A a B

Keďže sa zimný semester chýli ku koncu, Patrik a Maťko potrebujú odovzdať posledné laboratórne protokoly. Ako to však býva, nechali si to na poslednú chvíľu, a preto ich neurobili tak dobre, ako by chceli. Ich zadaním bolo odmerať modul pružnosti v šmyku závesného vlákna a dvomi spôsobmi odmerať moment zotrvačnosti zotrvačníka, ktorý mali v laboratóriu. Akých chýb sa pri meraní a spracovaní dopustili?

Skontrolujte, zvýraznite a okomentujte všetky chyby, ktoré urobili. Ich numerické výpočty skontroloval Mözgáč, takže numerické chyby tam hľadať nemusíte. Ide teda skôr o fyzikálne chyby, zle naformulované vety, štruktúru textu, atď. Rovnako nezabudnite skontrolovať tabuľky a splnenie zadania. Užite si opravovanie.

- Patrikov protokol: <https://fks.page.link/37-1-3-04-patrik>
- Maťkov protokol: <https://fks.page.link/37-1-3-04-matko>

### 3.5 Očkované termodynamické praktikum

9 bodov, kategórie A a B

Silvester sa blíži. Vedúci FKS si už začali zjednávať chatu na to, že pôjdu pártiť<sup>2</sup>. Našli si chatu pre 10 ľudí – zhruba toľko aktívnych vedúcich má FKS. Strávia na nej dve noci a budú si kúriť v krbe. V niektorých z nich sa ale vyrojili obavy z toho, či na chate nepomrznú. Odhadnite, koľko dreva budú potrebovať, aby boli na chate v príjemnom teplúčku. Skúste odhadnúť a kvantifikovať všetky faktory, ktoré by na to mohli mať vplyv. Ak sú niektoré z nich zanedbateľné, zdôvodnite, prečo sú zanedbateľné.

### 3.6 To chce gule

9 bodov, kategória A

Pamätáte sa na piráta Francisa, ako so svojou loďou plával po plochej Zemi? Nepamätáte? No čo už. Ako si tak plával cez Pacifik, odchytili ho aj s loďou mimozemšťania pomocou ťažného lúča a uskladnili za účelom neskoršej analýzy. Francisova loď sa teraz voľne vznáša v bezváhovom stave vnútri gigantickej kozmickej lode. Kam len Francis dovidí, rozprestiera sa len obyčajný vzduch s teplotou 0 °C pri tlaku 100 kPa.

V rámci protestu proti tomuto uväzneniu Francis prikáže svojim námorníkom, aby z dela vypálili olovenú guľu s priemerom 10 cm. Guľa vyletí z hlavne rýchlosťou 100 m/s. Ako ďaleko doletí, než ju odpor vzduchu zastaví a ako dlho to potrvá, ak odporová sila závisí od rýchlosti ako  $F = -\frac{1}{2}C_d S \rho_{\text{vzduch}} v^2$ ?

Najprv uvažujte konštantný odporový koeficient pre guľu,  $C_d = 0,47$ . Námorní delostrelci však dobre vedia, že to také jednoduché nie je. V šestnástom storočí možno odporový koeficient bol konštantný, doba však

<sup>2</sup>Budú v režime zaočkovaní.

pokročila a dnes už závisí aj od [Reynoldsovho čísla](#). Konkrétne takto, podľa [Morrison, 2016](#):

$$C_d(\text{Re}) = \frac{24}{\text{Re}} + \frac{2,6\left(\frac{\text{Re}}{5}\right)}{1 + \left(\frac{\text{Re}}{5}\right)^{1,52}} + \frac{0,411\left(\frac{\text{Re}}{263000}\right)^{-7,94}}{1 + \left(\frac{\text{Re}}{263000}\right)^{-8}} + \frac{0,25\left(\frac{\text{Re}}{10^6}\right)}{1 + \left(\frac{\text{Re}}{10^6}\right)}.$$

Uvažujte, že po vypálení gule zostane Francisova loď v pokoji. Pri riešení úlohy odporúčame programovať alebo použiť nejaký tabuľkový procesor.

### 3.7 Bungee oscilácie

9 bodov, kategória A

Andrej si tak sedel na prednáške z mechaniky a zamýšľal sa, čo by sa asi tak stalo, keby sa Zem zrazu stala nehmotnou a on by k nej zostal pripútaný už len pružným bungee lanom. Asi by zostal kmitať vo vesmíre niekde v jej okolí... ale zaujímalo by ho, koľkokrát za jeden obeh okolo Slnka to stihne.

Majme nehmotný bod pohybujúci sa po kružnicovej obežnej dráhe okolo Slnka (s hmotnosťou  $M$ ) kruhovou rýchlosťou pre danú vzdialenosť  $R$  od Slnka. Naň zavesíme závažie o hmotnosti  $m$  na pružine s tuhosťou  $k$  a nulovou pokojovou dĺžkou, tak, že sa môže pohybovať iba v radiálnom smere. Zrátajte periódu malých kmitov závažia pre obe rovnovážne polohy a porovnajte s obežnou periódou.