

Zadania 2. kola letnej časti

Termín odoslania 24. 04. 2023

2.1 Nie až tak vytunená Plechovka

9 bodov

Kubko zastal vo svojej (nevytunenej) plechovke na červenej, keď tu zrazu vedľa neho na prechode vidí čakať dokonalého bežca, ktorý dokáže dosiahnuť maximálnu rýchlosť až 42 km/h. Dokonalý športovec si chce dokázať svoju dokonalosť, a preto začne bežať hneď v okamihu, keď jemu aj Kubkovi zasvieti zelená. Po štarte zrýchľuje až na svoju maximálnu rýchlosť a vtedy sa obzrie. V akej vzdialenosti od seba uvidí Kubkovo auto? Kubko sa samozrejme celý čas rozbieha s maximálnym zrýchlením svojho auta. Zrýchlenie auta i bežca odhadnite.

Uvažujte, že bežec aj auto sa pohybujú po (spoločnej) priamke.

2.2 Žonglovanie s fyzikou

9 bodov

Jaro po dlhom čase zavítal do FKS miestnosti, kde mu bola položená nasledovná hádanka:

Kde bola, tam bola, bola raz jedna lávka cez rieku. Táto lávka uniesla 100 kg. Na jednej strane rieky stál šašo, ktorý váži 90 kg a 3 kolky, každá s hmotnosťou 5 kg. Šašo bol však šikovný a všetky tri kolky dostal na druhú stranu iba na jeden prechod. Ako to spravil?

Po chvíli lámania si hlavy nad tým, ako to šašo dokázal, bola Jarovi prezradená odpoveď:

Šašo predsa pri prechádzaní cez lávku s kolkami žongloval.

Jarovi, ako správne fyzikovi, sa nepozdávalo, že by sa takto dala obísť nosnosť lávky. Zamyslite sa aj vy – je fyzikálne možné, aby šašo, ktorý váži 90 kg, prešiel po lávke, ktorá udrží 100 kg, a pri tom žongloval s tromi kolkami vážiacimi po 5 kg?

2.3 Trh s jojom

9 bodov

Jožka chytla neodolateľnú potrebu hrať sa s jojom, preto hneď otvoril počítač a jedno si objednal. Bohužiaľ, dodacia doba bola až dva týždne. To bolo pre Jožku pridlho, a tak sa rozhodol, že si zatiaľ jedno vyrobí. Avšak aby potom nemal dve, vyrobil ho netradične. Zobral guľôčku hmotnosti m a gumičku s tuhosťou k a s nulovou pokojovou dĺžkou. Na jeden koniec gumičky pripevnil guľôčku a jeho „home-made“ jojo bolo hotové.

Ihneď sa s ním začal hrať. Okrem iného skúšal jojo pustiť z nehybnej ruky, počkať kým dosiahne najnižší bod svojej trajektórie a v tom okamihu prudko trhnúť rukou nahor tak, že ruka skončí o h vyššie. Následne sledoval ako vysoko jojo vyjde, respektíve o koľko vyššie sa dostane oproti polohe, z ktorej ho spustil. Ako sa tak hral, uvedomil si, že by sa to malo dať zrátať. Zrátajte to aj vy. O koľko vyššie vyjde jojo, ak v momente, keď je jojo najnižšie, Jožko prudko trhne rukou, čím ju zdvihne o vzdialenosť h ?

2.4 Hustá energia

9 bodov

Matúš zistil, že v noci je elektrina lacnejšia ako cez deň. Dostal preto geniálny nápad, že v noci bude elektrinu nakupovať a cez deň ju zase predávať. Poháňaný vidinou ľahkého nadobudnutia miliónov sa dal do počítania. Veľmi rýchlo zistil, že baterky sú veľmi drahé a v konečnom dôsledku by nezarobil. Nedal sa ale odradiť – energiu sa rozhodol uložiť do niečoho lacnejšieho... napríklad do vody. Teraz mu už len chýba zistiť, ako môže do vody energiu uložiť. Reálne mu prišli 4 možnosti:

1. Energiu bude do vody ukladať vo forme potenciálnej energie tak, že ju bude prečerpávať do výšky h .
2. Energiu bude do vody ukladať vo forme rotačnej energie tak, že ju uzavrie do nehmotnej plechovky tvaru valca, a tú následne roztočí na uhlovú rýchlosť ω .
3. Energiu bude do vody ukladať vo forme tepelnej energie tak, že ju zohreje o Δt .
4. Energiu bude do vody ukladať vo forme chemickej energie tak, že z nej bude elektrolýzou vytvárať samostatný vodík H_2 a kyslík O_2 .

Vyskúšajte porovnať tieto možnosti. Odhadnite hustotu energie pri jednotlivých možnostiach.¹ Nájdite pre jednotlivé prípady hodnoty veličín h , ω a Δt tak, aby pre všetky spôsoby uskladnenia dostal rovnakú hustotu energie a zamyslite sa nad tým, či sú realistické.

2.5 (Bez)nádejný krupier

9 bodov

Patrik sa zamestnal ako krupier, aj keď ruletu nikdy predtým nehral. Keď mal teda po prvýkrát ruletu roztočiť, vložil guľôčku do vnútra taniera (rulety) s polomerom R , chytil ho do oboch rúk a začal ním krúžiť po kružnici s polomerom ρ uhlovou rýchlosťou ω . Ako sa bude v tomto prípade guľôčka pohybovať? Nakreslite jej trajektóriu v inerciálnej vzťažnej sústave.

Patrik si všimol, že guľôčka vzhľadom na priamku určenú stredom taniera a stredom krúženia nadobudla ustálenú polohu. Nájdite, kde sa táto ustálená poloha nachádza.

Uvažujte, že guľôčka je bodová, vnútorný okraj taniera je hladký s koeficientom trenia medzi tanierom a guľôčkou f a že polomery R a ρ môžu byť ľubovoľné.

2.6 Matematický náboj

9 bodov

Majme „nabitú matematické kyvadlo“, teda hmotný bod s hmotnosťou 1 kg a nábojom 1 C na lanku dĺžky 1 m, celé nachádzajúce sa vo zvislom magnetickom poli s veľkosťou B . Takéto matematické kyvadlo vychýlime o 1 rad a spustíme. Kvalitatívne popíšte, aký pohyb bude hmotný bod vykonávať.

Andrej sa s takýmto kyvadlom chvíľu zabával a všimol si, že pri pohľade zhora vykonávalo pre isté hodnoty magnetického poľa B uzavreté cykly – po určitom počte prekmítov sa vracalo do počiatočnej polohy. Odsimulujte si pohyb tohto kyvadla a nájdite závislosť veľkosti magnetického poľa potrebného pre takýto pohyb v závislosti od počtu prekmítov kyvadla.²

¹T. j. koľko energie sa dá uložiť do 1 kg vody.

²Odporúčame sa zamerať na interval $0 \leq B \leq 10$ T.

Zakrátko Andrej pri vykresľovaní grafu narazil na problém – pre počet prekmitov rovný napríklad piatim existujú dve vyhovujúce trajektórie, ktorým ale zodpovedajú rôzne veľkosti magnetického poľa. Preto sa rozhodol vykresľovať radšej závislosť veľkosti B od počtu prekmitov prislúchajúcich na jeden obch³ Pokúste sa identifikovať (odhadnúť), aká je závislosť B na tejto veličine.

Uvažujte $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

2.7 Útrapy plochozemca

9 bodov

Majo sa opäť snažil Plochozemca presvedčiť, že Zem nemôže byť plochá – tentokrát argumentom, že v takom prípade by na ňu predsa pražilo Slnko rovnako silno na pravé poludnie aj o polnoci (len z opačnej strany), takže o polnoci by sme tu museli mať výrazne teplejšie oproti napríklad teplote pri východe alebo západe Slnka. Na to sa ale Plochozemec ohradil, že ten rozdiel teplôt by bol predsa úplne zanedbateľný a nepocítili by sme ho.

Rozhodnite, kto má v tejto debate pravdu – spočítate, akú najvyššiu a akú najnižšiu rovnovážnu teplotu môže plochá Zem mať v závislosti na natočení ku Slnku. Zem uvažujte ako absolútne čiernu štvorcovú platňu s dĺžkou strany rovnou obvodu guľatej Zeme $a = 4 \cdot 10^7 \text{ m}$ vo vzdialenosti 1 au od guľatého Slnka s polomerom $R_{\odot} = 7 \cdot 10^8 \text{ m}$ a teplotou $T_{\odot} = 5800 \text{ K}$.

2.8 Poťažmé ťažkosti s taškami

9 bodov

Katka si tak ťažká⁴, že jej taška je ťažká. A ako správna fyzička sa to rozhodla kvantifikovať. Nanešťastie so sebou nemala váhu, a tak musela improvizovať. Zostavila si jednoduchú páku a chcela určiť hmotnosť jej tašky pomocou nej. Tu však narazila na problém – na určovanie hmotnosti pomocou páky potrebuje referenčný objekt známej hmotnosti a dĺžkové meradlo. Dĺžkové meradlo odkiaľsi vyhrabala, no s referenčným objektom bol väčší problém. Nakoniec sa vynašla. Spomenula si, že v taške má keksík známej hmotnosti.⁵ Vyvažovať tašku keksíkom by však bol problém, preto z tašky vytiahla knihu a zmerala pomocou keksíka jej hmotnosť. Až následne pomocou knihy zmerala hmotnosť zvyšku tašky a všetky tri hmotnosti sčítala.

Zmerajte hmotnosť vašej tašky obdobným spôsobom aj vy. V prípade potreby môžete vykonať viac medzistupňov merania. Nezabudnite však kvantifikovať nepresnosť merania hmotnosti tašky!!! Predpokladajte, že hmotnosť keksíka poznáte len s istou presnosťou p .⁶

³ Ak nerozumieš, čo v tomto kontexte myslíme obchom, najprv vyrieš predchádzajúcu časť úlohy.

⁴ ťažká si – sťažuje sa, ponosuje sa

⁵ Teda, pokiaľ sa dá výrobcom veriť.

⁶ T. j. p je relatívna chyba hmotnosti keksíka.