Zadania 3. kola letnej časti

Termín odoslania 19. 05. 2025

3.1 Realistická zrážka **9 bodov**

V prvom kole sa objavila táto zaujímavá úloha:

Na nekonečnom stole je jeden puk, ktorému udelíme nejakú rýchlosť. Najmenej koľko nehybných pukov potrebujeme rozložiť na stôl, aby sa pôvodný puk vrátil do pôvodného stavu, teda aby stál na rovnakom mieste?

Uvažujte, že všetky puky majú rovnakú hmotnosť, nerotujú, ich zrážky sú dokonale pružné a koeficient trenia medzi pukmi a stolom je zanedbateľný.

Keď si ju Marek prečítal, bol z toho zhrozený. Kto kedy videl dokonale pružnú zrážku? Ešte aj Tomáš, keď túto úlohu navrhol, pamätal na to, že také zrážky sú len priblížením.

Kvalitatívne popíšte, ako možno dosiahnuť zastavenie puku, ak pripustíme, že zrážky nie sú dokonale pružné a trenie nezanedbávame; vyriešte ju v tomto realistickejšom pohľade. Uvážte, že zrážka môže byť akákoľvek medzi dokonale pružnou a dokonale nepružnou.

3.2 Wanted **9 bodov**

Anomália si jedného dňa uvedomila, že už dlho nebola na kolotoči, a tak sa rozhodla, že sa na kolotoč zahrá sama. Zobrala si loptičku na šnúrke a roztočila ju tak, aby loptička mala vzhľadom na okolie obvodovú rýchlosť $v = 13\ \mathrm{m/s}$. Zrazu sa jej loptička odtrhla zo šnúrky a Anomália bola zaskočená pohybom loptičky po odtrhnutí. Tento jav ju natoľko zaujal, že si ho chcela vyskúšať znova. Tentokrát si zobrala vzduchovku a točila ňou tak, aby koniec hlavne vzduchovky mal opäť obvodovú rýchlosť v. Následne vystrelila náboj, ktorý sa tesne pred opustením hlavne pohyboval rýchlosťou $u = 84\ \mathrm{m/s}$ vzhľadom na jej steny. Pre obe situácie (loptička po odtrhnutí a náboj po opustení hlavne) kvalitatívne načrtnite a popíšte príslušné trajektórie. Trajektórie kreslite z pohľadu zhora, teda v rovine otáčania. Taktiež určte počiatočnú (t. j. v momente odstrihnutia lanka, resp. opustenia hlavne) rýchlosť a zrýchlenie.

3.3 Pochôdzna **9 bodov**

Tomáš opäť raz prechádzal okolo bližšie nešpecifikovaného bratislavského jazera. Keď sa mu už zdalo, že už kráča okolo jazera pridlho, pomyslel si, aké by to bolo, keby si mohol svoju cestu skrátiť prejdením po jeho hladine. A keďže meditácie kýžený efekt nepriniesli, rozhodol sa na pomoc povolať vedu.

Tomáš si vyrobil špeciálne topánky schopné chôdze po hladine. Na spodok svojich papučiek pripevnil dostatočne hrubé podrážky z polystyrénu – tak, že polystyrén po bokoch papučiek nepretŕčal. Hrúbka podrážok bola dostatočne hrubá na to, že Tomášove nohy po vkročení na hladinu zostali v suchu.

Pri testovacej chôdzi po hladine však Tomáš zistil, že podcenil otázku stability takýchto topánok. Topánky ho síce dokázali udržať nad hladinou, no nedokázali ho udržať vo zvislej polohe hlavou nahor. Tomáš však aj tento problém vyriešil. Vzal si desaťkilové železné závažie a pripevnil ho na nehmotnú teleskopickú tyč. Po vykročení na hladinu už len následne závažie spustil do vody. Ako hlboko musel závažie ponoriť, aby Tomášova chôdza po hladine bola stabilná?

Uvažujte, že zanášanie jazera sedimentami je dostatočne pomalé, a tak sa od minulej série nič nezmenilo na tom, že jazero je dostatočne hlboké. Potrebné hodnoty odhadnite.

3.4 Rýchlomerač-pomalymerač **9 bodov**

Dano trénoval šikmý výstrel z luku. Zaujímalo ho, akú počiatočnú rýchlosť má strela (šíp). Zistil však, že jeho rýchlomerače (zariadenie merajúce okamžitú rýchlosť) sú mimo prevádzky. Preto sa rozhodol požičať si rýchlomerač z fyzikálneho laboratória. Tam ho však vysmiali: „Na čo Ti je rýchlomerač? Veď ti na to stačí pomalymerač - uhlomer a pravítko.“ Odmerajte počiatočnú rýchlosť šikmo vystrelenej strely len pomocou uhlomera a pravítka. Namiesto luku a šípu môžete použiť úzku trubičku z pera a navlhčenú papierovú guľôčku (fľusanec). Pamätajte, že meriate rýchlosť len jedného konkrétneho výstrelu, no napriek tomu nezabudnite vyhodnotiť neistotu merania.

3.5 Teleportujúci sa monochromatický žralok **9 bodov**

V septembri vedúci Trojstenu na obede v nákupnom centre na strednom Slovensku videli zo vzdialenosti l akvárium valcového tvaru polomeru R so žralokom, pričom mali jeho stred vo výške očí. Žralok plával po kružnici s neznámym polomerom, koncentrickej s akváriom.

Vedúci pozorovali, že žralok sa vedel dostať aj na miesta, kde ho nevideli. Aký je najväčší možný polomer r trajektórie pohybu žraloka, aby ho stále videli?

Po chvíli žralok prešiel na kruhovú trajektóriu s polomerom $\rho < r$. Cez ako veľkú časť viditeľného povrchu akvária ho mohli vidieť? Predpokladajte, že index lomu n skla a vody sú rovnaké.

3.6 Shot direct **9 bodov**

Patrik na chvíľu vymenil volejbalovú loptu za basketbalovú. Teraz stojí na trojkovom oblúku vo vzdialenosti približne 7 m od koša. Basketbalový kôš je vo výške 3 m nad zemou a má priemer 45 cm, lopta má polovičný priemer. Pod akým najmenším uhlom musí Patrik hodiť loptu, ak chce trafiť čistý kôš, pri ktorom sa lopta neobtrie o obruč? Lopta opustí naše ruky približne vo výške 2 m. Prípadné aproximácie dôkladne odôvodnite.

3.7 Excentrická **9 bodov**

Možno ste už niekedy počuli o tom, že dĺžka dňa sa počas roka mení. Nemáme teraz na mysli dobu, počas ktorej je Slnko nad obzorom, ale čas medzi dvomi po sebe nasledujúcimi poludniami, teda okamihmi, keď je Slnko na oblohe najvyššie. Môžu za to hneď dva javy: nenulová excentricita dráhy Zeme ($e \approx 0{,}0167$) a tiež sklon zemskej osi voči ekliptike ($\varepsilon \approx 23{,}44°$). Nie je to však veľa, rozdiel medzi najdlhším a najkratším dňom je iba pár sekúnd.

Aká by musela byť excentricita zemskej dráhy, aby dĺžka dňa počas roka kolísala o celú jednu hodinu? Dĺžka hlavnej polosi dráhy (1 au = 149 597 870 700 m) a perióda rotácie voči vzdialeným hviezdam (86 164 s) sa nezmenia.

Sklon zemskej osi, precesiu, nutáciu a podobné lahôdky zanedbajte, aby vám veci príliš nekomplikovali.