

Lahka Mechanika

Juro Tekel

juraj.tekel@gmail.com

Poznamky k seminaru, ktorý je plný jednoduchých úloh zo stredoskolskej mechaniky.

Február 2009

Liptovská Porubka, Február 2009

Ako napoveda názov, ide o sadu príkladov pre seminár o jednoduchej mechanike, ktorý som viedol na sústreďení Fyzikálneho Korespondenčného Seminára (FKS, www.fks.sk) v Liptovskej Porubke na prelome januára a februára 2008. Seminár bol určený najmladším účastníkom, teda prvákovi a druhákovi strednej školy. Za svoj smelý a ambiciózný cieľ mal upevniť, ale najmä ujasniť niektoré vedomosti zo základov mechaniky, ktoré účastníci už pravdepodobne mali, avšak podľa môjho názoru je veľká šanca, že im nerozumejú alebo s nimi nemajú praktickú zručnosť.

Uvedené úlohy sú zväčša zo zbierok Naboja FKS, FKS, Fyzikálnej Olympiady alebo starsích čísel časopisu Kvant. Ich množstvo zjane presahuje rámec štyroch hodinových seminárov a prebytok úloh má slúžiť ako zdroj pre prípadné neskorsie samostudium. Úlohy nie sú tematicky oddelené, ale pozorný čitateľ isto zbadá navaznosť, s akou sú úlohy v texte zoradené. Hviezdikou nie sú označené ťažké úlohy, ale úlohy, ktoré považujem za obzvlášť poučné a najmä týmto úloham je vhodné venovať sa pod skúseným vedením.

Ako dobrá indikácia, pre koho je tento seminár vhodný môže slúžiť napríklad

Kvader hmotnosti M sa pohybuje po podložke bez trenia rýchlosťou v . Na ňom je položené malé teliesko hmotnosti m . Kvader teraz narazí do steny, od ktorej sa pružne odrazí. Určte, pre aké rýchlosti v teliesko z kvadra nespadne.

Človeku, ktorý vypočíta tento príklad bez problémov a dobre rozumie každému svojmu kroku pravdepodobne nasledujúce úlohy nič nedajú. Možno sa občas kde tu čosi nové dozvie, ale ako celok je seminár určený ľuďom, ktorých tento príklad zaskočí a príklad nevedia vyriešiť vôbec alebo iba nesprávne. Takže hor sa do počítania.

Príklad 1. - kinematika

Pohyblivé schody prenesú stojaceho pasážiara z jedného podlažia na druhé za čas t_1 . Ak pohyblivé schody stoja, prejde po nich pasážier z jedného podlažia na druhé za čas t_2 . Za akú dobu prejde pasážier z jedného podlažia na druhé ak kráča po pohybujúcich sa schodoch (pasážier ide v smere pohybujúcich sa schodov)?

Príklad 2. - kinematika

Lopta letí vo vzduchu sikmým vrhom čas t . Do akej maximálnej výšky sa dostala?

Príklad 3. - kinematika

Na obrázku je znázornená závislosť rýchlosti auta od času. Nacrtnite závislosť prejdenej dráhy (t.j. stav tachometra) od času. Predpokladajme, že v čase $t = 0$ je na tachometri nula.

Príklad 4. * - kinematika

Skúska červeného Ferrari je takáto. Najskor sa rovnomerne rozbieha na maximálnu rýchlosť v a potom rovnomerne spomaľuje zas na nulu. Obe tieto zrýchlenia však majú roznu veľkosť. Aký dlhý úsek celkovej dráhy s sa auto pohybuje rýchlejšie ako $v/2$.

Priklad 5. - kinematika

Utvár bezcov sa pohybuje v smere svojej dlky d konštantnou rýchlosťou v . Od posledného bezca vtváre vybehne pes v smere pohybu útvaru konštantnou rýchlosťou w . Dobežne na začiatok útvaru, otočí sa a beži naspäť. Vo chvíli keď dobehne k poslednému cvičencovi útvar prejde vzdialenosť rovnú jeho dlke d . Aký je pomer rýchlosti psa a útvaru a ako vzdialenosť prebehol pes?

Priklad 6. - kinematika

Utvár bezcov dlky l beži rýchlosťou v v smere svojej dlky. Oproti nim beži tréner rýchlosťou u . Každý bezec sa po tom, ako stretne trénera, otočí a beži za ním jeho rýchlosťou. Aký dlhý bude útvar po tom, ako tréner prebežne okolo všetkých bezcov?

Priklad 7. * - kinematika

Guličku hodíme pod uhlom α rýchlosťou v . Po ceste však narazí do steny, ktorá je od nás vzdialená l a pružne sa odrazí. V akej vzdialenosti od steny loptička dopadne?

Priklad 8. * - dynamika

Čez panel sú prehodene dve telesá rôznej hmotnosti. Aké je zrýchlenie týchto telies? Aké je zrýchlenie ťažiska tejto sústavy?

Priklad 9. * - zmena vzťažnej sústavy

Gulička letí rýchlosťou v oproti stene, ktorá ide opačným smerom rýchlosťou w , ktorá sa počas celého procesu nemení, napríklad preto že ju niekto tlačí. Akou rýchlosťou sa bude pohybovať loptička po tom, ako sa odrazí od steny?

Priklad 10. - zmena vzťažnej sústavy

V miestach A a B sú lode. Loď A vyštartuje pod uhlom α na spojnicu AB rýchlosťou u . Pod akým uhlom musí loď B vystreliť torpédo rýchlosťou v , aby loď A trafila?

Priklad 11. * - zmena vzťažnej sústavy

Vo vzdialenosti d vo výške h visi jablko. V istej chvíli toto jablko začne padať. Pod akým uhlom máme v tej chvíli vystreliť šíp, ktorý sa pohybuje rýchlosťou v , aby sme jablko trafili?

Priklad 12. - zmena vzťažnej sústavy

V ďalekom vesmíre je činka. Tam a na koncoch dva rovnako ťažké hmotné body spojené nehmotnou palíčkou dlky l . Jednému z bodov zrazu udelíme rýchlosť v kolmo na palíčku. Popíšte pohyb paličky.

Priklad 13. - zmena vzťažnej sústavy

Toto príklad svojou náročnosťou asi prevyšuje ostatné, avšak pre úplnosť ho zaradujem. Činka ako v predchádzajúcom príklade, ale obojím bodom udelíme všeobecnú rýchlosť (teda nie nutne kolmo na palíčku) v a w . Ako sa bude palička pohybovať.

Priklad 14. - zákon zachovania energie

Čez kladku je prevesené lano dlky l . Keďže ide o labilnú rovnováhu, lano veľmi rýchlo spadne. Akou rýchlosťou bude opúšťať kladku?

Priklad 15. - zákon zachovania energie

Homogénna retiazka leží na hladkom stole, pričom malý kusok z nej precnieva. Na začiatku este retiazku držíme, ale keď ju pustíme, začne zo stola bez trenia sklzovať. Koľko precnieva retiazka zo stola v momente, keď má rýchlosť presne v ?

Priklad 16. - zákon zachovania energie, otáčavý pohyb

Obrúč polomeru R je kolmo upevnená na podlahu. Z jej vrcholu sa kĺže bez trenia malé teliesko. Do akej vzdialenosti od bodu upevnenia obrúče teliesko dopadne?

Priklad 17. * - zakon zachovania hybnosti

Akou rychlostou sa povodne pohybovala bomba, ktora sa po vybuchu rozpadla na tri kusy, letiace podla obrazka? Kusy maju hmotnosti $m, 2m, 3m$.

Priklad 18. - zakon zachovania hybnosti

Clovek stoji na kraji lodky dlzky L , ktora ma trojnásobnu hmotnosť ako clovek. Okolko sa posunie lodka, keď clovek prejde zjedného konca na druhý?

Priklad 19. * - zakon zachovania hybnosti

Na zavesu dlzky l je plastelinova guľicka hmotnosti M . Rychlostou v do nej streľime nadoj hmotnosti m ktory v nej uviazne. Do akej výšky vystúpi guľicka, teraz už aj s nabojom? Aka časť energie sa premení na teplo? Ako sa zmení odpoveď na otázky, ak nabož preletí guľickou a bude mať rychlost w ?

Priklad 20. - zakon zachovania hybnosti

Na okraji stola výšky h leži plastelinova guľicka hmotnosti M . Rychlostou v nou preletí nabož hmotnosti m . Po tom guľicka padla do vzdialenosti s od okraja stola. Do akej vzdialenosti doletel nabož?

Priklad 21. - zakon zachovania hybnosti

Na vlakne dlzky l a pevnosti F je zavesena guľicka s hmotnosťou M . Vo vodorovnom smere cez guľicku preletí rychlostou v nabož s hmotnosťou m . Pri akej hodnote rychlosti sa vlakno pretrhne?

Priklad 22. * - zakon zachovania hybnosti, zakon zachovania energie

Ako býva zvykom, pada guľka hmotnosti M z výšky H . V nejakej inej výške h do nej vo vodorovnom smere vletí strela hmotnosti m rychlostou v a uviazne v nej. Chceme vedieť, ako sa v dôsledku toho zmení čas, za ktorý dopadne guľicka, ako teplo sa pri tom uvoľní, ako sa zmení miesto dopadu guľicky a výška, do ktorej sa odrazi guľicka po dopade.

Priklad 23. * - zakon zachovania hybnosti, zakon zachovania energie

Minimalná rychlost, ktorou strela hmotnosti m prerazí uchytenú dosku je v_0 . určte minimálnu rychlost v_1 , ktorou tá istá strela prerazí tú istú dosku, ak tá už uchytená nie je. Hmotnosť dosky je M a strela ju trafi presne do stredu.

Priklad 24. - zakon zachovania hybnosti, zze

Na spagate dlzky l visi guľicka hmotnosti m , ktoru vychylime z rovnovážnej polohy do výšky h . Po poklese zhodí z okraja stola rovnaku guľicku, ktora sedela presne pod zavesom prvej guľicky. Do akej vzdialenosti dopadne zhodená guľicka, ak má stol výšku h ?

Priklad 25. * - kinematika otáčaveho pohybu

Obrúč sa valí bez presmykovania po podlahe. Akú rychlost má v danom okamihu každý jej bod?

Priklad 26. - statika

V naklonenej rovine s premenným sklonom je jamka guľoviteho tvaru. Taka, že guľicka s polomerom r z nej trčí do výšky $3/4 r$. Pri akom sklone z nej guľicka vypadne?

Priklad 27. - statika

Vo vode plávajú dve guľicky spojené lankom. Jedna polomeru R z materialu s hustotou ρ_1 a druhá polomeru r . Prvá guľicka pláva do polovice ponorená. Druhá na nej visi. Určte silu, ktorou je napínané lano a hustotu druhej guľicky.

Priklad 28. * - statika

Na dne valcovej nádoby s vnútorným priemerom D sa nachádzajú tri kovové guľe, na ktorých je položená tvrdá guľka. Veľké guľe majú rovnaký priemer d a majú hmotnosť m . Akými silami pôsobia guľe na steny nádoby a akými silami pôsobia na seba navzájom?

Příklad 29. - statika

Gulicka polomeru r a hmotnosti m je za spagat dlzky l zavesena na zyslej stene. Akou silou posobi gulicka na stenu, ak medzi gulickou a stenou nie je trenie? Aky uhol moze spagat zvierat so stenou, ak je koeficient trenia medzi gulickou a stenou f ?

Příklad 30. - (hydro)statika Do U-trubice nalejeme vodu a potom benzin. Hladina vody vystupy do vysky h v jednom ramene a benzinu do vysky H v druhom ramene. V akej vyske sa ustali ich rozhranie?

Příklad 31. - statika a otacavy pohyb

Priamka je od zvislice odklonena o uhol α . Na nej je pripevnena koralka hmotnosti m , ktora sa po nej moze bez trenia pohybovat. Priamka sa zacne otacat okolo zvislej osi uhlovou rychlostou ω . Do akej vzdialenosti od bodu priamky, ktory sa nepohybuje vystupi koralka?

Příklad 32. * - trenie, zaklady

Majme teleso, napríklad kocku, hmotnosti m len tak polozenu na stole. Koeficient trenia je v danom prpade f . Vyjadrite zrychlenie telesa vzavislosti od sily, ktor nan posobi.

Příklad 33. - trenie

Na dne naklonenej roviny so sklonom α mame teliesko. To teraz nakopneme a ono vybehne hore. Do akej maximlnej vysky sa dostane? Zastane tu, alebo sa vrati spat. Uvazujete koeficient statickeho trenia rozny od toho dynamickeho.