

Vybrané kapitoly z fyziky (Strojnícka fakulta)

Zimný semester, šk. r. 2017/2018

Prednášajúci: doc. Ing. Norbert Tarjányi, PhD.

1. Definícia polohového vektora, vektora rýchlosti a zrýchlenia, dráhy. Pohyb rovnomerný a rovnomerne zrýchlený (odvodenie vzťahu pre okamžitú rýchlosť a dráhu).
2. Pohyb hmotného bodu po kružnici, uhlová rýchlosť, uhlové zrýchlenie, normálové a tangenciálne zrýchlenie, vzťah medzi uhlovou a obvodovou rýchlosťou, perióda, frekvencia.
3. Newtonove pohybové zákony. Zotrvačná hmotnosť, hybnosť, impulz sily, zákon zachovania hybnosti.
4. Odstredivá a dostredivá sila, trecie sily. Určenie koeficientu šmykového trenia pomocou naklonenej roviny.
5. Newtonov gravitačný zákon, gravitačné zrýchlenie – odvodenie pre konkrétne miesto na Zemi.
6. Pohyb telesa v gravitačnom poli Zeme - šikmý vrh (čas dosiahnutia najvyššej výšky, súradnice vrcholu, čas dopadu, rovnica dráhy - odvodenie).
7. Rotačný pohyb, moment sily, moment hybnosti, moment zotrvačnosti, ťažisko - hmotný stred telesa.
8. Fyzikálne kyvadlo (pohybová rovnica fyzikálneho kyvadla a jej riešenie pre malé výchylky), experimentálne určenie momentu zotrvačnosti.
9. Práca, výkon, kinetická energia telesa konajúceho posuvný a rotačný pohyb - odvodenie.
10. Práca, výkon, potenciálna energia v malých výškach nad povrchom Zeme - odvodenie, zákon zachovania mechanickej energie.
11. Vplyv síl na tuhé teleso, definícia napätia, odvodenie Hookeovho zákona pre deformáciu ťahom.
12. Vplyv síl na tuhé teleso, definícia napätia, Hookeov zákon pre deformáciu šmykom. Súvis modulu pružnosti v šmyku s modulom pružnosti v ťahu.
13. Deformácia reálneho telesa všestranným tlakom. Objemová stlačiteľnosť.
14. Pohybová rovnica pre teleso vykonávajúce netlmené kmity okolo rovnovážnej polohy. Nájdenie riešenia a jeho analýza. Skladanie kmitov (jednosmerných a kolmých) s rovnakou amplitúdou a frekvenciou. Skladanie kmitov (jednosmerných) s rovnakou amplitúdou a odlišnou frekvenciou.
15. Pohybová rovnica pre teleso vykonávajúce tlmené kmity okolo rovnovážnej polohy. Nájdenie riešenia a jeho analýza.
16. Pohybová rovnica pre teleso vykonávajúce vynútené kmity okolo rovnovážnej polohy. Nájdenie riešenia a jeho analýza.
17. Vlnenie, Huygensov princíp, vlnová funkcia a popis jej parametrov, interferencia dvoch harmonických vln, zákon odrazu a lomu vlnenia na rozhraní dvoch prostredí.
18. Ideálna a reálna kvapalina, tlak v kvapalinách a plynch, Pascalov zákon, hydrostatický a atmosférický tlak, hydrostatický paradox.
19. Archimedov zákon, rovnica spojitosti toku pre ideálnu kvapalinu.
20. Bernoulliho rovnica (BR) pre ideálnu kvapalinu – odvodenie, použitie BR - výtok kvapaliny otvorom v stene nádoby - odvodenie.
21. Povrchové napätie, kapilárne javy, tlak pod zakriveným povrchom kvapaliny.

Príklady ku skúške pre študentov SjF ŽU

Zimný semester 2017/2018

Prednášajúci: doc. Ing. Norbert Tarjányi, PhD.

1. Pohyb bodu je určený rovnicami $x = At^2 + B$, $y = Ct^2 + D$, kde A , B , C , D sú konštanty. Vyjadrite polohový vektor bodu v čase 2 s a nájdite veľkosť rýchlosti $v(t)$ a zrýchlenia $a(t)$ v čase $t = 2$ s!

$$[v(t) = 2t\sqrt{A^2 + C^2}, \quad a(t) = 2\sqrt{A^2 + C^2}]$$

2. Dve autá vyrazili súčasne z mesta M do mesta N vzdialeného 50,4 km. Auto A_1 prešlo polovicu vzdialenosti rýchlosťou 54 km/hod. a druhú polovicu rýchlosťou 72 km/hod. Auto A_2 išlo polovicu času, ktorý potrebovalo na prejdene celej vzdialenosti, rýchlosťou 54 km/hod. a druhú polovicu času rýchlosťou 72 km/hod. Ktoré auto dorazilo do mesta N skôr a o koľko sekúnd? Ako vzdialené bolo od mesta N druhé auto v okamihu príchodu prvého auta do mesta N? Aká bola priemerná rýchlosť každého z aut?

$$[A_2; 60 \text{ s}; 1200 \text{ m}; \bar{v}_{A_1} = 61,7 \text{ km/hod}; \bar{v}_{A_2} = 63 \text{ km/hod.}]$$

3. Automobil sa rozbieha z pokoja so zrýchlením 1.5 m/s^2 . Po dosiahnutí rýchlosti 108 km/hod prejde 450 m konštantnou rýchlosťou, potom brzdí so spomalením 3 m/s^2 až do úplného zastavenia. Ako dlho trvá jazda a aká bola priemerná rýchlosť automobilu?

$$[45 \text{ s}, 20 \text{ ms}^{-1}]$$

4. Rieka šírky 100 m tečie rýchlosťou 0,3 m/s. Čln vyvinie na nehybnej hladine rýchlosť 0,5 m/s. Ako treba nasmerovať čln, aby sme sa dostali najrýchlejšie na druhý breh? Aká bude pritom rýchlosť člna vzhľadom k brehu a ako dlho trvá plavba?

$$[\cos\alpha = 0; 0,58 \text{ m/s}; 200 \text{ s}]$$

5. Analýzou záznamu tachografu vozidla bolo zistené, že vozidlo z pôvodnej rýchlosti 90 km/hod. brzdilo podľa časovej závislosti $v = v_0 - bt^2$ a zastavilo za čas 16 s. Na akej dráhe vozidlo zastavilo a akú maximálnu hodnotu dosiahla veľkosť zrýchlenia počas pohybu?

$$[266,7 \text{ m}; 3,125 \text{ m.s}^{-2}]$$

6. Koleso zotrvačníka polomeru 50 cm sa začína otáčať so stálym uhlovým zrýchlením tak, že za dobu 20 s získa bod na obvode kolesa rýchlosť 50 m/s. Koľko otáčok vykoná koleso počas rozbehu?

$$[159]$$

7. Pri meraní rýchlosti náboja sa náboj vystrelí cez dva lepenkové kotúče, ktoré sa otáčajú na spoločnej osi vo vzdialenosti 80 cm s frekvenciou $= 1\,500 \text{ ot/min}$. Aká bola rýchlosť náboja, keď obidva priestrely na kotúčoch sú navzájom posunuté o 12° ?

$$[600 \text{ ms}^{-1}]$$

8. Po opustení stanice rýchlosť vlaku rovnomerne vzrastá a po troch minútach od opustenia stanice dosahuje na dráhe zakrivenej do tvaru kružnice s polomerom $R = 600 \text{ m}$ hodnotu 72 km.h^{-1} . Treba určiť hodnotu tangenciálneho, normálneho a celkového zrýchlenia po dvoch minútach od okamihu opustenia stanice.

$$[0,11 \text{ m.s}^{-2}; 0,29 \text{ m.s}^{-2}; 0,316 \text{ m.s}^{-2}]$$

9. Pod akým uhlom musí striekať voda z hadice na úrovni zeme, aby dosiahla maximálnu výšku rovnú vzdialenosti dopadu vody na zem? Odpor vzduchu zanedbajte.

$$[75,96^\circ]$$

10. Z vodorovného dopravného pásu vo výške 2,5 m má uhlie dopadať do vzdialenosti 1,80 m. Akú obehovú rýchlosť musí mať dopravný pás?

$$[2,52 \text{ m.s}^{-1}]$$

11. Aký je uhol medzi dvomi rovnakými silami, ak výsledná sila má veľkosť rovnú polovičnej veľkosti jednej sily?

$$[151^\circ]$$

12. Medzi dve skoby upevnené v rovnakej výške proti sebe v rovnobežných stenách vzdialených 3,5 m od seba je priviazané tenké vlákno. Po zavesení záťaže hmotnosti 5 kg do stredu vlákna poklesne stred vlákna o 5 cm pod úroveň spojnice bodov upevnenia. Aká sila kolmá na steny sa snaží skoby vytrhnúť?
[860 N]
13. Gulôčka s hmotnosťou m , ktorá dostala začiatočnú rýchlosť v_0 , sa pohybuje prostredím, ktorého odporová sila F_o rastie lineárne s rýchlosťou hmotného bodu, t.j. $F_o = -k v$, kde k je konštanta. Akú dráhu prejde gulôčka až do zastavenia, keď okrem odporu prostredia nepôsobí na ňu žiadna sila?
[$s = m v_0/k$]
14. Vypočítajte, ako priemernou silou pôsobí pri servise tenista na loptičku, ak rýchlosť servovanej loptičky je 180 km/hod, hmotnosť loptičky je 60 g a dotyk loptičky s raketou trvá 0.004 s ?
[750 N]
15. Akú vzdialenosť od Zeme musí mať umelá družica, ktorá obieha tak, že sa zdá, že stojí nad určitým bodom rovníka? Polomer Zeme $R = 6378$ km.
[35882 km]
16. Sila pôsobiaca na teleso má veľkosť 5 N. Pod účinkom tejto sily sa teleso presunie o 3 m, pričom sila vykoná prácu 9 J. Aký uhol zvierá sila s vektorom posunutia?
[$\cos\alpha = 0,6$]
17. Vypočítajte, akú prácu vykoná sila $\mathbf{F} = (3, 2, 4)$ N, keď sa jej pôsobisko presunie z bodu $A = (2, 1, 0)$ m do bodu $B = (3, -4, 5)$ m.
[13 J]
18. Akú prácu vykonáme, keď posunieme o 10 m hore naklonenou rovinou bedňu hmotnosti 40 kg ? Koeficient trenia bedne o rovinu je 0.2, uhol sklonu roviny je $\pi/6$.
[2642 J].
19. Automobil hmotnosti 900 kg dosiahne pri jazde s vypnutým motorom na ceste so sklonom 5 % ustálenú rýchlosť pohybu 75 km/hod. Aký výkon musí vyvinúť motor automobilu na vodorovnej ceste, aby sa vozidlo pohybovalo rovnomerným pohybom rovnakou rýchlosťou?
[9.2 kW]
20. Oceľová špirála dĺžky $l_0 = 80$ cm sa predĺži silou $F_1 = 20$ N o dĺžku $x_1 = 5$ cm. Aká práca sa vykoná pri predĺžení špirály na dvojnásobok jej pôvodnej dĺžky, keď sila konajúca prácu je úmerná predĺženiu špirály?
[$W = 128$ J]
21. Teleso sa šmýka dolu po naklonenej rovine zvierajúcej s vodorovnou rovinou uhol 45° za účinku síl trenia so zrýchlením $a = 2,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Pod akým uhlom β musí byť naklonená rovina, aby sa teleso po nej šmýkalo po malom postrčení konštantnou rýchlosťou?
[$\beta = 33,2^\circ$]
22. Voľne padajúce teleso preletí za čas $\Delta t = 2$ sekundy dvoma bodmi P_1 a P_2 , ktorých vzdialenosti od východiskového bodu sú h_1 a h_2 . V bode P_2 je kinetická (pohybová) energia telesa 2-krát väčšia ako v bode P_1 . Aké veľké sú dráhy pádu h_1 a h_2 ?
[114,3 m; 228,67 m]
23. Štyri hmotné body s hmotnosťami $m_1 = 2$ g, $m_2 = 5$ g, $m_3 = 10$ g a $m_4 = 7$ g sú rozložené v priestore postupne tak, že zaujímajú polohy $A_1(3,4,5)$, $A_2(-2,-3,-4)$, $A_3(-4,2,7)$, $A_4(1,-4,-6)$, kde súradnice v zátvorkách sú udané v cm. Nájďte polohu ťažiska sústavy hmotných bodov!
[(-1,54;-0,62;0,75) cm]
24. Nájďte polohu ťažiska útvaru, ktorý vznikne tak, že sa z obdĺžnikovej dosky zanedbateľnej hrúbky so stranami a , b vyrezal na strane dĺžky b polkruh priemeru b a priložil sa na protiahlú stranu dosky.
25. Nájďte polohu ťažiska drôtu ohnutého do tvaru štvrtkružnice s polomerom r !
[$x_T = 2r/\pi$, $y_T = 2r/\pi$]

26. Nájdite moment zotrvačnosti rovnorodej dosky tvaru rovnoramenného trojuholníka s ramenami b a základňou $2a$ vzhľadom na os kolmú na základňu a prechádzajúcu protiľahlým vrcholom, keď hmotnosť dosky je m .
 $[(1/6)ma^2]$
27. Akou uhlovou rýchlosťou rotuje okolo osi prechádzajúcej ťažiskom homogénna tyč dĺžky $l = \sqrt{6}$ m a hmotnosti $m = 5$ kg, keď jej kinetická energia je rovná 5 J?
 $[2 \text{ rad s}^{-1}]$
28. Tyč dĺžky $l = 1$ m je upevnená tak, že sa môže otáčať okolo vodorovnej osi prechádzajúcej koncovým bodom tyče. Akú rýchlosť musíme udeliť voľnému koncovému bodu tyče, aby pri svojom vychýlení z rovnovážnej polohy dosiahol vodorovnú rovinu prechádzajúcu osou otáčania?
 $[v_0 = (3gl)^{1/2} = 5,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}]$
29. Vypočítajte hodnotu Poissonovho čísla látky, ktorej objem sa pri deformácii ťahom nemení.
 $[0.5]$
30. O koľko by sa účinkom vlastnej tiaže predĺžilo oceľové lano dĺžky l spustené do mora do takej hĺbky, aby lano voľne viselo a bolo celé ponorené do vody, keď hustota vody je ρ_v , hustota lana je ρ_l a modul pružnosti v ťahu ocele je E ?
 $[\Delta l = g l^2(\rho_l - \rho_v)/(2 E)]$
31. Valcová tyč pôvodnej dĺžky l je na jednom konci upevnená a na druhom konci namáhaná v smere dĺžky silou F . Ako sa zmenil objem tyče pri deformácii, keď modul pružnosti v ťahu tyče je E a Poissonov koeficient pre tyč je τ ?
 $[\Delta V = l F(\tau - 2)/(\tau E)]$
32. Drôt pôvodnej dĺžky $l_0 = 10$ m je na jednom konci upevnený a na druhom konci sa napína v smere dĺžky silou $F = 200$ N, čím sa predĺži o $\Delta l = 4$ mm. Nájdite pôvodný priemer drôtu ako aj zmenu priemeru pri predĺžení, ak modul pružnosti v ťahu drôtu $E = 2 \cdot 10^{11}$ Pa a jeho modul pružnosti v šmyku $G = 7,35 \cdot 10^{10}$ Pa!
 $[0,18 \text{ cm}; 0,2 \cdot 10^{-4} \text{ cm}]$
33. O koľko sa predĺži oceľový prút dĺžky 25 m pôsobením vlastnej váhy, keď visí upevnený za jeden koniec? Prierez prútu je 1 cm^2 , hustota ocele je 7800 kg/m^3 , modul pružnosti v ťahu je 210 GPa.
 $[1.139 \cdot 10^{-4} \text{ m}]$
34. Vzdialenosť dvoch bodov, odmeraná oceľovým meradlom pri teplote 30°C , bola 186 m. Aká je skutočná hodnota tejto dĺžky, keď meradlo je správne pri teplote 18°C ?
 $[186.024 \text{ m}]$
35. Na pružine tuhosti 20 N/m je zavesené závažie hmotnosti 300 g. Aká je perióda kmitov tohoto závažia?
 $[0.77 \text{ s}]$
36. Teleso zavesené na pružine vykonáva kmitavý pohyb okolo svojej rovnovážnej polohy s periódou 0.4 s. Vyjadrite závislosť výchylky telesa od času, keď maximálna výchylka je 5 mm a v čase nula má teleso výchylku -3 mm a smeruje do svojej rovnovážnej polohy.
 $[\text{napr. } y(t) = A \cdot \sin(\omega t + \varphi); A = 5 \text{ mm}, \omega = 5 \text{ s}^{-1}\pi, \varphi = -0.644 \text{ rad}]$
37. Aký je koeficient útlmu tlmených harmonických kmitov hmotného bodu, keď podiel dvoch za sebou nasledujúcich výchyliek na tú istú stranu sa rovná 2 a perióda tlmených kmitov je 0.5 s? Aká by bola perióda netlmených kmitov za tých istých podmienok?
 $[\delta = 1.39 \text{ s}^{-1}, T_0 = 0.497 \text{ s}]$
38. Nájdite amplitúdu výsledného harmonického pohybu, ktorý vznikne zložením dvoch jednosmerných kmitavých pohybov s rovnakou periódou, s amplitúdami 3 cm a 5 cm, keď rozdiel ich fáz je $\pi/3$.
 $[7 \text{ cm}]$

39. Aký je fázový rozdiel dvoch kmitajúcich bodov rovinatej vlny, ak ich vzájomná vzdialenosť je 2 m a vlnová dĺžka je 0,5 m?
[8π]
40. Akú frekvenciu má rovinná vlna, ktorá potrebuje 12 sekúnd na prekonanie dráhy, rovnú 7,5 vlnovým dĺžkam?
[$0,625\text{ s}^{-1}$]
41. Aká je výchylka bodu z rovnovážnej polohy v čase $T/6$, ak bod je vzdialený od zdroja vlnenia $\lambda/12$, keď amplitúda výchylky je 5 cm? Zdroj má v čase $t = 0$ nulovú výchylku.
[2,5 cm]
42. Hliníková guľa má tiaž vo vzduchu 5,4 N a vo vode 2,4 N. Je guľa homogénna alebo má dutinu?
[má dutinu]
43. Kúsok skla má tiaž 1,3 N. Vo vode je jeho zdanlivá tiaž 0,824 N. Aká je hustota skla? Hustota vody je 1000 kg/m^3 .
[2731 kgm^{-3}]
44. Nádoba valcovitého tvaru má v stene nad sebou dva otvory vo výškach h_1 a h_2 od dna. V akej výške má byť hladina tekutiny nad dnom nádoby, aby tekutina striekala z oboch otvorov do rovnakej vzdialenosti na vodorovnú rovinu, na ktorej je nádoba položená?
[$h = h_1 + h_2$]
45. Nákladný čln s hmotnosťou 6,5 t vyplával z rieky na more ($\rho = 1,03\text{ g/cm}^3$). Ako treba upraviť náklad člna, aby ponor zostal rovnaký?
[pridať náklad $m = 195\text{ kg}$]
46. Voda priteká potrubím s priemerom 0,04 m rýchlosťou $1,25\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ do dýzy, z ktorej vyteká rýchlosťou $20\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Aký je priemer dýzy?
[0,01 m]
47. Akou rýchlosťou vyteká voda z výstupného otvoru údolnej priehrady, ak je otvor 20 m pod voľnou hladinou?
[$20\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$]
48. Aký musí byť priemer kapiláry v tele rastliny, aby v nej voda vystúpila do výšky 5 m? (Predpokladajte dokonalú zmáčavosť steny a hodnotu povrchového napätia vody $7 \cdot 10^{-2}\text{ N/m}$).
[$5,7\text{ }\mu\text{m}$]
49. Do akej výšky vystúpi voda v dôsledku kapilarity medzi dvoma zvislými platňami s dokonale zmáčavým povrchom, ktorých vzdialenosť je 0,1 mm, ak je povrchové napätie vody $0,07\text{ N/m}$?
[14.3 cm]
50. Akú vrstvu vody udrží impregnovaná tkanina, ak otvory medzi vláknami považujeme za kruhové s priemerom 0,1 mm? [28.5 cm]