Úvodní poznámka editora

V této *Sbírce úloh* jsou shromážděny úlohy, které typově odpovídají úlohám, jež se objeví v ústní části maturitní zkoušky z fysiky ve třídách, kde vyučuje Jan Voženílek. Úlohy byly často čerpány ze zadání přijímacích zkoušek do vysokých škol, popř. ze sbírek pro vysokoškolské kursy; předloženou sbírku lze proto také užít k přípravě na přijímací zkoušky.

O jednotlivých částech a průběhu ústní maturitní zkoušky podrobně informuje dokument *Obecný popis uspořádání maturitní zkoušky z fysiky*; zde pouze připomeňme, že maturitní otázky budou konstruovány „napříč" tradičními učebními celky, zatímco tato sbírka ve svém uspořádání (z praktických důvodů) tyto tradiční celky respektuje. Pouze úlohy, k jejichž řešení se (obvykle) užívá diferenciálního neb integrálního počtu, jsou uvedeny až naposledy. Zcela v závěru jsou navíc připojeny (typové) otázky ke druhé části *Orientace* nazvané *Závislosti*.

Sbírka není „originálním fysikálně-didaktickým dílem", neboť je tvořena převzatými (někdy mírně upravenými) úlohami. Nejčastěji byly užity *Sbírky řešených příkladů z matematiky, fyziky a informatiky* vydané v různých letech MFF UK a slavná Hajkova *Fyzika v príkladoch*. Na některé zajímavé úlohy editora sbírky upozornila jeho někdejší vyučující J. Kuglerová. Další příklady jsou čerpány z běžných středoškolských sbírek a z literatury k fysikální olympiádě; seznam pramenů je na webu vyučujícího.

Sbírka byla vysázena typografickým systémem $\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}$-TEX.

-jvk-

V Liberci, v den sv. Silvestra 2005.

Poznámka ke druhému vydání

Ve druhém vydání byly opraveny chyby nalezené ve vydání předchozím. Dále byla upravena část týkající se užití diferenciálního a integrálního počtu ve fysice; některé příklady byly nahrazeny jinými a bylo upraveno pořadí příkladů. Aby nedošlo ke kolizi s označením příkladů z předchozího vydání, jsou nyní tyto příklady číslovány počínaje číslem 301.

25. Ocelová koule plove na rtuti. O kolik procent svého objemu se vynoří ze rtuti, nalejeme-li na ni tolik vody, aby byla celá ponořená? Hustota oceli $\varrho = 7860$ kg·m^{-3}, hustota rtuti $\varrho_1 = 13\,550$ kg·m^{-3}, vody $\varrho_2 = 1000$ kg·m^{-3}.

26. Stejnorodá koule o objemu V a hustotě ϱ je v rovnovážné poloze na rozhraní dvou kapalin v klidu. Horní kapalina má hustotu ϱ_1, dolní kapalina má hustotu ϱ_2; $\varrho_1 < \varrho < \varrho_2$. a) Jaká část objemu koule je v horní kapalině a jaká v dolní kapalině? b) Proveďte diskusi výsledku. c) Popište situace pro $\varrho = \varrho_1$ a pro $\varrho = \varrho_2$.

27. Vodorovnou trubicí proměnného průřezu protéká voda. Určete množství vody, které proteče průřezem trubice za 1 s, jestliže v místě o průřezu S_1 resp. S_2 umístíme manometrické trubice, které vykazují rozdíl vodních hladin 20 cm; přitom $S_1 = 10$ cm^2 a $S_2 = 20$ cm^2.

28. Z ústí hadice o průřezu 0,5 cm^2, které je umístěno těsně nad vodorovným povrchem Země, stříká voda pod úhlem 45° do vzdálenosti 15 m. Určete hmotnost vody, která je v určitém okamžiku nad povrchem Země.

29♣. Z otvoru ve stěně nádoby ve výšce 20 cm nad dnem tryská voda; hladina je ve stálé výši 100 cm nad dnem. Určete a) rychlost vody proudící otvorem, b) vzdálenost, do které voda na podlaze dostříkne.

Molekulová fysika a termika

30. Pět ocelových desek o celkové hmotnosti 7 kg bylo zahřáto na teplotu 910 °C a ponořeno do oleje o teplotě 10 °C. Hustota oleje je 940 kg·m^{-3}, měrná tepelná kapacita oleje 1 760 J·kg^{-1}·K^{-1}, teplota vzplanutí oleje 230 °C a měrná tepelná kapacita oceli 452 J·kg^{-1}·K^{-1}. Kolik litrů oleje musíme použít do kalicí lázně, aby její konečná teplota byla 40 °C pod teplotou vzplanutí oleje?

31. V hliníkové nádobě kalorimetru o hmotnosti 40 g je voda o hmotnosti 150 g; teplota soustavy je 20 °C. Ocelová kulička o hmotnosti 20 g byla rychle přenesena z prostoru pece do nádoby kalorimetru. Určete teplotu prostoru pece, je-li přírůstek teploty vody v kalorimetru 10 °C. Měrná tepelná kapacita oceli je 452 J·kg^{-1}·K^{-1}, hliníku je 896 J·kg^{-1}·K^{-1}.

32. V termosce o tepelné kapacitě C_k je led o hmotnosti m a teplotě $t_1 < 0$ °C. Do ledu zasuneme topnou spirálu o odporu R, jejíž tepelnou kapacitu můžeme zanedbat. Spirálu připojíme ke zdroji elektrického napětí. Jaké musí být napětí U tohoto zdroje, aby za dobu τ led roztál a teplota uvnitř termosky stoupla na

322. Jak velkou práci musíme vykonat při adiabatickém stlačení vodíku na polovinu původního objemu $V_1 = 1$ m^3, byl-li počáteční tlak $p_1 = 2 \cdot 10^5$ Pa?

323. Z desky velmi malé tloušťky h, z materiálu s měrným odporem ϱ vyřízneme rovinný prstenec tvaru mezikruží s vnitřním poloměrem R_1 a vnějším poloměrem R_2. Jaký bude odpor tohoto prstence, jestliže a) prstenec radiálně rozřízneme a okraje řezu budou tvořit přívody proudu, b) přívody proudu budou obě ohraničující kružnice?

324. Ukažte, že elektrický výkon je při daném zdroji (o elektromotorickém napětí U_e a vnitřním odporu R_i zdroje) maximální, je-li vnější odpor R roven vnitřnímu odporu zdroje R_i.

325. Užitím Fermatova principu odvoďte zákon lomu světla $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{c_1}{c_2}$, kde c_1 resp. c_2 je rychlost světla v prvním resp. druhém prostředí.

326. Předpokládejte, že rychlost rozpadu radioaktivních jader je úměrná počtu těchto jader, tedy

$$-\frac{dN}{dt} = \lambda N;$$

na základě tohoto předpokladu odvoďte rozpadový zákon.

elektrického pole ve třetím vrcholu, jestliže a) oba náboje jsou kladné, b) oba náboje jsou záporné, c) jeden náboj je kladný, druhý záporný.

55♣. Ve všech vrcholech čtverce o straně a je umístěn kladný bodový náboj Q. Určete intenzitu elektrického pole a potenciál ve středu čtverce.

56. Vypočítejte kapacitu deskového kondenzátoru s plochou polepu 200 cm^2. Mezi polepy je sklo tloušťky $d_1 = 1$ mm, z obou stran je pokryté parafínem tloušťky $d_2 = 0{,}2$ mm. Sklo má relativní permitivitu 7 a parafín 2.

57. Desky rovinného deskového kondenzátoru s plošným obsahem $S = 500$ cm^2 jsou od sebe vzdálené $d = 1$ cm. Jsou nabité napětím $U_1 = 5000$ V. Jakou práci musíme vykonat, abychom desky oddálili na vzdálenost $d_2 = 4$ cm?

58. Určete velikost elektrických odporů dvou topných spirál elektrického vařiče na napětí 220 V, má-li příkon při zapojení sériovém být 220 W a při zapojení paralelním 880 W.

59♣. Elektrický obvod se skládá ze tří vodičů stejné délky. Vodiče jsou ze stejného materiálu a jsou zapojené za sebou. Průřezy vodičů jsou: $S_1 = 1$ cm^2, $S_2 = 2$ cm^2, $S_3 = 3$ cm^2. Rozdíl potenciálů na koncích obvodu $U = 12$ V. Určete úbytek napětí na každém vodiči.

60. Dvě tyčinky stejného průřezu, jedna z uhlíku (ϱ_C, α_C) a druhá z oceli (ϱ_Fe, α_Fe), jsou spojeny za sebou. Při jakém poměru jejich délek bude elektrický odpor této kombinace nezávislý na teplotě?

61. Dva vodiče, jeden z uhlíku ($\varrho_1 = 40\ \Omega{\cdot}\mathrm{mm}^2$, $\alpha_1 = -8 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{K}^{-1}$), druhý ze železa ($\varrho_2 = 0{,}12\ \Omega{\cdot}\mathrm{mm}^2$, $\alpha_2 = 6 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{K}^{-1}$) jsou spojeny za sebou. Celkový odpor kombinace nezávisí na teplotě. Určete a) jaký je poměr délek těchto vodičů, jestliže jejich průřezy jsou sobě rovné, b) jaký je poměr průřezů těchto vodičů, jestliže jejich délky jsou sobě rovné.

62. Vypočítejte odpor drátěné krychle, jejíž každá hrana má odpor R_0, jestliže je zdroj stejnosměrného napětí připojen a) ke středům dvou protějších hran, b) ke dvěma protějším vrcholům.

63. Jak velký odpor klade stejnosměrnému proudu drátěný čtverec $ABCD$ s úhlopříčkou BD, jestliže proud prochází a) od vrcholu B k D, b) od vrcholu A k C. Jak velké proudy tekou v tomto případě ve větvích ABC, ADC, BD, jestliže celkový proud vtékající v bodě A má hodnotu I? Je dána strana čtverce a, průřez drátu S, měrný odpor ϱ.

dráze ZA? Jak tlustou planparalelní destičku je třeba vložit do cesty ZA, aby počet vln v obou drahách byl stejný? Index lomu destičky $n = 1{,}5$.

89. Na ohybovou mřížku s mřížkovou konstantou d dopadá kolmo monofrekvenční světlo o vlnové délce $\lambda = 589{,}6$ nm. Za mřížkou je umístěna spojka s ohniskovou vzdáleností $f = 40$ cm. V ohniskové rovině čočky kolmo k její optické ose se nachází stínítko. a) Vypočtěte mřížkovou konstantu d dané mřížky, víte-li, že první maximum vznikne ve vzdálenosti $l = 6$ cm od hlavního maxima. Řešte nejprve obecně, pak pro zadané hodnoty. b) Nalezneme ve spektru dané mřížky i maximum čtvrtého řádu? c) Jakou barvu mají spektrální čáry?

90. Stůl je osvětlený dvěma žárovkami o stejné svítivosti $I = 200$ cd. Vzdálenost mezi žárovkami $d = 1$ m. Žárovky jsou ve výšce $h = 2$ m nad rovinou stolu. Vypočítejte intenzitu osvětlení: a) v bodech pod žárovkami, b) uprostřed mezi těmito body

91♣. Deska stolu je osvětlována z bodového zdroje Z, který má tu vlastnost, že vysílá světlo do všech směrů stejně (viz obrázek v příloze). a) Jaké je osvětlení stolu v bodě X, je-li $|ZX| = 1$ m a svítivost zdroje l00 cd? b) Rovinné zrcadlo umístíme dle obrázku. Podaří se nám tímto uspořádáním zdvojnásobit osvětlení místa X oproti předcházejícímu případu? Vysvětlete.

Speciální teorie relativity

92. Elektricky nabité π-mezony mají vzhledem k laboratorní vztažné soustavě kinetickou energii $E_k = 7m_0c$, střední dobu života $T = 1{,}76 \cdot 10^{-5}$ s. Určete vlastní dobu života π-mezonu; m_0 je klidová hmotnost π-mezonů.

93. Jaké napětí elektrostatického pole by bylo zapotřebí podle klasické teorie na to, aby elektron v tomto poli získal rychlost světla? Jakou rychlost získá elektron v tomto poli podle relativistické mechaniky?

94. Určete hmotnost a rychlost elektronu, jestliže jeho $E_k = 2 \cdot 10^5$ eV.

Optika

82. Ohnisková vzdálenost objektivu mikroskopu je $f_1 = 3$ mm a okuláru $f_2 = 3$ cm. Délka mikroskopu $d = 16$ cm. Určete, do jaké vzdálenosti před objektiv je třeba umístit předmět, aby oko mohlo pozorovat obraz v mikroskopu z konvenční zrakové vzdálenosti $l = 25$ cm.

83. Tenká ploskodutá čočka je ponořená ve vodorovné poloze do vody tak, že prostor pod ní je vyplněn vzduchem. Optická mohutnost soustavy $\Phi = -2{,}6$ D. Určete poloměr křivosti čočky. Index lomu skla $N_1 = 1{,}5$; index lomu vody $N_2 = 1{,}33$.

84♣. Korková zátka plave na hladině rybníka, jehož hloubka je $h = 1{,}6$ m. Kde se nachází stín zátky na dně rybníku, když Slunce právě zapadá? Index lomu vody $n = 1{,}33$.

85. Světelný paprsek dopadá na horní plochu skleněné krychle v rovině dopadu rovnoběžné s čelní plochou krychle. Prochází vnitřkem krychle a dopadá na její boční stěnu. Znázorněte graficky průchod paprsku krychlí. Rozhodněte, zda může světlo vycházet touto boční stěnou ven. Řešte nejprve obecně, poté pro index lomu skla $n = 1{,}5$.

86♣. Skleněný hranol, jehož průřez má tvar rovnoramenného trojúhelníku, je ponořen do vody tak, že jeho základna splývá s hladinou vody. Kolmo na tuto základnu dopadá ze vzduchu paprsek monofrekvenčního světla o vlnové délce ve vakuu λ_0. a) Jakou hodnotu α_m má mezní úhel pro rozhraní sklo-voda? b) Při kterých hodnotách lámavého úhlu φ hranolu nastává na rozhraní skla a vody úplný odraz? c) Jakou nejmenší tloušťku d musí mít tenká antireflexní vrstva, kterou pokryjeme základnu, aby se maximálně zeslabilo odražené světlo? Řešte nejprve obecně, pak vypočtěte hledané hodnoty číselně. Index lomu skla je $n_1 = 1{,}6$, vody $n_2 = 1{,}33$, antireflexní vrstvy $n_3 = 1{,}35$, $\lambda_0 = 650$ nm.

87. Optická mřížka má 1000 vrypů na 1 mm. Pro které vlnové délky dává pouze maximum 1. a 2. řádu? Jak daleko od nultého maxima vznikne na stínítku maximum 1. řádu pro vlnovou délku 500 nm, je-li stínítko vzdáleno $l = 2$ m od mřížky?

88. Bodový zdroj světla Z vysílá světlo o vlnové délce $\lambda = 500$ nm. Světelný paprsek dopadá kolmo na rovinné stínítko do bodu A, který je vzdálen 1 m od zdroje. Druhý světelný paprsek z téhož zdroje dopadá na totéž stínítko do bodu B vzdáleného od bodu A o 10 mm. O kolik vln je více na dráze ZB než na

64. Určete proudy v jednotlivých větvích obvodu (viz schéma v příloze): $U_{e_1} = 12$ V, $U_{e_2} = 4$ V, $U_{e_3} = 6$ V, $R_1 = 20\,\Omega$, $R_2 = 12\,\Omega$, $R_3 = 10\,\Omega$.

65. Určete proudy v jednotlivých větvích obvodu (viz schéma v příloze): $U_{e_1} = 5$ V, $U_{e_2} = 1$ V, $U_{e_3} = 3$ V, $R_1 = 1\,\Omega$, $R_2 = 1\,\Omega$, $R_3 = 2\,\Omega$, $R_4 = 4\,\Omega$.

66♣. Měřicí systém ampérmetru má odpor 2,7 Ω a ručka přístroje ukazuje plnou výchylku při proudu 6 mA. Určete odpor bočníku, který musíme připojit k ampérmetru, abychom mohli měřit proudy do 60 mA.

67. Z drátu o délce l, průřezu S a odporu R odstřihneme část o délce x a přiložíme ji těsně podél zbytku drátu. Jak dlouhý musí být odstřižený drát, jestliže po této úpravě má klesnout celkový odpor na polovinu původní hodnoty.

68. Ponorný elektrický vařič má dvě topné spirály, které jsou napájeny ze zdroje napětí. Při zapojení jedné z nich začne vřít voda o počáteční teplotě t_0 za dobu τ_1, při zapojení druhé za dobu τ_2. Vypočtěte: a) poměr elektrických odporů R_1, R_2 topných spirál; b) dobu τ_3, za kterou se voda stejné hmotnosti a o stejné počáteční teplotě uvede do varu při zapojení obou spirál za sebou; c) dobu τ_4, za kterou se voda stejné hmotnosti a o stejné počáteční teplotě uvede do varu při zapojení obou spirál vedle sebe; d) změnu poměru dob τ_1, τ_2, když místo vody budeme uvažovat olej o stejné hmotnosti a stejné počáteční teplotě; e) změnu doby τ_1 pro případ uvedený v předcházejícím bodě. Řešte nejprve obecně, pak pro $t_0 = 50$ °C, $\tau_1 = 15$ min, $\tau_2 = 30$ min. Měrná tepelná kapacita vody $c_v = 4{,}2$ kJ·kg^{-1}·K^{-1}, měrná tepelná kapacita oleje $c_{ol} = 1{,}8$ kJ·kg^{-1}·K^{-1}, teplota varu vody $t_v = 100$ °C, teplota varu oleje $t_{ol} = 150$ °C. Předpokládejte, že teplo přechází ze spirál do kapaliny beze ztrát. Ztráty tepla způsobené ohřevem nádoby a okolního vzduchu zanedbejte. Změnu elektrického odporu spirál s teplotou neuvažujte.

69. Poniklování kovového předmětu, který má povrch 120 cm^2, trvalo 5 hodin při elektrickém proudu 0,3 A. Nikl je dvojmocný. Vypočítejte tloušťku niklové vrstvy. (Relativní atomová hmotnost niklu 58,69.)

70. Předmět s povrchem $S = 20$ dm^2 je nutno postříbřit vrstvou tloušťky 2/10 mm. Kolik stříbra se musí vyloučit? Jak dlouho bude trvat pokovování, jestliže 1 dm^2 plochy je možno zatížit proudem 0,4 A? ($\varrho = 10\,500$ kg·m^{-3}, $A = 1{,}118$ mg·A^{-1}·s^{-1}.)

71. V rovině xy leží dva rovnoběžné, tenké, přímé a nekonečně dlouhé vodiče. Osa y je osou prvního vodiče s proudem I_1, osa druhého vodiče s proudem I_2

309. Uprostřed nad kruhovou deskou stolu poloměru $R = 1$ m je světelný zdroj. Vypočítejte, do jaké výšky je třeba světelný zdroj posunout, aby intenzita osvětlení okraje stolu byla největší.

310. Odvoďte vztah pro objem koule o poloměru R.

311. Určete polohu těžiště tenké homogenní desky omezené obloukem paraboly $y^2 = 2px$ a přímkou $x = a$; $p, a \in \mathbf{R}_+$.

312. Určete polohu těžiště homogenního tělesa tvaru rotačního kužele, který má poloměr podstavy R a výšku h.

313. Určete moment setrvačnosti homogenní velmi tenké tyče délky l a hmotnosti m vzhledem k ose procházející těžištěm kolmo na tyč.

314. Tenká homogenní tyč délky l je otáčivá kolem vodorovné osy procházející jedním koncem tyče. Jakou rychlost musíme udělit druhému koncovému bodu tyče, aby se dostala z rovnovážné polohy stálé do rovnovážné polohy vratké? Délka tyče $l = 60$ cm.

315. Určete práci potřebnou k vynesení družice o hmotnosti m do výšky h nad povrch Země. Předpokládejte, že jsou známy hmotnost M a poloměr R Země. Neuvažujte kinetickou energii družice. Gravitační pole Země nelze (v řešeném problému) pokládat za homogenní!

316. Koule plave v kapalině hustoty ϱ tak, že je v ní ponořená polovinou svého objemu. Jaká práce se vykoná při vytažení koule nad hladinu kapaliny, jestliže poloměr koule je R?

317. Vypočtěte práci, kterou musíme vykonat, abychom vyčerpali nádrž tvaru polokoule, je-li naplněna do poloviny vodou. Poloměr je $r = 2$ m.

318. Jakou tlakovou silou působí kapalina na svislou obdélníkovou stěnu o základně a, jež je do výšky h ve styku s kapalinou?

319. Přehradní hráz má tvar rovnoramenného lichoběžníka. Voda sahá do výšky $h = 50$ m; této výšce je šířka hráze $a = 80$ m, u dna je šířka $b = 50$ m. Vypočítejte tlakovou sílu, kterou voda působí na hráz.

320. Určete velikost hydrostatické tlakové síly, která působí na plášť válce výšky v a poloměru R, zcela zaplněného kapalinou o hustotě ϱ.

321. Vypočtěte práci, kterou vykoná ideální plyn při isotermické expanzi, jestliže jeho počáteční objem je $V_1 = 10$ dm^3 a tlak $p_1 = 10^3$ kPa; konečný tlak po expanzi je $p_2 = 10^2$ kPa.

hodnotu $t_2 > 0$ °C? Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $C_k = 50$ J·K^{-1}, $m = 1$ kg, $t_1 = -6$ °C, $t_2 = 21$ °C, $R = 9\,\Omega$, $\tau = 72$ min. Měrná tepelná kapacita ledu je 2,1 kJ·kg^{-1}·K^{-1}, vody 4,2 kJ·kg^{-1}·K^{-1}, měrné skupenské teplo tání ledu je 330 kJ·K^{-1}.

33♣. Do termosky (o tepelné kapacitě K) s vodou o hmotnosti m_1 a o teplotě t_1 byla přivedena sytá vodní pára o hmotnosti m_2 a o teplotě t_2. Všechna přivedená pára zkapalněla a voda s termoskou se ohřála o Δt. Určete měrné skupenské teplo kondenzační l_v vodní páry teploty t_2. Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $m_1 = 500$ g, $t_1 = 20$ °C, $m_2 = 12$ g, $\Delta t = 14$ °C, $t_2 = 100$ °C, $K = 0{,}12$ kJ·K^{-1}. Tepelné ztráty do okolí termosky zanedbejte. Měrná tepelná kapacita vody $c = 4{,}18$ kJ·kg^{-1}·K^{-1}.

34♣. Hliníkový kotouč poloměru $r = 20$ cm se otáčí kolem volné osy rychlostí $\omega = 100$ s^{-1}. Kotouč zabrzdíme přitlačením stejného hliníkového kotouče. O kolik se může nejvíce zvýšit jejich teplota? Měrná tepelná kapacita hliníku $c = 900$ J·kg^{-1}·K^{-1}.

35. Setrvačník má tvar kříže, na jehož ramenech délky 10 cm jsou upevněna čtyři závaží, každé o hmotnosti 0,5 kg. (Hmotnost ramen je zanedbatelná.) Setrvačník se otáčí s frekvencí 43 Hz. Náhle se zastaví. Jak se změní při tomto ději vnitřní energie setrvačníku a ložiska?

36. Kompresní poměr naftového motoru je 15. Při adiabatické kompresi je stlačován vzduch z tlaku 10^5 Pa při teplotě 50 °C. Jaký bude tlak vzduchu a jeho teplota na konci komprese?

37. Ve vodorovně umístěné nádobě, která má tvar válce o délce 85 cm, je pohyblivý píst, který rozděluje nádobu na dvě části. V levé části je kyslík O_2, v pravé vodík H_2 o téže hmotnosti a teplotě. Určete polohu pístu v rovnovážném stavu. Tření neuvažujte.

38♣. Vzduch, který se nachází v nádobě o objemu 3 l, je odčerpáván pístovou vývěvou, jejíž pracovní komora má objem 2 l. Vypočtěte, jaký bude v nádobě tlak po čtvrtém zdvihu pístu, bude-li čerpání probíhat tak, že teplota v nádobě i v pracovní komoře zůstane konstantní.

39. Dvě stejné válcovité nádoby A, B o obsahu dna S a výšky h jsou postaveny vedle sebe na vodorovné desce a jsou spojeny těsně u dna krátkou trubičkou. Nádoba A je uzavřená. Otevřenou nádobu B zcela naplníme vodou. Jaký je maximální objem vody V, kterou je možno do takto postavených nádob nalít,

OBSAH

Mechanika

1♣. Vlak má délku 150 m a rychlost 54 km·h^{-1}. Z jeho okna hledí (kolmo) člověk a vidí protijedoucí vlak o délce 100 m po dobu 4 s. Určete: a) rychlost protijedoucího vlaku, b) dobu viditelnosti první soupravy ze druhé, c) dobu míjení obou vlaků.

2♣. Vlak tažený elektrickou lokomotivou má délku 150 m. Jede rychlostí 90 km·h^{-1}. a) Za jak dlouho mine vlak zaměstnance ČD u domku? b) Za jak dlouho přejede 300 m dlouhý most? c) Za jak dlouho mine druhý vlak o rychlosti 54 km·h^{-1} a délce 100 m?

3♣. Jules Verne napsal román „Ze Země na Měsíc“, v němž je vyslána k Měsíci dělová střela s lidskou posádkou. Hlaveň užitého děla měla délku 220 m. a) Jak dlouho se střela pohybovala uvnitř hlavně, když vylétla 2. kosmickou rychlostí? b) Jaké bylo její zrychlení? Diskutujte o výsledku. c) Jak by musela být dělová hlaveň dlouhá, aby kosmonauté byli vystaveni zrychlení nejvýše $10g$?

4. Rychlík se pohybuje rychlostí o velikostí 108 km·h^{-1}. Strojvedoucí rychlíku spatří ve vzdálenosti 180 m před sebou nákladní vlak, který jede po téže kolejnici stejným směrem rychlostí o velikostí 32,4 km·h^{-1}. Strojvůdce zabrzdí a rychlík se začne pohybovat rovnoměrně zpomaleně se zrychlením o velikosti 1,2 m·s^{-2}. Rozhodněte, zda vzdálenost 180 m stačí k tomu, aby nenastala srážka.

5♣. Kolona vozidel humanitárního konvoje o délce a se pohybuje rychlostí v_1. Od čela kolony k poslednímu vozidlu projela spojka průměrnou rychlostí v_2 a zpět rychlostí v_3. Jakou dobu k tomu potřebovala a jakou dráhu projela? Řešte nejprve obecně, pak pro speciální případ $v_3 = v_2 = 2v_1$.

6♣. Těleso padá volným pádem. Po čase t_1 je za ním z téže výšky vrženo svisle dolů druhé těleso rychlostí v_0. Druhé těleso mine první těleso za dobu t_2 od okamžiku, kdy bylo vrženo druhé těleso. Odpor vzduchu zanedbáme. a) Jakou rychlostí bylo vrženo druhé těleso? b) V jak velké vzdálenosti od výchozího bodu se tělesa minula? c) Za jakou dobu od počátku vrhu druhého tělesa budou tělesa od sebe vzdálena o délku s_0?

7. Motorový člun přeplouvá přes řeku o šířce 300 m; při tom je unášen vodním proudem. Rychlost člunu vzhledem k vodě je 1,6 m·s^{-1}, rychlost člunu vzhledem ke břehům 1,2 m·s^{-1}. a) O jakou vzdálenost unese voda člun ve směru proudu řeky? b) Jakou dráhu člun při přeplouvání řeky urazí a jakou rychlostí se po této