Kinematika hmotného bodu. Základní charakteristika pohybů. Aplikace.

1) Z určitého místa na břehu, které je ve výšce h nad hladinou vody, byla současně vržena vodorovným směrem dvě tělesa s počátečními rychlostmi v_1 a v_2. Obě tělesa dopadla na hladinu vody současně, přičemž první těleso dopadlo do vody ve vzdálenosti 10 m od břehu.
a) Určete dobu, po kterou se každé těleso pohybovalo a výšku, ze které bylo vrženo.
b) V jaké vzdálenosti dopadlo druhé těleso na hladinu vody?
(v_1 = 2 m.s^{-1}, v_2 = 4 m.s^{-1}, g = 10 m.s^{-2})

2) Sportovní vůz se rozjížděl v zatáčce o poloměru r z klidu rovnoměrně zrychleným pohybem s tečným zrychlením o velikosti a po dobu t. Vypočtěte velikost celkového zrychlení vozu na konci osmé sekundy jízdy.
(r = 200 m, a = 4 m.s^{-2}, t = 8 s)

3) Určete počáteční rychlost a konstantní zrychlení cyklisty, který během páté sekundy urazil dráhu s_1 a během desáté sekundy urazil dráhu s_2.
(s_1 = 12 m, s_2 = 16 m)

4) Automobil se pohybuje stálou rychlostí v po přímé silnici. Ve vzdálenosti x od silnice stojí pozorovatel. Určete, za jak dlouhou dobu po průjezdu nejkratší vzdáleností od pozorovatele se vozidlo vzdaluje rychlostí v/3.
(v = 30 m.s^{-1}, x = 100 m)

5) Po dvou přímých silnicích, které se protínají pod úhlem α, se pohybují dva automobily se stálými rychlostmi v_1 a v_2. Určete velikost jejich vzájemné rychlosti. Za jak dlouho po vzájemném setkání automobilů na křižovatce bude vzdálenost mezi oběma automobily rovna s?
(α = 30°, v_1 = 10 m.s^{-1}, v_2 = 10 m.s^{-1}, s = 200 m)

6) Náboj byl vystřelen pod elevačním úhlem α a dopadl za dobu t na místo, které je ve výši h nad horizontální rovinou, Vypočtěte horizontální vzdálenost místa dopadu náboje a jeho počáteční rychlost. Odpor vzduchu zanedbáváme.
(α = 30°, t = 1,65 s, h = 800 m, g = 10 m.s^{-2})

7) Autobus zmenšil rovnoměrným brzděním svoji rychlost z v_1 na v_2 a urazil přitom dráhu s. Jak dlouhou dobu brzdil?
(v_1 = 60 km.h^{-1}, v_2 = 40 km.h^{-1}, s = 50 m)

8) Motorový člun, který se pohybuje rovnoměrně zrychleným pohybem, urazil vzdálenost s za dobu t a ztrojnásobil svoji rychlost. Určete jeho rychlost při vstupu do měřené dráhy.
(s = 20 m, t = 4 s)

9) Máme dva plavce, jeden plave rychlostí v_1 napříč přes řeku širokou x a zpět, druhý rychlostí v_2 dráhu x po proudu a pak zpět dráhu x proti proudu. Jaká musí být minimální rychlost řeky, aby slabší plavec porazil silnějšího.
(v_1 = 0,9 m.s^{-1}, x = 200 m, v_2 = 1 m.s^{-1})

10) Dva čluny současně vypluly stejnými rychlostmi z bodů A a B, které jsou na opačných březích řeky a plují po přímce AB, která svírá se směrem toku úhel α. Vzdálenost bodů A, B je x. Rychlost toku řeky po celé její šířce je rovna v. Určete místo setkání obou lodí, úhel, pod kterým se obě lodi musí pohybovat vzhledem k přímce AB a rychlost obou lodí, vzhledem ke klidné vodě, jestliže se obě lodi setkaly za dobu t po výjezdu.
(α = 60°, x = 450 m, v = 2 m.s^{-1}, t = 1,5 min)

Dynamika hmotného bodu a soustavy bodů.

11) Jak velká odstředivá síla působí na člověka o hmotnosti m sedícího na obvodu kolotoče o poloměru r při frekvenci otáčení f?
(m = 60 kg, r = 1,5 m, f = 12 ot./min)

12) Osobní automobil se pohybuje po vodorovné dráze se zrychlením a_1 a při rovnoměrném stoupání se zrychlením a_2. Vypočtěte úhel stoupání za předpokladu, že tahová síla motoru a tření se nezměnily.
(a_1 = 2 m.s^{-2}, a_2 = 1,6 m.s^{-2}, g = 10 m.s^{-2})

13) Jaký musí být poloměr trajektorie letadla letícího rychlostí o stálé velikosti v, pokud chce pilot vykonat akrobatický prvek looping tak, aby v nejvyšším bodě trajektorie byl ve stavu beztíže. Jakou rychlostí by musel letět po stejné trajektorii, aby na něj působilo v nejvyšším bodě přetížení 2G?
(v = 300 km.h^{-1}, g = 10 m.s^{-2})

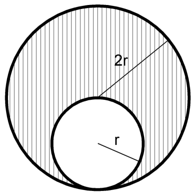
14) Na vodorovný rotující kotouč položíme hrací kostku o hmotnosti m do vzdálenosti r od osy otáčení. Klidový součinitel smykového tření je f_0. Stanovte nejvyšší úhlovou rychlost kotouče, aby se kostka nepohnula.
(m = 20 g, r = 10 cm, f_0 = 0,3, g = 10 m.s^{-2})

15) Nákladní auto jede stálou rychlostí v z kopce. Hmotnost auta je m. Auto brzdí pomocí motoru, celková brzdná síla působící na auto má velikost F. Určete sklon kopce.
(v = 30 km.h^{-1}, m = 5 t, F = 4 400 N, g = 10 m.s^{-2})

Mechanická práce a energie. Mechanika tuhého tělesa.

16) Vagón o hmotnosti m_1 pohybující se rychlostí v_1 narazí do druhého vagónu o hmotnosti m_2, který je v klidu. Po nárazu se oba vagóny spojí a pohybují se společně. Kolik energie se spotřebuje na ohřátí obou vagónů při srážce?
(m_1 = 30 t, v_1 = 0,5 m.s^{-1}, m_2 = 20 t)

17) Z homogenní kruhové desky o poloměru 2r byl vyřezán kruh o poloměru r. Určete polohu těžiště zbylé části.



18) Bruslař o hmotnosti m_1 stojí na bruslích na hladkém ledu. Do pohybu se uvede tím, že ve vodorovném směru odhodí před sebe kouli o hmotnosti m_2 rychlostí o velikosti v. Do jaké vzdálenosti bruslař po odhození koule odjede? Součinitel tření mezi ledem a bruslemi je f.
(m_1 = 70 kg, m_2 = 3 kg, v = 8 m.s^{-1}, f = 0,02, g = 10 m.s^{-2})

19) Na obvodu kola, které má poloměr r a moment setrvačnosti J, je navinuto vlákno, na jehož konci visí závaží o hmotnosti m. Kolo je otáčivé kolem osy jdoucí jeho středem. Vypočtěte, s jakým zrychlením se pohybuje závaží. Vlákno na obvodu kola neprokluzuje, tření a hmotnost vlákna neuvažujeme.
(r = 40 cm, J = 1,2 kg.m^2, m = 3,0 kg, g = 10 m.s^{-2})

20) Do klidného tělesa o hmotnosti m_1 zavěšeného na niti narazí ve vodorovném směru střela o hmotnosti m_2. Po srážce střela zůstane v tělese a těleso se spolu se střelou pohybují do výšky h nad původní polohu tělesa. Určete velikost rychlosti střely před srážkou. Hmotnost niti a odpor vzduchu zanedbejte.
(m_1 = 1 kg, m_2 = 10 g, h = 20 cm, g = 10 m.s^{-2})

21) Ocelové trubky o délce d jsou složeny vodorovně na podstavcích, které jsou od sebe vzdáleny x. Jak mají trubky přečnívat na obou stranách podstavců, jestliže má na jeden podstavec působit složka 2/5 a na druhý 3/5 tíhy trubek.
(d = 6 m, x = 2 m)

22) Na mostě o délce d stojí nákladní automobil. Vzdálenost osy předních kol od místa uložení mostu je x. Vzdálenost mezi osami kol je a. Tlakové síly, kterými působí na povrch vozovky, mají velikost F_1 a F_2.
a) Určete polohu těžiště automobilu
b) Určete velikost sil, kterými působí automobil na most v obou místech jeho uložení.
(d = 12 m, x = 1,5 m, a = 4 m, F_1 = 10 kN, F_2 = 35 kN, g = 10 m.s^{-2})

23) Malý vozík o hmotnosti m sjíždí bez smýkání po dráze zakončené válcovou plochou o poloměru r. Z jaké výšky musí vozík sjíždět, aby projel celou kruhovou smyčku této válcové plochy? Moment setrvačnosti a valivý odpor koleček zanedbejte.
(m = 2 kg, r = 1 m)

24) Těžiště naloženého automobilu na vodorovné silnici je ve výši y, tlaková síla na přední nápravu je F_1 a na zadní nápravu F_2. Vypočtěte, jak se změní tlakové síly na nápravy, jede-li automobil po silnici se stoupáním 12 %. Rozvor náprav je x.
(y = 140 cm, F_1 = 2,25.10^4 N, F_2 = 4,65.10^4 N, x = 2,7 m, g = 10 m.s^{-2})

25) Na vzduchové dráze se srazí vozík dokonale pružně s druhým vozíkem, který byl do srážky v klidu. Po srážce se oba vozíky pohybují stejně velkými rychlostmi opačným směrem. Určete poměr hmotností obou vozíků.

Gravitační pole – charakteristika, zákony, veličiny. Pohyby v gravitačním poli.

26) Kámen byl vržen z okna dostatečně vysoké budovy na Zemi vodorovně s počáteční rychlostí v_0. Určete velikost a směr výsledné rychlosti kamene po době t.
(v_0 = 10 m.s^{-1}, t = 2 s, g = 10 m.s^{-2})

27) Míč byl vržen svisle vzhůru počáteční rychlostí v_0. Jak dlouho mu potrvá výstup do výšky, která je rovna právě polovině maximální výšky vrhu?
(v_0 = 10 m.s^{-1}, g = 10 m.s^{-2})

28) Při skoku z desetimetrové věže provedl skokan před dopadem na vodní hladinu 2,5 otáčky. Předpokládejte, že svislá složka jeho rychlosti byla na počátku nulová. Vypočtěte úhlovou rychlost jeho otáčivého pohybu. (g = 10 m.s^{-2})

29) Ve kterém místě spojnice Země – Měsíc je výsledná intenzita gravitačního pole obou těles nulová? Hmotnost Země je M, hmotnost Měsíce je m a vzdálenosti jejich středů je a.
(M = 6.10^{24} kg, m = 7,35.10^{22} kg, a = 384 400 km)

30) Určete výšku geostacionární družice nad rovníkem Země. Oběžná doba T družice je 24 hodin. Poloměr Země je R a hmotnost Země je M.
(R = 6 378 km, M = 6.10^{24} kg, κ = 6,67.10^{-11} N.kg^{-2}.m^2)

31) Do jaké výšky nad povrch Země bychom museli vystoupat, aby na nás působila poloviční gravitační síla, nežli na povrchu Země? Poloměr R Země je 6 378 km.

32) Volně padající kámen má v jednom bodě své dráhy okamžitou rychlost v_1 a v jiném, níže položeném bodě, má rychlost v_2. Za jak dlouho doletí kámen z prvního bodu do druhého a jak daleko jsou oba dva body od sebe vzdálené?
(v_1 = 5 m.s^{-1}, v_2 = 8 m.s^{-1}, g = 10 m.s^{-2})

33) Čerpadlo odčerpává vodu z dolu z hloubky h a na povrchu ji vypouští rychlostí o velikosti v. Za dobu t se odčerpá voda o hmotnosti m. Pětina vynaložené práce se spotřebuje na překonávání třecích sil. Určete výkon čerpadla.
(h = 50 m, v = 10 m.s^{-1}, t = 1 h, m = 10,8 t, g = 10 m.s^{-2})

34) Jak velká výsledná síla působí na člověka o hmotnosti m na rovníku Země? Hmotnost Země je M, poloměr Země je R, doba rotace země je t.
(m = 75 kg, M = 6.10^{24} kg, R = 6 378 km, t = 24 h, κ = 6,67.10^{-11} N.kg^{-2}.m^2)

35) Poloměr planety Jupiter je R. Jeho čtvrtý měsíc Kalisto je od středu planety vzdálen asi 26 R a jeho oběžná doba je T. Vypočítejte gravitační zrychlení na povrchu Jupitera.
(R = 71 800 km, T = 16,7 dne)

Mechanika kapalin a plynů – základní zákonitosti a praktické využití.

36) Jakou největší hmotnost může mít člověk o hustotě ρ, má-li ho ve vodě o hustotě ρ_V unést záchranný pás z korku o hmotnosti m a hustotě ρ_K. Tzn. aby člověk s pásem ještě neklesli ke dnu.
(m = 2 kg, ρ = 1,08.10^3 kg.m^{-3}, ρ_K = 0,22.10^3 kg.m^{-3}, ρ_V = 1.10^3 kg.m^{-3}, g = 10 m.s^{-2})

37) V nádobě o výšce h plné vody je otvor ve výšce y nad jejím dnem. Jak daleko od nádoby bude na podlahu dopadat proud vody? Dno nádoby je ve výšce d nad podlahou.
(h = 50 cm, y = 20 cm, d =1 m, g = 10 m.s^{-2})

38) Obsahy průřezů válců hydraulického lisu jsou S_1 a S_2. Na menší píst působí síla o velikosti F_1.
Určete:
a) Velikost tlakové síly působící na větší píst.
b) Dráhu, o kterou se posune větší píst, jestliže se menší píst posune o vzdálenost r.
c) Práci, kterou při tomto posunutí vykoná tlaková síla.
(S_1 = 20 cm^2, S_2 = 800 cm^2, F_1 = 100 N, r = 8 cm)

39) Na dřevěnou tyč o průřezu S a délce d je zavěšeno železné závaží o hmotnosti m a tato tyč je ponořena ve svislé poloze do dostatečně hlubokého rybníka s vodou o hustotě ρ_V. Určete, jaká část tyče bude vyčnívat nad hladinu. Hustota dřeva tyče je ρ_T, hustota železa je ρ_{Fe}.
(S = 1 cm^2, d = 1,5 m, m = 40 g, ρ_V = 1 000 kg.m^{-3}, ρ_T = 600 kg.m^{-3}, ρ_{Fe} = 7800 kg.m^{-3}, g = 10 m.s^{-2})

40) Do vodorovného potrubí jsou vložené dvě manometrické trubice – jedna z nich je rovná, druhá ohnutá do pravého úhlu a obrácená otvorem proti směru proudění kapaliny. Jaká je rychlost tohoto proudění, jestliže v rovné trubici vystoupila voda do výšky h_1 a v ohnuté trubici do výšky h_2?
(h_1 = 10 cm, h_2 = 30 cm, g = 10 m.s^{-2})

41) Jakou plochu musí mít ledová kra o tloušťce h a hustotě ρ_1 plovoucí ve vodě o hustotě ρ_2, aby unesla psa o hmotnosti m? Tzn. aby byla kra celá potopená, ale pes zůstal celý suchý.
(h = 20 cm ρ_1 = 910 kg.m^{-3}, ρ_2 = 1 000 kg.m^{-3}, m = 40 kg)

42) Do nádoby přitéká kapalina o hustotě ρ stálým objemovým průtokem Q. U dna nádoby je otvor o průměru d. V jaké výšce se ustálí hladina kapaliny v nádobě?
(ρ = 1000 kg.m^{-3}, Q = 2 dm^3.s^{-1}, d = 5 cm, g = 10 m.s^{-2})

43) Ve vodorovné trubici o průřezu S_1 má kapalina o hustotě ρ rychlost v_1 a tlak p_1. Jaký je tlak v místě o průřezu S_2.
(S_1 = 30 cm^2, ρ = 1 000 kg.m^{-3}, v_1 = 10 m.s^{-1}, p_1 = 100 kPa, S_2 = 40 cm^2)

44) Voda o objemu V a hustotě ρ protéká potrubím o obsahu průřezu S_1 rychlostí v_1. O kolik se změní její kinetická energie, dostane-li se do části potrubí o obsahu průřezu S_2?
(V = 2 dm^3, ρ = 1 000 kg.m^{-3}, S_1 = 10 cm^2, v_1 = 2 m.s^{-1}, S_2 = 20 cm^2)

45) Kulička se pohybuje v kapalině o hustotě ρ a dynamické viskozitě η. Kulička má poloměr r a součinitel odporu je C. Určete pro kterou hodnotu rychlosti by byly stejně velké odporové síly, pokud bychom uvažovali proudění okolo kuličky jako laminární a jako turbulentní.
(ρ = 1 000 kg.m^{-3}, η = 0,001 kg.m^{-1}.s^{-1}, r = 2 cm, C = 0,50)

Základní poznatky molekulové fyziky a termodynamiky.

46) Určete hmotnost uhlí, které je třeba spálit v parním kotli, aby se voda o hmotnosti m a teplotě t_1 zahřála na teplotu 100 °C a aby se její jedna šestina přeměnila na páru. Účinnost parního kotle je η, měrná tepelná kapacita vody je c, měrné skupenské teplo vypařování vody při teplotě 100 °C je l_V a výhřevnost uhlí je Q.
(m = 6 t, t_1 = 10 °C, η = 70 %, c = 4180 J.kg^{-1}.K^{-1}, l_V = 2,26 MJ.kg^{-1}, Q = 30 MJ.kg^{-1})

47) Určete rychlost, jakou musí letět olověný brok o teplotě t_1 a měrné tepelné kapacitě c_{Pb}, aby dosáhl teploty t_t tání při průchodu stěnou, při kterém se zmenšila jeho rychlost na polovinu. Předpokládejte, že kinetická energie broku, která se přemění na vnitřní energii, se rovnoměrně rozdělí mezi brok a překážku.
(t_1 = 20 °C, t_t = 327,5 °C, c_{Pb} = 129 J.kg^{-1}.K^{-1})

48) Měděný kalorimetr s měrnou tepelnou kapacitou c_{Cu} má hmotnost m_1 a je v něm voda o objemu V, měrné tepelné kapacitě c a teplotě T_1. Hliníkový váleček o hmotnosti m_2 byl zahřát na teplotu T_2 a ponořen do kalorimetru. Výsledná teplota byla T. Stanovte měrnou tepelnou kapacitu hliníku.
(c_{Cu} = 383 J.kg^{-1}.K^{-1}, m_1 = 0,32 kg, V = 0,25 l, c = 4180 J.kg^{-1}.K^{-1}, T_1 = 291 K, m_2 = 0,08 kg, T_2 = 372 K, T = 295,5 K)

49) Do vody o teplotě t_1, hmotnosti m_1 a měrné tepelné kapacitě c_V vhodíme kostku ledu o teplotě t_2, hmotnosti m_2 a měrné tepelné kapacitě c_L. Do soustavy vzápětí přilijeme další vodu o teplotě t_3 a hmotnosti m_3. Celý děj probíhá za normálního atmosférického tlaku. Stanovte, v jakém stavu se bude soustava nacházet po dosažení termodynamické rovnováhy. Měrné skupenské teplo tání ledu při teplotě 0 °C je l_t.
(t_1 = 70 °C, m_1 = 1 kg, t_2 = −10 °C, m_2 = 2 kg, t_3 = 40 °C, m_3 = 1 kg, c_V = 4 180 J.kg^{-1}.K^{-1}, c_L = 2 100 J.kg^{-1}.K^{-1}, l_t = 0,334 MJ.kg^{-1})

50) Tyč délky d má průřez S. Na jednom konci je udržována na teplotě t a druhým koncem se opírá o led o teplotě 0 °C. Odhadněte, jaké množství ledu roztaje za čas τ. Součinitel tepelné vodivosti materiálu, z něhož je tyč vyrobena, je 67,2 W.m^{-1}.K^{-1}. Měrné skupenské teplo tání ledu při teplotě 0 °C je l_t.
(d = 1 m, S = 3 cm^2, t = 300 °C, τ = 10 min, l_t = 0,334 MJ.kg^{-1})

Struktura a vlastnosti pevných látek, deformace a teplotní roztažnost.

51) Ocelová tyč, která má počáteční délku d a průřez o obsahu S, je na jednom konci upevněná a na druhém konci je napínána silou F. Rozhodněte, zda je deformace tyče pružná a vypočítejte délku tyče po jejím prodloužení. Tyč má mez pružnosti 572 MPa, modul pružnosti v tahu 200 GPa.
(d = 2 m, S = 1 cm^2, F = 10 kN)

52) Určete teplotu, na kterou se ohřála měděná cívka vinutí elektromotoru. Její odpor před zapnutím motoru, při teplotě t, měl hodnotu R_1 a ihned po vypnutí R_2. Teplotní součinitel odporu mědi je α.
(t = 20 °C, R_1 = 0,15 Ω, R_2 = 0,17 Ω, $\alpha = 4.10^{-3}$ K^{-1})

53) Přímý ocelový drát je upevněn mezi dvěma pevnými svorkami při teplotě drátu t_1. Jaké normálové napětí vznikne v drátu, jestliže teplota klesne na t_2? Modul pružnosti oceli je E a součinitel teplotní roztažnosti je α.
(t_1 = 100 °C, t_2 = 20 °C, E = 200 GPa, $\alpha = 1{,}2.10^{-5}$ K^{-1})

54) Ocelový drát byl při teplotě t_1 upevněn mezi dvě pevné svorky. Teplota prostředí je t_2. Při jaké nejvyšší teplotě smí být drát napnut mezi svorky, aby se při chladnutí na teplotu okolí nepřetrhl? I když to zcela neodpovídá realitě, předpokládejte, že deformace je až do meze pevnosti pružná. Mez pevnosti oceli je f a součinitel teplotní roztažnosti je α. Modul pružnosti oceli je E.
(t_1 = 100 °C, t_2 = 20 °C, f = 400 MPa, $\alpha = 1{,}2.10^{-5}$ K^{-1}, E = 200 GPa)

55) Měděný a zinkový pásek mají při teplotě t_1 stejnou délku d. Pásky byly při této snýtovány a vytvořily tzv. bimetal. Předpokládejme, že se při zahřívání ohýbá do oblouku. Určete poloměr tohoto oblouku při teplotě t_2, jestliže pásky mají tloušťku y (každý). Součinitel teplotní roztažnosti mědi je α_{Cu} a součinitel teplotní roztažnosti zinku je α_{Zn}.
(t_1 = 20 °C, d = 20 cm, t_2 = 100 °C, y = 1 mm, $\alpha_{Cu} = 17.10^{-6}$ K^{-1}, $\alpha_{Zn} = 29.10^{-6}$ K^{-1})

Struktura a vlastnosti kapalin.

56) Do kapaliny o hustotě ρ jsou ponořeny dvě kapiláry o poloměrech r_1 a r_2. Rozdíl výšek hladin v kapilárách je Δh. Jaké je povrchové napětí kapaliny?
(ρ = 1000 kg.m^{-3}, r_1 = 0,5 mm, r_2 = 0,8 mm, Δh = 1 cm, g = 10 m.s^{-2})

57) Určete povrchové napětí oleje hustoty ρ, jestliže se při odkapávání z pipety s průměrem r vytvořilo z objemu V oleje n kapek.
(ρ = 910 kg m^{-3}, r = 1,2 mm, V = 4,0 cm^3, n = 304, g = 10 m.s^{-2})

58) Kapilára má vnitřní poloměr r. Vypočítejte jak vysoko v ní stoupne voda, když její konec ponoříme do vody a jak velký hydrostatický tlak vytváří tento sloupec vody? Povrchové napětí vody je σ a hustota vody je ρ.
(r = 0,10 mm, σ = 0,073 N.m^{-1}, g = 10 m.s^{-2}, ρ = 1 000 kg.m^{-3})

59) Jak velká energie se uvolní, jestliže se při dešti z kapiček o poloměru r vytvoří velká kapka s poloměrem R? Povrchové napětí vody je σ.
(r = 1 μm, R = 3 mm, σ = 0,073 N.m^{-1})

60) Základem kapalinového teploměru je skleněná baňka s teploměrnou látkou o objemu V, z níž vychází trubička délky d a s vnitřním obsahem příčného řezu S. Určete maximální teplotní rozsah teploměru v případě, že teploměrnou látkou je líh. Teplotní roztažnost skla zanedbejte. Součinitel objemové teplotní roztažnosti lihu β.
(V = 4,5 cm^3, d = 20 cm, S = 0,90 mm^2, β = 1,1.10^{-3} K^{-1})

Mechanické kmity, mechanické vlnění, základní charakteristika.

61) Tryskové letadlo proletělo rychlostí *v* po přímé dráze ve vzdálenosti *d* od pozorovatele. V jaké vzdálenosti od pozorovatele bylo letadlo, když pozorovatel slyšel zvuk letadla přicházející z místa přímo nad pozorovatelem? Rychlost šíření zvuku ve vzduchu je 340 $m.s^{-1}$.
(v = 600 $m.s^{-1}$, d = 3 km)

62) Zvuková vlna je popsána rovnicí

$y = 5.10^{-4}.\sin 2\pi(450t - 1{,}4x)$ [m]

Určete amplitudu, frekvenci, vlnovou délku a rychlost vlnění.

63) V kabině výtahu visí matematické kyvadlo, jehož perioda je T_1. Když se kabina pohybuje se stálým zrychlením, kyvadlo kmitá s periodou T_2. Určete velikost a směr zrychlení kabiny.
(T_1 = 1 s, T_2 = 1,2 s, g = 10 $m.s^{-2}$)

64) Zvuk úderu do kolejnice šířící se ocelí uslyšel pozorovatel o čas *t* dříve, než zvuk šířící se vzduchem. Určete vzdálenost pozorovatele od místa úderu. Rychlost šíření zvuku v oceli je v_1 a ve vzduchu v_2.
(t = 7 s, v_1 = 5,1 $km.s^{-1}$, v_2 = 340 $m.s^{-1}$)

65) Zavěšením závaží o hmotnosti m_1 na pružinu se její délka prodlouží o délku *d*. Jakou frekvenci bude mít pružina, jestliže ji rozkmitáme zavěšením závaží o hmotnosti m_2?
(m_1 = 20 g, d = 8 cm, m_2 = 50 g, g = 10 $m.s^{-2}$)

66) Matematické kyvadlo délky *d* vykonalo *n* kmitů za čas *t*. Určete velikost tíhového zrychlení.
(d = 150 cm, n = 125, t = 5 minut)

67) Zapište rovnici vlnění, která má frekvenci 1 kHz, amplitudu výchylky 3 mm a postupuje rychlostí 340 $m.s^{-1}$. Vektor rychlosti šíření vlnění je orientován souhlasně s kladnou osou *x*.

68) Pozorovatel, který stojí na okraji propasti Macocha, do ní spustil kámen a slyšel jeho náraz na dno za čas *t*. Rychlost šíření zvuku ve vzduchu je 340 $m.s^{-1}$. Určete hloubku propasti. Odpor prostředí zanedbejte.
(t = 5,6 s, g = 10 $m.s^{-2}$)

69) Vlastní frekvence mechanického oscilátoru je *f*. Pružina oscilátoru je natažena směrem dolů z rovnovážné polohy silou *F*. Při tomto ději byla vykonána práce *W*. Napište rovnici kmitání oscilátoru.
(f = 2 Hz, F = 20 mN, W = 0,2 mJ)

70) Když zkrátíme matematické kyvadlo o 1/5 jeho délky, zvětší se jeho frekvence o 1/5 Hz, a když je prodloužíme o 1/5 jeho délky, zmenší se jeho frekvence o 1/5 Hz. Jak je kyvadlo dlouhé?

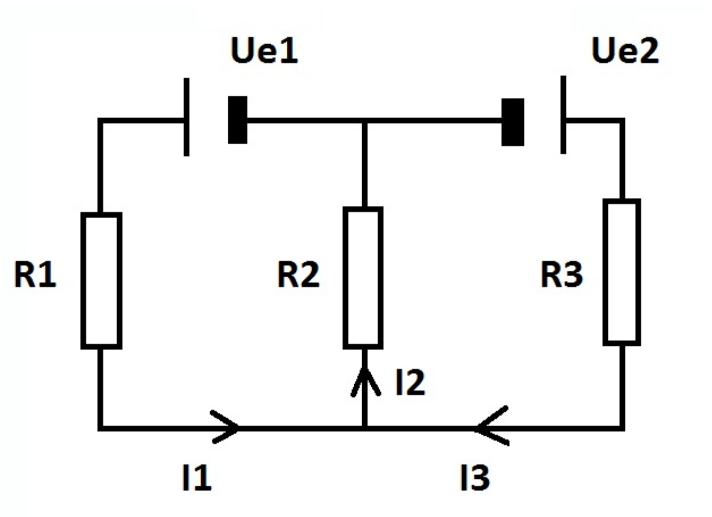
Elektrický náboj a elektrické pole, veličiny, zákonitosti, kapacita.

71) Deskový kondenzátor s plochou desek S, vzdáleností desek d a se vzduchovým dielektrikem je připojen k baterii o stálém napětí U_0. Do prostoru mezi deskami vložíme dielektrikum o relativní permitivitě ε_r. Určete změnu energie kondenzátoru a velikost práce vykonané při vtažení dielektrika mezi desky kondenzátoru. Permitivita vakua je ε_0.
(S = 1 dm^2, d = 1 cm, U_0 = 10 V, ε_r = 5, ε_0 = 8,85.10^{-12} F.m^{-1})

72) Na jaké napětí se nabíjí kondenzátory o kapacitách C_1 a C_2, jestliže je zapojíme za sebou a připojíme na zdroj napětí U? Jaké náboje budou na těchto připojených kondenzátorech?
(C_1 = 0,1μF, C_2 = 0,2 μF, U = 30 V)

73) Tenké vlákno vydrží maximální sílu napnutí F. Na tomto vlákně je zavěšena ve vakuu kulička o hmotnosti m s kladným nábojem Q_1. Zdola k ní ve směru závěsu přibližujeme kuličku se záporným nábojem Q_2. Při jaké vzdálenosti mezi oběma kuličkami se vlákno přetrhne? Permitivita vakua je ε_0.
(F = 10 mN, m = 0,6 g, Q_1 =11 nC, Q_2 = 13 nC, ε_0 = 8,85.10^{-12} F.m^{-1})

74) Určete proudy I_1, I_2, I_3 v obvodu, ve kterém jsou elektromotorická napětí zdrojů U_{e1} = 4 V, U_{e2} = 6 V a ve větvích jsou zapojeny rezistory s odpory R_1 = 10 Ω, R_2 = R_3 = 5 Ω. Vnitřní odpory zdrojů jsou zanedbatelné.



75) Ve dvou vrcholech rovnostranného trojúhelníka ve vakuu, jehož strany mají délku d, jsou umístěny kladné bodové náboje, které mají velikost Q a ve třetím vrcholu je umístěn záporný náboj o velikosti -Q. Určete elektrickou intenzitu v těžišti tohoto trojúhelníka. Permitivita vakua je ε_0.
(d = 0,5 m, Q = 1 μC, ε_0 = 8,85.10^{-12} F.m^{-1})

Elektrický proud v kovech, základní zákony a jejich aplikace.

76) Mezi dvěma rovnoběžnými vodiči, jejichž vzájemná vzdálenost je d, působí síla o velikosti F na každý metr délky vodičů. Určete velikost stejných proudů ve vodičích. Relativní permeabilita prostředí mezi vodiči je $\mu_r = 1$. Permeabilita vakua je μ_0.
(d = 0,2 m, F = 16 N, $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ N.A^{-2})

77) Elektrický průtokový ohřívač vody na síť (230 V / 50 Hz) ohřeje za dobu t objem V vody o hustotě ρ a teplotě t_1 na teplotu t_2. Jaký je příkon a elektrický odpor výhřevné spirály ohřívače? Měrná tepelná kapacita vody je c.
(t = 60 s, V = 1 l, ρ = 1000 kg.m^{-3}, t_1 = 14 °C, t_2 = 80 °C, c = 4 180 J.kg^{-1}.K^{-1})

78) Dva rezistory mají při sériovém zapojení výsledný odpor R_1. Zapojíme-li je paralelně, mají odpor R_2. Jaký je odpor těchto rezistorů?
(R_1 = 10 Ω, R_2 = 1,6 Ω)

79) Dává-li baterie proud I_1, je její svorkové napětí U_1. Při proudu I_2 klesne svorkové napětí na U_2. Jaký je zatěžovací odpor pro oba dva případy? Jaký je vnitřní odpor baterie a její elektromotorické napětí?
(I_1 = 3 A, U_1 = 24 V, I_2 = 4 A, U_2 = 20 V)

80) Určete odpor drátěné krychle mezi vrcholy ležícími na tělesové úhlopříčce. Odpor jedné hrany je R.
(R = 100 Ω)

Stacionární magnetické pole, střídavý proud.

81) Na části obvodu, kterým prochází střídavý proud, je okamžité napětí

$$u = U_m \sin(\omega.t + \pi/6)\ [V]$$

V čase T/12 má okamžité napětí hodnotu 10 V. Určete amplitudu napětí, úhlovou frekvenci a frekvenci střídavého proudu, jestliže jeho perioda je 10 ms.

82) Cívkou v obvodu stejnosměrného proudu prochází při napětí U_1 proud I_1. V obvodu střídavého proudu při napětí U_2 a frekvenci f prochází cívkou proud I_2. Určete indukčnost cívky.
(U_1 = 4 V, I_1 = 0,5 A, U_2 = 9 V, f = 50 Hz, I_2 = 180 mA)

83) Válcovou cívkou s n závity prochází proud I. Magnetický indukční tok v dutině cívky je Φ. Vypočtěte energii magnetického pole cívky.
(n = 120, I = 7,5 A, Φ = 2,3 mWb)

84) Napětí mezi duanty cyklotronu je U, magnetická indukce je B a hmotnost helionu je m_{He}. Kolikrát musí projít helion štěrbinou o šířce d mezi duanty cyklotronu, aby elektrická síla urychlující helion byla rovna magnetické síle působící na helion. Nakreslete obrázek a vysvětlete princip zařízení.
(U = 135 kV, B = 1,42 T, m_{He} = $6{,}65.10^{-27}$ kg, d = 1 cm)

85) Proton se pohybuje rychlostí o velikosti v v homogenním magnetickém poli, kolmo k vektoru magnetické indukce B
a) určete směr síly působící na proton
b) vypočtěte velikost této síly
c) po jaké trajektorii se bude proton pohybovat?
(v = 1.10^6 m.s^{-1}, B = 1 T, e = $1{,}602.10^{-19}$ C)

Vlnová povaha světla, šíření, odraz, lom, disperze, interference, ohyb, polarizace.

86) Čočka umístěná ve vzduchu je pokryta tenkou antireflexní vrstvou. Jaká je tloušťka tenké vrstvy, jestliže se jí zeslabuje světlo s vlnovou délkou λ? Index lomu vrstvy je n a je menší, nežli index lomu materiálu, ze kterého je zhotovena čočka.
(λ = 550 nm, n = 1,35)

87) Do dna rybníku o hloubce h s vodou o indexu lomu n je zaražena tyč, která vyčnívá o d nad hladinu. Jak dlouhý stín vrhá tyč na dno rybníku, jestliže je slunce ve výšce α nad obzorem?
(h = 2 m, n = 1,3, d = 1 m, α = 50°)

88) Optická mřížka má n vrypů na 1 mm délky mřížky. Určete vlnovou délku monofrekvenčního světla štěrbinového zdroje, jestliže směry k maximům 1. řádu navzájem svírají malý úhel α.
(n = 120, α = 8°)

89) Jak se jeví potápěči ponořenému ve vodě s indexem lomu n klidná vodní hladina z hloubky h? Jaký plošný obsah vodní hladiny je pro něho průhledný?
(n = 1,3, h = 2 m)

90) Paprsek bílého světla dopadá na tenkou stěnu dutého hranolu, který je naplněn sirouhlíkem, pod úhlem ε_1 = 50°. Stěny hranolu jsou z tenkých skleněných planparalelních desek, lámavý úhel hranolu je φ = 60°. Vypočtěte úhlovou šířku spektra, je-li index lomu pro červené světlo $n_č$ = 1,618 a pro fialové světlo n_f = 1,699.

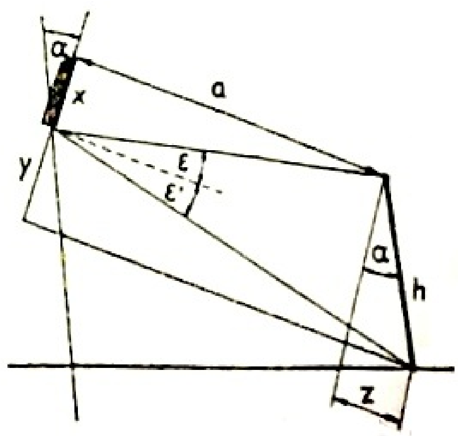
Zobrazování optickými soustavami, paprsková optika, optické přístroje.

91) Předmět vysoký 0,5 cm stojí kolmo na optickou osu ve vzdálenosti 1 cm od dutého kulového zrcadla o poloměru křivosti 4 cm. Určete polohu a vlastnosti obrazu. Úlohu řešte konstrukcí i výpočtem.

92) Předmět o výšce 3 cm byl zobrazen spojkou tak, že jeho skutečný obraz měl výšku 18 cm. Když byl předmět posunut o 6 cm, vznikl zdánlivý obraz o výšce 9 cm. Jaká byla ohnisková vzdálenost čočky?

93) Ohnisko kulového zrcadla je ve vzdálenosti 0,24 m od svítícího předmětu a ve vzdálenosti 0,54 m od jeho obrazu. Určete ohniskovou vzdálenost zrcadla a jeho příčné zvětšení.

94) Určete délku *x* rovinného zrcadla, jehož rovina svírá se svislou stěnou úhel *α* = 20°, aby se v něm viděla celá osoba o výšce *h* = 1,8 m (výšku čela a oči zanedbáváme). Vzdálenost zrcadla od hlavy osoby *a* = 3 m.



95) Duté kulové zrcadlo má ohniskovou vzdálenost 10 cm. Do jaké vzdálenosti od zrcadla je třeba umístit předmět, aby jeho obraz byl čtyřikrát zvětšený?

Speciální teorie relativity.

96) Určete přírůstek hmotnosti při ohřátí vody o hmotnosti m z teploty t_1 na teplotu t_2. Měrná tepelná kapacita vody je c_V. Rychlost světla je $c = 3.10^8$ m.s^{-1}.
(m = 10 kg, t_1 = 0 °C, t_2 = 100 °C, c_V = 4 180 J.kg^{-1}.K^{-1})

97) Elementární částice hyperon má v soustavě, v níž je v klidu střední dobu života t. Jaká bude střední dráha, kterou urazí hyperon od svého vzniku do přeměny, pohybuje-li se rychlostí 0,95c
a) podle klasické fyziky
b) podle relativistické fyziky
Rychlost světla je $c = 3.10^8$ m.s^{-1}.
($t = 2{,}6.10^{-10}$ s)

98) Jakou rychlostí se pohybuje částice, jestliže její kinetická energie je rovna klidové energii? Rychlost světla je $c = 3.10^8$ m.s^{-1}.

99) Z urychlovače vychází svazek π mezonů, které dosahují 0,8 rychlosti světla ve vakuu. Poločas rozpadu π mezonů je τ. Vypočtěte, za jak dlouho se rozpadne polovina π mezonů a jak velkou dráhu urazí, než se rozpadnou. Rychlost světla je $c = 3.10^8$ m.s^{-1}.
($\tau = 1{,}8.10^{-8}$ s)

100) Vypočítejte, s jakým napětím byly urychleny elektrony, jestliže jejich vlastní čas T_0 je dvakrát kratší než čas T vzhledem k hodinám umístěným v klidové soustavě. Rychlost světla je $c = 3.10^8$ m.s^{-1}.
($m_e = 9{,}1.10^{-31}$ kg, $e = 1{,}602.10^{-19}$ C)