

GYMNÁZIUM F. X. ŠALDY
PŘEDMĚTOVÁ KOMISE FYSIKY

SBÍRKA ÚLOH Z FYSIKY

**pro přípravu k maturitní zkoušce,
k přijímacím zkouškám do vysokých škol
a k práci ve fyzikálním semináři**

Orientace, 2. část: Závislosti

1. Načrtněte grafy závislosti rychlosti na čase a dráhy na čase rovnoměrného přímočarého pohybu; popište vzorci.
2. Načrtněte grafy závislosti rychlosti na čase a dráhy na čase rovnoměrně zrychleného pohybu; popište vzorci.
3. Hmotný bod má na počátku rychlost o velikosti $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Nejprve se dvě sekundy pohybuje se zrychlením o velikosti $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, poté tři sekundy se zpomalením $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Znázorněte pohyb hmotného bodu v st a vt diagramu.
4. Načrtněte graf závislosti atmosférického tlaku na (nadmořské) výšce, naznačte matematický popis závislosti.
5. Načrtněte rezonanční křivku, popište polohu jejího maxima.
6. Načrtněte časový diagram periodického resp. aperiodického případu tluměného kmitání; naznačte matematický popis.
7. Načrtněte některé Lissajousovy obrazce; vysvětlete, kdy vznikají.
8. Načrtněte časový diagram kmitání mechanického oscilátoru popsaného rovnicí $\{y\} = 3 \sin(\pi\{t\} + \frac{\pi}{2})$.
9. Načrtněte rozdělení molekul podle velikosti rychlosti; pojmenujte význačné body grafu.
10. Znázorněte v diagramech pV , pT , VT isobarický děj, zdůvodněte tvar jednotlivých křivek matematicky.
11. Znázorněte v diagramech pV , pT , VT isochorický děj, zdůvodněte tvar jednotlivých křivek matematicky.
12. Znázorněte v diagramech pV , pT , VT isothermický děj, zdůvodněte tvar jednotlivých křivek matematicky.
13. Načrtněte (do jednoho pV diagramu) adiabatu a isotermy; matematicky zdůvodněte vzájemnou polohu obou křivek.
14. Plyn má v počátečním stavu objem 10^{-3} m^3 a tlak 10^5 Pa . Plyn přešel nejprve isothermickým dějem do stavu, v němž byl jeho objem $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. V dalším ději se tlak plynu při stálém objemu zmenšil na poloviční hodnotu, kterou měl plyn ve stavu předcházejícím. Znázorněte popsáný děj v pV diagramu.
15. Načrtněte (kvalitativně) graf závislosti hustoty vody na teplotě v intervalu $0 \text{ }^\circ\text{C}$ až $10 \text{ }^\circ\text{C}$; popište minimum grafu.

15. Střela o hmotnosti m zasáhne balistické kyvadlo délky l a hmotnosti M a uvízne v něm. Kyvadlo se vychýlí ze své rovnovážné polohy o úhel β . (Balistické kyvadlo je dřevěná bedna naplněná pískem zavěšená tak, aby mohla kývat jen ve svislé rovině.) Určete a) velikost rychlosti střely před zásahem kyvadla; b) změnu vnitřní energie soustavy střela – kyvadlo. Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $m = 4 \text{ g}$, $M = 1 \text{ kg}$, $l = 8 \text{ m}$, $\beta = 8^\circ$.

16. Z homogenní koule o poloměru R je vyříznuta koule o poloměru $R/2$ se středem ve vzdálenosti $R/2$ od středu původní koule. Určete polohu těžiště takto vzniklého útvaru.

17. Halleyova kometa se dostává v periheliu do minimální vzdálenosti $0,6 \text{ AU}$ od Slunce. Perioda Halleyovy komety je 76 roků. Určete, do jaké největší vzdálenosti od Slunce se dostane.

18. Vypočítejte, v jaké výšce obíhá geostacionární družice.

19. Měsíc obíhá kolem Země ve střední vzdálenosti $r = 60 R_Z$. Hmotnost Měsíce $M_m = \frac{1}{81} M_Z$. Na spojnici středů Země a Měsíce najděte bod, v němž je intenzita gravitačního pole soustavy nulová. Co by v tomto místě „musel udělat“ člověk vystupující ze Země na Měsíc po žebříku?

20. Pod jakým elevačním úhlem α se musí vrhnout těleso, aby se výška jeho výstupu rovnala délce doletu? Odpor prostředí zanedbejte.

21^{*}. Korková krychle o hraně $0,1 \text{ m}$ byla ponořena do vody hloubky $0,2 \text{ m}$ pomocí vhodné tenkostěnné trubice o průměru $0,05 \text{ m}$. Určete hmotnost závaží, které je třeba vložit do trubice, aby se korková krychle od ní odtrhla. Hustota korku je $200 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

22. Dutá mosazná koule se ponoří do vody polovinou svého objemu. Jaká je tloušťka stěny koule a její vnější průměr, je-li hmotnost koule $m = 0,3 \text{ kg}$. (Hustota mosazi je $8400 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.)

23. Na hladině vody plave dutá koule o hmotnosti m a objemu V . Koule je z poloviny ponořená ve vodě. Na vlákne je k ní upoutaná druhá koule téhož objemu a hmotnosti $3m$. Určete velikost síly, kterou je napínáno vlákno. Řešte nejprve obecně, pak pro $V = 10 \text{ cm}^3$.

24. Určete, do jaké hloubky h_1 se ponoří plný homogenní kužel výšky h , hustoty ρ_1 plovoucí v kapalině hustoty ρ_2 .

Fysika mikrosvětla

95. V obalu, který nepropouští α záření, je umístěný 1 g radia. Vypočítejte, jaké je celkové množství energie, která se v obalu získá za jednu hodinu, jestliže energie, kterou odnáší α částice, je 4,7 MeV.

96. Za jaký čas ubyde rozpadem 10 μg radioaktivní látky? Původní množství látky je 50 μg , poločas rozpadu je 3 minuty.

97. Elektron resp. proton letí prostředím o indexu lomu $N = 1,6$. Jakou musí mít kinetickou energii, aby se stal zdrojem Čerenkovova záření?

98. Jaká je rychlost fotoelektronů vystupujících z povrchu stříbra osvětleného monochromatickým světlem vlnové délky $15 \cdot 10^{-8}$ m, jestliže vlnová délka světla, při které se začne u stříbra projevovat fotoelektrický jev, je $26 \cdot 10^{-8}$ m?

99*. Laser o výkonu P vysílá světlo o vlnové délce λ . Určete a) energii E emitovaného fotonu v jednotkách joule a elektronvolt; b) velikost hybnosti p emitovaného fotonu; c) energii E' vyzářenou laserem za dobu t_1 ; d) počet N vyzářených fotonů za dobu t_2 ; e) hmotnost m fotonu vysílaného světla. Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $P = 4$ mW, $\lambda = 632,8$ nm, $t_1 = 10$ s, $t_2 = 1$ s.

100. Speciální zdroj vyzařuje monofrekvenční světlo o vlnové délce λ . Jeho příkon je P_0 a účinnost převodu elektrické energie na světlo je η . Zjistěte a) výkon P zdroje a energii E vyzářenou tímto zdrojem za dobu t ; b) počet N vyzářených fotonů za dobu t ; c) velikost hybnosti p jednoho vyzářeného fotonu; d) zda sodík vykáže vnější fotoelektrický jev pro uvažované světlo, jestliže energie (výstupní práce) potřebná pro emisi elektronu z kovového sodíku je E_v . Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $\lambda = 630$ nm, $P_0 = 60$ W, $\eta = 93$ %, $t = 730$ h, $E_v = 2,28$ eV.

101. Při osvětlení kovové destičky monofrekvenčním světlem o vlnové délce λ_1 nastane vnější fotoelektrický jev. Uvolněné elektrony z kovu mají rychlost v_1 . Při osvětlení téže destičky monofrekvenčním světlem o vlnové délce λ_2 je rychlost uvolněných elektronů v_2 . Z uvedených údajů vypočítejte Planckovu konstantu h pro $\lambda_1 = 420$ nm, $\lambda_2 = 610$ nm, $v_1 = 8,15 \cdot 10^5$ m·s⁻¹, $v_2 = 5,8 \cdot 10^5$ m·s⁻¹.

102. Blok jaderné elektrárny o elektrickém výkonu P přeměňuje jadernou energii v energii elektrickou s účinností η . Při štěpení jednoho jádra ${}_{92}^{235}\text{U}$ se uvolní energie E_0 . Určete hmotnost uranu, který se spotřebuje v elektrárně za dobu t . Řešte nejprve obecně, pak číselně pro $P = 500$ MW, $\eta = 45$ %, $E_0 = 200$ MeV, $t = 1$ den.

46*. Určete dobu kmitu homogenního kotouče (konstantní tloušťky) o poloměru R , z něhož je vyříznut kotouč o poloměru $R/2$ se středem ve vzdálenosti $R/2$ od středu původního kotouče. Kotouč kmitá kolem vodorovné osy procházející průsečíkem hraničních kružnic obou kotoučů kolmo na rovinu kotoučů.

47*. Mezi dvěma stejnými zdroji zvuku, které vydávají tóny o frekvenci 435 Hz, se pohybuje pozorovatel po jejich spojnici rychlostí o velikostí $0,34$ m·s⁻¹. Rychlost zvuku ve vzduchu má velikost 340 m·s⁻¹. Jakou frekvenci mají rázy, které slyší pozorovatel?

48. Dvě ladičky o stejných frekvencích 435 Hz jsou umístěny v protilehlých rozích místnosti. Jak velkou rychlostí by se měl pohybovat pozorovatel po jejich spojnici, aby slyšel rázy o frekvenci 2 Hz?

49. a) O kolik se zvýší hladina intenzity zvuku, jestliže se jeho intenzita zvýší pětkrát? b) Zvukoměr má rozsah A decibelů. Jakému poměru akustických intenzit tento rozsah odpovídá? Určete nejprve obecně, pak pro $A = \langle 75$ dB, 90 dB).

Elektřina a magnetismus

50. Dvě stejně nabitě kuličky s hmotnostmi 0,5 g jsou zavěšeny v jednom bodě ve vakuu na vláknech o délce 1 m. Obě kuličky se odpudivými silami oddálily na vzdálenost 4 cm. Určete velikost jejich nábojů.

51. Dvě kuličky stejného poloměru a stejné tíhy G jsou zavěšeny v bodě S na nitích tak, že se vzájemně dotýkají. Dodá-li se této soustavě náboj $4 \cdot 10^{-7}$ C, vzdálí se kuličky od sebe tak, že nitě svírají úhel $2\alpha = 60^\circ$. Jsou-li kuličky ponořeny v petroleji ($\varepsilon_r = 2$), úhel nití se zmenší na $2\beta = 54^\circ$. Určete hustotu materiálu kuliček. Hustota petroleje je 800 kg·m⁻³ a vzdálenost bodu závěsu od těžiště kuličky je 0,2 m.

52. Ve všech vrcholech čtverce o straně a je umístěn kladný bodový náboj Q . a) Popište stav soustavy. b) Kam je třeba umístit další náboj, aby celá soustava byla v rovnováze? c) Určete velikost takového náboje.

53. Ve všech vrcholech rovnostranného trojúhelníku, který má stranu délky a , je umístěn kladný bodový náboj Q . a) Popište stav soustavy. b) Kam je třeba umístit další náboj, aby celá soustava byla v rovnováze? c) Určete velikost takového náboje.

54. Ve dvou vrcholech rovnostranného trojúhelníku, jehož strany mají délku 0,5 m, jsou umístěny bodové náboje, které mají velikost 1 μC . Určete intenzitu

prochází bodem o souřadnicích $[d, 0]$. Proudění mají a) souhlasné směry, b) nesouhlasné směry. Určete, ve kterých bodech roviny xy má magnetická indukce výsledného magnetického pole vodičů nulovou hodnotu. Řešte nejdříve obecně, pak pro $I_1 = 3$ A, $I_2 = 1$ A, $d = 6$ cm.

72. Ohebný vodič o odporu R má tvar hranice čtverce o straně a . Vodič je položen na vodorovné desce v homogenním magnetickém poli, jehož magnetická indukce má směr svislý. Jaký náboj proteče libovolným průřezem vodiče, změním-li jeho tvar na rovnostranný trojúhelník o stejném obvodu? Řešte nejdříve obecně, pak pro hodnoty $R = 10$ Ω , $B = 1$ T, $a = 1$ dm.

73*. Příčný vodič CD délky $d = 2$ m a odporu $R = 4$ Ω se může pohybovat bez tření podél rovnoběžných vodičů, k jejichž počátkům je připojen stejnosměrný zdroj o elektromotorickém napětí $U_e = 3$ V (viz obrázek v příloze). Vodiče jsou umístěny v homogenním magnetickém poli tak, že vektor \vec{B} magnetické indukce o velikosti 0,25 T je kolmý k rovině vodičů a míří za nákresnu. Odpor rovnoběžných vodičů a přechodové odpory mezi vodičem CD a rovnoběžnými vodiči neuvažujte. Určete (nejprve vždy obecně, pak pro zadané hodnoty): a) směr a hodnotu proudu I_1 v obvodu, jestliže je vodič CD v klidu; b) směr a hodnotu proudu I_2 v obvodu, jestliže se vodič CD pohybuje rovnoměrně doprava rychlostí o velikosti $v = 4$ m·s⁻¹; c) směr a hodnotu proudu I_3 v obvodu, jestliže se vodič CD pohybuje rovnoměrně doleva rychlostí téže velikosti jako v případě b); d) kterým směrem a jak velkou rychlostí v_1 se musí vodič CD pohybovat, aby jím neprocházel žádný proud; e) kterým směrem se musí vodič CD pohybovat, aby jím procházel stejný proud, jako když je v klidu.

74. Kondenzátor kapacity $C = 16$ μ F a ohmický odpor $R = 200$ Ω zapojené do série jsou připojeny na střídavé napětí $U = 220$ V s frekvencí $f = 50$ Hz. Určete impedanci obvodu, intenzitu proudu, fázový posun mezi napětím a proudem, napětí na kondenzátoru a napětí na ohmickém odporu.

75. Tlumivka a kondenzátor s kapacitou $C = 10$ μ F jsou zapojené do série. Jsou připojené na napětí 120 V s frekvencí $f = 50$ Hz. Ohmický odpor tlumivky $R = 120$ Ω . Tlumivkou a kondenzátorem prochází proud $I = 1$ A. Vypočítejte indukčnost tlumivky.

76. Oscilační obvod, ve kterém je zapojena cívka o indukčnosti L a kondenzátor o kapacitě C_1 , vyzařuje elektromagnetickou vlnu o vlnové délce 30 m. Jestliže paralelně ke kondenzátoru oscilačního obvodu zapojíme druhý konden-

zátor o kapacitě 3000 pF, bude oscilační obvod vysílat elektromagnetickou vlnu o vlnové délce 60 m. Určete kapacitu C_1 .

77. Elektron vletí do homogenního magnetického pole s indukcí $B = 0,01$ T rychlostí $v = 10^4$ m·s⁻¹, která svírá se směrem indukce úhel $\vartheta = 30^\circ$. Určete poloměr závitů šroubovice, po které se elektron bude pohybovat; výšku jednoho závitů; čas, za který urazí dráhu $s = 1$ m ve směru osy šroubovice.

78. Jaký je poloměr dráhy elektronu s kinetickou energií $E_k = 5 \cdot 10^3$ eV, který se pohybuje v homogenním magnetickém poli s indukcí $B = 50 \cdot 10^{-4}$ T. Elektron se pohybuje kolmo k indukčním čarám.

79*. Svazek elektronů urychlený napětím $U_0 = 30$ V vletěl rovnoběžně mezi desky kondenzátoru. Desky mají délku $l = 6$ cm, jsou vzdálené $d = 4$ cm a je mezi nimi napětí $U = 1000$ V. Určete, jak se elektrony odchýlily od původního směru a jakou rychlostí opouští kondenzátor.

80*. Jak velká je rychlost elektronů, jestliže současně působící elektrické pole o intenzitě $E = 3,4 \cdot 10^5$ Vm⁻¹ a magnetické pole o indukcii $B = 2 \cdot 10^{-3}$ T, obě navzájem kolmá a kolmá k rychlosti svazku elektronů, nezpůsobují odchylku od přímočarého pohybu? Jaký bude poloměr trajektorie elektronů, jestliže se elektrické pole zruší?

81. Napětí mezi duanty cyklotronu je $U = U_0 \sin \omega t$, kde $U_0 = 2 \cdot 10^4$ V, a frekvence napětí $f = 2,25 \cdot 10^7$ Hz. Urychlují se jednomocné ionty. Ion začíná pohyb z bodu uprostřed mezi duanty. Oběhne-li několikrát, dosáhne rychlosti $v = 4,4 \cdot 10^7$ m·s⁻¹. Určete počet půlkružnic, které ion oběhl; poloměr první a poslední kružnice, jestliže vzdálenost mezi duanty urazí ion při maximálním napětí. Hmotnost iontu je 1800× větší než klidová hmotnost elektronu.

považujeme-li teplotu vzduchu uvnitř nádoby za stálou? Tlak vodní páry, teplotní roztažnost vody i nádob a vnitřní objem spojovací trubičky zanedbejte. Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $h = 90$ cm, $S = 2$ dm², $t = 20$ °C.

40. Železo vytváří při teplotě 910 °C prostorově centrovanou kubickou mřížku s $d = 0,287$ nm. Tato krystalická modifikace železa se nazývá železo α . Při teplotě větší než 910 °C vytváří železo plošně centrovanou kubickou mřížku o $d = 0,363$ nm (železo γ). Má železo α stejnou hustotu jako železo γ ? Relativní atomová hmotnost železa je 55,847.

41*. Víko o průměru 32 cm je třeba připevnit k otvoru tlakové nádoby 24 šrouby. Tlak plynu v nádobě je 6 MPa, modul pružnosti oceli je 220 GPa. Jaký obsah průřezu šroubů musíme zvolit, je-li dovolené napětí šroubů v tahu 50 MPa?

42*. Při stavbách hloubených stanic trasy C Pražského metra (úseky I. C, II. C, III. C) bylo při konstrukci stropů stanic užito dílců z předpjatého železobetonu. Předpokládejme, že při výrobě byly ocelové pruty o délce 6 m napínány silou $6 \cdot 10^4$ N. Vypočítejte prodloužení ocelových tyčí, je-li jejich průměr 10 mm. Modul pružnosti užití oceli je 220 GPa.

43. Dva kovové pásy – pás měděný ($\alpha_1 = 17 \cdot 10^{-6}$ K⁻¹) a pás železný ($\alpha_2 = 12 \cdot 10^{-6}$ K⁻¹) – stejné tloušťky 2 mm mají při teplotě 0 °C stejnou délku a jsou svařené tak, že tvoří rovnou destičku. Jestliže ji zahřejeme, zdeformuje se a bude mít tvar kruhového oblouku. Vypočítejte jeho poloměr při teplotě 400 °C.

44. Zinkový a železný proužek mají při teplotě 20 °C stejnou délku 20 cm. Při jaké teplotě se délky obou proužků liší o 1 mm? Teplotní součinitel délkové roztažnosti zinku je $2,9 \cdot 10^{-5}$ K⁻¹, železa $1,2 \cdot 10^{-5}$ K⁻¹.

Mechanické kmitání a vlnění

45. Dřevěný hranol s podstavou o obsahu S a výšce h plave na hladině vody tak, že je ponořený ze $\frac{4}{5}$ své výšky. Hranol rovnoměrně zatlačíme do vody a pustíme. Určete: a) hustotu použitého dřeva; b) periodu T kmitání hranolu za předpokladu, že se jedná o netlumený lineární harmonický oscilátor; c) celkovou energii E hranolu vyplývající z jeho kmitavého netlumeného pohybu. Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $S = 450$ cm², $h = 15$ cm; hustota vody je 1000 kg·m⁻³. Výšku hladiny v nádobě považujte za stálou (efekty spojené s pohybem vody zanedbejte), působení povrchové síly neuvažujte.

103. Bohrov model atomu vodíku z roku 1913 postuluje, že elektron se pohybuje po takových kruhových trajektoriích o poloměru r se středem v jádře (tj. protonu), pro něž platí $2\pi m_e v r = n h$, kde v je rychlost elektronu o hmotnosti m_e na příslušné trajektorii o poloměru r a $n \in \mathbf{N}$, $n \geq 1$ udává pořadí trajektorie směrem od jádra. Odvoďte vztahy pro rychlost, poloměr trajektorie a frekvenci oběhu elektronu; vypočítejte velikost těchto veličin pro $n = 1$.

Aplikace diferenciálního nebo integrálního počtu

301. Dráha hmotného bodu je popsána vztahem $s = k_1(1 - e^{-k_2 t})$, kde $k_1, k_2 > 0$ jsou reálné konstanty, t je čas v sekundách, s dráha v metrech. Určete vztah pro okamžitou rychlost hmotného bodu a její hodnotu pro $t = 0$. Jaký pohyb koná hmotný bod? (Doložte výpočtem zrychlení.)

302. Určete délku jednozvrtné páky tak, aby ke zdvižení břemene tíhy G_1 (umístěného ve vzdálenosti a od podpěry) bylo třeba nejmenší síly. Lineární hustota materiálu páky je γ . Úlohu řešte obecně, potom pro $G_1 = 1000$ N, $a = 0,64$ m, $\gamma = 8$ kg/m.

303. V nádobě je voda s hladinou ve výšce h . Jak vysoko nad dnem je třeba udělat otvor ve stěně, aby voda stříkala co nejdále?

304. Křivka popisující Maxwellovo rozdělení rychlostí molekul ideálního plynu, jehož molekuly mají hmotnost m_0 , je dána funkčním předpisem

$$N(v) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \left(\frac{m_0}{kT}\right)^3 v^2 e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}}.$$

Určete pro danou teplotu T daného plynu nejpravděpodobnější rychlost v_p .

305. Kvádr o hmotnosti m máme vléci rovnoměrným pohybem po vodorovné podložce. Součinitel smykového tření mezi kvádrem a podložkou je f . Určete úhel α mezi působící silou a podložkou tak, aby velikost síly F byla nejmenší.

306. Určete rozměry kotle parního válce tak, aby při daném při daném objemu páry V bylo ochlazování páry ve válci nejmenší, tj. aby povrch válce byl minimální.

307. Stanovte, kdy jsou si nejbližší předmět a skutečný obraz vytvořený spojnou čočkou o dané ohniskové vzdálenosti f .

308. Silnice široká b metrů je osvětlována lampou, která je nad osou silnice. V jaké výšce x nad silnicí musí být lampa, aby okraj silnice byl co nejvíce osvětlen?

dráze pohybuje? c) Jaký úhel svírá vektor výsledné rychlosti člunu se směrem kolmým k břehům řeky?

8. Poštovní letadlo letící ve výšce 320 m nad volnou hladinou moře shazuje do moře zásilku do těsné blízkosti lodi. Velikost rychlosti letadla vzhledem k povrchu Země je 180 km/h, velikost rychlosti lodi v téže vztažné soustavě je 36 km/h. V jaké vzdálenosti od lodi musí být zásilka volně puštěna, aby dopadla do bezprostřední blízkosti lodi, jestliže se letadlo pohybuje a) stejným směrem jako loď, b) opačným směrem než loď.

9*. Z nejvyššího bodu koule o poloměru $r = 20$ cm klouže po jejím povrchu bez tření malé těleso (hmotný bod). Jak velkou rychlost bude mít těleso v místě, kde se odtrhne od povrchu koule, má-li při vypuštění z nejvyššího bodu koule nulovou rychlost?

10. Po nakloněné rovině délky $l = 1,5$ m a výšky $h = 0,5$ m se smýká dřevěný hranolek. Jak velký je součinitel smykového tření f , projede-li hranolek dráhu l dobu $t = 2$ s?

11. Lyžař sjel po svahu délky 20 m se sklonem 18° na vodorovnou louku a zastavil ve vzdálenosti 30 m od úpatí svahu. Součinitel f smykového tření mezi lyžemi a svahem byl po celou dobu jízdy konstantní. a) Určete f . b) Jak velkou rychlostí se lyžař pohyboval na konci svahu? (Odpor vzduchu zanedbejte.)

12. Horní konec žebříku se opírá o hladkou svislou stěnu, dolní o vodorovnou drsnou podlahu. Při jakém minimálním úhlu α mezi žebříkem a podlahou žebřík ještě nesklouzne? Součinitel tření mezi žebříkem a podlahou je 0,5; těžiště žebříku je v jeho středu.

13. Kulička na niti, která kývá v laboratoři s periodou T , je pověšena na kolotoči ve vzdálenosti r od osy otáčení. Při rovnoměrném otáčení kolotoče je vychýlena o úhel β z rovnovážné polohy. a) Určete délku závěsu kuličky. b) S jakou úhlovou rychlostí se otáčí kolotoč? c) Jaká je oběžná doba kolotoče? Řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty $T = 2$ s, $r = 2$ m, $\beta = 10^\circ$.

14*. Na hladkém povrchu stolní desky stojí široká nádoba s vodou. Výška volného povrchu vody v nádobě je h , tíha nádoby i s vodou je G . V boční stěně u dna nádoby je otvor o obsahu průřezu S , který je uzavřený zátkou. Při které hodnotě součinitele smykového tření mezi dnem nádoby a stolní deskou se uvede nádoba do pohybu, jestliže zátku z otvoru vyjmeme?

16. Načrtněte graf závislosti intenzity a potenciálu elektrického pole (vytvářeného vodivou koulí o poloměru R) na vzdálenosti od středu koule; rozhodněte o (ne)spojitosti grafů.

17. Načrtněte graf závislosti měrného elektrického odporu kovu na teplotě; vyjádřete znázorněnou závislost vzorcem.

18. Načrtněte grafy závislosti měrného odporu kovu a polovodiče na teplotě.

19. Načrtněte VA charakteristiku elektrolytického vodiče; vyjádřete znázorněnou závislost vzorcem.

20. Načrtněte VA charakteristiku kovového vodiče; vyjádřete znázorněnou závislost vzorcem.

21. Načrtněte VA charakteristiku polovodičové diody, okomentujte jednotlivé části grafu.

22. Načrtněte VA charakteristiku výboje v plynu za atmosférického tlaku, okomentujte jednotlivé části grafu.

23. Načrtněte zatěžovací charakteristiku elektrického (suchého) článku; vyjádřete znázorněnou závislost vzorcem.

24. Načrtněte hysterézní smyčku, popište význačné body.

25. Načrtněte (pro napětí U a pro indukované napětí U_i) časový diagram přechodného děje.

26. Uveďte zákon radioaktivní přeměny, popsanou závislost znázorněte graficky.