

FYZIKÁLNÍ SEMINÁŘ – bakaláři A,SI,G (Seminární práce):

Jak má vypadat struktura seminární práce:

1. Stručný úvod do problematiky
2. Přehledný teoretický popis daného fyzikálního jevu nebo principu
3. Ukázka aplikace na jednoduchých příkladech
4. Praktická aplikace daného fyzikálního jevu (jak se projevuje, k čemu se dá použít, důsledky, apod.)
5. Závěr (stručné shrnutí řešené problematiky)
6. Literatura

Seminární práce by měla být vhodně doplněna vysvětlujícími obrázky (princip, aplikace), grafy popisovaných fyzikálních závislostí, apod. Práci je nutno vypracovat na počítači.

MECHANIKA

1) Nekonzervativní silová pole (odporové síly, tření)

Popište pojem konzervativní a nekonzervativní silové pole. Vysvětlete různé druhy tření (smykové, valivé,...).

- a) Popište a odvoďte vztahy pro šikmý vrh pod úhlem α při uvážení odporu vzduchu. Uvažujte, že odpor prostředí je závislý:
 - a1) na kvadrátu velikosti rychlosti v , tj. odporová síla $\mathbf{F} = -Cmgv|v|$ působí proti směru pohybu ($C=0,005 \text{ m}^{-2}\text{s}^2$).
 - a2) lineárně na velikosti rychlosti v , tj. odporová síla $\mathbf{F} = -Kmgv$ působí proti směru pohybu ($K=0,003 \text{ m}^{-1}\text{s}$).

Určete, jak se liší tyto případy od vrhu bez odporu prostředí – tj. jak se liší maximální výška, vodorovný dolet a doba doletu při vrhu pod úhlem $\alpha=45^\circ$ rychlostí $v_0 = 30 \text{ m/s}$.

- b) Určete maximální rychlost, kterou dosáhne lyžař na svahu o sklonu $\alpha=40^\circ$, jestliže koeficient vlečného tření lyží na sněhu je $\mu = 0,1$ a odpor vzduchu je závislý na čtverci rychlosti, tj. $F_0 = -Cv^2$, kde $C = 0,6 \text{ kg/m}$.
- c) Do jakého úhlu sklonu α nakloněné roviny zůstane plný homogenní válec v klidu, tj. nenastane ani smyk ani valení válce?

2) Zdánlivé síly, pohyb hmot.bodu v neinerciálních systémech

Vysvětlete pojem zdánlivé síly, jak a kdy se tyto síly projevují. Odvoďte pohybové rovnice v obecné neinerciální souřadné soustavě.

- a) Jakou výslednou silou působí člověk na podlahu výtahu o hmotnosti M , který padá volným pádem resp. se rozjíždí s konstantním zrychlením a .
- b) Jakou minimální rychlostí a pod jakým sklonem musí jet motocyklista o hmotnosti $m = 80 \text{ kg}$ na motocyklu o hmotnosti $M = 100 \text{ kg}$ při provádění atrakce „kolmá stěna smrti“, aby se udržel v pohybu po vodorovné kruhové dráze uvnitř válcové plochy (stěny) se smykovým koeficientem tření mezi stěnou a pneumatikou $\mu = 0,4$. Pod jakým úhlem bude motocyklista nakloněn vůči stěně?
- c) Určete, jaké přetížení působí na člověka v centrifuze s poloměrem otáčení $R = 5 \text{ m}$ a frekvencí otáčení $f = 0,5 \text{ s}^{-1}$.

3) Pohyb na povrchu Země

Odvoďte pohybovou rovnici pro popis pohybu na povrchu Země. Uvažte, že povrch Země je kulová plocha o poloměru R a otáčí se konstantní úhlovou rychlostí ω , tj. je neinerciální soustavou. Jak se projevují zdánlivé síly, např. Coriolisova síla a jak se dá demonstrovat jejich skutečné působení (Foucaultovo kyvadlo, apod.).

- Jak velkou silou působí na koleje železniční vagón o hmotnosti $m = 20$ t, který se pohybuje rychlostí $v = 120$ km/h na kolejnici od severu k jihu v místě se zeměpisnou šířkou $\varphi = 50^\circ$. Uvažujte, že se vlak pohybuje oběma směry na obou polokoulích. Určete též směr Coriolisovy síly.
- Popište šikmý vrh na Zemi, přičemž uvažte, že se Země otáčí konstantní úhlovou rychlostí ω . Odpor prostředí zanedbejte. Vypočtete, jak se bude lišit klasický volný pád kamene z věže o výšce $H = 100$ m, která je umístěna na severní polokouli v místě se zeměpisnou šířkou $\varphi = 50^\circ$.

4) Těžiště tuhých těles, plošných obrazců a křivek

Definujte pojem těžiště tělesa, plochy a křivky. Vysvětlete, jak lze použít těžiště při popisu chování tuhých těles. Vypočtete polohu těžiště:

- rovnoramenného lichoběžníka
- kruhové výseče
- desky, která byla vytvořena z původní homogenní kruhové desky s poloměrem R vyříznutím kruhového otvoru o poloměru $r = R/2$ se středem v polovině poloměru původního kruhu
- jedné půlperrody oblouku sinusovky
- komolého kužele
- kulové úseče

5) Impuls síly, hybnost a moment hybnosti

Popište a vysvětlete rázový účinek při translačním a rotačním pohybu. Demonstrujte tento účinek na příkladech a popište jeho praktické důsledky.

- Vypočtete velikost střední hodnoty nárazové síly při čelním nárazu automobilu o hmotnosti $m = 1300$ kg do pevné zdi, jestliže před srážkou se automobil pohyboval rychlostí $v = 80$ km/h. Šlo o nepružnou srážku s dobou trvání přibližně $\Delta t = 0,2$ s.
- Jakým momentem síly M musíme působit při zastavení setrvačnicku tvaru homogenního válce o poloměru $R = 0,5$ m a tloušťce $d = 20$ cm vyrobeného z oceli, jestliže se zastavoval se zpomalením $\varepsilon = -10$ s⁻².

6) Gravitační pole

Popište princip gravitačního působení těles, vysvětlete pojmy potenciál, intenzita a energie v gravitačním poli. Odvoďte vztah pro změnu potenciální energie grav.pole Země v blízkosti jejího povrchu. Určete potenciál a intenzitu gravitačního pole:

- plně homogenní koule o poloměru R
- kulové plochy o poloměru R
- kruhové smyčky z homogenního drátu o hustotě ρ a poloměru R v bodě ležícím na ose smyčky ve vzdálenosti d od roviny této smyčky
- ve středu obdélníka, který má v každém bodě umístěn hmotný bod o hmotnosti M .

7) Pohyb v gravitačním poli

Popište pohyb v poli centrální síly – např. síly gravitační. Odvoďte křivky, po kterých se pohybuje částice v takovémto poli. Dokažte, že Keplerovy zákony o pohybu planet plynou z centrálního silového působení v gravitačním poli.

- Určete tvar dráhy a maximální a minimální rychlost umělé družice, která má oběžnou dobu 120 min. a minimální vzdálenost od zemského povrchu je $h=300\text{km}$.
- Popište vzájemný pohyb 2 těles při působení gravitační síly, např. Země – Měsíc - tzv. úloha 2 těles.
- Popište pád meteoru na Zem. Ve velké výšce h nad povrchem Země má rychlost v_0 . Pro jednoduchost neuvažujte odpor prostředí při průletu atmosférou. Jakou rychlostí dopadne na zemský povrch a za jak dlouho dopadne.

8) Kosmické rychlosti, pohyb rakety

- Určete tzv. tři kosmické rychlosti
- popište obecně pohyb rakety v gravitačním poli Země a poté uvažujte konkrétní případ jejího pohybu v beztlakovém stavu, kde počáteční rychlost rakety byla v_0 , počáteční hmotnost rakety byla m_0 , hmotnost rakety v čase je dána $m(t) = m_0 / (1 + kt)$ a motory pracují až do okamžiku, kdy $m = Cm_0$ ($C \in (0,1)$). Jakou dráhu uletí raketa za čas t .
- Popište pohyb vozu, ze kterého se sype náklad, přičemž vůz je tažen silou $F(t) = \ln(1 + ct)$ a hmotnost vozu ubývá s časem podle vztahu $m(t) = m_0 - kt$. Hmotnost nákladu je m_x .

9) Tíhové a gravitační zrychlení

Vysvětlete rozdíl mezi tíhovým a gravitačním zrychlením na povrchu Země pro případ, že uvažujeme Zemi tvaru koule s poloměrem $R = 6378$ km resp. referenčního elipsoidu s hlavními poloosami $a = 6378$ km, $b = 6357$ km. Vysvětlete rozdíl mezi geocentrickou a geografickou (zeměpisnou) šířkou, určete jejich maximální rozdíl a vypočítejte velikost tíhového zrychlení v závislosti na zeměpisné šířce.

10) Slapové síly, slapové jevy

Vysvětlete příčinu přílivu a odlivu – tzv. slapových jevů a určete velikost vznikajících slapových sil. Uveďte příklad výpočtu.

11) Jednoduché mechanické systémy

Vysvětlete a popište princip jednoduchých mechanických systémů jako např. jednoramenné a dvouramenné páky, kladkových systémů. Uveďte příklady výpočtu.

12) Křivky ve fyzice a technice

- Najděte křivku, kterou opisuje bod na obvodu kola o poloměru R při jeho otáčivém pohybu.
- Najděte křivku, jejíž tvar zaujme působením své vlastní tíhy lano délky L zavěšené v koncových bodech ve výškách H_1 a H_2 . O lanu předpokládáme, že je neprotahitelné, dokonale ohebné a homogenní s délkovou hustotou ρ .

13) Moment setrvačnosti těles a plošný moment setrvačnosti

Vysvětlete pojem hmotný moment setrvačnosti, plošný moment setrvačnosti, hlavní momenty setrvačnosti. Co tyto veličiny vyjadřují. Odvoďte a vysvětlete tzv. Steinerovu větu. Dále vypočítejte momenty setrvačnosti:

- dutého válce k jeho ose
- komolého kužele k jeho ose
- tenké homogenní tyče k ose kolmé na tyč, která prochází těžištěm resp. jedním koncem tyče
- koule
- obdélníkové plochy k těžišťovým osám
- rovnostranného trojúhelníka k základně a těžišťové ose

14) Pohyb dokonale tuhého tělesa

Popište pohybové rovnice dokonale tuhého tělesa. Jaké složky tvoří kinetickou energii obecně se pohybujícího tuhého tělesa.

- Popište pohyb tzv. Maxwellova kotouče (jojo), který se skládá z válcové hřídele o poloměru r a dvou kotoučů o poloměru $R > r$ upevněných symetricky na hřídeli. Na ose Maxwellova kotouče je navinutá nit. Určete, jak se bude takovýto kotouč pohybovat, budeme-li držet jeden konec niti ve stálé poloze.
- Máme dutý homogenní válec o hmotnosti M , vnitřním poloměru R_1 a vnějším poloměru R_2 . Tento válec je umístěn na nakloněné rovině s úhlem α . Určete pro jaký sklon se začne válec valit z nakloněné roviny. Vypočítejte, jak se bude válec pohybovat a jakou dráhu ujede za daný čas t .
- Máme pevnou kladku o momentu setrvačnosti J přes kterou je nataženo lanko, na jehož koncích jsou připevněna závaží m a M ($M > m$). Vypočítejte namáhání lanka, zrychlení závaží a dobu, za kterou klesne závaží M o dráhu L . Při řešení neuvažujte se smýkáním lanka po kladce a zanedbejte tření při otáčení kladky a hmotnost lanka.

15) Pohyb setrvačnicků

Popište základní rovnice pro pohyb tuhého tělesa – tzv. Eulerovy dynamické rovnice.

- Vysvětlete pojmy těžký symetrický setrvačnick a bezsilový setrvačnick a popište jakým způsobem se pohybují. Kde se setrvačnicků využívá.
- Vysvětlete co se rozumí pod pojmem kinetická reakce kola a jaký má účinek na vozidlo (jednostopé resp. dvoustopé) projíždějící zatáčkou.

16) Kyvadla

Popište model tzv. fyzikálního kyvadla. Co je to reverzní kyvadlo a jakým způsobem můžeme pomocí něho určovat tíhové zrychlení.

- Určete těžišťový moment setrvačnosti J_0 homogenního tělesa o hmotnosti $m = 1$ kg, jestliže těleso koná malé kyvy podél osy vzdálené od těžiště tělesa od $d = 50$ cm. Frekvence kývání je $f = 1$ s⁻¹. Tření v závěsu neuvažujeme.
- Do tzv. balistického kyvadla o hmotnosti $M = 10$ kg zavěšeného na závěsu o délce $L = 2,5$ m byl vystřelen projektil o hmotnosti $m = 4,5$ g. Kyvadlo se vychýlilo ve vodorovném směru o délku $\Delta d = 10$ cm. Určete rychlost střely.
- Tenká tyčka délky d je na svých koncích zavěšena na dvou tenkých rovnoběžných vláknech délky $L = 1$ m. V rovnovážné poloze je podélná osa tyčky vodorovná. Určete periodu torzních kmitů tyčky kolem svislé osy procházející jejím těžištěm. Tlumení pohybu neuvažujte a uvažte pouze malé úhlové výchylky kyvadla.

17) Rázy těles

Popište a vysvětlete teorii nedokonale pružného přímého rázu (tj. těžiště obou těles se pohybují v jedné ose). Popište praktické aplikace rázu těles (kování, zatloukání).

- Vypočtete, jakou deformační práci vykoná kladivo (buchar) o hmotnosti $m = 300$ kg volně padající z výšky $h = 1$ m na kovadlinu o hmotnosti $M = 2$ t. Jaká je účinnost rázu, jestliže předpokládáme, že 95 % z celkové kinetické energie se přemění na deformační práci a koeficient resistance (vzpruživost) je $k = 0,93$?
- Popište chování řady $N > 4$ koulí na tenkých závěsech, které jsou v klidu zavěšeny těsně vedle sebe (tzv. rázostroj). Jak se budou koule chovat, když vychýlíme jednu resp. dvě koule z rovnovážné polohy a pustíme je. Uvažujte případ polopružných resp. absolutně pružných koulí.
- Hodíme míček z výšky $H = 1,5$ m rychlostí $v_0 = 20$ m/s. Jak se bude měnit výška míčku s časem, jestliže vzpruživost míčku je $k = 0,8$.
- Pustíme volně hladký míček se vzpruživostí $k = 0,8$ na pevnou hladkou nakloněnou rovinu s úhlem sklonu $\alpha = 30^\circ$. V jaké vodorovné vzdálenosti od místa dopadu a pod jakým úhlem opět dopadne míček na nakloněnou rovinu?

18) Kmitání, harmonický pohyb

- určete přibližný vztah pro kmitání závaží hmotnosti m na pružině o hmotnosti M a tuhosti k . Jak se liší reálná doba kyvu ΔT od modelového případu nehmotné vazby $M=0$ (Sestrojte závislost ΔT na poměru M/m).
- Představte si, že Země je homogenní koule a že provrtáme jejím středem tunel z jedné strany na druhou. Na jednom konci tohoto tunelu do něj pustíme kámen. Určete, jak se bude tento kámen pohybovat, jestliže budeme zanedbávat odpor prostředí.

19) Bungee jumping, horolezecká lana

- Popište fyzikálně skok na laně při bungee jumping. Vyjádřete závislost výchylky skokana o hmotnosti m na čase. Předpokládejte pro jednoduchost, že celé lano se chová lineárně a má tuhost $k = 30$ kg/s². Délka lana je $L = 20$ m. Uvažujte, lineární závislost odporu vzduchu na rychlosti, tj. $F = -Cv$ ($C = 10$ kg/s). Jak se protáhne lano v klidu s uvedeným člověkem.
- Jaký je dynamický účinek pádu horolezce s horolezeckým dynamickým lanem délky L do pevného zajištění. Vysvětlete pojmy pádový faktor a maximální rázová síla působící na padajícího horolezce.

20) Elastické deformace pevných látek

Vysvětlete pojem deformace, napětí (hlavní směry napětí) a jejich vzájemný vztah. Co vyjadřuje tzv. modul pružnosti v tahu a modul pružnosti ve smyku.

- Stanovte takový průřez ocelového lana délky $L = 500$ m, na němž je zavěšen výtah o hmotnosti $m = 1000$ kg, jestliže má být napětí σ ve všech průřezech lana stejné. Návrhové napětí $\sigma = 4 \cdot 10^8$ N/m² a výtah se rozjíždí se zrychlením $a = 5$ m/s.
- Určete minimální moment setrvačnosti průřezu I obdélníkového profilu prostého nosníku zatíženého rovnoměrným zatížením q , tak aby nebylo překročeno povolené namáhání materiálu σ . Nosník je vyroben z materiálu s modulem pružnosti v tahu E . Dále vypočtete průhyb takto zatíženého nosníku.
- O kolik se prodlouží drát délky L a průřezu S působením vlastní tíže, jestliže hustota materiálu je ρ a modul pružnosti v tahu je E .

21) Elastické vlny v pevných, kapalných a plynných látkách, Dopplerův jev

- Porovnejte rychlost šíření mechanického vlnění ve vodě, vzduchu, dřevě a oceli při teplotě $t = 30^\circ\text{C}$ a normálním atmosférickém tlaku.
- Jakou silou musí být napnuta houslová struna o délce $L = 30$ cm, aby vydávala tón a (frekvence $\nu = 435$ Hz). Hustota materiálu struny $\rho = 1400$ kg/m³ a má průměr $D = 0,7$ mm.
- Vysvětlete příčinu a důsledek Dopplerova jevu.
- Po spojnici mezi dvěma stejnými zdroji zvuku s frekvencí $\nu = 435$ Hz se pohybuje pozorovatel rychlostí $v = 0,5$ m/s. Jakou frekvenci mají rázy, které pozoruje?

22) Akustické vlny, ultrazvuk

Definujte veličiny, které popisují šíření zvuku: akustický tlak, intenzita zvuku, efektivní akustický tlak a popište subjektivní vnímání zvuku.

- Určete podíl intenzit dvou tónů, jejichž hladina intenzity se liší o 1 dB.
- Kolikrát se musí zmenšit fyzikální intenzita referenčního tónu s hladinou hlasitosti 30 Ph, aby se stal zvuk neslyšitelným?
- Vysvětlete pojem ultrazvuk, jak se generuje ultrazvukové vlnění a k čemu je ho možné použít

23) Hydrostatika ideální kapaliny, stlačitelnost reálných kapalin

Popište a vysvětlete statické silové působení kapalin (Pascalův zákon, hydrostatický tlak kapalin), plování těles v kapalinách (Archimédův zákon)

- Určete průběh a výslednici tlakových sil působících
 - na stěnu nádoby o průřezu čtveřkružnice
 - na šikmou stěnu se sklonem α od horizontální roviny
- Určete tlakovou sílu F , kterou vyvine hydraulický stroj (např. lis, brzdy) s reálnou kapalinou o stlačitelnosti γ , jestliže poměr průměru pístů stroje je $D_2/D_1=1/8$ a stlačíme-li menší píst o vzdálenost Δl .
- Jakou část ledovce bude vidět nad vodou, jestliže známe hustotu mořské vody ρ_0 a ledu ρ_1 .
- Kolmý kruhový kužel a rotační paraboloid hustoty ρ_x plavou v ideální kapalině o hustotě ρ ($\rho_x < \rho$) tak, že jejich osa je vertikální a vrchol je ponořen v kapalině. Výška kužele i paraboloidu je L , vrcholový úhel kužele je 2α . Určete rovnovážnou polohu, tj. hloubku ponořených částí těles. Pro kužel určete podmínku, která zajistí stabilitu plování v kapalině.

24) Hybnost kapaliny

Popište, jaký silový účinek vyvolá časová změna hybnosti proudící kapaliny. Uveďte aplikace, kde se využívá změny hybnosti kapaliny (turbíny) a nepříznivé důsledky této změny (např. při prudkém uzavírání potrubí).

- určete tlakovou sílu, kterou působí voda, proudící rychlostí v , na koleno potrubí se středovým úhlem 2α
- Jak se zvýší tlak v potrubí o průřezu $S = 0,1$ m² a délce $L = 10$ km, je-li rychlost proudění kapaliny $v = 5$ m/s a uzavíráme-li potrubí rovnoměrně po dobu $t = 10$ s.
- určete tlakovou sílu působící na proud kapaliny, proudící rychlostí v , po dopadu na rovinnou stěnu, pohybující se rychlostí u , resp. na miskovitě zakřivenou plochu (např. lopatku turbíny)

25) Rovnice kontinuity, Bernoulliho rovnice, hydrodynamika ideální kapaliny

Popište základní pohybové rovnice ideální kapaliny a rovnice vyplývající ze zákonů zachování hmoty a energie (rovnice kontinuity a Bernoulliho rovnice). Popište výtok kapaliny otvorem s uvážením kontrakce vodního paprsku.

- Určete, jakou rychlostí v bude vytékat voda z válcové nádoby o průřezu dna S_1 naplněné do výše H nad dno, jestliže voda odtéká kruhovým otvorem o průřezu S_2 ve výšce $h < H$ nad dnem nádoby, výtokový součinitel $\mu = 0,6$ a do nádoby přitéká stálý přítok Q kapaliny. Dále určete, kam bude vodní paprsek dopadat na vodorovnou rovinu, která je vzdálena L pod dnem nádoby. Jak se změní průtok otvorem, jestliže otvor nebude malý a výška v v nádobě bude stálá v čase?
- Určete, do jaké výšky H vystříkne vodní paprsek z vodotrysku, který má svislou trysku. Před zúžením do trysky je v přírodním potrubí o průřezu S_1 tlak p_1 a rychlost v . Tryska má průřez S_2 .
- Ve stěně válcové nádoby jsou nad sebou dva otvory vzdálené od sebe 25 cm. Vodní paprsky vytékající z těchto otvorů se protínají. Stanovte jejich průsečík, jestliže víte, že hladina vody je udržována 25 cm nad horním otvorem.
- Určete dobu T , za kterou vyteče veškerá kapalina 1) z válcové nádoby o poloměru R , 2) z kulové nádoby o poloměru R . Výška kapaliny v nádobě je $H = R$ a obě nádoby mají na svislé ose symetrie ve dně otvor o poloměru r .
- Určete tvar rotační nádoby tak, aby se při výtoku ideální kapaliny malým otvorem o průřezu S hladina v nádobě snižovala s konstantní rychlostí v (princip vodních hodin).

26) Pohyb newtonovské kapaliny v potrubí

Popište model vnitřního tření reálných kapalin a důsledky s tím spojené (tlakové ztráty). Dále popište pohybové rovnice pro reálnou viskózní kapalinu (Navier-Stokesova rovnice).

- Určete profil rychlosti, průtočný objem a tlakový spád viskózní kapaliny při laminárním proudění v potrubí kruhového průřezu.
- Určete časový průběh rychlosti a dráhy při pohybu malé kuličky v dostatečně širokém válci kapaliny s viskozitou η . Předpokládáme laminární proudění.

27) Ideální kapalina v pohybu, měření rychlosti a průtočného objemu

- Určete jaký tvar zaujme ideální kapalina při:
 - rovnoměrně zrychleném pohybu se zrychlením a
 - rotačním pohybem v nádobě tvaru kulové resp. válcové plochy o poloměru R
 -
- Na ideální kapalinu o objemu V působí síla $\mathbf{F} = -k(x/a^2, y/b^2, z/c^2)$, kde a, b, c a k jsou konstanty. Určete jaký tvar zaujme volná hladina kapaliny o hustotě ρ .
- Popište a vysvětlete metody měření rychlosti proudění a průtočného objemu.

28) Povrchové napětí

Popište princip silového působení na rozhraní kapaliny s jiným prostředím, které způsobuje zakřivení povrchu kapaliny (Laplaceova rovnice). Vysvětlete důsledky tohoto silového působení (kapilární jevy, tvorba kapek, atd.).

- Uveďte metody určení povrchového napětí na základě zjišťování kapilární deprese nebo elevace v kapiláře (uvažte vnitřní poloměr kapiláry a tvar hladiny kapaliny v kapiláře) a tzv. kapkovou metodou.
- Určete přetlak v mýdlové bublině
- Určete tloušťku vrstvy rtuti na vodorovné skleněné desce (krajový úhel $\theta = 138^\circ$, hustota $\rho = 13600 \text{ kg/m}^3$, povrchové napětí $\sigma = 0,5 \text{ N/m}$)

29) Hustota kapalin

- Popište závislost hustoty kapalin na teplotě (voda a jiné kapaliny). Kdy má voda nejvyšší hustotu – určete aproximací polynomem 3. stupně z tabulek?
- Popište měření hustoty kapalin hustoměry (pro kapaliny hustší a řidší nežli voda)

30) Obtékání těles tekutinou. Základy létání

Popište základy obtékání tělesa (profilu křídla) reálnou tekutinou (vzduchem). Vysvětlete vznik vztlakové síly, velikost odporové síly při pohybu tělesa v tekutině.

- Uvažujme parašutistu o hmotnosti $m_1 = 80 \text{ kg}$, který padá z velké výšky nad zemí. Určete, jakou dosáhne maximální rychlost pádu v_{\max} v případě s otevřeným resp. neotevřeným padákem. Součinitele odporu jsou $C_{x1}=1,3$ (s otevřeným padákem) resp. $C_{x2}=0,1$ (s zavřeným padákem), hmotnost padáku je $m_2 = 30 \text{ kg}$ a hustota vzduchu je konstantní $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$. Rozevřený padák má průměr $D = 12 \text{ m}$ a charakteristická plocha parašutisty při pádu je $S_1 = 0,01 \text{ m}^2$.
- Určete, do jaké výšky vyletí drak, jestliže jeho tíha je $G = 0,3 \text{ kg}$ a působí-li na něj celková aerodynamická síla $F = 100 \text{ N}$ ve směru $\alpha = 60^\circ$ od vodorovné roviny a odporová. Lanko, na kterém draka pouštíme, je dlouhé $L = 50 \text{ m}$.

TERMODYNAMIKA

31) Teplotní roztažnost látek, rozpínavost plynů

Popište teplotní závislost objemu pevných, kapalných a plyných látek. Porovnejte roztažnost pevných, kapalných a plyných látek v závislosti na změně teploty.

- Určete závislost průhybu bimetalu z ocelového a zinkového pásku na teplotě, jestliže při teplotě $t_0 = 20^\circ\text{C}$ mají oba pásky bimetalu stejnou délku L_0 a tloušťku $d = 0,5 \text{ mm}$. Vypočtěte, teplotu při níž je poloměr křivosti oblouku bimetalu $R = 0,7 \text{ m}$.
- Určete, kolik kapaliny vyteče ze skleněné nádoby, jestliže tuto nádobu zahřejeme o Δt . Ve stavu před zahříváním byla nádoba plná.
- Určete, při jaké teplotě má voda nejmenší objem.
- Ideální plyn má za teploty $t = 20^\circ\text{C}$ a tlaku $p = 80 \text{ kPa}$ objem $V = 30 \text{ cm}^3$. Určete objem V_0 plynu za normálních podmínek $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$, $t_0 = 0^\circ\text{C}$.

32) Kalorimetrie, tepelná kapacita pevných, kapalných a plynných látek

Vysvětlete pojem měrné tepelné kapacity u pevných, kapalných a plynných látek a její závislost na teplotě a tlaku. Popište princip měření měrné tepelné kapacity pevných látek a kapalin pomocí směšovacího kalorimetru a princip zjišťování měrné tepelné kapacity plynných látek.

- Určete, jaké množství ledu o hmotnosti $m_1 = 1$ kg a o teplotě $t_1 = 0^\circ\text{C}$ roztálo při ponoření do $m_2 = 1$ kg vody o teplotě $t_2 = 50^\circ\text{C}$.
- Olovená kulička o hmotnosti 20 g, měrné tepelné kapacitě 134 J/kg.K a teplotě 20°C narazí na železný terč rychlostí 100 m/s a zastaví se v něm. Určete, kolik tepla při tomto zabrzdění vznikne a jak se zvýší teplota kuličky, předpokládáme-li, že dvě třetiny vzniklého tepla kulička absorbuje?

33) Základní pojmy molekulové fyziky

Popište a vysvětlete základní pojmy částicové struktury látek (např. látkové množství, atomová a molární hmotnost, molární objem, Avogadrova konstanta, hustota částic, atd.)

- Určete molární hmotnost uhličitanu vápenatého CaCO_3
- Jaké látkové množství odpovídá 16g mědi ${}^{64}_{29}\text{Cu}$ a kolik atomů je v něm obsaženo.
- Určete počet molekul, které jsou obsaženy za normálních podmínek v 1 cm^3 kyslíku. Uvažujte, že kyslík se chová jako ideální plyn.
- Vypočtete, jaká výsledná síla působí na balón o objemu $V = 2000\text{ m}^3$ naplněný a) vodíkem, b) héliem. Balón se nachází ve výšce $h = 5000\text{ m}$ při teplotě $t = 0^\circ\text{C}$ a vnějším tlaku $p = 0,5 \cdot 10^2\text{ kPa}$. Hustota vzduchu za normálních podmínek je $\rho_0 = 1,293\text{ g/dm}^3$.
- Uvažujte vzduchovou bublinku o průměru d_1 v hloubce h pod hladinou jezera při teplotě t_1 . Bublinka pomalu stoupá vzhůru. Vypočtete průměr bublinky d_2 na hladině, kde je teplota t_2 . Zanedbejte absorpci molekul plynu a povrchové napětí. Určete závislost velikosti bublinky na hloubce, za předpokladu lineárního růstu teploty vody. Dále odvoďte pohybovou rovnici takovéto bublinky.

34) Kinetická teorie plynů, vnitřní energie a tepelná kapacita plynů

Vysvětlete základní pojmy kinetické teorie plynů (např. střední kvadratická rychlost, tlak plynu, apod.). Popište pravděpodobnostní rozdělení složek rychlostí, Maxwellův zákon rozdělení velikostí rychlostí (graficky znázorněte pro různé teploty a vyznačte střední hodnotu rychlosti, střední kvadr. rychlost a nejpravděpodobnější hodnotu rychlosti). Vysvětlete ekvipartiční teorém a souvislost vnitřní energie a molární tepelné kapacity plynů.

- Odvoďte vztahy pro střední hodnotu rychlosti, střední kvadr. rychlost a nejpravděpodobnější hodnotu rychlosti částic ze znalosti Maxwellova pravděpodobnostního rozdělení.
- Při jaké teplotě se střední kvadratická rychlost molekul CO_2 rovná střední kvadratické rychlosti molekul dusíku při teplotě 0°C .
- Určete, kolik procent molekul argonu při teplotě $t = 120^\circ\text{C}$ se pohybuje rychlostmi v intervalu (2000 - 3000) km/h.

- d) Pomocí kinetické teorie plynů určete měrnou tepelnou kapacitu při stálém objemu pro argon a dusík.

35) Stavové rovnice plynu

- popište stavovou rovnici ideálního plynu
- popište stavové rovnice reálného plynu (van der Waalsova, viriálový rozvoj)
- Určete tlak p plynu (CO_2) o hmotnosti $m = 1$ kg, který se chová podle van der Waalsovy stavové rovnice a je uzavřen v nádobě o objemu $V = 20$ litrů při teplotě 13°C . Porovnejte ho s tlakem, který by měl za stejných podmínek ideální plyn.
- Vypočtete koeficienty a a b ve van der Waalově stavové rovnici pro dusík, jestliže víte, že kritický tlak dusíku je $p_k = 3,39$ MPa a kritická teplota je $T_k = 126$ K. Vysvětlete, co znamenají kritické stavové veličiny a co je to tzv. redukováná stavová rovnice.

36) Tlak plynů, barometrický tlak

Uveďte praktické aplikace měření barometrického tlaku, přístroje na měření tlaku.

- Určete průběh barometrického tlaku v závislosti na výšce nad zemským povrchem při izotermické a polytropické atmosféře
- Určete teoreticky výšku atmosféry (tj. výšku, kde tlak klesne na nulu)
- Popište fyzikální princip pístové vývěvy, resp. kompresoru

37) Mechanika plynů, směšování plynů

Popište výtok ideálního plynu větším otvorem nebo tryskou z nádoby při tlaku p_1 do prostoru o tlaku p_2 , při uvážení stlačitelnosti plynu a jeho termodynamického chování (adiabatické chování)

- Určete rychlost v_2 , teplotu t_2 a hustotu ρ_2 kyslíku, který vytéká jednoduchou tryskou o průměru $d_2 = 0,01$ m. Přetlak na vstupu do trysky je $\Delta p = 0,7$ MPa, teplota plynu v nádobě je $t_1 = 50^\circ\text{C}$ a plyn se chová adiabaticky (Poissonův součinitel $\kappa = 1,4$).
- Při přetlaku $\Delta p = 7$ kPa vytéká do okolního prostředí velkým otvorem o průřezu $S = 0,2$ m² ve stěně pece plyn o hustotě $\rho_0 = 1,3$ kg/m³ a teplotě $t_0 = 800^\circ\text{C}$. Určete výtokovou rychlost a objemový průtok plynu.
- Určete, jaký tlak bude v nádobách po jejich propojení, jestliže nádoby měly objemy V_1 , V_2 a V_3 a tlaky p_1 , p_2 a p_3 .

38) Komín, odtah spalin

Popište termodynamický princip komínu (podtlak, tah komína, návrh výšky komína). Určete, zda zděný komín o výšce $h = 38$ m a vnitřním průřezu u paty komína $S_1 = 1,5$ m² resp. u ústí komína u paty komína $S_2 = 1,2$ m² bude mít dostatečný tah pro odvod spalin, jestliže celková tlaková ztráta v komíně a odtahovém traktu je $\Delta p_z = 185$ Pa. Objemový tok spalin za normálních podmínek $Q_v = 18000$ m³/h, teplota spalin je $t_{1,\text{sp}} = 400^\circ\text{C}$, hustota spalin u paty komína je $\rho_{1,\text{sp}} = 1,3$ kg/m³, teplota vzduchu u paty komína je $t_{1,\text{vz}} = 20^\circ\text{C}$. Pokles teploty spalin po délce komína uvažujte $1,25$ K/m.

39) Carnotův cyklus

- popište jednotlivé fáze a účinnost Carnotova kruhového děje
- Ukažte, že Carnotův cyklus má maximální účinnost ze všech ostatních cyklů, které pracují mezi dvěma stejnými hraničními teplotami T_{\max} (ohříváč) a T_{\min} (chladič).
- popište princip fyzikální chladničky resp. tepelného čerpadla (ideál.kruhový děj, reálné chladicí oběhy)

40) Entropie

Objasněte pojem a význam entropie (termodynamické a statistické pojetí).

- Vypočtete entropii libovolného vratného cyklu
- Určete změnu entropie ledu o hmotnosti $m_1 = 30$ g o teplotě $t_1 = -40^\circ\text{C}$, který se přemění ve vodní páru teploty $t_2 = 100^\circ\text{C}$ při tlaku $p = 10^5 \text{Pa}$.

41) Spalovací motory, srovnávací cykly

Popište termodynamický princip následujících spalovacích motorů pomocí ideálních srovnávacích cyklů a určete účinnost těchto cyklů:

- Dieselův cyklus
- Ottův cyklus
- reaktivní spalovací motor
- stálotlaková turbína (Braytonův oběh)

42) Skupenské přeměny

Popište a vysvětlete skupenské přeměny (tání a tuhnutí, vypařování a kondenzace) pomocí Clausius-Clapeyronova rovnice.

- Určete, jak se změní teplota tání ledu resp. varu vody, jestliže zvýšíme tlak o $\Delta p = 10^5 \text{Pa}$ oproti normálním termodynamickým podmínkám.
- Jaký bude tlak nasycené vodní páry při teplotě T , jestliže závislost měrného skupenského tepla vypařování vody na teplotě lze přibližně vyjádřit lineárním vztahem $l = a - bT$. Při teplotě T_0 je tlak nasycených par p_0 .
- Olovo taje při tlaku $p = 0,1 \text{MPa}$ a teplotě 327°C . Vypočítejte, jaké je měrné skupenské teplo tání olova při této teplotě, když při zvětšení vnějšího tlaku o $0,1 \text{MPa}$ se teplota tání zvýší o $0,008^\circ\text{C}$ a objem taveniny je větší o $3,4\%$. Hustota olova je 11341kg/m^3 .

43) Joule-Thomsonův jev

Popište fyzikální princip škrtícího ventilu (Joule-Thomsonův jev) a jeho praktické uplatnění při zkapalňování plynů. Rozhodněte o tom, zda se bude vodík resp. helium ochlazovat nebo oteplovat při průchodu škrtícím ventilem, jestliže oba plyny mají teplotu $t = -150^\circ\text{C}$.

44) Osmóza, difúze

- Popište fyzikální princip osmózy a její praktická aplikace (reverzní osmóza)
- V jednom litru vody jsme rozpustili $m = 3 \text{kg}$ NaCl při teplotě $t = 27^\circ\text{C}$. určete osmotický tlak v roztoku, jestliže 44% molekul NaCl je disociováno na ionty.

- c) Popište fyzikální princip difúze (např. přenos vlhkosti ve stavebních materiálech, apod.)

45) Šíření tepla vedením, prouděním a zářením

Popište fyzikální principy šíření tepla vedením, prouděním a zářením.

- Určete hustotu tepelného toku z vnitřku místnosti o teplotě $t_1=25^\circ\text{C}$ do vnějšího prostoru s teplotou vzduchu $t_2=-20^\circ\text{C}$. Jestliže se jedná o cihlovou zeď tloušťky $d_0=360$ mm s vnitřní resp. vnější omítkou tl. $d_1=10$ mm resp. tl. $d_2=25$ mm. Koeficienty přestupu tepla jsou na vnitřní resp. vnější straně zdi $\alpha_1=20$ $\text{kJm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{K}^{-1}$ resp. $\alpha_2=60$ $\text{kJm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{K}^{-1}$. Určete též průběh teploty v jednotlivých vrstvách konstrukce. Jaký je měrný tepelný odpor R stěny?
- Vnitřní povrch homogenní koule má teplotu t_1 a vnější t_2 , přičemž vnitřní resp. vnější poloměr koule je R_1 resp. R_2 . Určete závislost teploty uvnitř materiálu koule na radiální vzdálenosti r , jestliže udržujeme teploty na obou površích konstantní v čase.
- Určete závislost, podle které narůstá led na hladině rybníka, jestliže led přirůstá na styku s vodou, kde je teplota rovna teplotě fázového přechodu 0°C . Určete, za jakou dobu τ naroste vrstva tloušťky $d=10$ cm, jestliže okolní teplota vzduchu je rovna $t=-5^\circ\text{C}$.
- Popište tzv. "wind-chill effect" (tj. subjektivní vjem teploty při odebrání tepla z pokožky člověka při proudění větru)

ELEKTRINA A MAGNETISMUS

46) Intenzita a potenciál elektrostatického pole

Definujte intenzitu a potenciál elektrostatického pole, siločáry a jejich směr. Vypočtete intenzitu a potenciál:

- elektrostatického pole dipólu (dvojice nábojů opačného znaménka),
- dvou dlouhých rovnoběžných vodičů,
- nabitě desky,
- koule,
- kulové plochy,
- elipsoidu,
- koaxiálního kabelu.

47) Elektrostatické síly a jejich důsledky a aplikace

Uveďte příklady využití elektrostatických sil ve vědě, technice a lékařství (princip xeroxu, laserové tiskárny, inkoustové tiskárny, odlučovače popílku a čističe vzduchu, elektrostatické odlučovače látek, elektrostatické nanášení barev, apod. ...)

- proved'te porovnání gravitační a elektrostatické síly mezi protonem a elektronem
- popište elektrostatický výboj blesku
- popište teoreticky pohyb nabitě částice v elektrostatickém homogenním poli (např. vychylování elektronů mezi dvěma opačně nabitými deskami)
- popište fyzikální princip fungování mikrovlnné trouby

48) Kapacita vodiče, kondenzátory

Definujte kapacitu vodiče, kondenzátor a jeho aplikace, druhy, sériové a paralelní zapojení, vliv izol.vrstev, superkapacity, apod. Popište průběh vybíjení kondenzátoru přes nějaký ohmický odpor R .

- Určete kapacitu deskového, válcového, otočného deskového kondenzátoru s proměnlivou kapacitou $C(\varphi)$ závislou na úhlu pootočení φ (Určete též, jaký musí být tvar desek, jestliže požadujeme konkrétní závislost kapacity $C(\varphi)$ – např.lineární).
- Vypočtete kapacitu deskového kondenzátoru s plochou desek S a vzdáleností desek d , přičemž mezi deskami je skleněná destička tloušťky d_1 s permitivitou ε_1 obklopená vrstvami látky s permitivitou ε_2 . Určete jakou silou F se budou desky přitahovat.

49) Termoelektrické jevy a jejich využití

Popište termoelektrické jevy (Seebeckův, Peltierův a Thomsonův jev) a jejich praktické aplikace – termočlánek, termoelektrické chlazení. Uveďte příklady konkrétních termočláneků.

50) Speciální jevy v dielektriku

- Dielektrická pevnost látek a ztráty v dielektriku
- Přímý a obrácený piezoelektrický jev

Popište přímý a obrácený piezoelektrický jev a jeho praktické využití v technice. Jak velký náboj se generuje na povrchu destičky z krystalu křemene, která je podrobena rovnoměrnému tlaku $\sigma = 1 \text{ MPa}$.

- přímý a inverzní piezoelektrický jev
- přímý a inverzní pyroelektrický jev

51) Odpor vodiče

- Popište obecný Ohmův zákon a jeho zjednodušení na odpor homogenního drátu. Popište pojmy vodivost, odpor a uveďte teplotní závislost el.odporu.
- Vysvětlete transfigurace zapojení elektrických odporů - spojení hvězda, trojúhelník na praktických složitějších příkladech zapojení odporů.

52) Jouleovo teplo, jeho důsledky a využití

- Popište podstatu vzniku Jouleova tepla při průchodu elektrického proudu vodičem s nenulovým ohmickým odporem R .
- Popište aplikace tohoto jevu v praxi (žárovky, tavné pojistky, elektrické ohříváče)
- určete, jak je velký nárazový proud I_0 v okamžiku rozsvícení 60 W žárovky (při teplotě $t_0 = 20^\circ\text{C}$), je-li teplotní součinitel odporu wolframového vlákna $\alpha = 0,0045 \text{ K}^{-1}$, žárovka je zapojena na síť 220 V a teplota rozžhaveného vlákna je $t_1 = 2500^\circ\text{C}$
- určete, za jak dlouho se uvaří $m = 1 \text{ kg}$ vody o teplotě $t_0 = 20^\circ\text{C}$ s pomocí spirálového vaříče, jehož spirála má odpor $R = 20 \Omega$, vaříč má tepelnou účinnost $\eta = 35 \%$ a je připojen na napětí $U = 220 \text{ V}$.

53) Kirchhoffovy zákony pro soustavu vodičů

- Vysvětlete Kirchhoffovy zákony pro soustavu vodičů a uveďte jejich praktické použití na řešení několika složitějších obvodů.
- Popište princip měření el.proudu a napětí
- Popište, jak lze upravit rozsah ampérmetru a voltmetru pomocí bočníku a předřadného odporu

54) Elektrolýza, galvanické články, akumulátory

- Popište model vedení proudu v elektrolytech (disociace molekul, Faradayovy zákony,...).
- Uveďte princip a použití galvanických článků a akumulátorů pro úschovu elektrické energie
- Uveďte princip elektrolytického pokovování. Určete přibližně, jaká vrstvička stříbra se vyloučí při elektrolytickém postříbření na elektrodě o ploše S , jestliže elektrolytem protéká proud I po dobu τ .

1.

55) Vedení el.proudu v plynech, výboje

Popište základní model vedení elektrického proudu v plynech (samostatné a nesamostatné vedení). Ionizace plynu (tepelná, zářením, elektrony), plazma. Termoemise elektronů, fotoelektrická emise, studená emise, sekundární emise elektronů (fotonásobič). Doutnavý výboj v plynech a jeho využití (např. zářivky). Elektrický oblouk (obloukové svařování).

56) Vedení el.proudu v kovech a polovodičích

Popište pásový model elektrické vodivosti v pevných látkách. Popište elektronovou vodivost v kovech a princip vedení proudu v polovodičích (vlastní a příměsové polovodiče). Popište a uveďte aplikace následujících jevů a prvků.

- Usměrnovací jev v polovodičích (dioda)
- Tranzistorový jev (tranzistor)
- Termistor
- Fotoelektrický jev (fotodiody, fotovoltaický jev)

57) Magnetostatické pole

Vysvětlete Biot-Savartův a Ampérův zákon pro výpočet magnetické indukce resp. intenzity magnet.pole vodiče protékaného proudem. Určete magnetickou indukci a intenzitu magnetického pole pro:

- přímý vodič ve vzdálenosti d ,
- kruhovou a čtvercovou smyčku na její ose a cívku na ose,
- prstencovou cívku (toroid)

Určete siločáry magnetického pole dvou rovnoběžných vodičů pro případy souběžných proudů resp. proudů opačného směru. Vypočtěte sílu působící na uzavřenou kruhovou smyčku protékanou proudem I_1 v magnetickém poli dlouhého přímého vodiče, kterým prochází proud I_2 .

58) Pohyb nabité částice v elmag.poli – malé rychlosti

- Popište pohyb (tj. závislost dráhy a rychlosti na čase) elektronu pro malé rychlosti v příčném homogenním magnetickém poli. Po jakých křivkách se nabitá částice pohybuje?.
- Popište funkci a princip hmotnostního spektrometru.
- Popište princip a funkci cyklotronu, betatronu
- Popište proč vzniká polární záře.

59) Základy elektronové a iontové optiky

- Popište principy řízení dráhy elektronových svazků a použití těchto principů v elektronovém mikroskopu, elektronovém dalekohledu (vychylování a fokusace elektronových svazků).
- Popište fyzikální princip fungování obrazovky televize (CRT)

60) Elektromagnet, magnetické obvody

Uveďte co je to magnetický obvod (Hopkinsonův zákon, magnetický odpor) a jaký je princip fungování elektromagnetu (nosivost elektromagnetu).

61) Kvazistacionární elektrické proudy (elmag.indukce)

Vysvětlete princip elektromagnetické indukce a pojmy vlastní a vzájemná indukce. Určete vlastní indukčnost:

- cívky, která vznikla rovnoměrným navinutím vrstvy izolovaného drátu na toroid,
- dlouhého solenoidu.

Vysvětlete fyzikální princip fungování elektrické kytary a reproduktoru.

62) Vířivé (Foucaultovy) proudy a jejich aplikace

Vysvětlete vznik a působení vířivých (Foucaultových) proudů ve vodivých materiálech.

Uveďte praktické aplikace vířivých proudů (indukční ohřev, detekce kovů, magnetická brzda, nedestruktivní zjišťování defektů)

63) Magnetický pohon dopravních prostředků

Vysvětlete základní princip tzv. magnetické levitace a magnetohydrodynamického pohonu.

Uveďte použití a aplikace výše uvedených principů na pohon vozidel a plavidel v praxi.

64) Střídavý proud a jeho aplikace

Popište vznik harmonického střídavého proudu a určete jeho výkon, střední a efektivní hodnoty napětí a proudu – uveďte na příkladech různých časových průběhů proudu (harmonický střídavý proud, usměrněný střídavý proud, stejnosměrný proud, aj.). Vysvětlete výrobu stejnosměrného a střídavého proudu, funkci synchronních a asynchronních motorů, co je to účinný, činný a jalový výkon. Popište trojfázovou soustavu rozvodu elektrického proudu, princip transformátoru, přenos elektrické energie pomocí vodičů.

OPTIKA

65) Spektrum elektromagnetického záření a jeho použití v praxi

(různé typy vln a jejich vlastnosti, světlo, rychlost světla (elmag.vlnění) a její měření, index lomu a jeho měření)

66) Fotometrie a lidské oko

(energetické vlastnosti světla, vlastnosti lidského oka, vnímání okem, citlivost, model lidského oka, rozlišení, brýle, dalekozrakost, blízkozrakost, fotometrické vlastnosti záření - zářivý tok, jas, osvětlení, Lambertův zákon, optické klamy)

67) Vnímání a měření barev

(kolorimetrie, měření barev, reprodukce barev, barvy na obrazovce počítače)

68) Vlnová rovnice a její řešení

(materiálové prostředí, vlnová rovnice, řešení – rovinné a sférické harmonické vlny, nehomogenní, anizotropní prostředí)

69) Energie záření a její přenos

(energie, střední časová hodnota energie, intenzita elmag. vlnění, Poyntingův vektor, změna intenzity se vzdáleností, přenos energie zářením, elektromagnetické pole nestacionárního dipólu, antény, ztráty při přenosu, modulace a demodulace elmag.vln – TV, rádio, mobilní a satelitní telefony,...)

70) Optická vlákna

(vedení světla optickými vlákny – gradientní a totálně odrazná optická vlákna, přenos optické informace, vlnovody)

71) Sluneční záření a přenášená energie

(spektrum slunečního záření, přenášená energie, skleníkový efekt, využití sluneční energie – sluneční elektrárny, sluneční kolektory, fotovoltaické články,...)

72) Chromatická disperze, absorpce záření a rozptyl záření

(teorie absorpce a disperze světla, anomální disperze, Lambert-Beerův zákon, disperzní a achromatický hranol, spektrální analýza - spektroskopie, duha, Tyndallův jev, Mieův rozptyl,...)

73) Dvousvazková interference světla a její využití

(princip superpozice, interferenční jevy, koherence záření – časová a prostorová, kontrast interferenčního pole, metody získání koherence světelných zdrojů, interference 2 harmonických vln, interferometry (Michelsonův, Fabry-Perotův, Twyman-Greenův, Fizeaův,...), měřicí metody – kontaktní a bezkontaktní měření tvaru povrchů, měření délek, interf.spektroskopie,...)

74) Vícenásobná interference světla

(interference na tenké vrstvě, vznik barevných interferenčních proužků, měření tloušťky vrstev, zabarvení živočichů, **tenké vrstvy** - vícenásobná interference na soustavě tenkých vrstev, AR vrstvy, odrazné vrstvy, interferenční filtry,...)

75) Dopplerův jev pro EM záření

(relativistický Dopplerův jev příčný a podélný, aplikace dopplerova jevu v měřících metodách, radiolokaci, navigaci, ...- dopplerovské radary, vibrometry, anemometry,...)

76) Polarizace elektromagnetického záření

(polarizace EM vln, odrazivost na rozhraní, závislost na úhlu dopadu, úplný odraz, změna fáze, stupeň polarizace, polarizace odrazem - Brewsterův úhel, polarizace lomem, polarizace při úplném odrazu, polarizace absorpcí a rozptylem, polarizace dvojlomnými prvky, použití polarizace v praxi – polarizační filtry ve fotografii, polarimetrie, 3D polarizační brýle, IMAX,...)

77) Šíření elektromagnetických vln v anizotropním prostředí

(dvojlom světla, polarizace dvojlomem, Fresnelova rovnice vlnových normál, umělý dvojlom, polarizace dvojlomem – polarizátory jednopaprskové (Nikolův hranol) a dvoupraprskové (Wollastonův hranol), fotoelasticimetrie, polarizační přístroje ke zkoumání izotropie průhledných látek, interference polarizovaného záření, fázová destička – čtvrtvlnná, půlvlnná,...)

78) GPS – Global Positioning System

(princip a vyhodnocování polohy pomocí družicových polohovacích systémů, použití v inženýrské geodézii, navigaci, vojenství, apod.)

79) Tekuté optické prvky

(princip a funkce displejů z tekutých krystalů, funkce a použití tekutých krystalů v technice, princip tekuté elektrostatické čočky a její využití)

80) Optický gyroskop

(Sagnacův interferometr, princip optického vláknového gyroskopu, použití jako navigační přístroj v letadlech a raketách)

81) Difrakce světla a její využití

(Fresnelova a Fraunhoferova difrakce na kruhovém a obdélníkovém otvoru, štěrbině, difrakční mřížce, difrakce v praxi – rozlišovací mez optických přístrojů a oka, měřící metody - užití difrakce ve spektroskopii, ohyb světla na vlákne – měření tloušťky a pravidelnosti struktur, CD vypalování a čtení, difrakční optické prvky,...)

82) Metoda fázového kontrastu v mikroskopii

(pozorování malých fázových předmětů, jejichž tloušťka a index lomu se liší velmi málo od okolního prostředí)

83) Difrakční teorie optického zobrazení

(PSF, OTF, MTF, rozlišovací schopnost optických přístrojů – klasické a digitální fotoaparáty, kontrast přenášených detailů předmětu, závislost kontrastu na clonovém čísle)

84) Filtrace prostorových frekvencí, Fourierovská optika

(Fourierova transformace, přenos optické informace, použití při filtraci prostorových frekvencí)

85) Rentgenová difrakce

(vznik rentgenového záření, popis zkoumání struktury pevných látek s pomocí difrakce rentgenového záření na krystalové struktuře pevných látek, použití v defektoskopii,...)

86) LIDAR (Light Detection And Ranging)

(vysvětlení fyzikálního principu LIDARU a jeho použití pro měření znečištění ovzduší, meteorologii, mapování povrchů v inženýrské geodézii, ...)

87) Fotogrammetrie, laserové skenovací systémy

(vysvětlení fyzikálního principu fotogrammetrie a laserových skenovacích systémů pro měření topografie povrchů, ...)

88) Počítačová tomografie

(vysvětlení principu zobrazování a matematického vyhodnocení pomocí rentgenovské počítačové tomografie, aplikace a použití v praxi – lékařství, defektoskopie,...)

89) Průchod paprsku v nehomogenním prostředí

(gradientní optické prvky – čočky, optická vlákna, index lomu prostředí, závislost indexu lomu na stavových parametrech prostředí, fata morgána, atmosférické jevy, astronomická refrakce, vlivy na astronomická a geodetická měření,...)

90) Adaptivní optika

(vysvětlení principy základů adaptivní optiky, korekce a detekce vlnoplochy – Shack-Hartmanův senzor, senzory vlnoplochy, korekce vlnoplochy pomocí DMD zrcátek, použití prvků adaptivní optiky i v jiných oblastech – lékařství, dataprojektory,...)

91) Holografie

(typy hologramů, záznam a rekonstrukce hologramu, měřicí metoda holografické interferometrie, praktické použití holografie, digitální holografie,...)

92) Litografie

(vysvětlení principu litografických technik – fotolitografie, elektronová litografie, iontová, rentgenová a laserová litografie)

MODERNÍ FYZIKA

93) Vyzařování těles

(Planckův, Stefan-Boltzmannův, Kirchhoffův zákon, záření černého tělesa, záření reálných těles, detekce tepelného záření – infrakamery, bezdotykové měření teploty,...)

94) Luminiscence, fluorescence, fosforescence

(vysvětlení jevů luminiscence, fluorescence, fosforescence a jejich praktické využití)

95) Fotonová teorie světla

(energie, hmotnost, hybnost, impuls, frekvence, vlnová délka fotonu)

96) Lasery

(kvantové generátory světla, spontánní a stimulovaná emise, rychlostní rovnice, typy laserů a jejich využití ve vědě, technice, lékařství, vojenství,...)

97) Detektory elmag. záření

(tepelné, fotoelektrické a fotochemické detektory elektromagnetického záření – bolometry, pyrometry, termistory, fotodiody, fotonásobič, CCD, CMOS – záznam a zpracování, použití v různých spektrálních oblastech – digitální fotoaparáty, noktovizory, infrakamery, ...)

98) Tlak elektromagnetického záření

(vysvětlení podstaty tlaku elektromagnetického záření při interakci s látkou, příklad – prachový ohon komety, manipulace s mikročásticemi – laserové pinzety,...)

99) Fotoelektrický jev, Comptonův jev, Čerenkovovo záření

(vysvětlení vnitřního a vnějšího fotoelektrického jevu, Comptonova jevu vzniku Čerenkovova záření, aplikace těchto jevů v praxi)

100) Základy speciální teorie relativity

(Galileiho vs. Lorentzova transformace, obecný tvar, praktické důsledky spec. teorie relativity - Dopplerův jev, skládání rychlostí, rozpad mionu, aberace stálic, souvislost energie s hmotností)

101) Lineární harmonický oscilátor

(řešení Schödingerovy rovnice)

102) Metoda magnetické rezonance

(vysvětlení principu metody magnetické rezonance a její použití v zobrazovacích technikách např. v diagnostice v lékařství)

103) Radioaktivní záření, jaderná reakce, termonukleární energie

(radioaktivní záření, štěpení jader, využití v jaderné energetice, štěpná řetězová reakce, typy jaderných reaktorů, termonukleární reakce)