

## ***Státní bakalářská zkouška z fyziky***

*Státní bakalářskou zkoušku z fyziky musí úspěšně absolvovat každý student na závěr ve svém studijním programu Fyzika se zaměřením na vzdělávání.*

*Tato zkouška završuje kurs **Základy fyziky**, zařazený do 1. až 5. semestru, včetně fyzikálního praktika, jakožto teoretický základ pro budoucí magisterské studium učitelské přípravy. Doposud jste absolvovali dílčí zkoušky z jednotlivých oblastí studia fyzikálního poznání. Předpokládá se samozřejmě dobrá znalost matematiky, pomocí níž se vyjadřují fyzikální závislosti a vytvářejí se vhodné matematické modely.*

*K přípravě studentů na soubornou zkoušku sestavili pracovníci Katedry fyziky celkem 32 tematických okruhů, jež jsou dále uvedeny. Každý tematický okruh obsahuje vždy jistou část teoretickou a část aplikační, v níž si student připraví technické aplikace, problematiku měření v tématu a řešení širšího problému, který navazuje na interdisciplinární vztahy.*

*Při **ústní zkoušce** budou vybrány dvě otázky z následujících obalstí. Doba trvání ústní zkoušky je omezena do 60 minut.*

*Tematické součásti souborné zkoušky:*

- A. **Mechanika** (6 okruhů)*
- B. **Termika** (4 okruhy)*
- C. **Elektřina a magnetismus** (8 okruhů)*
- D. **Kmitý, vlny, optika** (7 okruhů)*
- E. **Částice a pole** (7 okruhů).*

*V ústní zkoušce se student soustředí na experimentální východiska problematiky, vytvoření přiměřeného matematického modelu na zobecnění a dále na závěry, jež představují fyzikální poznání, na ukázky měření veličin a aplikaci poznatků v různých částech fyziky, popř. i v dalších přírodovědných disciplínách nebo v technice.*

*Státní bakalářskou zkoušku může student konat v termínech, které jsou v souladu s harmonogramem. Předpokladem státní bakalářské zkoušky je získání všech zápočtů a zkoušek ze všech částí Základů fyziky a zápočtů z fyzikálního praktika, včetně splnění všech dalších studijních povinností, nutných k uzavření prvních šesti semestrů.*

*Pokud si student vybral téma bakalářské závěrečné práce z fyziky, je součástí státní závěrečné zkoušky i obhajoba této práce.*

### ***Doporučená literatura:***

*Halliday, D. - Resnick, R. - Walker, J.: Fyzika. Praha-Brno, Prometheus - VUTIUM 2000*

*Horák, Z.- Krupka, F.- Šindelář, V.: Fyzika. Praha, SNTL 1961, jinak i další vydání*

*Hajko, V. a kol.: Fyzika v příkladoch. Bratislava, Alfa, více vydání.*

## **A. Mechanika**

### **A1. Pohyb a síla**

*Druhy pohybů a jejich matematický popis. Určení sil na základě rovnice dráhy, určení druhu pohybu na základě znalosti působících sil. Řešení pohybových rovnic. Řešení úloh nejen čistě mechanických.*

*Problémy: Stanovení parametrů vrhu šikmého (jako zobecnění všech vrhů)*

*Rovnoměrně zrychlený a rovnoměrně zpomalený pohyb hmotného bodu po kružnici*

*Popis bodu na obvodu valící se kružnice (vznik cykloidy a její parametry)*

### **A2. Energie a řešení problémů**

*Zavedení pojmu energie. Použití zákona zachování mechanické energie k řešení úloh. Energetická a dynamická metoda řešení problémů ve fyzice, jejich přednosti i nedostatky.*

*Problémy: Stanovení rychlosti tělesa ze známé změny potenciální energie*

*Parametry pohybu kuličky matematického kyvadla*

*Porovnání dynamické a energetické metody řešení na konkrétním příkladě*

### **A3. Gravitační pole a pohyb těles**

*Energetický a silový popis gravitačního pole kolem hmotného bodu. Popis pohybu planet kolem Slunce, planetární soustava. Popis pohybu těles po kuželosečkách v gravitačním poli. Praktické využití kosmické dynamiky, využívání těles, vypouštěných člověkem.*

*Problémy: Stanovení parametrů stacionární družice Země*

*Užití Keplerových zákonů ke stanovení parametrů pohybu těles v gravitačním poli*

*Určování hmotnosti a hustoty planet*

### **A4. Pohyb tuhého tělesa**

*Posuvný, otáčivý a valivý pohyb tuhého tělesa. Zavedení pojmu moment setrvačnosti, zákon zachování hybnosti a momentu hybnosti. Silový a energetický přístup k řešení problémů z dynamiky tuhého tělesa.*

*Problémy: Valivý pohyb válce po nakloněné rovině*

*Maxwellovo kyvadlo*

*Soustava těles spojených vláknem přes kladku, jejíž moment setrvačnosti není nula*

*Výpočet momentu setrvačnosti jednoduchých těles*

### **A5. Základy hydromechaniky**

*Hydrostatika a hydrodynamika, základní zákony hydrostatiky. Zákona pro proudění kapaliny v trubici - proudění laminární a turbulentní. Odpor prostředí a řešení aplikačních úloh, praktické využití.*

*Problémy: Stanovení mezní rychlosti padajícího tělesa, mezní rychlosti ve sportu.*

*Stanovení hustoty pevných látek nebo kapalin na základě užití zákonů hydrostatiky*

*Jak lze stanovit rychlost proudění kapaliny v trubici*

### **A6. Mechanické kmity**

*Harmonický pohyb hmotného bodu a jeho popis, matematický model. Závaží na pružině a závaží na tuhém vlákně, rozbor pohybové rovnice. Vlastní a nucené kmity. Různá kyvadla a stanovení doby kmitu.*

*Problémy: Využití rovnice  $F = -kx$  ke stanovení doby kmitu kyvadla,*

*Metody měření tíhového zrychlení*

*Skládání kmitů stejnosměrných i k sobě kolmých, důsledky*

*Pohyb matematického a fyzického kyvadla*

## **B. Termika a molekulová fyzika**

### **B1. Termodynamické zákony**

*Základní pojmy v termice - teplo a teplota, teplo, práce a vnitřní energie. První termodynamický zákon a jeho využití v různých situacích. Vedení tepla a radiace.*

*Problémy: Různě náročné úlohy na využití kalorimetrické rovnice*

*Spotřeba paliva pro získání tepla za vymezených podmínek*

*Stanovení teploty zdroje na základě známých údajů o jeho radiaci*

### **B2. Ideální a reálný plyn**

*Stavové veličiny a stavové energetické veličiny, parametry ideálního plynu, stavová rovnice ideálního plynu. Děje v plynech, včetně adiabatického, a jejich místo v technických situacích a jevech. Reálný plyn, nutnost korekcí.*

*Problémy: Určování parametrů plynu na základě stavové rovnice plynů*

*Vyvození charakteristik adiabatického děje*

*Barometrická rovnice, vyvození a její použití*

### **B3. Částicové modely látek**

*Molekuly, atomy, ionty, zjišťování parametrů pro jejich popis. Vztah reálných experimentů a teoretických výpočtů. Struktura a model pevných, kapalných a plynných látek, vztah mezi strukturou a vlastnostmi látek.*

*Problémy: Stanovení hmotnosti a rozměrů částic*

*Povrchové vlastnosti kapalin a jejich využití*

*Částicová stavba látek a vysvětlení některých dějů*

### **B4. Molekulárně-kinetická teorie tepla**

*Vztah mezi pohybem mikročástic a makroskopickými veličinami, popisujícími tělesa. Teplo, teplota, vnitřní energie a dvojí pohled na jejich výklad - z hlediska termodynamiky a molekulové fyziky.*

*Problémy: Odvození základní rovnice pro tlak plynu, její užití*

*Pojem vnitřní energie z hlediska molekulové fyziky a jeho užití*

*Výklad experimentů, potvrzujících částicové složení látek*

## **C. Elektrizace a magnetismus**

### **C1. Přehled poznatků z elektrostatiky**

*Coulombův zákon ve vakuu. Intenzita, potenciál a napětí v elektrickém poli. Vektor elektrické indukce. Hustota energie elektrického pole. Gaussova věta elektrostatiky. Kapacita vodiče a kondenzátory.*

*Problémy: Indukční (Wimshurstova) elektrika, ochrana před elektrostatickými náboji.*

### **C2. Dielektrikum v elektrickém poli**

*Silové působení mezi náboji v dielektriku, permitivita dielektrika. Polarizace dielektrika a vektor polarizace. Kapacita kondenzátorů s dielektrikem. Vektor elektrické intenzity a indukce na rozhraní dielektrik.*

*Problémy: Piezoelektrický jev a jeho technické použití. Elektrická pevnost dielektrika.*

### **C3. Stacionární elektrický proud**

*Ohmův zákon, odvození Kirchhoffových zákonů. Elektromotorické a svorkové napětí zdroje. Práce a výkon stacionárního proudu. Účinnost zdroje a optimální zatěžovací odpor. Řešení elektrické sítě a metody řešení.*

*Problémy: Spojování zdrojů elektromotorických napětí –sériové, paralelní a kombinované.*

#### C4. Vedení elektrického proudu v kovech a v pevných látkách

*Odvození měrné vodivosti (konduktivity) kovů ze základních představ o pohybu elektronů v kovovém vodiči. Závislost odporu kovových vodičů na teplotě. Pásová teorie vodivosti pevných látek. Vlastní a nevlastní vodivost polovodičů. PN přechod, polovodičová dioda a bipolární tranzistor.*

*Problémy: Laboratorní využití teplotních závislostí kovů a polovodičů a termoelektrických jevů.*

#### C5. Vedení elektrického proudu v kapalinách, v plynu a ve vakuu

*Elektrolyt, elektrolýza a odvození Faradayova zákona pro elektrolýzu. Elektrochemický potenciál, jeho měření, galvanický článek a jeho polarizace, akumulátor. Výboje v plynu za normálního a sníženého tlaku, voltampérová charakteristika výboje za sníženého tlaku. Vedení ve vakuu.*

*Problémy: Vznik a vlastnosti katodového záření a vznik rentgenového záření.*

#### C6. Stacionární magnetické pole ve vakuu:

*Ampérův zákon. Vektor magnetické indukce a Biotův-Savartův zákon. Ukázka použití Biotova-Savartova zákona pro výpočet magnetické indukce. Intenzita magnetického pole a zákon celkového proudu. Použití zákona celkového proudu pro výpočet intenzity a indukce magnetického pole. Proudová smyčka v magnetickém poli.*

*Problémy: Souvislost klasické teorie magnetismu se speciální teorií relativity.*

#### C7. Stacionární magnetické pole v magnetiku

*Látka v magnetickém poli. Permeabilita magnetika. Látky para-, dia- a feromagnetické. Vektor magnetizace. Magnetický indukční tok, magnetický obvod a výpočet  $\mathbf{B}$  a  $\mathbf{H}$  pro toroid s feromagnetickým jádrem s mezerou. Vektory  $\mathbf{H}$  a  $\mathbf{B}$  na rozhraní magnetik.*

*Problémy: Jak lze vyrobit permanentní magnet? Jak odmagnetovat masku obrazovky v monitoru?*

#### C8. Elektromagnetická indukce

*Vznik indukovaného napětí a proudu. Odvození Faradayova zákona pro indukované napětí. Vzájemná a vlastní indukčnost dvou solenoidů na společném jádře. Energie magnetického pole toroidu. Hustota energie magnetického pole.*

*Problémy: Nosivost elektromagnetu.*

## **D. Kmity, vlny, optika**

#### D1. Mechanické a elektrické oscilátory

*Kmity vlastní a buzené. Pohybové rovnice netlumeného oscilátoru lineárního, torzního a elektrického. Řešení pohybových rovnic. Vliv tlumení na kmitání. Buzené kmity - pohybové rovnice mechanického a elektrického oscilátoru. Vznik rezonance.*

*Problémy: Jak se kompenzuje tlumení u mechanických a elektrických oscilátorů. Příklady (hodiny, tónové generátory)*

#### D2. Postupné vlnění

*Rovnice postupného vlnění, fázová a grupová rychlost. Vlnové rovnice pro jednorozměrné kontinuum. Šíření podélných vln v tyčích, kapalinách a plynech. Šíření příčných vln ve struně.*

*Problémy: Jak ovlivníme frekvenci tónu struny a jak barvu zvuku strunného nástroje.*

### D3. Stojaté vlnění

Odras vlnění, rovnice stojatého vlnění. Stojaté vlnění na struně (frekvence a délka vlny). Stojaté elektromagnetické vlnění na dvou vodičovém vedení.

Problémy: Využití stojatého vlnění pro hudební nástroj. Přechod od dvou vodičového vedení k dipólu.

### D4. Principy šíření světla

Fermatův princip, Huygensův princip a jejich využití k odvození zákonů přímočarého šíření světla v isotropním prostředí resp. křivočarého šíření v neisotropním prostředí, zákona lomu a zákona odrazu. Disperze světla při lomu.

Problémy: Vznik totálního odrazu. Výklad fata morgany. Vznik duhy.

### D5. Interference světla

Odvození podmínek pro maximum a minimum při interferenci, koherence. Jak se fyzikálně realizují koherentní zdroje (Youngův pokus, Fresnelova zrcadla, Fresnelův dvojhranol, Billetova dvojčočka, Lloydovo zrcadlo – stručný popis). Interference v tenkých vrstvách ve světle odraženém a prošlém.

Problémy: Praktické využití interference (filtry, holografie).

### D6. Ohyb světla

Ohyb světla na hraně, štěrbině a optické mřížce. Ohyb na vícerozměrné mřížce.

Problémy: Využití ohybu rentgenova záření ke zkoumání struktury látky (laueogramy).

### D7. Optické zobrazování

Zobrazování sférickým zrcadlem (zobrazovací rovnice, chod paprsků), zobrazování čočkou (zobrazovací rovnice, chod paprsků). Lupa, dalekohledy, mikroskop (chod paprsků).

Problémy: Optické vady a jejich korekce. Meze zvětšení mikroskopu.

## **E. Částice a pole**

### E1. Fundamentální částice a čtyři základní interakce.

Konstrukce relativně stabilních celků z fundamentálních částic. Comptonův rozptyl a fotoefekt jako příklad interakcí.

Problémy: Uveďte přehled fundamentálních částic a základních interakcí; popište Comptonův jev (alespoň začátek odvození); vysvětlete vnější fotoefekt.

### E2. Teorie relativity speciální

Transformace  $\Delta x' = \frac{\Delta x - v\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ ,  $\Delta t' = \frac{\Delta t - \frac{v}{c^2}\Delta x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  jako základ pro měření

v prostoročase.

Relativistické invarianty, obsahující veličiny  $E^2 = c^2 p^2 + m^2 c^4$ ,  $\vec{p} = \frac{E}{c^2} \vec{v}$ .

Problémy: Měřená délka, měřená doba, vlastní čas v speciální relativitě; vysvětlete pojem Lorentzova invariantu a uveďte příklady.

### E3. Volná částice, relace neurčitosti

Popis volné částice dle invariant  $E t - \vec{p} \cdot \vec{r}$  a definice  $\lambda = \frac{h}{|\vec{p}|}$ , konstrukce rovnic pro

popis částic. Relace neurčitosti a zobrazování veličin operátory.

Problémy: Uveďte tvar funkce pro popis stavů volné částice; popište konstrukci Schrödingerovy rovnice; objasněte relace neurčitosti na příkladu rozptylu fotonu (elektronu) na štěrbině.

### E4. Vznik kvantových stavů

Ukázky, jak Schrödingerova rovnice vysvětluje vznik kvantových stavů. Uvést schéma hladin Bohrova, Schrödingerova-Bohrova a Diracova modelu atomu dle vztahů

$$E' = -\frac{me^4}{32\pi^2 \varepsilon_0^2 \hbar^2} \cdot \frac{1}{n^2} \quad \Psi_{n,l,m,s} \quad E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 + \left( \frac{\alpha}{n - |k| + \sqrt{k^2 - \alpha^2}} \right)^2}}$$

Problémy: Řešte Schrödingerovu rovnici pro částici na úsečce (popř. „částici na kružnici“), a vysvětlete vznik kvantových stavů. Nakreslete obrázek (ve vhodném měřítku) hladin energií pro atom vodíku dle Bohra. K obrázku přidejte schéma hladin dle kvantových čísel,  $n$ ,  $l$ ,  $m$ ,  $s$ . (Schrödinger, Born).

### E5. Kvantování momentu hybnosti, spin

Hladiny energií atomu v magnetickém poli. Konstrukce optického spektroskopu. Spin částí; příklad: polarizace fotonu, elektronu.

Problémy: Vysvětlete, jak kvantujeme moment hybnosti. Pojednejte o spisu částic a o magnetickém momentu částic. Nakreslete schéma hladin atomu, který se nachází v magnetickém poli.

### E6. Jádro atomu

Jádro atomu a jeho přeměny. Vazebná energie jádra. Účinný průřez jaderné reakce.

Problémy: Definujte stabilní jádro, uveďte experimenty, které náš přesvědčují o existenci jader atomů, a uveďte možné jaderné přeměny. Odvoďte vztah pro střední dobu života jádra nebo excitovaného stavu. Nakreslete křivku vazebných energií jader a vysvětlete princip „uvolňování energie“ při jaderné syntéze nebo rozpadu.

### E7. Měření hmotností částic

Měření hmotností částic a nukleární magnetická rezonance.

Problémy: Popište princip činnosti hmotnostního spektrografu. Vysvětlete termín „účinný průřez“ a na příkladu měření hmotnosti neutronu vysvětlete pojem „jaderné reakce“. Vysvětlete metodu jaderné magnetické rezonance.