

Státní závěrečná zkouška z předmětu „Fyzika s didaktikou“

Státní závěrečnou zkoušku z předmětu „Fyzika s didaktikou“ musí úspěšně absolvovat každý student na závěr ve svém studijním oboru „Učitelství pro střední školy – fyzika“. Zkouška má dvě části:

- I. Didaktika fyziky
- II. Teoretická fyzika.

K přípravě studentů na obě části zkoušky sestavili pracovníci Katedry fyziky tematické okruhy, jež jsou dále uvedeny. Doba trvání ústní zkoušky je omezena na 60 minut, dalších 60 minut má student na přípravu.

I. Didaktika fyziky

Zkouška z didaktiky fyziky je rozdělena do dvou částí:

- A. Obecná didaktika fyziky
- B. Speciální didaktika fyziky pro střední školy

Student dostává dvě otázky, jednu z části A, jednu z části B. Otázka z části A je teoretická, odpovědí na otázku z části B by měl být popis modelové hodiny fyziky na gymnáziu. Student si pro přípravu může vyžádat sadu učebnic „Fyzika pro gymnázia“.

A. Obecná didaktika fyziky

A1. Fyzikální úloha: Fyzikální úloha jako model skutečnosti. Strategie řešení fyzikálních úloh. Fyzikální úlohy a mezipředmětové vztahy. Motivační úlohy ve výuce. Metodika řešení fyzikálních problémových úloh. Tvůrčí úlohy.

A2. Experiment: Technika a metodika školního demonstračního experimentu a jeho postavení ve výuce. Laboratorní a frontální experimenty. Příklady jednotlivých typů experimentů. Domácí experimenty. Význam experimentálních úloh pro rozvoj myšlení.

A3. Učitel fyziky: Charakteristika učitele fyziky. Příprava na hodinu. Plánování práce ve výuce. Hodnocení žáků a klasifikace.

A4. Výuka fyziky na různých typech škol: Propedeutika fyziky na prvním stupni základní školy. Výuka fyziky na základní škole – úkoly. Výuka fyziky na gymnáziu. Výuka fyziky na odborných školách.

A5. Výukové postupy: Postup při vyvozování fyzikálního zákona (od experimentu k teorii; ověřování hypotéz získaných teoreticky). Problémové vyučování. Organizace samostatné práce. Domácí práce a experimenty. Modernizace výuky. Testy ve výuce.

A6. Logická struktura a jazyk školské fyziky, motivace: Pojmy, zákony, principy, hypotézy, fyzikální teorie. Vytváření fyzikálních pojmů na základní škole. Fyzikální veličiny a jednotky. Formy motivace žáků. Motivační úlohy ve výuce.

A7. Integrované vyučování přírodním vědám: Mezipředmětové vztahy – stav a perspektivy, koordinace výuky. Matematika ve výuce fyziky. Integrované vyučování v ČR a v zahraničí.

A8. Učebnice fyziky: Cíle a fakta. Cvičebnice a pracovní listy. Zahraniční učebnice.

A9. Modelování ve školské fyzice, zájmová činnost a rozvoj talentů: Grafy ve výuce. Fyzikální úloha jako model skutečnosti. Tvořivost žáků. Fyzikální olympiáda a další soutěže mladých fyziků.

A10. Výzkumná činnost v didaktice fyziky: Předmět, obsah a metody zkoumání. Psychologické základy řešení problémů.

Doporučená literatura:

- KAŠPAR, E. a jiní: Didaktika fyziky (obecné otázky). 1. vyd., Praha, SPN, 1978.
- KAŠPAR, E.: Kapitoly z didaktiky fyziky I, 1. vyd., Praha, SPN, 1960.
- KAŠPAR, E.: Kapitoly z didaktiky fyziky II, 1. vyd., Praha, SPN, 1963.
- FENCLOVÁ, J.: Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky, 1. vyd., Praha, SPN, 1984.
- REZNIKOV, L. I.: Základy metodiky vyučovania fyziky, 1. vyd., Bratislava, Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1972.
- VOLF, I.: Metodika řešení fyzikálních úloh. 1. vyd., Praha, Nakladatel: Jednota československých matematiků a fyziků, 1975.
- VOLF, I.: Metodika řešení úloh ve fyzikální olympiádě, 1. vyd., Praha, SPN, 1984.
- VOLF, I.: Metodika řešení fyzikálních úloh na základní škole. Hradec Králové, MAFY 1997
- VOLF, I.: Metodika řešení úloh ve středoškolské fyzice. Hradec Králové, MAFY 1997
- VOLF, I.: Několik úvah o výuce fyziky. Hradec Králové, MAFY
- VOLF, I.: Několik úvah o experimentování ve výuce fyziky. Hradec Králové, MAFY 1997
- PECHO, A.: Prostriedky a metody vo vyučovaní fyziky na stredných školách, 1. vyd., Bratislava, Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1980.
- FENCLOVÁ, J.: Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky, 1. vyd., Praha, SPN 1982.
- FENCLOVÁ, J.: Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky. Praha, SPN 1986.
- SVOBODA, E., KOLÁŘOVÁ, R.: Didaktika fyziky základní a střední školy (vybrané kapitoly). Karolinum Praha, 2006.

B. Speciální didaktika fyziky pro střední školy

- B1. Pohyb hmotného bodu, kinematika: Důraz na expozici nového učiva, porovnání veličin charakterizujících posuvný a otáčivý pohyb.
- B2. Užití 3. Newtonova pohybového zákona a zákona zachování hybnosti: Procvičení učiva na příkladech a zdůraznění technického významu.
- B3. Mechanika tuhého tělesa: Důraz na expozici nového učiva – tuhé těleso, druhy pohybu, momentová věda, dvojice sil, těžiště tělesa, moment setrvačnosti,....
- B4. Mechanika kapalin a plynů: Ideální kapalina a plyn, Pascalův zákon, hydrostatický tlak, Archimédův zákon.
- B5. Bernoulliho rovnice: Expozice nového učiva a rozšíření na obecný tvar Bernoulliho rovnice.
- B6. Gravitační a tíhové zrychlení při povrchu Země: Přesné zavedení pojmů gravitační síla, tíhová síla, tíha tělesa, číselné výpočty s použitím kalkulátoru.
- B7. Pohyby těles v gravitačním poli: Pohyby těles v homogenním tíhovém poli Země, Pohyby těles v gravitačním poli Slunce, Keplerovy zákony.
- B8. Elektrické pole a jeho vlastnosti: Expozice nové látky; Coulombův zákon, intenzita el. pole, rozložení el. náboje na vodiči.
- B9. Zákony zachování ve fyzice: Izolovaná soustava, zákon zachování hmotnosti, hybnosti, mechanické energie,....
- B10. Termodynamická teplota: Zavedení pojmu termodynamická teplota.
- B11. Měrná tepelná kapacita: Upřesnění znalostí ze základní školy, práce s tabulkami, vazba na mechanickou práci a energii.
- B12. Tepelné děje v plynech: ideální plyn, stavová rovnice pro ideální plyn, izotermický, izochorický, izobarický a adiabatický děj.
- B13. Kapilarita: povrch kapalin, kapilární tlak, kapilární elevace a deprese.
- B14. Deformace tuhého tělesa: typy deformace, křivka deformace, teplotní roztažnost tuhých látek.
- B15. Skupenské přeměny látek: změny skupenství, fázový diagram, kritický bod.
- B16. Vodič v elektrickém poli: Úvod k tematickému celku s kvalitativními pokusy.
- B17. Kirchhoffovy zákony: Heuristický přístup a využití nových poznatků.
- B18. Faradayovy zákony elektrolýzy: Opakování učiva a procvičení na příkladech.
- B19. Voltampérová charakteristika výboje: Smíšená hodina s kvalitativními demonstračními pokusy.
- B20. Magnetická hystereze: Výklad učiva s důrazem na obsah nově zavedených pojmů.
- B21. Vlastní indukce: Smíšená hodina s vybraným demonstračním pokusem a s důrazem na grafické znázornění přechodového děje.
- B22. Složený obvod střídavého proudu: Upevňování nastudovaného učiva na příkladech, užití fázorových diagramů.

B23. Trojfázová soustava harmonických střídavých napětí a proudů: Výklad s důrazem na fázorové diagramy.

B24. Odraz a lom vlnění: Expozice nového učiva s upevněním pomocí manuální činnosti - konstrukce vlnoplochy podle Huygensova principu.

B25. Stojaté elektromagnetické vlnění: Výklad s experimentem, grafickým upevněním poznatků a s vhodnou analogií z akustiky.

B26. Odraz a lom světla: Hodina založená na kvantitativním demonstračním experimentu.

B27. Optické přístroje - dalekohled: Zvolte postup od ukázky dalekohledů přes grafickou konstrukci chodu paprsků k odvození zvětšení.

B28. Interference světla. Barva tenkých vrstev: Výklad učiva založen na kvalitativním experimentu.

B29. Základní radiometrické a fotometrické veličiny: Výklad s definicí nových fyzikálních veličin a s ukázkami měření.

B30. Synchronizace hodin a dilatace času: Studenti odvozují vztahy na základě myšlenkového pokusu, který uvede učitel.

B31. Vlastnosti atomového jádra, jaderné reakce.

B32. Vzdálenosti hvězd, trigonometrická paralaxa: Expozice nové látky a upevnění geometrických představ.

B33. Zdroje energie ve hvězdách: Výklad s důrazem na předchozí poznatky z fyziky atomového jádra.

Soubory učebnic pro gymnázium a doporučená literatura:

LEPIL, O a kol.: Fyzika pro gymnázia, Prometheus

SVOBODA, E: Přehled středoškolské fyziky, Prometheus, různá vydání.

VOLF, I.: Metodika řešení fyzikálních úloh na základní škole. Hradec Králové, MAFY 1997

III. Teoretická fyzika

Předmět se v souladu se studijním programem člení na pět dílů. Jsou to:

A) Teoretická mechanika

B) Teorie elektromagnetického pole a teorie relativity speciální

C) Kvantová fyzika

D) Statistická fyzika

E) Vybrané aplikace teoretické fyziky (užitá teoretická fyzika)

Díly A) až D) obsahují každý tři tematické celky, díl E) obsahuje pět tematických celků.

U státní zkoušky student dostává dvě otázky, vycházející ze dvou tematických celků. První otázka je vybrána z dílů A) až D), druhá otázka z dílu E). Předpokládá se, že v první otázce student vyloží především základní myšlenky a naznačí matematické postupy, které se týkají daného problému. Ve druhé otázce je kladen důraz na relativně úplné a přesné matematické odvození výsledků a na jejich fyzikální výklad.

Při státní zkoušce není podstatné, zda student zná „vzorce“ z paměti. Rozhodující je znalost myšlenkové cesty k nim, a pak jejich fyzikální interpretace. Proto student bude mít u státní zkoušky k dispozici sbírku „vzorců“, ovšem bez informace o významu veličin a bez podrobnějšího zařazení do kontextu.

Při zkoušce se předpokládá, že student zná definice a číselné hodnoty (řádově, v soustavě SI) těchto fyzikálních konstant: rychlost c světla ve vakuu, gravitační konstanta κ , Planckova konstanta h , Avogadrova konstanta N_A , hmotnost m_u (tj. $1/12$ hmotnosti celého atomu izotopu C přibližně rovná klidové hmotnosti m_p protonu, klidová hmotnost m_e elektronu, náboj $-e$ elektronu ($e > 0$), Hubbleův koeficient H_0 . Předpokládá se, že student umí jednoduše odhadnout (třeba i z rozměrové analýzy): elektromagnetický „poloměr“ elektronu, „velikost“ jádra atomu, Bohrovův poloměr, Bohrovův magneton, hmotnost M a poloměr R Slunce, dolní hodnotu hmotnosti M_G Galaxie a kritické parametry (Planckův čas, Planckova délka, kritická limitní hustota).

Při výkladu teorie postupuje student co nejjednodušší, zpravidla standardní ověřenou cestou (tj. např. obecný výklad při užití více proměnných redukuje na postup jen s jednou či dvěma proměnnými, lze-li tak učinit). Výklad zásadně doprovází obrázky!

A. Teoretická mechanika

A1. Definice zobecněných souřadnic, výklad pojmů: konfigurační prostor, fázový prostor. Formulace principu virtuální práce a principu D'Alembertova. Nástin odvození Lagrangeových rovnic druhého druhu, Lagrangeova funkce, pojem cyklické souřadnice. Variační formulace Hamiltonova principu a jeho využití k vyvození Lagrangeových rovnic druhého druhu. Hamiltonovy kanonické rovnice, hamiltonián a jeho fyzikální význam.

A2. Definice momentu hybnosti, tenzor setrvačnosti. Výpočet momentu setrvačnosti těles s osovou symetrií. Formulace pohybových rovnic pro pohyb tuhého tělesa (stačí si vybrat nějaké jednoduché typické příklady), Resalova věta a výklad precese setrvačnicku.

A3. Formulace a odvození rovnice kontinuity pro tekutiny (různé matematické tvary a postup od jednoho vyjádření k jinému). Bernoulliho rovnice (znát přesně význam jednotlivých členů v rovnici). Formulace a důkaz Archimédova zákona, formulace Pascalova zákona pro kontinuum. Definice mechanického napětí a Hookeův zákon pro tah/tlak a pro smyk. Zobecněný Hookeův zákon.

B. Teorie elektromagnetického pole a speciální teorie relativity

B1. Maxwellovy rovnice elektromagnetického pole v integrálním a v diferenciálním tvaru, experimentální zdroje těchto rovnic, fyzikální význam hlavních a vedlejších M. rovnic, Maxwellův proud, výklad „materiálových“ vztahů (jež doplňují Maxwellovy rovnice), výklad okrajových podmínek pro řešení. Znat postup od integrálního tvaru k diferenciálnímu a zpět. Zavedení elektromagnetických potenciálů, objasnit smysl kalibrační transformace.

B2. Zákon zachování energie (jako důsledek Maxwellových rovnic), definice a význam Poyntingova vektoru. Naznačit odvození vztahů pro hustotu energie a hustotu hybnosti v elektromagnetickém poli (obecně z Maxwellových rovnic). Uvést příklady zákona zachování energie a hybnosti v elektromagnetickém poli, Kirchhoffovy zákony. Odvození vlnové rovnice z Maxwellových rovnic (pro $j = 0$ a $\rho = 0$) a její základní řešení (rovinné vlny).

B3. Naznačit odvození Lorentzových transformačních rovnic, uvést jejich důsledky (ve vztahu ke způsobu měření délek a časových intervalů). Odvodit Dopplerův jev příčný a podélný. Pohybové relativistické rovnice (uvést příklad – elektron v homogenním elektrickém poli). Zákon zachování hmotnosti – energie. Diskutovat transformaci vektorů \mathbf{E} a \mathbf{B} elektromagnetického pole v teorii relativity.

C. Kvantová fyzika

C1. Formulace postulátů kvantové fyziky, relace neurčitosti a výklad jejich důsledků. Vlnová funkce, její vlastnosti a interpretace Bornova (rovnice kontinuity pro hustotu pravděpodobnosti). Kvantování základních fyzikálních veličin, jejich vyjádření operátory.

C2. Konstrukce Schrödingerovy rovnice, stacionární stavy a integrály pohybu. Naznačit postup při řešení úloh: částice v potenciálové jámě, tunelový jev, harmonický oscilátor, atom vodíku (u každé úlohy podat základní interpretace výsledků).

C3. Sternův - Gerlachův experiment, spin, výklad Zeemanova jevu. Popis soustavy mnoha částic, princip totožnosti částic a jeho důsledky (symetrizace vlnových funkcí, Pauliho princip).

D. Statistická fyzika

D1. Základní pojmy a postupy statistické fyziky (definovat pojmy: statistický soubor, rozdělovací funkce, hustota stavů). Kanonické soubory. Pravděpodobnost stavu systému. Gibbsovo kanonické rozdělení a statistická definice teploty.

D2. Systémy s proměnným počtem částic, pojem a výklad chemického potenciálu z hlediska statistické fyziky. Kvantová rozdělení Fermiho-Diracovo a Boseovo- -Einsteinovo (popis základních vlastností a meze použitelnosti). Přejít k Maxwellově-Boltzmannově statistice.

D3. Základy termodynamiky. Statistická interpretace základních vět termodynamiky. Statistické pojetí entropie. Důsledky Nernstova teorému (3. věty termodynamické).

E. Užitá teoretická fyzika

E1. Pohyb bodu v poli centrální síly jako základ nebeské mechaniky (měření hmotností hvězd) a jako základ primitivní kvantové mechaniky (Bohrovo a Sommerfeldovo kvantování stavů elektronu v atomu vodíku).

E2. Důsledky relativistické dynamiky. Relativistický výpočet rychlosti nabitě částice v elektrickém poli (a srovnání s výpočtem podle klasické fyziky). Lineární a kruhové urychlovače částic (cyklotron, fázotron, betatron), srážky částic.

E3. Jednoduchá teorie tepelné roztažnosti, kmity mříže, měrné teplo (Einsteinova a Debyeova teorie).

E4. Volné elektrony v kovech, Sommerfeldův model (kvantování a statistika) a vlastnosti kovů (emise elektronů z kovů, měrné teplo elektronového plynu, paramagnetismus volných elektronů).

E5. Pole záření černého tělesa (definice veličin a výklad základních vztahů, popisujících pole záření černého tělesa, měření teplotních parametrů plazmatu ve hvězdách).

Pokyny ke studiu tematických celků uvedených v odst. E): znát základní představy, jež s problémem souvisejí (kreslit obrázky), umět jednoduše odvodit výsledek z obecnější teorie (dát pozor na přesnost a úplnost odvození, posoudit věc z hlediska fyzikálního); podat jednoduchý výklad výsledku (grafy).