

ZÁRÓVIZSGA TÉTELEK

Fizika BSc szak

2025. évi nyári záróvizsgaidőszak

Útmutató a tételek kifejtéséhez

- A hallgatók a záróvizsgán 2 tételt húznak, egy tételt az „A” és egy tételt a „B” részből.
- A felkészüléshez a hallgatók a Fizikai Intézet által elfogadott „képletgyűjteményt” használhatnak, semmilyen egyéb segédeszközt (könyv, jegyzet, internetes telefon, stb.) nem használhatnak.
- A tétel számonkérése során már csak a felkészüléskor készített, tételenként legfeljebb 2 oldalnyi (azaz 1 lap terjedelmű) vázlatot használhatnak.
- A felkészülési idő 2 óra.
- Ismereteikről tételenként 15-20 perc terjedelmű szabad előadásban kell számot adni.
- A tételek kifejtése során lehetőleg törekedjenek a jelenségek és megfigyelések, kísérletek rövid ismertetésére, magyarázatára és a törvényszerűségek kimondására, és térjenek ki
 - a szükséges matematikai módszerekre,
 - arra, hogy milyen számítógépes módszereket használnának fel a fizikai mérések kiértékelésére, a jelenségek modellezésére, valamint
 - a tétel kapcsolódási pontjaira, alkalmazásaira a többi természettudományi területen (biológia, földrajz, földtudomány, kémia, környezettan).

„A” tételek

1. A Newtoni mechanika alapfogalmai és alaptörvényei.

Anyagi pont kinematikájának alapfogalmai (vonatkoztatási rendszer, helyvektor, sebesség, gyorsulás). A dinamika newtoni axiómái, a newtoni determináltság elve, erőtvények, mozgásegyenlet. A mechanikai állapot.

2. A mozgásegyenlet megoldásai tipikus esetekre. Kényszerek.

Harmonikus, csillapított, kényszer és csatolt rezgések tárgyalása a mozgásegyenletek alapján. Szabaderők és kényszererők. Kényszermozgások. Csúszási és tapadási súrlódás.

3. Gravitációs kölcsönhatás. Bolygómozgás.

A Newton-féle gravitációs törvény. Súlyos és tehetetlen tömeg, Eötvös kísérlet. Konzervatív és centrális erők. A bolygók mozgása, Kepler-törvények.

4. Tehetlenségi erők.

A Galilei-féle relativitási elv. A mechanika törvényei gyorsuló vonatkoztatási rendszerekben. Tehetlenségi erők. Mozgások a forgó Földön: a Foucault-féle ingakísérlet, az Eötvös effektus.

5. A relativitáselmélet alapjai.

A speciális relativitáselmélet posztulátumai. Lorentz-transzformáció, idődilatáció, távolságkontrakció, Minkowski téridő. Relativisztikus kinematika, dinamika és optika. A GPS működése. Gravitációs vöröseltolódás, Pound-Rebka kísérlet. A Maxwell-egyenletek kovariáns alakja.

6. Pontrendszerekre vonatkozó megmaradási tételek.

Az impulzustétel, tömegközéppont-tétel, impulzusnyomaték-tétel, a mechanikai energia és megmaradása. Szimmetriák és megmaradási tételek kapcsolata.

7. Merev testek sztatikája és dinamikája.

Tengelyre és pontra vonatkozó forgatónyomaték. Erőrendszer redukálása. Merev test egyensúlya. Az egyensúlyi helyzet stabilitása. A virtuális munka elve. A merev test forgása rögzített tengely körül. A tehetlenségi nyomaték. Steiner tétel. Torziós és fizika inga. Erőmentes és súlyos pörgettyű.

8. Deformálható testek mechanikája.

Nyújtás és összenyomás. Hooke-törvény. A rugalmassági állandók összefüggése. Hajlítás, nyírás, csavarás. Torziómodulus.

9. Folyadékok és gázok statikája. Kapilláris jelenségek.

Folyadékok jellemzése. Nyomás nyugvó folyadékban. Archimedes törvénye. A testek úszása. A gázok nyomása (légnyomás) és sűrűsége. A Boyle-Mariotte törvény. Barométeres magasságmérés. A folyadékok kohéziója és adhéziója. Felületi feszültség, görbületi nyomás, illeszkedési szög és kapillaritás.

10. Potenciáláramlás, lamináris, sűrűdésos áramlás, turbulencia.

Áramlások leírása és felosztása. A kontinuitási egyenlet. A Bernoulli-féle egyenlet és alkalmazásai. Newton-féle sűrűdési törvény és viszkozitás. Parabolikus sebességprofil. Hagen-Poiseuille törvény. Források és örvények. Turbulens áramlás, Reynolds szám, hidrodinamikai hasonlóság.

11. A hőmérséklet mérése.

A hőmérséklet fogalom kialakulása, fejlődése. A hőmérsékletmérés elvi kérdései, a termodinamika 0. főtétele. Empirikus hőmérsékleti skálák. A hőmérséklet SI egysége. Hőmérő típusok, különleges hőmérők. A termodinamikai hőmérséklet-skála.

12. A termikus állapot makroszkopikus jellemzése.

Az első kísérleti tapasztalatok, hőtágulás, állapotegyenletek. Szilárd testek hőtágulása. Folyadékok hőtágulása. Gay-Lussac kísérletei. Gázok állapotegyenletei: ideális és reális gázok. Kondenzált rendszerek állapotegyenletei.

13. A termodinamika I. főtétele.

A belső energia, entalpia. Sűrűdési és keverési kaloriméter. Gázok, folyadékok és szilárdtestek belső energiája. Gázok állandó nyomáshoz és állandó térfogathoz tartozó fajhője. A belső energia nyomás- és térfogatfüggése. Joule-Thomson kísérlet.

14. A termodinamika II. és III. főtételei.

Reverzibilis és irreverzibilis folyamatok. Carnot-féle körfolyamat. Az entrópia fenomenológikus és statisztikus értelmezése. A II. főtétele megfogalmazásai. Makro- és mikroállapotok. Hőerőgépek, hűtőgépek, hőszivattyúk. Alacsony hőmérsékletű előállítás. Gázok cseppfolyósítása. A III. főtétele.

15. Fázisátalakulások. Kritikus jelenségek.

Halmazállapotok, halmazállapot-változások. Olvadás és fagyás. Párolgás. Forrás. Telített és telítetlen gőzök. Szublimáció. Kondenzáció. Kritikus állapotok. A levegő nedvessége. Fázisdiagramok. Fázisok, fázisátalakulások. Fázisok, komponensek, szabadsági fokok.

16. Kinetikus gázelmélet. Transzport jelenségek (diffúzió, hővezetés).

Az atomok és molekulák létezésére utaló tapasztalatok, a molekulák mérete. Brown-mozgás. A kinetikus gázmodell. Az ideális gázok nyomásának és állapotegyenletének molekuláris értelmezése. Maxwell-Boltzmann-féle sebességeloszlás. Transzportfolyamatok. Stacionárius és nemstacionárius diffúzió. Hővezetés. Hőkonvekció.

17. Az elektrosztatikai mező.

Elektrosztatikai mező vákuumban, a pontszerű töltés tere. Kiterjedt töltéseloszlás potenciálja. Energiaviszonyok elektrosztatikai mezőben, a kölcsönhatási energia. Elektrosztatikai tér vezetőik és szigetelők jelenlétében.

18. Egyenáram és váltakozó áram, áramköri elemek.

Az egyenáram jellemzői, egyenáramú áramkörök. A váltóáram jellemzői, váltóáramú áramkörök. Ellenállások, induktivitások, kondenzátorok, a komplex impedancia. Transzformátorok. A differenciáló és integráló kör, RLC kör. Elektromágneses rezgések áramkörökben.

19. A magnetosztatikai mező.

Áramvezető mágneses térben, egyenáramok mágneses tere, sztatikus mágneses tér vákuumban és anyagokban, az anyagok mágneses tulajdonságai. A Föld mágneses tere.

20. Elektromos áram szilárd testekben, folyadékokban és gázokban.

Töltött részecskék mozgása elektromágneses térben. Elektromos áram fémekben, félvezetőkben, folyadékokban és gázokban. Kontakt- és termoelektromos jelenségek.

21. Az időben változó elektromágneses mező.

A Maxwell-egyenletek vákuumban. Töltésmegmaradás, kontinuitási egyenlet. Elektromágneses hullámok, a hullám energiájának terjedése. Síkhullámok, monokromatikus hullámok.

22. Elektromágneses mező anyagi közegekben.

A fenomenológiai egyenletek. Az eltolódási és a gerjesztettségi vektor, anyagi egyenletek, határfeltételi egyenletek. Az elektromágneses hullámok anyagi közegekben, a hullámterjedés szigetelőkben és vezetőkben.

23. Természetes és mesterséges radioaktivitás, maghasadás, magfúzió.

Az α , β és γ sugarak. Radioaktív sugarak kísérleti vizsgálata, abszorpciója és hatásai. A radioaktív bomlás törvényszerűségei. Bomlási sorozatok; izotópok. Részecskegyorsító berendezések, magreakciók. Az urán hasadása, fissionos erőmű. A Napban zajló fúziós folyamatok.

24. Az atommagok tulajdonságai.

Az atommagok tömege; tömegspektroszkópia. A magokat alkotó részecskék, az atommag szerkezete: tömeghiány, kötési energia. Az atommag cseppmodellje; a térfogati, felületi, Coulomb és Pauli energia. A kötési energia tömegszám-függése.

25. Elemi részek és alapvető kölcsönhatások.

Elemi részecskék jellemzése, osztályozásuk. Fermionok (leptonok, kvarkok) és bozonok. Részecskék és antirészecskék tömege, spinje, töltése, élettartama. Erős-, elektromágneses-, gyenge- és gravitációs kölcsönhatás (erősség, hatótávolság, kölcsönható részecskék, közvetítő részecskék). Megmaradási tételek.

„B” tételek

1. Hullámokkal kapcsolatos alapfogalmak. Hullámegyenlet és megoldásai. Energiaviszonyok.

A hullám fogalma és a hullámok osztályozása, polarizáció. Hullámegyenlet és megoldásai (sík-, gömb- és hengerhullámok). Fázis- és csoportsebesség. Diszperzió és hatása a hullámterjedésre. A hullám energiasűrűsége és intenzitása. Hullámok elnyelődése.

2. Hullámterjedésnél fellépő alapjelenségek.

Hullámok visszaverődése és törése, Huygens-Fresnel-féle elv. Állóhullámok, sajátrezgések és sajátfrekvenciák. Húrok, pálcák, lemezek, membránok és légoszlopok rezgései. Harmonikus rezgések összeadása, hullámok interferenciája, szuperpozíció elve. Hullámok elhajlása és szóródása. Doppler-effektus, fejhullám.

3. A geometriai optika alapjelenségei.

A fénytani alapfogalmak, a fény terjedési sebessége. A fény visszaverődése és törése, Fermat-féle elv. Teljes visszaverődés és alkalmazásai. A fény diszperziója. A törésmutató és spektrum mérése.

4. Az optikai képalkotás geometriai optikai leírása, optikai leképező eszközök.

Optikai képalkotás fogalma. Sík és gömbtükrök képalkotása. Leképezés gömb- és síkfelületen való törés útján, vékonylencsék. Leképezési egyenletek és képszerkesztés. Leképezési hibák. Nagyító, mikroszkóp, távcső, fényképezőgép.

5. Fényinterferencia és alkalmazásai.

A fényinterferencia feltételei, koherencia, az interferenciajelenségek osztályozása. Young- és Fresnel-féle interferenciák. Interferencia sík-párhuzamos és ék alakú lemezen. Michelson- és Fabry-Perot-interferométer. Holográfia.

6. A fényelhajlás alapjelenségei, az optikai képalkotás hullámmélete.

Az elhajlási jelenségek osztályozása. Fresnel-féle elhajlás kör alakú nyíláson, Fresnel-féle zónák. Fraunhofer-féle fényelhajlás résen és kör alakú nyíláson. Optikai rácsok. Fényszóródás. A képalkotás hullámoptikai értelmezés, az Airy-féle elhajlási korong. A képalkotás Abbe-féle feltételei. Optikai képalkotó eszközök (nagyító, mikroszkóp, távcső) felbontóképessége.

7. A polarizált fény és kristályoptika.

Természetes és poláros fény, a poláros fény típusai. Polarizáció visszaverődésnél és törésnél, Fresnel-féle formulák, Brewster-szög. Kettős törés kristályokban. Lineárisan, cirkulárisan és elliptikusan poláros fény előállítása. Optikai aktivitás.

8. A hőmérsékleti sugárzás.

Kirchhoff-törvénye. A feketetest sugárzás törvényei. A Planck-féle sugárzási törvény. Magas hőmérséklet mérése. Planck hipotézise és annak kvantummechanikai magyarázata, a Planck-féle sugárzási törvény levezetése.

9. A fény korpuszkuláris tulajdonságai.

Fényelektromos hatás. Az Einstein-féle fotonhipotézis és a "fényelektromos egyenlet". A Compton-effektus. A fénynyomás. A fény kettős természete.

10. Az atomi színekép. A spin.

A Bohr-féle posztulátumok, a Franck-Hertz kísérlet. A hidrogénatom spektrumának főbb törvényszerűségei, a kvantummechanikai magyarázat vázlatos ismertetése. Alkálifémek spektruma. A spektrumok multiplicitása és az elektron spinje. Finomszerkezet. Röntgenspektrumok.

11. Az anyag hullámtulajdonságai.

De Broglie hipotézise; az anyag hullámtulajdonságai. Elektron-, atom- és molekulásugarak diffrakciója. A hullámmechanika alapegyenlete. Tonomura kísérlete, a valószínűségi hullám fogalma.

12. Koordináta és impulzus a kvantummechanikában.

A koordináta és impulzus operátora, várható értékek és szórások. Felcserélési relációk, Heisenberg egyenlőtlenség.

13. Kristályszerkezet.

Szimmetria tulajdonságok. Kristályrendszerek, kristályrácsok, kristályosztályok. A rács és a reciprokrács fogalma. Elemi cellák. Wigner-Seitz cella és Brillouin zóna.

14. Adiabaticus és harmonikus közelítés. A fonon-fajhó.

Az elektronok és magok/ionok mozgásának szétválasztása. Az elektronmozgás adiabaticus közelítésben. A magok mozgásának harmonikus közelítése. Az ion-rács rezgései, normál rezgések, akusztikus és optikai ágak. Fononok. A fajhó Einstein- és Debye- modellje.

15. Az elektron alrendszer

Elektron mozgása periodikus potenciáltérben. A Kronig-Penney modell. Energiasávok: szigetelő, félvezető, fém. A Fermi-nívó és annak hőmérsékletfüggése félvezetőkben.

16. Mágneses tulajdonságok.

Az anyag mágneses tulajdonságai: diamágnesség, paramágnesség és ferromágnesség. A giromágneses viszony. A paramágneses szuszceptibilitás hőmérsékletfüggése. Curie-törvény. A Curie-Weiss törvény, a telítési mágneszettség hőmérsékletfüggése a Curie-hőmérséklet alatt.

17. Szilárdtestek optikai tulajdonságai.

Fenomenológia, optikai állandók, Kramers–Kronig relációk, optikai átmenetek a sávkép modell alapján. Direkt, indirekt átmenetek. A spektroszkópia elemei.

18. Hálózatelméleti alapok.

Hálózatok osztályozása, alapvető összefüggések. Ideális áramköri elemek. Hálózatok számítási módszerei. Csomóponti potenciálok módszere, hurokáramok módszere. Ellenállás-mátrix módszer. Thevenin és Norton tétele. A szuperpozíció és reciprocitás tétele.

19. Váltóáramú áramkörök.

Lineáris rendszerek leírása idő és frekvenciatartományban. Fourier-sorok, Fourier-transzformáció. Váltófeszültségű hálózatok leírása, a komplex impedancia fogalma, alkatrészek impedanciájának kiszámítása. Átviteli függvény, Bode-diagram, dB skála. A differenciáló és integráló kör leírása, ugrásfüggvény hatása. Elsőfokú alul- és felüláteresztő szűrőkörök.

20. Diódák, tranzisztorok és műveleti erősítők és alkalmazásaik.

Diódák és jellemzőik, diódatípusok. Diódák legfontosabb alkalmazásai. Tranzisztorok egyszerűbb alkalmazásai. A tranzisztor mint kapcsoló. Tranzisztoros alapkapcsolások. A műveleti erősítő tulajdonságai, invertáló és neminvertáló erősítők. Műveleti erősítővel felépített áramkörök: összeadó, kivonó erősítők, integrálás, differenciálás, exponenciális és logaritmus erősítők. Komparátorok, Schmitt-trigger.

21. Elektrodinamika.

Elektrosztatikus és magnetosztatikus multipólus sorfejtések. Hullámegyenlet megoldása Green-függvénnyel, retardált potenciálok. A dipólussugárzás (potenciálok, elektromágneses mező, teljesítmény). Gyorsuló töltés elektromágneses tere, Lienard—Wiechert potenciálok, Larmor-formula.

22. Naprendszer

A Naprendszer kialakulása, jellemzése. A Nap alapvető tulajdonságai, jelenségek a Napon, a naptevékenység és hatásai a Föld környezetére. Exobolygók felfedezési módszerei.

23. Asztrófizika

A csillagok fejlődése, energiatermelése. A Tejútrendszer és a galaxisok jellemzői. A kozmológia alapjai.