

## **Valikkursus „Teistsugune füüsika“**

### **Valikkursuse lühikirjeldus**

Kursus on üles ehitatud õpilasele jõukohaste mikromaailma füüsika ja/või kosmoloogia probleemide lahendamisele. Õpilast juhendatakse tegema konkreetse probleemiga seonduvaid põhjendatud ja kompetentseid otsuseid, arvestades probleemi loodusteaduslikke, tehnoloogilisi, majanduslikke, sotsiaalseid ja eetilisi dimensioone. Seejuures hoitakse tasakaalus varasemates, eelkõige füüsika, ent ka teiste loodusainete kohustuslikes kursustes omandatud teadmiste rakendamine uutes kontekstides ning uute teadmiste ja oskuste omandamine lähtuvalt vaadeldavate kontseptsioonide füüsikalisest sisust.

Kursuse õppesisus esitatakse 15 moodulit, igaüks mahuga 3–6 õppetundi. Nende hulgast valib õpetaja koostöös õpilastega enne selgitatud vajaduste või huvide põhjal kuni 8 moodulit. Moodulid on õppesisu loetelus esitatud nende käsitlemise soovitatavas järjestuses. Moodulite sisu tänapäevastatakse pidevalt kooskõlas uute teadmiste saamisega mikrofüüsikas ja kosmoloogias ning teadmispõhise ühiskonna vajadustega. Konkreetse kooli õpilaskonna soovil võib kursuse korraldada ka puhtalt mikromaailma füüsika või puhtalt kosmoloogia kursusena, valides käsitlemiseks ainult vastavad moodulid. Samade teemade esinemise korral kohustusliku kursuse ja valikkursuse õppesisus lisandub kohustusliku kursuse kvalitatiivkäsitlusele valikkursuses kvantitatiivkäsitus.

### **Gümnaasiumi õppe- ja kasvatuseesmärgid**

Valikkursusega taotletakse, et kursuse läbinud õpilane omandaks:

- 1) oma tõenäoliseks tulevaseks loodusteadusliku uurimistööga seotud ametiks kasulikke teadmisi;
- 2) oskuse tuvastada mikro- ja megamaailma füüsikaga seonduvaid nähtusi tavaelus;
- 3) oskuse leida asjakohast ning usaldusväärset teavet valitud mikro- ja megamaailma nähtuste kohta;
- 4) loodusteadusliku meetodi, sh uurimusliku käsitusviisi kasutamise, et aru saada mikromaailma ja universumi seaduspärasustest;
- 5) oskuse anda põhjendatud hinnanguid mikromaailma ja universumi kirjeldamisel kasutatavatele füüsikalistele mudelitele;
- 6) loominguilise, füüsikateadmistel ja kriitilisel mõtlemisel põhineva vaate Maa ja universumi senist arengut käsitlevatele kontseptsioonidele;
- 7) suulise ja kirjaliku suhtluse oskusi aatomi-, tuuma- ja kiirgusfüüsikas ning kosmoloogias;
- 8) aatomi-, tuuma- ja kiirgusfüüsika- ning kosmoloogiateadmisi väärtustava hoiaku ja valmiduse elukestvaks õppeks;
- 9) oskuse hinnata tuuma-, kiirgus- ja/või kosmosetehnoloogiaga kaasnevaid keskkonna- ja/või personaalriske ning nende minimeerimise võimalusi.

### **Õpitulemused**

Kursuse lõpus õpilane:

- 1) oskab etteantud tekstidest leida mikromaailma füüsika või kosmoloogia probleeme;
- 2) analüüsib näidisprobleemi ja teeb põhjendatud otsuseid neid lahendades;
- 3) kirjeldab mingi probleemi parajasti kasutatavat lahendust ning analüüsib selle eeliseid ja puudusi;
- 4) nimetab mingi tuuma-, kiirgus- ja/või kosmosetehnoloogia probleemi lahendusega kaasnevat keskkonna- ja/või personaalrisi ning selle minimeerimise võimalusi;
- 5) mõistab osakestefüüsika ja/või kosmoloogia heuristilist tähtsust inimkonnale ning nende suhestatust kooli loodusteaduslike õppeainetega;
- 6) on seesmiselt motiveeritud täiendama oma maailmapilti kogu elu vältel.

## Õppesisu

1. **Relatiivsusteooria.** Relativistlik mõtlemisviis. Absoluutkiiruse printsiibi esitused. Samaaegsuse suhtelisus. Ajavahemike suhtelisus. Pikkuste suhtelisus. Kiiruste liitmine suurte kiiruste korral. Massi sõltuvus kiirusest. Raske ja inertse massi samaväärsus kui üldrelatiivsusteooria alus. Kõvera aegruumi mudel.
2. **Aatomid ja nende uurimine.** Planetaarne aatomimudel, Bohri mudel ja nüüdisaegne aatomimudel. Valikureeglid kui jäävusseadused. Kvantarvude lubatud väärtused. Keemiliste elementide perioodilisuse süsteem. s-, p-, d- ja f-orbitaalid füüsikas ning keemias. Elektronmikroskoop, tunnelmikroskoop ning aatomjõumikroskoop.
3. **Kvantmehaanika.** Elektronide difraktsioon, leiulained ja määramatusseos. Lainefunktsioon kvantmehaanikas. Osakeste tunnelleerumine. Kvantmehaanika tõlgendused. Kvantteleportatsioon.
4. **Kiirgused ja spektrid.** Kiirguse tekkimine, ergastuse eluiga, lainejada. Spontaanne ja stimuleeritud kiirgus. Laser. Laserite kasutamine. Kiirgusspekter. Neeldumisspekter. Pidevspekter, joonspekter. Spektraalanalüüs ja selle kasutamine. Infravalgus. Ultravalgus. Röntgenikiirgus, selle saamine ja kasutamine.
5. **Soojuskiirgus.** Mustkiirguri kiirgusspektri omadused. Stefani-Boltzmanni seadus ja Wieni nihkeseadus. Mustkiirguri spektri lühilainelise osa seletamine Plancki kvantühypoteesi abil. Soojuskiirguse rakendused.
6. **Fotoefekt.** Punapiir. Einsteini võrrand fotoefekti kohta. Footoni parameetrid. Välis- ja sisefotoefekt. Fotoefekti rakendused: päikeseplatari, fotoelement, CCD element. Valguse rõhk. Fotokeemilised reaktsioonid.
7. **Tuumafüüsika.** Nukleonid. Tuumajõud. Isotoobid. Massidefekt. Seoseenergia. Eriseoseenergia. Tuumareaktsioonid: sünteesireaktsioon ja lagunemisreaktsioon. Sünteesireaktsioon looduses ja selle perspektiivid energiatootmisel. Uute raskete elementide süntees. Osakeste eraldumine lagunemisreaktsioonides. Radioaktiivsus. Ahelreaktsioon.
8. **Radioaktiivsusega kaasnevad kiirgused.** Ioniseeriva kiirguse liigid, nende omadused. Radioaktiivse lagunemise seadus. Poolestusaeg. Allika aktiivsus. Kiirguse intensiivsuse sõltuvus kaugusest. Looduslikud ja tehnilised kiirgusallikad. Tuumafüüsika meetodid meditsiinis, arheoloogias ja paleontoloogias. Kiirgusohutuse alused. Isikudoosi piirmäär.
9. **Standardmudel.** Aine algosakesed ja välja kvandid. Aine algosakesi iseloomustavad suurused. Leptonid ja kvargid. Barüonid ja mesonid. Antiosakesed. Kiirendid ja osakeste detektorid. Inimkonna ressursside piiratus kui põhiprobleem sisemise nähtavushorisoni edasinihitamisel.
10. **Astronoomia ajalugu ja meetodika.** Astronoomias kasutatavad vahendid ja nende areng. Optiline astronoomia ja raadioastronoomia. Kosmilise kiirguse mõõtmine. Hubble'i kosmoseteleskoop. Spektraalmõõtmised. Doppleri efekt. Astronoomia ja kosmoloogia Eestis.
11. **Kosmosetehnoloogiad.** Kosmoselende võimaldav tehnika. Mehitatud kosmoselennud. Tehnoloogilised piirangud kosmilistele kauglendudele. Teadusuuringud kosmoses. Kosmosetehnoloogia rakendused: satelliitnavigatsioon, keskkonna kaugseire, satelliitside. Militaartehnoloogiad kosmoses.
12. **Päikesesüsteem.** Maa-rühma planeedid. Hiidplaneedid. Planeetide kaaslased ja rõngad. Päikesesüsteemi väikekehad. Planeedisüsteemide tekkimine ja areng.
13. **Tähed.** Lähim täht Päike. Päikese atmosfääri ehitus. Aktiivsed moodustised Päikese atmosfääris. Tähtede siseehitus. Tähesuurus. Tähtede põhikarakteristikud: temperatuur, heledus, raadius ja mass. Hertzsprungi-Russelli diagramm. Muutlikud tähed ja noivad. Valged kääbused, neutrontähed, mustad augud. Tähtede areng.
14. **Galaktikad.** Linnutee koostisosad ja struktuur. Täheparved. Galaktikad. Galaktikate parved. Universumi kargstruktuur. Tume aine ja varjatud energia.

15. **Kosmoloogilised mudelid.** Kosmoloogiline printsiip. Universumi evolutsioon. Suure Paugu teooria ning selle füüsikalised alused: kosmoloogiline punanihe ja reliktkiirgus. Antroopsusprintsiip.

### **Õppetegevus**

Kasutatakse järgmisi õppemeetodeid:

- 1) vajaliku info leidmine õppetekstidest ja veebist;
- 2) teadmiste kinnistamine interaktiivsete õppevideote ja arvutimudelitega;
- 3) rühmatöö mingi probleemi olemust analüüsides;
- 4) mingi probleemi olemust kirjeldava essee kirjutamine ning esseede vastastikune hindamine;
- 5) loovust arendavad tegevused: plakati loomine, arvutiesitluste koostamine, debatid ja rollimängud, ajurünnak;
- 6) Cmapi meetodi kasutamine, et teadvustada ja kinnistada vaadeldava temaatika sisemisi olemuslikke seoseid.

### **Füüsiline õppekeskkond**

Virtuaalsete uurimistööde tegemiseks peavad õpilased kasutama veebi lülitatud ja vastava tarkvaraga arvuteid. Uuritav materjalinäidis (nt radioaktiivne preparaati) või tehnoseade (valgustajur) koos vajalike mõõteriistadega peab reaalselt eksisteerima vähemalt ühes eksemplaris, millega õpetaja saab teha demo- ja osaluskatseid. Kursuse efektiivsuse suurendamiseks on kindlasti vaja loodusteadusainete õpetajate koostööd ning täienduskoolitust. Kursuse eduka korraldamise võimaldamiseks koostatakse uued õppematerjalid.