

FÜÜSIKA RIIGIEKSAM 2008

EKSAMI EESMÄRGID:

- hinnata riiklikus õppekavas määratletud õpitulemuste saavutatust füüsikas;
- saada ülevaade õppimise/õpetamise tulemuslikkusest koolis;
- suunata eksami sisu ja vormi kaudu õppeprotsessi;
- võimaldada õpilastel saada objektiivsem pilt oma õpitulemustest;
- võimaldada koolil ennast objektiivsemalt hinnata ja teistega võrrelda;
- tagada gümnaasiumilõpetajate eksamihinnete võrreldavus;
- ühitada gümnaasiumi lõpueksamid kutseõppeasutuse, rakenduskõrgkooli ja ülikooli sisseastumiseksamitega.

EKSAMI KORRALDUS

Füüsika riigieksam toimub **13. juunil 2008. a.** eksam algab kell 10.00. Lisaeksam neile, kes mõjuvatel põhjustel 13. juunil eksamil osaleda ei saa, toimub 16. juunil 2008. a. Kolmeosalise (kõik osad saab korraga kätte) eksamitöö kirjutamiseks on aega **180 minutit**, vaheaegu ei ole.

Eksaminandile **vajalikud vahendid:** sinine või must pastapliiats/sulepea, joonlaud ja harilik pliats jooniste tegemiseks; taskuarvuti, millel on ka trigonomeetrilised funktsioonid.

Keelatud on: korrektori kasutamine, vastuste kirjutamine hariliku pliatsiga, programmeeritava taskuarvuti, elektronmärgmiku kasutamine, sülearvuti (Laptop) kasutamine; kuna kõik vajalikud füüsikalised konstandid ja ainekonstandid on antud eksamitöös, siis ei tohi eksamiruumis nähtaval kohal olla tabeleid ega skeeme; mustandipaberi saab eksaminand koos eksamitööga, seetõttu lisapaberit kasutada ei ole lubatud.

Kõik eksamitööd saadetakse hindamiseks Riiklikku Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskusesse, kus neid hindab selleks moodustatud hindamiskomisjon. Hindamiskomisjon ei loe ega hinda mustandipaberile kirjutatud. Exsam loetakse sooritatuks, kui selle eest on saadud vähemalt 20 punkti.

EKSAMI VORM

Füüsika riigieksam on **kirjalik**. Eksamitöö on koostatud ühes variandis ning koosneb **kolmest osast**; iga osa on vormistatud eraldi A3 formaadis lehel. Kogu eksamitöö eest on võimalik saada maksimaalselt 100 punkti. Kõik küsimused ja ülesanded on arvestuslikud, st maksimaalse punktide arvu saab igas osas kõikidele küsimustele/ülesannetele õigete vastuste andmise korral.

Riigieksam ei kontrolli ainult miinimumtaseme omandatust, vaid peab välja selgitama õpilase tegeliku teadmiste/oskuste taseme ning võimaldama õpilasi selle taseme järgi ka diferentseerida – on ju lõpueksam ühtlasi sisseastumiseksamiks kõrgkoolidesse. See aga tähendab, et eksamitöö peab sisaldama erineva raskusastmega ja erinevat omandamistaset kontrollivaid küsimusi/ülesandeid – õpitud nähtuste, mõistete, seaduste teadmist, nendest arusaamist, oskust loogiliselt mõelda, analüüsida ja üldistada, rakendada oma teadmisi erinevate probleemide lahendamisel.

I osa küsimused 1-10 on äratundmise tasemel küsimused, mille eest on võimalik saada 20 punkti. Need on valikvastustega küsimused, mis võimaldavad hinnata põhivara tundmist ja orienteerumist füüsika keeles. Küsimustes leiavad kajastamist füüsikalised suurused – nende tähised, ühikud, definitsioonivalemid; seadused, sõltuvused, seosed – nende sisuline mõistmine; füüsikalised nähtused – nende seletamine.

II osa küsimused 1-10 on reprodutseerimise tasemel küsimused, mille eest on võimalik saada 30 punkti. Reprodutseerimistasemel küsimused on füüsikaliste suuruste ja nende tuletatud ühikute definitsioonid, füüsika seaduste, printsiipide, ja nähtuste kirjeldused, millega seletatakse nende sisulist mõistmist õpilase poolt.

III osa ülesanded 1-5 on füüsika arvutusülesanded. Nende eest on võimalik saada 50 punkti. Ülesannete raskusaste suureneb ülesande numbri suurenedes, mis kajastub ka ülesande eest saadavates punktides.

EKSAMI TASE

Eksamitöö koostamisel lähtutakse kehtivast põhi- ja keskhariduse riiklikust õppekavast (Riigi Teataja RT I 2002, 20, 116). Arvestatud on füüsikaõpetajate ettepanekuid ja õppekirjandust, mille alusel tänane gümnaasiumilõpetaja on oma teadmised ja oskused omandanud.

GÜMNAASIUMILÕPETAJATE FÜÜSIKAALASTELE TEADMISTELE JA OSKUSTELE ESITATAVAD NÕUDED,

millega vastavuses koostatakse eksamitöö

Märksõnad on eksamil kontrollitavad äratundmise ja reprodutseerimise tasemel. Märksõna teadmine tähendab ka sellega paratamatult seotud teiste mõistete teadmist, mida on käsitletud õpikute vastavates osades (vt *Soovitatavad õppematerjalid füüsika riigieksamiks valmistumisel*)

Oskused on ülesannete graafiline, analüütiline ja numbriline lahendamine ning nähtuste seletamine. Oskuste loetelude juures on toodud ka valemid, mille teadmist eeldatakse. Kõikidest valemitest peab õpilane oskama avaldada kõiki suursi.

Sissejuhatus. Mõõtühikud

Märksõnad: SI (põhiühikud, täiendavad ühikud, tuletatud ühikud), eesliide, mitte SI ühikud (min, h, nurgakraad, kWh, mmHg).

Oskused: ühikute teisendamine, tuletatud ühikute defineerimine, eesliite väljendamine kümne astmetena ja vastupidi (*piko*-st kuni *tera*-ni).

I kursus. Mehaanika

Mehhaaniline liikumine

Märksõnad: ühtlane sirgjooneline liikumine, ühtlaselt muutuv liikumine, taustsüsteem, teepikkus, nihe, hetkkiirus, kiirendus, liikumise suhtelisus, liikumisvõrrand.

Oskused: kinemaatika ülesannete analüütiline ja graafiline lahendamine sirgjoonelise liikumise korral.

$$s = v \cdot t, \quad v_{\text{keskm.}} = \frac{l}{t}, \quad a = \frac{v - v_0}{t}, \quad v^2 - v_0^2 = \pm 2 \cdot a \cdot s, \quad s = v_0 \cdot t \pm \frac{a \cdot t^2}{2}$$

s – nihe, l – teepikkus, v – kiirus, t – aeg, $v_{\text{keskm.}}$ – keskmine kiirus, a – kiirendus, v – lõppkiirus, v_0 – algkiirus,

Kehade vastastikmõju

Märksõnad: mass, jõud, rõhk, tihedus, jõu liigid: raskusjõud, elastsusjõud, hõõrdejõud, üleslükkejõud. Impulss, Newtoni I, II, III seadus, gravitatsiooniseadus, impulsi jäävuse seadus. Mehaaniline töö, võimsus, mehaaniline energia, mehaanilise energia jäävuse seadus..

Oskused: ülesannete lahendamine Newtoni seaduste kohta koos kõikide märksõnades toodud jõu liikide rakendamisega, ülesannete lahendamine impulsi jäävuse seaduse kohta, ülesannete lahendamine gravitatsiooniseaduse kohta. Ülesannete lahendamine energia jäävuse seaduse rakendamisega koos erinevate jõuliikide arvestamisega, ülesannete lahendamine mehaanilise töö ja võimsuse kohta.

$$F = m \cdot a, \quad F = -k \cdot \Delta l, \quad F = \mu \cdot F_N, \quad F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}, \quad p = m \cdot v, \quad E_{kin} + E_{pot} = const,$$

$$E_{kin} = \frac{m \cdot v^2}{2}, \quad E_{pot} = m \cdot g \cdot h, \quad A = F \cdot s \cdot \cos \alpha, \quad N = \frac{A}{t}, \quad N = F \cdot v$$

F – jõud, m – keha mass, a – kiirendus, k – jäikustegur, Δl – nihke suurus deformatsioonil, μ – hõrdetegur, F_N – rõhumisjõud, G – gravitatsioonikonstant, r – kaugus graviteeruvate kehade vahel, p – impulss, v – keha kiirus, g – vabalangemise kiirendus, h – kõrgus, A – töö, s – nihe, α – nurk jõuvektori ja nihkevektori vahel, N – võimsus

Perioodiline liikumine

Märksõnad: ringliikumine, nurkkiirus, kesktõmbekiirendus, joonkiiruse ja nurkkiiruse seos. Võnkumine: periood, sagedus, hälve, amplituud. Laine: ristlaine, pikilaine, laine levimiskiiruse ja lainepikkuse seos.

Oskused: ülesannete lahendamine ühtlase ringliikumise kohta.

$$v = \omega \cdot r, \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot f, \quad f = \frac{1}{T}, \quad a_n = \frac{v^2}{r}, \quad a_n = \omega^2 \cdot r$$

v – joonkiirus, ω – nurkkiirus, r – raadius, T – periood, a_n – kesktõmbekiirendus, f – sagedus

II kursus. Soojusõpetus

Ideaalne gaas ja termodünaamika alused

Märksõnad: ideaalne gaas, selle olek ja oleku muutumine, molekul, siseenergia, temperatuur, soojushulk, gaasi rõhk, ideaalse gaasi olekuvõrrand, isoprotsessid, termodünaamika esimene seadus, termodünaamika teine seadus, soojusmasin, soojusmasina kasutegur. Aine agregaatolek ja selle muutumine.

Oskused: ülesannete lahendamine isoprotsesside kohta, ülesannete lahendamine ideaalse gaasi olekuvõrrandi kohta, ülesannete lahendamine termodünaamika esimese seaduse kohta, ülesannete lahendamine soojusmasina kasuteguri kohta. ülesannete lahendamine soojusliku tasakaalu võrrandi kohta aine agregaatolekute muutuste arvestamisega.

$$p \cdot V = const, \quad \frac{p}{T} = const, \quad \frac{V}{T} = const, \quad T = 273 + t, \quad \frac{p \cdot V}{T} = \frac{m}{M} \cdot R, \quad Q = \Delta U + A,$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{A}{Q_1}; \quad Q = c \cdot m \cdot \Delta t, \quad Q = \lambda \cdot m, \quad Q = L \cdot m$$

p – gaasi rõhk, V – gaasi ruumala, T – gaasi absoluutne temperatuur, t – gaasi temperatuur Celsiuse skaalas, m – gaasi mass, M – gaasi molaarmass, R – gaasi universaalkonstant, ΔU – siseenergia muut, A – gaasi poolt tehtud töö, η – soojusmasina kasutegur, Q – soojushulk, c – erisoojus, m – mass, Δt – temperatuuri muut (lõpptemperatuur–algtemperatuur), λ – sulamissoojus, L – aurustumissoojus.

III kursus. Elektromagnetism

Elektriväli

Märksõnad: elektrilaeng, laengu jäävuse seadus, punktlaeng, Coulomb'i seadus, elektrivälja tugevus, töö elektriväljas, pinge, elektrimahtuvus, plaatkondensaator.

Oskused: ülesannete lahendamine laengu jäävuse seaduse, Coulomb'i seaduse, elektrivälja tugevuse ja töö kohta elektriväljas.

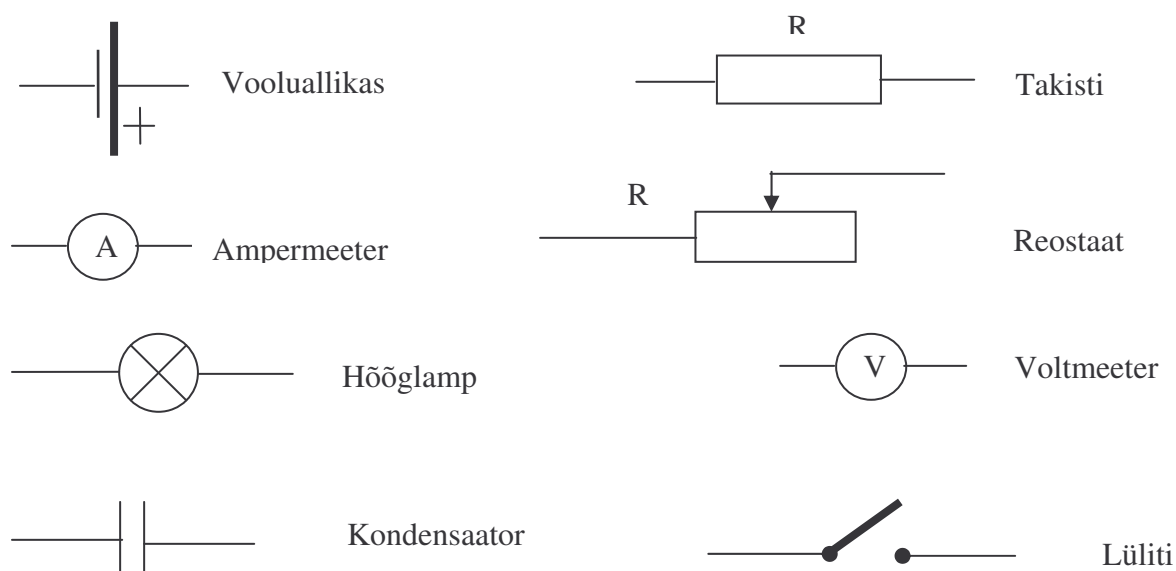
$$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}, \quad E = \frac{F}{q}, \quad E = k \cdot \frac{q}{r^2}, \quad A = q \cdot E \cdot \Delta l, \quad A = q \cdot \Delta \varphi$$

k – elektriline konstant, q – elektrilaeng, F – jõud, r – kaugus kahe laengu vahel, E – elektrivälja tugevus, A – töö, Δl – nihe, $\Delta \varphi$ – potentsiaalide vahe.

Alalisvool

Märksõnad: elektrivool, voolutugevus, elektritakistus, elektrivoolu töö ja võimsus, Ohmi seadus vooluringi osa kohta, aine eritakistus, takistite jada- ja rööpühendus, vooluring, vooluallikas, vooluallika sisetakistus, elektromotoorjõud, Ohmi seadus vooluringi kohta, voltmeeter, ampermeeter.

Oskused: vooluringi joonistamise oskus, tingmärkide (vooluallikas, takisti, reostaat, ampermeeter, voltmeeter, lüliti, hõõglamp, kondensaator) kasutamise oskus, ülesannete lahendamine Ohmi seaduste kohta ja elektrivoolu võimsuse ning takistite ühenduste kohta.



$$I = \frac{U}{R}, \quad I = \frac{E}{r + R}, \quad N = I \cdot U, \quad N = I^2 \cdot R, \quad N = \frac{U^2}{R}, \quad R = R_1 + R_2 + \dots + R_N,$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}$$

I – voolutugevus, U – pinge, R – takistus, r – vooluallika sisetakistus, N – võimsus.

Magnetväli

Märksõnad: püsिमagnet, magnetinduktsioon, jõujoon, Ampere'i seadus, Ampere'i jõud, Lorentzi seadus, Lorentzi jõud.

Oskused: ülesannete lahendamine Ampere'i jõu kohta, ülesannete lahendamine Lorentzi jõu kohta.

$$F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha, \quad F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$$

F – Lorentzi jõud, B – magnetinduktsioon, I – voolutugevus, α – nurk vooluga juhtme ja magnetinduktsiooni vektori vahel, l – juhtmelõigu pikkus, v – laengu liikumise kiirus

Elektrodünaamika

Märksõnad: elektromagnetiline induktsiooni nähtus, magnetvoog, Faraday elektromagnetilise induktsiooni seadus, eneseinduktsiooni nähtus, pooli induktiivsus, võnkering, Thompsoni valem, vahelduvvool.

Oskused: ülesannete lahendamine Faraday elektromagnetilise induktsiooni seaduse kohta, ülesannete lahendamine Thompsoni valemi kohta.

$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \quad \Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha, \quad T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$$

E – elektromotoorjõud, $\Delta\Phi$ – magnetvoo muut, Δt – ajavahemik, Φ – magnetvoog, B – magnetinduktsioon, S – pindala, α – nurk pinnanormaali ja magnetinduktsiooni vektori vahel, T – võnkumiste periood, L – induktiivsus, C – mahtuvus.

IV kursus. Optika

Laineoptika

Märksõnad: valgus kui elektromagnetiline lainetüüp, elektromagnetlainete skaala, lainefront, lainepikkus, sagedus, periood, faas, valguse interferents, koherentsus, valguse difraktsioon.

Oskused: ülesannete lahendamine lainepikkuse ja sageduse seose kohta.

$$v = \lambda \cdot f, \quad f = \frac{1}{T}$$

v – valguse levimiskiirus, λ – valguse lainepikkus, f – sagedus, T – periood

Valguse ja aine vastastikmõju

Märksõnad: valguskiir, valguse sirgjoonelise levimise seadus, peegeldumine, langemisnurk, peegeldumisnurk, peegeldumisseadus, tasapeegel, murdumine, murdumisnurk, murdumisseadus, suhteline murdumisnäitaja, absoluutne murdumisnäitaja, dispersioon, spekter, näiv kujutis, tõeline kujutis.

Oskused: ülesannete lahendamine murdumisseaduse ja peegeldumisseaduse kohta.

$$n_{10} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}, \quad n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}, \quad n_{21} = \frac{n_{20}}{n_{10}}, \quad n_{10} = \frac{c}{v}, \quad n_{21} = \frac{n_2}{n_1}, \quad \beta = \alpha$$

n_{10} – keskkonna absoluutne murdumisnäitaja, α – langemisnurk, γ – murdumisnurk, n_{21} – teise keskkonna suhteline murdumisnäitaja esimese keskkonna suhtes, n_2 – teise keskkonna absoluutne murdumisnäitaja, n_1 – esimese keskkonna absoluutne murdumisnäitaja, c – valguse kiirus vaakumis, v – valguse kiirus aines, β – peegeldumisnurk.

Kvantoptika

Märksõnad: footon, footoni energia ja sageduse vaheline seos, fotoefekt, väljumistöö, Einsteini valem fotoefekti kohta, fotoefekti punapiir.

Oskused: ülesannete lahendamine Einsteini valemi kohta, ülesannete lahendamine valguskvandi energia kohta.

$$\varepsilon = A + \frac{m \cdot v^2}{2}, \quad \varepsilon = h \cdot f, \quad c = \lambda \cdot f$$

ε – kvandi energia, A – elektroni väljumistöö, m – elektroni mass, v – elektroni kiirus, h – Plancki konstant, f – kvandi sagedus, c – valguskvandi levimise kiirus vaakumis.

V kursus. Aine struktuur

Aatomifüüsika

Märksõnad: Bohri aatomimudel, peakvantarv, energianivoo, Bohri postulaadid. Valguse kiirgumine, valguse neeldumine.

Tahkiste struktuur

Märksõnad: energiatasemed tahkises, metall, pooljuht, dielektrik.

Tuumafüüsika

Märksõnad: aatomi tuum, neutron, prooton, massiarv, isotoop, radioaktiivsus, poolestusaeg, seoseenergia, massidefekt, tuumareaktsioonid.

Oskused: ülesannete lahendamine tuumareaktsiooni võrrandi kohta.

VI kursus. Kosmoloogia. Nüüdisaegne maailmapilt

Märksõnad: Päike, päikesesüsteem, planeedid, planeetide kaaslased, asteroidid, komeedid, meteorkehad, Maa liikumine, Päikesevarjutus, kuuvarjutus, valgusaasta, galaktikad, tähed ja nende evolutsioon, Universumi evolutsioon. Suur Pauk.

Oskused: Päikese- ja kuuvarjutuse seletamine, Maa liikumise seletamine, aastaaegade seletamine, tähe evolutsiooni seletamine.

NÕUDED EKSAMINANDILE EKSAMITÖÖ SOORITAMISEL

Eksaminand esitab hindajatele oma eksamitöö puhtandina. On lubatud kasutada mustandit (mis on koos eksamitööga, mistõttu lisapaberit kasutada ei ole lubatud), kuid seda hindamisel ei arvestata – eksamikomisjon ei loe ega hinda mustandipaberile kirjutatut.

Eksamitöö kirjutatakse musta või sinise pastaga/tindiga sulepeaga. Kaasas peab olema ka joonlaud ja pliiats. Eksam eeldab taskuarvuti kasutamist, millel on ka trigonomeetrilised funktsioonid. Ei ole lubatud kasutada programmeeritavat taskuarvutit või elektroonilist märkmikku. Kõik vajalikud füüsikalised konstandid ja ainekonstandid on antud eksamitöös. Seega ei tohi eksamiruumis olla nähtaval kohal tabeleid ega skeeme.

Kõik vastustes esitatavad arvud tuleb ümardada ja esitada kahe tüvenumbriga. Kõik vahetulemused tuleb esitada kolme tüvenumbriga. Eksamitöös ei ole vaja näidata tehteid ühikutega, kuid vastus peab olema esitatud koos õige ühikuga ning allakriipsutatult.

Ülesande lahenduskäik peab olema lühidalt kommenteeritud. Ülesande lahendus peab algama andmete esitamisega, nende teisendustega ja küsimustega. Korrektselt vormistatud ülesande algusosa annab 1 kuni 2 punkti. Geomeetria elemente sisaldav ülesanne peab olema varustatud joonisega, millel esinevad tähistused peavad kajastuma lahenduskäigu valemities.

HINDAMINE

Eksamitöö eest saadav maksimaalne punktide arv on 100. Kõik küsimused ja ülesanded on arvestuslikud, st maksimaalse punktide arvu saab kõikidele küsimustele õigete vastuste andmise korral. Iga üksiku küsimuse vastus hinnatakse eelnevalt kokkulepitud hindamiskriteeriumite alusel. Kõikide küsimuste vastused on võimaluse piires jaotatud ühepunktilisteks etappideks. Iga etapp hinnatakse ühe punktiga, kui on vastatud üle poole antud etapi sisust.

SOOVITATAVAD ÕPPEMATERJALID FÜÜSIKA RIIGIEKSAMIKS VALMISTUMISEL

1. E. Pärtel. Füüsika VIII klassile – Tln: Koolibri, 2000;
2. E. Pärtel, J. Lõhmus. Füüsika IX klassile. Soojusõpetus. Aatom ja universum – Tln: Koolibri, 2000, 2003;
3. K. Timpmann. Füüsika IX klassile. Elektriõpetus – Tln: Koolibri, 1999, 2000;
4. Э. Пяртель. Физика для 8 класса – Тлн: Коолибри, 2000;
5. М. Белова. Физика для 8 класса – Тлн: АС Бит
6. Э. Пяртель, Я. Лыхмус. Учебник по физике для 9 класса. Учение о теплоте. Атом и вселенная – Тлн: Коолибри, 2001;
7. К. Тимпманн. Физика для 9 класса. Электричество – Тлн: Коолибри, 2001;
8. М. Белова. Физика для 9 класса – Тлн: АС Бит
9. Ü. Ugaste. Füüsika gümnaasiumile I. Mehaanika, molekulaarfüüsika – Tln: AS Bit, 1997, 2001;
10. Ü. Ugaste. Füüsika gümnaasiumile II. Elekter ja magnetism. Elektrodünaamika. Optika – Tln: AS Bit, 1998;
11. Ü. Ugaste. Füüsika gümnaasiumile III. Aine ehitus. Kosmoloogia. Nüüdisaegne füüsikaline maailmapilt – Tln: AS Bit, 2000;
12. I. Peil. Füüsika X klassile, 1. osa. Mehaanika – Tln: Koolibri, 2001, 2003;
13. J. Susi, L. Lubi. Füüsika X klassile, II osa. Soojusõpetus – Tln: Koolibri, 2001, 2003;
14. K. Tarkpea. Füüsika XI klassile, 1. osa. Elekter ja magnetism – Tln: Koolibri, 1997, 2003;
15. K. Tarkpea. Füüsika XI klassile, 2. osa. Elektromagnetism – Tln: Koolibri, 2000;
16. H. Voolaid. Füüsika XI klassile. Optika – Tln: Koolibri, 1999;
17. H. Käämbre. Füüsika XII klassile. Aatom. Molekul. Kristall – Tln: Koolibri, 1998;
18. A. Ainsaar. Füüsika XII klassile. Relatiivsusteooria. Tuumafüüsika. Elementaarosakeste füüsika – Tln: Koolibri, 2001;
19. J. Jaaniste. Füüsika XII klassile. Kosmoloogia – Tln: Koolibri, 1999;
20. G. Karu. Füüsika lühikursus gümnaasiumile I. Elekter ja magnetism – Tln: Koolibri, 1997;
21. G. Karu. Füüsika lühikursus gümnaasiumile II. Elektrodünaamika – Tln: Koolibri, 1997;
22. G. Karu. Füüsika lühikursus gümnaasiumile III. Mehaanika – Tln: Koolibri, 1998;
23. G. Karu. Füüsika lühikursus gümnaasiumile IV. Molekulaarfüüsika – Tln: Koolibri, 1999;
24. G. Karu. Füüsika lühikursus gümnaasiumile V. Aine ehitus – Tln: Koolibri, 1999;
25. И. Пейль. Механика. Физика для X класса. Часть I – Тлн: Коолибри, 2003;
26. И. Пейль, Я. Суси, Л. Луби. Физика. Учебник для 10 класса – Тлн: Коолибри, 1999;
27. Я. Суси, Л. Луби. Физика. Учебник для X класса. Часть II. Учение о теплоте – Тлн: Коолибри, 2003;
28. К. Таркпеа. Физика. Учебник для XI класса, ? часть. Электричество и магнетизм – Тлн: Коолибри, 2002;
29. К. Таркпеа. Физика для XI класса, часть 2. Электромагнетизм – Тлн: Коолибри, 2000;
30. Х. Воолайд. Физика для XI класса. Оптика – Тлн: Коолибри, 1999;
31. Х. Кяэмбре. Физика для 12 класса. Атом. Молекула. Кристалл – Тлн: Коолибри, 2000;
32. А. Айнсаар. Физика для XII класса. Теория относительности. Ядерная физика. Физика элементарных частиц – Тлн: Коолибри 2000;
33. Я. Яанисте. Физика для XII класса. Космология – Тлн: Коолибри, 2000;
34. M. Reemann. Füüsika põhimõisted ja valemid gümnaasiumile – Tln: Koolibri, 2000;
35. M. Kask, M. Reemann. Füüsika ülesannete kogu gümnaasiumile – Tln: Koolibri, 2001;
36. E. Paju, V. Paju. Füüsika ülesannete kogu gümnaasiumile – Tln: Koolibri, 2000, 2003;
37. K. Tarkpea, H. Voolaid. Füüsika. Käsiraamat – Tln: Koolibri, 2002;
38. Э. Паю, В. Паю. Сборник задач по физике для гимназии – Тлн: Коолибри, 2001;