

MLF 6010	Eksperimentaalfüüsika		
Maht 4 EAP	Orienteeriv kontaktundide maht: 42	Õppesemester: K	Eksam
Eesmärk:	- toetada kaasaegse füüsikalise maailmapildi kujunemist; - võimaldada arusaama kujunemist kaasaegsest füüsikast kui eksperimentaalsest teadusest ning mõõtevahenditest loojast; - toetada eksperimenteerimisoskuse kujunemist kaasaegse tehnoloogia abil.		
Aine lühikirjeldus: (sh iseseisva töö sisu kirjeldus vastavuses iseseisva töö mahule)	Kaasaegse füüsika eksperimentaalsed meetodid: spektroskoopia, optilised ja elektronmikroskoobid, neutron- ja gammakiirguse spektroskoopia, tuumamagnetresonants, elektron-paramagneetiline resonants, struktuurianalüüs, kiirendid, raadioteleskoobid, tokamakid jne. Arvutustehnika rakendamine mõõtmistel. Tutvutakse plasmafookusseadme tööpõhimõttega ning kasutatakse seda plasma ja materjalide vastastikmõju uurimiseks. Iseseisev töö: Kirjanduse ja loengu materjali läbitöötamine, probleemülesannete lahendamine, referaadi ja ettekande koostamine ühe valitud mõõtmismeetodi ja –tehnika kohta, laboratoorsete tööde analüüs.		
Õpiväljundid:	- teadmised põhilistest kaasaegsetest füüsikalistest mõõtmisvahenditest, - meetoditest ja nende kasutusvaldkonnast; - arusaam kaasaegse mõõtmistehnika tööpõhimõtetest; - oskus kasutada arvutustehnikat mõõtmiste läbiviimisel.		
Hindamismeetodid:	Referaadi esitamine ja ettekandmine, läbiviidud laboratoorsete tööde arvestamine. Kirjaliku eksami tulemus annab 50% lõpphindest, referaat ja ettekanne kokku 30%, laboratoorsete tööde läbiviimine ning esitatud tööde aruanded kokku 20%.		
Õppejõud:	Professor, PhD füüsikas, Tõnu Laas Lektor, PhD füüsikas, Jaanis Priimets		
Inglisekeelne nimetus:	<i>Experimental Physics</i>		
Eeldusaine:	MLF6005, MLF6006		
Kohustuslik kirjandus:	1. Eksperimentaalfüüsika konspekt (http://www.tlu.ee/~tony/oppetoo/eksperimentaalfyysika/eksperimentaalfyysika_konspekt.pdf) 2. Holmberg, P., Perkkiö, J., Hiltunen, E. (2007) Santorius. Elusa looduse füüsika. (lk. 385-406, 458-467, 553-537, 583-591, 665-671, 711-771) 3. Giancoli, D.C. (1998). Physics. (lk. 767-784, 779-789, 963-972) 4. Krane K.S. (1996) Modern Physics.		
Asenduskirjandus:	1. Holmberg, P., jt (1997-1999). Füüsika. Üldkursus näidetega bioloogiast.		

(üliõpilase poolt läbi töötatava kirjanduse loetelu, mis katab ainekursuse loengulist osa)	2. Reese, R.L. (2000). University Physics. 3. Krane K.S. (1996) Modern Physics. 4. Raith, W (koostaja) (1992). Lehrbuch der Experimentalphysik. Band 6. (lk 137-290). 5. Halliday D., Resnick R., Walker J. (2012) Füüsika põhikursus: õpik kõrgkoolile. 2. köide.		
Õppetöös osalemise ja eksamile/arvestusele pääsemise nõuded	Kõigi praktikumitööde sooritamine on kohustuslik. Eksamile pääsemiseks peab olema edukalt kaitstud kõik laboratoorsed tööd. Peab olema esitatud referaat ning olema tehtud ettekanne.		
Iseseisva töö nõuded	Kirjanduse ja loengu materjali läbitöötamine, probleemülesannete lahendamine, referaadi ja ettekande koostamine ühe valitud mõõtmismeetodi ja –tehnika kohta, viie laboratoorse töö analüüs (kokku on 6 tööd, millest kõik tuleb läbi teha).		
Eksami hindamiskriteeriumid või arvestuse sooritamiseks vajalik miinimumtase	Vt Lisa 1.		
Täiendav informatsioon kursuse sisu kohta, kursuse jaotumine teemade kaupa sh seminarivormis toimuvate kontakttundide ajad.	Õppenädal	L/P/S	Teema, sisu lühikirjeldus
	1	3 L	Arvutustehnika rakendamine eksperimentide sooritamisel. Digitaalsete mõõteandurite vead ja veahinnangud. Andmete kogumisel ilmnevad probleemid ja piirangud. Digitaalne signaali analüüs.
	2	3 L	Tiheda plasma seadme (plasmafookusseadme) tööpõhimõte ja rakendused. Optilised riistad. Mikroskoop, teleskoop. Mikroskoobi ja teleskoobi optiline lahutusvõime. Nende kasutusvaldkonnad. Spetsiaalmikroskoobid.
	3	3 P	Eksperimentide läbiviimine DataStudio tarkvara abil. Mõõtemääramatuse hindamine arvutite vahendusel toimunud andmehõivel.
	4	3 P	Digitaalostilloskoobid. FastFourierTransform läbi viimine DataStudio tarkvara abil.
	5	3 L	Elektronmikroskoop, selle tööpõhimõte. Spektroskoopia, mass-spektromeetrid, molekulide spektromeetria – teoreetiline taust ja praktilised lahendused.
	6	3 P	Katsete sooritamine plasmafookusseadmega PF-12. Plasma uurimine erinevatel katsetingimustel deuteriumi, heeliumi jt gaaside keskkonnas.
	7.	3 P	Digitaalostilloskoobi töö tundmaõppimine ning rakendamine signaali analüüsil.
	8	3 P	Katsete sooritamine plasmafookusseadmega PF-12. Plasmaga terasest katsekehade kiiritamine erinevatel tingimustel. Katsekehade esmane analüüs metallimikroskoobi abil.

	9	3 L	Elektron-paramagneetiline resonants. Tuuma-magnetresonants. Nende meetodite rakendamine. Röntgen- ja gammakiirgus, selle detekteerimine. Neutronite detekteerimine. Gammaspекtromeetria, neutronite spektromeetria.
	10	3 L	Katsekehade uurimine skaneeriva elektron-mikroskoobi abil (TTÜ-s) – kellaaeg ja nädal võivad muutuda.
	11	3 P	Tulemuste analüüs – terase kahjustusteguri hindamine. Külaskäik KBFI-sse TMR-i uuringutega tutvuma. (kellaaeg ja nädal võivad muutuda).
	12	3 L	Laserite tööpõhimõte, nende rakendamine uuringutel. Laserinterferomeetria, laser-doppler anemomeetria. Nõrkade signaalide detekteerimine. Elektronkordistid. Geiger-Mülleri loendur. Laetud osakeste detekteerimine magnetvälja abil. CMOS js CCD-kaamerad. Mass-spektromeetria.
	13	1,5L 1,5S	Referaatide ettekanded. Laboratoorsete tööde kaitsmine.
	14	3S	Eksamitöö

Õppeainet kureeriv üksus:	Matemaatika ja Loodusteaduste Instituut
Kursuseprogrammi koostaja	Professor, PhD füüsikas, Tõnu Laas
Allkiri:	
Kuupäev:	30.01.2012

Kursuseprogramm registreeritud akadeemilises üksuses

Kuupäev	
Õppeassistendi nimi	
Allkiri	

Lisa 1 Hindamismeetodid ja -kriteeriumid

Hindamiskriteerium	E	D	C	B	A
- teadmised ja arusaam põhilistest kaasaegsetest füüsilistest mõõtmisvahenditest, -meetoditest ja nende kasutusvaldkonnast;	<i>Üliõpilane:</i> Teab, millistes valdkondades on erinevad mõõtmismeetodid rakendatavad ja kuidas neid kasutatakse.	<i>Üliõpilane:</i> Teab, millistes valdkondades ja kuidas on erinevad mõõtmismeetodid rakendatavad, teab mõõtmismeetodite kasutamise piire.	<i>Üliõpilane:</i> Teab, millistes valdkondades ja kuidas on erinevad mõõtmismeetodid rakendatavad, teab mõõtmismeetodite kasutamise piire. Oskab võrrelda erinevaid mõõtmismeetodeid, vahendite rakendatavust (keerukus, mõõtmistäpsus) omavahel.	<i>Üliõpilane:</i> Teab, millistes valdkondades ja kuidas erinevaid mõõtmisvahendeid ja –meetodeid kasutatakse, teab, millest on tingitud digitaalse mõõtevahendiga tehtavate mõõtmiste vead.	<i>Üliõpilane:</i> oskab hinnata digitaalse mõõtmisriista mõõtemääramatust, teab erinevate füüsiliste mõõtevahendite kasutusvaldkondi ning –võimalusi, teab kaasaegse mõõtmistehnoloogia arengusuundi.
- arusaam kaasaegse mõõtmistehnika tööpõhimõtetest;	<i>Üliõpilane:</i> Oskab välja tuua mõõtmistehnika aluspõhimõtted, kuid täpsemal seostamisel füüsikaseadustega ning mõõtmismeetodi täpsuse piiride arvutamisel esineb suuri puudujääke.	<i>Üliõpilane:</i> Oskab välja tuua mõõtmistehnika aluspõhimõtted, kuid täpsemal seostamisel füüsikaseadustega ning mõõtmismeetodi täpsuse piiride arvutamisel esineb väikesi puudujääke.	<i>Üliõpilane:</i> Oskab seletada ja analüüsida mõõteriistade füüsikalisi põhimõtteid vaid klassikalisest teooriast lähtudes. Mõõtmistäpsuste leidmisel (arvutamisel) võib leiduda väikesi puudujääke.	<i>Üliõpilane:</i> Oskab seletada ja analüüsida mõõteriistade füüsikalisi põhimõtteid klassikalisest teooriast lähtudes, seostamisel kvantfüüsikaga esineb puudusi.	<i>Üliõpilane:</i> Oskab põhjalikult seletada ja analüüsida mõõteriistade füüsikalisi põhimõtteid ning seostada füüsikateooriaga nii klassikalisest kui ka kvantfüüsist lähtudes näidates ka ära mõõtmise piirtäpsuse.
Ettekande esitamine	Ettekande sisu vastab osaliselt etteantud teemale. Seosed erinevate osade vahel on olematud. Erialaseid mõisteid kasutatakse	Ettekande sisu vastab suures osas etteantud teemale. Ettekanne on üldiselt loogiliselt ülesehitatud. Erialaste mõistete ja seaduste	Ettekande sisu vastab suures osas etteantud teemale. Ettekanne on üldiselt loogiliselt ülesehitatud. Erialaste mõistete ja seaduste	Ettekanne on loogiliselt ülesehitatud, sisu vastab etteantud teemale. Seosed erinevate osade vahel on loogiliselt ja selgelt	Ettekanne on loogiliselt ülesehitatud, sisu vastab etteantud teemale. Seosed erinevate osade vahel on loogiliselt ja selgelt välja toodud.

	üldjoontes õigesti ja kohaselt, kuid mõningaid vigu võib esineda. Üliõpilane oskab vastata konkreetse ettekande teemat puudutavatele lisaküsimustele, kuid ettekande laiemal teemal arutlemisega esineb suuri raskusi. Ettekandes ei esine illustratsioone, ei kasutata ei lisavahendeid (tahvlit, grafoprojektorit, IKT-d). Esineja keelekasutus ei ole päris korrektne (katkendlikud laused, hüplik kõne), mõtted on väljendatud üldiselt selgelt. Ettekanne on oluliselt lühem või pikem etteantud ajapiirist.	kasutamises esineb mõningaid vigu, kuid üldiselt on neid kasutatud korrektselt. Üliõpilane oskab vastata oma ettekande teemat puudutavatele küsimustele, kuid antud laiemal teemal arutlemisel võib esineda raskusi. Ettekanne on illustreeritud ning kasutatud IKT-d)vabal valikul). Illustreeriva materjali esitusel esineb probleeme (teksti ja piltide paigutusel, teksti suurusel, keelelisel korrektsusel). Viited illustratsioonidele puuduvad. Esineja kõne on selge, mõtted on väljendatud selgelt ja täpselt (kui ei ole, siis oskab vähemalt täpsustavate küsimuste korral neid täpsemalt väljendada). Esineja peab kinni etteantud ajapiirist. Esinejal on suuri raskusi teemat puudutavatele küsimustele vastamisel.	kasutamises esineb mõningaid vigu, kuid üldiselt on neid kasutatud korrektselt. Üliõpilane oskab vastata oma ettekande teemat puudutavatele küsimustele, kuid antud laiemal teemal arutlemisel võib esineda raskusi. Ettekanne on illustreeritud ning kasutatud IKT-d)vabal valikul). Illustreeriva materjali esitusel esineb probleeme (teksti ja piltide paigutusel, teksti suurusel, keelelisel korrektsusel). Viited illustratsioonidele puuduvad. Esineja kõne on selge, mõtted on väljendatud selgelt ja täpselt (kui ei ole, siis oskab vähemalt täpsustavate küsimuste korral neid täpsemalt väljendada). Esineja peab kinni etteantud ajapiirist.	välja toodud. Erialaseid mõisteid, seadusi kasutatakse korrektselt. Üliõpilane oskab vastata lisaküsimustele ning arutleda auditooriumiga ettekandes esitatud probleemide üle. Ettekanne on illustreeritud ning kasutatud on IKT-d (vabal valikul). Illustreeriv materjal vastab üldtunnustatud reeglitele (teksti ja pildi paigutus, teksti pikkus ja keeleline korrektsus), viited illustratsioonidele on korrektsed. Esineja kõne on selgelt artikuleeritud, korrektne keelekasutus, otstarbekas hääletoon ja –tugevus, mõtted on väljendatud selgelt ja täpselt, kõne on ladus ja otstarbeka tempoga. Esineja peab kinni etteantud ajapiirist. Esineb mõningaid probleeme lisaküsimustele vastamisel.	Erialaseid mõisteid, seadusi kasutatakse korrektselt. Üliõpilane oskab vastata lisaküsimustele ning arutleda auditooriumiga ettekandes esitatud probleemide üle. Ettekanne on illustreeritud ning kasutatud on IKT-d (vabal valikul). Illustreeriv materjal vastab üldtunnustatud reeglitele (teksti ja pildi paigutus, teksti pikkus ja keeleline korrektsus), viited illustratsioonidele on korrektsed. Esineja kõne on selgelt artikuleeritud, korrektne keelekasutus, otstarbekas hääletoon ja –tugevus, mõtted on väljendatud selgelt ja täpselt, kõne on ladus ja otstarbeka tempoga. Esineja peab kinni etteantud ajapiirist (või suudab ajapiiri raames oma ettekande põhipunktid kiirelt kokku võtta).
Referaadi koostamine ja vormistamine	Referaadis esineb märkimisväärsed vigu	Referaadis esineb mõningaid vigu	15-30% referaadi sisust keskendub	30%-50% referaadi sisust keskendub	Referaat on kirjutatud sisukalt – 50% või üle

	õigekirjas ning eksitakse tihti keelereeglite vastu. Tekst on hüplik ning pole sidus. Vigu või suuri puudujääke esineb vormistuses, viitamisel, kasutatud kirjanduse kirjetes, teksti, jooniste või valemite vormistamisel. Referaadis leidub osi (kuid alla neljandiku referaadi mahust), mis on allikast tsiteeritud ning pole vastavalt vormistusreeglitele tekstist eristuv.	õigekirjas ja eksitakse keelereeglite vastu. Referaadi ülesehitus ei ole väga loogiline, kuid on teemale üldjoontes vastav. Tekst on ühtlane, kuid esineb stiilivigu ja lausekonarusi. Esineb eksimusi viitamisel, teksti, jooniste või valemite vormistamisel. Referaadi tekst on üldiselt refereeriv ning üldiselt jälgitakse tsiteerimisreegleid (tsiteeringuid ei ole üle 1/4 referaadi mahust), kuid tsitaate kasutatakse põhjendamatult palju.	mõõtmismeetodi füüsikalisele küljele ja mõõtmistehnoloogia arendamisele. Referaadis esineb üksikuid õigekirja vigu või eksitakse harva keelereeglite vastu. Esineb mõningaid puudujääke referaadi ülesehituses, kuid referaat on üldplaanis teemale vastav. Tekst on sujuv, kuid võib esineda üksikuid stiilivigu. Esineb üksikuid, kuid mitte põhimõttelisi vigu viitamisel, teksti, jooniste või valemite vormitamisel. Referaadi tekst on refereeriv ning tsitaate esineb ainult põhjendatud kohtades ja need on tekstist vastavalt tsiteerimisreeglitele eristuvad (tsiteeringuid ei ole üle 1/5 referaadi mahust).	mõõtmismeetodi füüsikalisele küljele ja mõõtmistehnoloogia arendamisele. Referaadis esineb üksikuid stiilivigu, kuid õigekirja ja keelereeglitest peetakse kinni. Referaadi ülesehitus on loogiline ning teemale vastav. Vormistus on peaaegu korrektne, kuid võib esineda üksikuid juhuslikke vigu. Referaadi tekst on refereeriv ning tsitaate esineb ainult põhjendatud kohtades ja need on tekstist vastavalt tsiteerimisreeglitele eristuvad (tsiteeringuid ei ole üle 1/8 referaadi mahust).	selle sisust keskendub mõõtmismeetodi füüsikalisele küljele, mõõtmistäpsusele ja mõõtmistehnoloogia arendamise takkudele. Stiilivigu ei esine, õigekirja ja keelereeglitest peetakse kinni ning tekst on sujuv. Referaadi ülesehitus on loogiline ning teemale vastav. Vormistus on korrektne ning peetakse kinni osakonna nõuetest nii viitamise, teksti, jooniste kui valemite üldise vormistuse osas. Referaat on refereeriv ning tsitaate esineb ainult põhjendatud kohtades ja need on tekstist vastavalt tsiteerimisreeglitele eristuvad (tsiteeringuid ei ole üle 1/10 referaadi mahust).
--	---	---	---	--	---

Lisa 1 Hindamismeetodid:
Laboratoorse töö aruanne koostamine

Hindamiskriteerium	Lävend
Vormistamisnõuete järgmine	On järgitud TLÜ füüsika laboratoorsete tööde vormistamise nõudeid, võib esineda üksikuid õigekirjavigu. Andmed on esitatud tabelites korrektselt, graafikud on

	joonistatud korrektselt, teljed varustatud tähistega.
Andmetöötluse läbiviimine	Andmetöötlus on läbi viidud õigesti, sõltuvalt ülesandest - valitud on sobiv statistiline jaotus, regressioonianalüüs on teostatud õigesti, mõõtemääramatuse arvutus on õigesti läbi viidud.
Tulemuste analüüs	Andmetöötlusest tulenevad vastused on osatud teooriaga seostada - hüpotees on kontrollitud või ümber lükatud, mõõtmistulemused on esitatud koos mõõtemääramatuse hinnanguga ning analüüsitud võimalikke süstemaatiliste vigade tekkimisi põhjuseid. Graafikuid on osatud seostada teooriaga.