

Astrofysiikan peruskurssi

Astrofysiikan peruskurssit I+II, 5+5 op, Kevät (P3+P4) 2018,

Luennot: Tiistaisin ja perjantaisin klo 12.15-14.00, D114.

Laskupaja: klo 14.15-16.00, D114, Physicum.

Luennoitsija: Peter Johansson

Avustava opettaja: Antti Rantala

Kotisivu: <https://wiki.helsinki.fi/display/astjourn/Astrofysiikan+peruskurssi>

- Kurssilla annetaan astrofysiikassa vaadittavat teoreettiset pohjatiedot ja opetetaan miten niitä voidaan soveltaa tähtitieteellisiin kohteisiin.
- Kurssilla käsitellään muun muassa: Säteilyn emissiota ja absorptiota, säteilykuljetusyhtälöä, atomien virittymistä ja ionisaatiota, ekstinktioprosesseja, spektriviivaprofiileja sekä tähtienvälisen aineen fysiikkaa.
- Oppimateriaali: Luentomonisteet T. Liljeström: *Teoreettisen astrofysiikan peruskurssi* sekä K. Mattila ja M. Juvela: *Tähtienvälisen aineen fysiikkaa*. Suoritustapa: Luennot, viikoittainen laskupaja ja laskuharjoitukset sekä loppukoe.
- Tervetuloa kevään 2018 kurssille!



Perustietoa kursseista

FYS 2046 Astrofysiikan peruskurssi I: Kurssin laajuus 5 op, luennoidaan keväällä 2018 periodissa III (15.1-6.3)

FYS 2047 Astrofysiikan peruskurssi II: Kurssin laajuus 5 op, luennoidaan keväällä 2018 periodissa IV (12.3-8.5)

Luennoitsija: Prof. Peter Johansson (Huone D311)

Laskuharjoitusassistentit: FM Antti Rantala (Huone D308)

Luennot tiistaisin klo. 12.15-14.00 ja perjantaisin klo. 12.15-14.00 D114 Physicum (yhteensä 4 tuntia viikossa).

Laskupaja viikoittain klo 14.15-16.00, D114 Physicum (2 tuntia viikossa).

Tehtävät löytyvät kurssin kotisivulta ja ne tulee palauttaa laskupajaa seuraavana keskiviikkona klo 12.15 mennessä palautuslaatikkoon.

Tehtävien mallivastaukset ladattavissa kurssin kotisivulta torstaisin kello 12.15. Perinteistä palautussessiota ei kurssilla järjestetä.

Pisteytetyt tehtävät voi noutaa toisen kerroksen laskarihuoneen pahlilaatikosta torstaisin kello 12.15 jälkeen, tai laskupajasessioista.

Luentomonisteet pdf-muodossa:

- Johdantoluento Astrofysiikan peruskurssi I: [astrofys1_johdanto_luento.pdf](#)
- Johdantoluento Astrofysiikan peruskurssi II: [astrofys2_johdanto_luento.pdf](#)
- *Teoreettisen astrofysiikan peruskurssi* moniste, T. Liljeström, 1984, 241 sivua: [TAP_moniste.pdf](#)
- *Tähtienvälisen aineen fysiikkaa* moniste, K. Mattila & M. Juvela, 2000, 46 sivua: [ISM_moniste.pdf](#)
- Errata päivittyä tähän kurssin edetessä: [Errata_TAP_ISM.pdf](#)

Astrofysiikan peruskurssi I: FYS 2046

Kurssit suoritetaan loppukokeella:

Loppukoe ti 06.03.2018 klo 10-14 salissa D114 Alustava Koelue: TAP moniste sivut 1-3, 48-144 ja Laskuharjoitukset 1-6

- Yhteensä 28 tuntia luentoja.
- Laskuharjoituksia joka viikko yhteensä 6 kertaa, 1/3 minimisuoritus, ylittävästä määrästä plus-pisteitä.

- Kurssi seuraa monisteita: T. Liljeström: *Teoreettisen astrofysiikan peruskurssi (TAP)* K. Mattila ja M. Juvela: *Tähtienvälisen aineen fysiikkaa (ISM)*
- Lisäksi sopivia oppikirjoja ovat:
 1. E. Böhm-Vitense: *Introduction to Stellar Astrophysics, Vol. 2. Stellar Atmospheres*, Cambridge Univ. Press 1989 (BV)
 2. E. Novotny: *Introduction to Stellar Atmospheres and Interiors*, Oxford Univ. Press 1973
 3. T. Padmanabhan: *Theoretical astrophysics I*, Cambridge Univ. Press 2000
 4. H. Scheffler, H. Elsässer: *Physics of the Galaxy and Interstellar matter*, Springer-Verlag 1988 (SE)

Kurssin alustava aikataulu:

- **1. Luentoviikko: 15.1-19.1 4 luentoa + laskupaja 1.**
Lyhyt johdatus astrofysiikan historiaan
Säteilyn perusmääritelmät
Mustan kappaleen säteily
TAP: sivut 1-3, 48-64
 - **2. Luentoviikko: 22.1-26.1 4 luentoa + laskupaja 2.**
Säteilyn emissio- ja absorptiokerroin
Säteilypaino
Säteilynkuljetuksen perusteet ja säteilynkuljetusyhtälö
Lähdefunktio
Säteilytasapaino
Säteilynkuljetusyhtälön määräämä intensiteettilauseke
TAP: sivut 64-80
 - **3. Luentoviikko: 29.1-2.2 4 luentoa + laskupaja 3.**
Emissio- ja absorptioviivojen synty
Säteilynkuljetusyhtälön ratkaisumenetelmiä: Eddington-Barbier menetelmä
Eddingtonin approksimaatio
Auringon reunatummuminen
TAP: sivut 80-93, BV: sivut 26-38
 - **4. Luentoviikko: 5.2-9.2 4 luentoa + laskupaja 4.**
Schuster-Schwarzschildin menetelmä
Chandrasekharin menetelmä
Kaasumaisen tilan fysiikkaa tähtien atmosfäärissä
Maxwellin nopeusjakautuma
TAP: sivut 93-107
 - **5. Luentoviikko: 12.2-16.2 4 luentoa + laskupaja 5.**
Maxwellin nopeusjakautuma jatkuu
Boltzmannin laki atomien viritystilojen miehityksille
Ionisaatioyhtälö (Sahan yhtälö)
TAP: sivut 108-120
 - **6. Luentoviikko: 19.2-23.2 4 luentoa + laskupaja 6.**
Ionisaatioyhtälö (Sahan yhtälö) jatkoa
Termodynaaminen tasapaino
Tähtien atmosfäärimallien laskeminen
TAP: sivut 120-136
 - **7. Luentoviikko: 26.2-2.3 4 luentoa + kertauslaskupaja**
Tähtien atmosfäärimallien laskeminen jatkuu
Varhaisen spektriluokan tähden atmosfäärimalli
Kertaus- ja kyselyluento
TAP: sivut 137-145
- **Loppukoe 06.03.2018 klo 10-14 salissa D114** Koealue: TAP moniste sivut 1-3, 48-144 ja Laskuharjoitukset 1-6

Laskuharjoitukset:

Astrofysiikan peruskurssi I

- Laskuharjoitus 1: [astrofys_lask_1.pdf](#) Laskupaja pe 19.1. kello 14.15. Palautus ke 24.1. kello 12.15. Mallivastaukset ja pisteet to 25.1. kello 12.15.
- Laskuharjoitus 2: [astrofys_lask_2.pdf](#) Laskupaja pe 26.1. kello 14.15. Palautus ke 31.1. kello 12.15. Mallivastaukset ja pisteet to 1.2. kello 12.15.
- Laskuharjoitus 3: [astrofys_lask_3.pdf](#) Laskupaja pe 2.2. kello 14.15. Palautus ke 7.2. kello 12.15. Mallivastaukset ja pisteet to 8.2. kello 12.15.
- Laskuharjoitus 4: [astrofys_lask_4.pdf](#) Laskupaja pe 9.2. kello 14.15. Palautus ke 14.2. kello 12.15. Mallivastaukset ja pisteet to 15.2. kello 12.15.
- Laskuharjoitus 5: [astrofys_lask_5.pdf](#) Laskupaja pe 16.2. kello 14.15. Palautus ke 21.2. kello 12.15. Mallivastaukset ja pisteet to 22.2. kello 12.15.
- Laskuharjoitus 6: [astrofys_lask_6.pdf](#) Laskupaja pe 23.2. kello 14.15. Palautus ke 28.2. kello 12.15. Mallivastaukset ja pisteet to 1.3. kello 12.15.

- Kertauslaskupaja: Laskupaja pe 2.3. kello 14.15.

Laskupajat perjantain luennon jälkeen kello 14.15.
Pisteet ja mallit ilmestyvät palautuksen jälkeisenä päivänä.

Kaavakokoelma loppukokeita varten:

- Kaavakokoelma: [kaavat_astrofys.pdf](#)

Kurssin tulokset:

- Laskuharjoituspisteet: [astroPK_1_18_laskarit.pdf](#)
- Tenttitulokset ja arvosanat: [astroPK_1_18_tulokset.pdf](#)

Astrofysiikan peruskurssi II: FYS 2047

Kurssit suoritetaan loppukokeella:

Loppukoe ti 08.05.2018 klo 10-14 salissa D112. Alustava Koealue: TAP moniste sivut 145-221 (Ei yksityiskohtia sivut 168-170, 199-201, 219-221), ISM moniste sivut 1-46 ja Laskuharjoitukset 1-6

- Yhteensä 28 tuntia luentoja.
- Laskuharjoituksia joka viikko yhteensä 6 kertaa, 1/3 minimisuoritus, ylittävistä määrästä plus-pisteitä.
- Kurssi seuraa monisteita: T. Liljeström: *Teoreettisen astrofysiikan peruskurssi (TAP)* K. Mattila ja M. Juvela: *Tähtienvälisen aineen fysiikka (ISM)*
- Lisäksi sopivia oppikirjoja ovat:

1. E. Böhm-Vitense: *Introduction to Stellar Astrophysics, Vol. 2. Stellar Atmospheres*, Cambridge Univ. Press 1989 (BV)
2. E. Novotny: *Introduction to Stellar Atmospheres and Interiors*, Oxford Univ. Press 1973
3. T. Padmanabhan: *Theoretical Astrophysics I*, Cambridge Univ. Press 2000
4. H. Scheffler, H. Elsässer: *Physics of the Galaxy and Interstellar Matter*, Springer-Verlag 1988 (SE)

- **1. Luentoviikko: 12.3-16.3 4 luentoa + laskupaja 1.**

Yhteenveto ekstinktioprosesseista
Klassisen dipolin absorptio
Dipolin säteilyteho
Klassisen oskillaattorin absorptiokerroin
TAP: sivut 145-157

- **2. Luentoviikko: 19.3-23.3 4 luentoa + laskupaja 2.**

Säteilyn sirottuminen klassisesta oskillaattorista
Thomsonin sironta
Rayleighin sironta
Valon sirottuminen pölyhiukkasista (pääpiirteet)
Kontinuumiabsorption päätekijät
TAP: sivut 158-172 (sivut 168-170 ylikurssia)

- **3. Luentoviikko: 26.3-6.4 4 luentoa + laskupaja 3.**

Atomin ionisoituminen
Vedyn bound-free absorptiokerroin
Vedyn free-free absorptiokerroin
Negatiivisen vetyionin kontinuumiabsorptio
Muiden alkuaineiden kontinuumiabsorptio
Keskimääräinen absorptiokerroin
TAP: sivut 173-191

- **4. Luentoviikko: 9.4-13.4 4 luentoa + laskupaja 4. Huom. Tiistain Luento siirretty ma 9.4 klo 14.15-16.00 Sali D117**

Sidoselektronien siirtymätodennäköisyydet
Einsteinin todennäköisyyskertoimet
Säteilyvaimennuksen kvanttimekaaninen lauseke

Spektriivaprofiilin luonnollinen leveneminen
Atomien liikkeiden aiheuttamat spektriivian levenemiset
Atomien törmäyksistä aiheutuva spektriivian leveneminen
TAP: sivut 192-210 (sivut 199-201 ei yksityiskohtia)

• **5. Luentoviikko: 16.4-20.4 4 luentoa + laskupaja 5.**

Yhdistetyn spektriivian laskeminen

Spektriivivojen voimakkuudet ja kasvukäyrä

Teoreettisen spektriivaprofiilin laskeminen

Tähtienvälisen aineen fysiikkaa

Vedyn ionisaatio ja rekombinaatio

HII-alueet alkua

TAP: sivut 211-221, (sivut 219-221 ei yksityiskohtia) ISM: sivut 1-10, vastaa sivuja 269-275 H. Scheffler & H. Elsässer oppikirjassa

• **6. Luentoviikko: 23.4-27.4 4 luentoa + laskupaja 6.**

HII-alueet jatkoa

Ionisaatioasteen muutos säteen funktiona

Tähtienvälisen materian emissio- ja absorptiomekanismit.

Säteilykuljetusyhtälö tähtienvälisessä aineessa

Spektriivaeemissio ja -absorptio tähtienvälisissä olosuhteissa

Statistinen tasapaino

ISM sivut 10-16, ISM sivut 22-36 vastaa sivuja 275-277 ja 241-252 H. Scheffler, H. Elsässer oppikirjassa

• **7. Luentoviikko: 30.4-4.5 4 luentoa + kertauslaskupaja Huom. Tiistain Luento siirretty ke 2.5 klo 14.15-16.00 Sali D114**

Virittyminen tähtienvälisissä olosuhteissa

Sovellutuksia radiotaajuusalueen siirtymistä

21 cm viivan synty ja ominaisuudet

21 cm viivan emissio, absorptio ja havainnot

ISM sivut 37-45, vastaa sivuja 252- 255, sivuja 174-177, sekä sivuja 344-347 H. Scheffler, H. Elsässer oppikirjassa

• **Loppukoe 08.05.2018 klo 10-14 salissa D112 Koealue: TAP moniste sivut 146-221 (Ei yksityiskohtia sivut 168-170, 199-201, 219-221)), ISM moniste sivut 1-46 ja Laskuharjoitukset 1-6**

Laskuharjoitukset:

Astrofysiikan peruskurssi II

- Laskuharjoitus 1: [astrofys_2_lask_1.pdf](#) Laskupaja pe 16.3. kello 14.00 - 15.45. Palautus ke 21.3. kello 12.15.
 - Laskuharjoitus 2: [astrofys_2_lask_2.pdf](#) Laskupaja pe 23.3. kello 14.00 - 15.45. Palautus ke 28.3. kello 12.15.
 - Laskuharjoitus 3: [astrofys_2_lask_3.pdf](#) Laskupaja pe 6.4. kello 14.00 - 15.45. Palautus ke 11.4. kello 12.15.
 - Laskuharjoitus 4: [astrofys_2_lask_4.pdf](#) Laskupaja pe 13.4. kello 14.00 - 15.45. Palautus ke 18.4. kello 12.15.
 - Laskuharjoitus 5: [astrofys_2_lask_5.pdf](#) Laskupaja pe 20.4. kello 14.00 - 15.45. Palautus ke 25.4. kello 12.15.
 - Laskuharjoitus 6: [astrofys_2_lask_6.pdf](#) Laskupaja pe 27.4. kello 14.00 - 15.45. Palautus ke 2.5. kello 12.15.
- Kertauslaskupaja: Laskupaja pe 4.5. klo 14.00-15.45 (tai niin kauan kun kerrattavaa riittää)

Laskupajat perjantain luennon jälkeen kello 14-15.45.

Mallit ilmestyvät viimeistään palautuksen jälkeisenä päivänä.

Kaavakokoelma loppukokeita varten:

- Kaavakokoelma: [kaavat_astrofys.pdf](#)

Kurssin tulokset:

- Laskuharjoituspisteet: [astroPK_2_18_laskarit.pdf](#)
- Tenttitulokset ja arvosanat: [astroPK_2_18_tulokset.pdf](#)