

**CSILLAGÁSZ MESTERSZAK:
TANTÁRGYI ADATLAPOK**

2/1: Alapozó tárgyak

Tantárgy neve:	Parciális differenciálegyenletek
Tantárgy heti óraszám:	2+2;
kreditértéke:	2+2=4
tantárgyfelelős neve:	Karátson János docens
tanszéke:	ELTE Alkalmazott Analízis Tanszék
számonkérés rendje:	kollokvium és gyakorlati jegy

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

A parciális differenciálegyenletek fogalma, típusai.

Elsőrendű homogén lineáris egyenletek általános megoldása. Első integrál. Elsőrendű kvázilineáris egyenletek általános megoldása.

Másodrendű lineáris egyenletek osztályozása és kanonikus alakja. Fizikai alappéldák (rezgő húr, hullámegyenlet, hővezetés).

Parabolikus Cauchy-feladatok értelmezése és megoldása. A homogén feladat megoldása integrálalakban. Duhamel-elv

Hiperbolikus Cauchy-feladatok értelmezése, a homogén egyenlet megoldása 1, 2 és 3 térdimenzióban, az általános feladat megoldása és unicitás .

Hilbert-terek fogalma és alaptulajdonságai. Ortogonalitás, ortogonális rendszerek és Fourier-sorok Hilbert-térben. Szimmetrikus operátorok Hilbert-térben, sajátértékek.

Elliptikus peremértékfeladatok értelmezése, Green-formula. Az elliptikus operátorok tulajdonságai, a peremértékfeladatok megoldásának unicitása.

A sajátértékprobléma megfogalmazása, a sajátértékek és sajátfüggvények tulajdonságai. A sajátértékek és sajátfüggvények meghatározása Fourier-módszerrel (a változók szétválasztásának módszerével) téglalapon, ill. körlapon. Bessel-függvények. A sajátfüggvényekből alkotott teljes ortonormált függvényrendszerek, a megoldás sorfejtése.

A Poisson-egyenlet speciális megoldásai. Alapmegoldás, Green-függvény.

A Laplace-egyenlet speciális megoldásai, gömbfüggvények értelmezése, sorfejtés gömbfüggvények szerint.

Parabolikus és hiperbolikus vegyes feladatok megoldása sorfejtéssel.

Laplace-és Fourier-transzformált értelmezése, alaptulajdonságai és néhány alkalmazása.

A wavelet-analízis elemei.

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

Vlagyimirov V.Sz.: Bevezetés a parciális differenciálegyenletek elméletébe, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979;

Simon L., E.A. Baderko: Másodrendű lineáris parciális differenciálegyenletek, Tankönyvkiadó, Budapest, 1983.

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Relativitáselmélet
Tantárgy heti óraszám:	2+0
kreditértéke:	2
tantárgyfelelős neve:	Palla László egyetemi tanár
tanszéke:	ELTE Elméleti Fizika Tanszék
számonkérés rendje:	kollokvium

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:**Speciális relativitáselmélet:**

A speciális relativitás elve. Alapvető kísérletek. Lorentz-dinamika.
 Minkowski-téridő, ívelem, Lorentz-transzformációk. Kovariáns és kontravariáns koordináták, négyesvektorok, négyestenzorok.
 Energia-impulzus négyesvektor. Megmaradási tételek négyes reprezentációban.
 Klasszikus elektrodinamika relativisztikus közegekre, ill. relativisztikus jelölésmóddal.
 Relativisztikusan mozgó töltés sugárzása, relativisztikus kévészés.

Általános relativitáselmélet:

Ekvivalencia-elv, a Riemann-geometria alapjai (metrika, konnexió, görbület).
 Einstein-egyenlet (energia-impulzus tenzor, newtoni limit).
 Centráliszimmetrikus statikus téridő. Schwarzschild- és Kerr-metrika.
 Téridő-szingularitások, fekete lyukak. Legkisebb stabil pályasugár.
 Einstein-egyenletek homogén és izotrop közegben. Robertson-Walker metrika.
 A relativisztikus kozmológia alapjai.
 Gravitációs vöröseltolódás.
 Gravitációs hullámok és sugárzás.

Kötelező irodalom:

Hraskó Péter: Bevezetés az általános relativitáselméletbe (Műegyetemi Kiadó 1997)
 L.D. Landau - E.M. Lifsic: Klasszikus erőterek (Tankönyvkiadó, Budapest, 1988)

Ajánlott irodalom:

R.M. Wald: General Relativity (The Univ. of Chicago Press, 1984)
 J. Jackson: Klasszikus elektrodinamika (Typotex, Budapest, 2004)

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Erőterek és részecskék
Tantárgy heti óraszám:	2+0
kreditértéke:	2
tantárgyfelelős neve:	Palla László egyetemi tanár
tanszéke:	ELTE Elméleti Fizika Tanszék
számonkérés rendje:	kollokvium

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

A klasszikus térelmélet alapjai. Variációs elvek, szimmetriák, megmaradási tételek.

A kvantumtérelméletek alapjai. Kvantumelektrodinamika, elektromágneses elmélet, kvantumszíndinamika.

Magreakciók. Reakciós hatáskeresztmetszetek számításának elve.

Az anyag alkotóelemei. Az alapvető részecskék jellemzői.

Neutrínók jellemzői és asztrofizikai jelentőségük.

Szimmetriasértés, A standard modell alapjai

Hipotetikus részecskék. Higgs-bozon, axionok. Kitekintés a nagy egyesített elméletek felé.

Kötelező irodalom:

Patkós András és Polonyi János: Sugárzások és részecskék (2. kiadás Typotext Budapest , 2006)

Ajánlott irodalom:

L.B. Okun: Leptons and quarks (North Holland, 1984)

1/2: A szakmai törzsanyag tárgyai

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Csillagászati műszertechnika 1-2.
Tantárgy heti óraszám:	2+0; 0+2
kreditértéke:	2+2=4
tantárgyfelelős neve:	Szécsényi Nagy Gábor adjunktus
tanszéke:	ELTE Csillagászati Tanszék
számonkérés rendje:	kollokvium ill. gyakorlati jegy

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

Az objektumok azonosítása a csillagászatban

A csillagok és csillagszerű objektumok jelölésének, elnevezésének, katalogizálásának fejlődése

Modern csillagászati katalógusok, tartalmuk, használatuk

Az égbolt felosztása, a csillagképek szerepe az égi objektumok azonosításában, megtalálásában

Csillagképektől független azonosítási lehetőségek

Csillagtérképek, csillagatlaszok, csillaggömbök, ezek használata egy-egy objektum felkeresése, azonosítása során (Bonner Durchmusterung és megújított változatai)

A nagy égi területeket mutató modern atlaszok adattartalma, jelölési rendszere, értelmezésük (SAO)

Fotografikus égbolt-átvizsgálások (survey-k)

Carte du Ciel

Palomar Observatory Sky Survey (NGS-POSS)

Digital Sky Survey

Second Palomar Survey

Csillagászati felvételek kiértékelése mikroszkóppal

Csillagszínképek vizsgálata eredetiben és digitalizálás után

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

Kitchin: Astrophysical Techniques. 2nd ed. Taylor and Francis, 2003.

Howell: Handbook of CCD Astronomy. 2nd ed. Cambridge UP, 2006.

Glass and Glass: Handbook of Infrared Astronomy. Cambridge UP, 1998.

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Csillagászati informatika
Tantárgy heti óraszám:	0+2;
kreditérték:	2
tantárgyfelelős neve:	Forgácsné Dajka Emese adjunktus
tanszéke:	ELTE Csillagászati Tanszék
számonkérés rendje:	gyakorlati jegy

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

Számítógépes hálózatok (NFS, NIS, NIS+), számítógépes biztonság

Észlelések előkészítése (GSC, USNO adatbázis)

Planetárium-programok (XEPHEM, Digital Sky Survey)

Csillagászati adatbázisok az interneten

Adatbázisok eléréséhez szükséges rendszerek (SIMBAD, SKYVIEW, SKYCAT)

CCD képek redukciója (IRAF, MIDAS)

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

O. Montenbruck, T. Pfleger: Astronomy on the Personal Computer. 4th ed. Springer, 2005

J. Meeus: Astronomical Algorithms. 2nd ed. Willmann-Bell, 1998.

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Csillagászati spektroszkópia 1-2.
Tantárgy heti óraszám:	0+2; 0+2
kreditértéke:	2+2=4
tantárgyfelelős neve:	Tóth L. Viktor adjunktus
tanszéke:	ELTE Csillagászati Tanszék
számonkérés rendje:	gyakorlati jegy

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

- a csillagászati spektroszkópia története és elméleti alapjainak összefoglalása
- a legfontosabb, látható tartományban működő spektroszkópok felépítése, működése és alkalmazásuk asztrofizikai problémák megoldásában
- mesterséges spektrum előállítása IDL programmal
- spektrum elemzés IDL programmal
- spektrum elemzés IRAF programmal (tutorial alkalmazása)
- sugárforrások és elektromágneses sugárzási folyamatok a nem látható tartományban
- a nem látható elektromágneses tartományban mérő spektroszkópok felépítése és működése
- HI 21cm-es, CO (J=1-0) 2,6mm-es és NH₃ (1,1) 1,3cm-es spektrum redukciója és kiértékelése
- csillagok, csillagközi anyag, galaxisok ultraibolya spektruma sajátosságai
- röntgenforrások és spektrumuk
- mérési terv és mérési pályázat elkészítése nem látható tartományban elvégzendő spektroszkópiai méréshez a hallgató által megválasztott, a nemzetközi csillagászati közösség számára hozzáférhető eszközre, az ott megadott formai és tartalmi követelmények teljesítésével, de magyar nyelven

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

Tennyson: Astronomical Spectroscopy. Imperial College Press, London, 2005.

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Modern csillagászati szeminárium 1.-4.
Tantárgy heti óraszám:	2+0; 2+0; 2+0; 2+0
kreditértéke:	2+2+2+2=8
tantárgyfelelős neve:	Forgácsné Dajka Emese adjunktus
tanszéke:	ELTE Csillagászati Tanszék
számonkérés rendje:	kollokvium

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:**1. félév:**

Egy darab angol nyelvű szakirodalmi cikk feldolgozása és magyar nyelvű ismertetése.

2. félév:

Egy darab, 10 oldalnál hosszabb angol nyelvű szakirodalmi cikk feldolgozása és magyar nyelvű ismertetése.

3. félév:

Mintegy 20 oldal terjedelmű, egy vagy több forrásból származó szakirodalmi forrásanyag feldolgozása és egységes szerkezetben történő, magyar nyelvű ismertetése.

4. félév:

Legalább 10 oldal terjedelmű, egy vagy több forrásból származó szakirodalmi forrásanyag feldolgozása és egységes szerkezetben történő, angol nyelvű ismertetése.

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Nyári szakmai gyakorlat
Tantárgy heti óraszám:	0+2;
kreditértéke:	2
tantárgyfelelős neve:	Szécsényi-Nagy Gábor adjunktus
tanszéke:	ELTE Csillagászati Tanszék
számonkérés rendje:	gyakorlati jegy

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

15 munkanap időtartamú gyakorlat a nyári hónapokban egy hazai vagy külföldi csillagászati kutatóhelyen.

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

Tantárgy neve:	Obszervációs csillagászat 1.-4.
Tantárgy heti óraszám:	2+0; 2+0; 2+0; 2+0
kreditértéke:	2+2+2+2=8
tantárgyfelelős neve:	Érdi Bálint tszv. egyetemi tanár
tanszéke:	ELTE Csillagászati Tanszék
számonkérés rendje:	kollokvium

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

1. félév: Planetológia

A planetáris testek osztályozása és általános jellemzői. A Naprendszer keletkezése.

A bolygók létrejötte és fejlődésük főbb állomásai.

Hold és Merkúr. Vénusz. Föld, mint bolygó; kozmikus hatások a Földre. Mars.

Gázóriások.

A Jupiter rendszere. Szaturnusz, Uránusz és Neptunusz rendszerei.

Kis égitestek a Naprendszerben. Bolygóközi por

2. félév: Napfizika

A Nap szerkezete, energiatermelése. Differenciális rotáció, sziderikus ill. szinodikus periódus.

Helioszeizmológia. A napfizika észlelő műszerei. A nyugodt fotoszféra. Mágneses terek mérése a Napon. Dinamóhatás, naptevékenység. A naptevékenység megnyilvánulásai.

Protuberanciák, flerek, koronakilövellések. Napkorona, napszél. Bolygóközi mágneses tér

3. félév: Különleges csillagok

Anomális spektrumú csillagok. Anomális elemgyakoriságú csillagok.

Változócsillagok. Pulzáló változócsillagok. Eruptív változócsillagok. Forgási változócsillagok.

Kettőscsillagok. Katakizmikus változók: nóvák, törpenóvák, polárok, szupernóvák.

Szuperkompakt változók: pulzárok, bursterek, gammakitörések

4. félév: Nevezetes objektumok

A Tejútrendszer feltérképezése. Spirálkarok. A Tejút centrális vidéke. Nevezetes objektumok a Sagittarius-karban és a Carina-karban. Nevezetes objektumok a Perseus-karban. A Rák-köd. Kozmikus környezetünk: az Orion-kar. Az Orion vidéke. A szomszédos csillagok. Nevezetes nyílt- és mozgási halmazok. Nevezetes objektumok a halóban. A Magellán-felhők. A Lokális Csoport. A Virgo szuperhalmaz. Nevezetes extragalaktikus objektumok szuperhalmazunkon túl.

Kötelező irodalom:

Ajánlott irodalom:

Marik M. (szerk.): Csillagászat. Akadémiai 1989

Tantárgy neve:	Égi mechanika 1.-4.
Tantárgy heti óraszám:	2+0; 2+0; 2+0; 2+0
kreditértéke:	2+2+2+2=8
tantárgyfelelős neve:	Érdi Bálint tszv. egyetemi tanár
tanszéke:	ELTE Csillagászati Tanszék
számonkérés rendje:	kollokvium

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

1. félév: Általános perturbációszámítás

Kanonikus perturbációelméletek: Hamilton-Jacobi-módszer; hatás- és szögváltozók. A perturbációszámítás alaptétele, Delaunay-féle eliminációs módszer és Hold-elmélet. Poincaré-Zeipel-módszer. Rezonanciák perturbációelmélete. Lie-transzformációs perturbációelmélet. Szuperkonvergens perturbációszámítás.

Reguláris és kaotikus mozgások: KAM-elmélet. Reguláris és kaotikus pályák a korlátozott háromtest-problémában. Ljapunov-indikátorok. Leképezések. Poincaré-leképezés. Hénon-Heiles-probléma. Szimplektikus leképezések és integrálási módszerek.

2. félév: Órendszerek dinamikája

Rezonáns perturbációk: Első és másodrendű rezonanciák. Rezonáns találkozások elmélete, befogás, átmenet a rezonancián. Rezonanciák a Naprendszerben.

A Naprendszer dinamikája: A nagybolygók mozgáselmélete. A Naprendszer stabilitása. A bolygók és holdak tengelyforgása. Rezonáns kisbolygók dinamikája.

Exobolygó rendszerek: Többszörös rendszerek dinamikai osztályozása. Rezonáns, kölcsönható és hierarchikus rendszerek. Korong-bolygó kölcsönhatások. Exobolygó-rendszerek stabilitása.

3. félév: Háromtest-probléma

Az általános háromtest-probléma: Mozgásegyenletek, első integrálok. Lagrange-Jacobi-egyenlet. Végző mozgások osztályozása. Euler-Lagrange-megoldások.

A korlátozott háromtest-probléma: Mozgásegyenletek, Jacobi-integrál. Egyensúlyi megoldások.

Zéró-sebességű görbék. Egyensúlyi megoldások stabilitása. Regularizáló transzformációk. Periodikus és numerikus megoldások. Elliptikus KHTP. Hill-probléma.

4. félév: Mesterséges holdak mozgáselmélete

A gravitációs potenciál. Földi eredetű gravitációs perturbációk.

Luni-szoláris perturbációk. Nem-gravitációs perturbációk.

Kötelező irodalom:

Ajánlott irodalom:

Érdi Bálint: Égi mechanika. Jegyzet. Nemzeti Tankönyvkiadó, 1996.

Érdi Bálint: A Naprendszer dinamikája. Jegyzet. Eötvös Kiadó, 2000.

Érdi Bálint: Mesterséges holdak mozgáselmélete. Jegyzet. Tankönyvkiadó, 1989.

Tantárgy neve:	Elméleti asztrofizika 1.-4.
Tantárgy heti óraszám:	3+1; 2+0; 2+0; 2+0
kreditértéke:	4+2+2+2=10
tantárgyfelelős neve:	Petrovay Kristóf docens
tanszéke:	ELTE Csillagászati Tanszék
számonkérés rendje:	kollokvium ill. gyak.jegy

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

1. félév: Az elméleti asztrofizika fizikai alapjai

Fenomenologikus termodinamika; Statisztikus termodinamika; Ideális gáz, parciális ionizáció; Elfajult anyag; Magreakciók; Fluidummechanika alapegyenletei; A magnetohidrodinamika alapjai; Lineáris perturbációk. Hullámok homogén közegben; Perturbációk rétegzett közegben; Turbulencia és konvekció; Sugárzási folyamatok

2. félév: A csillagok szerkezete és fejlődése

A hidrodinamika alkalmazása csillagokra. A csillagokat alkotó plazma termodinamikája. Radiatív és konvektív energiatranszport. Egyszerűsített modellek. A csillagok modellezésének numerikus módszerei. Realisztikus modellek értelmezése.

A csillagok stabilitása: A csillagpulzáció lineáris elmélete. A pulzáció numerikus nemlineáris modellezésének alapjai. A csillagpulzáció jelentősége a csillagok belsejének megismerésében.

A csillagok fejlődése: Energiatermelés, magfúzió, nukleoszintézis. A csillagfejlődés főbb állomásai. Fejlődési modellek értelmezése.

3. félév: Csillaglégkörök fizikája

A Saha-egyenlet; A színekvonalak Fowler-Milne elmélete; A Schwarzschild-kritérium; Sugárzási egyensúly csillagfotoszférákban; Az áramlási egyenlet; A szélsötétedés törvénye; A Fraunhofer-vonalak elmélete; Fotoszféra modellek; Az abszorpció mechanizmusa (csillapodás, Doppler-effektus); A növekedési görbe elmélete; A csillagok kémiai összetételének meghatározása

4. félév: A diffúz anyag fizikája

Sugárzás terjedése diffúz anyagban; Sugárzás keletkezése diffúz anyagban; Molekulák az intersztelláris térben; Diffúz anyag hidrodinamikája; Lökéshullámok. Csillagközi por; Csillagközi gáz; Az intersztelláris mágneses tér; Csillagközi anyag a Tejútrendszerben; Csillagkeletkezés és a csillagfejlődés korai szakaszai; Planetáris ködök, szupernóvamaradványok

Kötelező irodalom:

Ajánlott irodalom:

Cserepes-Petrovay: Kozmikus fizika. 2. kiadás, Eötvös Kiadó 2002

Marik M. (szerk.): Csillagászat. Akadémiai 1989

Tantárgy neve:	Galaktikus_csillagászat 1.-4.
Tantárgy heti óraszám:	2+0; 2+0; 2+0; 2+0
kreditértéke:	2+2+2+2=8
tantárgyfelelős neve:	Tóth L. Viktor adjunktus
tanszéke:	ELTE Csillagászati Tanszék
számonkérés rendje:	kollokvium

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

1. félév: A galaxisok világa

Az extragalaxisok felfedezése, Shapley-Curtis vita. Alaktani osztályozás, Hubble-séma. Anomális galaxisok: kompakt és irreguláris rendszerek. Extragalaxis katalógusok, extragalaxis atlaszok. A galaxisok állapotjelzői és meghatározásuk. Schechter-féle luminozitási függvény. Aktív galaxisok, kvazárok. A galaxisok térbeli eloszlása, galaxiscsoportok és –halmazok, szuperhalmazok.

2. félév: A Tejútrendszer szerkezete

A Tejútrendszer alapvonásai. Csillaghalmazok és asszociációk. Távolságmérés a Tejútrendszerben. Sztellárstatisztika, sztellárkinematika. Ellipszoidális sebességeloszlás. A Tejútrendszer rotációja. A Tejút spirális szerkezete. A galaktikus halo és korona. Galaktikus populációk, a Galaktika kémiai összetétele. A Tejút központi vidéke. A galaktikus mágneses tér. Nagyenergiájú sugárzások a Galaktikában. Kozmikus sugárzás. A Tejútrendszer kialakulása

3. félév: Sztellárdinamika

A csillaggáz sajátosságai. Ütközésmentes rendszerek statisztikus mechanikája, Liouville-tétel, Boltzmann-egyenlet. Átlagtér-közelítés. Csillagpályák átlagpotenciálokban. Epiciklikus közelítés. Csillagrendszerek stabilitása. Sűrűség hullám-elmélet. Relaxációs mechanizmusok. Tömegszegregáció, dinamikai súrlódás, galaktikus kannibalizmus. A sztellárdinamika alkalmazásai. Csillaghalmazok sztellárdinamikai, csillagszökés, King-eloszlás. Bizonyítékok centrális fekete lyukakra a galaxisokban. Galaxisok árapály-kölcsönhatása és ütközése.

4. félév: Extragalaktikus asztrofizika

Az intergalaktikus anyag. Halmazközeg, hűlőáramok. Ly-alfa erdő. Nukleáris aktivitás galaxisokban. Az AGN-ek egyesített modellje. Aktív galaxisok fontosabb típusai és jellemzőik.

Gravitációs lencsehatás. A galaxisok kialakulása és fejlődése. Nevezetes extragalaktikus objektumok.

Ajánlott irodalom:

J. Binney, S. Tremaine: Galactic Dynamics. Princeton UP, 1988.
Marik M. (szerk.): Csillagászat. Akadémiai 1989

Tantárgy neve:	Az Univerzum szerkezete 1.-2.
Tantárgy heti óraszám:	2+0; 2+0
kreditértéke:	2+2=4
tantárgyfelelős neve:	Balázs Béla emeritus professzor
tanszéke:	ELTE Csillagászati Tanszék
számonkérés rendje:	kollokvium

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:**1. félév: Kozmológia**

- A kozmológia története.
- Az általános relativitás-elmélet elemei.
- Relativisztikus modell-univerzumok. A standard kozmológiai modell és paradoxonjai.
- A felfúvódási (inflációs) modell.
- A táguló világegyetem termodinamikai jellemzői.
- A forró univerzum részecskefizikai leírása. Lecsatolódások a korai univerzumban.
- A sötét anyag problémája.
- Alternatív kozmológiai modellek.

2. félév: Az Univerzum nagyléptékű szerkezete

- Közeli és távoli galaxisok, HDF, automatikus osztályozás
- A nagyléptékű szerkezet feltárása, az SDSS
- A nagyléptékű szerkezet statisztikai leírása
- A galaxishalmazok: alapvető tulajdonságok
- A galaxishalmazok: fizika, Sunyaev-Zel'dovich effektus
- Hűtő áramlások halmazokban, a halmazok kialakulása
- Aktív galaxismagok, kvazárok: áttekintés, osztályozás, evolúció
- Az AGN-ek elméleti modellje
- Lyman-alpha felhők
- Gravitációs lencsék, mikrolencsézés
- Extragalaktikus távolságok mérése

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

- Peebles: Principles of Physical Cosmology. Princeton UP, 1993.
- Peacock: Cosmological Physics. Cambridge UP, 1999.

1/3: A differenciált szakmai anyag tárgyai

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Planetológia
Tantárgy heti óraszám:	2+0
kreditértéke:	2
tantárgyfelelős neve:	Bérczi Szaniszló docens
tanszéke:	ELTE Anyagfizikai Tanszék
számonkérés rendje:	kollokvium

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

A Naprendszer keletkezése. A kondenzációs sorozat. A radiális kémiai gradiens értelmezése. Differenciálódás, magmaóceán. Belső radioaktív fűtés, vasmagok kialakulása, planetáris dinamók. Vulkanizmus, lemeztectonika. Meteoritikus és atmoszferikus erózió. Kormeghatározás kráterszámlálásokkal.

Hold és Merkúr. Meteorkráterek szerkezete. A kráterjellemzők függése a mérettől, a kortól, és a nehézkedéstől. Felföldek és medencék: Imbrium, Orientalis, Caloris stb. Vetődések és kaotikus tartományok a Merkuron. Holdközetek: anortozit, mare-bazalt. A Hold eredete az izotóparányok és az átlagsűrűség alapján. A Hold szerkezete és története. Holdtörténeti korszakok.)

Vénusz. A légkör rétegei. Hőmérsékletprofil, felhőrétegek, kénsavciklus. A légkör dinamikája. Radartérképezés, felszíni alakzatok. Szerkezete és fejlődése

Mars. Légköre: összetétel, felszíni nyomás és hőmérséklet. Sarki sapkák, évszakos változások. Porviharok. Felszíni alakzatok. Légköri erózió hatásai a kráterekre. Pajzsvulkánok, Tharsis-fennsík, Olympus Mons, Valles Marineris. Hellas-medence. Marsközetek: vasoxidok, vörös szín. Vízfolyások nyomai, talajjég. Szerkezete és fejlődése.

A külső Naprendszer planetológiája. Galilei-holdak. Méreteik, pályájuk. Árapályerők jelentősége, kötött forgás. Jégbolygók jellegzetességei: a Callisto példája. A jég geológiájának sajátosságai. Ganymedes: sávok és erdetük. Europa: jégóceán, rianások. Jégvulkanizmus az Európán. Élet az Európán? Io: kénvulkanizmus, paterák, plume-ok. Feltételezett szerkezett. Az Io légköre. Plazmatórusz az Io-pálya közelében. A Titan és Triton jellemzői, légköre. Az óriásbolygók egyéb holdjai.

Kisbolygók, üstökösök, meteorok. Meteoritok osztályozása. Vasmeteoritok, vas-kő meteoritok, akondritok, kondritok. A kondrulák eredetének kérdése. Szenes kondritok. A meteoritok eredete: kometáris, aszteroidális, holdi, marsi meteoritok. Meteoritmezők az Antarktiszon. Tektitek.

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

Bérczi Sz. : Planetológia. Egyetemi jegyzet. Egyetemi Nyomda, Budapest 1983

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Inflációs kozmológia
Tantárgy heti óraszám:	2+0
kreditértéke:	2
tantárgyfelelős neve:	Patkós András egyetemi tanár
tanszéke:	ELTE Atomfizikai Tanszék
számonkérés rendje:	kollokvium

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

Einstein egyenletek

Boltzmann egyenlet relativisztikus anyagra

Az inflációs kezdeti feltételek, az infláció kvantumtérelméleti modelljei

A sötét anyag fejlődése, a sűrűségperturbációk kialakulása

A kozmikus mikrohullámú háttérsugárzás hőmérsékleti és polarizációs mintázata

A sötét energia és a kozmológiai állandó problémája

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

Frei Zsolt, Patkós András: Inflációs kozmológia, Typotex 2005.

Tantárgy neve:	A Naprendszer fizikája
Tantárgy heti óraszám:	2+0
kreditértéke:	2
tantárgyfelelős neve:	Szegő Károly tudományos tanácsadó
tanszéke:	KFKI RMKI
számonkérés rendje:	kollokvium

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

A Naprendszer áttekintése.

A naprendszerkutatás története.

A napszél felfedezése és a Parker-féle napszélmodell.

Eltérések a Parker-modelltől. A Nap forgásának hatása. Nyílt és zárt tartományok.

Hullámok és turbulencia a napszélben.

Bolygó-magnetoszférák és kölcsönhatásuk a napszéllel.

A helioszféra szerkezete. Bolygóközi ionok, anomális kozmikus sugárzás.

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

Baumjohann: Basic Space Plasma Physics. World Scientific Press, 1996.

Encrenaz et al.: The Solar Sytem. 3rd ed. Springer 2004.

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Asztrostatisztika 1.-2.
Tantárgy heti óraszám:	2+0; 2+0
kreditértéke:	2+2=4
tantárgyfelelős neve:	Balázs Lajos igazgató
tanszéke:	MTA Csillagászati Kutatóintézet
számonkérés rendje:	kollokvium

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

Egyváltozós statisztika:

- Valószínűségi változó fogalma, típusai.;
- Statisztika a csillagászatban.;
- Valószínűségi változók jellemző adatai.; Várható érték, szórás, kvantálások.; Nagy számok törvénye.;
- Eloszlások főbb típusai, a normális eloszlás.;
- Eloszlások paramétereinek becslése, legkisebb négyzetek, maximum likelihood.;
- Maximum likelihood, csillagászati példák.;
- Valószínűségi változók függetlensége, kovariancia, korreláció.;
- Hipotézisvizsgálat, statisztikus tesztek

Többváltozós statisztika:

- Többváltozós statisztika alapjai.;
- Főkomponens analízis és faktoranalízis.;
- Rotációs faktoranalízis.;
- Cluster analízis.

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

Wall and Jenkins: Practical Statistics for Astronomers. Cambridge UP, 2003.

Tantárgy neve:	Csillagrendszerek dinamikája 1.-2.
Tantárgy heti óraszám:	2+0; 2+0
kreditértéke:	2+2=4
tantárgyfelelős neve:	Balázs Lajos igazgató
tanszéke:	MTA Csillagászati Kutatóintézet
számonkérés rendje:	kollokvium

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

A galaxisok általános jellemzői. Izofóták, ekvivalens rádiusz, Holmberg rádiusz, effektív rádiusz, magrádiusz. Mag és nukleusz fogalma. Törpék, óriások. Schechter-féle luminozitási függvény. Spektrum és kinematika.

Elliptikus galaxisok és öblök. Izofóta-alakok. Fényességprofilok, de Vaucouleurs-profil, Hubble-profil. A fényprofilok paraméterkorrelációi. Óriások, törpék, kompakt galaxisok; nukleáció. Kinematika, Faber-Jackson reláció, Davies-reláció. Fundamentális sík. Színindexek, spektrum, kémiai összetétel, Mg2 index. Gömbhalmazrendszer, fajlagos gömbhalmazgyakoriság. Csillagközi anyag az elliptikus galaxisokban, koronagáz. Sötét halo. Kinematikailag lecsatolt alrendszerek: Ep-galaxisok, korongok

Galaxiskorongok. S0 galaxisok. Exponenciális diszkek, Freeman-szabály. A korong vertikális szerkezete. Vastag korongok. A korongok kinematikája, Tully-Fisher reláció. Rotációs profilok, sötét halo. Sebességszórás, sebességanizotrópia. Dinamikailag lecsatolt alrendszerek, kontrarotáló korongok. Az S0 galaxisok két esete: lentikuláris galaxisok ill. anémikus korongok. S0 korongok jellemzői. Gáz az S0 galaxisokban. Kunkorok Küllős galaxisok. Gyakoriságuk, a küllősség mértéke szerinti eloszlás. Kapcsolat lencsékkel, ovális diszkekkel. Fényességprofil. Kinematika, "hőmérséklet". Nemcirkuláris mozgások, S alakú csomóvonalak. Gáz és öblös küllős galaxisokban. A küllő eredete: spontán instabilitások a korongban. Stabilitási feltételek. Lencsék eredetének kérdése

Spirálgalaxisok. Globális és flokkulens spirálok. Logaritmikus spirálgörbe. Inklináció, spirálkar-rektifikáció módszere. A karok finomszerkezete. Kinematika, a galaktikus sebességmező spirális perturbációi. A spirálszerkezet eredete: (a) sztochasztikus önfenntartó csillagképződés (b) sűrűség hullám-elmélet. Rövid- és hosszúhullámú módusok, korotáció. Disszipáció, fenntartás, kvázistacionárius spirálszerkezet. Fenntartó mechanizmusok. Kunkorok fenntartásának kérdése. Gyűrűk spirálgalaxisokban

Kötelező irodalom:

Ajánlott irodalom:

J. Binney, S. Tremaine: Galactic Dynamics. Princeton UP, 1988.

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Emissziós csillagok nagyfelbontású spektroszkópiája
Tantárgy heti óraszám:	2+0
kreditértéke:	2
tantárgyfelelős neve:	Jankovics István igazgató
tanszéke:	ELTE Gothard Jenő Asztrofizikai Observatórium
számonkérés rendje:	kollokvium

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

Az echelle spektroszkópia alapjai, echelle spektrumok, korszerű echelle spektrográfok, a feldolgozás alapvető lépései.

Emissziós spektrumok jellemzése, P Cygni típusú vonalprofilok.

A hidrogén Balmer-vonalai emisszióban, hélium és fém vonalak, shell-vonalak.

Csillagszél, csillagok körüli burkok, az emissziós vonalak keletkezési mechanizmusa.

Be, B[e], Herbig Ae/Be és LBV csillagok.

T Tauri csillagok.

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

Tennyson: Astronomical spectroscopy. Imperial College Press, London, 2005.

Tantárgy neve:	Csillagászati nagyprojektek
Tantárgy heti óraszám:	2+0
kreditértéke:	2
tantárgyfelelős neve:	Jankovics István igazgató
tanszéke:	ELTE Gothard Jenő Asztrofizikai Observatórium
számonkérés rendje:	kollokvium

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

Csillagászati nagyprojektek célkitűzéseinek-, obszervációs és feldolgozás-technikai kérdéseinek bemutatása néhány példaértékű misszió keresztül

- COROT misszió

- Csillagszeizmológia
- Exobolygók keresése átvonulós technikával

- Kepler misszió

- Földméretű és kisebb exobolygók detektálása
- A lakhatósági zónában keringő földméretű bolygók feltérképezése
- Ezen bolygók méretének és pályaméretének eloszlása
- Többes csillagrendszerek bolygóinak feltérképezése
- A bolygórendszerrel rendelkező csillagok tulajdonságainak feltérképezése

- Gaia misszió

- A Galaxis 3D térképe. A Galaxis és a Lokális Csoport 1 milliárd csillagának rendkívüli pontosságú pozíció- és radiális sebesség adatai
- Többszínfotometria alapján a korai csillagkeletkezési folyamatok tanulmányozása
- Több tízezer új exobolygó detektálása

- SIM Planet Quest misszió

- Földméretű bolygók keresése
- A Tejútrendszer feltérképezése
- Fekete lyukak keresése és a sötét anyag kutatása
- A legnagyobb és a legkisebb méretű csillagok keresése, vizsgálata

Kötelező irodalom:

Ajánlott irodalom:

Tantárgy neve:	Image detection at very low light levels
Tantárgy heti óraszám:	0+2
kreditértéke:	2
tantárgyfelelős neve:	Szécsényi Nagy Gábor adjunktus
tanszéke:	ELTE Csillagászati Tanszék
számonkérés rendje:	gyakorlati jegy

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

1. Electromagnetic radiation, visible and invisible light, radio, X- and gamma rays, colours, photon energies
2. Interaction between photons and solids. Photosensitive materials
3. The role of silver halide based photography in astrophysics
4. History, materials and processes of astrophotography
5. Non-commercial materials; hypersensitization in astrophotography
6. Astrophotographic projects; all-sky and large area surveys in modern astrophotography
7. Photoelectric detectors for astronomical photometry and spectroscopy; spectral properties of photocathodes
8. The three generations of image intensifiers and image converters
9. Two-dimensional, semiconductor-based photoelectric detectors; fundamentals of the CCD-technology
10. Historical development of the CCD-chips, characteristics of the commercial, scientific grade and high-end devices
11. Cryogenically cooled CCD-cameras for long exposure photon counting applications

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

W. ROMANISHIN: *AN INTRODUCTION TO ASTRONOMICAL PHOTOMETRY USING CCDs*, University of Oklahoma, letölthető pdf-állomány a [//observatory.ou.edu/](http://observatory.ou.edu/) oldalon :(wrcd4a.pdf – 2002)

M.J. ECCLES, M.E. SIM and K.P. TRITTON: *LOW LIGHT LEVEL DETECTORS IN ASTRONOMY*, Cambridge University Press, Cambridge 1983 – módszeres leírás, megbízható adatokkal

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Obszervatóriumi megfigyelési gyakorlatok
Tantárgy heti óraszám:	0+2
kreditértéke:	2
tantárgyfelelős neve:	Vincze Ildikó tud. munkatárs
tanszéke:	ELTE Gothard Jenő Asztrofizikai Obszervatórium
számonkérés rendje:	gyakorlati jegy

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

Elektronikus detektorok, CCD-kamerák, kvantumhatásfok, felbontás, látómező.

Az ELTE Gothard Asztrofizikai Obszervatórium 600/7500-as Cassegrain-teleszkópja, fotométere és CCD kamerái.

CCD-megfigyelés, felvétel készítése, formátuma, feldolgoása.

RGB szűrők, színes felvételek készítése a Jupiterről, Szaturnuszról, Messier-objektumokról.

Változócsillagok fotometrálnálása különböző szűrőrendszerekkel (Johnson, Strömgren, $H\alpha$), CCD-fotometria.

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

Kitchin: Astrophysical Techniques. 2nd ed. Taylor and Francis, 2003.

Howell: Handbook of CCD Astronomy. 2nd ed. Cambridge UP, 2006.

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Infrared astronomy 1-2.
Tantárgy heti óraszám:	0+2, 0+2
kreditértéke:	2+2=4
tantárgyfelelős neve:	Tóth L. Viktor adjunktus
tanszéke:	ELTE Csillagászati Tanszék
számonkérés rendje:	gyakorlati jegy

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

- the basic physics of the radiating media/objects and measurement techniques.
- the astrophysical use of infrared data
- the available and planned (esp. European) measuring facilities and archives
- recent problems and achievements of infrared astronomy
- infrared data reduction and data evaluation

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

Glass and Glass: Handbook of Infrared Astronomy. Cambridge UP, 1998.

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Numerikus módszerek az égi mechanikában 1-2.
Tantárgy heti óraszám:	0+2;0+2
kreditértéke:	2+2=4
tantárgyfelelős neve:	Érdi Bálint tszv. egyetemi tanár
tanszéke:	ELTE Csillagászati Tanszék
számonkérés rendje:	gyakorlati jegy

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

Numerikus módszerek az égi mechanikában I

- Diszkrét számrendszer és következményei
- A C-nyelv alapjai, a változók típusai
- Függvények és mutatók C-ben
- Efemerisz-számítás elmélet
- Az efemerisz-számítás a gyakorlatban
- Bevezetés a numerikus integrálásba
- Euler-módszer, javított Euler-módszer, konvergencia fogalma
- Az Euler-módszerek implementálása, példák
- A Runge-Kutta módszer
- A kéttest-probléma megoldása Runge-Kutta módszerrel

Numerikus módszerek az égi mechanikában II

- Káosz, példák kaotikus mozgásra, fixpontok, attraktorok
- Mozgás instabil állapot környékén
- A fázistérbeli távolság viselkedése
- A súrlódás hatása a fixpontok jellegére
- Fixpontok osztályozása, stabil és instabil sokaság
- A standard leképezés
- A Poincare-metszet, stroboszkópikus leképezés
- A Lyapunov-féle karakterisztikus kitevő "k", és kiszámításuk
- A gyors Lyapunov indikátor, és kiszámítása
- Káosz detektálási módszerek, és implementálásuk az égi mechanikában

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

Arnold: A mechanika matematikai módszerei. Műszaki kiadó, Bp. 1985.

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Haladó csillagászati informatika 1-2.
Tantárgy heti óraszám:	2+0; 2+0
kreditértéke:	2+2=4
tantárgyfelelős neve:	Forgácsné Dajka Emese adjunktus
tanszéke:	ELTE Csillagászati Tanszék
számonkérés rendje:	Kollokvium

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

Aspektúra fotometria, PSF fotometria (IRAF I.)

Egyszerű spektroszkópia (IRAF II.)

IRAF III. - észlelések további redukciója

Csillagászati adatformátumok, FITS

FITS képek egyszerű manipulációja

Postscript képleíró nyelv

Egyszerű tudományos grafika Linux alatt (Gnuplot, IDL)

Statisztikai programcsomagok I. (UNIXSTAT, SPSS)

Statisztikai programcsomagok II. (SPLUS, R)

Idősor analízis a csillagászatban I.

Idősor analízis a csillagászatban II.

Automatizálások a csillagászati adatfeldolgozásban

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

C. de Jager, H. Nieuwenhuijzen: Image Processing Techniques in Astronomy. Kluwer, 2001.

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Digitális képfeldolgozás, digitális színeképelemzés
Tantárgy heti óraszám:	0+2
kreditértéke:	2
tantárgyfelelős neve:	Kovács József tud. munkatárs
tanszéke:	ELTE Gothard Jenő Asztrofizikai Observatórium
számonkérés rendje:	gyakorlati jegy

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

Színekpek redukálására, feldolgozására és elemzésére szolgáló csillagászati program-csomagok: ESO-MIDAS, IRAF, Starlink, a csomagok alapvető és specifikus funkciói.

Emissziós csillagok echelle spektrográffal készült színekpeinek redukciója, standard CCD-felvétel korrekciók, flat-field és hullámhossz-kalibráció, 1 dimenziós normált színekép előállítás.

Mérések az 1D színekpeken: vonalazonosítás (a H Balmer-vonalai, He-vonalak, Fe-vonalak), vonaltérkép készítése, P Cygni típusú profilok azonosítása, vonalprofilok illesztése, vonalak hullámhosszainak, ekvivalens szélességeinek mérése, radiális sebességek meghatározása.

Idősorok elemzése, periódusok keresése, azonosítása Fourier-analízissel és fázis diszperzió minimalizálással

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

C. de Jager, H. Nieuwenhuijzen: Image Processing Techniques in Astronomy. Kluwer, 2001.

Berry and Burnell: The Handbook of Astronomical Image Processing. 2nd. ed. 2005.

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Adatbányászat a csillagászatban
Tantárgy heti óraszám:	0+2
kreditérték:	2
tantárgyfelelős neve:	Csabai István docens
tanszéke:	ELTE Atomfizikai Tanszék
számonkérés rendje:	gyakorlati jegy

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

A tantárgy célja, hogy megismertesse a hallgatókat azokkal a módszerekkel és technológiákkal amelyek az egyre nagyobb és komplexebb csillagászati felmérések kiértékeléséhez szükségesek.

Témakörök:

- Nagy csillagászati archívumok áttekintése
- Adatbázisok alapjai
- Adatsémák
- OLAP
- Az SQL alapjai
- Virtuális obszervatóriumok
- Adatok előfeldolgozása
- Hiányzó adatok kezelése
- Főkomponens analízis
- Paraméterbecslés
- Hibaszámítás
- Osztályozás, klaszterelemzés,
- Neuronhálók, genetikus algoritmusok

Kötelező irodalom:**Ajánlott irodalom:**

Jiawei Han, Micheline Kamber: Adatbányászat: Konceptiók és technikák, Panem 2004
Margaret Dunham: Data Mining, introductory and advanced topics, Prentice Hall 2003

Tantárgy neve: Válogatott fejezetek a matematikából 1-2.

Tantárgy heti óraszám: 2+0; 2+0
kreditértéke: 2+2=4
tantárgyfelelős neve: Faragó István docens
tanszéke: ELTE Alkalmazott Analízis Tanszék
számonkérés rendje: kollokvium

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

1. félév:

A közönséges differenciálegyenletek numerikus megoldási módszerei. Elsőrendű kezdeti-érték feladatok és rendszerek megoldása explicit, implicit Euler módszerrel. Középponti módszer. Általános Runge-Kutta típusú módszerek. Egy- és többlépéses módszerek. Alkalmazások. Magasabb rendű differenciálegyenletek.

Elliptikus típusú parciális differenciálegyenletek numerikus megoldási módszerei. A Laplace operátor véges differenciás approximációja. Ritz és Galjorkin típusú módszerek. Véges elemek módszere elliptikus feladatokra. Általános alakú többdimenziós elliptikus egyenletek numerikus megoldása.

2. félév:

Diszkrétizációs eljárások időfüggő feladatokra. Véges differenciák módszere. Különböző sémák és tulajdonságuk. A lokális hiba vizsgálata. Galjorkin módszer. Bázisfüggvények, szemidiszkrétizáció. Véges elemek módszere.

A numerikus módszerek alapproblémája. Stabilitás és konzisztencia. Konvergencia: Lax-féle ekvivalencia tétel.

A parabolikus egyenletek és numerikus módszereinek kvalitatív tulajdonságainak vizsgálata.

Az operátorszeletelés fogalma és alkalmazása parciális differenciálegyenletekre..

Elsőrendű hiperbolikus feladatok numerikus megoldása.

Neumann-féle stabilitási kritérium. A CFL feltétel.

Alkalmazások valós feladatokra

Ajánlott irodalom:

Vlagyimirov V.Sz.: Bevezetés a parciális differenciálegyenletek elméletébe, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979;

Simon L., E.A. Baderko: Másodrendű lineáris parciális differenciálegyenletek, Tankönyvkiadó, Budapest, 1983.

Tantárgyi információs lap

Tantárgy neve:	Szakedolgozati szeminárium 1.-2.
Tantárgy heti óraszám:	0+10; 0+20
kreditértéke:	10+20=30
tantárgyfelelős neve:	Érdi Bálint tszv. egyetemi tanár
tanszéke:	ELTE Csillagászati Tanszék
számonkérés rendje:	gyakorlati jegy

Az elsajátítandó ismeretanyag rövid leírása:

1. félév:

A szakdolgozati téma irodalmának megismerése, összefoglalása.

A szakdolgozati kutatás megkezdése, a kezdeti eredmények ismertetése.

2. félév:

A szakdolgozati kutatás befejezése, a kapott eredmények ismertetése.

A szakdolgozat elkészítése, bemutatása.

Kötelező irodalom:

Ajánlott irodalom: