



STUDIJŲ DALYKO (MODULIO) APRAŠAS

Dalyko (modulio) pavadinimas	Kodas
Klimato ir atmosferos fizika	

Dėstytojas (-ai)	Padalinys (-iai)
Koordinuojantis: dr. Rokas Dobužinskas Kitas (-i): doc. Arūnas Maršalka	Fizikos fakultetas, Cheminės fizikos institutas

Studijų pakopa	Dalyko (modulio) tipas
Pirmoji	Pasirenkamasis

Igyvendinimo forma	Vykdymo laikotarpis	Vykdymo kalba (-os)
Auditorinė	2 semestras	Lietuvių

Reikalavimai studijuojančiajam	
Išankstiniai reikalavimai: turi būti išklaustyti mechanikos ir termodinamikos fizikos kursai	Gretutiniai reikalavimai (jei yra):

Dalyko (modulio) apimtis kreditais	Visas studento darbo krūvis	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiško darbo valandos
5	140	48	92

Dalyko (modulio) tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos		
„Klimato kaitos ir atmosferos fizikos“ kursas supažindins studentus su procesais vykstančiais atmosferoje ir aspektais, kurie lemia klimato kaitą. Kurso metu bus nagrinėjamas šiltnamio efektas, atmosferoje vykstantys procesai, ozono ir taršos problemos, supažindinama su šių reiškinių priežastimis bei būdais jas spręsti. Kursas suteiks supratimą apie antropogeninį poveikį klimatui ir planetos ekosistemos. Studentai nagrinės alternatyviasias technologijas ir jų vaidmenį pereinant prie tvarių energetinių ir pramoninių sprendimų. Studentai išmoks naudoti klimatologinius modelius, vertinti pokyčius bei tendencijas. Be to, kursas skatins kritiškai vertinti tarptautines klimato politikos priemones ir sprendimų būdus.		
Dalyko (modulio) studijų siekiniai	Studijų metodai	Vertinimo metodai
Studentai gebės suprasti ir susieti teorines bendrosios fizikos žinias su atmosferoje vykstančiais procesais ir reiškiniais.	Aktyvi paskaita, probleminis dėstymas, atvejų analizė, projekto (pranešimo) rengimas..	Projekto (pranešimo) pristatymas, diskusija. Kaupiamasis balas – trumpas testas po paskaitos.
Studentas gebės savarankiškai atlikti ir įvertinti teršalų sklaidos vertinimą. Studentas susipažins ir mokės naudotis praktiniais atmosferos analitinio tyrimo moksliniais metodais.	Aktyvi paskaita, probleminis dėstymas, atvejų analizė, užduočių atlikimas namuose, projekto (pranešimo) rengimas,	Dalyko pabaigoje – egzaminas raštu su pokalbiu.
Susipažins su pagrindiniais atmosferoje esančių teršalų matavimo metodais, bei su naujausiais pasiekimais šioje srityje.	Aktyvi paskaita, probleminis dėstymas, projekto (pranešimo) rengimas, savarankiškas studento darbas.	Vertinimas: 40% pranešimai, 60% kaupiamasis arba egzaminas
Studentas susipažins su įvairių atmosferoje esančių teršalų poveikiu sveikatai ir aplinkai, bei galimybėmis sumažinti jų neigiamą poveikį.	Aktyvi paskaita, probleminis dėstymas, projekto (pranešimo) rengimas, savarankiškas studento darbas.	

Temos	Kontaktinio darbo valandos							Savarankiškų studijų laikas ir užduotys	
	Paskaitos	Konsultacijos	Seminai	Pratybos	Laboratoriniai darbai	Praktika	Visas kontaktinis darbas	Savarankiškas darbas	Užduotys
dr. Rokas Dobužinskas	16		8						
1. Ivadas. Pavyzdžiai rodantys klimato pokyčius. Anglies dvideginis ir kitos šiluminį efektą sukeliančios atmosferos dujos. Istoriniai ir svarbūs žmonės pradėję plėtoti šią temą.	2		2						
2. Klimato pokyčių istorija. Pokyčiai dėl natūralių Žemėje vystančių procesų. Gyvybės atsiradimas. Temperatūros nustatymas iš ledo kerno. Temperatūros įvertinimas iš moliuskų. Milankovičiaus ciklai.	2								
3. Atmosferos energijos balanso lygtis. Saulės spinduliavimas. Šiluminiai procesai atmosferoje, šilumos balansas atmosferoje. Molekulinė difuzija, difuziją aprašančios lygtys. Albedo. Energijos cirkuliavimas sistemoje Saulė – atmosfera – žemės paviršius. Energijos srautai ir temperatūros gradiento atmosferos pažemio sluoksnyje, bei žemės paviršiaus įtaka jų susidarymui.	2		2						
4. Naujausi klimato laikai. Atmosferos dujų dinamika atmosferoje. Dinamikos pokyčiai. Ciklų kaita: istoriniai, temperatūriniai, vandenyno, klimato ir biologinių. Išskastinis kuras. Kaitos greitis ir jo svarba.	2								
5. Klimato kaitos biologiniai aspektai. Gyvoji gamta. Augalai ir jų prisitaikymas. Rūšių prisitaikymas. Žmonės ir žmonių populiacija. Medicina ir ligų prognozė šylant klimatui.	2		2						
6. Klimato šilimo mažinimo technologijos. Asmeniniai veiksmai. Atsinaujinanti energetika. Geoinžinerija. Anglies dvideginio mažinimo projektai. Technologijos ir architektūra drąstiškai pakilus temperatūrai ir stichiniams atmosferos įvykiams.	2								
7. Fotocheminiai procesai atmosferoje. Fotocheminės reakcijos atmosferoje. Meteorologiniai ir fotocheminiai procesai formuojantys padidėjusią oro taršą. Smogas, smogų tipai. Miestų oro užterštumo problemos.	2		2						
8. Fotocheminės reakcijos stratosferoje ir troposferoje. Ozonas ir jo skilimas. Ozoną ardančios medžiagos. Saulės spinduliuotės vaidmuo. Smogas miestuose. Reakcijos tarp teršalų, šviesos ir deguonies. Skirtumai tarp natūralių ir žmogaus sukeltų procesų. Ryšys su klimato kaita ir oro kokybe.	2								

doc. Arūnas Maršalka	16		8						
1. Įvadas. Bendra atmosferoje vykstančių reiškinių samprata, fizikiniai procesai atmosferoje. Aplinkos sistemų fizikinės būsenos, transformacija.	2		2						
2. Atmosferos formavimosi procesas, dabartinė sudėtis. Atmosferos formavimosi hipotezės ir amžius. Atmosferos sudėties pokyčiai. Vertikalios atmosferos struktūra, savybės ir cheminė sudėtis.	2								
3. Pagrindinė atmosferos statikos lygtis. Vertikalus vėjo ir temperatūros pasiskirstymo gradientas. Barometrinė formulė. Atmosferos termodinamika. Adiabatinis ir sausaadiabatinis procesas atmosferoje. Potencinė temperatūra. Atmosferos stabilumas ir jo vertinimo būdai.	2		2						
4. Ozonas atmosferoje. Ozonas stratosferoje. Ozono atsiradimo ir nykimo reakcija. Ozono sluoksnio svarba gyvybės Žemėje atsiradimui, vystymuisi ir išlikimui. Ozono sluoksnio storio matavimo vienetai, ozono sluoksnio storio matavimo būdai. Cheminės medžiagos ir procesai įtakojantys ozono sluoksnio dinamikai. Ozono skylės, jų susidarymo priežastys. Ozono skylė Antarktidoje ir Arktyje. Ozono sluoksnio svarba Žemėje vykstantiems procesams. Ozono sluoksnio plonėjimo sukeltos ligos <i>Ozonas troposferoje</i> . Formavimosi priežastys, poveikis žmonėms ir aplinkai, bei prevencinės priemonės.	2								
5. Aerozoliai atmosferoje. Aerozolių samprata. Aerozolių susidarymas ir augimas. Aerozolių modos, pasiskirstymas pagal dydį (KD -1, KD-2,5, KD-10), sudėtį, savybės. Aerozolių įtaka atmosferoje vykstantiems fiziniams procesams: klimato kaitai, kritulių susidarymui, atmosferoje vykstantiems elektriniams reiškiniams, cheminėms ir optinėms atmosferos savybėms. Dalelių poveikis žmonių sveikatai. Aerozolių koncentracijų matavimo būdai ir prietaisai.	2		2						
6. Modeliavimas. Atmosferoje vykstančių procesų matematinis aprašymas. Meteorologiniai ir oro taršos modeliai. Modelių tipai, jų panaudojimo sritys. Oro taršos vertinimo modeliai, jų tipai ir fizikiniai principai. Duomenų bazių (meteorologinė, stacionarių ir mobilių taršos šaltinių) kūrimo pagrindai.	2								
7. Atmosferos dinamika. Jėgos veikiančios atmosferoje judančias oro daleles (slėgio gradiento, Koriolio, išcentrinė, trinties). Geostrofinis vėjas. Ciklonai ir anticiklonai. <u>Rossby</u> skaičius. Pažemio sluoksnio atmosferos dinamika.	2		2						
8. Oro taršos vertinimas. Oro užterštumo monitoringas, matavimo ir kontrolės sistemos. Spektroskopiniai atmosferoje esančių teršalų matavimo būdai (DOAS, NO _x , CO, CO ₂ , SO ₂). Pagrindinių teršalų fizikinės ir cheminės savybės, bei jų neigiamas poveikis žmonių sveikatai ir aplinkai.	2								
Iš viso	32		16				48	92	

Vertinimo strategija	Svoris proc.	Atsiskaitymo laikas	Vertinimo tvarka ir kriterijai
Projekto (pranešimo) pristatymas seminaro metu	40%	Semestro eigoje	Kaip studentas geba: - surinkti informaciją pasirinkta tema, ją analizuoti, parengti vaizdinę medžiagą, pristatyti auditorijai ir atsakyti į užduodamus klausimus. R. Dobužinskas Prezentacijas vertins komisija sudaryta iš penkių dalyko studentų. Vertinimas dešimtbalėje sistemoje, tačiau galutinis įvertinimas dėstytojo. Dėstytojas taip pat vertins komisijos narių vertinimo darbą. Kiekvienai prezentacijų sesijai (dienai) priskirta komisijos narių grupė, kuri vertins tos sesijos prezentacijas. Norint surinkti balą už komisijos vertinimus reikia dalyvauti vienoje prezentacijų sesijoje. A. Maršalka Prezentacijas vertina dėstytojas. Jei projektas (pranešimas) nepristatytas semestro metu, egzamino metu pranešimas nevykdomas, bet galima atsinešti pranešimo skaidres, jos bus vertinamos 20 iš 40%.
	60%	Kaupiamasis balas arba egzaminas sesijos metu	R. Dobužinskas Iš išdėstytos medžiagos po paskaitos vykdomas testas (apie 5 klausimų) Virtualioje mokymosi aplinkoje (emokymai.vu.lt). Iš surinktų balų bus kaupiami 55% galutinio dalyko balo, likusius 5% lygiomis dalimis dėstytojas įvertina darbą prezentacijų vertinimo komisijose ir užduotų klausimų (3 būtinai) aktualumą. Nelaikytus testus semestro metu bus galima išlaikyti, o išlaikytų testų neteisingai atsakytus klausimus taisytis paskutiniosios R. Dobužinsko paskaitos metu raštu ir žodžiu. Norint pretenduoti į kaupiamąjį balą reikia sudalyvauti 4 paskaitose auditorijoje, nors ir paskaitos transliuojamos ir nuotoliniu būdu MS Teams aplinkoje. A. Maršalka Kaupiamasis balas – 10 klausimų testas po išdėstytos medžiagos (paskutinės paskaitos metu). Iš kaupiamojo balo ar egzamino (60% dalyko) R. Dobužinsko ir A. Maršalkos dėstomų dalių įvertinimų bus vedamas vidurkis. Neatitikus kaupiamojo balo reikalavimų arba pasirinkus laisvai sesijos metu laikomas egzaminas raštu ir žodžiu. Egzamino metu tikrinama, kaip įsisavintos žinios iš išdėstytų dalyko temų, kaip studentas supranta atmosferoje vykstančius reiškinius. Atsakinejimas raštu į 4 bendrus klausimus iš skirtingų temų (po 2 iš skirtingų dėstytojų); Naudojama 10 balų sistema.

Autorius	Leidimo metai	Pavadinimas	Periodinio leidinio Nr. ar leidinio tomas	Leidimo vieta ir leidykla ar internetinė nuoroda
Privaloma literatūra				
Arnaud Czaja	2017	Notes on Atmospheric Physics		Physics Department & Grantham Institute for Climate Change, Imperial College, London. http://www.sp.ph.ic.ac.uk/~aczaja/pdf/Notes.pdf (žiūrėta 2018 08 31)
John H. Seinfeld, Spyros N. Pandis	2006	Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change		Hoboken N.J., : J. Wiley, 2006.
Murry L. Salby	1996	Fundamentals of Atmospheric Physics		ACADEMIC PRESS http://users.df.uba.ar/llamedo/compartido/Salby.pdf (žiūrėta 2018 08 31)
Lawrence M. Krauss	2021	The Physics of Climate Change		SBN (E): 9781800244795 Head of Zeus Ltd 5–8 Hardwick Street London EC1R 4RG WWW.HEADOFZEUS.COM
Javid Ahmad Parray	2023	Climate Change and Microbiome Dynamics		Springer Nature Switzerland AG https://doi.org/10.1007/978-3-031-21079-2
M. E. Schlesinger	1988	Physically-Based Modelling and Simulation of Climate and Climatic Change		NATO ASI Series Advanced Science Institutes Series DOI: 10.1007/978-94-009-3041-4
Papildoma literatūra				
E. Yi ģgit,	2015	Introduction to Atmospheric Physics. Atmospheric and Space Sciences: Neutral Atmospheres,		Springer. 2015 https://www.springer.com/cda/content/document/cda.../9783319215808-c2.pdf (žiūrėta 2018 08 31)
<u>John H. Seinfeld, Spyros N. Pandis</u>	2006	Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change		AWILEY-INTERSCIENCE PUBLICATION