



სილაბუსი

აკადემიურიწელი	2021-2022	სემესტრი	VI
კოდი	CE406011	დასახელება	ნახევარგამტარული მოწყობილობები
ტიპი	ძირითადი	ECTS კრედიტი	6 (168 საათი) საკონტაქტო საათი 71: <ul style="list-style-type: none">• ლექცია 32 საათი• სემინარი 32 საათი• შუალედური გამოცდები 4 საათი• დასკვნითი გამოცდა 3 საათი დამოუკიდებელი მუშაობა 97 საათი
ენა	ქართული	აუდიტორია	
ლექტორი	ზურაბ რატიანი	ელექტრონული ფოსტა	z.ratiani@freeuni.edu.ge

კონსულტაცია ინდივიდუალურად სტუდენტის საჭიროებისამებრ დანიშნულ დროს

აღწერა

ნახევარგამტარული ხელსაწყოების ფიზიკის კურსი მოიცავს შემდეგ სასწავლო საკითხებს: მყარი სხეულების კვანტური თეორია, ნახევარგამტარების ფიზიკა, მუხტის გადატანა, p-n დიოდები, ბიპოლარული ტრანზისტორი, ოპტიკური ხელსაწყოები.

პრერეკვიზიტი

ფიზიკა 2 (ელექტრობა და მაგნეტიზმი), დიფერენციალური განტოლებები.

სწავლის მიზანი

კურსი გააცნობს სტუდენტებს ნახევარგამტარული ხელსაწყოების ფუნქციონირების საფუძვლებს და მათ ძირითად მახასიათებლებს. სრული სურათის შესაქმნელად, არსებული ხელსაწყოების გასაანალიზებლად და მომავალში ახალი მოწყობილობების შესაქმნელად აუცილებელია ნახევარგამტარების ფიზიკის გაგება, რაც მოიცავს მყარის სხეულების კვანტურ თეორიას.

სწავლის შედეგები

კურსის დასასრულების შემდეგ, სტუდენტი:

- იცნობს ნახევარგამტარებში არსებულ პროცესებს
- ფლობს ამოცანების ამოხსნის ტიპურ მეთოდებს
- იცნობს სხვადასხვა მოდელის გამოსადეგობის საზღვრებს და ეცნობა სფეროში მიმდინარე სიახლეებს
- ითვლის ნახევარგამტარული ხელსაწყოების მახასიათებელ სხვადასხვა სიდიდეებს ანალიზურად და რიცხვითად (მათლბის გამოყენებით).

სწავლების და სწავლის მეთოდები

კურსის ფარგლებში გამოყენებული იქნება სწავლებისა და სწავლის შემდეგი მეთოდები:

- წიგნზე მუშაობის მეთოდი
- ვერბალური მეთოდი
- ანალიზის მეთოდი
- პრაქტიკული მეთოდები

შეფასების სისტემა

სტუდენტის ცოდნა ფასდება შუალედური და დასკვნითი შეფასებებით. დასკვნითი შეფასება არის სავალდებულო. თუ სტუდენტი არ მიიღებს დასკვნით შეფასებას, მას კურსი არ ჩაეთვლება გავლილად.

საგანი ითვლება ჩაბარებულად მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ სტუდენტმა გადალახა შუალედური შეფასებისა და დასკვნითი შეფასებისათვის განსაზღვრული მინიმალური ზღვრები და მიიღო დადებითი შეფასება თითოეულ მათგანში.

შუალედური შეფასების ჯამის მინიმალური კომპეტენციის ზღვარი არის 12 ქულა
დასკვნითი შეფასების მინიმალური კომპეტენციის ზღვარი არის 12 ქულა

შენიშვნა: შუალედური გამოცდების აღდგენა არ ხდება.

სტუდენტს შეუძლია გავიდეს განმეორებით ფინალურ გამოცდაზე (Fx):

- თუ სტუდენტმა გადალახა შუალედური შეფასების მინიმალური კომპეტენციის ზღვარი, ვერ გადალახა დასკვნითი გამოცდის მინიმალური კომპეტენციის ზღვარი და შუალედური შეფასების შედეგად უგროვდება 41 და მეტი ქულა/% (მათ შორის, შესაძლოა 41-ზე მეტი სილაბუსის შეფასების სისტემის შესაბამისად).
- ასევე, სტუდენტი უფლებამოსილია გავიდეს განმეორებით გამოცდაზე, თუ მან გადალახა შუალედური და დასკვნითი შეფასებების მინიმალური კომპეტენციის ზღვრები და ორივე შეფასების შედეგად უგროვდება 41-50 ქულა/%.

გადაბარებაზე გასვლის წესი და შეფასებასთან დაკავშირებული სხვა საკითხები იხილეთ ბაკალავრიატის დებულებაში.

გთხოვთ, გაითვალისწინოთ, რომ თბილისის თავისუფალი უნივერსიტეტის სტუდენტის ეთიკის კოდექსის პლაგიატსა და აკადემიურ თაღლითობასთან დაკავშირებული მე-5 მუხლის ნებისმიერი ქვეპუნქტის დარღვევის შემთხვევაში სტუდენტს საგანში უფორმდება F შეფასება და იღებს წერილობით გაფრთხილებას. დარღვევის სიმძიმის გათვალისწინებით, შეიძლება დადგეს სტუდენტის სტატუსის შეწყვეტის გადაწყვეტილება.

თუ სტუდენტი ვერ ახერხებს საგნის შეფასების რომელიმე კომპონენტზე დასწრებას და სურს აღდგენა, უშუალოდ შეფასების კომპონენტის დადგომამდე, წინასწარ უნდა გაიაროს კონსულტაცია შესაბამისი საბაკალავრო პროგრამის კოორდინატორთან. აღნიშნული წარმოადგენს შეფასების აღდგენის აუცილებელ (მაგრამ არა საკმარის) წინაპირობას.

საგნის შეფასება მოხდება 100 ქულიანი სისტემით, რომელიც შედგება შემდეგი კრიტერიუმებისაგან:

- შუალედური გამოცდები - 60 ქულა
- ფინალური გამოცდა - 40 ქულა

შუალედური შეფასება

შუალედური გამოცდები - 60 ქულა. სემესტრის განმავლობაში სტუდენტები წერენ 2 შუალედურ გამოცდას და თითოეულის მაქსიმალური შეფასებაა 30 ქულა.

თითოეული შუალედური გამოცდის შეფასების კრიტერიუმებია:

- 30-27 - გამოამყდავანა სიღრმისეული ცოდნა და შეუძლია ცოდნის პრაქტიკული გამოყენება ამოცანების ამოხსნისთვის, სწორი შედეგის მიღება.
- 26-20 - გამოამყდავანა კარგი ცოდნა და შეუძლია ცოდნის პრაქტიკული გამოყენება ამოცანების ამოხსნისთვის, სწორი შედეგის მიღება. თუმცა უშვებს მცირე ხარვეზებს.
- 19-13 - გამოამყდავანა საშუალო დონეზე ცოდნა. უშვებს რამდენიმე არსებით შეცდომას.
- 12- 6 - გამოამყდავანა ზედაპირული ცოდნა. უშვებს რამდენიმე არსებით შეცდომას.
- 5-0 - გამოამყდავანა ძალიან ცუდი ცოდნა. უშვებს ბევრ არსებით შეცდომას/არ დაუწერია გამოცდა.

დასკვნითი შეფასება

დასკვნითი გამოცდა - 40 ქულა.

- 40-35 - გამოამჟღავნა სიღრმისეული ცოდნა და შეუძლია ცოდნის პრაქტიკული გამოყენება ამოცანების ამოხსნისთვის, სწორი შედეგის მიღება.
- 34-25 - გამოამჟღავნა კარგი ცოდნა და შეუძლია ცოდნის პრაქტიკული გამოყენება ამოცანების ამოხსნისთვის, სწორი შედეგის მიღება. თუმცა უშვებს მცირე ხარვეზებს.
- 24-15 - გამოამჟღავნა საშუალო დონეზე ცოდნა. უშვებს რამდენიმე არსებით შეცდომას.
- 14-6 - გამოამჟღავნა ზედაპირული ცოდნა. უშვებს რამდენიმე არსებით შეცდომას.
- 5-0 - გამოამჟღავნა ძალიან ცუდი ცოდნა. უშვებს ბევრ არსებით შეცდომას/არ დაუწერია გამოცდა.

შეფასების შკალა

შეფასება	აღწერა	პროცენტული ინტერვალი	რიცხვითი ექვივალენტი 4.0 ბალიან შკალაში
A	ფრიადი	91 – 100	3.39 – 4.0
B	ძალიან კარგი	81 – 90	2.78 – 3.38
C	საშუალო	71 – 80	2.17 – 2.77
D	დამაკმაყოფილებელი	61 – 70	1.56 – 2.16
E	საკმარისი	51 – 60	1.0 – 1.55
FX	ვერ ჩააბარა(ხელახლა ჩაბარების უფლება)	41 – 50	0
F	ჩაიჭრა(საგანი ახლიდან შესასწავლი)	0 – 40	0

აუცილებელი მასალები

1. Donald A. Neamen, Semiconductor Physics and Devices.
2. Robert F. Pierret, Semiconductor Device Fundamentals.

კალენდარული გეგმა

კურსი მოიცავს 2 სთ ლექციას და 2 სთ პრაქტიკულს კვირაში. სულ 32 სთ ლექცია და 32 სთ პრაქტიკული.

კვირა	მეცადინეობის ტიპი	თემა	დავალება
1	ლექცია	კვანტური მექანიკის საფუძვლები, ენერგიის კვანტები, ტალღური ფუნქციები, შრედინგერის განტოლება	წასაკითხი თავები : [1], გვ. 26-33
	პრაქტიკული		ლექტორის მიერ მოწოდებული ამოცანები
2	ლექცია	შრედინგერის განტოლების გამოყენება, ელექტრონი ვაკუუმში, პოტენციალურ ორმოში. ატომები, ელემენტების პერიოდული სისტემა.	წასაკითხი თავები : [1], გვ. 34-50
	პრაქტიკული		ლექტორის მიერ მოწოდებული ამოცანები
3	ლექცია	მყარი სხეულები, ენერგეტიკულ-ზონური თეორია, დენი, ეფექტური მასა, ხვრელის ცნება.	წასაკითხი თავები : [1], გვ. 72-83
	პრაქტიკული		ლექტორის მიერ მოწოდებული ამოცანები
4	ლექცია	ზონები სამ განზომილებაში. მდომარეობათა სიმკვრივე, ნახევარგამტარის დონეები. კვანტური სტატისტიკა, ფერმი-დირაკის განაწილება, ფერმის ენერგია.	წასაკითხი თავები : [1], გვ. 83-98
	პრაქტიკული		ლექტორის მიერ მოწოდებული ამოცანები
5	ლექცია	ნახევარგამტარები წონასწორობაში, ნაწილაკების განაწილება დონეების მიხედვით, მუხტის	წასაკითხი თავები : [1], გვ. 106-127

		მატარებლების კონცენტრაციები, საკუთრივი კონცენტრაცია. მინარევული ნახევრამატარები.	
	პრაქტიკული		ლექტორის მიერ მოწოდებული ამოცანები
6	ლექცია	მინარევული ატომები, მინარევული ნახევრ-გამტარები, ფერმის ენერგიის მდებარეობა.	წასაკითხი თავები : [1], გვ. 135-147
	პრაქტიკული		ლექტორის მიერ მოწოდებული ამოცანები
7	ლექცია	მუხტის გადატანა, დრეიფის დენის სიმკვრივე. გამტარებლობა.	წასაკითხი თავები : [1], გვ. 156-169
	პრაქტიკული		ლექტორის მიერ მოწოდებული ამოცანები
8	ლექცია	დიფუზური და სრული დენის სიმკვრივები. ინდუცირებული ელექტრული ველი.	წასაკითხი თავები : [1], გვ. 172-179
	პრაქტიკული		ლექტორის მიერ მოწოდებული ამოცანები
9	ლექცია	მუხტის მატარებლების გენერაცია და რეკომბინაცია, უწყვეტობის განტოლება, დიფუზიის განტოლება, ამბიპოლარული განტოლება.	წასაკითხი თავები : [1], გვ. 193-213
	პრაქტიკული		ლექტორის მიერ მოწოდებული ამოცანები
10	ლექცია	კვაზი-ფერმის ენერგიის დონეები, ჭარბი მუხტის სიცოცხლის დრო, შოკლი-რიდ-ჰოლის რეკომბინაციის თეორია.	წასაკითხი თავები : [1], გვ. 219-226
	პრაქტიკული		ლექტორის მიერ მოწოდებული ამოცანები
11	ლექცია	p-n გადასვლა, პოტენციალური ჯებირის წარმოქმნა, მოცულობითი მუხტი, გარე ძაბვა.	წასაკითხი თავები : [1], გვ. 241-251
	პრაქტიკული		ლექტორის მიერ მოწოდებული ამოცანები
12	ლექცია	p-n გადასვლის დიოდი, არამირითადი მუხტის მატარებლების კონცენტრაცია, იდეალური p-n გადასვლის დენი. გენერაციისა და რეკომბინაციის დენები.	წასაკითხი თავები : [1], გვ. 277-290, 295-304
	პრაქტიკული		ლექტორის მიერ მოწოდებული ამოცანები
13	ლექცია	ბიპოლარული ტრანზისტორის აგებულება, დენი, არამირითადი მუხტის მატარებლების კონცენტრაცია. შოტკის ბარიერული დიოდი. MOS-ველის ტრანზისტორი.	წასაკითხი თავები : [1], გვ. 492-501, 331-347, 371-418
	პრაქტიკული		ლექტორის მიერ მოწოდებული ამოცანები
14	ლექცია	ოპტიკური ხელსაწყოები, ფოტონების შთანთქმა, p-n გადასვლის ფოტო-ელემენტები, ეფექტურობა	წასაკითხი თავები : [1], გვ. 619-628
	პრაქტიკული		ლექტორის მიერ მოწოდებული ამოცანები

15	ლექცია	ფოტოდეტექტორები, ფოტოდირი.	წასაკითხი თავები : [1], გვ. 633-640
	პრაქტიკული		ლექტორის მიერ მოწოდებული ამოცანები
16	ლექცია	კურსის მიმოხილვა	
	პრაქტიკული	კურსის მიმოხილვა	
დასკვნითი გამოცდა			

შუალედური გამოცდების თარიღები დაზუსტდება გამოცდამდე არაუგვიანეს ხუთი დღისა და ეცნობება სტუდენტს.

დამატებითი მოთხოვნები

სტუდენტის ეთიკის კოდექსის მიხედვით, აკრძალულია სასწავლო პროცესის მიმდინარეობისას აუდიო-ვიდეო გადაღება/ჩაწერა, სთრიმინგი (პირდაპირ ეთერში გადაცემა) აკადემიური პერსონალის/ლექტორის და აუდიტორიის თანხმობის გარეშე. ამასთან, აკრძალულია აუდიო-ვიდეო ჩანაწერის საჯარო გავრცელება.