

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL  
NAZİRLİYİ**

**AZƏRBAYCAN DÖVLƏT İQTİSAD UNİVERSİTETİ  
(UNEC)**

**MÜHƏNDİSLİK FAKÜLTƏSİ**

**MÜHƏNDİSLİK VƏ TƏTBİQİ ELMLƏR KAFEDRASI**

**2220.01 «Yarımkeçiricilər fizikası» ixtisası**

**Fəlsəfə doktoru proqramı üzrə doktoranturaya qəbul**

## **PROQRAMI**

**Elmi şuranın sədri:**

**UNEC-in Elmi katibi:**

**Tərtib edənlər:**

**prof. R.M.Rzayev**

**prof. R.F. Babayeva**

**f.ü.f.d. T.Q. Nağıyev**

**Bakı - 2023**

## MEXANİKA.

**Kinematika.** Kinematikanın əsas məsələsi. Maddi nöqtə. Hesablama sistemi. Maddi nöqtənin irəliləmə hərəkətinin sürəti və təcili. Fırlanma hərəkəti. Mərkəzəqaçma təcili. Mərkəzəqaçma təcilinin normal və tangensial toplananı. Çevrə üzrə bərabərsürətli hərəkətdə bucaq sürəti. Çevrə üzrə hərəkətdə bucaq təcili.

### **Dinamika.**

Nyutonun I qanunu. İnersial sistem. Nyutonun II qanunu. Qüvvə və kütlə. Nyutonun III qanunu. Qapalı sistem. mexaniki nisbilik prinsipi. İmpuls və hərəkət miqdarı. İmpulsun saxlanma qanunu. Kütlə mərkəzinin koordinatı. Ağırlıq mərkəzi. Sürtünmə qüvvəsi. Elastiklik qüvvəsi. Huk qanunu. Ümumdünya cazibə qüvvəsi. Sərbəstdüşmə təcili. Sərbəstdüşmə təcilinin coğrafi en dairəsindən və hündürlükdən asılılığı. Ağırlıq qüvvəsi. Cismin çəkisi. Təcillə hərəkət edən cismin çəkisi.

### **İş və enerji.**

İş və güc. Dəyişən qüvvənin işi. Yerdəyişmə ilə bucaq altında yönəlmiş qüvvənin gördüyü iş. Ağırlıq qüvvəsinin işi. Dəyişən işin gücü. Sabit sürətli hərəkətdə sərf olunan güc. Kinetik enerji. Potensial enerji. Enerji ilə iş arasında əlaqə. Tam enerji. Enerjinin saxlanması qanunu. Kinetik enerji ilə impuls arasında əlaqə. Kürələrin elastiki toqquşması. Potensiallı sahədə qüvvə ilə enerji arasında əlaqə.

### **Fırlanma hərəkətinin dinamikası.**

Ətalət momenti. İçi boş silindrin ətalət momenti. Silindrik lövhənin ətalət momenti. Kürənin ətalət momenti.  $L$  uzunluqlu çubuğun ətalət momenti. Ətalət momentinin vahidi.

Qüvvə momenti. Qüvvə momentinin vahidi. Cüt qüvvə momenti. İmpuls momenti. Fırlanan cismin kinetik enerjisi.

### **Mayələrin hərəkəti.**

Bernulli tənliyi. Stoks formulu. Reynolds ədədi. Puazeyl formulu. Dinamik təzyiq. Hidrostatik təzyiq. Hidravlik pres. Laminar və turbulent axın. Arximed qüvvəsi.

## **MOLEKULYAR FİZİKA.**

Maddə miqdarı. Molyar kütlə. Mütləq temperatur. Bolsman sabiti. Universal qaz sabiti. Avaqadro ədədi. İdeal qaz. Boyle-Mariott, Gey-Lyussaq, Şarl qanunları. Klapeyron tənliyi. Mendeleyev-Klapeyron tənliyi. Molekulyar - kinetik nəzəriyyənin əsas tənliyi. Qazın təzyiqi. Loşmidt ədədi. Təzyiqlə enerji arasında əlaqə. Molekulların orta kinetik enerjisi. Sərbəstlik dərəcəsi və sərbəstlik dərəcələrinin sayı. Bir sərbəstlik dərəcəsinə düşən orta enerji. Dalton qanunu.

Barometrik düstur. Bolsman paylanması. Maksvell paylanması. Ən ehtimallı cürət. Orta kvadratik sürət.

### **Qazların istilik tutumu.**

Daxili enerji. Biratomlu qazın daxili enerjisi. İstilik miqdarı. İstilik miqdarı ilə iş arasında mexaniki ekvivalentlik. Ümumi istilik tutumu. Xüsusi istilik tutumu. Molyar istilik tutumu. Sabit təzyiqdə və sabit həcmdə istilik tutumları. Sabit təzyiqdə və sabit həcmdə istilik tutumları arasında əlaqə. Mayer düsturu. Adiabatik proses. Puaason tənliyi. Politropik proses.

### **Termodinamikanın əsasları.**

İstilik balans tənliyi. Termodinamikanın birinci qanunu. Termodinamikanın ikinci qanunu. Adiabatik proses üçün termodinamikanın birinci qanunu. Adiabatik prosesdə görülən iş. İzotermik prosesdə görülən iş. İzobarik prosesdə görülən iş. Dönən və dönməyən proseslər. Karno Tsikli. Karno maşınının faydalı iş əmsalı. İstilik maşınının və soyuducunun işləmə sxemi. Dönməyən proseslərin faydalı iş əmsalı. Dönməyən proseslər üçün Klauzius bərabərsizliyi. Termodinamikanın ikinci prinsipinin statistik mənası. Entropiya. Entropiya ilə ehtimal arasında əlaqə.

### **Real qazlar.**

Real qazlar. Van-der-Vaals tənliyi. Gətirilmiş Van-der -Vaals tənliyi. Real qazların izotermələri. Böhran temperaturu. Böhran parametrləri. Doymuş buxar.

### **Köçürmə hadisələri.**

Diffuziya prosesi. Diffuziya tənliyi. Diffuziya əmsalı. Daxili sürtünmə. Daxili sürtünmə qüvvəsi. Daxili sürtünmə əmsalı. Daxili sürtünmə əmsalının vahidi. Daxili sürtünmə əmsalı ilə diffuziya əmsalı arasında əlaqə. İstilikkeçirmə.

İstilikkeçirmə əmsalı. İstilikkeçirmə əmsalı ilə diffuziya əmsalı arasında əlaqə. İstilikkeçirmə əmsalı ilə daxili sürtünmə əmsalı arasında əlaqə.

## **ELEKTRİK VƏ MAQNÉTİZM**

Kulon qanunu. Yükün saxlanması. Yük sıxlığı. Elektrostatik sahə. Elektrostatik sahənin mənbəyi. Elektrik sahəsinin intensivliyi. Qüvvə xətləri. Superpozisiya prinsipi. Nöqtəvi yükün elektrik sahəsinin intensivliyi. Elektrik sahəsində yükə təsir edən qüvvə. Bircins dielektrikdə yerləşmiş nöqtəvi yüklərin qarşılıqlı təsir qüvvəsi. Elektrik sahəsinin induksiyası. Elektrik sahəsinin induksiyası vektorunun seli. Gauss- Ostradski teoremi. Dipol elektrik sahəsində. Elektrik dipolunun momenti. yükün səthi sıxlığı.

### **Elektrik sahəsinin potensialı**

Elektrik sahəsinin potensialı, potensiallar fərqi. Elektrik sahəsinin intensivliyi ilə potensiallar fərqi arasında əlaqə. Ekvipotensial səhələr. BS-də və SQSE-də potensialın vahidi. Gərginlik. Elektrostatik sahədə iş. Sferik, Müstəvi, Silindrik kondensatorda sahənin potensialı.

### **Elektrik tutumu.**

Tutum. İzolə edilmiş keçirici kürə. Sferik, Müstəvi, Silindrik kondensatorun tutumu. Yüklü kondensatorun enerjisi. kondensatorların ardıcıl və paralel birləşməsi. Elektrik sahəsinin enerjisi. Elektrik sahəsinin enerjisinin həcmi sıxlığı.

### **Sabit cərəyan.**

Sabit cərəyan. Sabit cərəyanın xarakteristikaları. Om qanunu. Naqilin müqaviməti. Xüsusi müqavimət. Müqavimətin temperatur asılılığı. Naqillərin ardıcıl və paralel birləşməsi. Differensial şəkildə Om qanunu. Elektrik hərəkət qüvvəsi. Tam dövrə üçün Om qanunu. Sabit cərəyanın işi və gücü. Coul-Lens qanunu. Kirxhoff qaydaları.

### **Maddələrdə elektrik cərəyanının təbiəti**

Metalların klassik elektron nəzəriyyəsi. Yarımkəçiricilər. Məxsusi və aşqar yarımkəçiricilər. Elektrolitlərdə elektrik cərəyanı. Termoelektron emissiyası. Vakuumda elektrik cərəyanı. Qazlarda elektrik cərəyanı.

### **Cərəyanın maqnit sahəsi.**

Cərəyanların maqnit qarşılıqlı təsiri. Bio-Savar-Laplas qanunu. Mühitin maqnit nüfuzluğu. Dairəvi naqilin mərkəzində maqnit sahəsi. Düz cərəyanın maqnit

sahəsi. Maqnit sahəsində mexaniki iş. Maqnit seli. Hərəkət edən yükün maqnit sahəsi. Lorens qüvvəsi. Amper qüvvəsi. Maqnit sahəsinin enerjisi.

### **Elektromaqnit induksiyası.**

Elektromaqnit induksiyası. Maqnit induksiya vektoru. Elektromaqnit induksiyasının əsas qanunu. Öz-özünə induksiya hadisəsi. Lens qaydası. Solenoidin induktivliyi.  $L$  induktivlikli sarğacın maqnit seli.

### **Maqnetiklər.**

Maddələrin maqnit xassələri. Maqnetiklər. Dia-, paramaqnetiklər. Ferromaqnetizm. Ferromaqnetiklər üçün Kюри temperaturu. Maqnetiklərdə maqnitlənmə vektoru ilə maqnit sahəsinin intensivliyi arasında əlaqə.

### **Dəyişən cərəyan.**

Rəqs konturu. Sərbəst elektrik rəqsləri. Məcburi elektrik rəqsləri. Dəyişən cərəyan dövrəsi. Dəyişən cərəyan dövrəsində tutum müqaviməti. Dəyişən cərəyan dövrəsində reaktiv müqavimət. Dəyişən cərəyan dövrəsi üçün Om qanunu. Rəqs konturunda elektromaqnit rəqslərinin periodu.

## **OPTİKA**

### **Fotometriya.**

Fotometrik kəmiyyətlər. Işıq seli. Işıq şiddəti. İzotrop mənbə üçün işıq şiddəti. Işıqlanma. Parlaqlıq. Səthin parlaqlığı. Fotometrik kəmiyyətlərin ölçülməsində işlədilən cihaz.

### **Işığın elektromaqnit təbiəti.**

Müasir təsəvvürlərə görə işığın təbiəti. Işığın elektromaqnit təbiəti. Elektromaqnit dalğaların enerjisi. Elektromaqnit dalğalarının mühitdə yayılma sürəti. Qrup və faza sürətləri. Qrup və faza sürətləri arasında əlaqə. Mühitin sındırma əmsalı.

### **Koherentlik və interferensiya**

Rəqslərin toplanması. Amplitud və fazaları sabit olan eyni tezlikli iki harmonik rəqslərin toplanması. Koherent dalğalar. Koherentlik və interferensiya. İnterferensiya zamanı dalğaların güclənmə şərti. İnterferensiya zamanı dalğaların zəiflənmə şərti. Müstəviparalel lövhədə interferensiya. Dəyişən qalınlıqlı lövhədə

interferensiya . Nyuton halqaları. İnterferensiya zolağının eni. İkişüalı interferometr. Çoxşüalı interferometr

### **İşığın difraksiyası.**

İşığın difraksiyası. Bir yarıqdan müstəvi monoxromatik işıq dalğasının difraksiyası. Difraksiya qəfəsi. Difraksiya qəfəsindən alınan difraksiya mənzərəsi. Dairəvi deşikdən alınan difraksiya mənzərəsi. Rentgen şüalarının difraksiyası.

### **Həndəsi optikanın əsasları.**

Həndəsi optika. Ferma prinsipi. İşığın sınma və qayıtma qanunları. Tam daxilə qayıtma. Sferik səthdə işığın sınması. Qabarıq və çökük güzgü. Həqiqi və mövhum xəyallar. Linza. Fokus məsafəsi. Nazik linza formulu. Səpici linzanın düsturu.

### **İşığın polyarlaşması.**

Təbii işıq. İşığın polyarlaşması. Adi şüa. Qeyri adi şüa. Malyus qanunu. Bryuster qanunu. İkiqat şüasınma hadisəsi. Sınan və qayıdan şüaların polyarlaşması. Buger qanunu. Biroxlu və ikioxlu kristallar. Polyaroud. Nikol prizması.

### **Dispersiya və işığın udulması.**

Dispersiya. Normal dispersiya. Normal dispersiya üçün Koşi formulu. Anomal dispersiya. Anomal dispersiyada işığın sındırma əmsalının dalğa uzunluğundan asılılığı.

İşığın udulması. Kompleks sındırma əmsalı. Udma əmsalı. Udma əmsalının dalğa uzunluğundan asılılığı. İşığın səpilməsi. İşığın səpilməsinin dalğa uzunluğundan asılılığı. İşığın kombinasiyalı səpilməsi.

### **İstilik şüalanması.**

Mütləq qara cisim. Cismin şüalandırma qabiliyyəti. Cismin şüaudma qabiliyyəti. İstilik şüalanması qanunları. Kirxhof qanunu. Stefan-Bolsman qanunu. Vinin yerdəyişmə qanunu. Reley-Cins qanunu. Ultrabənövşəyi fəlakət.

### **İşığın kvant xassələri.**

Plank formulu. İşığın kvant xüsusiyyətləri. Plank hipotezi. Plank düsturu. İşıq kvantının enerjisi. Fotonun impulsu. Fotoeffekt. Fotoeffekt üçün Eynşteyn tənliyi. Fotoeffektin qırmızı sərhəddi. Daxili fotoeffekt. Xarici fotoeffekt.

## **Optik effektlər.**

Lyüminessensiya. Lyüminessensiyanın növləri. Spontan və məcburi şüalanma. Optik kvant generatorları. Lazer. Qeyri xətti optika.

## **Atom və nüvə fizikası**

Atomun Tomson və Rezerford modelləri. Atomun Bor nəzəriyyəsi. Bor postulatları. Atom nüvəsi. Nüvənin tərkibi, izotoplar. Atomun nüvə modeli. Nüvə qüvvələri. Nüvənin rabitə enerjisi. Radioaktivlik. Təbii və süni radioaktivlik. Nüvə reaksiyaları.

## **YARIMKEÇİRİCİLƏR FİZİKASININ ƏSASLARI**

Kristal quruluşu və onun təsviri. Bazis və kristal qəfəs anlayışı. Translyasiya vektorları. Elementar özək. Elementar özəyin həcmi.

Kristallarda kimyəvi rabitə növlərinin təsnifatı. Kovalent rabitə və yarımkeçiricilik. Muzer-Pirson qaydası.

Yarımkeçiricilərin elektrik keçiriciliyi haqqında model təsəvvürlər. Məxsusi və aşqarlı yarımkeçiricilər. Germanium və ya silisiumda keçiriciliyin yaranmasının model əsasında izahı.

Kristaldakı elektronlar üçün Şredinger tənliyi. Hamilton operatoru və onun tərkib hissələri. Adiabatik yaxınlaşma və onun mahiyyəti. Birelektronlu yaxınlaşma.

Zəif əlaqəli elektron yaxınlaşması. Brillüen zonaları və enerji zonaları. Brillüen zonasının qurulması. Gətirilmiş Brillüen zonası.

Zona quruluşuna görə maddələrin təsnifatı: metallar, yarımmetallar, yarımkeçiricilər və dielektriklər.

Yarımkeçiricilərdə aşqar və lokal səviyələrin elementar nəzəriyyəsi. Hidrogenəbənzər atom anlayışı. Eksitonlar. Polyaronlar.

Fermi-Dirak paylanma funksiyası. Fermi səviyyəsi. Müxtəlif temperaturlarda Fermi-Dirak paylanma funksiyasının enerjiden asılılıq qrafiki.

Cırlaşmış və cırlaşmamış yarımkeçiricilər. Cırlaşma şərti. Məxsusi və aşqarlı yarımkeçiricilərdə Fermi səviyyəsinin temperatur asılılığı və onun qrafiki təsviri.

Yarımkeçiricilərdə kinetik hadisələr və onların ümumi təsnifatı.

Yarımkeçiricilərdə yükdaşıyıcıların əsas səpilmə mexanizmləri.

Məxsusi və aşqar keçiriciliyi oblastında elektrik keçiriciliyin temperatur asılılığı və onun qrafik təsviri. Yürüklüyün və konsentrasiyanın temperatur asılılıqları və onların qrafik təsviri.

### **Yarımkeçiricilərin termoelektrik və termomaqnit hadisələri**

Yarımkeçiricilərdə termoelektrik hadisələri, onların təsnifatı və yaranma mexanizmləri. Yarımkeçiricilərdə qalvanomaqnit hadisələri, onların təsnifatı və yaranma mexanizmləri. Yarımkeçiricilərdə termomaqnit effektləri, onların təsnifatı və yaranma mexanizmləri.

### **Yarımkeçirici cihazlar fizikası**

Real kristallarda defektlər və onların təsnifatı. Nöqtəvi defektlər, dislokasiyalar və onların növləri. Metal – yarımkeçiricisi kontaktı və onun əmələ gəlməsi. Metal-yarımkeçirici kontaktının enerji diaqramı. Omik kontaktlar. Düzləndirici kontaktlar. P-n keçid və onun əmələ gəlməsi. Simmetrik və qeyr-simmetrik keçidlər. Kəskin və tədrici keçidlər.

P-n keçidin volt-ampere xarakteristikası. Düz və istiqamətdə cərəyankeçirmə mexanizmi. Yarımkeçirici diodlar və onların təsnifatı.

Yarımkeçirici heterokeçidlər. Heterokeçidin enerji zona diaqramı.



## **Yarımkeçiricilərin optik xassələri**

Sındırma əmsalı və onun dielektrik sabiti və xüsusi elektrik keçiriciliyi ilə əlaqəsi. Udma və əks olma əmsalları. Buraxma əmsalı və onun udma əmsalı ilə əlaqəsi. Məxsusi udulma. Düz və çəp keçidlər. Aşqar udulma. Donor və akseptor aşqarları. Udma kənarının təzyiq və temperaturdan asılılığı. Frans - Keldiş effekti. Qeyri-xətti optika. Qeyri-xətti polyarlaşma. İkinci harmonikanın qenerasiyası. Çox fotonlu udulma hadisəsi

## **Yarımkeçiricilərin fotoelektrik xassələri**

Fotokeçiricilik. Stasionar fotokeçiricilik və onun ifadəsi. Xətti və kvadratik rekombinasiya. Fotokeçiriciliyin əsas ölçmə üsulları. Rekombinasiya prosesi. Bir tip mərkəzdən rekombinasiya. Rekombinasiya və tutma mərkəzləri. Demarkasiya səviyyəsi. Aşqar fotokeçiriciliyi və onun əsas xüsusiyyətləri. Termostimullaşmış cərəyan. Fotodiod və onun əsas tənliyi. Yarımkeçirici işıq çeviriciləri.