

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

ГУЛИСТОН ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

“Атом физикаси” фанидан ўқув – услубий мажмуа

Гулистон -2008

А.Абдуллаев Атом физикаси фанидан ўқув- услубий мажмуа
Гулистон шаҳри,,2008 йил. 62 бет.

Ушбу ўқув-услубий мажмуа 5440100 – физика таълим йўналишида тахсил олаётган талабалар учун тайёрланган бўлиб, унда замонавий педагогик технология асосида тузилган маъруза матнлари, лаборатория ва амалий машғулотларни бажариш тартиблари, мустақил равишда ўрганиш мавзулари ва уларни бажариш учун услубий тавсиялар, шунингдек, “Атом физикаси” фанидан рейтинг ишланмаси, баҳолаш мезони ва назорат саволлари келтирилган. Ўқув – услубий мажмуа Гулистон давлат университети Ўқув- методик кенгаш томонидан (30 август 2005 йил, 01-сонли баённома) нашрга тавсия қилинган.

Такризчилар: ф.м.ф.н.,доц. Г. Раҳмонов. Ўз МУ Физик электроника кафедраси.

ф.м.ф.н., доцент Р. Элмуродов ГулДУ Умумий физика кафедраси.

А. Абдуллаев. Учебно-методический комплекс (учебной пособие) для студентов университета физической специальности по предмету «Атомная физика» г.Гулистан, 2008. 62 с.

Данное учебно-методический пособие, предназначен для студентов университета физической специальности, включает в себе текст лекций на основе новых педагогических технологий, порядок выполнения лабораторных и практических занятий, методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ, критерий оценки и контрольные вопросы.

Рецензенты: к.ф.м.н., доцент, Г.Рахмонов НУУз кафедра Физический электроника.

к.ф.м.н., доцент Р.Элмуродов, ГулГУ, кафедра Обхая физика

A.Abdullaev. Educational-methodic complex (educational appliance) for the students of special physics by correspondence and includes the lecture texts prepared on the base new pedagogical technologies, the procedure of carrying out practical sessions, methodical recommendations for carrying out selfindependent works, reiting elaboration, coriteria of essesment and contral questions/

The educational methodies complex (educational appliance) is recommended for publication bu educational special commission of the Gulistan State University, The Republic of Uzbekistan.

Reviewers: The condidate of physics and mathematics sciences
G. Rahmanov.

The condidate of physics and mathematics sciences R. Elmuratov.

Сўз боши

Атом физикаси фанининг мақсади, бўлажак физика ўқитувчиларининг таълим мазмуни, унинг тарихий тарақиёти, ташкилий шакллари, усуллари, режалаштирувчи ҳужжатлар, рейтинг ишланмаси, баҳолаш мезони, умумий ва хусусий масалалар, уларнинг назарий асослари ҳамда мактабдаги ислохотда атом физикасининг тутган ўрни ва бошқа муаммолар юзасидан билим беришга қаратилган. Талабалар мазкур фанни ўрганиш жараёнида физиканинг мақсади ва бугунги кун талаблари асосида келиб чиқадиган вазифалар, атом физикасининг мазмуни ва структураси, услуби ва шакллари, замонавий технологиялар ҳақида билим, малака ва кўникмага эга бўладилар. Замонавий физикани атом физикасиз тасавур қилиб бўлмайди. Ҳозирги вақтда атом физикаси шиддат билан ривожланаётган физиканинг бўлимларидан биридир. Атом физикаси ҳодисаларидан ишлаб чиқариш самарадорлигини оширишда, фан ва техника ютуқларини халқ хўжалигини турли тармоқларига тадбиқ қилишда ишлатилади.

Ўқув қўлланмада атом физикасининг назарий тушунчалари, лаборатория ва акмалӣ машғулотларни бажариш тартиби, мустақил равишда ўрганиш мавзулари ва уларни бажариш тартиби берилган. Ўқув қўлланмада оралиқ ва якуний назорат саволлари мустақил ишлар, тавсия этилаётган адабиётлар рўйхати келтирилган.

Ушбу ўқув қўлланма баъзи камчиликлардан холи бўлмаслиги мумкин. Шу сабабли ўқув-қўлланма ҳақидаги ыз фикр ва мулоҳазаларини билдирганларга муаллиф ўз миннатдорчилигини билдиради.

Манзилимиз: 707012. Гулистон ш. ГулДУ Умумий физика кафедраси 238- хона.

I. Фанни ўқитишдан мақсад ва вазифалар

1.1. Фан мақсади: Физика таълим йўналиши бўйича таҳсил олаётган талабаларга атом физикаси ҳодисаларининг қонуниятларини ўргатиш. Уларнинг ўзига хослигини кўрсатиш, бу ҳодисалар физик характерга эга эканини кўрсатиш.

Фаннинг вазифалари: Фаннинг янги соҳасида “Атом физикаси” табиат қонунлари билан танишишда классик физикадан фарқли, квант хусусиятларини кўрсатиб бериш.

Ушбу фанни ўрганиш жараёнида талабалар квант механикасининг асослари, атом спектридаги қонуниятлар, микродунё ўлчамлари, нурланишлар, стационар ва ностационар ҳолатлар ҳақида тушунча ва билим кўникмаларга эга бўладилар.

Фанни ўрганишда математика, химия, биология фанларидан олган билимларига таянадилар.

2. Фаннинг мазмуни

2.1. Маъруза мавзулари, кўриладиган масалалар мазмуни ва вақт.

№	Мавзу	Кўриладиган масалалар мазмуни	Вақт, соат
1.	Микродунё ўлчамлари. Доимийлар. Ҳозирга замон атомистикаси. Атом физикаси предмети. Исси=ликнинг нурланиши. Ковакда мувозанат нурланиш. Кирхгоф қонуни.	Микроўлчамлар ҳақида тушунча бериш.	2
2.	Стефан-Больцман қонуни ва Виннинг силжиш қонуни. Релей-Жинс қонуни. Планк гипотезаси. Планк формуласи. Электромагнит нурланишнинг корпускуляр хусусиятлари.	Планк формуласини келтириб чиқариш.	2
3.	Рентген спектрнинг қисқа тўлқин чегараси. Ташқи фотоэффект. Фотонлар. Комптон эффект. Зарралар ва тўлқинлар. Де-Бройль гипотезаси. Зарралар тўлқин хусусиятлари.	Комптно эффекти ҳақида тушунча бериш. Зарралар ва тўлқинлар ҳақида тушунча бериш.	2
4.	Дэвиссон-Жермер ва Томсон тажрибалари. Де-Бройль тўлқинлари. Тўлқин пакети. Де-Бройль фазавий ва гуруҳий	Ноаниқлик принципи ҳақида тушунча бериш.	2

	тезликлари. Ноаниқлик принципи.		
5.	Водород атомининг Бор назарияси. Водород атом спектридаги қонуниятлар. Томсон атом модели. Резерфорд тажрибалари. Комбинацион принцип. Бор постулатлари. Франк ва Герц тажрибалари.	Резерфорд тажрибалари ҳақида тушунча бериш. Комбинацион принцип ҳақида тушунча бериш.	2
6.	Водород атомининг Бор назарияси. Квант механикасининг асослари. Тўлқин функцияси ва унинг хусусиятлари. Шредингер тенгламаси. Стационар ва ностационар ҳолат.	Бир атомли газлар учун Шредингер тенгламасини ечиш.	2
7.	Эҳтимоллик зичлиги ва эҳтимоллик зичлигининг оқими. Физик катталикларнинг операторлари. Операторларнинг хусусий қийматлари ва хусусий функциялари.	Операторлар ҳақида тушунча бериш.	2
8.	Физик катталикларнинг ўртача қиймати ва дисперсияси. Гамильтон оператори. Микрозарраларнинг эркин ҳаракати. Тўғри бурчакли потенциал чуқурлик. Гармоник осциллятор.	Гамильтон оператори ҳақида тушунча бериш.	2
9.	Заррачаларнинг потенциал тўсиқдан ўтиши. Туннель эффекти. Ядролар α -парчаланиши. Автоэлектрон эмиссия. Бир электронли атомлар. Марказий-симметрик майдон потенциали.	Туннель эффекти ҳақида тушунча бериш.	2
10	L^2 , L_z операторлари, уларнинг хусусий қийматлари ва функциялари. Ўзгарувчиларни ажратиш. Радиал тенглама. Энергия сатҳлари. Квант сонлари. Водород атоми. Электроннинг орбитал механик ва магнит моментлари. Бор магнетони. Штерн ва Герлах тажрибаси.	Штерн-Герлах тажрибаси ҳақида тушунча бериш. Радиал тенглама тушунчасини бериш.	2
11	Уленбек ва Гаудсмит гипотезаси. Электрон спини. Электронининг	Спин ҳақида тушунча бериш.	

	хусусий магнит моменти. Спин гиромагнит муносабати. Ўзаро таъсирлашмайдиган ҳаракат миқдор ҳолатларни қўшиш қондаси ҳақида тушунча. Спин-орбитал ўзаро таъсир.		2
12	Водород атоми спектрининг нозик структураси. Нозик структура (Дирак) формуласи. Классик физика ва оптикага чегаравий ўтиш. Ғалаёнларни квантмеханик назария асослари. Айнан ўхшаш зарралар. Бозонлар ва фермионлар. Паули принципи. Ферми ва Бозе зарралар системалари.	Нозик структура ҳақида тушунча бериш. Бозонлар, фермионлар ҳақида тушунча бериш.	2
13	Кўп электронли атомлар. Кўп электронли атомларни тавсифлаш умумий принципи. Атомда ҳажмий заряднинг ва электростатик потенциалнинг тақсимооти ҳақида тасаввур. Бир электронли ҳолат. Атом ҳолатларини электронлар билан тўлдириш. Рентген спектрлари.	Атомдаги ҳажмий зарядлар ҳақида тушунча бериш. Бир электронли ҳолат ҳақида тушунча бериш.	2
14	Атомдаги ички электронлар ўтиши. Характеристик рентген нурланиш. Мозли қонуни. Оже эффекти. Атом ташқи кучлар майдонида. Атом магнит майдонда. Кучли ва кучсиз майдон ланде фактори. Зееман ва Пашен-Бак эффектлари. Электрон парамагнит резонанс. (ЭПР) атом электр майдонда. Штарк эффекти.	Оже эффекти ҳақида тушунча бериш. Штарк эффекти ҳақида тушунча бериш.	2
15	Молекулалар. Адибатини яқинлашиш. Водород молекуляр қонуни. Водород молекуласи.	Электрон жуфтлашиш ҳақида тушунча бериш.	2
16	Молекулалар. Адибатини яқинлашиш. Водород молекуляр қонуни. Водород молекуласи. Гаймер-Лондон назарияси.	Кимёвий боғланиш ҳақида тушунча бериш.	2

	Электронлар жуфтлашиши. Икки атомли молекулалар (?) термлари. Кимёвий боғланиш.		
17	Ковалент ва ион боғланишлар. Валентлик. Кимёвий боғланишларнинг тўйиниши. Орбиталар гибридизацияси. Стереохимия элементлар.	Кимё элементлари ҳақида тушунча бериш.	2
18	Молекуляр орбитал. Молекулаларда ядро тебранма ва айланма ҳаракати ҳақида тасаввур. Икки атомли молекулаларда электромагнит ўтишлар учун танлаш қондаси. Франк-Кондон принципи. Икки атомли молекулалар ҳолатларини систематикаси ҳақида баъзи бир маълумотлар.	Икки атомли молекулалар ҳақида тушунча бериш. Франк-Кондон ҳақида тушунча бериш.	2

2.2. Амалий машғулотлар мавзулари, бажариладиган иш мазмуни ва вақт.

№	Мавзу	Бажариладиган иш мазмуни	Вақт, соат
1	Ковакда мувозанат нурланиш. Кирхгоф қонуни.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2
2	Стефан-Больцман қонуни ва Вин силжиш қонуни.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2
3	Релей-Жинс қонуни. Рентген спектрнинг қисқа тўлқин чегараси.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2
4	Ташқи фотоэффект. Фотонлар. Комптон эффект.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2
5	Де-Бройль тўлқинлари. Тўлқин функцияси ва унинг хусусиятлари.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2
6	Шредингер тенгламаси.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2

7	Стационар ва ностационар ҳолат.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2
8	Эҳтимоллик зичлиги ва эҳтимоллик зичлигининг оқими.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2
9	Физик катталикларнинг операторлари.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2
10	Операторларнинг хусусий қийматлари ва хусусий функциялари.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2
11	Физик катталикларнинг ўртача қиймати ва дисперсияси.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2
12	Гамильтон оператори. Туннель эффекти.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2
13	Ядролар α -парчаланиши.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2
14	Автоэлектрон эмиссия. Мозли қонуни. Оже эффекти.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2
15	Гаймер-Лондон назарияси. Электронлар жуфтлашиши.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2
16	Икки атомли молекулалар термлари.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2
17	Кимёвий боғланиш. Ковалент ва ион боғланишлар.	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2
18	Валентлик. Кимёвий боғланишларнинг тўйиниши. Орбиталар гибридизацияси. Стереохимия элементлар	Талабаларга шу мавзуларга оид масалалар ечиб кўрсатиш ва методларини ўргатиш. Уйга вазифа бериш.	2

2.3. Лаборатория машғулотлари мавзулари ва вақт.

№	Мавзу	Бажариладиган ишларни мазмуни	Вақт, соат
1	Фотоэффект қонунларини ўрганиш.	Фотоэффект қонунлари аниқланади.	8
2	Тез электронларни моддада сочилиши.	Тез электронларнинг моддада сочилишини аниқлаш.	6
3	Магнетрон усули билан электронни солиштирма зарядини аниқлаш.	Магнетрон усули билан электронни солиштирма зарядини аниқлайди.	8
4	Электроннинг чиқиш ишини аниқлаш.	Электроннинг чиқиш ишини ўрганади.	8
5	Стефан-Больцман доимийсини аниқлаш.	Стефан-Больцман доимийсини аниқлайди.	8
6	Водород атомининг оптик спектрини ўрганиш	Водород атомининг оптик спектрини аниқлайди.	6

2.4. Мустақил иш топшириқлари.

№	Мавзу	Мустақил бажариладиган иш мазмуни	Вақт, соат
1	Абсолют қора жисм нурланиши.	Лаборатория ишини ҳисоботини қабул қилиш.	
2	Атомнинг Томсон модели.	Конспект тайёрлаш.	
3	Резерфорд тажрибаи.	Конспект тайёрлаш.	
4	Комптон эффекти.	Конспект тайёрлаш.	
5	Фотоэффект. Фотоэффект қонунлари.	Конспект тайёрлаш.	
6	Де-Бройль тўлқинлари.	Конспект тайёрлаш.	
7	Франк ва Герц тажрибалари.	Тажриба натижалари билан амалий натижаларни солиштириш.	
8	Водород атомининг Бор назарияси.	Конспект тайёрлаш.	
9	Электронни ҳаракат миқдори моменти.	Конспект тайёрлаш.	
10	Электронни магнит моменти.	Конспект тайёрлаш.	
11	Штерн ва Герлах тажрибаси.	Конспект тайёрлаш.	
12	Характеристик рентген нурланиш.	Конспект тайёрлаш.	
13	Электрон парамагнит	Конспект тайёрлаш.	

	резонанс.		
14	Штарк эффекти.	Конспект тайёрлаш.	
15	Водород молекуласи.	Конспект тайёрлаш.	

3. Фаннинг рейтинг ишланмаси ва баҳолаш мезони.

Назорат турлари	Назорат сони	Ажратилган балл	Жами
1. ЖБ	40	55	55
2. ОБ	2	30	30
3. ЯБ	1	15	15

Атом физикаси фанидан физика мутахассислиги учун

Рейтинг ишланмаси

Т/Р	Назорат турлари	Сони	Балл	Жами балл
1.	ЖБ			
	1.1.Оғзаки суҳбат	10	2	20
	1.2.Амалий машғулот-масала ечиш (уйга вазифа)	20	0,5	10
		5	2	10
	1.3. Конспект таёрлаш	1	10	10
	1.4. Реферат	2	2,5	5
	1.5 Давомат			
2.	ОБ			
	2.1. Ёзма иш	2	15	30
3.	ЯБ			
	3.1.Ёзма иш	1	15	15
	Жами			100 балл

ЖБ – 55 б

ОБ – 30 б

ЯБ – 15 б

Саралаш бали – 55 б

86 – 100 аъло

71 – 85 яхши

55 – 70 қониқарли

3.2. Баҳолаш мезони.

Атом физикаси фанидан талабалар билим даражаларни баҳолаш мезони.

Оғзаки баҳолаш мезони:

1. Талаба савол мазмунини тўлиқ очиб берса, таърифлар, тушунчалар тўлиқ ва аниқ ёритилса, савол ва топшириқларни **тўғри ҳалиш(?)** учун асосий тушунчалар, қонунлар, назарияларнинг таърифини тўғри қўлласа, 2 балл
2. Берилган саволган тўғри жавоблар тўлиқ бўлса-ю, баён этишда бироз бузилса, илмий атамаларни қўллаш ҳамда кузатиш, тажрибардан хулоса чиқаришда бироз ноаниқлик бўлса, 1,6-1,7 балл.
3. Берилган саволдаги ўқув материалининг асосий мазмунини ўзлаштирган, лекин қисқа ва изчил бўлмаса, тушунчалар таърифи ноаниқ бўлса, 1,5 балл.
4. Берилган саволга мустақил хулоса чиқариб, умумлаштиришлардан фойдалана олмаса, ёки уларни баён этишда хатоликка йўл қўйса, илмий атамалардан фойдаланишда хатоликка йўл қўйса, 1-1,1
5. ўқув материали юзасидан тушунчалар таърифи бўлмаса, илмий атамаларни қўлашда, хулоса чиқариш, умумлаштиришларда нотўғри ёндашса, топшириқда қўплаб хатоларган йўл қўйса, 0,5 балл.

Ёзма ишларни баҳолаш мезони

6. Талаба ҳодиса ва қонунларни физик маъносини очиб берса, саволларни тўғри баён этса, асосий тушунчалар, қонунларни қўллаб, масалани тўғри ечса, физик катталиклар, ўлчов бирликларини келтириб чиқарган бўлса, чизмалар тўғри чизилган бўлса, 15 балл.
7. Талаба ҳодиса ва қонуниятларнинг физик маъносини тўғри очиб берса, асосий тушунчалар, қонунларни қўллаб, саволларни тўғри баён этишда ва масалаларни тўғри ечишда кичик хатоликларга йўл қўйса, 9-10 балл.
8. Талаба ҳодиса ва қонуниятларнинг қўллашда, саволарни баён этишда ва масалалар ечишда, формулаларни қўллашда хатоликларга йўл қўйса, 3-4 балл.
9. Талаба саволларга хато жавоб баён этса, ёки масалалар ечишда хатога йўл қўйса, яъни жавобда жиддий камчиликлар бўлса, 0,5-1 балл.

1-Мавзу: Атом физикасининг асосий тушунча ва қонунлари

Машғулот тури-маъруза

Асосий саволлар:

1. Атом физикаси. Атом физикасидаги асосий тушунчалар. Атом физикасининг вазифаси.
2. Квант назарияси асослари. Иссиқлик нурланиши. Кирхгоф қонуни Иссиқлик нурланишининг классик назарияси. Планк формуласи.

Таянч сўз ва иборалар:

Атом, жисм, техника, энергетика, материя, электр, ёруғлик, тўлқин, зарра, дуализм, электрон-позитрон, вакуум, квант механикаси, ноаниқлик муносабатлари, статика, энергия, масса, ҳаракат миқдори.

Мавзуга оид асосий муоммолар:

1. Бизга маълумки, табиатда бир нечта куч мавжуд. Бу кучлардан атомларнинг ўзаро таъсир кучлари нимаси билан фарқ қилади? Жавобингизни изоҳланг.
2. Ҳозирги вақтда энергетик кризис вужудга келмоқда. Атом энергияси бу муаммони ҳал қилишда асосий энергия манбаи бўлиб ҳисобланади. Атом энергиясини ишлаб чиқаришда экологик чиқиндиларни қандай қилиб қайта ишланади? Атом физикаси фани экология билан қандай боғланган? Жавобингизни изоҳланг.

1-асосий савол:

1. Атом физикаси. Атом физикасидаги асосий тушунчалар. Атом физикасининг вазифалари.

Дарсининг мақсади: Талабаларга атом физикаси фани ва асосий тушунчалари ҳақида маълумот бериш.

Талабалар учун идетив ўқув мақсадлар:

- 1.1.1. Атом физикаси фанининг предмети ҳақида маълумот бера олади.
- 1.1.2. Атом физикаси фанининг бошқа фанлар билан боғлиқлигини изоҳлай олади.
- 1.1.3. Атом физикаси фанидаги асосий тушунчалар: модда, жисм ва энергия ҳақида маълумот бера олади.

1-асосий саволнинг баёни:

Модда тузилиши ҳақидаги маълумот атомистик таълимотининг негизи ҳисобланади. Бундан ташқари модда материянинг электр, ёруғлик ва бошқа турларида ҳам атомистик табиатга эга. Шу билан бирга, материя ҳаракати ҳам атомистик қонунлар билан аниқланади. Материя тузилиши ва ҳаракати ҳақидаги атомистик таълимот ҳозирги замон физикасида ҳукмрон таълимотдир. Материянинг узлуксизлиги ва ўзулукмаслиги, тўлқинлар ва зарралар дуализми, зарраларнинг бир шаклдан бошқа шаклга ўзаро айланивчи муаммоларни айтиб ўтиш керак. Шунингдек, атом физикасида умумий боғланиш ва ўзор таъсирнинг намоён бўлиши энг муҳим муоммолардан ҳисобланади. Конкрет ҳолда бу зарраларнинг ўзаро таъсири

муоммосида, зарралар ва майдонлар муносабатида, фазонинг моддийлигида, электрон-позитронли вакуум муоммосида ўз ифодасини топади. Квант механикасидаги ноаниқлик муносабатлари, умуман статик қонуниятлар туфайли атом физикаси учун сабабият муоммоси фундаментал аҳамиятга эга. Энергия, масса, ҳаракат миқдорининг сақланиш қонунлари ва бошқалар билан алоқадор бўлган фалсафий муоммолар ҳам катта аҳамиятга эга. Табиатдаги қайтувчилик ва қайтмовчилик билан алоқадор бўлган фалсафий масалалар мураккабдир. Одамнинг фаол фаолияти ва унинг табиатини ўзгартирувчи таъсири билан алоқадор бўлган фалсафий муоммолар ҳам дунёни билишини ривожлантиришда биринчи даражали аҳамиятга эга. Атом физикаси ўз ичига олувчи билим соҳаси ниҳоятда кенг ва турли-туман эканлиги аён бўлди. Ҳозирги вақтда микродунё муаммолари космик объектларда ва ҳ.к.ларда содир бўлувчи жараёнларни билиш чуқур боғланишда эканлиги маълум бўлди. Космосни ўрганиш ҳам ҳозирги замон атом физикасининг ютуқларига асосланади. Атом физикаси бўлимида атомларнинг электрон қобиклари тузилиши ўрганилади ва атомнинг кимёвий, электр, оптикавий хоссалари тушунтирилади. Атомистика уйғониш даврида сезиларли муваффақиятларга эришди, бунга шу даврдаги жамият ривожининг иқтисодиёт, техника, фан ва бошқа соҳалардаги кенг тараққиёти сабаб бўлди, бу даврда материянинг узлукли ва узлуксизлиги ҳақидаги масалага қарашлар турлича бўлганлиги ажабланарли эмас. Ўша даврнинг йирик олимлари Г.Галилей ва Р. Декарт атомистика тарафдори бўлмаган. Декартнинг материя ҳақидаги таълимотида кўпроқ материянинг узлуксизлиги ҳақида гапирилган бўлса-да, у ўз назарияларида материя зарралардан ташкил топган деб тасаввур қилган. Бу атом тасаввурга маълум даражада яқинлашиш эди. Декарт бўш фазонинг мавжудлигини инкор қилган. П.Гассенди Демокритга ўхшаб, бўлинмас атомлар ва улар орасида бўш фазо мавжудлиги ҳақидаги тасаввурларни илгари сурди. Материя тузилиши ҳақидаги икки хил дунё қараш орасида бўлган курашда И.Ньютоннинг механика ва бутун олам тортишиши соҳасида қилган буюк кашфиётлари катта аҳамиятга эга бўлди. Ньютоннинг издошларидан бири, чех олими И. Боскович узокдан таъсир этувчи кучлар ҳақидаги тасаввурга асосланиб, материя ҳақидаги атомистик тасаввурларни ишлаб чиқди. У жисмни ташкил қилган зарралар узок масофада бир-бирини тортади, яқин масофада эса бир-бирини итаради, деб ҳисоблади. Атом ҳақидаги таълимотнинг ривожланишда Р. Бойл, Р. Гук, Х. Гюйгенснинг хизматлари катта. Материянинг атомистик тузилиши ва ҳаракати ҳақидаги буюк ишлар рус олими М. В Ломоносовга тегишлидир. У кимёвий элементлар ҳақидаги тасаввурларни ишлаб чиқди ва содда ҳамда мураккаб жисмларни ташкил қилган зарралар орасидаги фарқни аниқлади. У биринчи бўлиб молекула ҳақидаги тасаввурларни ишлаб чиқди. Молекула атомлардан тузилган мураккаб зарра. Атомистик таълимот инглиз химики Д. Дальтоннинг меҳнатлари звазига катта муваффақиятларга эришди. У атомистик гипотезага асосланиб кимёвий бирикмалардаги қаррали нисбатлар қонунини асослаб

берди. Авагадро ва Гей–Люссак ишларига асосланган ҳолда ташқи шароитлар бирдай бўлганда бир хил ҳажмдаги ҳамма газлардаги молекулалар сони бирдай бўлиш қонунини таърифлаб берди. Броун микроскопик зарраларнинг узлуксиз хаотик ҳаракатини очди. Броун ҳаракати деб аталган бу ҳодисани фақат модданинг молекуляр-кинетик тасаввурлари асосида тушунтириш мумкин эди. Атом таълимоти Д.И. Менделеев очган йирик кашфиёт билан бойиди. У элементларнинг даврий системасини тўзди ва шунга асосланиб, шу вақтгача ҳали номаълум бўлган қатор кимёвий элементларнинг мавжудлигини олдиндан айтиб берди.

Ҳозирги замон атом физикасининг ривожланиши ҳақида айтилганлардан кўприниб турибдики, инсоният материянинг энг сирли хоссаларини - элементар зарралар тузилишини билишга муваффақ бўлди. Атом физикаси соҳасидаги ютуқлар: атом энергетикаси, элементар зарралар физикаси, ўта юқори энергиягача тезлатиш - буларнинг ҳаммаси инсоният олдида техникавий жараёнга кенг йўл очиб берди.

Муҳокама учун совоплар:

1.1.4. Атом таълимоти қачон ва кимлар томонидан яратилган?

1.1.5. Атом физикаси нимани ўргатади?

1.1.6. Қандай физик ҳодисалар атомнинг мураккаб эканлигини кўрсатади?

Дарсинг мақсади:

1. Талабаларда иссиқлик нурланиши ҳақида тушунча ҳосил қилиш

Индентив ўқув мақсадлари:

1.2.1. Жисмнинг нур сочиш ва нур ютиш қобилиятини билади.

1.2.2. Кирхгоф, Стефан-Больцман, Вининг қонунларини айтиб бера олади.

1.2.3. Планк формуласини келтириб чиқара олади.

1.2.4. Жисмнинг иссиқлик нурланиши деб нимага айтилишини билади.

1.2.5. Абсолют қора жисм тўғрисида тасаввурга эга.

2- саволнинг баёни:

Иссиқлик нурланиши. Жисмларнинг нур чиқариш ва нур ютиш қобилиятлари.

Жисмларнинг температураларини ошириш натижасида бўладиган нур сочиш иссиқлик нурланиши дейилади ва бу табиатда кенг тарқалгандир. Жисмларни турли хил усуллар билан ёруғлик чиқаришга мажбур этиш мумкин. Табиатда электр, магнит нурланишнинг энг кенг тарқалган тури иссиқлик нурланишидир. Жисмларнинг температурасини оширсак, жисмдаги электр зарядларининг (электрон, протон, ионлар) тебранма ҳаракати ортади, аввало қизаради, температура пасайиб борса, тескари бўлади. Температура пасая борган сари жисмни сочган (чиқарган) тўлқин узунлиги орта боради.

Жисмларни нур чиқариш температураси абсолют нолдан фарқ қиладиган исталган температурадаги барча жисмларга хосдир. Ҳар қандай

жисм ўзи нурланиши билан бирга бошқа атрофдаги жисмлар чиқараётган нур энергиясини бир қисмини ютади ва ютилган нур ҳисобига жисмлар исийди.

Жисмлар нур чиқариш йўли билан энергия йўқотиб, нур ютиш натижасида энергия олиб иссиқлик мувозанати вужудга келади. Жисмларни нур чиқариш ва нур ютиш қобилиятларини миқдорий баҳолаш учун қуйидаги характеристикалари киритилади. Жисмни тўла нур чиқариш қобилиятини $-E$. Бу жисм сиртини бирлик юзидан 1 секундда чиқариладиган энергия катталигидир. Жисмни тўла нур ютиш қобилиятини $-A$. Бу жисмнинг ютган нурий энергиясининг шу жисмга тўшаётган ҳамма нурлар энергиясига нисбатидан иборатдир. У ўлчовсиз катталиқдир.

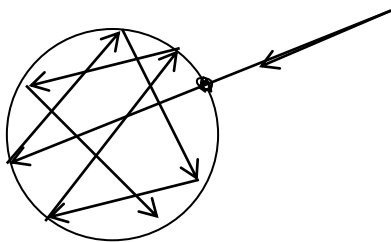
Тажриба кўрсатадики, жисмларнинг чиқарган (ютган) нур энергиясини миқдори турли хил тўл=ин узунликлари учун турлича бўлади. Шунинг учун спектрал нур чиқариш ва спектрал нур ютиш қобилияти деган тушунча киритилади. Жисмларни спектрал нур чиқариш қобилияти $-E_\lambda$ тўлқин узунлигини тор интервали $\lambda - \frac{\Delta\lambda}{2}$ дан $\lambda + \frac{\Delta\lambda}{2}$ гача оралиққа айтилади.

Жисмларнинг нур ютиш қобилияти $-A_\lambda$. Барча реал жисмларни нур ютиш қобилияти 1 дан кичик бўлади. Масалан: спектрнинг кўринадиган қисмида алюминий 0,1; мис 0,5; сув 0,67 нур ютиш қобилиятига эга бўлади.

Ўзига тушувчи ҳамма нур энергиясини ҳар қандай температурада бутунлай ютадиган жисмни абсолют қора жисм дейилади $A_\lambda = 1$.

Масалан: қора куя абсолют қора жисмга мисол бўла олади $A_\lambda = 0,95$.

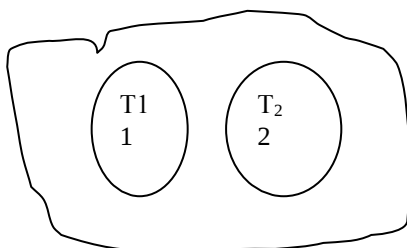
Абсолют қора жисмга ички сирти қорайтирилган ва деворида кичик тешиги бор, берк думалоқ жисмни мисол қилиб олиш мумкин. Тешик ковак орқали тушган ингичка нур дастаси ковак ички сиртидан кўп марта қайтиб амалда ташқарига қайтиб чиқмайди (1-расм).



1-расм

Нур ҳар бир қайтишда деворларда ютилади. Агар ковак катта температурада қиздирилса, у вақтда тешик равшанлашиб нурланаётган бўлиб кўринади.

Жисмларни нур чиқариш ва нур ютиш қобилиятларини ўзоро боғлиқликларини аниқлайлик. Бунинг учун температураси турлича бўлган фақат нур чиқариш ва нур ютиш йўли билан энергия алмаша оладиган иккита жисмдан иборат изоляцияланган системани қараб чиқайлик (2-расм).



2-расм

Бу системада бир оз вақт ўтгандан кейин мувозанат юз беради. Жисмларни нур мувозанати нур чиқариш ва нур ютиш қобилиятларини мос равишда E' , E'' ва A' , A'' орқали белгиласак, биринчи жисм юза бирлигидан 1 секунда иккинчи жисмга қараганда n марта кўп энергия нурланади.

$$E' = nE''.$$

Бу вақтда биринчи жисм 2-чи жисмга нисбатан n марта кўп энергия ютиши керак.

$$A' = nA''.$$

Кейинги икки тенгламани нисбатидан фойдалансак,

$$\frac{E'}{A'} = \frac{E''}{A''}.$$

Агар изоляцияланган система нур чиқариш қобилиятлари E' , E'' , E''' , ... ва нур ютиш қобилияти A' , A'' , A''' , ... бўлган жисмлардан иборат бўлса, бу жисмлардан биронтаси абсолют қора жисм бўлса, у вақтда

$$\frac{E'}{A'} = \frac{E''}{A''} = \frac{E'''}{A'''} = \dots \varepsilon. \quad (1)$$

ε - абсолют қора жисмнинг нур чиқариш қобилияти, (1) формула Кирхгоф қонунини ифодалайди.

Берилган температурада барча жисмлар учун нур чиқариш қобилиятини нур ютиш қобилиятига нисбатан ўзгармас катталиқ бўлиб, худди шу температурада абсолют қора жисмнинг нур чиқариш қобилиятига тенгдир.

Бу қонун жисмларнинг спектрал нур чиқариш ва нур ютиш қобилиятлари учун ҳам тўғри бўлади.

$$\frac{E'_\lambda}{A'_\lambda} = \frac{E''_\lambda}{A''_\lambda} = \frac{E'''_\lambda}{A'''_\lambda} = \dots = \varepsilon_\lambda. \quad (2)$$

Кирхгоф қонунидан қуйидаги учта муҳим натижа келиб чиқади:

1. Ҳар қандай жисмнинг берилган бирор температурада нур чиқариш қобилияти ўша температурада унинг нур ютиш қобилиятининг абсолют қора жисмнинг нур чиқариш қобилиятига кўпайтмасига тенгдир.

$$\left. \begin{aligned} E &= A\varepsilon \\ E_\lambda &= A_\lambda \varepsilon_\lambda \end{aligned} \right\}. \quad (3)$$

2. Ҳар қандай жисмнинг нур чиқариш қобилияти худди шу температурада абсолют қора жисмнинг нур ютиш қобилиятидан кичик

$$E = A \cdot \varepsilon. \quad A < 1 \text{ бўлса } E < \varepsilon.$$

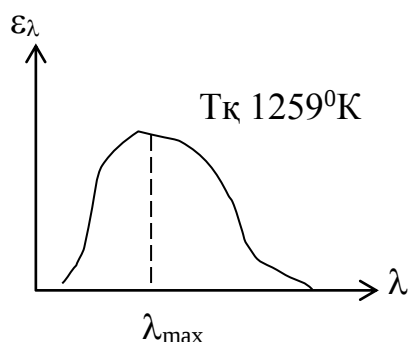
3. Агар жисм бирор тўлқинни ютмаса, у ҳолда бу жисм ўша тўлқинни чиқармайди

$$E_{\lambda} = A_{\lambda} \varepsilon_{\lambda}, \quad A_{\lambda}=0 \quad E_{\lambda}=0.$$

Агар жисмнинг нур ютиш қобилияти A ва абсолют қора жисмни нур чиқариш қобилияти ε маълум бўлса, (3) формуладан унинг нур чиқариш қобилиятини аниқлашга имкон беради.

Стефан–Больцман қонуни.

1879 йил австриялик физик Стефан томонидан экспериментал равишда олинган ва 1884 йил Больцман томонидан назарий равишда тушунтирилган. Бўларнинг ишига асосан абсолют қора жисм нурланиш спектридаги энергия тақсимоти ўрганилиб, абсолют қора жисм нурланиш спектридаги энергия тақсимоти (3-расмда) графиги келтирилган.



3-расм

Бунда абсолют қора жисмнинг нурланиш максимуми $\lambda_{\max}$ $T = 12590$ К да инфрақизил нурланишга тўғри келади.

Жисмнинг тўла нур чиқариш қобилияти - ε нинг температурага боғлиқлиги Стефан –Больцман қонунини ифодалайди. Бу қонун таърифи:

Абсолют қора жисмнинг тўла нур чиқариш қобилияти унинг абсолют температурасининг тўртинчи даражасига пропорционалдир.

$$\varepsilon = \sigma T^4$$

Бу ерда σ - Стефан –Больцман доимийси.

$$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ Вт м}^{-2} \text{ гр}^{-4}$$

$$\varepsilon(T) = \int_0^{\infty} \varepsilon(\nu, T) \cdot d\nu = \sigma T^4$$

$\varepsilon(\nu, T)$ -абсолют қора жисм учун нур сочиш оқим зичлиги.

$[\varepsilon]$ –Ж/м² с

Вин қонуни.

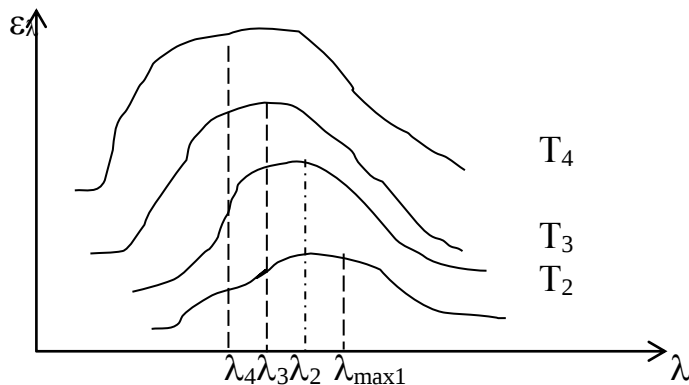
1893 йил немис физиги Вин томонидан яратилган тўлқин узунлиги $\lambda_{\max}$ температурага боғлиқлиги Вин қонуни билан ифодаланади. Абсолют қора жисмнинг максимум нурланишига тўғри келган тўлқин узунлик унинг абсолют температурасига тескари пропорционалдир:

$$\lambda_{\max} = \frac{b}{T}.$$

b – Вин доимийси. $b = 0,289 \times 10^{-2}$ м град.

Вин қонунини изоҳлаш учун графикда, кўмирнинг турли температураларда нурланиш спектридаги энергия тақсимооти берилган. Графикдан температурани ортиши билан нур чиқариш қобилияти орта боради.

$\lambda_{\max}$ тўлқин узунлиги эса камаяди, тақсимот эгри чизиқни максимуми чапга силжийди (4-расм).



4-расм

$$T_1 < T_2 < T_3 < T_4$$

$$\lambda_{\max 1} > \lambda_{\max 2} > \lambda_{\max 3} > \lambda_{\max 4}$$

Вин қонуни орқали қуёшнинг температурасини аниқлаш мумкин. Қуёш нурланишининг максимум энергияси тўлқин узунлиги $\lambda_{\max} = 0,47 \text{ мкм}$

$$T = \frac{b}{\lambda_{\max}} = \frac{0,289}{0,47 \cdot 10^{-4}} = 6160^0 K \quad \text{га тенг.}$$

Демак, қуёш сирти ҳарорати $6160^0 K$ га тенг экан.

Стефан–Больцман ва Вин силжиш қонунлари абсолют қора жисм нурланишининг хусусий қонунларидир. Улар турли температураларда энергияни тўлқин узунликлари бўйича тақсимланишининг манзарасини бермайди. Шунинг учун ўтган асрларда кўп уринишлар бўлган фақат 1900 йилга келиб немис олими Планк томонидан

$$\varepsilon_{\lambda} = f(\lambda, T)$$

кўринишдаги формулани назарий равишда олишга муяссар бўлган.

Планк ғояси электромагнит энергия бутунлай аниқ алоҳида порция ε ларда ёки квантларда чиқиши ва тарқалиши мумкин. Квант энергияси катталиги ε , 2ε , 3ε ва $n\varepsilon$ бўлиши мумкин.

Квант энергияси миқдори нурланиш частотасига тўғри пропорционал

$$\varepsilon = h\nu = \frac{c}{\lambda}.$$

c – ёруғлик тезлиги.

h – $6,62 \times 10^{-34} \text{ Ж} \cdot \text{с}$ – Планк доимийси.

λ - ёруғлик тўлқин узунлиги .

Масалан: яшил ёруғлик $\lambda=0,555$ мкм

$$\varepsilon = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5,55 \cdot 10^{-7}} = 3,6 \cdot 10^{-19} \text{ Ж}.$$

Барча ёруғлик тўлқин узунликлари учун квант энергиясини топиш мумкин.

Планк иссиқлик нурланиш квант характери тўғрисидаги тасаввурга асосланган ҳолда абсолют қора жисм спектрал нур чиқариш қобилиятини қуйидаги ифодасини олган.

$$\varepsilon_{\lambda} = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\frac{hc}{e^{\frac{hc}{\lambda T}} - 1}}$$

К – Больцман доимийси,

Т – абсолют температура,

е – натурал логарифмлар асоси.

Планк формуласи тажриба натижаларига мос келади, бу формуладан Стефан-Больцман ва Вин қонунларини келтириб чиқариш мумкин..

Муҳокама учун саволлар:

- 1.2.1. Нурланишнинг қандай турларини биласиз?
- 1.2.2. Қандай қилиб иссиқлик нурланиши юзага келади?
- 1.2.3. Жисмнинг иссиқлик нурланиши деб нимага айтилади?
- 1.2.4. Жисмларни нур чиқариш ва нур ютиш қобилияти деб нимага айтилади?
- 1.2.5. Абсолют қора жисм деб нимага айтилади?
- 1.2.6. Кирхгоф қонунини таърифини айтинг.
- 1.2.7. Кирхгоф қонунининг фан ва техникада ишлатилишини айтиб беринг.

Мавзу бўйича ечимини кутаётган илмий муаммолар

1. Табиатда бўладиган физик ўзгаришларни башорат қилиш механизминини яратиш.
2. Энергияни қайта тиклаш йўллари аниқлаш.
3. Табиатдаги фойдали қазилмалардан фойдаланишнинг илмий асосларини ишлаб чиқиш.

1- Амалий машғулот

2- мавзу: Иссиқлик нурланиш қонунлари.

Дарснинг мақсади: Иссиқлик нурланиш қонунларига доир масалалардан ечиш.

Идентив ўқув мақсадлари:

- 1.1.1. Иссиқлик нурланиш қонунларига тавсиф бера олади.
- 1.1.2. Иссиқлик нурланиш қонунларига доир масалалардан еча олади.
- 1.1.3. **Керакли материаллар ва воситалар:**
1. Атом физикасидан масалалар тўплами.

2. Микрокалькулятор, элементнинг даврий системаси, доимийликни аниқловчи жадвал.

1. Ер сиртидан космосга чиқадиган нурланишнинг қуввати $91 \text{ ж} / \text{м}^2\text{с}$ га тенг деб қабул қилинган.

А) Ўша қувват билан нурланаётган абсолют қора жисмнинг температураси қанча?

Б) 15°С температурада (Ер сиртининг ўртача температураси) ўша қувват билан нурланаётган жисмнинг тўла нурланиш коэффиценти қанча?

Ечиш. Нурланиш қуввати P нинг t нурланиш вақтига нисбати Φ_e нурланиш оқими деб аталади:

$$\Phi_e = P / t$$

Бошқача айтганда, нурланиш оқими вақт бирлигидаги нурланиш энергиясини характерланади

$$R_e = \Phi_e / S$$

$$a) R_e = 91 \text{ ж} / \text{м}^2\text{с} = 91 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

$$R_e = \sigma T^4$$

$$T = \sqrt[4]{91 \text{ Вт} / \text{м}^2 / 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}^4} = \sqrt[4]{91/10^8 / 5,67} \text{ К}^4 = 2010 \text{ К}$$

2. Қора жисмнинг бошланғич температураси $T_1 = 500 \text{ К}$. Қиздирилгандан кейин нурланиш 4 марта ошса, жисмнинг охириги температураси нимага тенг бўлади?

Берилган

Ечиш

$$T_1 = 500 \text{ К}$$

$$n = R_{e1} / R_{e2} = 4$$

$$R_{e1} = \sigma T_1^4$$

$$R_{e2} = \sigma T_2^4$$

$$T_2 = ?$$

$$n = R_{e1} / R_{e2} = T_2^4 / T_1^4$$

$$T_2 = 705 \text{ К.}$$

3. Қуёш нурланиши спектрал чизиғи максимал қийматининг тўлқин узунлиги $0,48 \text{ мкм}$. Қуёшни қора жисм деб қараб, унинг спектридаги температуранинг топинг.

Берилган

Ечиш

$$\lambda = 0,48 \text{ мкм} = 4,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$T = c / \lambda = 2,9 \cdot 10^8 \text{ м.К} / 4,8 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 6040 \text{ К}$$

$$T = ?$$

$$c = 2,9 \cdot 10^8 \text{ м.К}$$

4. Қуёш нурланиш спектрал чизиғи максимал қийматининг тўлқин узунлиги 500 нм . Қуёшни қора жисм деб қараб,

1) Қуёшнинг нурланиш энергияси;

2) Қуёшнинг нурланиш оқим энергияси;

3) 1 с вақт ичида қуёшдан чиқаётган нурланишнинг массасини аниқланг.

Берилган

Ечиш

$$\lambda = 500 \text{ нм}$$

$$R = \sigma T^4 \quad \lambda = c / T$$

$$c = 2,9 \cdot 10^8 \text{ м.К}$$

$$r = 6,95 \cdot 10^8 \text{ м}$$

$$R_e = \sigma (c / \lambda)^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 2,9 \cdot 10^8 / 5 \cdot 10^7 (\text{Вт} / \text{м}^2 \text{К}^4) (\text{м.К}^2 / \text{м}) = 64 \text{ МВт} / \text{м}^2$$

$$\Phi_e = 4\pi r^2 R_e = 3,9 \cdot 10^{26} \text{ Вт.}$$

$$E=mc^2 \quad E=\Phi \cdot t \quad \Phi_e=mc^2$$

$$m = \Phi_e/c^2 = 3,9 \cdot 10^{26} \text{Вт} / (3 \cdot 10^8)^2 = 4,3 \cdot 10^9 \text{кг}.$$

Нурланиш ва термодинамик мувозанат:

[1] 8.11, 8.12

[2] 18.20

[3] 1.9

Вин силжиши:

[1] 8.8-8.10

[2] 8.13-8.16

Планк қонуни:

[1] 8.14

[3] 1.17.1.20.1.21

1 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ.

Мавзу: Толаси ғойиб бўлувчи оптикавий пирометр воситасида юқори температураларни ўлчаш.

Ишнинг мақсади: Оптикавий пирометрлар билан танишиш.

Керакли асбоб ускуналар ва қурилмалар:

Толаси ғойиб бўлувчи пирометр, ф-4 фотоэлемент, вольтметр, амперметр, кинолампа, реостат, ёруғлик фильтри, вольтметр.

НАЗАРИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Юқори температураларни ўлчаш учун, қизиган жисмларни нурланишдан фойдаланишга асосланган оптикавий усулдан кенг фойдаланилади. Иссиқлик нурланишини ўлчаш асосида температураларни аниқлаш учун ишлатиладиган асбоблар оптикавий пирометрлар дейилади. Экспериментал физиканинг методлар билан температурани ўлчаш принципини ўрганувчи соҳани эса оптикавий пирометрия деб аталади.

Бу вазифанинг асосий мақсадлари: 1) оптикавий пирометрнинг ишини ўрганиш ва унинг ёрдамида қизиган жисмнинг (чўғланма лампочка толасининг, унга бериладиган қувватнинг, ҳар хил қийматларида температурасини ўлчаш); 2) вольфрамнинг интеграл нур чиқаришнинг температурага боғланишини топиш; 3) қаттиқ жисмнинг температураси ўзгарганда унинг оптикавий спектрининг ўзгаришини кузатишдан иборат.

РАВШАНЛИК ТЕМПЕРАТУРАСИНИ ЎЛЧАШ ПРИНЦИПИ

Қизиган жисмларнинг иссиқлик нурланиши жисмларнинг температурасини ўлчаш учун турли усулларда фойдаланилиши мумкин. Ушбу вазифада бу усуллардан техникада энг кўп тарқалган фақат биттасигина қўлланилади.

Бу метод қизиган жисмнинг равшанлигини ана шу спектрал интервалдаги абсолют қора жисмнинг равшанлиги билан таққослашга асослангандир.

Бирор температурагача қиздирилган қора жисм берилган ва унинг фонида махсус пирометрик лампочканинг толаси жойлаштирилган бўлсин. Биз тола ва жисмни уларнинг нурланиш спектрдан муайян бир тўлқин узунлигидаги спектрларни ажратадиган ёруғлик фильтри орқали қараймиз (одатда тўлқин узунлиги 6600 Å га тенг нур бўлади). Биз лампочканинг толасини

қизитаётган токни ўзгартириш йўли билан толанинг кўринмай қолишига, чўғланган қора жисмнинг фонида ғойиб бўлиб кетишига эришишимиз мумкин. Мана шу шароитда толани чўғлантираётган токнинг қийматини топамиз. Бу ишни қора жисмнинг қаршилиқ термометри, термопара ва ҳ.к. лар ёрдамида ўлчалган температурасининг бир неча қиймати учун бажарамиз. Шу йўл билан қора жисм фонида тола ғойиб бўлган пайтда қора жисм температурасининг қиймати билан толани чўғлантириш токи орасидаги муайян мослик аниқланади. Бу эса тола равшанлигининг чўғлантириш токига боғлиқлигини температуралар шкаласида даражаланганлигини билдиради. Бундан кейин лампочка толасини, ўз навбатида, термометр сифатида қўллашимиз мумкин. Ҳақиқатдан ҳам бирор қизиган жисмнинг фонида кўямиз ва толадаги чўғлантириш токини ўзгартириб, жисмнинг фонида толанинг ғойиб бўлишга эришамиз. Фараз қилайлик, бу ҳол бирор ток кучида содир бўлсин. У ҳолда даражалаш графигида фойдаланиб, қора жисмнинг фойдаланилган токи мос температурасини топамиз. Худди шундай температурада шу жисмнинг фонида илгари тола ғойиб бўлган эди. Агар температураси аниқланаётган жисмда нурланиш худди қора жисмдаги каби содир бўлса, у ҳолда равшанки, биз унинг изланаётган температурасини топган бўламиз. Агар бу жисм қора жисмга қараганда бошқача нурлайдиган бўлса, у ҳолда кўрсатилган усулда топилган температура қийматига бирор тузатиш киритиш лозим бўлади.

Ҳақиқатан ҳам, биз жисм температурасининг шундай қийматини топдикки, бунда унинг равшанлиги қора жисмнинг шу тўлқин узунлигидаги равшанлигига тенг бўлади. Бу жисмнинг бутун спектрдаги нурланиш қора жисмники каби бўлмаганлиги туфайли жисмнинг шу йўл билан топилган температурасини унинг ҳақиқий температураси деб ҳисоблаймиз оламиз. Бунда бу жисмнинг фақат равшанлик температураси деб аталувчи температурасини топамиз. Жисмнинг равшанлик температураси ҳамма вақт унинг термодинамик температурасидан паст бўлади. Бунга сабаб бир хил температурада исталган жисмнинг абсолют қора жисмга нисбатан кам нурланишидир. Демак, берилган моментда бирор қора жисм билан равшанлиги бир хил (муайян тўлқин узунлигида) исталган жисмнинг термодинамик температураси шубҳасиз, қора жисмнинг температурасидан юқори бўлади, яъни абсолют қора жисмнинг нурланиши бўйича даражаланган пирометр толаси ёрдамида аниқланган равшанлик температурасидан юқори бўлади.

Равшанлик температураси билан термодинамик температура орасидаги фарқ анча катта бўлиши мумкин. Масалан, 1000°C температура яқинда вольфрамнинг равшанлик температураси термодинамик температурадан 44°C паст бўлади, 3000°C да эса 327°C паст бўлади. Жисмнинг равшанлик температураси билан термодинамик температураси орасидаги боғланиш

$$\ln E_{\lambda, T} = C_1/\lambda \quad (1/T_{\text{терм}} - 1/T_{\text{равш}}), \quad (1.1)$$

муносабат орқали аниқланади.

Тўлқин узунлиги ва температурага боғлиқ. $E_{\lambda T}$ бўлган катталик исталган материал учун ўз қийматига эга бўлади ва махсус тажриба жараёнида олдиндан аниқланади. $E_{\lambda T}$ нинг бундан сўнг бизга керак бўладиган вольфрам учун қиймати $6600A^\circ$ тўлқин узунлигида 0,4 га тенг.

(1.1) муносабатдаги C катталик Планк ва Больцманнинг доимийликларига ва ёруғлик тезлигига боғлиқ, яъни 438 см .град., λ -ёруғлик тўлқин узунлиги (бизнинг ҳолда $6600 \cdot 10^{-8}$ см); $T_{\text{терм}}$ – жисмнинг термодинамик температураси, $T_{\text{равш}}$ – жисмнинг равшанлик температураси; ғойиб толали пирометр билан бевосита ўлчаб топилади. $T_{\text{терм}}$ қиймати $T_{\text{равш}}$ қийматига яқинлигини ҳисобга олиб (1.1), муносабатни

$$\Delta T = -\lambda T^2 \ln E_{\lambda T / C_1} . \quad (1.2)$$

кўринишда ёза оламиз, бунда ΔT пирометр воситасида ўлчаб топилган $T_{\text{равш}}$ – равшанлик температурасига ҳамма вақт қўшиладиган мусбат тузатиш.

Шундай қилиб, $T_{\text{терм}}$ термодинамик температуранинг қиймати

$$T_{\text{терм}} = T_{\text{равш}} + \Delta T , \quad (1.3)$$

тенглик билан аниқланади.

ҒОЙИБ БЎЛУВЧИ ТОЛАЛИ ПИРОМЕТРНИНГ ТУЗИЛИШИ

Амалда жисмларнинг температурасини, уларнинг равшанлигини қора жисм бўйича даражаланган толанинг равшанлиги билан таққослаш йўли билан ўлчаш махсус асбоблар – пирометрлар ёрдамида бажарилади. 1.1-расмда ўзининг конструкцияси жиҳатидан лаборатория кўриш трубасига ўхшаш бўлган пирометрнинг схемаси тасвирланган.

Пирометрнинг 1-объективи текшириладиган жисмнинг тасвирини пирометрик лампа толаси 3 жойлашган текисликка проекциялайди. Лампа чизмамиз текислигига перпендикуляр текисликдаги кесими. Яна бир марта 5.1- расмда кўрсатилган. Бу расмда лампа ичида унинг чўғланиш толаси ҳосил қилган тасвирини 5 окуляр орқали кўради. Шу окулярнинг ўзида юқорида бир неча марта эслатиб ўтилган 4 қизил ёруғлик фильтри жойлашган.

Қизил ёруғлик фильтри ўлчашларда ҳамма вақт зарур, аммо бу фильтр объектни оқ ёруғликда фокуслаш қулай бўлиши учун пирометр трубасини ўлчаш объектига тўғрилашда окулярни кўриш майдонидан чиқарилиши мумкин. Бу ёруғлик фильтрини окулярнинг кўриш майдонидан чиқариш ва кўриш майдонига пирометр окулярдаги ҳалқани айлантириш билан амалга оширилади.

Пирометрда қизил ёруғлик фильтрдан бошқа, яна битта қизғиш сусайтурувчи ёруғлик фильтри бўлиб, бу фильтр пирометрнинг объективи билан унинг лампаси орасидаги нур йўлига зарурият туғилгандагина киритилади. Бу 2 ёруғлик фильтри пирометр трубасининг расмда пунктр чизиқ билан кўрсатилган. Бу ёруғлик фильтри текшириладиган жисмнинг

температураси 1400°C дан юқори бўлганда унинг температурасини олдиндан сусайтириш учун киритилади. Пирометрик лампанинг толасини бундан юқори температурада чўғлана бошлайди, ўз кесимини ўзгартиради ва лампа балонининг деворларини қорайтиради. Қизиган жисмнинг равшанлигини сусайтирувчи 2 ёруғлик фильтри бўлганда бундай типдаги пирометр 2000°C температурада ҳам қўлланилиши мумкин. Маълумки, пирометрни бу қўшимча ёруғлик фильтри билан қўллаш унинг толасини қора жисм бўйича янги шароитга мослаб даражалаш талаб қилади.

Бизнинг пирометримиз 700-1400° С температура оралиғида сусайтирувчи ёруғлик фильтрсиз қўлланилади, қўшимча ёруғлик фильтри билан эса 1200-1400°C температура оралиғида ишлай олади. Сусайтирувчи ёруғлик фильтрини улаш ва ўзиш пирометр трубасининг, трубага ўрнатилган ҳалқани буриш билан бажарилади. Бу ҳалқани 1400° С ёки 2000° С белгига ўрнатиб, пирометрни у ёки бу диапозантида ишлашга тайёрлаш мумкин.

Лампани чўғлантириш занжирига уланган миллиамперметр бевосита Цельсий градусларида даражаланган.

Миллиамперметрнинг циферблатида 700°C дан 1400°C гача ва 1200°C дан 2000°C гача температура диапазонни учун мылжалланган шундай иккита градус шкаласи бўлиб, бу эса пирометрнинг сусайтирувчи фильтр билан ва бундай фильтрсиз ишлашга мосдир. (Миллиамперметрда одатдаги, миллиамперметрга бўлинган шкала ҳам бор, брок бу шкаладан фойдаланилмайди). Пирометрик лампанинг чўғланиш толаси унча катта бўлмаган махсус аккумуляторга уланган бўлиб, уни бошқа ток манбаи билан алмаштириш мутлақо мумкин эмас. Чўғланиш толасининг токи, бевосита пирометрнинг трубаси тагидаги устунга монтаж қилинган реостат билан бошқарилади. Ўлчаш пайтида реостатнинг қаршилиги ҳалқа воситасида ўзгартирилади, бу ҳалқа ҳам пирометрнинг трубаси тагига жойлаштирилган.

Бу машқда ўлчанадиган объект хизматини автомобиль лампалари типдаги чўғланма лампа спирал бажарилади. Бу лампа спиралининг температураси ундан ўтаётган токларнинг турли қийматларида ўлчанади. Демак, лампага берилаётган токнинг турли қувватларида ўлчанади. Лампа пасайтирувчи трансформаторидан фойдаланиб, таъминланади. Бу трансформатор 220 в кучланишли ўзгарувчан ток тармоғига уланганида, чиқишга 4 в кучланиш беради. Трансформаторнинг қопқоғидаги бошқариш тутқичи ҳамма вақт “ярче” вазиятига ўрнатилади. Текширилаётган лампадаги чўғлантириш токи ўзаро параллел уланган 10 ва 20 Ом қаршиликлари реостат ёрдамида бошқарилади. Биринчи реостат чўғлантириш токини хонаки бошқариш учун, иккинчи реостат эса шу токнинг ўзини аниқроқ бошқариш учун хизмат қилади. Бундан ташқари, лампанинг чўғлантириш занжирига яна амперметр ва толага параллел қилиб вольтметр уланган. Асбобларнинг бундай комбинацияси текширилаётган лампанинг спиралидан чиқадиган электр қувватини ўлчаш имконини беради.

Текширилаётган лампани таъминлаш монтажининг схемасини қараб чиқишда пасайтирувчи трансформаторнинг яна кичкина ёритиш

лампочкасига хизмат қилишига диққатни жалб қиламиз. Бу лампочканинг вазифаси ҳақида кейинроқ гапирилади.

Қурилмани ўлчаш учун тайёрлаш

Қурилма умумий кўриқдан ўтказилгандан сўнг, пирометр реостати жилгичининг ҳалқаси (у пирометр трубасининг тагида жойлашган) чапдаги энг четки вазиятга бурилади, пирометрнинг чўғланиш толаси занжирдаги рубильник ёрдамида уланади. Пирометр толасини окуляр орқали кўзатиб туриб, эслатиб ўтилган реостат ҳалқаси соат стрелкаси йўналишида, пирометрик лампа толасининг сиртмоғи қип-қизил бўлиб, чўғлангунча аста-секин айлантирилади. Асбобнинг окулярини бўйлама силжитиб, кузатувчи толани кўзда фокуслайди. Сўнгра қурилманинг бошқа қисмлари ўлчашга тайёрланаётган пайтда чўғланиш толасининг занжири рубильник ёрдамида узилади, бунда реостат ҳалқасининг вазияти ўзгартирилмайди.

Текшириладиган лампочканинг занжирига иккала реостатнинг 10 ва 20 Ом қаршиликлари тўла киритилади. 220 В кучланишли розеткага шу лампочканинг трансформаторлардан келган сими уланади. Бунда спектроскопнинг шкаласини ёритадиган қўшимча лампочка ҳам ёнади. Ёрдамчи 11 трубканинг ёритилишини рослаш йўли билан спектроскоп шкаласи яхши кўринадиган қилинади. Сўнгра текширилаётган лампочка спиралининг чўғланишини кузатиб турган ҳолда реостат қаршилиги 10 Ом га камайтирилади. Спирал қип-қизил бўлиб чўғлангандан кейин унга пирометр тўғирланади ва пирометирнинг объективини силжитиб (трубанинг олдинги тубуси билан биргаликда) лампочканинг спирали трубасининг окулярида аниқ кўринганда фокусланади. Пирометрни кузатиладиган объектга тўғирлашда иккала ёруғлик фильтрини (трубанинг окуляридаги ва тубисидаги фильтрларни) ўзиб қўйган маъкул.

Шундан сўнг, пирометрик лампочка қайтадан уланади ва пирометрик лампочканинг толаси ҳамда текширалаётган лампочканинг толаси яхши кўринадиган шароитлар мос тушиш ёки тушмасликги текширилади. Обьектив ва окуляр бундан олдин топилган вазиятлар атрофида оз-оз жилдириб, керакли шароитга эришиш мумкин. Практикумда ишлатилаётган қурилмада бу шартга риоя қилинган албатта.

ЎЛЧАШЛАР

Пирометрнинг трубасига иккала ёруғлик фильтри киритилади, сўнгра текширилаётган лампочканинг чўғлантириш занжирдаги реостатлардан фойдаланиб, қурилмадаги жадвалда тавсия этилган чўғлантириш токи кучининг қийматлари навбат билан ўрнатилади. Ток кучининг қийматини ўлчаш билан бирга, шунингдек, лампа спиралида кучланиш тушиши ҳам 0,1 В аниқликда аниқлаш реостатларнинг силгичлари сурилгандан сўнг 1 – 2 минут ўтгач, текширилаётган лампа занжирида режим тўла қарор топганда бажарилиши керак.

Ток кучининг ҳар бир ўрнатилган қиймати учун пирометрда текширилаётган лампа спиралининг температураси ўлчанади. Бунинг учун пирометрик лампа толасининг чўғланиши текширилаётган лампа

спиралининг фонида тола тасвири ғойиб бўлгунча ўзгартириб турилади. Шу шароитда, пирометрик лампа толасининг температураси пирометрнинг миллиамперметри бўйича 10°C аниқликгача ҳисобланади.

Бу ҳолда ҳам шуни назарда тутиш керакки, пирометр лампасининг толаси иссиқлик инерциясига эга ва уни аста – секин чўғлантириш лозим.

Температура ўлчашни ҳар сафар пирометр толасининг чўғланиши ўзгартирилиб ва толанинг ғойиб бўлиш шароитини қайтадан топиб, камида уч марта ўлчаш лозим.

Текширилаётган лампочка спиралининг температурасини ўлчаш билан бирга, спектроскоп воситасида спираль, спектрини ҳам кузатиб бориш лозим. Ўлчаб топилган температуранинг ҳар бир қиймати учун спектроскопнинг тўлқин узунликлари шкаласи бўйича кўк спектр чегарасининг вазияти ёзиб борилиши керак.

Ишни бажариш тартиби:

- 1.1. Қурилмани схема бўйича йиғинг.
- 1.2. Ўрганилаётган лампанинг U кучланишини ўлчанг.
- 1.3. Пирометрдан фойдаланиб, вольфрам симнинг $T_n^{\circ}\text{C}$ температурасини аниқланг.
- 1.4. Ток кучини микроамперметрдан фойдаланиб аниқланг.
- 1.5. Олинган қийматлардан фойдаланиб, Стефан-Больцман доимийсини формула бўйича аниқланг.
- 1.6. Олинган қийматлардан фойдаланиб, Планк доимийсини аниқланг.
- 1.7. Қийматларни жадвал кўринишда беринг.
- 1.8. Абсолют қора жисм нурланишининг энергия тақсимот графигини чизинг.

ЎЛЧАШЛАР НАТИЖАЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

1. (1.3) формуладан фойдаланиб, толанинг ўлчанган равшанлик температураси бўйича, унинг термодинамик температураси топилади. Шуни эсда тутиш керакки, пирометр шкаласида температура Цельсий градусларида кўрсатилган, (1.3) формулада эса толанинг абсолют температураси олинган.
2. Спиралнинг ҳар қайси термодинамик температурасининг қиймати учун текширилаётган лампочканинг спиралига берилган қувват $0,1$ Вт аниқликгача ҳисобланади ва 1.1 жадвалга киритилади.
3. Лампада сарф қилинадиган қувват, лампа толасининг термодинамик температурасига боғланиш графиги чизилади.
4. Спектрнинг кўринувчан чегараси тўлқин узунлигининг термодинамик температурага боғланиш графиги чизилади.
5. Вольфрамнинг интеграл нур чиқариш қобилияти унинг термодинамик температурасига боғланиши қуйидагича топилади. Тажрибада абсолют қора жисм учун ривожлантирилган нурланишнинг термодинамик назарияси кўрсатишича

$$E_{\text{к.ж}} = \sigma T^4. \quad (1.4)$$

муносабат ўринли бўлиши лозим, бунда σ - Стефан- Больцман доимийси.

Қора бўлмаган жисмлар учун E нинг қийматини

$$E = VT^4. \quad (1.5)$$

кўринишда ёзиш мумкин. Бунда V ва n катталиклар температуранинг турли ораликлар учун турличадир. Бироқ, VT^4 ҳамма вақт σT^4 дан кичик, албатта. Келтирилган ўлчаш натижалари ўрганилган температуралар интервалида n нинг қийматини топиш имконини беради. Буни қуйидаги йўл билан амалга ошириш мумкин. Юқори температурада текширилаётган лампанинг спиралига бериладиган W қувватнинг деярли ҳаммаси нурланишга сарф бўлади, яъни $W=E$. Шунинг учун (1.5) ва тенгликлардан

$$\ln w = \lg V + \lg T_{\text{терм}}, \quad (1.6)$$

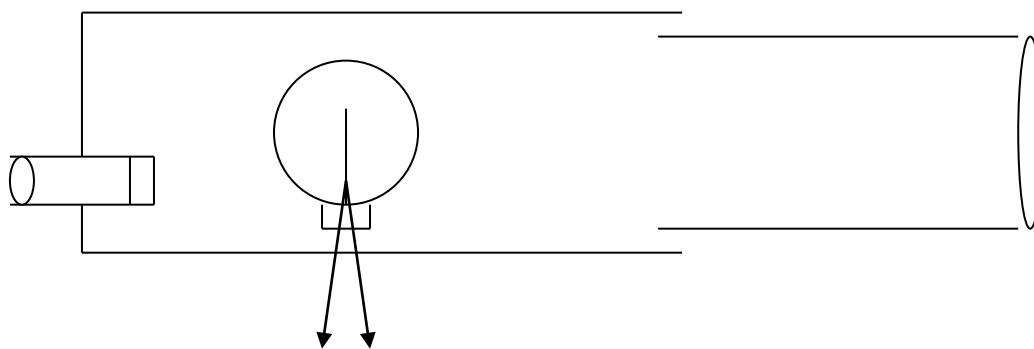
ифодага эга бўламиз. Тажрибада топилган $\lg T_{\text{терм}}$ нинг $\lg W$ га боғланишини график усулда чизиб, n ни ҳосил бўлган график чизиғи билан абцисса ўқи орасидаги бурчак тангениси сифатида топиш мумкин.

6. Олинган натижалар 1.1 жадвалга туширилади.

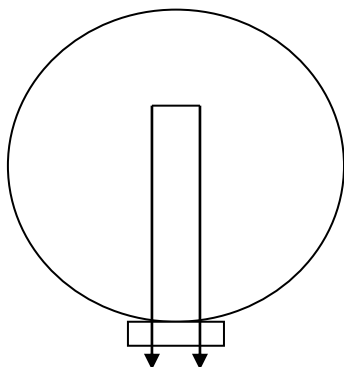
7. (?)

ЎЗ-ЎЗИНИ ТЕКШИРИШ УЧУН САВОЛЛАР

1. Иссиқлик нурланиш (?) нима?
2. Абсолют қора жисм нурланиш қонуниятларини айтинг.
3. Пирометр қандай асбоб?
4. Пирометрнинг ишлаш принципини тушунтиринг.
5. $\lambda_{\text{max}} = 1 / 4,97(hc / kT)$ формуласи қайси қонунни ифода қилади?
6. $4,4 \text{ см}^2$ бўлган лампа толаси юзасидан, ҳар бир 1 с вақт ичида см^2 юзадан чиқаётган нурланишнинг қувватини аниқланг.



5.1-расм



5.2-расм

5.1-жадвал

Т.Н	T_λ	$T_{урт}$	$I_{киз}$	$I_{кук}$	I	U	T	$\frac{I_{кук}}{I_{киз}}$	W	σ	$\sigma_{жс}$	$\Delta\sigma$
1												
2												
3												

АДАБИЁТЛАР

1. Г.С. Лансберг. “Оптика” Наука, М.: 1976.
2. Г. Рибо. «Оптическая пирометрия» Г Т Т И, М.: 1934.
3. «Методика измерения температуры», 2-том, ИЛ, М.: 1954.
4. Абдуллаев А., Ниязов Ш. К., Рахмонов Г. Т. Умумий физика курси "Атом физикаси" бўлимидан лаборатория ишларига доир ўқув-методик қўлланма. Гулистон. 2000.43-52 бетлар.
5. Евграфова Н. Н., Каган В. Л. Руководство к лабораторным работам по физике. Высшая школа. М.: 1970.

2- амалий машғулот

4-мавзу: Абсолют қора жисм нурланишини экспериментал аниқлаш

Дарсинг мақсади: Талабаларга абсолют қора жисм нурланишининг экспериментал аниқлаш усулини тарихи тўғрисида тушунча бериш.

Идентив ўқув мақсади: Кирхгоф, Луммер, Прингстейм тажрибасини билади. Кирхгоф қонунини физик моҳиятини билади. Кирхгоф қонунидан келиб чиқадиган 3 та хулосани ўзлаштириб олган.

Керакли воситалар ва материаллар:

1. Горбунова О.И., Зайцева А.М., Красников С.Н. Задачник-практикум по общей физике. Оптика и атомная физика, - М.: Просвещение, 1977.
2. Волькенштейн В. С. Умумий физика курсидан масалалар типлари. - Т.: Ўқитувчи. 1969
3. Иродов И. Сборник задач по атомной и ядерной физике. - М.: Атомиздат, 1976.
1. Масаланинг Кирхгоф томонидан қўйилиши.
 2. $E(T)$ ва $E(T, V)$ ни аниқлашда бошланғич тажрибалар
 3. Луммер ва Прингстейм тажрибалари. Экспериментал деталлар ва натижалари.
 4. Экспериментал натижаларни ишлаб чиқиш.
 5. Луммер ва Прингстейм тажрибаларидан Планк формуласининг юзага келишидаги роли.

А Д А Б И Ё Т Л А Р .

- 1.Тартаковский П.С. Кванты света. ГИЗ. М.-Л.,1982.
- 2.Триг Дж. Решающие эксперименты в современной физике, Мир.,1974
- 3.Мальцев В.М., Селезнев В.А., Андреев В.А. Оптическое излучения. Знание сер.физика, 8/1979
- 4.Литвинов В.С. Рохлин Г.Н. Тепловые источники оптического излучения Энергия, М, 1975.
5. Бураковский Т. Пизиньский Е. Саляк А. Инфракрасные излучатели. Энергия, М. 1978.
6. Савелов И.В. Умумий физика курси. 3-т. Оптика. Атом ва ядро физикаси. Ўқитувчи. 1986 й. 1-бўлим.
- 7.Королёв Ф.А. Физика курси. Оптика. Атом ва ядро физикаси. Т. Ўқитувчи. 1998.

Мустақил иш топшириқлари:

1-топшириқ.

1. Атом физикасининг бўлимларини таҳлил қилинг.
2. Уларнинг бошқа фанлар билан муносабати.
- 3.Атомистик таълимот босқичлари қандай бўлганлигини изоҳланг.

4. 19-20- асрда атом тузилиши тўғрисидаги қарама -қаршиликлар.

[1] § 194- 197 691- 699 б

[2] § 53 296- 303 б

[3] § 308- 309 299– 303 б

2-топшириқ

1. Иссиқлик нурланишининг классик назарияси.
- 2.Планк формуласидан фойдаланиб, Релей-Жинс, Стефан-Больцман, Виннинг силжиши қандай тушунтирилади?
3. Кирхгоф қонуни тадбиқига доир масалалар тузинг.
4. Абсолют қора жисм.

3- топшириқ

1. Абсолют қора жисм деб нимага айтилади?
 2. Абсолют қора жисм қонунларининг таърифини айтинг.
 3. Вин қонунлари орқали қуёшнинг температурасини аниқланг.
- Қуёш нурланишининг максимал энергияси тўлқин узунлигини (λ) 0,47 мкм тўғри келади, унинг температурасини аниқланг.

А) 6200⁰ К Б) 6160⁰К В) 7000⁰ К

[1] § 199- 202 703 - 710 б

[2] § 53-54 296- 303 б

[3] § 310- 313 307– 322 б

Назорат соволлари:

1. Жисмнинг иссиқлик нурланиши деб нимага айтилади?
2. Жисмларни нур чиқариш ва нур ютиш қобилияти деб нимага айтилади?
3. Абсолют қора жисм деб нимага айтилади?
4. Кирхгоф қонунини таърифини айтинг.
5. Кирхгоф қонунининг фан ва техникада ишлатилишини айтиб беринг

- | | | |
|-----|------------|------------|
| [1] | § 194- 197 | 691- 699 б |
| [2] | § 53 | 296- 303 б |
| [3] | § 308- 309 | 299– 303 б |

6. Абсолют қора жисм деб нимага айтилади?
7. Абсолют қора жисм қонунларини таърифини айтинг.
8. Вин қонунлари орқали қуёшнинг температурасини аниқланг. Қуёш нурланишининг максимал энергияси тўлқин узунлигини (λ) 0,47 мкм тўғри келади.
А) 6200^0 K Б) 6160^0 K В) 7000^0 .

Мавзу бўйича якуний хулоса

1. Атом физикаси олимлар олдида энг муҳим фалсафий муаммоларини қўяди.
2. Зарраларнинг ўзаро таъсири муаммоси.
3. Модда ва жисм орасидаги боғланиш.
4. Энергия турлари ва уларнинг бир турдан иккинчи турга айланиши.
5. Антик атомистикадаги жисмларнинг тузилиши ҳақидаги муаммоларни ҳал қилишдаги уринишлар.
6. Уйғониш даври ва XVII , XVIII асрда модда тузилиши ҳақидаги фикрлар.
7. 19 асрда атом ҳақидаги таълимотнинг ривожланиши ва Мах, Авенариус, Оствальд, Пуанкре дунёқарашлари.
8. Томсоннинг атом моделидаги камчиликлари.
9. Резерфорднинг атом тузилишини ўрганишдаги тажрибасидаги муаммолар.
10. Ньютон механикасининг атомдаги электронлар ҳаракатини ўрганишда ишлатиб бўлмаслик муаммоси.
11. Бу мавзу абсолют қора жисмнинг мувозанатли ҳолдаги нурланишга бағишланган. Кирхгоф қонунида $E(\nu, T)$ универсал характердаги функция, шунинг учун ҳам абсолют қора жисмнинг нурланиш қобилиятини белгилайди ва жисмнинг чиқариш қобилиятини характерлайди.
12. Виннинг формуласи классик физика тушунчалари асосида келтириб чиқарилган. Бу формуладан Сефан-Больцман қонунини ва силжиш қонунини келтириб чиқариш мумкин: Рэлей-Жинс классик қонуни ультрабинафша ҳалокатга олиб келиши мумкин ва $E(T)$ максимум билан боғланишни ифодалайди.

5-мавзу: Электромагнит тўлқинларининг корпускуляр хоссалари.

Асосий саволлар:

1. Фотоэффект.
2. Комптон эффекти.
3. Ёруғлик босими.

Таянч сўз ва иборалар:

Квант, микрозаррача, нисбийлик назариясида, релятивистик, релятивистик бўлмаган, чегаравий мезон, Планк доимийси, координата, импульс, ҳаракат миқдори моменти, аниқаслик муносабати, фотоэффект, фотон, электрон, фотоэлемент, фотоэффектнинг қизил чегараси, электрон эмиссия, динод, энергия ва импульснинг сақланиш қонуни, абсолют қора жисм, қайтариш коэффициенти.

Мавзуга оид асосий муаммолар:

- 2.1.1. Абсолют қора жисмнинг нурланиши ўрганишда юзага келган муаммони ҳал қилиш учун квант ҳақида гипотеза илгари сурилди.
- 2.1.2. Классик механика ва статика еча олмаган иссиқлик нурланиши энергиясининг ютлиш ва чиқариш жараёни узлукли юз беришини ҳал қилди.
- 2.1.3. Гравитацион майдон билан фотон таъсири муаммоси: ўзаро таъсир эффекти бўлиб нисбийлик назарияси орқали тушунтирилади.
- 2.1.4. Импульснинг сақланиш қонунини фотоэффектга тадбиқ қилиш муаммоси.
- 2.1.5. Ёруғлик босими коллектив шакилдаги эффект, яъни жуда кўп зарралар иштирок этиши.

1-асосий савол: Фотоэффект.

Дарснинг мақсади: Талабаларга электромагнит тўлқинларнинг корпускуляр хусусиятлари ҳақида тушунча берилади.

Идентив ўқув мақсадлари:

1. Фотоэффект ҳақида умумий тушунчага эга.
2. Эйнштейн формуласини ёза олади.
3. Электронларнинг металлдан чиқиш ишини аниқлаш формуласини билади.
4. Электронларнинг металлдан чиқиш ишини аниқлаш формуласини билади.

(4-нега айнан такрор?)

1-асосий саволнинг баёни:

Биз из табиатдаги бўладиган квант ҳодисалари билан танишиб чиқамиз. «Атом физикаси»нинг бошқа бўлимларидан ажраб қолган эмас, улар билан чамбарчас боғлиқ. Биз ҳозиргача табиат қонунлари билан классик физикада танишиш жараёнида жисмларнинг микротузилиши унча катта аҳамиятга эга эмас деб қарадик. Шундай қилиб, энди биз микрофизика ҳодисалари билан шуғулланамиз. Бундан ташқари классик физика қонулари тақрибий характерга эга эканлигини биламиз.

Махсус нисбийлик назариясида ёруғлик нурининг тарқалиш тезлиги $3 \cdot 10^8$ м/с деб қаралади. Ёруғлик тарқалиш тезлиги с бизга физик ҳодисанинг релятивистик ва релятивистик бўлмаган ҳолатларини чегаравий мезони сифатида ишлатилади. Демак, энди «классик физика ва квант физикаси орасида шундай чегаравий мезон борми?» деган савол қўйилади. Бундай доимийлик бор. У Планк доимийси деб аталади. Унинг қиймати қуйидагига тенг:

$$h = 6,26 \cdot 10^{-27} \text{ эрг.с,} \quad (\text{СГС системасида})$$

$$(\text{СИ системасида})$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-31} \text{ Ж} \cdot \text{с} = 0,59 \cdot 10^{-15} \text{ эВ.}$$

Планк доимийсининг физик қиймати (вақт) $\times$ (энергия) = (узунлик) $\times$ (импульс) = (ҳаракат миқдори моменти) га тенг. Бизнинг чегаравий мезон қуйидаги хоссага эга, агар физик системадаги динамик ўзгарувчининг сон қиймати h Планк доимийсининг катталигига яқин бўлса, унда бу системанинг ҳолатини квант физикаси чегарасида кузатилади. Агарда ўзгарувчи h дан жуда катта бўлса, унда система классик физика қонунлари билан ўрганилади. Классик физикада динамик ўзгарувчи сифатида $q(x,y,z)$ координата, импульсининг ташқил этувчиси, ҳаракат миқдори ҳолати ва бошқаларни олиш мумкин. 1927 йили В.Гейзенберг аниқмаслик муносабатини аниқлади. Уни кўриб чиқайлик. $q(x,y,z)$ ва $P(P_x, P_y, P_z)$; (q,p) q -заррачанинг координатаси, p - унинг импульси. Бу ҳол учун

$$\Delta q \cdot \Delta p \geq h / 2\pi \quad (1)$$

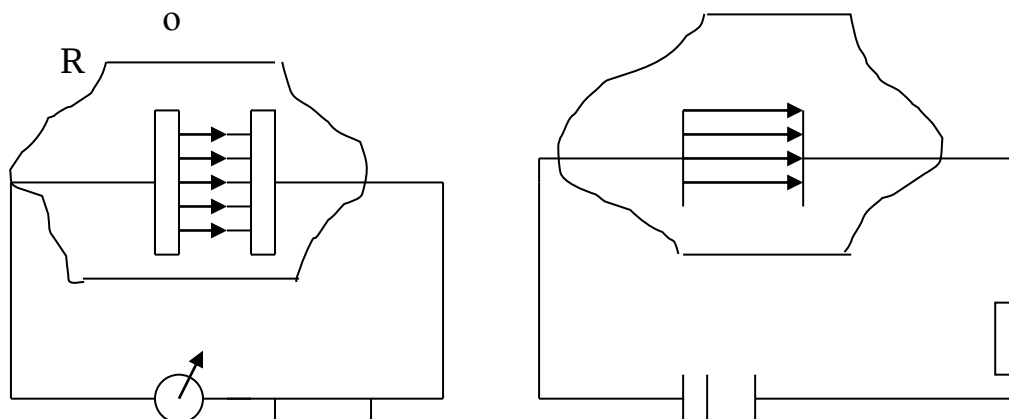
Бу ерда Δq ва Δp - ўлчаш вақтидаги q ва p нинг ўртача квадратик хатоси. Ёзилган ифодадан, икки ўзгарувчини бир вақтнинг ўзида аниқ ўлчаш мумкин эмас, уларнинг даражаси Планк доимийси орқали баҳоланади. Планк доимийсининг қиймати кичик бўлганлигидан аниқмаслик муносабати микрофизикада унча катта аҳамиятга эга эмас.

Жисмлар ёруғлик энергияси ютганида бу энергиянинг бир қисми электр энергиясига айланиши мумкин, натижада жисмларда Э. Ю. К. ёки электр токи ҳосил бўлади, ёки жисмларнинг электр қаршилиги ўзгаради.

Бундай турдаги барча ҳодисалар фотоэлектр эффект ёки фотоэффект деб аталади. Фотоэффект ҳодисасини Г.Герц қайд қилган (1887), А. Г. Столетов ва инглиз физиги Гальвакс (1888) томонидан систематик ўрганилади. Модда (металл) сиртига тушувчи фотонлар моддага кириб энергиясини электронга беради. Агар тушувчи фотонлар энергияси етарлича катта бўлса, у ҳолда электронлар тегишли кинетик энергия олади ва металл сиртидан атроф фазога учиб кетиши мумкин. Агар берк занжир ҳосил қилинса, у ҳолда бу электронлар ҳисобига ундан электр токи оқиши мумкин. L-ёруғлик ҳосил қилувчи симоб лампасидан, ёруғлик К металл сиртига тўшади ва ундан электронлар узилиб чиқади. К (катод) ва А (анод)



пластинкалар симоб лампасидан чикувчи ультрабинафша нурларни яхши ўтказувчи О кварц дарчали R шиша найчага кавшарланган.



R шиша найчадан ҳаво сыриб олинган ва юқори вакуум ҳосил қилинган. K сиртдан учиб чикувчи электрон турли йўналиш бўйлаб тарқалади, уларнинг бир қисми A пластинкага етади ва R ташқи занжир ҳамда гальванометр орқали пластинкага қайтиб келади.

Ёруғлик билан ёритилган K пластинка ва A пластинка гальваник элемент сингари ток манбаига айланиб қолади. Лекин A пластинкага кам сонли электронлар етиб келади, чунки K пластинкадан учиб чикувчи электронлар пластинка атрофидаги ҳажмий зарядларда ушланиб қолади. Шу туфайли бундай асбобларнинг ф.и.к. унча катта эмас. Бундай асбобга фотоэлемент деб аталади. Ҳозирги ҳолдаги фотоэлемент ташқи фотоэффектга асосланган. Фотоэлемент орқали ўқувчи ток кучини ошириш учун расмда кўрсатилгандек, V ташқи э.ю.к. манбаига уланади. Ёруғлик таъсирида ажралган барча электронлар A пластинкага бориб тушганда J_s тўйиниш токи ҳосил бўлади.

$$J_s = kF, \quad (2)$$

бу боғланишни Столетов топди, K-бирор доимий, F-эса K катодда тушувчи ёруғлик оқими. (2) формула фотоэффектнинг биринчи қонуни деб аталади. А. Эйнштейн квант жараёнларида энергиянинг сақланиш қонунига кўра фотоэффектнинг иккинчи қонунини аниқланади.

$$h\nu = mv^2/2 + e\phi, \quad (3)$$

бу ерда ν -фотоэлементга тушувчи ёруғлик частотаси, m - электрон массаси, v - унинг тезлиги, e - заряди, ϕ -электроннинг сиртдан ажралиши учун енгиши керак бўлган чиқиш потенциали. Бу қонун Эйнштейн қонуни деб аталади. Бу қонуннинг (3) формуладаги қиймати қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$W_e = e\phi, \quad (4)$$

қўшилувчи чиқиш иши деб аталади. $\nu=0$ да ташқи фотоэффект бўлмайди. Бу ҳол фотоэффект чегараси деб аталади. Бу чегара ёруғликнинг

ν_0 тебраниш частотаси билан белгиланади (фотоэффектнинг қизил чегараси). Ташқи фотоэффектдан ташқари, беркитивчи қатлам ёки фотоўтказувчанлик ҳам мавжуд. Беркитувчи қатламли фотоэффектни биринчи марта (1888) рус физиги Ульянин В. А. томонидан қайд қилинди. Ёруғлик квантлари кўзга жуда сезилувчи, кўз ҳар бир квантни алоҳида сезмаса-да, С. И. Вавиловнинг ўлчашларига асосан, кўзнинг максимал сезгирлиги 550 нм да ўртача 1с вақт ичида 200 квантга тўғри келади. Юқоридаги айтилганларга асосланган ҳолда, ёруғликни квантлардан иборат деб қаралади. Ёруғлик нури $h\nu$ порцияси кўринишда чиқади ва фазода ҳаракат қила бошлайди. Фотон моддалар билан $h\nu$ порция кўринишда таъсирлашади. У ёруғлик тезлигига тенг тезликда ажралган ҳолда ҳаракат қилади. Бундай элементар ёруғлик заррасига фотон деб аталади.

$$E = h\nu, \quad (4)$$

фотонинг энергияси частотага боғлиқ ва сон қиймати $h\nu$ тенгдир. Махсус нисбийлик назариясидан бизга маълумки, энергия E узлуксиз m масса билан боғланган, уларнинг сон қийматлари эса

$$E = mc^2, \quad (5)$$

формула билан аниқланади, бу ерда m – фотон массаси. Шунга асосланган ҳолда фотон массаси m қуйидагича аниқланди $m = h\nu/c^2$. Фотон ёруғлик тезлигига тенг v тезлик билан ҳаракатланганлиги учун унинг импульси

$$P = m \cdot c = h\nu/c, \quad (6)$$

га тенг бўлади.

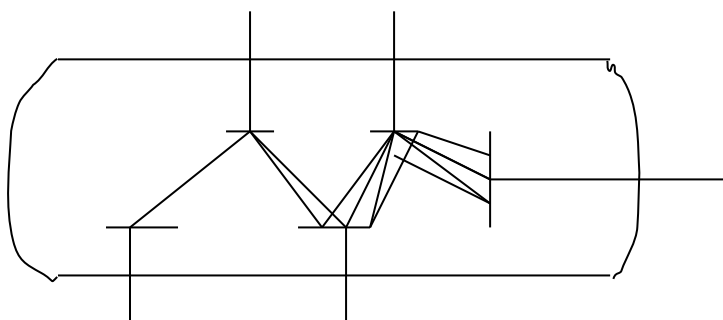
Шундай қилиб, фотон энергияси $h\nu$, унинг массаси $h\nu/c^2$, импульси $h\nu/c$ га тенг. Энергиянинг сақланиш қонунига асосан

$$h\nu = h\nu^1 + mv^2/2, \quad (7)$$

Ҳозирги вақтда ички ва ташқи фотоэффект ҳодисасининг асосида ишловчи нурланишнинг қабул қилувчи қурилмалар қурилмоқда. Улар ёруғлик сигналларини электр сигналларига айлантириб беришади ва фотоэлементлар деб аталади.

Фотоэлементларни ишлаб чиқарилиши 100 йиллик тарихга эга. Биринчи фотоэлемент ички фотоэффект ҳодисасига асосланган бўлиб, фотоўтказувчанлик ҳодисасига асосланган эди. 1875 йилда қурилган биринчи вакуумли фотоэлемент ташқи фотоэффект ҳодисасига асосланган. 1889 йилда саноат миқёсида вакуумли фотоэлементлар ишлаб чиқариш П. В.

Тимофеев томонидан 1930 йили амалга оширилди. 1934 йилда фотоэлектрон кучайтиргичлар биринчи марта қурилган.



Фотоэлектронлар электр майдони таъсирида фотокатодда электрлашади, тезлашади ва биринчи оралиқ электродга тўқнашади, тўқнашиш натижасида фотоэлектронлар иккиламчи эмиссия қилади. Шундан сўнг бу иккиламчи фотоэлектронлар кейинги электродга келиб тўқнашади. Жарён такрорланади. Иккиланган электронлар охирги динод электродда (улар 10-15 та бўлиши мумкин) анодга йиғилади.

Вентелли фотоэффектни ташқи фотоэффектдан фарқи шуки, бунда электронлар вакуум ёки сийраклаштирилган газга учиб чиқмасдан, тўғридан-тўғри беркитувчи қатламдан ўтади ва унга ўрнатилган металл пластинкани зарядлайди. Беркитувчи қатламлар жуда юпқа бўлиб, ажралган электронлар бу қатлам орқали осон ўа олади. Тескари йўналишда электронлар ўта олмайди.

Муҳокама учун саволлар:

2.1.6. Ёруғликнинг корпуслулар хоссалари борлигини қандай фактлар тасдиқлайди.

2.1.7. Фотоэффектнинг асосий қонунлари нималардан иборат?

2.1.8. Планк доимийси нимага тенг?

2.1.9. Ёруғлик тебранишларининг ν частотаси маълум бўлган ҳолда фотоннинг энергиясини, массасини ва импульсини қандай аниқлаш мумкун?

2.1.10. Комптон эффекти нимадан иборат?

2.1.11. Комптон тажрибасининг ғоясини, экспериментал қурилмаси схемасини ва унда олинган натижаларини тушунтиринг.

2.1.12. Нега Комптон тажрибасини тўлқин тасаввурлар асосида тушунтириб бўлмайди?

Назорат учун топшириқлар

1. Литийни тўлқин узунлиги 589 нм бўлган монохроматик ёруғлик билан ёритилса фотоэффект юз берадими?

A. юз бермайди, чунки ёруғлик квантининг энергияси 2,11 эВ га тенг

B. юз беради, унинг энергияси 0,29 эВ га тенг

C. юз бериши мумкин ёки юз бермаслиги мумкин.

D. 21,11 эВ бўлганлиги учун юз беради.

E. 211,1 эВ бўлганлиги учун юз беради.

2. Платина учун фотоэффектнинг қизил чегарасини топинг.

A. 235 нм В. 262 нм С. 276 нм D. 305 нм E. 631 нм

3. Электрометрга уланган, зарядланган металл пластинкага рентген нурлари дастаси йўналтирилади. Платинка 124 В потенциалгача зарядлангач ундан электронларнинг чиқиши тўхтайди. Рентген нурларининг тўлқин узунлигини топинг. Электронларнинг чиқиш ишини ҳисобга олманг.

A. 10 нм В. 100 нм С. 1000 нм D. 1 нм E. 0,1 нм

2-асосий савол: Комптон эффекти.

Дарсининг мақсади: Комптон эффекти ҳақида умумий тушунча бериш

Идентив ўқув мақсадлари:

1. Комптон тўлқин узунлигини билади.

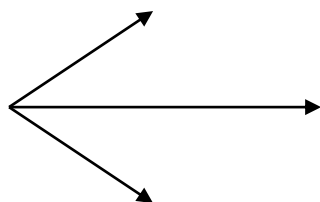
2. Комптон силжишини билади.

3. Импульснинг сақланиш қонунини Комптон эффектига қўллай олади.

2-асосий саволнинг баёни:

Фотонлар эркин электронлар билан тўқнашганда фотонларнинг частотаси ўзгарган ҳолда сочилиши кузатилади, фотонлар билан тўқнашган электронлар эса импульс ва энергия олади ва натижада улар маълум йўналишда ҳаракатлана бошлайди. Бу ҳолда энергия ва импульс сақланади. Фотонларнинг электронлар билан тўқнашиши эластик шарлар тўқнашиши манзарасини эслатади. Агар тушувчи фотон энергияси E бўлса, тўқнашгандан сўнг сочилган фотоннинг энергияси $-h\nu^1$ бўлсин, тўқнашгандан сўнг электроннинг эришган тезлиги v бўлсин, у ҳолда импульс ва энергиянинг сақланиш қонунига кўра

$$h\nu/c = h\nu^1/c + mv, \quad (8)$$



$$h\nu = h\nu^1 + mv^2/2, \quad (9)$$

$$\Delta\lambda = \lambda^1 - \lambda = 2h/mc \sin^2 \theta / 2, \quad h/mc = 0,02426 \text{ \AA}, \quad (10)$$

Эркин электронларнинг тўлқин узунлиги ўзгарган фотонларни сочиш ҳодисаси Комптон эффекти деб аталади.

$$\Delta\lambda = \lambda^1 - \lambda = 2h/m_0c \sin^2 \theta / 2 = 2\pi\hbar / m_0c (1 - \cos \theta), \quad (11)$$

$$\Delta\lambda = \lambda_0 (1 - \cos \theta) = 2\lambda_0 \sin^2 \theta / 2, \quad (12)$$

$$\Delta\lambda = 2\pi\Lambda_e (1 - \cos \theta), \quad (13)$$

Λ_e -Комптон тўлқин узунлиги. $\Lambda_e = 2,4 \cdot 10^{-10}$ М. $\Lambda_e = h/m_e c$ Комптон қисқа тўлқинли нурларнинг моддалардан ўтишида унинг сочилишини ўрганди. У моддага тушувчи нурнинг частотасидан, сочилган нурнинг частотаси кам эканлигини аниқлади. Бу частотанинг кичиклигига сабаб энергиянинг камайишидир. У ўзи очган эффектни ёруғлик нурининг фотон назарияси билан тушунтирди, яъни учиб кираётган фотон моддадаги электрон билан таъсирлашади. Фотон билан тинч ҳолатдаги электроннинг тўқнашишига

энергия ва импульснинг сақланиш қонуни тадбиқ этилади. Бу тажриба ёруғлик нурининг фотон назарияси тўлиқ исбот қилди.

Назорат учун топшириқлар

1. Энергияси 0,35МэВ бўлган фотон, эркин электронларда 60°га сочилади. Электроннинг бошланғич кинетик энергиясини ҳисобга олмаган ҳолда сочилган фотоннинг энергиясини топинг.

A. 0,26 МэВ B. 2,6 МэВ C. 26 МэВ D. 260 МэВ E. 0,026 МэВ

2. Электрон кинетик энергиясининг қандай қийматида ДЕ-Бройль тўлқин узунлиги Комптон тўлқин узунлигига тенг бўлади?

A. 0,212 МэВ B. 2,12 МэВ C. 21,2 МэВ D. 212 МэВ E. 2120 МэВ

3. Комптон эффектини кўзатиш вақтида электроннинг тўқнашгунча ва тўқнашгандан кейинги энергиясини ёзинг.

A. $\hbar\omega_0 + m_0c^2 = \hbar\omega + mv$

B. $\hbar\omega_0 + m_0c^2 = \hbar\omega + mc^2$

C. $\hbar\omega_0 = \hbar\omega + mv$

D. $\hbar\omega_0 = \hbar\omega$

E. $\hbar\omega_0 + \hbar\omega = 2\lambda_0(1 - \cos\theta)$

4. Комптон тажрибасида рентген нурланишининг сочилишдаги тўлқин узунлиги силжишини ифодаловчи формулани ёзинг.

A. $\Delta\lambda = 2\lambda_0 \sin^2 \frac{\theta}{2}$

B. $\Delta\lambda = \frac{2\pi\hbar}{\sqrt{2m_0E}}$

C. $\Delta\lambda = \frac{2\pi\hbar}{P}$

D. $\Delta\lambda = \frac{2\pi\hbar}{\sqrt{2m_0eU}}$

E. $\Delta\lambda = \frac{e\hbar}{m_0v}$

3-асосий савол: Ёруғлик босими

Дарснинг мақсади: Талабаларга ёруғлик босими ҳақида тушунча бериш

Идентив ўқув мақсадлари:

1. Ньютон, Франклин, Максвеллнинг ёруғлик босими ҳақидаги ишларининг моҳиятини тушунади.
2. Ёруғлик босими формуласини ёза олади.
3. Ёруғлик босимини ылчайдиган =урилмани тушунади.

3-асосий саволнинг баёни:

Ёруғлик босими борлиги ёруғлик нурининг электромагнит назариясининг ривожланиши учун катта таъсир кўрсатди. Ёруғликнинг табиатига бўлган қарашлар анча қизиқарлидир. Ёруғлик ўзи ёритаётган сиртларга босим бериши керак, деган фикрни Кеплер айтган. У

кометаларнинг қуйруқларидаги шакли босим сабабли ҳосил бўлади, деб билган. Ёруғликнинг босими ҳақидаги ғоя Ньютоннинг заррачаларнинг оқиб чиқиш назариясидан ҳам келиб чиқади. Бу назарияга кўра ёруғлик зарралари ўзларини қайтараётган ёки ютаётган жисмларга урилганда импульсларининг бир қисмларини уларга бериши, яъни босим ҳосил қилиши керак.

Максвелл ёруғликнинг электромагнит назарияси асосида ёруғлик босимининг бўлиши зарурлигини келтириб чиқаргандан ва ҳатто бу босимнинг катталигини ҳисоблаб бергандан сўнг, Франклиннинг ёруғликнинг тўлқин назариясини эластик назария асосида ривожлантиргани учун, муҳим аҳамиятга эга бўлган эътирозларини, яъни корпускуляр тасаввурларга қарши қўйиладиган далил ўз кучини йўқотди.

Босим кучи ёруғликнинг интенсивлигига боғлиқ бўлади. Агар ёруғлик тўшаётган жисм абсолют қора бўлса. Ўзига тушаётган ёруғлиик энергиясини тўлиқ ютадиган жисм деб фараз қилинади. Жисмнинг қайтариш коэффиценти нолга тенг бўлмай, бирор R қийматга тенг бўлса, у ҳолда ёруғликнинг босими:

$$P = \frac{I}{C}(1 + R), \quad (14)$$

R - ёруғликнинг қайтариш коэффиценти, бу ерда I ёруғлик нурининг энергия зичлиги. Идеал кўзгу учун $R=1$ бўлганлигидан, (7) га кура $P = 2 \frac{I}{C}$ бўлади. Агар $S = 1 \text{ см}^2$ юзага 1 с ичида меъёрий тарзда тўшаётган энергияни E билан белгиласак, у ҳолда ёруғлик энергиясининг зичлиги E/c га тенг бўлади. Шундай қилиб, ёруғликнинг босимини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$P = \frac{E}{C}(1 + R), \quad (15)$$

Максвелл очи= кунда қуёш нури 1 м^2 қора сиртга $0,4 \text{ мВ}$ куч билан босим беришини айтди. Ёруғлик нури бўшлиқдаги барча йўналишлар бўйича бирдай тушаётган бўлса, ёруғлик нурининг зичлиги U га тенг бўлганда, қора сиртга $1/3 U$ босим беради. Ёруғлик босимни биринчи бўлиб П. Н. Лебедев экспериментал тажриба йўли билан 1899-1900 йилларда аниқлади.

Ингичка ипга боғланган енгил осмадан иборат бўлиб, бу османинг чеккаларига енгил юпқа қанотчалар ўрнатилган. Бу қанотчаларнинг бири қорайтирилган, иккинчиси эса ялтироқ ҳолда қолдирилган. Ҳавоси сўриб олинган идиш ичига жойлаштирилган. Ей лампанинг ёруғлиги линзалар ва кўзгулар системаси ёрдамида қанотчаларнинг бирига тўплаб юборилади ва османинг буралишига сабаб бўлади. == османинг буралиши ипга бириктирилган кўзгуга тўшади ва труба ёрдамида кузатилади. Р пластинка ёруғлик дастасининг маълум қисмини Т термоэлементга беради. Термо элемент эса тўшаётган энергия катталигини ўлчашга имкон беради. Лебедевнинг тажрибасида асосий =ийинчилик газнинг конвекцион о=имлар

борлиги ва радиометрик тасвирнинг мавжудлигида эди. **Бу хала=итлар (?)**ёруғликнинг босимидан бир неча юз минг марта катта бўлиши мумкин.

Конвенцион оқимларнинг таъсирини ўрганиш ва бартараф қилишда ёритиш йўналишини ўзгартиришдан фойдаланилди. Радиометрик таъсирлар сийраклашган газда қанотчанинг ёритилган томони температуралари фарқи натижасида пайдо бўлади. Баллонда қолган газнинг молекулалари қанотчанинг иссиқроқ томонидан каттароқ тезлик билан қайтади, тепки натижасида қанотчалар ёруғлик оқими таъсирида буралган томонга бурилишга интилади. Агар температуралар фарқини камайтириш учун жуда юпқа металл қанотчаларини қўллаб,баллондаги газнинг босими камайтирилса, радиометрик таъсир камаяди.

Муҳокама учун саволлар :

2.1.10.Коптон эффекти нимадан иборат ?

2.1.11.Коптон тажрибасининг гоёсини ,экспериментал курилмаси схемасини ва натижаларини тушунтиринг?

2.1.12.Нега Коптон тажрибасини тўлқин тасаввурлар асосида тушунтириб бўлмайди?

Муҳокама учун саволлар :

2.1.13.Кўзгудан силлиқланган сиртга секундига ν частотали N та фотон тушади. Нурланишнинг сиртга берадиган босимини аниқланг.

2.1.14.Ёруғлик кўзгу сиртга тушганда унинг босими катта бўладими ёки қора сиртга тушгандами ?

2.1.15.Ёруғлик босимини мавжудлигини тушунтирувчи тажрибаларни изохланг.

2.1.16.Ёруғликнинг тўлқин ва корпускуляр хоссалари намоён бўлувчи ҳодисаларга мисоллар келтиринг.

Мустақил иш топшириқлари:

2.1.17.Фотоэффектнинг тўли= кузатиш схемаси қандай бўлишини тушунтиринг.

2.1.18.Классик физикада фотон билан зарра (модда) ўзаро таъсири қандай баҳоланади?

2.1.19.Фотоэффект қонунларини Эйнштейн тенгламаси орқали тушунтиринг. 2-топшириқ

2.1.20.Вакуумли ва газ тўлдирилган фотоэлементлар тузилишини тушунтиринг? Қандай газлар ва улар нима учун газ тўлдирилган фотоэлементларда фойдаланилади?

2.1.21.Фотоэффектда квант чиқиш нима? Квантларни чиқишга қандий физик эффектлар чегара қўяди?

2.1.22.Вакуумли ва газ тўлдирилган фотоэлементларнинг ВАХ даги фарқини тушунтиринг.

3 – топирик

2.1.23.Квант ҳақидаги гипотезани тарихи.

2.1.24.Фотоэффект ҳодисасида импульснинг сақланиш қонуни бажариладими?

2.1.25. Коптон эффектини кузатувчи қурилмани тушунтиринг.. Томсон фикрини текширишда рентген нурларининг сочилишидан фойдаланилган қонуниятни тушунтиринг .

2.1.26. Электромагнит нурланиш билан электроннинг ўзаро таъсири квант майдонида қандай тушунтирилади?

Назорат учун топшириқлар.

1. Ёруғликнинг босими қайси формула билан ифода қилинади?

A. $P = \frac{I}{C}(1 + R)$

B. $P = \frac{h\nu}{c}$

C. $P = \frac{F}{S}$

D. $P = m \frac{I}{C}$

E. $P = \frac{h}{c}$

2. Юзаси 100 см бўлган сиртга ҳар минутда 63 Ж ёруғлик энергияси тушади. Ёруғликни тўла қайтарадиган сиртга кўрсатиладиган ёруғлик босимини топинг.

A. $7 \cdot 10^{-7} \text{ Па}$

B. $7 \cdot 10^{-6} \text{ Па}$

C. $7 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$

D. $7 \cdot 10^{-4} \text{ Па}$

E. $7 \cdot 10^{-3} \text{ Па}$

3. 100 Вт ли электр лампа деворига берадиган ёруғлик босими топилсин. Лампочка колбасининг радиуси 5см бўлган сферик идишдан иборат. Лампа девори ўзига тўшаётган ёруғликнинг 10% ини қайтаради. Истеъмол қилинган барча қувват нурланишга сарфланади деб ҳисоблансин.

A. $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$

B. $1,2 \cdot 10^{-4} \text{ Па}$

C. $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ Па}$

D. $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ Па}$

E. $1,2 \cdot 10^{-1} \text{ Па}$

Асосий саволларни ўзлаштириш учун мустакил иш ва топшириқлар:

1. Никель учун фотоэффектнинг қизил чегарасини аниқланг. Никель учун чиқиш иши 5 эВ га тенг.

A. 2475 Å^0

B. 247 Å^0

C. $24,7 \text{ Å}^0$

D. $2,47 \text{ Å}^0$

Е. $0,2475A^0$

2. Тўлқин узунлиги 300 мкм бўлган ультрабинафша нурлар билан ёритилган рух пластинадан учиб чиққан фотоэлектронларнинг тезлигини топинг. Рух учун электронларнинг чиқиш иши 4 эВ га тенг.

А. 210 км/с

В. 21 км/с

С. 2,1 км/с

Д. 0,21 км/с

Е. 0,021 км/с

3. Тўлқин узунлиги 4900 А бўлган ёруғлик дастаси сиртга перпендикуляр ҳолда тушиб, унга $5 \cdot 10^{-6} \text{ Н/м}$ босим беради. Ёруғликнинг сиртдан кайтиш коэффиценти 0, 25 га тенг. шу сиртнинг бирлик юзасига бир секундда қанча фотон тушади?

А. $2,9 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$

В. $2,9 \cdot 10^{20} \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$

С. $2,9 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$

Д. $2,9 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$

Е. $2,9 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$

4. Ёруғлик тўлқинида $5 \cdot 10^{-19} \text{ Ж}$ энергияли фотонга мос келган майдон кучланганлигининг тебраниш частотаси қандай?

А. $7,5 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$

В. $7,5 \cdot 10^{13} \text{ Гц}$

С. $7,5 \cdot 10^{12} \text{ Гц}$

Д. $7,5 \cdot 10^{11} \text{ Гц}$

Е. $7,5 \cdot 10^{10} \text{ Гц}$

5. Комптон эффекти фотонларнинг эркин электронларда сочилишида кузатилади. Моддадаги қандай электронларни эркин электронлар деб атаймиз.

6. Кўринадиган ёруғлик ($4000A^0$) ва γ -нурлар ($1,24 \cdot 10^{-2} A^0$) тинч турган эркин электронларда сочилади. Комптон силжиши ва тўлқин узунлигининг нисбий ўзгаришини топинг. Сочилиш бурчаги 90.

Адабиетлар:

1. Э. В. Шпольский. “Атом физикаси” Тошкент, Ўқитувчи. 1970 й.

2. Р. Бекжонов, Б. Аҳмадхўжаев. “Атом физикаси” Тошкент, Ўқитувчи. 1979 й.

3. А. Н. Матвеев. “Атом физика” М. Высшая школа. 1989 й.

4. И. К. Иродов. “Сборник задач по атомной и ядерной физике” М. Атом издат. 1972

$$E = mc^2, \quad (1)$$

$$E = m_0 c^2 ; m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \quad (2)$$

билан ифодаланади. m_0 - жисмнинг тинчликдаги массаси, v - жисмнинг тезлиги. Атомлар ҳақидаги таълимот қадим замонлардаёқ пайдо бўлган. Машҳур грек файласуфлари: Левкипп (эрамиздан 500 йил олдин), Анаксагор (э. а. 500-428 йй), Эмпедокл (492-432 йй э. а.), Эпикур (э. а. 341-270 йй) жисмларнинг атом тузилиши ҳақидаги таълимоти ривожлантирганлар. Бу соҳада Демокритнинг хизмати айни-са, каттадир. У коинот бўш фазодан ва чексиз кып бўлинмас материя зарралари-атомлардан тузилган, деб ҳисобланган. Барча жисмлар атомлардан тузилган бўлиб, бу атомлар бир-биридан шакли, вазияти тақсимланиши бўйича фарқ қилади. Жисмлар фақат атомларнинг қўшилиши ва бўлиниши туфайли пайдо бўлади ва йық бўлади. Атомистик назарияни кейинчалик қадимги йирик мутафаккирлардан Лукреций Кар (э. а. 95-55 йй) ривожлантирди. Қадимги дунё мутафаккирлари атом материянинг энг майда зарраси, деб тушунганлар. Ҳамма атомлар **макроскопик** (?) * жисмларга нисбатан жуда кичик бўлиб, кўзга кўринувчи ёруғлик тўлқинларига нисбатан $5 \cdot 10^{-7}$ м бўлади. Шунинг учун ҳам атомни ҳатто микроскопда ҳам кыриш мумкин эмас. Лекин атом ядроси ва элементар заррачаларга нисбатан анча катта. Ядро радиуси $2 \cdot 10^{-15}$ дан 10^{-14} м ораликда ётади. Атомнинг чизиқли ўлчами 10^{-10} м атрофида бўлади. Атом оғир зич ядродан, унинг атрофида енгил заррача электрон ҳаракат қилади. Электрон массаси $m_e \approx 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг ва минг марта энг енгил ядродан (водород) кичик бўлади. Атомнинг массаси $2 \cdot 10^{-27}$ дан $5 \cdot 10^{-25}$ кг атрофида бўлади. Атом ядроси мусбат зарядланган ва электрон манфий зарядланган бўлади. Ядронинг заряди zq_0 га тенг, бу ерда z элементнинг даврий системадаги тартиб рақами, $q_0 = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл-элементар электр зарядининг катталиги, ҳозирги вақтда $2 \cdot 10^{-17}$ м масофада электрон моддий нукта деб ҳисобланади. Атом физикасида энергия ўлчови сифатида - (эВ) электронвольтдан фойдаланилади. $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Ж} = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ эрг}$

Назорат учун топшириқлар Б. Блум таксономияси.

Категория.

- 0, 5 с тезлик билан ҳаракатланаётган жисм зичлиги тинч ҳолдагига нисбатан қандай ўзгаради? С - ёруғликнинг вакуумда тарқалиш тезлиги.
А. Ўзгармайди. В. 1, 3 марта камаяди. Е. 1, 3 марта ошади.
Д. 0, 5 марта ошади. Е. 0, 5 марта камаяди.
- Зарра кўзғалмас кузатувчига нисбатан $3/5$ с тезлик билан ҳаракат қилмоқда. Бунда зарранинг массаси қандай ўзгаради? С-ёруғликнинг вакуумдаги вакуумдаги тезлиги.
А. 1, 25 марта камаяди. В. 2, 5 марта ортади. С. 2, 5 марта камаяди. Д. 1, 25 марта ортади. Е. Ўзгармайди.
- Ҳаракатланаётган зарранинг массаси унинг тинчликдаги массасидан 15 марта катта. Зарранинг кинетик энергиясини топинг.

A. 15 B. 20 C. 10 D. 5 E. 14

4. Электроннинг тўлқин узунлиги ядро диаметрига 10^{-12} м мос ҳолат учун энергияси қанча бўлади?
5. 100 эВ энергияга тенг бўлган протоннинг тўлқин узунлиги аниқлансин.
6. Электрон 0,08с тезлик билан ҳаракат қилмоқда. Электроннинг тинчликдаги массаси $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг. Тинч ҳолат учун электрон энергияси, массаси, тўли= ва кинетик энергияси аниқлансин.

A. $E_0=0,51$ МэВ
 $m_e=1,52 \cdot 10^{-39}$ кг
 $E=13,7 \cdot 10^{-14}$ Ж
 $E_k=5,5 \cdot 10^{-14}$ Ж

B. $E_0=3,1$ МэВ
 $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$ кг
 $E=137 \cdot 10^{-14}$ Ж
 $E_k=55 \cdot 10^{-14}$ Ж

C. $E_0=31$ МэВ
 $m_e=10^{-31}$ кг
 $E=13,7 \cdot 10^{-14}$ Ж
 $E_k=55 \cdot 10^{-14}$ Ж

D. $E_0=5,1$ МэВ
 $M=1,52 \cdot 10^{-36}$ кг
 $E=13,7 \cdot 10^{-15}$ Ж
 $E_k=55 \cdot 10^{-15}$ Ж

E. $E_0=510$ МэВ
 $m_e=1,52 \cdot 10^{-31}$ кг
 $E=13,7 \cdot 10^{-20}$ Ж
 $E_k=55 \cdot 10^{-20}$ Ж

7. Берилган муҳитда электрон ёруғлик тезлигидан катта тезлик билан ҳаракатлана оладими?
8. Электрон ва протоннинг тинчликдаги массасини аниқланг.

2-асосий савол: Атомнинг ядровий тузилиши. Томсон модели.

2-асосий савол мақсади:

Атом тузилиш, Томсон модели, Резерфорд тажрибаси, атом ядросини ўлчаш, атомнинг планетар модели ва унинг камчилиги ҳақида тушунча бериш.

Идентив ўқув мақсадлари:

1. Атом тузилиши ҳақида маълумот олиш.
2. Томсон моделининг камчиликлари билан танишиш.
3. Атомнинг планетар модели ва унинг камчиликлари тўғрисида тушунча олиш.

2-асосий саволнинг баёни:

Атомлар ҳақидаги таълимот қадим замондаёқ пайдо бўлган. Ҳозирги замон атом физикасини, техника ва энергетиканинг улкан ютуқлари- атом ва ядро физикасининг интенсив ривожланиш натижасидир. Агар биз ҳозирги замон атом ва ядро физикаси модда тузилиши ҳозирги таълимотнинг негизи ҳисобланади, десак, муболаға бўлмайди. Унчалик аҳамиятсиз бўлган Беккерельнинг радиоактивлик ҳодисаси янги атом асрининг бошланиши бўлган. Олимлар радиоактивлик ҳодисасини ўрганиш билан атом бағрига кириб бордилар. Айниқса, машҳур инглиз физиги Резерфорд (1871-1937) нинг тадқиқотлари радиоактивликнинг асосий хоссаларини аниқлашга ва

унинг сабабини билиб олишга имкон берди. Маълум бўлдики, бир қатор оғир элементлар (уран, радий) ҳар доим кўринмас нурлар: α , β , γ - нурлар чиқарар экан.

Резерфорд тез α - зарраларнинг ҳар хил кимёвий элемент атомлари билан тўқнашувини текшириб чикди ва натижада қуйидаги хулосага келди, атомларнинг мусбат заряди ва атомнинг деярли ҳамма массасини ўзида мужассамлантирган қисми, диаметри 10^{-13} тартибда бўлган жуда кичик ҳажмга эгадир. Атомнинг мусбат зарядланган қисмини Резерфорд атом ядроси деб атади. Шу асосида 1911 йилда атомнинг ядро модели яратилди. Томсоннинг атом модели ўрнини олган бу атом модели шу пайтгача атом тузилиши ҳақидаги тасаввурлар асоси бўлиб келмокда.

1. Атом тузилиши. Томсон модели.

«Атом» сўзи грекча бўлиб, бўлинмас деган маънони беради. Қадимги грек олимлари атомлар бўлинмас заррачалардир, табиатдаги ҳамма жисмларни ташкил этувчи ўзига хос «\иштчалар»дир деб ҳисоблар эдилар. Атом бўлинмайди, деган тушунча физикада қарийб 19-аср охирларигача ҳукм суриб келди. 20-аср бошларида атомнинг тузилиши ҳақида икки хил гипотеза майдонига ташланди.

1. Мусбат заряд катталиги бутун атом катталигига тенг бўлган яъни радиуси 10^{-8} см сферадан ўзгармас ҳажмий зичлик билан тақсимланган, деб фараз қилар эди. Манфий зарядланган электронлар эса ана шу сфера ичида жойлашган ва бу сферанинг айрим элементар ҳажмлари билан Кулон қонунига мувофиқ ўзаро таъсирида бўлади, деб ҳисоблар эди.

2. Атомнинг тузилиши Куёш системасининг тузилишига ўхшаган:

Атом марказида мусбат зарядланган ядро жойлашган бўлиб, унинг атрофида электронлар айланиб туради, деб ҳисоблайди. Аммо электронлар манфий зарядланган заррачалардир, меъёрий ҳолатдаги атом эса маълумки, нейтрал бўлади. Шундай экан, атомнинг ичида зарядларнинг йиғиндисига барча электронларнинг зарядлари йиғиндисига тенг бўлган мусбат зарядланган заррачалар бўлиши керак, деб ўйлаш керак эди. Олимлар олдида атом қандай тузилган? Атомнинг қисмлари нималардан иборат? Улар бир-бирига нисбатан қандай жойлашган? «Атомнинг айрим-бир қисмларини бойлаб турувчи кучларнинг табиати қандай?» деган жуда муҳим саволлар туғилади.

Олимлар атом тузилиши ҳақидаги тўғри тасаввурларга дарҳол келган эмаслар. Ж. Томсоннинг фикрига кўра атомнинг мусбат заряди атомнинг бутун ҳажмини эгаллайди ва бу ҳажмда бир хил зичлик билан тақсимланган яъни қуйидаги схема кўринишда бўлади.

2. Резерфорд тажрибалари.

Биро, Томпсоннинг атом модели атомда мусбат заряднинг тақсимланишини тадқиқ қилинган тажрибага мутлақо зид бўлиб чикди. Биринчи марта буюк

инглиз физиги Эрнест Резерфорд ўтказган бу тажрибалар атомнинг тузилишини тушунишида катта роль ўйнайди. Кип тажрибалар, назарий текширишлар натижасида атом назарияси яратилди. Бу назарияни яратишда Резерфорднинг α -заррачаларнинг юпқа металл пластинкалар орқали ўтиши ҳақидаги тажрибалари аниқ=са, муҳим аҳамиятга эга бўлди. α – заррача нима? У бутунлай ионлашган (He) гелий атомидан, массаси электрон массасидан таърибан 8000 марта катта бўлиб, заряди мусбат ва абсолют қиймати q_α электрон зарядидан икки марта катта, яъни $\alpha = q_\alpha = 2 \cdot 13,2 \cdot 10^{-19}$ кл га тенг, тезлиги эса катта бўлиб,

$$V = 2 \cdot 10^9 \text{ м/с}$$

Резерфорд 1906 йилда бу зарралар билан оғир элементларнинг атомларини бамбардимон қилди.

Шундай қилиб, α - зарраларнинг сочилишига қараб атом ичида мусбат заряднинг ва массасининг тақсимланиш характерини аниқлаш мумкин, (1-расмда) бу тажрибаларнинг асосий ҳоясини яққол кўриш мумкин.

1-расм. α – заррачанинг сочилишини кўрсатувчи қурилма схемаси.
 R – манба, Д - диафрагма, Р - металл зар варақ,
 л. э – люминесценцияловчи экран.

α - заррачаларнинг R манбаи рўпарасида марказида кичкина тешиги бўлган Д диафрагма ўрнатилган тешикка рўпара қилинган.

α - заррачалар тешикдан ингичка нурлар дастаси кўринишида ўтади.

α – заррачалар дастасининг люминесценциялашадиган экран л.э га урилган жойида доғ ҳосил бўлади. Бу доғ айрим α - заррачаларнинг экранга келиб урилишидан ҳосил бўлган чаънашларидан иборат, чунки экранга бир секунд давомида келиб уриладиган заррачалар сони жуда кўп бўлгани учун айрим чақнашлар бирга қўшилиб, кузатувчига ёруғ доғ бўлиб кўринади. Демак, α - заррачаларнинг кўпчилиги зар қоғоздан ўтишда ўзининг бошланғич йўналишидан четга чикмайди. Аммо, камдан- кам заррачалар катта бурчакка ҳатто 180 градусга яқин бурчакка оғиши ҳам кўринади.

2- расм. Атом ядросидан турли масофаларда ўтадиган α -зарраларнинг траекториялари.

Лекин Резерфорд баъзи α -зарраларни ҳаддан ташқари катта бурчакка (150° - 180°) сочилишини кузатди. Зар қоғозларни пачка қилиб, дастлаб R ни ўрнига қийилишида пачкани қалинлаштириш билан катта бурчакка сочилган α - зарралар сонининг ортиши кузатилди. Хулоса аниқ эди: α - зарраларнинг зарқоғоздан катта бурчак остида орқага қайтиши сирт ҳодисаси бўлмасдан, балки олтин моддаси ёки атоми ичидаги номаълум куч таъсири натижаси эди. Нишон материални қалайга, платинага, кумушга, мисга, темирга, алюминийга алмаштириб кўрилди. Металлнинг атом оғирлиги ортиши билан бурчакка сочилган α - зарралар сонининг ортиши аниқланди.

2-расмдан кўриниб турибдики, юпқа пластинкадан α - заррачанинг ўз йўналишини деярли ўзгартирмасдан ўтиши олтин атомлари ичида бўшлиқ фазо мавжуд эканлигини тасдиқлайди. α – заррачаларнинг орқага қайтиши эса атомнинг мусбат заряди ва массаси фазонинг жуда кичик соҳасига мужассамлашганлигини ифодалайди. Шунинг учун ҳам v - тезлик билан учиб келаётган α - заррача атомга R масофага яқин келиб орқага қайтади. Бинобарин, α -заррачанинг кинетик энергияси атом мусбат заряди q билан α - заррача заряди q_α нинг ўзаро потенциал энергиясига тенг, яъни

$$\frac{M_\alpha v^2}{2} = \frac{Mv_0^2}{2} + \frac{2Ze^2}{4\pi\epsilon_0 q}, \quad (1)$$

бунда q - атом ўлчамига нисбатан жуда кичик бўлган масофа, ϵ_0 -электр доимийси, $\epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{12} \text{ А} \cdot \text{с} / \text{В} \cdot \text{м}$.

M_α - заррачанинг массаси. v - α - заррачанинг ядродан етарлича узоқ масофадаги тезлиги. Яна бундан ташқари Томсон модели бўйича бу натижани (орқага қайтариш) олдиндан билиш мумкин эмас эди. Максимал итариш кучи Кулон қонунига мувофиқ аниқланади:

$$F = \frac{2eZe}{4\pi\epsilon_0 q^2}, \quad F = -\frac{du}{dr}. \quad (2)$$

Биз текис зарядланган шарнинг электр майдони унинг сиртида максимал бўлади ва шарнинг марказига яқинлашган сари нолгача камайиб боришини яхши биламиз. Шунинг учун q радиус қанчалик кичик бўлса,

-зарраларни итарувчи куч ҳам шунчалик катта бўлади. (1) тенгламанинг унги томонидаги биринчи ҳад α - зарранинг гипербола учидан ўтаётгандаги кинетик энергияси. Иккинчи ҳад электростатик итариш кучининг электростатик потенциал энергияси, (2) формулага қаранг.

3. Атом ядросининг ўлчамларини аниқлаш.

Резерфорд α - зарра орқага ирқитиб юборилиши учун атомнинг мусбат заряди ва унинг массаси фазонинг жуда кичик соҳасига йиғилган бўлиши лозимлигини тушунган эди. Шунинг учун Резерфорд атом ядроси ҳақидаги ғояни-атомнинг деярли бутун массаси ва бутун мусбат заряди йиғилган кичик ўлчамли жисм ҳақидаги ғояни илгари сурди. Турли бурчаклар остида сочилган α -зарраларни санаб, Резерфорд ядронинг ўлчамларини баҳолади. Ядронинг диаметри 10^{-12} - 10^{-13} см тартибида экан. Атомнинг ўлчами – бу унинг **излектрони (?)** орбитасининг радиусидир. (3-расм). Атомнинг ўлчами эса 10^{-8} см, яъни ядро ўлчамидан 10^4 – 10^6 марта катта.

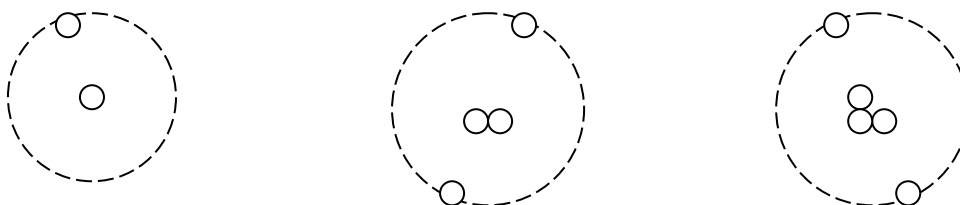
Кейинчалик ядронинг зарядини ҳам аниқлади. Ядронинг заряди ze бўлиб, бунда e -э элементар заряд қиймати.

z - мазкур кимёвий элементнинг Менделеев системасидаги тартиб рақами
3-расм. Атомнинг ўлчами.

4. Атомнинг планетар модели ва унинг камчилиги.

Атом мусбат зарядланган ядродан ва унинг атрофида жойлашган электронлардан иборат, ядро атом ҳажмининг жуда оз қисмини эгаллайди. Электронлар ядро атрофида ундан анча узоқ масофада айланади. Бу электронларнинг мажмуи электрон қобиғи деб аталади. Шундай қилиб, атом кичик масштабдаги планетар система равиҳда тасаввур қилинади. 1911 йили Резерфорд кўпгина тажриба натижаларини таҳлил қилиб, атомнинг планетар модулини яратди. Бу моделга мувофиқ атомнинг марказида бутун массаси йиғилган мусбат зарядли ядрода жойлашган бўлиб, унинг атрофида электронлар худди Куёш сайёралари сингари аниқ орбиталар бўйлаб ҳаракатланади.

Масалан: водород атомида ядро атрофида фақат биттагина электрон айланади. Водород атомининг ядроси модули жиҳатидан электрон зарядига тенг мусбат зарядга эга бўлиб, унинг массаси электроннинг массасидан 1836,1 марта катта. Бу ядро протон деб аталади ва элементар зарра деб қарала бошланди. Гелий ядроси атрофида эса иккита электрон, Литий атрофида учта электрон ва ҳ. к. (4-расм)



4-расм. Водород, гелий ва литий атомларининг моделлари.

Назорат учун топшириқлар Б. Блум таксономияси. Категория.

1. Қандай ҳодисалар атомларнинг мураккаб тузилганлигини тасдиқлайди?
2. Резерфорд тажрибасидан қандай хулоса чиқарилади?
3. Резерфорд томонидан тавсия этилган атомнинг планетар моделини тушунтиринг.
4. Тезлиги $1,9 \cdot 10^7$ м/с бўлган α -зарра олтин атоми ядросининг марказидан ўтувчи тўғри чизик бўйича ҳаракатланиб, ядрога қандай энг кичик масофагача яқинлашишини аниқланг. α -зарранинг массаси $6,6 \cdot 10^{-27}$ кг, α -зарранинг заряди $3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл, олтин ядроси заряди $1,3 \cdot 10^{-17}$ Кл.
А. Рўй беради. В. рўй бермайди. С. рўй беради ва рўй бермайди.
Д. А. В. С. Е. Тўғри жавоб йўқ.
5. $E_k = 40$ к эВ кинетик энергияси α - заррача кўрғошин атоми ядросига қанча минимал масофада яқинлашади?
А. 5 пм Б. 0,34 пм С. 3,4 пм
Д. 34 пм Е. 340 пм
6. α – заррача 53 М эВ (с – ёруғлик тезлиги) импульсга эга бўлиб, **Кулон майдонида 60 (?) сочилади уран атоми атрофида.** Нишон параметрлари аниқлансин.
А. 0,61 пм Б. 6,1 пм С. 61 пм
Д. 7,2 пм Е. 0,51 пм

Асосий саволларни ўзлаштириш учун мустақил иш топшириқлари:

1. Резерфорд тажрибасида люминесценцияланувчи экран қандай мақсадда қўлланилади?
2. Хром атомидаги электронларнинг тўла заряди нимага тенг?
А) $3,8 \cdot 10^{-19}$ Кл В) $38 \cdot 10^{-29}$ Кл С) $3,8 \cdot 10^{-9}$ Кл
Д) $3,8 \cdot 10^{-13}$ Кл Е) $3,8 \cdot 10^{-39}$ Кл
3. Атомнинг бутун массаси унинг ядросида тўпланган. Водороднинг радиуси $15 \cdot 10^{-15}$ м бўлса, ядронинг зичлиги қанча бўлади?
А) $\rho = \frac{3m}{4\pi R^3}$ В) $\rho = \frac{4}{3} \frac{m}{\pi R^3}$ С) $\rho = \frac{3}{2} \frac{m}{\pi R^3}$
Д) $\rho = \frac{3m}{\pi R^3}$ Е) $\rho = \pi R^3$
4. $\lg\left(\frac{\theta}{2}\right) = \delta_* \frac{q_1 q_2}{2\epsilon E_k}$ формулани сақланиш қонунларидан фойдаланиб чиқаринг.

5. α –зарранинг оқими олтин фольгага тушмоқда. Фолга қалинлиги $d = 1,0 \text{ мкм}$
 $E_\kappa = 1,00 \text{ МэВ}$ бўлса, $I = 3,6 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$ зарралар оқими, $\tau = 2,0$ минут вақт
 ичида $59 - 61^0$ бурчак остида сочилган α - зарралар сони аниқлансин.

А. $2,5 \cdot 10^3$

Б. $3,1 \cdot 10^4$

С. $6 \cdot 10^5$

Д. $5 \cdot 10^4$

Е. $2,5 \cdot 10^4$

Адабиётлар:

1. Э. В. Шпольский. Атом физикаси. Тошкент, Ўқитувчи 1970 й.
2. Р. Бекжанов, Б. Ахмадхыжаев. Атом физикаси. Тошкент, Ўқитувчи 1979 й.
3. А. Н. Матвеев. Атом физика М. Высшая школа. 1989 й.
4. И. К. Иродов. Сборник задач по атомной и ядерной физике. М. Атом издат. 1972

Асосий саволларни ўзлаштириш учун мустақил иш топшириқлари:

4. Резерфорд тажрибасида люминесценцияланувчи экран қандай мақсадда
 =ылланилади?

5. Хром атомидаги электронларнинг тўла заряди нимага тенг?

А) $3,8 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

В) $38 \cdot 10^{-29} \text{ Кл}$

С) $3,8 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$

Д) $3,8 \cdot 10^{-13} \text{ Кл}$

Е) $3,8 \cdot 10^{-39} \text{ Кл}$

6. Атомнинг бутун массаси унинг ядросида тўпланган. Водороднинг
 радиуси $15 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ бўлса, ядронинг зичлиги қанча бўлади.

А) $\rho = \frac{3m}{4\pi \cdot R^3}$

В) $\rho = \frac{4}{3} \frac{m}{\pi \cdot R^3}$

С) $\rho = \frac{3}{2} \frac{m}{\pi \cdot R^3}$

Д) $\rho = \frac{3m}{\pi \cdot R^3}$

Е) $\rho = \pi \cdot R^3$

4. $\text{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right) = \delta_* \frac{q_1 q_2}{2eE_\kappa}$ формулани сақланиш қонунларидан фойдаланиб чиқаринг.

5. α –зарранинг оқими олтин фольгага тушмоқда. Фолга қалинлиги $d = 1,0 \text{ мкм}$
 $E_\kappa = 1,00 \text{ МэВ}$ бўлса, $I = 3,6 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$ зарралар оқими, $\tau = 2,0$ минут вақт
 ичида $59 - 61^0$ бурчак остида сочилган α - зарралар сони аниқлансин.

А. $2,5 \cdot 10^3$

Б. $3,1 \cdot 10^4$

С. $6 \cdot 10^5$

Д. $5 \cdot 10^4$

Е. $2,5 \cdot 10^4$

Адабитлар:

1. Э. В. Шпольский. Атом физикаси. Тошкент, ўқитувчи 1970 й.
2. Р. Бекжанов, Б. Ахмадхужаев. Атом физикаси. Тошкент, ўқитувчи 1979 й.

3. А. Н. Матвеев. Атом физика М. Вўсшая школа. 1989й.
4. И. К.Иродов. Сборник задач по атомной и ядерной физике. М. Атом издат.1972

2-асосий савол: Бор постулотлари.Атом энергетик сатхларини ўрганиш.

1.Бор постулотлари.

2.Атом энергетик ҳолатларининг дискретлиги.

Таянч сўз ва иборалар:

Пси функция, тулик энергия оператори, потенциал энергия, хусусий қиймат, спектр, дискрет спектр, туташ спектр, ўзлуксиз спектр, энергиянинг квантланиши, эхтимоллик сатхларнинг энергетик фарқи, импульс моментининг квантланиши, магнит квант сони, азимутал квант сони, оператор моменти.

2-асосий саволнинг мақсади:

Талабаларнинг Бор постулотлари ҳақидаги тасаввурларни кенгайтириш.

Талабаларга атом энергетик ҳолатининг дискретлиги ҳақида тушунча бериш.

Идентив ўқув мақсадлари:

1. Бор назариясидаги камчиликларни билиш.
2. Бор назариясида таъсир этувчи кучларни ҳисобга олиш.
3. Бор назариясининг тажрибада тасдиқланишини билиш.
- 4.Энергия ва тўлқин функцияни дискретлигини билиш.
- 5.Шредингер тенгламасининг умумий ечимини ҳисоблай олиш.
- 6.Энергетик сатхларнинг дискретлигини билиш.

2-асосий саволнинг баёни:

Бор-Резерфорд моделига асосан атомлар ядролардан ва улар атрофида айланма ҳаракат қилувчи электронлардан иборатдир. Бундай модель классик физика нуқтаи-назаридан тургун эмас деб ҳисобланади. Тезланиш билан айланма ҳаракат қилувчи электрон нурланиш туфайли, энергиясини йўқотиб, ядро устига «қўллаб» тушиши керак. Тажрибаларнинг кўрсатилишича атом турғундир. Бу масалани водород атоми мисолида текшириб кўрайлик. Водород атомидаги ягона электрон ядро «протон» атрофида V -тезлик билан r -радиусли орбита буйлаб ҳаракатланади. Кулон қонунига асосан ядрога тортиш кучи F_k га, марказдан кочма тезланиш эса V^2/r га тенг.

Ньютоннинг иккинчи қонунига асосан

$$\frac{m_r V^2}{r} = \frac{ze^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

Бу ерда m - электроннинг массаси, l - элементар заряд. Агар электроннинг тезлиги V - етарлича катта бўлса, орбита радиуси етарлича кичик бўлади.

Бор постулотлари :

1-постулот: Атомда электронлар шундай орбиталар буйлаб ҳаракатланадики, уларнинг радиусларини қуйидаги муносабатлар қаноатлантиради:

$$m_0 V_k r_k = k\hbar$$

бу ерда V_k - k - номерли орбитада ҳаракатланаётган электроннинг тезлиги, r_k - шу орбитанинг радиуси, $\hbar$ - Планк доимийси, k - орбита номери, ихтиёрий бутун сон. Бундай орбиталар бўйлаб ҳаракатланишда электронлар нурланмайди ва нур ютмайди.

2-постулот: Электроннинг бир орбитадан бошқа орбитага утишга мос келган нурланиш частотаси қуйидаги формуладан аниқланади :

$$\hbar\omega = E_m - E_k$$

бу ерда k ва m орбиталар номери ($m > k$).

k - номерли орбитада ҳаракатланаётган электроннинг кинетик энергияси :

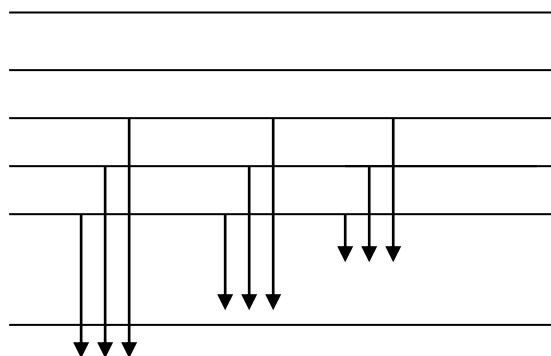
$$E_k = \frac{m_0 e^4}{38\pi^2 \epsilon_0^2 \hbar^2 k^2}$$

Водород атомининг спектрал чизиқларига мос тўлқин узунлиги ва частотаси ω қуйидагича ифодаланади :

$$\omega = \frac{2\pi c}{\lambda} = 2\pi R c \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

Бу ерда k ва m - орбиталарнинг номери, c - ёруғлик тезлиги, R - Ридберг доимийси

$$R = \frac{m_0 e^4}{64\pi^2 \hbar^3 \pi^3 c} = 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$$



Водород атомида электроннинг бир стационар орбитадан бошқа орбитага ўтган вақтда нурланадиган фотоннинг энергияси

$$E = E_4 \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{m^2} \right) = 2n\hbar R \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{m^2} \right) = 13,6\text{эВ} R \cdot \frac{1}{k^2}$$

Ионланиш энергияси.

Атом мусбат зарядли ядро ва унинг атрофида ҳаракатланувчи электронлардан иборат. Электронлар ҳаракати квант механикаси қонуниятлари асосида тушунтирилади. Электрон массаси водород атоми массасидан 1837 марта кичик. Унинг электр заряди жуда кичик. Атомнинг ички энергияси электронларнинг ядро майдонидаги ҳаракати ҳамда уларнинг ўзаро таъсири билан вужудга келадиган потенциал ва кинетик энергиялари йиғиндисидан иборат.

Атом тузилиши ва унинг хусусиятлари нурланиш, фотоэффект, радиоактивлик ходисалари ва уларни тажрибада кузатиш ёрдамида ўрганилади.

Атомлар ўзига хос частотали электромагнит тўлқинлар чиқариш ва ютиши мумкин. Бир-бири билан ўзаро таъсирлашмайдиган атомлар чиқарган нурланиш алоҳида-алоҳида спектрал чизиқлардан иборат. Спектрларни атомар ҳолатидаги газ ва бу атомлари вужудга келтиради. Бу спектрлар спектрал сериялар деб аталувчи гуруҳларга бўлинади ва улар маълум бир қонуният асосида тушунтирилади. Водород атоми энг содда спектрал чизиқларга эга бўлгани учун, уни ўрганиш ҳам қулай. Водород атоми спектрал сериялардаги спектрал тўлқин узунлиги Бальмер формуласи деб аталувчи қуйидаги қонуниятга бўйсунди:

$$1/\lambda = R(1/k^2 - 1/m^2), \quad (21)$$

$$\nu = c_0 R(1/k^2 - 1/m^2), \quad (22)$$

$$R = m_e / e^4 [(4\pi\epsilon_0)^2 4\pi\hbar^3 \pi c] \quad (23)$$

бу ерда λ -спектрал чизиқларнинг тўлқин узунлиги, ν -спектрал чизиқнинг частотаси, R -Ридберг доимийси, k -атом нурлангандан кейинги электроннинг энергетик сатхи, m - нурланишдан аввалги электроннинг энергетик сатхи, c_0 -ёруғликнинг вакуумдаги тезлиги.

Водород спектрининг ҳар бир сериясига мос k нинг қийматлари мавжуд бўлиб m , $m+1$ дан ∞ гача ўзгаради. Бальмер формуласига асосан водород атоми нурланиш спектрини қуйидаги серияларга бўлиш мумкин (1-расм).

Лайман серияси спектрнинг ультрабинафша қисми:

$$1/\lambda = R(1/1^2 - 1/m^2), k=1. \quad (24)$$

Бальмер серияси спектрнинг кўринувчи қисми ($k = 2$):

$$1/\lambda = R(1/2^2 - 1/m^2) \quad (25)$$

Пашен серияси спектрнинг инфрақизил қисми ($k = 3$):

$$1/\lambda = R(1/3^2 - 1/m^2) \quad (26)$$

Брэкет серияси спектрнинг инфрақизил қисми ($k = 4$):

$$1/\lambda = R(1/4^2 - 1/m^2) \quad (27)$$

Пфунд серияси спектрнинг инфрақизил қисми ($k = 5$):

$$1/\lambda = R(1/5^2 - 1/m^2) \quad (28)$$

Пси-функция бир қийматли, узлуксиз ва чекли бўлиши керак. Бундан ташқари у узлуксиз ва чекли хосилавий қийматга эга бўлиши керак. Шредингер тенгламасининг асосий параметри бўлиб заррачанинг E тўлиқ энергияси қаралади:

$$H\psi = E\psi \quad (1)$$

H оператор $(\hbar^2 / 2m)\nabla^2$ ва U потенциал энергия орқали қуйидагича ифода қилинади.

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2 + U, \quad (2)$$

H оператор Гамильтон деб аталади. (1) тенгламанинг ечими E нинг хусусий қийматларига мос келганлигидан масаланинг хусусий функцияси деб аталади.

Хусусий қийматларнинг йигиндисига спектр деб аталади. Агар бу қийматлар дискрет кетма-кетлик асосида содир бўлса бундай спектрга дискрет спектр деб аталади. Агар хусусий қиймат узлуксиз ёки туташ бўлса бундай спектрга узлуксиз ёки туташ спектр деб аталади. Дискрет қийматлар билан танишиб чиқайлик:

$$E_1, E_2, E_3, E_4, \dots, E_n, \dots$$

$$\psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4, \dots, \psi_n, \dots$$

(3)

Шундай қилиб, энергиянинг квантланиши квант физикасининг асосий ҳолатларидан олинади. Биз зарраларнинг бир ўлчамли потенциал урада деб қараймиз ва хусусий қийматни энергия бўйича ёки хусусий функциясини аниқлаймиз.

Заррача фақат X ўқи бўйича ҳаракат қиладиган бўлсин. $X=0$ ва $X=l$ оралиқда зарралар ҳаракати чекланган. U ҳолда потенциал энергия U

Оралиқда нольга тенг, $X < 0$ ва $X > l$ да ∞ га тенг бўлади.



$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\psi = 0$$

(4)

Потенциал тўсиқдан ташқарида заррачанинг бўлиш эҳтимоллиги жуда кам. Шунинг учун зарранинг тўсиқдан ташқарида бўлиш эҳтимоллиги 0 га тенг. Демак, ψ функциянинг ҳам тўсиқдан ташқаридаги қиймати 0 га тенг. Узлуксизлик шартига кўра ψ нинг тўсиқ чегарасидаги қиймати ҳам 0 га тенг бўлиши керак.

$$\psi(0) = \psi(l) = 0$$

(5)

Бу эса (4) формулани қаноатлантирувчи шартдир. ψ нинг 0 га тенг бўлмаган соҳасида (4) тенглама

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}(E)\psi = 0 \quad (6)$$

бу соҳада $U = 0$ га тенг.

$$K^2 = \frac{2m}{\hbar^2} E, \quad (7)$$

белгилаш киритадиган бўлсак

$$\psi'' + k^2\psi = 0 \quad (8)$$

Бундай тенгламанинг ечими қуйидаги кўринишда ифодалаш мумкин:

$$\psi(x) = a \sin(kx + \alpha), \quad (9)$$

(5) шартдан фойдаланиб k ва α доимийларни аниқлаш мумкин:

$\psi(0) = 0$ шартдан

$$\psi(0) = a \sin \alpha = 0, \quad (10)$$

бунда $\alpha = 0; \psi(0) = 0;$

$$\psi(l) = a \sin \alpha = a \sin kl = 0, \quad (11)$$

$$kl = +n\pi; (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (12)$$

$n = 0, \psi = 0$ заррача бўлиш эҳтимоллиги йўқотилади. (7) дан ва (12) дан K нинг хусусий қийматини топамиз.

$$E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ml^2} n^2, (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (13)$$

Демак, бундан спектрнинг дискрет эканлиги келиб чиқади. Энди қўшни сатхлар орасидаги масофани ҳисоблайдиган бўлсак. Заррачаларнинг массаси m ва тўсиқ кенглиги l . Иккита қўшни сатхнинг энергия фарқи

$$\Delta E_n = E_{n+1} - E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ml^2} (2n+1) \approx \frac{\pi^2 \hbar^2}{ml^2} n$$

N=4
N=3
N=2
N=1

Агар $m \sim 10^{-23} \text{ г}$ молекула массасига тенг бўлса, $l \sim 10 \text{ см}$ идиш ичидаги молекулалар

$$\Delta E_n = 10^{-32} \text{ нЭэВ.}$$

Демак, энергетик сатхлар жуда яқин жойлаштирилганлигидан кўпинча энергия узлуксиз бўлиб кўринади. Худди шунга ўхшаш натижани $m = 10^{-27} \text{ г}$ электрон массаси деб қарасак, тўсиқ ўлчами шундай бўлсин:

$$\Delta E_n = 10^{-28} \text{ нЭВ} \approx 10^{-16} \text{ нЭВ.}$$

Агар электрон атом ўлчамига яқин ўлчамда ҳаракат қилса, бутунлай бошқача тасаввурни ҳосил қиламиз

$$\Delta E_n = 10^{-10} \text{ нЭВ} = 10^2 \text{ нЭВ.}$$

Демак, энергиянинг дискрет эканлиги яққол сезилади. (9) даги K нинг ўрнига (12) даги қийматини қўйсак, масаладаги хусусий функцияни аниқлаймиз.

$$\psi_n(x) = a \sin \frac{n\pi x}{l}$$

$\alpha = 0$, бўлганда a коэффицентини топиш учун

$$\int \psi^2 dx = 1$$

Нормаллаштириш қонунидан фойдаланамиз:

$$a^2 \int_0^l \sin^2 \frac{n\pi x}{l} dx = 1$$

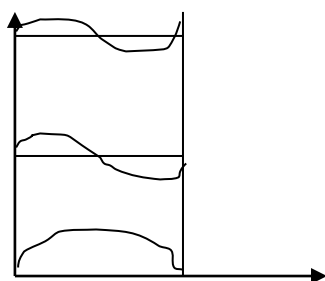
Интеграллаш оралигида, интеграл остидаги функция 0 га айланади. Шунинг учун ҳам интегралнинг қиймати $\sin^2(n\pi k/l)$ нинг ўртача қийматига кўпайтириш орқали ҳосил қилинади.

$$\frac{1}{2} \text{ узунлик } l. \quad a^2\left(\frac{1}{2}\right)l = 1 - \text{хосил бўлади.}$$

Бу ердан $a = \sqrt{\frac{2}{l}}$ - хосил қилинади. Шундай қилиб хусусий функция

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{l}} \sin \frac{n\pi x}{l}, (n = 1, 2, 3, \dots)$$

(14)



Графикдан кўринадики, $n = 2$ ҳол учун тўсиқ ўртасида заррача бўла олмайди.

Импульс моментининг квантланиши.

Умумий ҳол учун

$$Q\psi = q\psi,$$

ёзиш мумкин.

Q (энергия учун H импульс учун P оператор) билан белгиланади. Импульс моменти учун квант физикасида тўртта оператор киритилади: момент квадрат оператори M^2 ва учта проекцияси M_x, M_y, M_z .

$$M^2\psi = M^2\psi, \quad (15)$$

тенгламани ечимини топиш анча қийин бўлганлигидан охириги натижасини ёзамиз.

$$M^2 = l(l+1)\hbar^2, (l = 0, 1, 2, \dots) \quad (16)$$

Бу ерда l - квант сони, азимуталь квант сони.

$$M = \hbar\sqrt{l(l+1)}, (l = 0, 1, 2, \dots) \quad (17)$$

M_z оператор анча содда. Шунинг учун унинг ечими билан танишайлик.

$$M_z \psi = -i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial \varphi} = M_z \psi \quad (18)$$

сферик координаталар системасида

$$M_z \psi = -i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial \varphi}$$

(4) тенглама

$$-i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial \varphi} = M_z \psi \quad (19)$$

$\psi = e^{\alpha\varphi}$ ни келтириб қўйсак

$$-i\hbar\alpha = M_z$$

α учун $iM_z / \hbar$ хосил қилинади.

$$\psi = ce^{i(M_z / \hbar)\varphi}$$

$$e^{i(M_z / \hbar)(\varphi+2\pi)} = e^{i(M_z / \hbar)\varphi}$$

ёки

$$\psi(\varphi + 2\pi) = \psi(\varphi)$$

Агар $M_z = m\hbar$ бўлса юқоридаги шарт бажарилади.

Демак, M_z оператор

$$M_z = m\hbar, (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots) \quad (20)$$

дискрет қийматларини қабул қилади.

m -магнит квант сони деб аталади.

$$|m\hbar| \leq \hbar\sqrt{l(l+1)}$$

бўлганидан

$$M = \hbar \sqrt{l(l+1)}, (l = 0, 1, 2, \dots)$$

$$M_z = m\hbar, (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l)$$

Назорат учун топшириқлар.

1. Водород атоми учун биринчи Бор орбитасида ҳаракатланаётган энергиянинг тезлиги ва орбита радиусини ҳисобланг.

А. $r_1 = 0.53 \cdot 10^{-10} \text{ м}$
 $V_1 = 2,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$

В. $6,56 \cdot 10^{-7} \text{ м}$
 $4,37 \cdot 10^6 \text{ м/с}$

С. $0,176 \cdot 10^8 \text{ см}$
 $6,56 \cdot 10^6 \text{ м/с}$

Д. $1,0 \cdot 10^{-23} \text{ м}$
 $2,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$

Е. $6,56 \cdot 10^{-7} \text{ м}$
 $2,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$

2. Водород атоми учун спектрнинг кўзга кўринадиган соҳасидаги энг катта ва энг кичик қийматини топинг.

А. $3,65 \cdot 10^{-7} \text{ м}$
 $6,56 \cdot 10^{-7} \text{ м}$

В. 541 нм
 1157 нм

С. 1014 нм
 1157 нм

Д. 1872 нм
 97 нм

Е. 97 нм
 122 нм

3. Водород атомидаги электрон туртинчи энергетик сатхдан иккинчи энергетик сатхга ўтади. Ўқиш натижасидан нурланган фотоннинг энергиясини аниқланг.

А. $2,55 \text{ эВ}$

В. $25,5 \text{ эВ}$

С. 255 эВ

Д. 2550 эВ

Е. 25500 эВ

4. $M = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \varphi}$ операторнинг хусусий қиймати ва хусусий функциясини топинг.

А. $\psi_m(\kappa) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{im\varphi}$

В. $\psi_m(\varphi) = A \sin^2 \varphi = \frac{2}{\sqrt{3}} \pi \sin^2 \varphi$

С. $\psi_m(\varphi) = \psi(\varphi + 2\pi)$

Д. $\psi_m(0) = 0$

Е. $\psi_m(1) = 1$

5. $M_z^2 = -\hbar \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2}$ оператор билан ифодаланувчи механик катталиқнинг $\psi(\varphi) = A \sin^2 \varphi$ ҳолатидаги ўртача қийматини ҳисобланг.

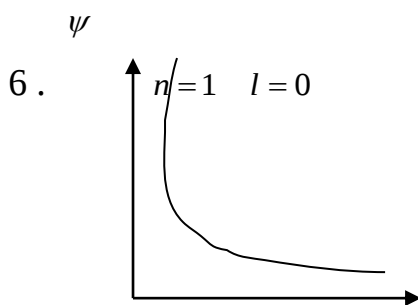
А. $M_z^2 = \frac{4}{3} \pi^2$

В. $M_z = 2\hbar^2$

С. $M_z^2 = m^2 \hbar^2$

Д. $M_z = \frac{4}{3} \hbar^2$

Е. $M_z = \frac{4}{3} \pi^2 \hbar^2$



расмдан $\frac{d\psi}{dr}$ нинг узлук-сизлиги $r = 0$ да бузилади, агар функция координата ядро Билан ўтувчи чизикқа мосланса. $r = 0$ да потенциал энергия P нимага тенг бўлади?

7. 1S водород тўлқин функцияси ҳолати учун $|\psi|^2 4\pi r^2$ максимум катталиқ бўлса, r нинг қийматини ҳисобланг.

8. 1S ҳолатдаги водороднинг, r учун ўртача тўлқин функция $3\rho/2$ га тенг эканлигини исботланг.

9. Водороднинг $2p$ - ҳолатидаги олти тўлқин функция куйидаги ифодани беради:

$$m_l = -1, m_s = \pm \frac{1}{2}; \psi = A(r/\rho) e^{-r/2\rho} \sin \theta \cos \varphi;$$

$$m_l = 0, m_s = \pm \frac{1}{2}; \psi = A(r/\rho) e^{-r/2\rho} \cos \theta$$

$$m_l = +1, m_s = \pm \frac{1}{2}; \psi = A(r/\rho) e^{-r/2\rho} \cos \theta \cdot \sin \varphi;$$

бу ерда, A - доимий, r, θ, φ - сферик координаталар. $|\psi|^2$ нинг ҳамма олти тўлқин функциянинг йигиндиси r га боғлиқ эканлигини исботланг.

10. $2p \rightarrow 2S$ ҳолатга ўтишда литий $\lambda = 6708 \text{ \AA}$ спектрал чизикни беради. ҳолатдаги энергия қанча?

Асосий саволларни ўзлаштириш учун мустақил иш топшириқлари:

1. n - Бор орбитасида жойлашган электроннинг кинетик энергиясини ҳисобланг. $n = 1, 2, 3, \dots, \infty$

A. $me^4 / 32\pi\epsilon_0^2 \hbar^2 n^2$ B. $me^2 / 64\pi\epsilon_0^2 \hbar^2 n^2$ C. $me^4 / 64\pi\epsilon_0^2 \hbar^2 n^2$

Д. $me^4 / 38\pi\epsilon_0 \hbar^2 n^2$ E. $me^4 / 32\pi^2 \epsilon_0^2 \hbar^2 n^2$

2. Водород атомининг биринчи ва иккинчи Бор орбиталарида ҳаракатланаётган электроннинг айланиш частотаси ν ва V ни ҳисобланг. Шу орбиталар орасидаги ўтишга мос келган фотоннинг частотасини топинг.

A. $6,55 \cdot 10^{15} c^{-1}$ B. $6,55 \cdot 10^{20} c^{-1}$ C. $6,55 \cdot 10^{19} c^{-1}$
 $3,19 \cdot 10^{14} c^{-1}$ $3,19 \cdot 10^{26} c^{-1}$ $3,19 \cdot 10^{20} c^{-1}$

Д. $6,55 \cdot 10^{-12} c^{-1}$ E. $6,55 \cdot 10^{-12} c^{-1}$
 $3,19 \cdot 10^{20} c^{-1}$ $3,19 \cdot 10^{15} c^{-1}$

3. Водород атомининг биринчи уйғониш потенциалини ҳисобланг.

A. $10,2V$ B. $1,02V$ C. $102V$ Д. $120V$ E. $1020V$

4. Бальмер серияси учун мос келадиган формулани белгиланг.

A. $\omega_n = 2\pi c R(1/4 - 1/n^2); n = 3, 4, 5, \dots$

B. $\omega_n = 2\pi c R(1/1 - 1/n^2); n = 2, 3, \dots$

C. $\omega_n = 2\pi c R(1/9 - 1/n^2); n = 4, 5, 6, \dots$

Д. $\omega_n = 2\pi c R(1/16 - 1/n^2); n = 5, 6, 7, \dots$

E. $\omega_n = 2\pi c R(1/25 - 1/n^2); n = 6, 7, 8, \dots$

5. Нима учун атомнинг манфий зарядланган зарралари α - зарраларнинг сочилишига сезиларли таъсир кўрсатмайди?

6. Атомнинг мусбат заряди унинг бутун ҳажми бўйлаб тақсимланган бўлганда нима учун α - зарралар катта бурчакларга сочилиши мумкин бўлмас эди?

7. Атомнинг планетар модели классик физика қонунларига мос келмайди. Нима учун?

8. Бор постўлатларининг мазмуни нимадан иборат?

9. $k = 5$ раъамли ҳолатдан $n = 1$ раъамли ҳолатга ўтганда водород атомининг орбита радиуси ва энергияси неча марта ўзгаради?

А. 25;1/25

В. 5;1/5

С. 10;1/10

Д. 20;1/20

Е. 30;1/30

10. Биринчи Бор орбитасида электроннинг тезлиги ва тезланиши нимага тенг?

11. α – зарра билан қалай ядроси марказий тўқнашганда улар қандай минимал $r_{\min}$ масофага яқинлашади? $V_{\alpha} = 10^9 \text{ м/с}$, $M_{\alpha} = 6,7 \cdot 10^{-24} \text{ з}$.

12. Бальмер сериясидаги минимал тўлқин узунлиги аниқлансин.

А. $3,65 \cdot 10^{-7} \text{ м}$

В. $3,65 \cdot 10^{-10} \text{ м}$

С. $3,65 \cdot 10^{-12} \text{ м}$

Д. $3,65 \cdot 10^{-14} \text{ м}$

Е. $3,65 \cdot 10^{-15} \text{ м}$

Адабиётлар:

1. Э. В. Шпольский. Атом физикаси. Тошкент, Ўқитувчи, 1970 й.

2. Р. Бекжанов, Б. Ахмадхужаев. Атом физикаси. Т. Ўқитувчи, 1979й.

3. А. Н. Матвеев. Атом физика М. Высшая школа. 1989й.

4. И. К.Иродов. Сборник задач по атомной и ядерной физике. М. Атом издат.1972.

Лаборатория иши

Мавзу: Электроннинг чиқиш ишини аниқлаш.

Ишнинг мақсади: Барий оксидли диоднинг вольтампер характеристикасидан фойдаланиб, электроннинг чиқиш ишини аниқлаш.

Қисқача назария

Бизга маълумки, одатдаги температурада металл ичидаги эркин электронларни ўзида ушлаб қолади. Бу шуни кўрсатадики, металл-вакуум чегарасида, электроннинг металлдан чиқиб кетишига қаршилик =илувчи потенциал барьер (тўсиқ) мавжуд. Бу тўсиқнинг мавжудлиги натижада вакуумга чиқувчи электронли металл ўзига тортади. Натижада вакуумга чиқувчи эркин зарядларнинг тақсимланиши вужудга келади. Агарда электронларнинг энергияси кичик бўлса, юқорида айтиб ўтилган куч таъсирида электронлар металл ичига қайтади. Бундан ташқари электронлар вақтинча металлдан чиққанда вакуумга электр майдони ҳосил қилади, бу майдон электроннинг металлдан чиқишига қаршилик қилади. Демак, электронлар металлдан чиқиб кетиши учун E_{β} минимал энергияга эга

бўлиши керак. E_β Энергиянинг (?) металлларнинг тузилишига боғлиқ бўлади, бундан ташқари металл юзаси қандай ҳолатда эканлигига қараб, бу боғланишларни умумий ҳолда электроннинг чиқиш иши деб аталади.

E_β чиқиш иши электронни металлдан бўшатиш учун фотон $h\nu$ (фотоэффект) энергияси билан электронни нурлантириш ёки металлни иситиш керак. (термоэлектрон эмиссия) тез ҳаракатланувчи электрон билан бомбардимон қилиш (иккиламчи эмиссия) ташқи электр майдони таъсирида (совуқ электрон эмиссия) ва х.в. фотоэлектрик эффект, жисмдан электрони учиб чиқиши ва нурланиши ҳисобига бўлади. Ҳар бир энергияга эга бўлган фотон жисмда ютилиш вақтида максимал ҳолда битта электронни бўшатади ва унга қўшимча тезлик беради. Уни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\frac{mv^2}{2} = E_e = h\nu - E_\beta$$

Бу ерда m ва v электроннинг массаси ва тезлиги E_β - электроннинг чиқиш иши, E_e - электроннинг максимал энергияси. Нима учун кўпчилик электронлар бир хил тезликка эга эмас эканлигини тушуниш мумкин. Электронлар турли энергия билан чиқади, ҳатто $E_e = E_\beta$ бу иш ҳам танланади ва металл сиртини электрон ташлаб чиқиб кетади. Электронлар металлнинг ичкари қисмидан чиққанда, чиқиш иши анча катта бўлади. Электронлар фақат фотонлар таъсирида металллардан ажралиб чиқмасдан, балки иситиш орқали (териоэлектрон эмиссия) орқали ҳам чиқиши мумкин. Абсолют ноль температурадан юқорида қисман электронлар юқори сатҳини эгаллайди, яъни Ферми чегарасидан юқорида бўлади.

Металларда температура ортиши билан электронларнинг хаотик ҳаракат тезлиги ортади. Бундай металллардан ажралиб чикувчи электронлар сони кескин ошади. Термоэлектрон эмиссия ҳодисаси электрон лампаларда катодга қўшимча накал киритиши билан амалга оширилади. Икки электродли электрон лампаларда термоэлектрон ток U_a анод кучланишга боғлиқ бўлади. Термоэлектрон ток Ричардсон формуласи орқали ифода қилинади.

$$I = A \cdot S \cdot T^2 \exp\left(-\frac{E_\beta}{kT}\right). \quad (1)$$

Бу ерда A -ўзгармас катталиқ бўлиб, у турли металллар учун турли қийматга эга, S -металлларнинг юзаси, T -абсолют температура, k -Больцман доимийси. (1) формулага термоэлектрон эмиссия деб аталади. Термоэлектрон ток I нинг олдида эквивалент потенциал кўпайтмага бўлганлигидан E_β ва T га кучли боғланган. Масалан, вольфрам учун 2000-2500⁰K да I нинг қиймати 200 марта ортади. Чиқиш иши E_β (1) формула орқали T_1 ва T_2 температуралар учун ҳисоблаш қуйидагича олинади.

$$I_1 = A \cdot S \cdot T_1^2 \exp\left(-\frac{E_\beta}{kT_1}\right), \quad (2)$$

$$I_2 = A \cdot S \cdot T_2^2 \exp\left(-\frac{E_\beta}{kT_2}\right). \quad (3)$$

(2) ни (3) га бўлиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 \exp\left(-\frac{E_\beta(T_2 - T_1)}{kT_1T_2}\right), \quad (4)$$

ёки

$$\frac{I_1}{I_2} \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \exp\left(-\frac{E_\beta(T_2 - T_1)}{kT_1T_2}\right)$$

(4) ифодани логарифмлаб,

$$\ln\left[\frac{I_1}{I_2} \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2\right] = -E_\beta \frac{T_2 - T_1}{kT_1T_2}, \quad (5)$$

Бу ерда E_β чиқиш иши.

$$E_\beta = -k \frac{T_1T_2}{T_2 - T_1} \ln\left[\frac{I_1}{I_2} \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2\right], \quad (6)$$

Чиқиш ишини ҳисоблаш учун I_1 ва I_2 нинг бир хил кучланишда олиш керак. Икки электродли лампанинг икки хил температураси учун вольтампер характеристикасини олиш (ВАХ) керак (1-расм). 1-расмда кўринадики U_a кучланишнинг маълум бир қийматдан сўнг ўзгармай қолади. Бу токнинг қийматини тўйиниш токи деб аталади. Турли температуралар учун тўйиниш токининг қиймати турлича.

I_{n1} ва I_{n2} нинг қиймати вольтампер характеристикасидан олинади, T_1 ва T_2 температура учун 1-расмдан АВ- I_{n1} , АС- I_{n2} , тенг бўлади. Катоднинг температурасини

$$R_t = R_0(1 + \alpha t), \quad (7)$$

формула ёрдамида аниқлаш мумкин. Бу ерда R_t -t температурадаги симнинг қаршилиги, R_0 -хона температурасидаги катоднинг қаршилиги, α -температура коэффиценти. Вольфрам учун $\alpha = 0,0051$ бўлганлигидан, катод температураси

$$t = \frac{R_t - R_0}{\alpha R_0}, \quad (8)$$

аниқланади. R_t қаршилиқ катоднинг накалидаги кучланиши U_A ва I_A ток кучи орқали аниқланади:

$$R_t = \frac{U_n}{I_n}. \quad (9)$$

Қурилманинг тузилиши

2-расмда электроннинг чиқиш ишини текширадиган қурилманинг принципаал схемаси берилган. Диод шиша балондан ва иккита электрод: анод ва катоддан иборат. Анод цилиндрдан ва катод қиздирувчи толадан

иборат. Бизнинг лаборатория ишида электрон лампа сифатида 6Ф5М олинган; катод барий оксидидан тайёрланган. Қиздирувчи катод накали сифатида вольфрам толаси олинган. Бир хил температурада катод билан накал температураси ўзаро тенг бўлади. Шунинг учун $\alpha = 0,0051$ қабул қилинади (Вольфрам учун).

Электрон лампа стенд ичига жойлаштирилган. Анод катод ва лампанинг накал толаси доимий ток стабилизаторига уланган бўлади. U_a, I_a, U_n, I_n ларни стенд юзасига жойлаштирилган приборлар ёрдамида ўзгартириш мумкин. Анод токининг максимал қиймати 25мкА, накал токиники эса 375мА анод кучланиши 10В, лампа накалининг толаси 8В қурилманинг юзасидаги калит ёнида U_a ва U_n мос равишда ўзгартирилади. Қурилманинг ишга туширишдан аввал электр схема яхшилаб ўрганилади. 1–расм схемаси ўрганилгандан сўнг ўқитувчи ва лаборантнинг рухсати билан иш бажариш бошланади.

1.Потенциометрларнинг **чапки вазиятини** (?) охириги ҳолатига U_a ва U_n қўйилади.

2.Калит ёрдамида U_n ва I_n ҳолатга келтирилади. Қурилма 50Гц частотали 220В кучланиш манбаига уланади, стенддаги калитни «ВКЛ» ҳолатида уланади.

3.Накалнинг кучланиши 2-2,5В потенциометр ёрдамида ҳосил қилинади. Лампа кизиши учун 3-5минут вақт ажратилади.

4.Калитни U_a ва I_a ҳолатдаги қўйилади. Потенциометр ёрдамида 7-8В U_a анод кучланиш ҳосил қилинади. Накал кучланиши U_n потенциометр ёрдамида ўзгартириб 400-500мкА анод токи ҳосил қилинади. (анод токи учун шкаланинг охириги 500мкА, накал токи эса 500мА). Ўзгариб U_n қийматни 2-3 минутдан сўнг олинади. Калитлар U_n ва I_n ҳолатларга қўйилади. U_n ва I_n ларнинг қиймати олиниб, жадвалга киритилади.

5.Калитлар U_a , I_a қўйилиб, потенциометр U_a дан анод токининг қиймати U_a ва I_a 10та нуқта учун олинади. 0-7В атрофида U_a ва I_a ни 1минут вақт ушлаб туриш керак. Натижалар жадвалга киритилади.

6. 5 банддаги ишлар қайтарилади, анод токи 300-400мА га келтирилади. 6 банддаги ишлар қайтарилади.

7. 5 банддаги ишлар қайтарилади, анод токи 200-300мА га келтирилади. 6 банддаги ишлар қайта бажарилади.

8.Олинган натижалардан фойдаланиб (жадвалга) $I_a = f(U_a)$ график чизилади. $U_{n_1} = 7В, U_{n_2} = 7,5В, U_{n_3} = 8В$ ва I_1, I_2, I_3 аноднинг бир хил қиймати учун тўйиниш токи аниқланиди

Олинган натижалар 1-жадвалга киритилади.

9. (1)-(9) формуладан фойдаланиб катод накалидаги температура ҳисоблаб топилади, турли U_n қийматлар учун олиган ҳисоблаш натижалари 1-жадвалга киритилади.

10. Катоднинг нақал температурасига асосан T_1, T_2, T_3 ва I_1, I_2, I_3 аноднинг тўйиниш ток қийматидан фойдаланиб, (6) формулага асосан барий оксиддан электроннинг чиқиш иши ҳисоблаб топилади. $E_{\beta}^{1-2}, E_{\beta}^{2-3}, E_{\beta}^{3-1}$ ларнинг қиймати 1-жадвалга киритилади.

11. Электроннинг ўртача чиқиш иши ҳисоблаб топилади ва 1-жадвалга киритилади.

1-жадвал

2-жадвал

Ўз-ўзини текшириш учун саволлар.

1. Ферми чегараси нима?
2. Речердсон формуласи қандай физик катталикларни ўзаро боғлайди?
3. Волт-ампер характеристикасини қандай катталикларни боғлайди?
4. Металларнинг чиқиш иши нисбатлар ҳисобига амалга оширилади?

Адабиётлар.

1. Бензер А. Основное представление современной физик.: Атом изд. 1973.
2. Шпольский Э. В. Атомная физика. М.: Физматгиз. 1963.
3. Борн М. Атомная физика. М.; Мир. 1970.



4-Мавзу: Нурланиш генераторлари.

Асосий саволлар:

1. Спонтан нурланиш.
2. Мажбурий нурланиш.

Таянч сўз ва иборалар:

Комбинацион сочилиш, уйғотиш, интенсивлик, қизил ва бинафша йулдошлар, сателлитлар, стокс ва антистокс, флуорисцент, интенсивлик, нозластик тўқнашиш, гармоник яқинлашиш, кулон майдони, водородсимон атом, Шреденгер тенгламаси, атомдаги электроннинг тўлқин энергияси, электроннинг импульс моменти, орбитал квант сони, яшаш вақти, сатҳ кенглиги, табиий кенглик, тепки энергия.

1-асосий савол: Спонтан нурланиш.

1-асосий саволнинг мақсади:

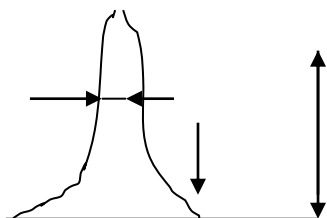
Талабаларга спонтан ўтиш ҳақида тушунча бериш.

Идентив ўқув мақсадлари:

1. Спонтан ўтишни билади.
2. Атомлар нурланишининг ҳосил қилган спектр кенглигини баҳолай олади.
3. Иссиқликдан кенгайишни билади.

1-асосий саволнинг баёни:

Атом уйғонганда қуйи энергетик ҳолатга спонтан равишда (ўз-ўзидан) ўта олади. Уйғонган ҳолатдаги атомлар сони е марта камайгунча ўтган вақт уйғонган ҳолатнинг яшаш вақти дейилади. Атомларнинг уйғонган ҳолатидаги яшаш вақти $10^{-8} - 10^{-9}$ с тартибда бўлади. Уйғонган ҳолат энергияси аниқ эмас ва уйғонган ҳолат чекли Γ кенгликка эга.

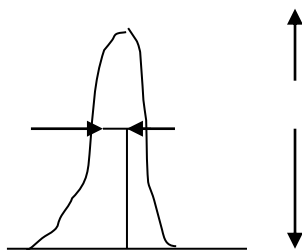


Квант механикасида бизга маълумки, сатҳ кенглиги уйғонган сатҳнинг яшаш вақтига тескари пропорционал:

$$\Gamma = h / \tau \quad (1)$$

Атомнинг асосий ҳолати стационар ҳолатдир (ундан бошқа ҳолатларда спонтан ўтиш мумкин эмас). Уйғонган сатҳлар кенглиги чекли бўлганлиги сабабли атомлар чиқарадиган фотонлар энергияси 2-расмдаги эгри чизик билан тасвирланган тарқоқликка эга. Шунга мос ҳолда спектрал чизик чекли

$$\delta\omega_0 - \Gamma / h = 1 / \tau$$



(2)

кенгликка эга. Частоталарнинг интервалли- тўлқин узунликлари интервали билан қуйидагича боғланган

$$\delta\lambda = \frac{2\pi c \delta\omega}{\omega^2} = \frac{\lambda}{\omega} = \frac{\lambda^2}{2\pi c} \delta\omega$$

(3)

(2) ва (3) ифодалар спектрал чизикларнинг табиий кенглигини ифодалайди.
 (3) га $5000 \text{ \AA}^0$ ва 10^8 с^{-1} қўйиб, спектрал чизикнинг табиий кенглиги $10^{-4} \text{ \AA}^0$ чамасида эканини топамиз.

Нур чиқарувчи атомларнинг иссиқлик ҳаракати натижасида спектрал чизиклар қўшимча равишда кенгаяди. Бу кенгайиш Допплер кенгайиши деб аталади.

Атомнинг ички энергияси ўзгаришини, яъни $E_n - E_m$ айирмани E_{nm} билан белгилаймиз, бу ерда E_n ва E_m электрон ўтаётганда сатҳлар энергиянинг қиймати. Энергиянинг сақланиш қонунига асосан, E_{nm} энергия фотон энергияси билан нур чиқараётган атомнинг илгариланма ҳаракати энергияси ўзгариши йиғиндисига тенг бўлиши керак:

$$\nabla E_{nm} = \hbar\omega + \frac{(\vec{p}_0 - \hbar\vec{k})^2}{2m_0} - \frac{\vec{p}^2}{2m_0} = \hbar\omega - \frac{\vec{p}_0 \hbar\vec{k}}{M_0} + \frac{(\hbar k)^2}{2m_0} \quad (4)$$

Атомнинг илгариланма ҳаракати энергияси ўзгариши фотоннинг энергиясидан жуда кичик. Шунинг учун биринчи яқинланишда $\nabla E_{nm} = \hbar\omega$

деб ҳисоблаш мумкин, $\hbar\vec{k}$ ни $\hbar\omega/c \approx \nabla$

билан алмаштириб ва юқоридагиларни эътиборга олиб (бунда атомнинг иссиқлик ҳаракати тезлиги, (4) даги қўшилувчини

$$\frac{\vec{p}_0 \hbar\vec{k}}{m_a} = \frac{v}{c} \nabla E_{nm} \cos \varphi \quad (5)$$

кўринишда ёзиш мумкин, бунда $\varphi - P_0$ билан $\hbar k$ орасидаги бурчак бўлиб, у 0 дан π гача ўзгаради.

$\Delta E_{nm} = \hbar\omega$ деб ҳисобланганда.

$$\frac{(\hbar k)^2}{2m_a} = \frac{(\hbar\omega)^2}{2m_a c^2} \approx \frac{(\Delta E_{nm})^2}{2m_a c^2}$$

(4) ни қуйидаги кўринишда ёза оламиз:

$$\Delta E_{nm} = \hbar\omega - \frac{V}{c} \Delta E_{nm} \cos \varphi + \frac{(\Delta E_{nm})^2}{2m_a c^2} \quad (6)$$

Атом фотон чиқарганда оладиган текис энергичсининг ўртача қийматини топамиз. Ҳар бир нурланишда атом

$$E_{men} = \Delta E_{nm} - \hbar\omega$$

энергия олади (6) га асосан, бу энергия қуйидагига тенг :

$$E_{men} = \frac{(\Delta E_{nm})^2}{2m_a c^2} - \frac{V}{c} \Delta E_{nm} \cos \varphi$$

Бу ифоданинг ўрта қиймати биринчи қўшилувчига тенг ($\cos \varphi = -1, +1$)

гача бўлган ҳамма қийматларни бир хил эҳтимоллик билан қабул қилади, Шунинг учун иккинчи қўшилувчи ўрта ҳисобда нолга тенг. Атом фотон чиқара олган ўртача тепки энергиясини R ҳарфи билан белгилаб, қуйидагини ёзиш мумкин:

$$R = \langle E_{mea} \rangle = \frac{(\Delta E_{nm})^2}{2m_0 c^2} \quad (7)$$

(7) ни ҳисобга олганда (6) ни қуйидагича ёзиш мумкин :

$$\Delta E_{nm} = \hbar \omega - \frac{V}{c} \Delta E_{nm} \cos \varphi + R$$

Бу тенгламадан фотоннинг частотасини топамиз:

$$\omega = \frac{\Delta E_{nm}}{\hbar} - \frac{R}{\hbar} + \frac{V}{c} \frac{\Delta E_{nm}}{\hbar} \cos \varphi$$

$$\omega_0 = \frac{\Delta E_{nm}}{\hbar}, \Delta \omega_R = \frac{R}{\hbar}, \delta \omega_D = 2 \frac{V}{c} \frac{\Delta E_{nm}}{\hbar} \approx 2 \frac{V}{c} \omega \quad (8)$$

белгилашларни киритиб, қуйидаги муносабатга келамиз:

$$\omega = \omega_0 - \Delta \omega_R + \frac{1}{2} \delta \omega_D \cos \varphi \quad (9)$$

Спектрал чизиқнинг ҳақиқий $\delta \omega$ кенглиги табиий (2) кенглиги билан қўшимча (8) кенглигининг йиғиндисидан иборат.

Атомларнинг ўз-алган ҳолатдан ўз-алмаган ҳолатга ўтиши ўз-ўзидан юз берганлиги сабабли, нурланиши ҳар хил қутбланиш текислигига эга бўлган ва ҳар хил фазоли фотондан иборат бўлади. Ҳар хил атомлар нурланишининг фазолари ва қутбланиши орасида ҳеч қандай мослик йўқ. Ҳар хил атомлар нурланишининг частоталари ҳам ҳар хил.

Рус олими С. И. Вавилов 1914 йили ўзининг биринчи мустақил ишини эълон қилди. С. И. Вавилов ёруғлик хоссаларининг турли тамонларини тадқиқ қилиш билан шуғулланди. С. И. Вавилов люминесценция ёруғлик нурини моддага туширилганда баъзи моддаларнинг узок вақт ёруғланишини ўрганишга, айниқса катта ҳисса қўшди. Ёруғликнинг модда билан ўзаро таъсирини чуқур ўрганди. Вавилов ёруғлик техникасида кенг қўлланиладиган кундузги ва оқ ёруғлик сочадиган люминесцент лампалар ишлаб чиқариши бўйича рус технологиясини ишлаб чиқди. «Люминесценция» сўзи совуқ ҳолда нур чиқариш деган маънони билдиради. Агар электр майдони таъсирида вужудга келадиган бўлса, электролюминесценция дейилади.

Люминесценция маркази уйғонган ҳолатдан пастроқ энергия сатҳига ўтишида ўртача сарфланадиган вақт люминесценция жараёнининг асосий характеристикаларидан бири ҳисобланади. Люминесцент нурланиш тўхталилгандан кейин, агар у тез, тахминан секунднинг ўн миллиондан бир ўлиши 10^{-8} с да сўнса, люминесценциянинг бундай хили флуоресценция деб аталади. 10^{-8} С уйғонган атомнинг ўзига хос яшаш давридир. Агар ташқи электрон қобиқнинг сатҳлари уйғонган бўлса, одатда, атом асосий ҳолатга ўтгунга қадар шунча вақт 10^{-8} с уйғонган ҳолатда бўлади.

Люминесценциянинг бошқа тури фосфоресценция – уйғониш энергияси манбаи узилгандан сўнг ёруғланишнинг секин пасайиши билан характерланади. Бу ходиса люминесценция марказлари уйғонгандан кейин тўйинган ҳолатларда бўлади, бу ҳолатлардан паст энергияли ҳолатга ўтиш тақиқланган бўлиб, у 10^{-8} с га қараганда анча узокроқ вақтда рўй беради. Люминесценция уни уйғотиш усулига қараб, **ҳар хилларга(?)** бўлинади. Масалан, телевизор экрани кенескоп экранини деворига суркалган люминофорнинг ёруғланиши туфайли ўзига тушадиган электрон оқимидан ёруғланади. Бу ҳолда люминесценция марказларини электрон оқими уйғотади. Люминофорлар аралашмаси ультрабинафша нурланишни ютиб, спектрнинг кўринадиган соҳасида нурланади ва етарли даражада кундузги ёруғлик спектрини ҳосил қилади. Электромагнит нурланиш томонидан уйғотилган люминесценциянинг бундай хили фотолюминесценция деб аталади.

Назорат учун топшириқлар Б. Блум таксономияси. Категория.

1. Спектрал чизиқ кенглиги қандай аниқланади?
2. Нурланишсиз ўтиш нима?
3. Люминесценция бошқа турдаги нурланишдан нимаси билан фарқланади?
4. Атомнинг қандай ҳолатини кўзгалган ҳолат деб аталади?
5. Допплер кенгайиши нима?
6. Кўринадиган ёруғлик учун $\Delta\omega_R$ ни аниқланг?

$m_a = 10^{-22} \text{ г}, \omega \approx 3 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}$ деб олинсин.

А. $5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$ В. $10 \cdot 10^7 \text{ с}^{-1}$ С. $21 \cdot 10^8 \text{ с}^{-1}$

Д. $3,1 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ Е. $2,1 \cdot 10 \text{ с}^{-1}$

7. Ёруғлик қуввати 5 Вт бўлган манбадан ҳар секундда қанча атом нур сочади?

А. $5 \cdot 10^{11}$ В. $5 \cdot 10^{20}$ С. $5 \cdot 10^{30}$

Д. $5 \cdot 10^{10}$ Е. 0

2-асосий савол: Мажбурий нурланиш.

2-асосий саволнинг мақсади:

Талабаларга мажбурий нурланиш ҳақида тушунчаларини бериш.

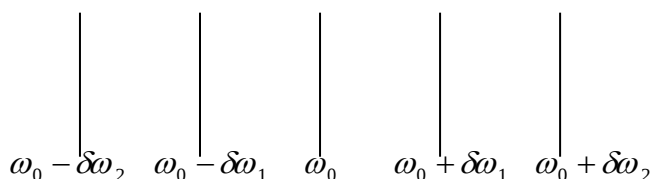
Идентив ўқув мақсадлари:

1. Комбинацион, Релей сочилишларини билади.
2. Мажбурий ўтишни билади.

2-асосий саволнинг баёни:

Ёруғликнинг комбинацион сочилиши деб аталадиган ходисани 1928 йилда Г. С. Ландсберг ва Л. И. Мандельштам ҳам улар билан бир вақтда ҳинд физиги Роман ва Кришнан кашф қилган эдилар. Бу ходиса куйидагидан иборат: ёруғлик, газ, суюклик ёки шаффоф кристалл жисмлардан ўтаётганда сочилган спектрида силжимаган чизикдан ташқари янги чизиклар ҳам пайдо бўлган, янги чизикларнинг частоталари тушувчи ёруғликнинг частотаси билан сочувчи молекулаларнинг тебранма ёки айланма ўтишларининг частоталари комбинациясидан иборат, яъни

$$\omega = \omega_0 + \omega_i, \quad (1)$$



«Ёруғликнинг комбинацион сочилиши» деган ном ҳам шундан келиб чиққан. Расмда кислороднинг $Hg2536,5A^0$ чизик билан уйғотилган комбинацион сочилиши спектри келтирилган. Комбинацион сочилишнинг манба чизигидан ўнгда жойлашган чизигига $Hg2534,8A^0$ чизик қўшилганда (унинг интенсивлиги $Hg2536,5A^0$ дан камроқ), натижада бу чизикнинг интенсивлиги бошқаларникига қараганда кўпроқ бўлган. Комбинацион сочилиш спектри силжимаган ω_0 чизикдан иборат бўлиб, бир қатор йўлдошлари бу чизикка нисбатан симметрик жойлашади. $\omega_0 - \omega_i$ Частотали ҳар бир «қизил» йўлдошга (яъни ўзун тўлқин томон силжиган йўлдошга) $\omega_0 + \omega_i$ частотали «бинафша» йўлдош мос келади. Қизил йўлдошлар ёки «сателлитлар» Стокс йўлдошлари деб, бинафша йўлдошлар ёки «сателлитлар» антистокс йўлдошлар деб ҳам аталади. Бу терминнинг келиб чиқиш сабаби куйидагича: Стокс аниқлаган ва унинг номи билан юритиладиган қонунга мувофиқ флуорресцент нурланиш частотаси флуоресценция вужудга келтирадиган ёруғлик частотасидан катта бўла олмайди.

Флуоресценцияда частотаси тушувчи ёруғликнинг ω_0 частотасидан кичик частотали чизиклар, яъни Стокс қонунини қаноатлантирувчи чизиклар Стокс чизиклари дейилади. Частоталари ω_0 дан катта бўлган чизиклар флуоресценциядаги антистокс чизиклар дейилади. Одатдаги температурада бинафша йўлдошлар интенсивлиги қизил йўлдошлар интенсивлигидан кам бўлади. Температура ортиши билан бинафша йўлдошлар интенсивлиги тез ортади.

Комбинацион сочилиш ходисаси квантомеханик нуқтаи назардан осонгина талвин этилади. Молекулаларнинг ёруғликни сочиш процессини фотонларнинг молекулалар билан нозластик тўқнашиши, деб қараш мумкин, яъни ёруғликнинг электромагнит тўлқинининг электр ташкил этувчисини

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin 2\pi\nu_0 t \quad (2)$$

шаклида ёзамиз. Бу куч таъсирида молекулалар таркибидаги электронлар мажбурий тебраниш ҳосил қилади.

$$y(t) = y_0 \sin(2\pi\nu_0 t + \varphi) \quad (3)$$

Икки атомли молекулалар таркибидаги атомлар гармоник тебраниш ҳосил қилади.

$$x(t) = r(t) - r_0 = x_0 \sin 2\pi\omega_{0i} t \quad (4)$$

частота мажбурий куч частотасидан бир неча марта кам бўлади. (3) формулани биринчи яқинлашишда таърибан қуйидагича ёзиш мумкин.

$$y_0(t) = Y_{00} + \Delta Y_0 \sin 2\pi\omega_{0i} t \quad (5)$$

(5) ни (3) га қўйсак ва иккиламчи даражалисини ва φ фаза фарқини ташлаб юборсак,

$$y = [Y_{00} + \Delta Y_0 \sin 2\pi\omega_{0i} t] \sin 2\pi\nu_0 t = Y_{00} \sin 2\pi\nu_0 t + \Delta Y_0 \sin 2\pi\omega_{0i} t \cdot \sin 2\pi\nu_0 t \quad (6)$$

$$\sin \alpha \sin \beta = \frac{1}{2} [\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta)]$$

формуладан фойдаланиб,

$$y(t) = Y_{00} \sin 2\pi\nu_0 t + \frac{\Delta Y_0}{2} [\cos 2\pi(\nu_0 - \omega_{0i})t + \cos 2\pi(\nu_0 + \omega_{0i})t] \quad (7)$$

Шундай қилиб, молекуладаги электроннинг мажбурий тебраниши натижасида атом гармоник тебраниш ҳосил қилади, учта гармоник тебранишнинг устма-уст қўшилиши вужудга келади: $\nu_0, \nu_0 + \omega_{0i}$ ва $\nu_0 - \omega_{0i}$

Агар молекула фотон билан тўқнашганда E'' энергияли ҳолатдан E^I энергияли ҳолатга ўтса ($E^I > E''$), у ҳолда фотоннинг сочилишидан кейинги энергияси $\hbar\omega_0 - \Delta E$ га тенг бўлади, бунда $\Delta E = E^I - E''$.

Шунга яраша фотоннинг частотаси $\omega_1 = \Delta E / \hbar$ қадар камаяди, яъни қизил йўлдош ҳосил бўлади. Агар молекула дастлаб E^I энергияли ҳолатда бўлса, у фотон билан тўқнашиши натижасида фотонга

$$\Delta E = E^I - E^II$$

Ортикча энергия бериб, E^{II} энергияли ҳолатга ўтади.

Натижада фотон энергияси $\hbar\omega_0 + \Delta E$ бўлиб қолади ва частотаси ω_1 кадар ортади. Фотоннинг $\hbar\omega_0$ энергияси сочилганда молекула $E^I, E^{II}, E^{III}, E^{IV}$ ва х. к. айланма ва тебранма сатҳарга ўтади. Пировардида бир қатор симметрик жойлашган йўлдошлар ҳосил бўлади. Комбинацион сочилишни ўрганиш молекулалар тузилиши ҳақида кўп маълумот беради. Молекула тебранишининг хусусий частотаси бу метод билан тез ва осон аниқланади.

Мажбурий нурланиш

Маълумки, атом ёки молекулалардан иборат ҳар қандай система энергияни дискрет қийматлари билан характерланувчи квант ҳолатларининг 1 дан 2 сига ўтишида чиқариши ёки ютиши мумкин.

Ушбу жараёни биз ўтган мавзуда электромагнит нурланиш билан модда атоми ёки молекуласининг ўзаро таъсирлашуви сифатида схематик тафсирлаган эдик. Биз мазкур жараёни Эйнштейн томонидан таклиф қилинган термодинамик нуқтаи назардан қараб чиқайлик.

Атомлардан иборат система айнамаган 2 энергетик сатҳга

$$E_i, E_k > E_L$$

эга бўлсин. E_i Энергия билан характерланувчи ҳолатдаги атомларнинг бирлик ҳажмдаги сонини N_i га ва иккинчи ҳолатдагиларнинг бирлик ҳажмдаги сонини N_k га тенг деб ҳисоблайлик. У ҳолда dt вақтда юз берадиган ўтишлар сони

$$dN_{\text{кен}} = N_k A_{ki} dt \quad (8)$$

га тенг.

Бу ерда A_{ki} -спотан ўтишлар эҳтимоллигининг Эйнштейн коэффиценти.

1. Системада пастки энергия E_i ҳолатдан юқори энергия E_k ҳолатига ўтиш.

Ушбу ўтишда

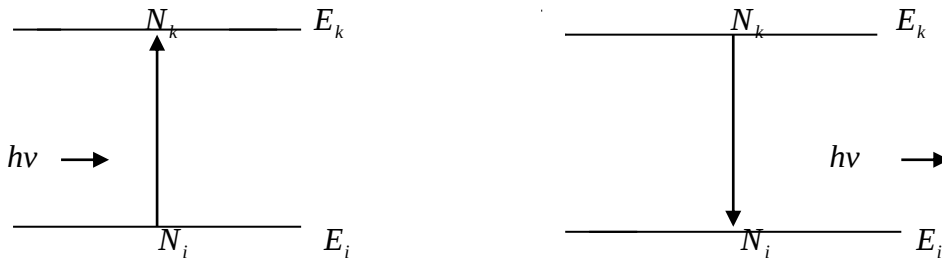
$$\hbar\nu_{ik} = E_k - E_i$$

Энергияли фотон ютади, шунинг учун резонанс ютилиш деб юритилади. Мазкур жараёни символик равишда, атомни ёки молекулани A , фотонни $\hbar\nu$ орқали белгиласак:

$$A + \hbar\nu_{ik} = A^*$$

кўринишда ёзиш мумкин ва 1-расмдагидек тасвирланади. Бу хил мажбурий ўтишлар сони dt вақт ичида

$$dN_{\text{йббаз}} = N_i B_{ik} \rho(\nu_{ik}) dt \quad \text{га тенг.}$$



1-расм.

2. Системанинг уйғотилган ҳолатидаги асосий ҳолатига (E_1) спонтан ўтиши. Символик равишда

$$A^* = A + h\nu_{ki}$$

кўринишда ёзилади ва 1-расмдагидек тасвирланади.

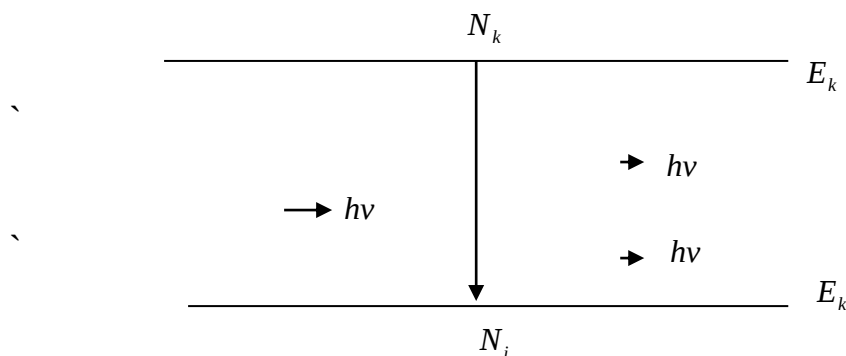
3. Атомларнинг уйғотилган ҳолатидан асосий ҳолатга ташқи майдон таъсирида мажбурий ўтиши. Бу ўтишлар индукцион ўтишлар деб ҳам юритилади ва символик равишда

$$A^* + h\nu_{ik} = A + h\nu_{ki}$$

кўринишда ёзилади, ҳамда 2-расмдагидек тасвирланади. dt вақт ичида юз берадиган мажбурий индукцион ўтишлар сони

$$dN_{\text{кмман}} = N_k B_{ki} \rho(\nu_{ki}) dt$$

га тенг.



2-расм.

Агар атомнинг қутбланувчанлигини δ орқали белгиласак, ташқи электр

майдонда атомнинг электр кутбланишидан вужудга келган электр диполь моменти электр майдон кучланганлиги E га пропорционал бўлади:

$$P_{эл} = \delta \cdot E \quad (9)$$

атом электр дипол моментининг ташқи электр майдон билан ўзаро таъсирлашуви натижасида атомнинг энергияси

$$\Delta E = -(P_{эл} \cdot E) = -\int_0^1 \delta E \cdot dE = -\delta E^2 / 2 \quad (10)$$

га тенг қўшимча энергияга ўзгаради.

Водород атоми ҳолида ташқи электр майдондаги атом учун Шредингер тенгламасини аниқ ечиш мумкин. Масалан, водород атомида биринчи Бор орбитаси (q_1) учун Кулон майдонининг кучланганлиги

$$E_0 = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 a_1^2} = 5 \cdot 10^4 \text{ В / м}$$

Шунинг учун атомнинг ташқи электр майдонида олган қўшимча потенциал энергияси

$$E_0 = (P^2 / 2m_e) - (e^2 / 4\pi\epsilon_0 r)$$

га узатма шаклида караш мумкин. Ташқи электр майдондаги водород атомининг Шредингер тенгламасини галаенланиш назарияси бўйича ечиш қуйидаги ифодани беради:

$$E = E_0 + E^{(1)} + E^{(2)} = -\frac{Rh}{n^2} + 3eEa_1(n_1 - n_2)\frac{n}{2} - a_1^3 E^3 [17n^2 - 3(n_1 - n_2)^2 - 9m_e^2 + 19]\left(\frac{n}{2}\right)^4 \quad (3)$$

Бу ерда n -бош квант сони, m_p -орбитал магнит квант сони.

Водород атомлари термларининг ташқи электр майдон таъсирида ажралишини қараб чиқайлик. Бош квант сони ва n_1, n_2 мусбат бутун сонлар ўртасидаги юқоридаги муносабатдан

$$0 \leq n_1 \leq n-1, -0 \leq n_2 \leq n-1 - \text{ва} - |m_1| \leq n-1$$

Келиб чиқади. У ҳолда, чизиқли Штарк эффектида водород атомининг 1- 4-терминининг қуйидаги жадвалда келтирилган ажралиш тасвирига келамиз:

n	m_l	n	n	$C(n - n)n$	n	$ m_l $	n	n	$C(n - n)n$
1	0	0	0	0	4	3	0	0	0
2	1	0	0	0	4	2	1	0	4C
2	0	1	0	2C	4	2	0	1	-4C
2	0	0	1	-2C	4	1	2	0	8C
3	2	0	0	0	4	1	0	2	-8C
3	1	1	0	3C	4	1	1	1	0
3	1	0	1	-3C	4	0	3	0	12C
3	0	2	0	6C	4	0	0	3	-12C
3	0	0	2	-6C	4	0	2	1	4C
3	0	1	1	0	4	0	1	2	-4C

Жадвалда:

$$c = 3hE / (8\pi^2 m_p e) = E^{(1)} / [h(n_1 - n_2)n]$$

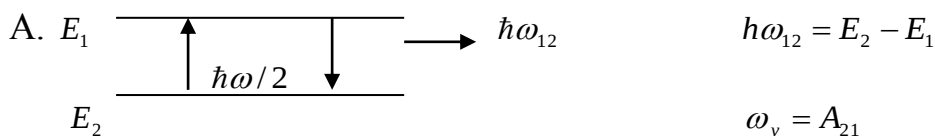
га тенг.

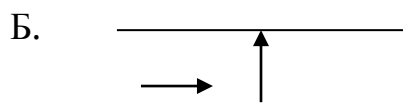
Шундай қилиб, қуйидаги натижаларга келамиз:

1. Бош квант сонининг ошиши билан ажратилган компоненталар сони жуда тез ўсади. $N=1$ терм бутунлай ажралмайди, $n=2$ 3 тага, $n=3$ –6 тага, $n=4$ -10 тага ажралади. Шундай қилиб, берилган n да термларнинг ажралиш компоненталари сони $(2n-1)$ та бўлади:
2. n термнинг $(2n-1)$ компонентаси билан n термнинг $(2n-1)$ компонентаси ўртасидаги ўтишларнинг максимал сони $(2n-1)(2n-1)$ тага тенг чизиқни бериш керак.
3. Чизиқли Штарк эффекти учун келтириб чиқарилган ифодадан компоненталарнинг ўзаро силжиш катталиги магнит квант сони га бевосита боғлиқ бўлмасдан $(n - n)$ га боғлиқдир. Демак, водород атомида чизиқли Штарк эффектининг юқори термларидаги сатхларнинг бир-бирларини қоплаши кузатилади.

Назорат учун топшириқлар. Б. Блум таксономияси. Категория.

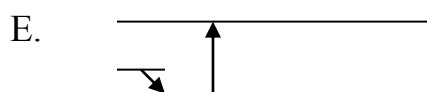
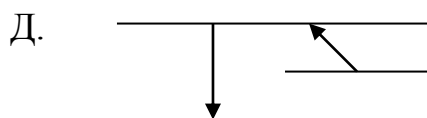
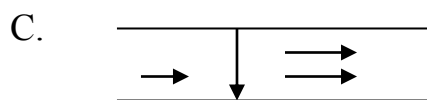
1. Ўз-ўзидан нур чиқаришнинг схемасини чизинг.





$$\omega_{10} = B_{12}\rho(\omega_{12})$$

$$\varpi_M = B_{12}\rho(\omega_{12})$$



2. Қандай нурланиш индукцияланган нурланиш дейилади?
3. Ёруғлик кучайтириш нимадан иборат?
4. Агар электр энергиясининг фа=ат 3 % и ёруғликка айланиши маълум бўлса, электр қуввати 100 Вт бўлган чўғланма лампа ҳар секундда тахминан нечта фотон чиқаради?

А. $1,3 \cdot 10^{19}$ Б. $1,3 \cdot 10^{10}$ С. $1,3 \cdot 10^5$ Д. $1,3 \cdot 10^3$ Е. $1,3 \cdot 10^2$

5. Нима учун атомнинг манфий зарядланган зарраларининг сочилишига сезиларли таъсир кырсатмайди?
6. Атомнинг мусбат заряди унинг бутун ҳажми бўйлаб тақсимланган бўлганда нима учун α зарралар катта бурчакларда сочилиши мумкин.
7. Атомнинг планетар модели классик физика қонунларига нима учун мувофиқ келмайди?
8. Бор постулатларининг мазмуни нимадан иборат?
9. Лазернинг нурланиши чўғланма лампанинг нурланишидан нимаси билан фарқ қиладимолекуласининг айланма спектридаги икки қўшни чизик 117 ва 156 мкм?.
10. $HC\dot{I}$ га тенг. Бу молекуланинг В айланиш доимийси ва инерция моменти аниқлансин.

А. $2 \cdot 10^{12} c^{-1}$ $2,6 \cdot 10^{-40} \text{ э} \cdot \text{см}^2$

В. $5 \cdot 10^{13} c^{-1}$, $5,2 \cdot 10^{-50} \text{ э} \cdot \text{см}^2$

С. $5 \cdot 10^{13} c^{-1}$, $2 \cdot 10^{-30} \text{ э} / \text{см}^2$

Д. $2,6 \cdot 10^{-30} c^{-1}$, $2,6 \cdot 10^{-6} \text{ э} / \text{см}^2$

Е. $2 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}, 2,6 \cdot 10^{-40} \text{ з/см}$

11.ОН молекуланнинг айланма спектри нечта чизикдан ташқил топган.

А. 13 В.15 С. 12 Д. 10 Е. 5

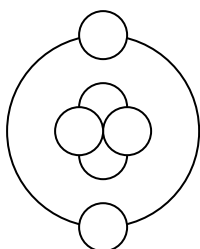
12.Рубинли лазернинг схемасини чизинг ва унинг ишлаш принципини тушунтиринг.

13.Лазерларнинг қўлланилишидаги асосий йўналишларни номма-ном билан айтиб беринг.

Асосий саволларни ўзлаштириш учун мустақил иш топшириқлари ва саволлар:

1. Водород атомининг 2-орбитасида турган электроннинг энергиясини топинг.

2. Расмда қандай кимёвий элемент тасвирланган?



А)литий
Б)кислород
С)водород
Д)азот
Е)гелий

3. Де-Бройль тўлқин узунлиги $\lambda = 0, \quad \kappa 0, \quad 2 \text{ нм}$ бўлган нейтроннинг энергиясини топинг.

4. $E = h\nu$ формуладаги $h = \text{const}$ бўлган ҳол учун E нинг ν га боғланиш графигини чизиб кўрсатинг.

5. Стационар ҳолат учун Шредингер тенгламасини аниқланг.

А. $-\frac{\hbar}{2m} \cdot \frac{d^2 U}{dx^2} = E\Psi$

В. $\nabla^2 \psi + 2m/\hbar^2 (E - U) = 0$

С. $\psi = 0$

Д. $\psi(x) = \frac{\sqrt{2}}{l} \sin(n \frac{\pi x}{P})$

Е. $\psi(x) = 0, \psi(l) = 0$

6. Энергия билан вақт орасидаги ноаниклик муносабатини аниқланг.

7. Эйнштейн тенгламасини ёзинг.

8. Шредингер тенгламасини вақтга боғланишини стационардаги ечимга ёзинг.

9. Симоб атомининг дастлабки уйғониш потенциали қанча?

10. $D^3/2$ термдаги мумкин бўлган бўлиниш мультиплетлигини аниқланг.
11. Симоб атоми изоляцияланган, тинч ҳолатда, ν частотали ва λ тўлқин узунлигига эга фотон чиқаради. Симоб атомидан фотон чиққандан сўнг тезда нима қилади.
12. Фотоэлектрон эмиссия таъсирида атомнинг энергетик сатхи қайси рангда катта бўлади?

Адабиётлар:

1. Э. В. Шпольский. Атом физикаси. Тошкент, Ўқитувчи, 1970 й.
2. Р. Бекжанов, Б. Ахмадхыжаев. Атом физикаси. Т. Ўқитувчи, 1979 й.
3. А. Н. Матвеев. Атом физикаси М. Высшая школа. 1989 й.
4. И. К. Иродов. Сборник задач по атомной и ядерной физике. М. Атом издат. 1972 й.

5-Мавзу: Тўлқин ва зарралар. (4 соат)

Асосий саволлар:

1. Де-Бройль гипотезаси ва тўлқин хусусиятлари.
Де-Бройль тўлқинларнинг статистик талвини.
2. Ноаниқлик муносабатлари. Микрозарраларнинг координата ва импульсларни бир вақтда аниқлаш.

Таянч сўз ва иборалар:

Фотон, фотон импульси, кинетик энергия, нисбийлик назарияси, заррачанинг частотаси, тўлқин сони, гуруҳий, фазавий тезликлар, дисперсия, кристалл, электрон, Вульф-Брег қонуни, Рентген нурлари, ёруғликнинг тушиши ва қайтиш қонуни, эҳтимоллик, электронлар дифракцияси, микрозарралар, ноаниқлик муносабати.

1-асосий савол: Де-Бройль гипотезаси ва тўлқин хусусиятлари. Де-Бройль тўлқинларининг статистик талқини.

1-асосий саволнинг мақсади:

Талабаларни тўлқин ва заррачалар хусусияти тўғрисидаги фикр доираларини кенгайтириш ва Де-Бройль тўлқинлари ҳақида тушунча бериш.

Идентив ўқув мақсадлари:

1. Де-Бройль гипотезасини ўрганиш.
2. Тўлқинларнинг гуруҳий ва фазавий тезликларини фарқлаш.
3. Дэвисон-Жермер ва Томсон-Тартаковский тажрибалари билан танишиш.

1-асосий саволнинг баёни:

1924 йилда Луи Де-Бройль дуализм факат оптикавий ходисаларга хос хусусият бўлмай, балки у универсал аҳамиятга эга деган ажойиб гипотезани илгари сурди. Одатда фотон импульси билан характерланади

$$P = m \cdot c \cdot \nu = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda},$$

унинг энергияси $E = h\nu = p \cdot c$ га тенг.

Де-Бройль ҳар қандай заррача ҳаракатини фотон ҳаракати билан алмаштириш мумкин деган фикрни ўртага ташлади. Бу зарра массаси m , u , v тезлик билан ҳаракатлансин, унда унинг тўлқин узунлиги

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} \quad (1)$$

га тенг бўлади. Заррачанинг кинетик энергияси

$$W_k = mV^2 / 2 \quad (2)$$

бўлганлигидан, (2) дан v тезликни топиб (1) формула урнига келтириб қўйсак:

$$\lambda = h / \sqrt{2mW_k}$$
$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mW_k}} = \frac{12,25}{\sqrt{\Delta\phi}} \text{ \AA} \quad (3)$$

(3) формула заррачанинг тўлқин узунлигининг энергия орқали ифода қилинишидир. Бундан ташқари заррачанинг тулик энергияси нисбийлик назариясига кўра $E=mc^2$ га тенг, унда заррачанинг частотаси

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{E}{h}, E = h\nu = \hbar\omega \quad (4)$$

бўлади. Худди шунингдек, тўлқин сони

$$\vec{\kappa} = \frac{2\pi}{\lambda} \vec{n} = 2\pi \frac{\vec{p}}{h} \quad (5)$$

Де-Бройлнинг фазавий тезлигини топайлик.

$$V = \frac{\omega}{k} = 2\pi \frac{mc^2 \hbar \vec{\kappa}}{h 2\pi p} = \frac{c^2}{v} \quad (6)$$

Тезлик группавий тезлик билан қуйидаги кўринишда боғланган

$$U = \frac{c^2}{V_g} \quad U = \frac{d\omega}{dk} = V \quad (7)$$

Группавий тезлик Де-Бройль тўлқинлари учун заррачанинг тезлигига тенг экан.

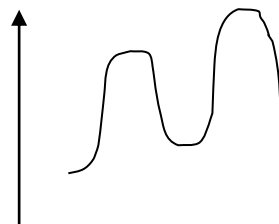
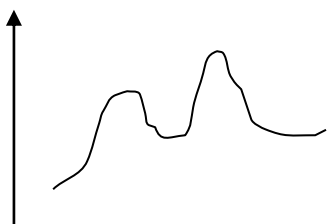
Шундай қилиб, Де-Бройль тўлқинлари бўшлиқда ҳам дисперсия ҳосил қилиши мумкин. Дэвисон ва Жермер тажрибалар ёрдамида Де-Бройль тўлқинларининг хоссаларини кўзатмоқчи бўлди. Улар кристалл юзасидан электронларнинг қайтишини кузатишда. Бу тажрибада ажойиб натижалар қўлга киритилди.

1.Электроннинг тушиш бурчаги ўзгартирилган бўлса қайтишда маълум ўзгариш Вульф-Брегг қонунига бўйсунishi аниқланди. Аввало Рентген нурлари кристаллга тушганда шундай ҳодиса кузатилган эди.

$$2d \sin \alpha = n\lambda, (n = 1, 2, \dots)$$

Бу ерда d -кристалл атомлар орасидаги масофа, α -тушиш бурчаги, λ - Де-Бройль тўлқин узунлиги.

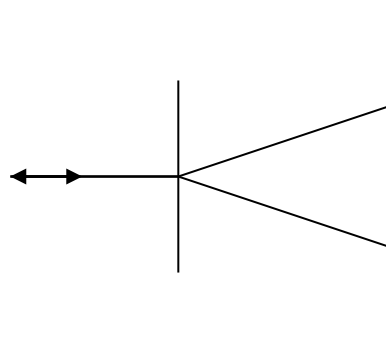
1. Берилган оғиш бурчагида агар электроннинг $\vec{V}$ тезлиги ўзгартириладиган бўлса, унда анод кучланиши U га ўзгаради.



Электрон энергияси майдондан ўтаётганда

$$W = \frac{mV^2}{2} = eU$$

$$\lambda = \frac{h}{mV} = \frac{h}{\sqrt{2emU}} = \frac{12,3}{\sqrt{U}} \cdot 10^{-10} \text{ м}$$



1927 йилда Жоуль Томсон ва П. С. Тартаковский юп=а металл қатламдан электрон (поликристалл) ўтказиш орқали дифракцион ҳалқани кузатишди. Де-Бройль гипотезаси жуда тез орада экспериментал равишда тасдиқланди. Дэвиссон-Жермер монокристалл пластинкадан сочилаётган электронлар дастаси дифракцион манзара ҳосил қилишни кузатди.

Тажриба қуйидагича амалга оширилган эди. Бир неча 10 кВ тартибдаги потенциаллар фарқи билан тезлаштирилган электронлар дастаси юп=а металл заррадан ўтиб, фотопластинкага тушган. Электрон фотопластинкага тушганда унга фотон каби таъсир кўрсатган. Юқорида баён қилинган тажрибалардан келиб чиқадиган натижа шуки, маълум тезликка ва йўналишга эга бўлган микрзарралар дастаси тўлқин берадиган дифракцион манзарага ўхшаш манзарани ҳосил қилади.

Назорат учун топшириқлар. Б. Блум таксономияси. Категория.

1. Де-Бройль тўлқин узунлигидаги заррачалар учун энергия ва импульсни аниқланг.

A. $E = \hbar\omega; P = \frac{2\pi\hbar}{\lambda}$

B. $E = mc^2 - m_0c^2; P = mc$

C. $W = \frac{mV^2}{2}; P = \sqrt{2mW}$

D. $E = -\frac{ze^2}{8\pi\epsilon_0 r}; P = mV$

E. Тўғри жавоб йуқ.

2. Де-Бройль тўлқин узунлиги $\lambda = 0,2 \text{ нм}$ бўлган нейтроннинг энергиясини топинг.

А. $2,06 \cdot 10^{-9} \text{ эВ}$ В. $2,06 \cdot 10^{-2} \text{ эВ}$ С. $2,06 \cdot 10^{-12} \text{ эВ}$

Д. $2,06 \cdot 10^{-10} \text{ эВ}$ Е. $2,06 \cdot 10^{-7} \text{ эВ}$

3. 20 км/с тезлик билан ҳаракат қилаётган электроннинг Де-Бройль тўлқинининг узунлиги топилсин.

А. 36,4 нм В. 3,64 нм С. 364 нм

Д. 3640 нм Е. 0,364 нм

4. Проекцион типдаги телевизион трубкадаги электронлар м/с тезликкача тезлашади. Массанинг тезликка боғланишини ҳисобга олмасдан катод нурларининг тўлқин узунлигини аниқланг.

А. 160 пм В. 36,4 пм С. 1,82 пм

Д. 28 пм Е. 7,3 пм

5. Нерелятивистик заррачанинг тўлқин частотаси Де-Бройль тўлқин узунлиги билан $E_k = h\nu$ муносабат орқали ифода қилинади, бу ерда E_k - заррачанинг кинетик энергияси. Де Бройль тўлқин узунлиги билан частота қандай боғланган.

6. Де –Бройль тўлқинлари учун дисперсияни қандай тушунтириш мумкин?

7. Қандай тезликлар (гуруҳий ва фазовий) Де-Бройль тўлқинларида заррача тезлигига мос келади.

8. Никель кристаллининг сиртига, шу сиртга нисбатан $\varphi = 64^\circ$ бурчак остида бир хил тезлик билан ҳаракатланаётган электронларнинг параллел дастаси тушмоқда. Кристаллнинг мазкур сиртига параллел текисликлар орасидаги масофа $d = 200 \text{ нм}$. Агар электронлар 1- тартибли интерференцион қайтишда иштирок этган бўлса, Вульф-Брегг тенгламасидан фойдаланиб, электронларнинг тезлигини топинг.

А. 2 Мм/с В. 4 Мм/с С. 6 Мм/с

Д. 8 Мм/с Е. 10 Мм/с

9. LiF- литий фторид сиртига ўзгармас тезлик билан электронлар дастаси тушади. $\varphi = 1^\circ 30'$ бурчак остида иккинчи дифракцион максимум кузатиладиган ҳол учун тезлатувчи потенциаллар айирмасини топинг. Мос атом текисликлари орасидаги масофани $d = 380 \text{ нм}$ деб олинг.

А. 3,77 кВ В. 37,7 кВ С. 377 кВ

Д. 3770 кВ Е. 37700 кВ

2-асосий савол: Аниқсизлик муносабатлари. Микрозарраларнинг координата ва импульсларни бир вақтда аниқлаш.

2-асосий саволнинг мақсади:

Ноаниқлик муносабати ҳақида тушунча бериш.

Идентив ўқув мақсадлари:

1. Электронлар дифракциясини ўрганиш.
2. Эҳтимоллик тўғрисида тушунча олиш.
3. Ноаниқлик муносабатларини ўрганиш.

2-асосий саволнинг баени:

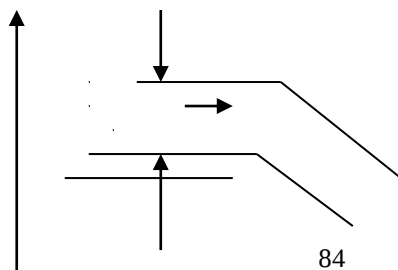
Ёруғликнинг тўлқин хусусиятларини ўрганиш вақтида, ёруғликнинг синиш ва қайтиши қисман ёруғлик синади ва қисман ёруғлик қайтади деб қаралар эди. Квант физикасида фотон тушунчаси иштирок этганлиги учун маълум бир фотон «қисман қайтади» деб айтиш мумкин эмас. Демак фотонларнинг маълум бир қисми қайтиш эҳтимоли бор деб айтиш мумкин. Бундай ҳолда қайтган нурнинг амплитудасини аниқлашда шу фотоннинг маълум бир йўналишдаги қайтиш эҳтимоллиги тўғрисида фикр юритилади.

Демак, ҳар қандай ҳаракатланувчи заррачалар учун тўлқин процессларни тадбиқ қилиш мумкин бўлади. Унинг ҳаракатини ифода қилувчи тенглама Де-Бройль тўлқинларига мос келади. Бу тенглама ечимида бу заррачанинг ҳолатлари эмас, балки унинг эҳтимоллиги тўғрисидагина фикр юритиш мумкин бўлади. Агар зарраларнинг оқими тўғрисида фикр юритилаётган бўлса, унда уларнинг пайдо бўлиш эҳтимоллиги катта бўлади. Масалан, электронларнинг дифракциясини тирқиш орқали кузатиладиган бўлсак, унда электронларнинг кўпгина қисми бу участкада бўла олиш эҳтимоллиги катта бўлади.

$$H \sin \beta = (2n + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (7)$$

бу ерда β -дифракция бурчаги, H -тирқиш кенглиги.

Шундай қилиб, биз алоҳида олинган микрозаррачанинг ҳаракат характерини эмас балки, заррачаларнинг фазода бўлиш эҳтимоллиги тўғрисидагина фикр юритишимиз мумкин бўлади. Биз энди классик механиканинг қўлланилиш чегарасига келдик. Бундай принципиал қўлланмани Гейзенберг аниқлади ва у ноаниқлик муносабати деб аталди. Электронлар оқими $\vec{V}_y$ тезлик билан Δx тирқишдан экранга тўшаётган бўлсин.





Бундай ҳолатда дифракция ҳодисаси кузатилиши мумкин, зарраларнинг маълум бир қисми дифракция туфайли тирқишдан ўтсин, қолган бир қисми бурчакка оғади ва биринчи дифракцион минимумни ҳосил қилади.

$$\Delta x \sin \beta = \lambda \quad (8)$$

Бу электронларнинг импульси:

$$\Delta \vec{P}_x = m \Delta V_x \quad (9)$$

тенг бўлиб, унинг модули тирқиш кенглиги билан қуйидагича боғланган бўлади:

$$\Delta P_x = P_y \tan \beta \approx P_y \sin \beta = P_y \frac{\lambda}{\Delta x} = \frac{h}{\Delta x} \quad (10)$$

бу ердан

$$\Delta P_x \Delta x = h$$

ёки

$$\Delta V_x \Delta x = \frac{h}{m} \quad (11)$$

аниқроқ қилиб олинadиган бўлса,

$$\Delta P_x \Delta x \geq h, \Delta V_x \Delta x \geq \frac{h}{m} \quad (12)$$

бу ерда P_x ва x - импульс ва координата, электронларнинг учиш вақтидаги ноаниқликни Δx катталиқ ифода қилади. Юқоридаги формулага ўхшаш формулани қуйидагича ҳосил қилиш мумкин.

$$\Delta P_y \Delta y \geq h, \Delta P_z \Delta z \geq h \quad (13)$$

Юқоридаги тенгламани қуйидаги кўринишда ифода қилиш мумкин:

$$\Delta P_x \Delta x = m \Delta V_x (V_x \Delta t) = 2(\Delta W_k) \Delta t \geq h \quad (14)$$

$$\Delta W \Delta t \geq h$$

ΔW - заррачанинг маълум ҳолатидаги ноаниқлик энергияси ва Δt - берилган ҳолатда бўлиш эҳтимоллигидир. Фотон учун:

$$\Delta \nu \Delta t \geq 1 \quad (15)$$

$$\Delta E \Delta t \geq h \quad (16)$$

Бунда дифракция ҳодисаси вужудга келади, бир қисм электронлар тирқиш орқали ўтади, бир қисм электронлар оғмайди, бир қисм электронлар эса оғади, дифракцион минимуми ҳосил қилади.

$$\Delta x \sin \beta = \lambda \quad (17)$$

Бу электронлар

$$\Delta P_x = m \Delta \vec{V}_x \quad (18)$$

импульснинг ташкил этувчисини ҳосил қилади.

Бу ердан

$$\Delta P_x \Delta x = h$$

ёки

$$\Delta V_x \Delta x = \frac{h}{m}$$

Агар аниқ ечадиган бўлсак, бу масалани $\Delta P_x \Delta x$ боғланишини

$$\Delta P_x \Delta x \geq h; \Delta V_x \Delta x \geq \frac{h}{m} \quad (19)$$

эканлиги аниқланади. P_x ва x -импульс ва координата Δx катталик нуқтанинг аниқмаслигини ифода қилади. Худди шунга ўхшаш бошқа координаталар компонентаси учун ҳам

$$\Delta P_z \Delta z \geq h; \Delta P_y \Delta y \geq h \quad (20)$$

муносабатни ёзиш мумкин. Агар заррачанинг параметрларини қуйидагича қилиб олинса,

$$dx = 10^{-3} \text{ м}, V_y = 10^7 \text{ м/с}, \Delta V_x = 0,6 \text{ м/с}, \Delta x = 10^{-10} \text{ м}, \Delta V_x = 7 \cdot 10^6 \text{ м/с}$$

бўлади.

(4) тенгламани қуйидагича аниқлаш мумкин.

$$\Delta P_x \Delta x = m \Delta V_x (V_x \Delta t) = 2(\Delta W_k) \Delta t \geq h$$

$$\Delta W_k \Delta t \geq h$$

Бу ерда ΔW - заррача энергиясининг бирор ҳолатидаги аниқмаслиги, Δt - берилган ҳолатга қайтиш вақти. Фотонга тадбиқ қиладиган бўлсак,

$$E = h\nu \quad \Delta \nu \Delta t \geq 1$$

Физик катталикларни ҳеч қачон аниқ ўлчаш мумкин эмас, ҳамма вақт ўлчаш вақтида хатоликка йул қўйилади. Ўлчаш вақтидаги хатоликни биз Δ билан белгилайлик. Демак, координаталарни ўлчаш вақтида йул қўйиладиган хатолик Δx , импульс компоненталарининг хатолиги эса ΔP .

Хатолик кўпчилик ҳолларда аниқмаслик ёки ноаниқлик муносабати ҳам деб аталади.

Классик физикада ўлчашнинг аниқлиги ҳақида талаб қўйилмаган эди. Замонавий асбоблар физик катталикларни юқори аниқлик билан ўлчаши мумкин деб қаралар эди. Макроскопик жисмлар учун бу ҳол тажрибада ҳам тўлиқ тасдиқланди. Микроскопик жисмлар учун эса бу нарсани олиш анча қийинчиликни вужудга келтирди.

Асбобларни яхши такомиллаштириш билан ҳам принципиал ҳолда аниқликни ошириш мумкин бўлмай қолади. Бундай принципиал ўлчаш хатолигини чегаралинишига ноаниқлик муносабати деб аталади. 1927 йили биринчи марта В. Гейзенберг томонидан аниқмаслик муносабатини ифода қилинди. Кўп ҳолларда асосан иккита катталик аниқ боғланмайди. Биринчиси заррачанинг координаталари билан унинг импульс компоненталари орасидаги боғланишдир:

$$\Delta x \Delta P_x \geq \hbar \quad (21)$$

Иккинчиси энергия билан вақт орасидаги муносабатдир:

$$\Delta t \Delta E \geq \hbar \quad (22)$$

Δt - энергиянинг ўлчаш вақтидаги узоқлиги, ΔE эса унинг аниқмаслигидир. (21) ва (22) муносабатнинг боғланишини кўриб чиқайлик. Демак, (21) дан заррачанинг X координата ўқидаги аниқлиги бўлса, Δx шу вақтда заррачанинг импульсини

$$\Delta P_x \approx \hbar / \Delta x \quad (23)$$

орқали ифода қилиш мумкин бўлади. (22) дан эса ΔE энергияни ўлчаш аниқлиги

$$\Delta t = \frac{\hbar}{\Delta E} \quad (24)$$

дан кам бўлмаслиги керак, агар система стационар (тургун) бўлмаса,

$$\Delta E \approx \frac{\hbar}{\tau} \quad (25)$$

га тенг бўлади.

Бу ерда асосий нарсa бўлиб, $\hbar$ Планк доимийси ҳисобланади.

$\hbar \rightarrow 0$ бўлган вақтда ўлчашдаги аниқликни камайтиради. Ноаниқлик муносабати тўлқин-заррачалар дуализми орқали ифода қилинади. $\Delta x - x$ йўналишидаги тўлқин процессининг координатасининг боғланишини ифода қилсин, $\Delta \omega$ - частота кенглигининг диапазони, унда

$$\Delta x \Delta K_x \geq 1 \quad \Delta t \Delta \omega \geq 1$$

Ноаниқлик муносабатини физик маъносини А. Эйнштейн ва Н. Бор очишга ҳаракат қилишган. Ҳозирги вақтда ҳамма физик катталиклар аниқмаслик муносабати орқали ифода қилинади. Фараз қилайлик заррача бирор траектория бўйича ҳаракат қилсин. Бу вақтда заррачанинг координатаси $X(t), t$ - вақтдаги қиймати эса $x(t + \delta t), t + \delta t$ - вақтдаги қийматни ифода қилади. Кичик вақт оралигидаги δt

$$x(t + \delta t) = x(t) + \frac{dx(t)}{dt} \delta t = x(t) + V_x(t) \Delta t$$

бу ерда $V_x(t) = dx(t)/dt$ йўналишдаги заррача тезлиги.

Назорат топшириқлари.

Б. Блум таксономияси. Категория.

1. Абцисса ўқи бўйлаб ҳаракатланаётган элетронлар тезлиги ноаниқлиги $\Delta V = 10^2 \text{ м/с}$. Бунда электроннинг вазиятини ифодаловчи x координатасининг ноаниқлиги қандай бўлади?

А. $\Delta x \geq 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ Б. $\Delta x \leq 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ С. $\Delta x = 10^7 \text{ м}$

Д. $\Delta x \geq 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ Е. $\Delta x \geq 0$

2. Водород атомидаги электрон тезлигининг аниқламаслиги қандай бўлади?

А. $\Delta V \geq 0,6 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ Б. $\Delta V \leq 0,6 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ С. $\Delta V = 10^{-6} \text{ м/с}$

Д. $\Delta V \geq 6 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ Е. $\Delta V = 0$

3. Водород атоми уйгонган ҳолатининг давомийлиги тахминан . Бу ҳолда энергиянинг аниқмаслиги қандай бўлади?

А. 654,5 нм

Б. 484,8 нм

С. 432,9 нм

Д. А,В,С жавоблар Е. Тўғри жавоб йук

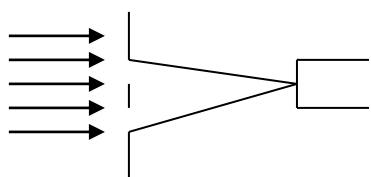
4. Параллел электронлар оқимининг энергияси 10^4 эВ , Томсон электроннинг солиштира заряд микдорини аниқлашда $P=0,5 \text{ мм}$ тиркишдан фойдаланган. Бунда дифракция ҳодисаси кўзатиладими?

5. Микрозарраларнинг тўлқин хусусиятлари қандай тажрибада аникланди?

6. Нима учун электронлар дифракцияси кристаллардан «кайтаргич» сифатида фойдаланилганда кўзатилади?

7. Классик ва квант механикасини фарқи нимада?

8. Электронлар оқими экранга иккита тиркиш орқали тушмокда (1 ва 2).



Р нуктада кириш тиркиши бўлиб унга хисоблагич жойлаштирилган. ψ_1 - тўлқин амплитудси 1-тиркиш очик бўлган ҳол учун, ψ_2 - эса 2-тиркиш очик бўлган ҳол учун.

$$\psi_2 / \psi_1 = r = 3,0$$

Агар 1-тиркиш очик бўлса, хисоблагич электронни бир секундда кайд килади. Агар 2-тиркиш очик бўлса, ҳар секундда нечта электронни кайд килади?

А. 900

Б. 1600

С. 400

Д. 600

Е. 1200

Асосий саволларни ўзлаштириш учун мустакил ишлар:

1. Де-Бройль тўлқинларининг статистик талкини қандай тушунтирилади?

2. Микрозарраларнинг координата ва импульсларини бир вақтда қандай аниқланади?

3. Кенглиги 1 га тенг бўлган кичик тиркиш орқали зарранинг координатасини ўлчашда унинг импульси ΔP_x аниқмаслик берилишини исботланг.

4. Электроннинг де-Бройль тўлқин узунлиги $0,5 \text{ \AA}$ га тенг бўлиши учун импульси $P = 15 \text{ кэВ}$ бўлиши керак. Электронга қанча қушимча энергия бериш керак?

А. 0,38 кэВ

Б. 38 кэВ

С. 3,8 кэВ

Д. 380 кэВ

Е. 0

5. Гейзенберг ноаниқликлар муносабатининг физик маъносини тушунтиринг.

6. Идеал газ молекулалари тезликларининг абсолют қиймати учун Максвеллнинг таксимот функциясидан фойдаланиб, иссиқлик мувозанати ҳолатидаги молекулаларнинг Де-Бройль тўлқини узунликлари бўйича

таксимотини топинг. Водород молекуласи учун $T_{\text{к}}300\text{K}$ хароратда энг катта эхтимолли Де-Бройль тўлкини узунлигини ҳисобланг.

A. $1,26 \cdot 10^{-10} \text{ м}$

B. $12,6 \cdot 10^{-10} \text{ м}$

C. $126 \cdot 10^{-10} \text{ м}$

D. 10^{-10} м

E. 10^{-12} м

7. Тўлқин функция , ҳаракатланувчи заррача суперпозиция принципига бўйсунди, Де-Бройль тўлқинлари бир хил амплитудали ва тўлқин сонлари бир-биридан () оралиқда кам фарқланади деб гуруҳий тезлиги аниқлансин.

A. $V_{rp} = \left(\frac{d\omega}{dk_0} \right)$

B. $V_{ep} = 0$

C. $V_{ep} = \frac{Pc}{E}$

D. $V_{ep} = \frac{Pc^2}{h}$

E. $V_{ep} = \frac{Pc^2}{mc}$

8. Тўлқин пакетидаги гуруҳ тезлиги билан, эркин ҳаракат қилаётган зарра тезлиги тенг эканлигини исботланг. Релятивистик ва релятивистик бўлмаган ҳоллар учун қаралсин.

9. Никель кристаллининг сиртига , шу сиртга нисбатан $\varphi = 64^\circ$ бурчак остида бир хил тезлик билан ҳаракатланаётган электронларнинг параллел дастаси тушмоқда. Кристаллнинг мазкур сиртига параллел текисликлари орасидаги масофа $d = 200 \text{ нм}$. Агар электронлар 1-тартибли интерференцион қайтишда иштирок этган бўлса, Вульф-Брегг тенгламасидан фойдаланиб, электронларнинг тезлигини топинг.

A. 4 Мм/с

B. 2 Мм/с

C. 6 Мм/с

D. 8 Мм/с

E. 10 Мм/с

10. $U = 10^3 \text{ В}$ тезлатувчи потенциаллар фарқини ўтган электроннинг Де-Бройль тўлқин узунлигини ҳисобланг.

A. $3,87 \cdot 10^{-11} \text{ м}$

B. $3,87 \cdot 10^{-15} \text{ м}$

C. $3,87 \cdot 10^{-20} \text{ м}$

D. $3,87 \cdot 10^{-25} \text{ м}$

E. $3,87 \cdot 10^{-30} \text{ м}$

11. Абсцисса ўқи бўйлаб ҳаракатланаётган электронлар тезлигининг ноаниқлиги. Бунда электроннинг вазиятини ифодаловчи х координатанинг ноаниқлиги қандай бўлади?

A. $\Delta x \geq 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$

B. $\Delta x \leq 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$

C. $\Delta x = 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$

D. $\Delta x \geq 5,8 \cdot 10^{-10} \text{ м}$

E. $\Delta x \leq 5,8 \cdot 10^{-10} \text{ м}$

Адабиетлар:

1. Э.В.Шпольский. Атом физикаси. Тошкент, ўқитувчи 1970 й.
2. Р.Бекжанов, Б.Ахмадхужаев. Атом физикаси. Тошкент, ўқитувчи 1979й.
3. А. Н. Матвеев. Атом физика М. Вўсшая школа. 1989й.

4. И. К. Иродов. Сборник задач по атомной и ядерной физике. М. Атом издат. 1972 й.

Семинар машгулоти

Мавзу: Абсолют қора жисм нурланишини экспериментал аниқлаш.

Мақсад: Талабаларга абсолют қора жисм нурланишининг экспериментал аниқлаш усулини тарихи тўғрисида тушунча бериш.

Идентив ўқув мақсади: Кирхгов, Луммер, Прингстейм тажрибасини билади.

Режа: 1. Масаланинг Кирхгов томанидан. куйилиши.

2. $E(T)$ ва $E(T, V)$ ни аниқлашда бошланғич тажрибалар

3. Луммер ва Прингстейм тажрибалари. Экспериментал деталлар ва натижалари.

4. Экспетиментал натижаларни ишлаб чиқиш.

5. Луммер ва Прингстейм тажрибаларининг Планк формуласининг юзага келишидаги роли.

Оралиқ баҳолаш саволлари

1. Микродунё ўлчамлари. Доимийлар.

2. Мозли қонуни.

3. Тунель эффекти.

4. Ҳозирга замон атомистикаси.

5. Оже эффекти.

6. Потенциал тўсиқ.

7. Атом физикаси предмети.

8. Атом магнит майдонда.

9. Тўғри бурчакли потенциал ўра.

10. Иссиқликнинг нурланиши.

11. Кучли ва кучсиз майдон Ланде фактори.

12.3. Хусусий қиймат ва хусусий функция.

13. Ковакда мувозанат нурланиш.

14. Зееман ва Пашен-Бак эффектлари.

15. Ўртача қиймат. Операторлар.

16. Кирхгоф қонуни.

17. Электрон парамагнит резонанс.

18. Микро дунёнинг ноаниқлик муносабати.

19. Стефан-Больцман қонуни ва Виннинг силжиш қонуни.

20. (ЭПР) атом электр майдонда.

21.3. Шредингер тенгламаси.

22. Релей-Жинс қонуни.

23. Штарк эффекти.

24.3. Тўлқин функция.

25. Планк гипотезаси.
26. Адибатик яқинлашиш.
27. Водород атомининг Бор назарияси.
28. Планк формуласи.
29. Водород молекуляр иони.
30. Атомнинг энергетик сатҳларини ўрганиш.
31. Электромагнит нурланишнинг корпускуляр хусусиятлари.
32. Водород молекуласи.
33. Бор постулатлари.
34. Рентген спектрнинг қисқа тўлқин чегараси.
35. Гаймер-Лондон назарияси.
- 36.3. Атомнинг чизиқли спектрдаги қонуниятлар.
37. Ташқи фотоэффект. Фотонлар. Комптон эффекти.
38. Электронлар жуфтлашиши.
- 39.3. Де-Бройль тўлқинининг хоссалри.
40. Зарралар ва тўлқинлар.
41. Икки атомли молекулалар термлари.
42. Фотонлар ва зарралар ҳаракатининг квант табиати.
43. Де-Бройль гипотезаси.
44. Химиявий боғланиш.
- 45.3. Дивиссон ва Жермер тажрибалари.
46. Зарралар тўлқин хусусиятлари.
47. Ковалент ва ион боғланишлар.
48. Комптон эффекти.
49. Дэвиссон-Жермер ва Томсон тажрибалари.
50. Валентлик.
51. Ёруғликнинг корпускуляр ва тўлқин табиати.
52. Де-Бройль тўлқинлари.
53. Химиявий боғланишларнинг тўйиниши.
54. Планк формуласи.
55. Тўлқин пакети.
56. Орбиталар гибридизацияси.
- 57.3. Иссиқлик нурланишининг классик назарияси.
58. Де-Бройль фазавий ва группавий тезликлари.
59. Стереохимия элементлар.
- 60.3. Кирхгоф қонуни.
61. Ноаниқлик принципи.
62. Молекуляр орбитал.
63. Стереохимия элементлар.
64. Водород атомининг Бор назарияси.
65. Молекулаларда ядро тебранма ва айланма ҳаракати ҳақида тасаввур.
66. Орбиталар гибридизацияси.
67. Водород атом спектридаги қонуниятлар.

68. Икки атомли молекулаларда электромагнит ўтишлар учун танлаш қондаси.
- 69.3. Ковалент ва ион боғланишлар. Химиявий боғланишларнинг тўйиниши.
70. Томсон атом модели.
71. Франк-Кондон принципи.
72. Валентлик.
73. Резерфорд тажрибалари.
74. Икки атомли молекулалар ҳолатларини систематикаси.
75. Химиявий боғланишларнинг тўйиниши.
76. Комбинацион принцип.
77. Ковакда мувозанат нурланиш.
78. Валентлик.
79. Автоэлектрон эмиссия.
80. Кирхгоф қонуни.
81. Ковалент ва ион боғланишлар.
82. Ядролар α -парчаланиши.
83. Стефан-Больцман қонуни ва Вин силжиш қонуни.
84. Химиявий боғланиш.
85. Туннель эффекти.
86. Релей-Жинс қонуни.
87. Икки атомли молекулалар термлари.
88. Заррачаларнинг потенциал тўсиқдан ўтиши.
89. Рентген спектрнинг қисқа тўлқин чегараси.
90. Электронлар жуфтлашиши.
91. Гармоник осциллятор.
92. Ташқи фотоэффект.
93. Гаймер-Лондон назарияси.
94. Тўғри бурчакли потенциал чуқурлик.
95. Фотонлар.
96. Орбиталар гибридизацияси.
97. Микррозарраларнинг эркин ҳаракати.
98. Комптон эффект.
99. Оже эффекти.
100. Гамильтон оператори.
101. Де-Бройль тўлқинлари.
102. Мозли қонуни.
103. Физик катталикларнинг ўртача қиймати ва дисперсияси.
104. Тўлқин функцияси ва унинг хусусиятлари.
105. Автоэлектрон эмиссия.
106. Операторларнинг хусусий қийматлари ва хусусий функциялари.
107. Шредингер тенгламаси.
108. Ядролар α -парчаланиши.
109. Физик катталикларнинг операторлари.

110. Стационар ва ностационар ҳолат.
111. Туннель эффекти.
112. Эҳтимоллик зичлиги ва эҳтимоллик зичлигининг оқими.
113. Физик катталикларнинг операторлари.
114. Гамильтон оператори.
115. Стационар ва ностационар ҳолат.
116. Операторларнинг хусусий қийматлари ва функциялари.
117. Физик катталикларнинг ўртача қиймати ва дисперсияси.
118. Шредингер тенгламаси.
119. Туннель эффекти.
120. Операторларнинг хусусий қийматлари ва функциялари.
121. Тўлқин функцияси ва унинг хусусиятлари.
122. Физик катталикларнинг ўртача қиймати ва дисперсияси.
123. Физик катталикларнинг операторлари.
124. Квант механикасининг асослари.
125. Гамильтон оператори.
126. Эҳтимоллик зичлиги ва эҳтимоллик зичлигининг оқими.
127. Водород атомининг Бор назарияси.
128. Ядролар α -парчаланиши.
129. Стационар ва ностационар ҳолат.
130. Франк ва Герц тажрибалари.
131. Автоэлектрон эмиссия.
132. Шредингер тенгламаси.
133. Бор постулатлари.
134. Мозли қонуни.
135. Тўлқин функцияси ва унинг хусусиятлари.

**Атом физикаси бўйича олинган билимларни назорат қилишга тест
синовидан намуналар**

1. α , β ва гамма нурлар оқими кучланиш берилган конденсаторнинг орасидан утганда бу нурларнинг қайси бири пластинка орасидан оғмасдан утади?

- гамма
- гамма ва β
- α
- β

2. Оддий масс-спектрометрларда электрон энергияси $E=15$ эВ га тенг булади, молекула билан электроннинг тукнашиш вақтини аниқланг.

- $5 \cdot 10^{-17} \text{с}$
- $4 \cdot 10^{-16} \text{с}$
- $4 \cdot 10^{-15} \text{с}$
- $4 \cdot 10^{-14} \text{с}$

3. 70 эВ энергияли ионнинг ҳосил бўлиш вақтини аниқланг.

$$10^{-17}\text{с}$$

$$10^{-16}\text{с}$$

$$10^{-15}\text{с}$$

$$10^{-14}\text{с}$$

4. Массаларнинг фарқи жуда кам бўлган, асбобларнинг ажратиш олиш қобилияти бўлади.

юқори ажрата олиш қобилиятли (5000 дан катта)

уртача ажрата олиш қобилиятли (1000-5000 гача)

кичик ажрата олиш қобилияти (1000 гача)

А, В

5. Рентген нурлари ($\lambda=0,25 \text{ А}^0$) фотоннинг массасини аниқланг.

$$8,8 \cdot 10^{-32}\text{кг}$$

$$3,2 \cdot 10^{-36}\text{кг}$$

$$1,8 \cdot 10^{-30}\text{кг}$$

$$1,38 \cdot 10^{-30}\text{кг}$$

6. Гамма-нурлари ($\lambda=1,24 \cdot 10^{-2}\text{А}^0$) фотоннинг массасини топинг.

$$1,8 \cdot 10^{-30}\text{кг}$$

$$8,8 \cdot 10^{-32}\text{кг}$$

$$3,2 \cdot 10^{-36}\text{кг}$$

$$4,1 \cdot 10^{-23}\text{кг}$$

7. Фотонга мувофиқ келадиган тулқин узунлиги $0,016 \text{ А}^0$ бўлганда унинг энергиясини аниқланг.

$$1,15 \cdot 10^{-13}\text{ж}$$

$$4,5 \text{ эВ}$$

$$3,8 \cdot 10^{-19}\text{ж}$$

$$6,6 \cdot 10^{-34}\text{ж}$$

8. Фотоннинг энергияси $1,15 \cdot 10^{-13}\text{ж}$ бўлса; унинг тулқин узунлигини аниқланг.

$$0,016 \text{ А}^0$$

$$0,16 \text{ А}^0$$

$$1,6 \text{ А}^0$$

$$16 \text{ А}^0$$

9. Ёруғлик фотоннинг ҳаракат микдорини курсатинг.

$$P_{\varphi} = \frac{h\nu}{c}$$

$$\varepsilon = h\nu$$

$$m = \frac{h\nu}{c^2}$$

$$P = \frac{E}{c}(1 + \rho)$$

10. Ёруғлик фотонининг массасини аниқланг.

$$m = \frac{h\nu}{c^2}$$

$$E=mc^2$$

$$\frac{mv^2}{2} = hv - A$$

$$\frac{mv^2}{2} - hv = A$$

11. Водород спектри чизикларига мос келувчи частотани аниклаш формуласини аникланг.

$$\nu = Rc\left(\frac{1}{K^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$\nu = RcZ^2\left(\frac{1}{K^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$\nu = Rc(z-b)^2\left(\frac{1}{K^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$\nu = \frac{E}{h}$$

12. Масс-спектрметрларнинг муҳим қисмларини аникланг.

А, В, С, Д

модданинг киритиш системаси.

ион манбаи

ионларни ажратиш

13. Масс-спектрометриянинг энг муҳим амалий ишларда қулланилиши соҳасини аникланг.

А, В, С

Табиий газлар

Хаво, ёниш натижасида ҳосил бўладиган газлар

Саноат чиқиндилари, аэрозоллар

14. ЯМР спектроскопия қайси нурлар частотасида ишлайди?

радиочастота

микротулқинли нурлар

кузга қуринувчи нурлар

α-нурлар

15. ЭПР спектроскопия қайси нурлар частотасида ишлатилади?

микротулқинли нурлар

радиочастоталар

кузга қуринувчи нурлар

α-нурлар

16. Атом ядросининг мустаҳкамлиги қандай тушунтирилади?

Ядро қучлари

Электр қучлари

Магнит қучлари

Гравитацион қучлар

17. Частотаси $5,5 \cdot 10^{14}$ Гц бўлган яшил нурнинг фотон энергиясини топинг?

$$3,66 \cdot 10^{-19} \text{ Ж}$$

$$36,6 \cdot 10^{-19} \text{ Ж}$$

$$366 \cdot 10^{-19} \text{ Ж}$$

$$3,66 \cdot 10^{-18} \text{ Ж}$$

18. Кузга курунувчи нур спектрининг энг узун $\lambda=0,76$ мкм тулкин узунлигига мос келувчи фотон энергиясининг киймати аниклансин.

$2,63 \cdot 10^{-19} \text{ж}$

$26,3 \cdot 10^{-19} \text{ж}$

$263 \cdot 10^{-19} \text{ж}$

$2,63 \cdot 10^{-18} \text{ж}$

19. Кузга курунувчи нур спектрининг энг киска $\lambda=0,4$ мкм тулкин узунлигига мос келувчи фотон энергиясининг кийматини аникланг.

$5 \cdot 10^{-19} \text{ж}$

$50 \cdot 10^{-19} \text{ж}$

$500 \cdot 10^{-19} \text{ж}$

$5 \cdot 10^{-18} \text{ж}$

20. $2 \cdot 10^{-17} \text{ж}$ энергияли фотоннинг кандай нурга талукли эканлигини аникланг.

$9,97 \cdot 10^{-9} \text{м}$

$9,97 \cdot 10^{-7} \text{м}$

$9,97 \cdot 10^{-6} \text{м}$

$9,97 \cdot 10^{-3} \text{м}$

21. $4 \cdot 10^{-19} \text{ж}$ энергияли фотоннинг кандай нурга талукли эканлигини аникланг.

$5 \cdot 10^{-7} \text{м}$

$9,97 \cdot 10^{-7}$

$6,65 \cdot 10^{-3} \text{м}$

$9,97 \cdot 10^{-3} \text{м}$

22. $3 \cdot 10^{-23} \text{ж}$ энергияли фотоннинг кандай нурга талукли эканлигини аникланг.

$6,65 \cdot 10^{-3} \text{м}$

$5 \cdot 10^{-7} \text{м}$

$6,65 \cdot 10^{-3} \text{м}$

$5 \cdot 10^{-2} \text{м}$

23. $2,5 \text{ эВ}$ энергияли квантнинг частотасини аникланг.

$0,6 \cdot 10^{15} \text{с}^{-1}$

$6 \cdot 10^{-12} \text{с}^{-1}$

$6 \cdot 10^{-15} \text{с}^{-1}$

$6 \cdot 10^{-10} \text{с}^{-1}$

24. Куёш нурланиши $\lambda=5000 \text{ А}^0$ га тугри келади. Абсолют кора жисм деб хисоблаб ёритилганлиги аниклансин.

64 МВт/м^2

640 МВт/м^2

6400 МВт/м^2

$6,4 \text{ МВт/м}^2$

25. Куёш нурланиши максимал спектрнинг энергия зичлиги $\lambda=5000 \text{ А}^0$ га тугри келади. Абсолют кора жисм деб хисоблаб энергия окимини аниклансин.

$$4 \cdot 10^{26} \text{Вт}$$

$$4 \cdot 10^{23} \text{Вт}$$

$$4 \cdot 10^{20} \text{Вт}$$

$$4 \cdot 10^{15} \text{Вт}$$

26. Куёш нурланишининг спектри $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ га мос келади. Куёшни абсолют кора жисм деб хисоблаб, бир секунд вақт ичидаги электромагнит тулкини массасини аниқланг.

$$4 \cdot 10^9 \text{кг}$$

$$4 \cdot 10^3 \text{кг}$$

$$4 \cdot 10^5 \text{кг}$$

$$44 \cdot 10^2 \text{кг}$$

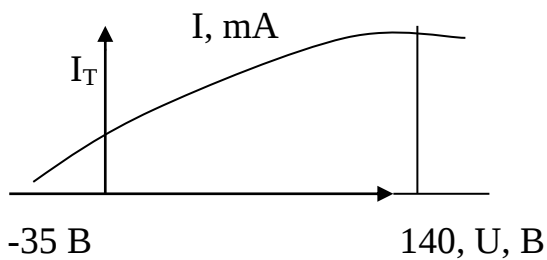
27. Расмда тасвирланган фотоннинг катод ва анод орасидаги кучланишга боғлиқлик графигидан фойдаланиб катоддан чиқаётган фотоэлектронларнинг максимал тезлиги неча км/с эканлиги аниқлансин.

$$3,5 \cdot 10^3$$

$$1,75$$

$$2 \cdot 10^2$$

$$7 \cdot 10^3$$



28. Таҷрибаларда фотокатоднинг кизил чегараси 300 нм эканлиги аниқланди. Электроннинг чиқиш иши неча эВ.

$$4,1$$

$$1,6$$

$$3$$

$$4,8$$

29. Электронларнинг чиқиш иши $A_1 = 2,7 \text{ эВ}$ ва $A_2 = 1,2 \text{ эВ}$ булган икки металл сиртга бирдай частотали ёруғлик фотонларининг тушиши туфайли ажралиб чиқаётган фотонлар кинетик энергияси неча жоулга фаркланади?

$$2,4 \cdot 10^{-19}$$

$$1,2 \cdot 10^{-19}$$

$$1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$2,7 \cdot 10^{-19}$$

30. Абсолют кора жисм учун Стефан-Болцман конуни формуласини курсатинг. $\delta = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$

$$I = \delta T^4$$

$$I = \alpha \delta T^2$$

$$I = \alpha T^4$$

$$I = \delta T^{-1}$$

31. Металдан электроннинг чиқиш иши $3,3 \cdot 10^{-19}$ Ж булса, фотоэффектнинг кизил чегараси канча булади?

$5 \cdot 10^{14}$ Гц

$0,5 \cdot 10^{14}$ Гц

$5 \cdot 10^{15}$ Гц

$0,05 \cdot 10^{14}$ Гц

32. импульси $2 \cdot 10^{-27}$ кгм/с булган фотоннинг энергиясини топинг.

$8 \cdot 10^{14}$ Ж

$6,9 \cdot 10^{19}$ Ж

4 эВ

$6 \cdot 10^{-19}$ Ж

33. Энергияси 1 эВ булган электроннинг тезлиги канча?

$5,9 \cdot 10^5$ м/с) $4 \cdot 10^6$ м/с

$5,1 \cdot 10^5$ м/с

$6,2 \cdot 10^6$ м/с

34. Анод кучланиши 50,0 кВ булганда рентген трубкаси анодига етиб бораётган электрон тезлиги кандай булади?

13,5 Мм/с

132 Мм/с

1,30 Мм/с

0,128 Мм/с

35. $D_{3/2}$ термдаги мумкин булган булиниш мультинлетлигини аникланг.

а) 3,5,7,8,

в) 2,4,6,8,

с) 2,1, 3,2,4,

д) 1,2,3,4,

36. Шредингер тенгламасини вақтга боғланишини стационардаги ечимга ёзинг.

$$\psi_n(x,t) = \varphi_n(x) \exp(-i\omega_n t)$$

$$\psi_n = \varphi_n(x)$$

$$\psi_n = \psi_n(0)$$

$$\psi_n = \psi_n(x=0)$$

37. Электрон $n=3$ булган уйготилган ҳолатида жойлашган водород атомидан турли энергияла нечта фотон нурланиши мумкин?

3

1

2

фотонлар энергияси атомлар орбитасига боғлиқ эмас

38. План доимийсининг бирлигини курсатинг.

Жс · с

Ж

$$\frac{hc}{\lambda}$$

$$\frac{hc}{m\lambda}$$

39. Ёруглик тебранишининг ν частотаси маълум булган фотоннинг импульсини аникланг.

$$\frac{h\nu}{c}$$

$$\frac{h\nu}{c^2}$$

$$h\nu$$

$$\ell U$$

40. 550 нм энергияли нурнинг хона температерасидаги кислород молекуласининг илгариланма харакатидаги кинетик энергиясидан неча марта катта?

6

36

3

0,36

41. $6 \cdot 10^{-19}$ Ж энергияли зарранинг тулкин узунлигини аникланг.

$$3 \cdot 10^7 \text{ м}$$

$$2,8 \cdot 10^{-10} \text{ Ж}$$

$$2,8 \cdot 10^{-5} \text{ Ж}$$

$$2,8 \cdot 10^{-3} \text{ Ж}$$

42. Ядро сонларининг йуналишини узгартиришга сарф буладиган энергия . . .
. сохасида булади?

радиотулкинлар

инфра кизил

ультра бинафша

куринувчи нурлар

43. Эритманинг утказиш коэффиценти 0,3 булса, оптик зичлигини топинг.

0,32

0,52

0,42

0,22

44. Молекуланинг умумий энергияси куйидаги формулаларнинг кайси бирида

курсатилган.

$$E = E_{\text{электрон}} + E_{\text{айлана}} + E_{\text{тебранма}}$$

$$E = E_{\text{электрон}}$$

$$E = E_{\text{айланма}}$$

$$E = E_{\text{тебранма}}$$

45. Атомларнинг молекуладаги ҳосил киладиган деформацион тебранишлардан маятниксимон турини топинг.

1,2

3,4

5

6

46. Атом системаси куёш системасига ухшайди. Нимаси билан фарк килади? атомдаги электронлар узаро итаришади, куёш системасидаги планеталар эса тортишади

атомдаги электронлар узаро тортишишади, куёш системасидаги планеталар каби

атомдаги электронлар узаро таъсир килмайдилар, куёш системасидаги планеталар узаро таъсирлашмайдилар

атом системасидаги электронлар тортишади, куёш системасидаги планеталар узаро таъсирлашмайдилар

47. Бор назариясидан фойдаланиб, Ридберг доимийсини аниқланг.

$1,1 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$

$110 \cdot 10^{-7} \text{ m}^{-1}$

$240 \cdot 10^{-7} \text{ m}^{-1}$

$1,1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^{-1}$

48. Симоб атоми изоляцияланган, тинч ҳолатда, ν частотали ва λ - тулқин узунлигига эга фотон чиқаради. Симоб атомидан фотон чиққанда тезда:

электрон чиқаради

ионлашади

асосий ҳолатга утади

юкори энергетик сатҳга кутарилади

49. Фото электрон эмиссия таъсирида атомнинг энергетик сатҳи қайси рангда катта бўлади?

кизил

сарик

хаво ранг

яшил

50. Молекулаларининг инерция моменти аниқлансин. Кумни чизиклар орасидаги частоталар интервали айланма спектрал учун $\Delta\omega = 5,5 \cdot 10^{12} \text{ C}^{-1}$ деб олисин.

$1,92 \cdot 10^{-40} \text{ гсм}^2$

$19,2 \cdot 10^{-36} \text{ гсм}^2$

$192 \cdot 10^{-20} \text{ гсм}^2$

$0,192 \cdot 10^{-42} \text{ гсм}^2$

51. Углерод учун Хунда коидасидан фойдаланиб электронлар конфигурациясини аниқланг.

$1S^2 2S^2 P^3 (^4S_{3/2})$

$$1S^2 2S^2 P^3 3S^2 P^4$$

$$1S^2 2S^2 P^2 ({}^3P_0)$$

$$2S^2 P^3$$

52. Энергия билан вақт орасидаги ноаниклик муносабатини аниқланг.

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$$

$$\Delta E \geq mc^2$$

$$\Delta E \geq \frac{3}{2} k\Delta T$$

$$\Delta P \Delta X \geq \hbar$$

53. Эйнштейн тенгламасини курсатинг.

$$\hbar\omega = eU + \frac{mv^2}{2}$$

$$\hbar\omega = eU$$

$$\hbar\omega = eU + \frac{mv^2}{R}$$

$$\frac{mv^2}{2} = eU$$

54. Шредингер тенгламасини вақтга боғланишини стационардаги ечимга ёзинг.

$$\psi_n(x, t) = \varphi_n(x) \exp(-i\omega_n t)$$

$$\psi_n = \psi_n(x)$$

$$\psi_n = \psi_n(0)$$

$$\psi_n = \psi_n(x=0)$$

55. Симоб атомининг дастлабки уйғониш потенциали канча?

4,9 эВ

9,8 эВ

14,7 эВ

19,6 эВ

56. Д_{3/2} термдаги мумкин булган булиниш мультинлетлигини аниқланг.

2,1, 3,2,4,

3,5,7,8,

2,4,6,8,

1,2,3,4,

57. Водород атомининг 2-чи орбитасида турган электроннинг энергиясини топинг.

$$5,44 \cdot 10^{-19} \text{ Ж}$$

$$5,44 \cdot 10^{-20} \text{ Ж}$$

$$5,44 \cdot 10^{-21} \text{ Ж}$$

$$5,44 \cdot 10^{-17} \text{ Ж}$$

58. Де – Бройль тулкин узунлиги $\lambda = 0,2 \text{ нм}$ булган нейтроннинг энергиясини топинг.

$$2,06 \cdot 10^{-2} \text{ эВ}$$

$$2,06 \cdot 10^{-9} \text{ эВ}$$

$$2,06 \cdot 10^{-12} \text{ эВ}$$

$$2,06 \cdot 10^{-10} \text{ эВ}$$

59. Стационар ҳолат учун Шредингер тенгламасини аниқланг.

$$\Delta^2 \psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) = 0$$

$$\psi = 0$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \psi}{dx^2} = E \psi$$

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{\ell}} \sin\left(n \frac{\pi x}{\ell}\right)$$

АДАБИЁТЛАР.

- 1.Тартаковский П.С. Кванти света. ГИЗ. М.-Л.,1982.
- 2.Триг Дж. Решающие эксперименту в современной физике, Мир.,1974
- 3.Мальцев В.М., Селезнев В.А., Андреев В.А. Оптическое излучения.
Знание сер.физика, 8/1979
- 4.Литвинов В.С. Рохлин Г.Н. Тепловуе ичточники оптического излучения
Энергия, М, 1975.
5. Бураковский Т. Пизинский Е. Саяк А. Инфракрасний излучатели.
Энергия, М. 1978.
6. Савелов И.В. Умумий физика курси. 3-т. Оптика. Атом ва ядро
физикаси. Ўқитувчи. 1986и. 1-бўлим.
- 7.Каралёв Ф.А Физика курси. Оптика. Атом ва ядро физикаси. Т.
Ўқитувчи. 1998.