



Электромагниттік спектр

ФИЗИКА • ТОЛҚЫНДАР • ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК СПЕКТР

1-бөлім. Төмен инфрақызыл

• Электромагниттік толқындар дегеніміз не?

Электрондар секілді зарядталған бөлшектер электр өрісімен қоршалады. Егер зарядталған бөлшектер жылдамдығын арттырса, электр өрісі өзгереді. Электр өрісінің бұл өзгерісі магнит өрісінің өзгерісіне алып келеді. Ал магнит өрісінің өзгерісі электр өрісін өзгертеді. Бұл процесс қайталанып, жоғары жылдамдықта қозғалатын толқындардың пайда болуына алып келеді. Олар электромагниттік толқындар деп аталады.

Электромагниттік толқындар электрондардың тербеліс қозғалысы нәтижесінде пайда бола алады. Электронның әр секундтағы тербеліс саны әрбір секунда пайда болатын толқын санын анықтайды, бұл толқын жиілігі деп аталады. Толқындардың биіктіктерінің арасындағы қашықтық толқын ұзындығы деп аталады, ол толқын жиілігімен тығыз байланысты. Жоғары жиілікті толқындардың толқын ұзындығы қысқа.

Кейбір толқындарды өзіміздің көзімізбен байқауға болады. Мұны біз көзге көрінетін жарық деп атаймыз. Біз көре алмайтын басқа да электромагниттік толқындар бар. Оларға радиотолқындар, микротолқындар, инфрақызыл, ультракүлгін, рентген және гамма сәулелер жатады.

• Ұсынылатын фильмдер

- Электромагниттік спектр
- Электромагниттік спектр неден құралған?

Қосымша сұрақ

С1. Электромагниттік толқындар қаншалықты жылдам таралады?

Вакуумде барлық электромагниттік толқындар шамамен 300 000 000 м/с жылдамдықпен таралады. Бұл жарық жылдамдығы деп аталады. Ақпарат және материя жарық жылдамдығынан жылдам қозғала алмайды. Басқа материалдарда таралу жылдамдығы өзгеруі мүмкін. Мысалы, шыныда көрінетін жарық шамамен 200 000 000 м/с жылдамдықпен қозғалады. Сонымен қатар, толқын жиілігі жарықтың материал арқылы өтудің орнына, ол арқылы жұтылатындығын да білдіруі мүмкін.

• Радио толқындар дегеніміз не?



Мына төрелке антенна ғарыштан келетін радиотолқындарды қабылдайды

Толқын энергиясы төмен болған сайын, жиілік төмен болады.

Радиотолқындарда толқын энергиясы ең төмен. Олардың толқын ұзындығы ең үлкен, шамамен 30 см-ден жоғары. Егер электр тоғы өткізгіш бойымен әрі-бері қозғалса, электрондар тербеліп, радиотолқындар пайда болады. Егер бұл толқындар басқа өткізгішке жетсе, онда олар сол өткізгіштегі электрондардың тербелісіне алып келеді, нәтижесінде кішігірім электр тоғы пайда болады. Бұл байланыста қолданылуы мүмкін.

• Ұсынылатын фильм

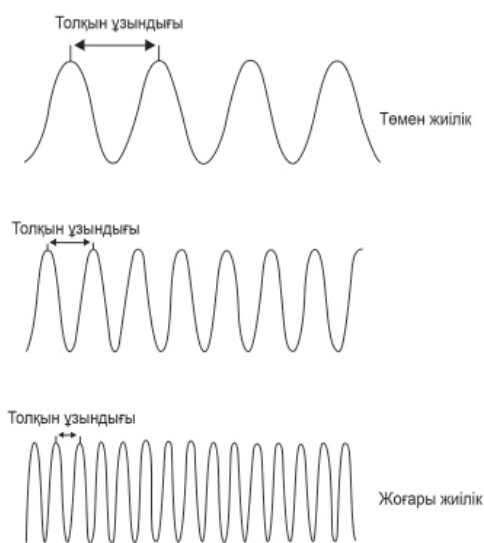
- Сұңгуір қайықпен байланысу

ДИАГРАММА 01:



Жиілік және толқын ұзындығы

ФИЗИКА • ТОЛҚЫНДАР • ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК СПЕКТР



• Микротолқындар дегеніміз не?

Егер электрондар радиотолқын түзуге қажетті жиіліктен жоғары жиілікте тербелсе, шамамен секундына 2 миллиард рет, онда мұндай тербеліс кезінде түзілетін толқындарды микротолқындар деп атайды. Дегенмен, электромагниттік спектрдің әр бөлігі секілді бұл екі толқын арасындағы нақты шекараны анықтау мүмкін емес. Микротолқындардың толқын ұзындығы 30 см-ден төмен және бірнеше миллиметрден жоғары. Радиотолқындар секілді микротолқындар да байланыста қолданылуы мүмкін. Микротолқындардың жиілігі радиотолқындардың жиілігіне қарағанда жоғарырақ болғандықтан, олар көп ақпарат тасымалдай алады, алайда оларды үлкен арақашықтықта қолдану қиын.

• Ұсынылатын фильм

- Ұялы телефондар қалай жұмыс істейді?

Қосымша сұрақтар

C2. Микротолқындар пеш қалай жұмыс істейді?

Байланысты санамағанда, микротолқындар асты жылытуға қолданылады. Су молекуласы полярлы болып келеді, яғни, молекуланың бір жағы оң заряд, ал бір жағы теріс зарядқа ие. Су молекулалары электр өрісі бойымен бірге айналуға тырысады. Микротолқындарды пештерде қолданылатын микротолқындардың жиілігі 2,45 гигагерц (яғни олар секундына 2 450 000 000 рет тербеледі), яғни су молекулалары тұрақты өзгерістегі өріспен үйлесу үшін әрі-бері айналады. Бұл тербелістер температураның жоғарылауына эквивалентті; олар энергияны астағы өзге молекулаларға береді, нәтижесінде олар тербеліп, астың температурасы артады.

C3. Терагерцтік толқындар дегеніміз не?

Терагерцтік толқындарының толқын ұзындығының диапазоны 0,3-ден 1 мм аралығында, микротолқындардан қысқа, алайда инфрақызыл сәулелерден ұзын. Технология дамығанға дейін, қағаз немесе киім секілді материалдар арқылы тарайтын терагерцтік толқындарды тудыру қиын болатын. Соңғы кездері дене сканерлері көптеген әуежайларға орнатылды. Екі түрлі технология негізінде жұмыс істейтін екі түрлі сканер бар: біреуі рентген сәулелерін қолданады, ал екіншісінде терагерцтік толқындар пайдаланылады.

2-бөлім. Инфрақызыл, көрінетін және ультракүлгін сәулелер

• Инфрақызыл сәулелер дегеніміз не?

Толқын ұзындығы 0,3 мм-ден төмен және шамамен 0,007 мм-ден жоғары (7 мкм) толқындар инфрақызыл деп аталады. Көбіне қызған денелер көп мөлшерде инфрақызыл сәулелер бөледі. Күннен Жерге түсетін энергияның шамамен жартысы инфрақызыл сәуле түрінде болады.

Молекулалардағы тербелетін атомның көбісі инфрақызыл сәулелер диапазонында орналасқан. Бұл жиіліктегі жарықты молекулалар жұтатындықтан, инфрақызыл сәулелерді үлгіде қандай молекулалардың бар екендігін анықтау үшін қолдануға болады. Бұл инфрақызыл спектроскопия деп аталады, және ол үлгінің инфрақызыл сәулелер диапазонындағы қай жиілікті жұтатындығына байланысты үлгіні анықтауға болатындығына негізделген.

• Ұсынылатын фильм

- Инфрақызыл сәуле: Жылан аңшылығы



Инфрақызыл сәуле адам сияқты объектілерден бөлінетін жылу болып саналады

Қосымша сұрақтар

С4. Алкогольді анықтау үшін инфрақызыл сәулелер қалай қолданылады?

Алкотест демдегі алкоголь мөлшерін анықтау үшін инфрақызыл сәулелерді пайдаланады. Инфрақызыл сәулелер үлгі бар камера арқылы өтеді және әрбір толқын ұзындығында жұтылған инфрақызыл сәуле мөлшері тіркелінеді. Бұны үлгінің құрамындағы спирттің (этанол) мөлшерін анықтауға қолдануға болады, себебі этанол құрамындағы оттегі-сутек байланысы инфрақызыл диапазонын өте жақсы жұтады.

С5. Түнгі көрініс көзілдірігі қалай жұмыс істейді?

Түнгі көрініс құралдарын жасаудың бірнеше әдісі бар. Жылу көрінісі жылы объектілерден бөлінетін инфрақызыл сәулелерді анықтайды, бірақ ол адам, жануар немесе көлік құралдары секілді объектілерді анықтай алмайды, дегенмен ол құқық қорғау өкілдерімен адамдарды іздеуге қолданылады.

Сонымен қатар, инфрақызыл сәулелер қоршаған ортаны жарықтандыру үшін қолданылуы мүмкін. Бұл адамдарға көрінбейді, алайда инфрақызыл датчик шағылған инфрақызыл сәулелерді жинақтап бейне кескіндеуге пайдаланылады. Екінші дүниежүзілік соғыста қарулы күштер бұл принципті қолданған. Бірақ, инфрақызыл сәулелер қоршаған ортаны жарықтандыруға қолданылғандықтан, сондай технологияны қолданатын қарсыласқа бұл жарық көрінетін еді, сондықтан оны қолдануға шектеулі болды. Осы себептерге байланысты бұл технология қазіргі уақытта қарулы күштерде көп қолданылмайды, бірақ қауіпсіздік жүйелерінде қолданысқа ие.

Жарық күшейткіштері тек инфрақызыл сәулелерді анықтап қана қоймай, түрлі толқын ұзындықтарында кездесетін азғантай ғана жарық мөлшерін анықтайды және олардың адам көзіне көрінуі үшін оның интенсивтілігін көбейтеді.

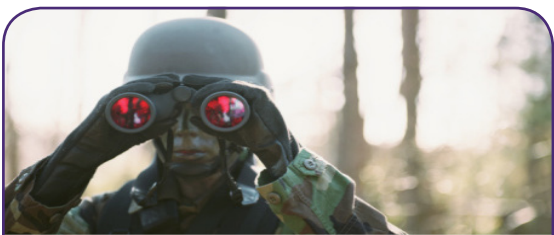
С6. Абсолют қара дене сәулеленуі дегеніміз не?

Абсолют қара дене – спектрдің кез-келген бөлігіне жататын электромагниттік сәулелерді жұтатын объект. Бұл объектінің сәулеленуі абсолют қара дененің сәулеленуі деп аталады. Қара дене ұзындығы әртүрлі диапазондағы сәулелерді бөледі, алайда сәулелену ең мықты болатын ұзындық дененің температурасына тәуелді. Дененің температурасы жоғарылаған сайын сәулеленген жарықтың толқын ұзындығы қысқарады. Белме температурасындағы денелер негізінен бізге көрінбейтін инфрақызыл жарық шығарады, ал шамамен 600°C температурада ол денелер бізге көрінетін қызыл түсті жарық шығарады. Одан жоғары температурада дене қызғылт-сары, не сары түспен жарқырайды. Беткі температурасы 5500°C Күн жартылай абсолют қара дене ретінде әрекет етеді және көбіне сәулелерін көрінетін жарық түрінде шығарады. Оның сәулеленуінің ең жоғарғы нүктесі спектрдің жасыл түсінде орналасады. Күн жасыл болып көрінбейді, себебі ол басқа да толқын ұзындығындағы сәулелер шығарады, нәтижесінде олар араласып, Күн ақ түсті болып көрінеді (алайда Жерден қарағанда сары түсті болып көрінеді, себебі көк түс атмосферада тарқайды).

• Адамдар электромагниттік толқындардың қандай диапазонын көре алады?

• Ұсынылатын фильмдер

- Электромагниттік спектр
- Электромагниттік спектр неден құралған?
- Деректер: Жануарлардың көру жүйесі



Түнгі көрініс көзілдірігі инфрақызыл сәулелерді көре алады

Адамдар толқын ұзындығы 0,4 және 0,75 мкм (микрометр метрдің миллионнан бір бөлігі) аралығындағы жарықты көре алады, дегенмен бұл адамдар арасында әрқалай. Мұндай толқындар атомдағы электрондар орын ауыстырғанда, яғни жоғарғы энергетикалық деңгейден төменгісіне түскенде түзіледі. Көрінетін жарық электромагниттік спектрдің тек бір бөлігі болып табылады, бірақ оларды Күн өте көп мөлшерде шығарады. Кейбір құстар мен бунақденелілер өте қысқа толқындарды анықтай алады, сондықтан ультракүлгін сәулелерді де анықтауға қабілетті. Алыстан көру қабілеті инфрақызыл сәулелерде аз таралған, бірақ кейбір жыланларда өзінің қорегін табу үшін инфрақызыл сәулелерді анықтай алатын мүшесі бар. Олардың бейнені инфрақызыл ретінде көретіндігі әлі белгісіз.

• Ультракүлгін сәулелер дегеніміз не?

Толқын ұзындығы 0,4 мкм-ден қысқа және 0,01-ден ұзын электромагниттік толқындар ультракүлгін деп аталады. Олар еркін электрондардың атомдармен бірігуі арқылы алынады. Толқын ұзындықтары 0,4 мкм-ден 0,01-ге дейінгі толқын ұзындығына байланысты УК-А, УК-В және УК-С деп бөлінеді және олардың үшеуі де тері зақымына алып келуі мүмкін.

Олардың ішіндегі УК-А-ның толқын ұзындығы ең жоғары және УК-В-мен салыстырғанда шыныдан өте алады. УК-В және УК-С УК-А-ға қарағанда өте қауіпті, олар ДНҚ-ны зақымдап, тері обырына алып келеді. Бұл сәулелерге жауап ретінде тері меланин пигментін түзеді: бұл пигмент терінің қараюына себепші. Ультракүлгін сәулелерінің шектен тыс мөлшерінің әсерінен жасушалар зақымдалып, тері күйеді.

УК-С ең қауіпті болғанымен, оны Жер атмосферасында озон қабаты толығымен оқшаулайды.

• Ұсынылатын фильмдер

- Электромагниттік спектр
- Электромагниттік спектр неден құралған?

ДИАГРАММА 02:



Күн сәулесіндегі ультракүлгін сәулесі біздің теріміздің қызаруына және күйюіне алып келеді

Қосымша сұрақтар

С7. Ультракүлгін жарықтандыруда қалай қолданылады?

УК жарық адамға көрінбегенімен ол жарықтандыруда қолданылуы мүмкін. Люминесцентті шамдарда электр тогы газдарды қоздыру үшін қолданылады. Атомдардағы электрондардың энергетикалық деңгейі төмендегенде УК жарық шығарылады. Шамның сырқы беті УК сәулелерді жұтып оның орнына көрінетін жарық шығаратын материалдан жасалады. Бұл процесс электр үнемдеу шамдарында қолданылады, және өте тиімді болып табылады, және вольфрам шамдарға қарағанда жылуды аз шығарады.

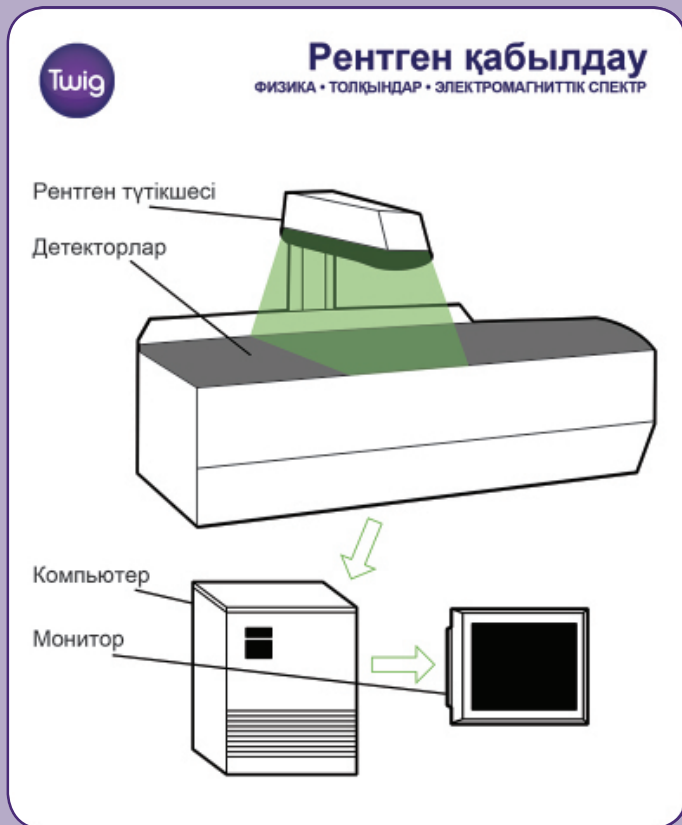
С8. Вакуумдық ультракүлгін сәуле дегеніміз не?

0,1-ден 0,2 мкм толқын ұзындығы аралығында УК сәулелер ауамен және жарықпен жұтылады, сол себепті ол вакуумдық УК деп аталады. Бұл толқын ұзындықтарын алу үшін әрқашан вакуумды қолдану қиындық туғызар еді. Жұтылу оттегі молекулалары есебінен жүреді, бірақ вакуумға деген талаптан құтылуға оттегі орнына азотты қолдану арқылы қол жеткізуге болады. Бұл фитолиитография ретінде танымал процесте вакуумдық УК-ны қолданатын жартылай өткізгіш өндірісі үшін маңызды. Жартылай өткізгіш химиялық затпен қапталған және оған маска арқылы өтетін УК сәулесі түсіріледі. УК сәуле химиялық затты активтендіреді, нәтижесінде маскада болған өрнек жартылай өткізгіште қалады. Содан кейін, оның беті нақышталып, соңында тұтас тізбек жүргізіледі.

3-бөлім. Рентген және гамма сәулелер

• Рентген сәулелері дегеніміз не?

ДИАГРАММА 03:



Толқын ұзындығы 0,01-ден 10 нанометр (нм) аралығындағы толқындар рентген сәулелері деп аталады. Бұл толқындар төменгі энергетикалық деңгейдегі электрондардың бөлінуінен (үлкен жылдамдықтағы еркін электрон) түзіледі. Бұл аралық жоғарғы энергетикалық деңгейдегі жоғары энергиялы электронмен толтырылады. Бұл толқындардың жиілігі өте жоғары, эксагерцпен (1000 миллиард, миллиард Герц) өлшенеді. Жиілігі осындай жоғары электромагниттік толқындар электрондарды атомдардан ажыратып, оң зарядты ионға айналдыратын үлкен энергияға ие. Сол себепті рентген сәулелерін иондаушы сәулелердің бір формасы деп айта аламыз.

• Ұсынылатын фильм

- Медицинадағы толқындар



Адам кеудесінің мына бейнесі рентген көмегімен түсірілген

Қосымша сұрақ

С9. Рентген сәулелері медицинада қалай қолданылады?

Толқын ұзындығы қысқа рентген сәулелері адам ағзасынан өтеді, алайда сүйектермен жұтылады. Фотопенка науқастың артына қойылатын болса, онда сүйектермен жұтылған аймақтар бос күйінде қалады. Ағзадағы сүйек бейнесі осы жолмен алынады, дегенмен заманауи рентген құрылғылары бейненің орнына сандық детекторлар қолданады. Ұлпалар белгілі бір мөлшерге дейін рентген сәулелерін жұтады, сондықтан сүйектерден басқа да заттарды көруге болады және оны диагностика үшін қолданады.

• Гамма сәулелер дегеніміз не?

Толқын ұзындықтары 0,01 нм-ден төмен электромагниттік толқындар гамма сәулелер деп аталады. Шындығында, гамма сәулелер мен рентген сәулелерінің арасындағы шекараны айқындау қиын, сондықтан кейде бірдей толқынды ұзындығы қысқа рентген сәулесі немесе толқын ұзындығы үлкен гамма сәулесі деп санауға болады. Сондықтан, толқындар шығу тегіне байланысты жіктеледі. Рентген сәулелері атомдағы электрондар арқылы шығарылғанымен, гамма сәулелері атом ядросынан бөлінеді, немесе материя мен антиматерия жойылғанда бөлінеді.

Гамма сәулелерін оқшаулау өте қиын, көбіне оның әсерінен сақтану үшін қалың бетон немесе қорғасын қолданылады. Гамма сәулелер иондалған сәулелердің бір түрі болып табылады және ол ұлпаны зақымдай алады. Оның басқа түрлерге қарағанда, зияны аз, себебі оның кез келген заттан өту қабілеті оның адам денесінен де жұтылмай толық өтетіндігін білдіреді.

• Гамма сәулелер медицинада қалай қолданылады?



Гамма сәулелер кейбір медициналық құралдарды стерилдеу үшін қолданылады

Гамма сәулелер адамға зиянды болғанымен және қатерлі ісікке шалдығуға ықпал еткенімен, қатерлі ісік жасушаларын жоятын сәулелік терапияда қолданылады. Гамма сәулелердің адам денесінен өтуі гамма сәулелерін шығаратын заттар детектор ретінде қолданылу мүмкін екендігін білдіреді. Гамма сәулелер шығаратын заттар іштей қабылданады. Гамма сәулелер ағза сыртынан анықталады және олардың таралымы айқын көрінеді, сол себепті олар зерттеу мақсатында түсірілімдер жасау үшін және диагностика үшін қолданылады.

• Ұсынылатын фильм

- Медицинадағы толқындар

• Тест

Электромагниттік спектр

Негізгі

• Вакуумдағы жарық жылдамдығы қандай?

- A – 300 000 000 м/с
- B – 340 м/с
- C – 186 000 м/с
- D – 200 000 м/с

• Мүмкін электромагниттік толқындар диапазонының атауы қандай?

- A – спектрлік таралу
- B – электр өрісі
- C – электромагниттік спектр
- D – магнит өрісі

• Электромагниттік сәулелердің толқын ұзындығы қандай?

- A – бірнеше миллиметр
- B – жүздеген километр
- C – атом өлшемінің жартысынан бастап, мыңдаған километрге дейін
- D – бірнеше сантиметрден де кем

• Электрондардың атомдардан немесе молекулалардан бөлініп шығу процесі қалай аталады?

- A – радиация
- B – иондалу
- C – тербеліс
- D – ядролық бөліну

Тереңдетілген

• Толқын жиілігі толқын ұзындығына қалай тәуелді?

- A – жоғары жиілікті толқындардың толқын ұзындығы ұзын
- B – олар өзара тәуелді емес
- C – жоғары жиілікті толқындардың толқын ұзындығы қысқа
- D – өте төмен жиілікті толқындардың толқын ұзындығы қысқа, бірақ барлығы емес

• Толқын энергиясы толқын жиілігіне қалай тәуелді?

- A – толқын энергиясы тек толқын жылдамдығына тәуелді
- B – жоғары жиілікті толқындардың энергиясы төмен
- C – толқын энергиясы оның таралу ортасына тәуелді
- D – жоғары жиілікті толқындардың энергиясы жоғары

• Қандай толқын түрлері электрондарды атомдар мен молекулалардан босатып шығара алады?

- A – радиотолқындар, инфрақызыл және көрінетін жарық
- B – радиотолқындар, рентген және гамма сәулелер
- C – инфрақызыл, көрінетін жарық және ультракүлгін
- D – ультракүлгін, рентген және гамма сәулелер

Электромагниттік спектр

Негізгі

• Электромагниттік сәулелену қандай жағдайда пайда болады?

- A – жарық бағытының өзгерісі кезінде
- B – зарядталған бөлшектер тербелген кезде
- C – бөлшектердің бағыты өзгерген кезде
- D – бөлшектердің соқтығысуы кезінде

Тереңдетілген

• Электромагниттік толқындар вакуумнен өте ала ма?

- A – жоқ, олар таралу ортасын қажет етеді
- B – жоқ, олар тек ғарышта қозғалады, себебі ол идеал вакуум емес
- C – иә, олар таралу ортасын қажет етпейді
- D – иә, бірақ олар өте баяу қозғалады

• Келденең толқын дегеніміз не?

- A – дыбыстан жылдам қозғалатын толқын
- B – қозғалыс бағытымен тербелетін толқын
- C – жарық жылдамдығымен тарайтын толқын
- D – толқын бағытына перпендикуляр тербелетін толқын

• Жауаптар

Электромагниттік спектр

Негізгі

• Вакуумдағы жарық жылдамдығы қандай?

A – 300 000 000 м/с

B – 340 м/с

C – 186 000 м/с

D – 200 000 м/с

• Мүмкін электромагниттік толқындар диапазонының атауы қандай?

A – спектрлік таралу

B – электр өрісі

C – электромагниттік спектр

D – магнит өрісі

• Электромагниттік сәулелердің толқын ұзындығы қандай?

A – бірнеше миллиметр

B – жүздеген километр

C – атом өлшемінің жартысынан бастап, мыңдаған километрге дейін

D – бірнеше сантиметрден де кем

• Электрондардың атомдардан немесе молекулалардан бөлініп шығу процесі қалай аталады?

A – радиация

B – иондалу

C – тербеліс

D – ядролық бөліну

Тереңдетілген

• Толқын жиілігі толқын ұзындығына қалай тәуелді?

A – жоғары жиілікті толқындардың толқын ұзындығы ұзын

B – олар өзара тәуелді емес

C – жоғары жиілікті толқындардың толқын ұзындығы қысқа

D – өте төмен жиілікті толқындардың толқын ұзындығы қысқа, бірақ барлығы емес

• Толқын энергиясы толқын жиілігіне қалай тәуелді?

A – толқын энергиясы тек толқын жылдамдығына тәуелді

B – жоғары жиілікті толқындардың энергиясы төмен

C – толқын энергиясы оның таралу ортасына тәуелді

D – жоғары жиілікті толқындардың энергиясы жоғары

• Қандай толқын түрлері электрондарды атомдар мен молекулалардан босатып шығара алады?

A – радиотолқындар, инфрақызыл және көрінетін жарық

B – радиотолқындар, рентген және гамма сәулелер

C – инфрақызыл, көрінетін жарық және ультракүлгін

D – ультракүлгін, рентген және гамма сәулелер

Электромагниттік спектр

Негізгі

• Электромагниттік сәулелену қандай жағдайда пайда болады?

A – жарық бағытының өзгерісі кезінде

B – зарядталған бөлшектер тербелген кезде

C – бөлшектердің бағыты өзгерген кезде

D – бөлшектердің соқтығысуы кезінде

Тереңдетілген

• Электромагниттік толқындар вакуумнен өте ала ма?

A – жоқ, олар таралу ортасын қажет етеді

B – жоқ, олар тек ғарышта қозғалады, себебі ол идеал вакуум емес

C – иә, олар таралу ортасын қажет етпейді

D – иә, бірақ олар өте баяу қозғалады

• Келденең толқын дегеніміз не?

A – дыбыстан жылдам қозғалатын толқын

B – қозғалыс бағытымен тербелетін толқын

C – жарық жылдамдығымен тарайтын толқын

D – толқын бағытына перпендикуляр тербелетін толқын