

Электромагниттік сәуле шығару

Орындаған: Тастанбекова Б.

Қабылдаған: Нұрмаханбетова М.О.

□ 1. Байланыс тізбегін құрайтын екі сымның арасындағы электрлік және магниттік өрістер бір-бірімен белгілі бір электромагниттік энергия мөлшерінде байланыста болатын толқын. Бағыттаушы байланыс жолы бойымен таралатын бірнеше электромагниттік толқындар. Оларға жататындар: электромагниттік көлденең толқын, жоғарғы ретті электр E толқыны, жоғарғы ретті магниттік H толқын және аралас толқындар. Көлденең толқын негізгі толқын болып саналады. Ол көлденең E толқыны мен H толқынынан тұрады. **СЫМ** бойымен бағытталған толқындар болмайды. Яғни, электромагниттік өрістің **күш** сызықтары тек қана сымның көлденең қимасында болып, тұрақты токтың статикалық кернеуінің өрісіндей болады. Көлденең толқын тек байланыс жолдары сымдарының потенциалдарының таңбасы әр түрлі болғанда ғана кездеседі. Көлденең толқын сымды байланыс жолымен жиілік ауқымы шектелген сигналдарды тарату үшін пайдаланылады. Яғни, симметриялы немесе **коаксиал** жұптарымен берілетін токтың негізі өткізгіштік **ТОК** болғанда пайдаланылады. Электрлік E мен магниттік толқындар жоғарғы ретті толқындар болып саналады. Оларда көлденең электр және магнит өрістерден басқа бір-бірден электрлік немесе магниттік бойлық толқындар болады. Сондықтан олардың күш сызықтары сымдардың көлденең қимасында да ұзына бойында жатады. Мұндай толқындар өте жоғары жиілікдиапазонда қыздырылады. Ондағы токтың негізі өткізгіштік ток емес диэлектрлік ығыстыру тогы болады.

- Олар электромагниттік энергияны металл немесе [диэлектрик](#) толқын жолдарымен және сыртқы толқынды бір сым бойымен бергенде пайдаланылады. Аралас толқындарда барлығы алты (үш координатта) толқын компоненттері болады. Мұндай аралас толқындарға диэлектрлік толқын жолдардағы және сәуле тарататын жарықжол ([сәулежол](#)) толқындары жатады.
- 2. Ортаның қасиетіне байланысты кеңістікте белгілі бір жылдамдықпен таралатын электромагниттік өріс. Оның вакуумдегі таралу жылдамдығы
- **300 000 км/с** (жарықтың таралу жылдамдығымен бірдей). Біртекті [изотроптық](#) ортада электрлік кернеулік (E) және магниттік кернеулік (H) бірбіріне және толқынның таралу бағытына перпендикуляр болады, яғни электромагниттік толқын колденең толқын болып табылады. Кеңістіктің кез келген нүктесінде E және H толқындарының фазасы бірдей болады. E және H қашықтықтың (R) артуына қарай $1/R$ шамасына азайып отырады. Өрістердің осылай баяу өшуі — электромагниттік толқын арқылы аса үлкен қашықтықпен байланыс орнатуға жағдай жасайды. H толқын ұзындығы бойынша $H > 10^{12}$ см толқындар радиотолқындар қатарына, $5 \cdot 10^{-2} - 7,4 \cdot 10^{-5}$ толқындар инфрақызыл толқындары қатарына жатады.

□ Қосымша

Айнымалы электромагниттік өріс тербелістерінің кеңістікте таралуын электромагниттік толқын деп атайды. Максвеллдің болжамы бойынша электромагниттік толқын тогы бар өткізгіштің бойымен, диэлектрикте және электр зарядтары жоқ вакуумде де тарала алады. Максвелл теориясынан шығатын аса маңызды салдардың бірі — электромагниттік толқынның таралу жылдамдығының шектілігі. Оның есептеулері бойынша электромагниттік толқынның таралу жылдамдығы:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 3 \cdot 10^8$$

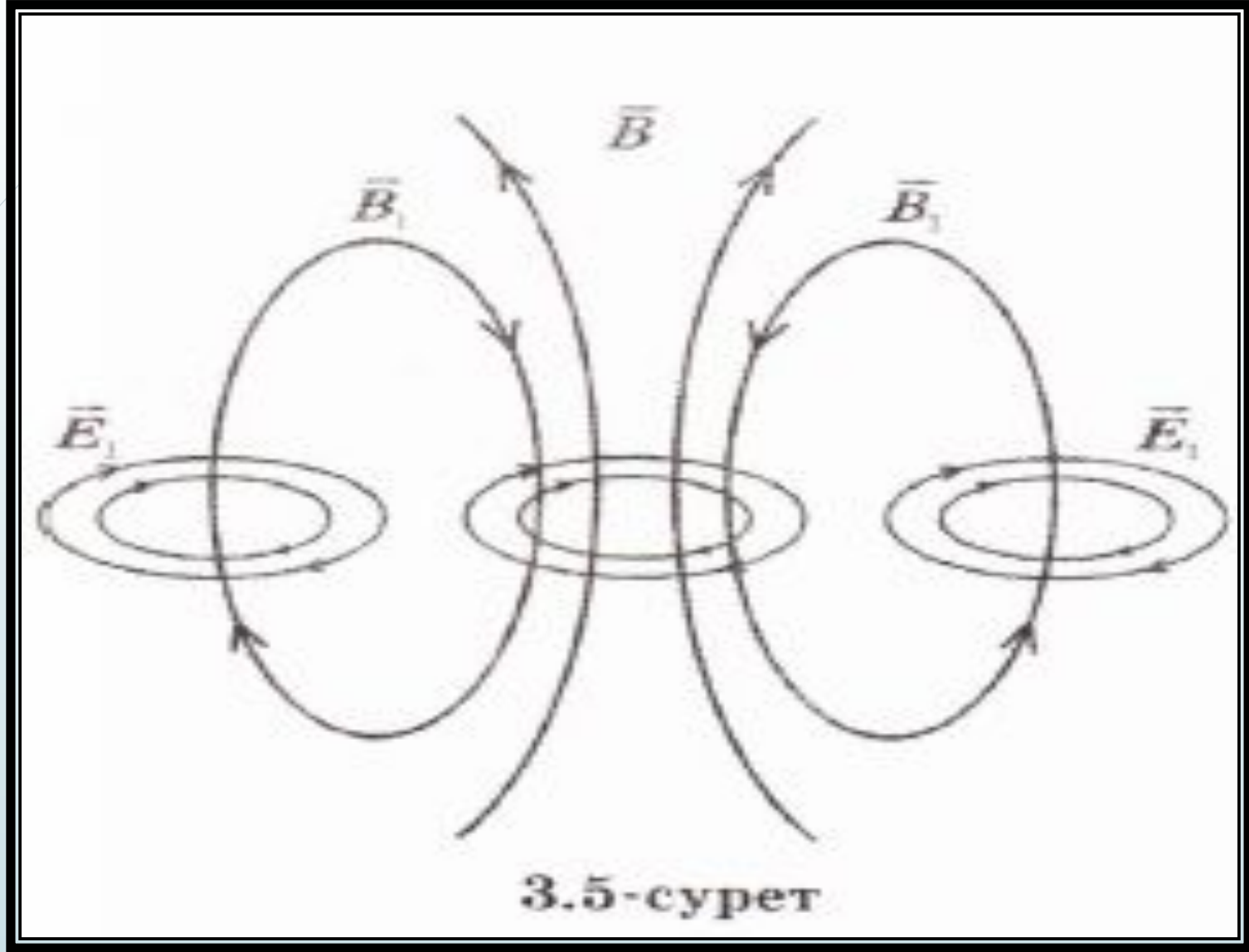
□ Мұндағы $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$ Ф\м — электрлік және $\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6}$ Гн\м — магниттік тұрақтылар. Бұл электромагниттік өрістің іргелі қасиеті. Электромагниттік толқынның ортадағы таралу жылдамдығы Максвелл формуласы бойынша анықталады:

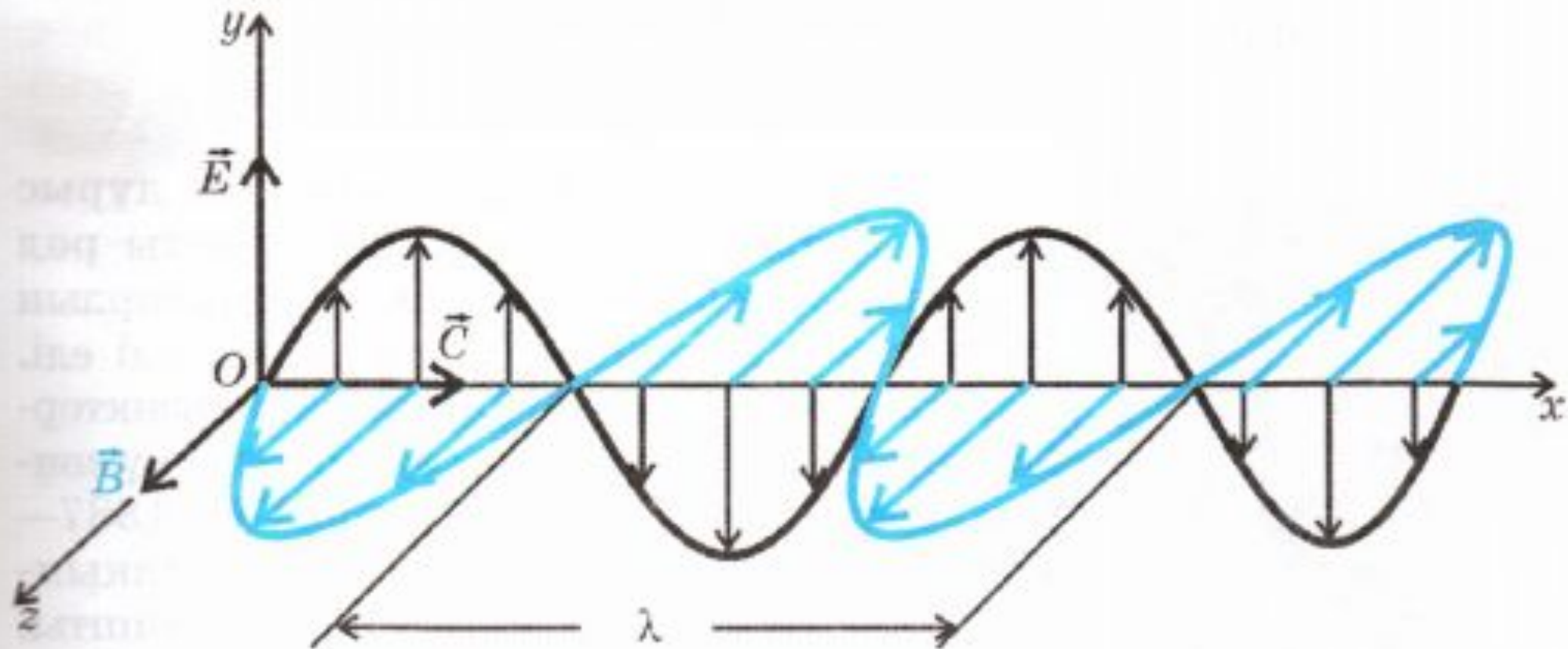
$$v = \frac{c}{n} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}}$$

□ мұндағы n -ортаның сыну көрсеткіші, ϵ — ортаның диэлектрлік және

□ μ — магниттік өтімділіктері.

- Электромагниттік толқынның теориялық есептеулер арқылы табылған вакуумдегі жылдамдығы тікелей өлшенген жарық жылдамдығына тең болуының маңыздылығы ерекше. Жарық — электромагниттік толқын болып шықты.
- Енді электромагниттік толқынның кеңістікте таралу механизмін қарастырайық. Осы түрленулерді жүзеге 3.5-сурет асыру үшін кеңістіктің кез келген бір аймағында өрістің біреуінің ұйытқуын туғызу қажет. 3.5-суретте құйынды электр және магнит өрістерінің ұйытқуының таралу процесі көрсетілген. Оны тепе-теңдік қалпында тербелетін немесе шеңбер бойымен тербеле қозғалатын электр заряды арқылы жүзеге асыруға болады. Кеңістіктің бір нүктесінде өте үлкен жиілікпен тербелетін электр зарядының айналасында, модулі мен бағыты периодты өзгертін электр өрісінің кернеулік \vec{E} векторы пайда болады. Нақ осы мезетте модулі және бағыты да периодты түрде өзгертін магнит өрісінің индукция \vec{B} векторы да туады. Бұл өрістің тербелістері жақын жатқан нүктелердегі электромагниттік тербелістер көзі болып табылады және оған бір-біріне перпендикуляр электр өрісінің кернеулік векторы мен магнит өрісі индукциясы векторының тербелістері кешігіп жетеді. Осылай электромагниттік өріс кеңістіктің барлық бағытында $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ жылдамдықпен электромагниттік толқын түрінде тарайды (3.6-сурет).





3.6-сyper

- Электромагниттік толқындағы \vec{E} және \vec{B} векторларының кез келген нүктесіндегі тербеліс фазалары бірдей. Бірдей фазада тербелетін ең жақын екі нүктенің арақашықтығы электромагниттік толқын шындығын береді:

$$\lambda = cT = \frac{c}{\nu}$$

- Электромагниттік толқынның негізгі сипаттамасы — оның тербеліс жиілігі ν (немесе периоды T). Себебі электромагниттік толқын бір ортадан екінші ортаға өткенде толқын ұзындығы өзгереді, ал жиілігі өзгермей тұрақты күйде қалады. Электр өрісінің кернеулік және магнит өрісінің индукция векторларының тербеліс бағыттары толқынның таралу бағытына перпендикуляр. Демек, электромагниттік толқын — көлденең толқын. Электромагниттік толқынның таралу жылдамдығы c кернеулік және индукция векторлары жататын жазықтықтарға перпендикуляр орналасады. Демек, электромагниттік толқындағы E және B векторлары бір-біріне және толқынның таралу жылдамдығының бағытына перпендикуляр. Егер бұрандасы оң бұрғыны E векторынан B векторына қарай айналдырса, онда бұрғының ілгерілемелі қозғалысы толқын жылдамдығының c векторымен дәл келеді (3.6-сурет).

□ Сонымен, электромагниттік толқындарды тербелуші электр зарядтары шығарып таратады. Бұл қалайша жүзеге асады?

□ Өткізгіштегі ток күші өзгергенде оның магнит өрісі де өзгереді. Ал ток күшінің өзгеруі өткізгіштегі электр зарядтарының қозғалыс жылдамдығының өзгеруіне, яғни зарядтардың үдемелі қозғалысына байланысты. Және бұл эксперимент жүзінде дәлелденген. Ендеше, электромагниттік толқын электр зарядтарының үдемелі қозғалысы кезінде туындайды. Зарядтың үдеуі неғұрлым үлкен болса, туындаған толқынның интенсивтігі соғұрлым жоғары болады. Зарядталған бөлшек үдей қозғалғанда электромагниттік өріске тән инерттілік байқалады. Өріс үдей қозғалған зарядталған бөлшектен бөлініп шығады да, электромагниттік толқындар түрінде кеңістікте еркін тарала бастайды.

□ Электромагниттік өріс

- Электр өрісін электр заряды бар денелер туғызады. Бойымен электр зарядтары өтетін өткізгіштің төңірегінде магнит өрісі пайда болады. Қозғалмайтын зарядтың электр өрісі барлық уақытта да өзгеріссіз қалады. Бірқалыпты қозғалатын зарядтардың, яғни тұрақты электр тоқтарының төңірегінде пайда болатын магнит өрісі де өзгермейді.
- Ал егер электр заряды бар бөлшектер тыныштық немесе бірқалыпты қозғалыс калпынан шығып, айнымалы қозғалыс жасаса, онда қандай өріс пайда болар еді? Бұл сұрақтың жауабын ағылшынның ұлы ғалымы Максвелл тапты.
- Электр зарядтары айнымалы қозғалғанда, яғни кез келген айнымалы тоқта электр өрісі де, магнит өрісі де уақыт өтуіне қарай өзгеріп отырады. Сонымен қатар бұл өрістер, Максвеллдің 1865 жылғы теориялық пайымдауынша, өздерін біртұтас электро-магниттік өріс түрінде көрсетеді.
- Максвелл сегіз жыл бойы тынбай жүргізген физика-математикалық талдауларын 1873 жылы қорытындылады. Ол біртұтас электромагниттік өрістің теориясын жасады және оның бос кеңістікте де толқын түрінде тарай алатынын дәлелдеді. Максвеллдің электромагниттік өріс теориясының түйіні мынаған саяды.

- 1. Өзгеріп отыратын магнит өрісі кеңістікте өзгеріп отыратын электр өрісін тудырады.
- 2. Өзгеріп отыратын электр өрісі кеңістікте өзгеріп отыратын магнит өрісін тудырады.
- Осылайша өзгеріп отыратын электр және магнит өрістері әр уақытта да өзара байланыста болады, сондықтан олардың ажырамас бірлігін электромагниттік өріс дейді. Электромагниттік өрісті көрнекі түрде бейнелеу үшін оны, бір жағынан, электр өрісінің E кернеулік векторы арқылы, екінші жағынан, магнит өрісінің B индукция векторы арқылы сипаттап кескіндейді.
- Электромагниттік өріс — ақиқат нәрсе. Ол материя формасының бір түрі болып табылады. Материя формасының екінші түрі зат.
- Электр зарядтары айнымалы қозғалыс (мысалы, тербеліс) жасағанда, олардың туғызатын айнымалы электромагниттік өрісі кеңістіктің бір нүктесінен екінші нүктесіне тарайды.

□ **Айнымалы электромагниттік өрістің кеңістікте таралуын электромагниттік толқын деп атайды.**

- Электромагниттік толқынның пайда болуы туралы Максвеллдің 1865 ж. айтқан болжамы кейінірек эксперимент жүзінде дәлелденді.
- 1887—1888 жж. Г. Герц жасаған тәжірибелер айнымалы электромагниттік өрістің кеңістікте толқын түрінде тарайтынын көрсетіп берді.
- Электромагниттік толқынның таралу механизмін былай түсіндіруге болады. Кеңістіктің белгілі бір нүктесінде (мысалы, координаталары O бас нүктесінде) заряд тербелмелі қозғалыс жасады дейік. Зарядтың мұндай тербелісі E кернеулік векторының да тербелісін туғызып, оның сандық мәні (модулі) мен бағыты периодты түрде өзгереді болады. Максвелл теориясы бойынша кеңістіктің нақ осы нүктесінде B индукция векторы E векторына перпендикуляр бағытта тербеліс жасайды. Сонымен қатар өріс векторларының тербелісі кеңістіктің көрші нүктелеріне беріледі.
- Сөйтіп, өріс векторларының келесі нүктелердегі тербелісі, алдыңғы нүктелерге қарағанда кешігіп туындайды. Осылайша электромагниттік өріс кеңістіктің барлық бағытында белгілі бір жылдамдықпен электромагниттік толқын түрінде тарайды.
- Электромагниттік толқынмен механикалық толқындардың ұқсастықтары да, өзгешеліктері де бар. Солардың негізгілерін атап өтейік.

- 1. Электромагниттік толқын әртүрлі заттарда да, вакуумде де тарай алады. Ал механикалық толқындар тек заттардың бөлшектері қатысатын орталарда ғана (қатты денеде, сұйықта және газда) тарайды. Механикалық толқында ортаны құрайтын заттардың бөлшектері тербеледі. Ал электромагниттік толқында өрістің E және B векторлары ғана тербеледі. Міне, сондықтан электромагниттік тербеліс вакуумда да толқын түрінде тарай алады.
- 2. Электромагниттік толқындар — тек көлденең толқындар болып табылады. Шынында да B индукция және E кернеулік векторлары бір-біріне перпендикуляр бағытта тербеледі. Ал механикалық толқындар көлденең толқындар да, бойлық толқындар да бола алады.
- 3. Максвеллдің теориялық есептеулері бойынша вакуумдегі электромагниттік толқынның таралу жылдамдығы $c = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ м/с} = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ тұрақты шама.
- Электромагниттік толқынның таралу жылдамдығының c векторы кернеулік E және индукция B векторларына перпендикуляр болады.
- Максвелл көрінетін ақ жарықты $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ жылдамдықпен тарайтын электромагниттік толқын деп жорыды. Кейінірек, жарықтың таралу жылдамдығы эксперимент жүзінде үлкен дәлдікпен өлшенген соң, Максвеллдің бұл болжамы да шындыққа айналды.

□ Тәжірибеде өлшенген жарықтың таралу жылдамдығы Максвеллдің теорияда анықтаған электромагниттік толқынның таралу жылдамдығымен дәлме-дәл келді. Осылайша жарықтың электромагниттік табиғаты толық дәлелденді.

□ 4. Вакуумге қарағанда заттағы электромагниттік толқынның таралу жылдамдығы аз болады және ол мына өрнекпен анықталады:

$$v = c / n.$$

□ өйткені ортаның сыну көрсеткіші $n > 1$ (3-кесте), ал вакуумде $n = 1$.

□ 5. Механикалық толқындар сияқты электромагниттік толқындар да энергия тасиды. Жер бетіндегі тіршіліктің, органикалық заттардың (ағаштың, көмірдің, мұнайдың, газдың, шымтезектің, т.б.) пайда болуы күн сәулесімен келетін, яғни электромагниттік толқындармен жететін энергияға тікелей байланысты.

□ Электромагниттік толқындардың λ толқын ұзындығы, T периоды, c жылдамдығы, ν тербеліс жиілігі арасындағы қатынастар механикалық толқындардағы сияқты өзгеріссіз қалады:

$$\lambda = cT = c/\nu.$$

□ Электромагниттік толқындардың вакуумнен затқа өткенде жиілігі өзгермейді. Өйткені толқындардың жиілігі оларды туғызған күштердің жиілігіне ғана байланысты болады. Ал толқындардың зат ішіндегі v жылдамдығы өзгертін болғандықтан, оның толқын ұзындығы да өзгереді. Вакуумдегі толқын ұзындығын λ , ал заттағы шамасын λ' деп белгілесек, онда жоғарыдағы формулаларды ескере отырып, мына өрнектерді аламыз:

□ $\lambda' = vT = v/v = \lambda/n.$

□ Тербелмелі электрлік контурда пайда болатын электромагниттік тербелістердің периоды Томсон формуласымен анықталатыны белгілі.

□ Бұл өрнек бойынша тербелмелі контурдағы шарғының (катушканың) L индуктивтілігін және конденсатордың C сыйымдылығын өзгерте отырып, электромагниттік тербелістің T периодын қалауымызша өзгерте аламыз.

□ Жарық толқындары да, радиотолқындар да, рентгендік сәулелер де, электро-магниттік сәулелердің басқа түрлері де нақ осындай жылдамдықпен тарайды. Олар тек бір-бірінен толқын ұзындығы немесе жиілігі бойынша ғана өзгешеленеді.

□ Пайдаланылған әдебиеттер

1. Орысша-қазақша түсіндірме сөздік: Физика / Жалпы редакциясын басқарған э.ғ.д., профессор Е. Арын – Павлодар: С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, 2006
2. Орысша-қазақша түсіндірме сөздік: Физика / Жалпы редакциясын басқарған э.ғ.д., профессор Е. Арын – Павлодар: С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, 2006.
3. Қазақша энциклопедия 7 том.
4. Құлажанов Қ.С. Аналитикалық химия: II томдық оқулық . II - том. Оқулық. Алматы: «ЭВЕРО» баспаханасы, 2005. - 464 б
5. Орысша-қазақша түсіндірме сөздік: Физика / Жалпы редакциясын басқарған э.ғ.д., профессор Е. Арын – Павлодар: С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, 2006.
6. Құлажанов Қ.С. Аналитикалық химия: II томдық оқулық . II - том. Оқулық. Алматы: «ЭВЕРО» баспаханасы, 2005. - 464 б.