АТОМДЫҚ ФИЗИКА

03-ДӘРІС

Жарықтың корпускулалық қасиеттері. Комптон эффектісі

Фотон импульсі, шашырау және сақталу заңдары

18 слайд · Силлабус 2026 · Қазақ тілінде

Дәрістің оқу мақсаттары

1. Комптон шашырауының геометриясын түсіндіру
2. Толқын ұзындығының өзгерісін шашырау бұрышы бойынша есептеу
3. Энергия–импульс сақталуын фотон мен электрон үшін қолдану

Комптон тәжірибесінің мәні

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Жоғары энергиялы фотон электронмен соқтығысқаннан кейін басқа бағытқа кетеді.
- Шашыраған сәуленің толқын ұзындығы әдетте өседі.

НЕГІЗГІ ҰҒЫМ

Физикалық мағынасын сызбадағы белгілермен байланыстырыңыз.

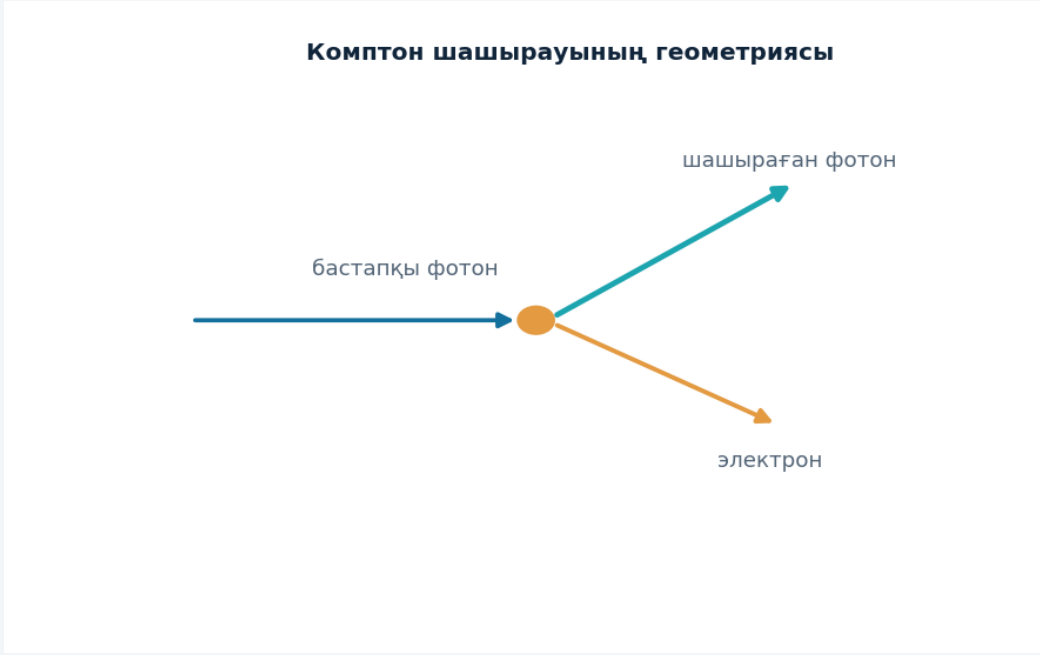

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Фотон энергиясы және импульсі

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Сәуленің бөлшектік қасиеті E және p арқылы сипатталады.
- Фотонның импульс бағыты таралу бағытымен сәйкес.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$p = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$$



График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Соқтығысудың геометриясы

ТҮСІНІКТЕМЕ

- θ – бастапқы және шашыраған фотон бағыттарының арасындағы бұрыш.
- Электрон импульсі векторлық баланс арқылы анықталады.

НЕГІЗГІ ҰҒЫМ

Физикалық мағынасын сызбадағы белгілермен байланыстырыңыз.

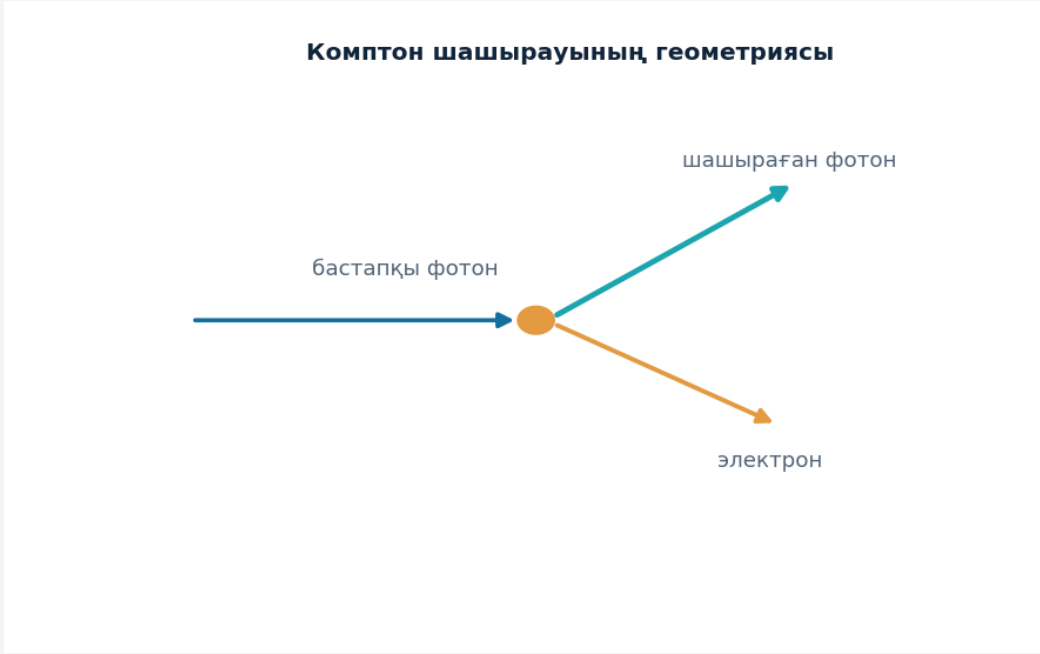

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Энергияның сақталуы

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Бастапқыда тыныштықтағы еркін электрон қабылданады.
- Шашыраудан соң электрон релятивистік кинетикалық энергия алады.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$h\nu + m_e c^2 = h\nu\prime + E_e$$

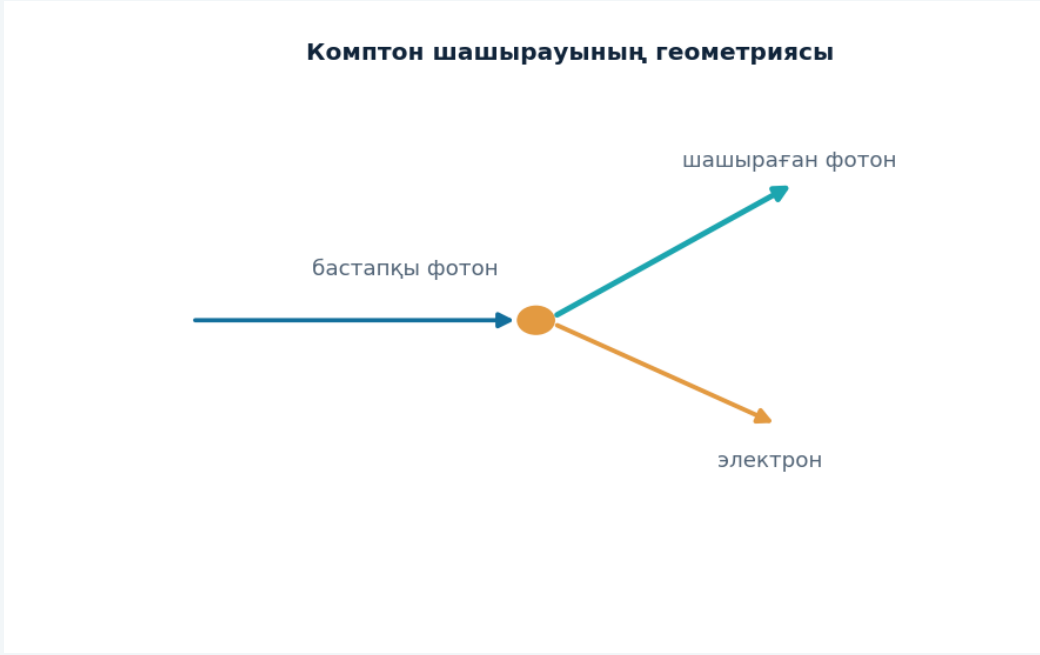

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Импульстің сақталуы

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Энергиядан бөлек импульстің x және y құраушылары сақталады.
- Тек скаляр шамаларды қосу дұрыс нәтиже бермейді.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$\vec{p}_\gamma = \vec{p}_{\gamma'} + \vec{p}_e$$

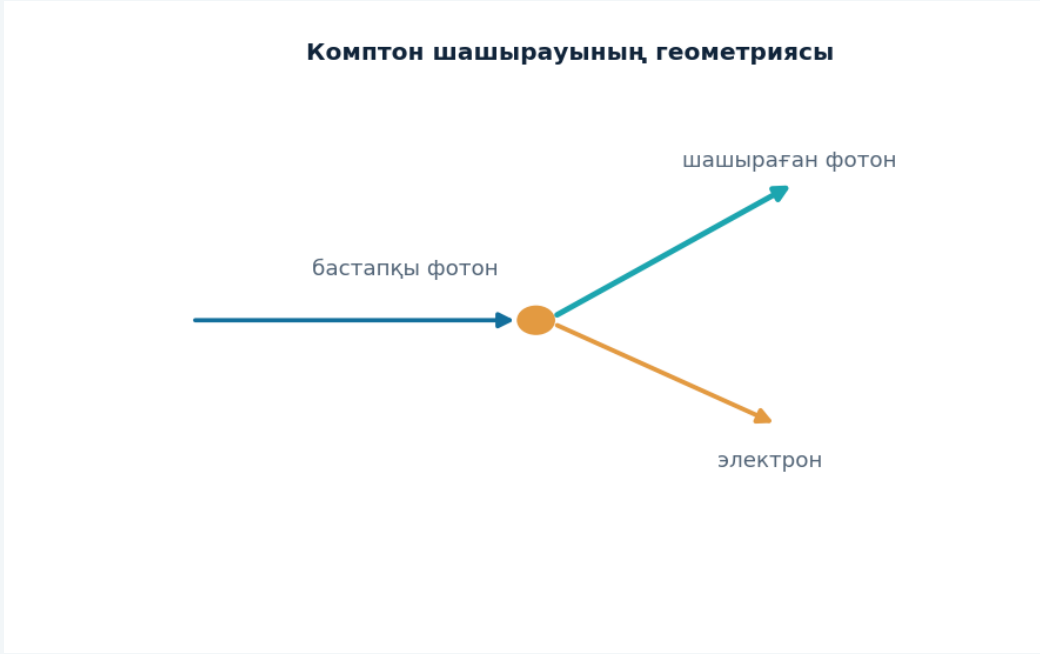

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Комптон ығысуының формуласы

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Ығысу тек θ бұрышына және электрон массасына тәуелді.
- Бастапқы λ формуланың оң жағына кірмейді.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$$

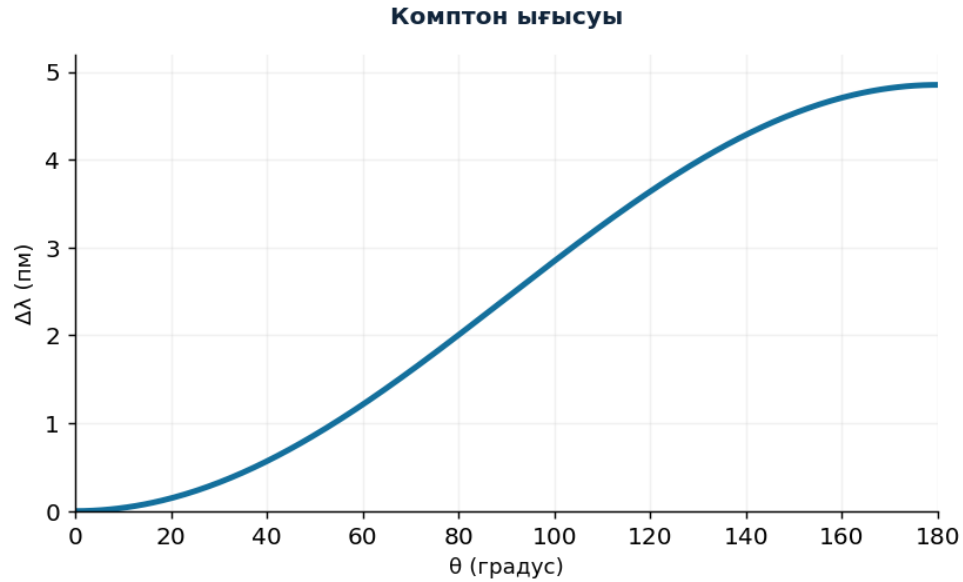

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Комптон толқын ұзындығы

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Электрон үшін λC ≈ 2,426 пм.
- Электрон ауырлаған сайын ығысуға тән масштаб кішірейеді.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$\lambda_C = \frac{h}{m_e c} = 2.4263\,\text{pm}$$

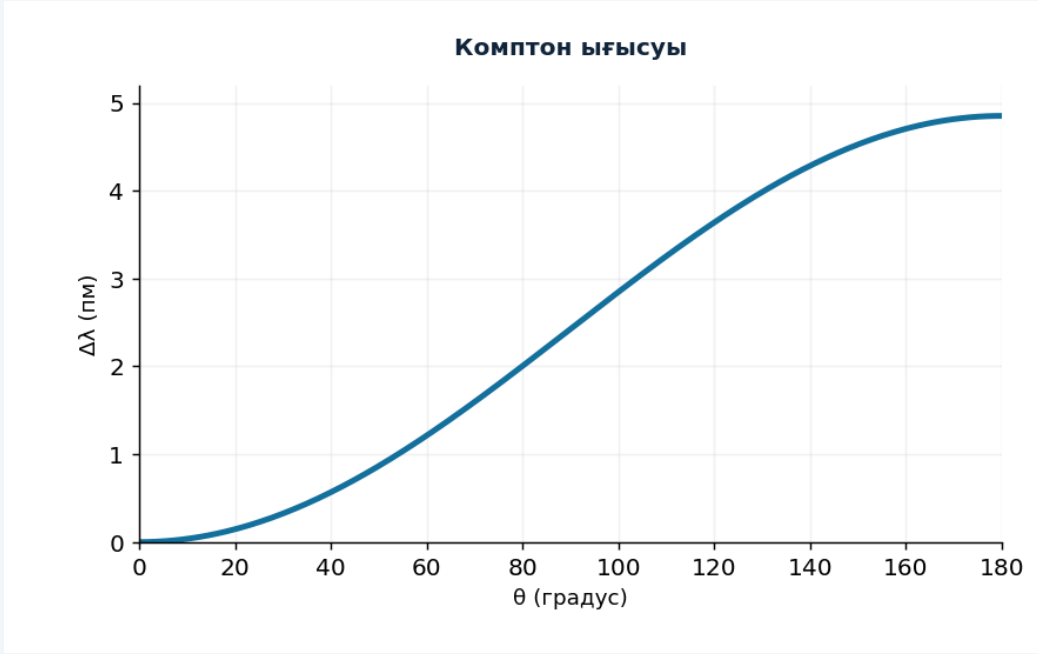

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Бұрышқа тәуелділік

ТҮСІНІКТЕМЕ

- θ = 0°: Δλ = 0; θ = 90°: Δλ = λC.
- θ = 180°: Δλ = 2λC ≈ 4,853 пм.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$$

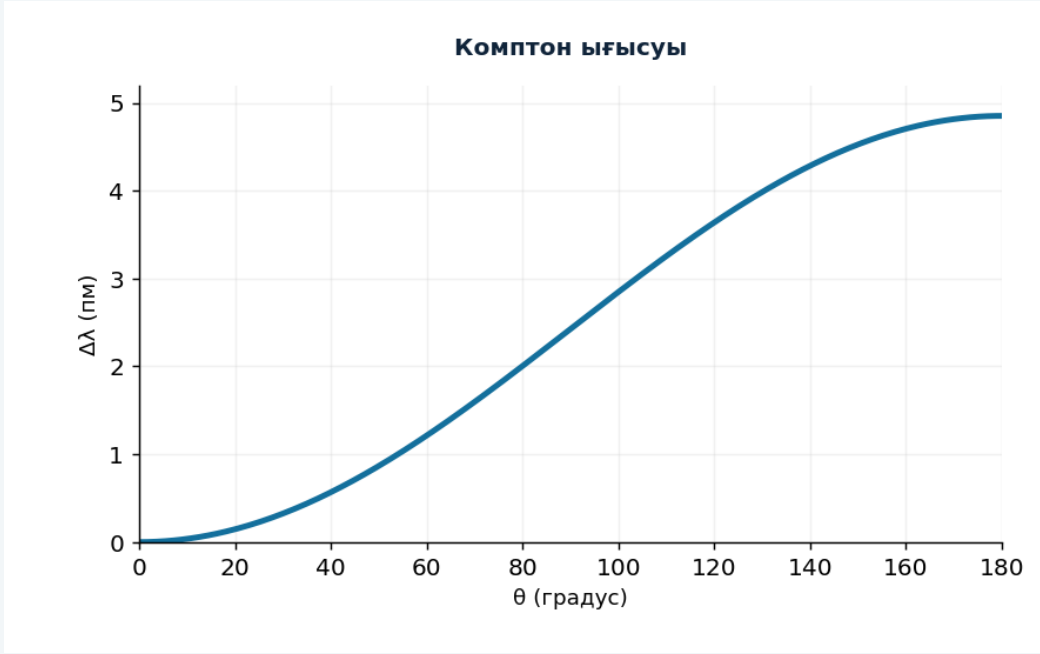

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Шашыраған фотон энергиясы

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Толқын ұзындығы артқанда энергия азаяды.
- Босаған энергия электронның кинетикалық энергиясына өтеді.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

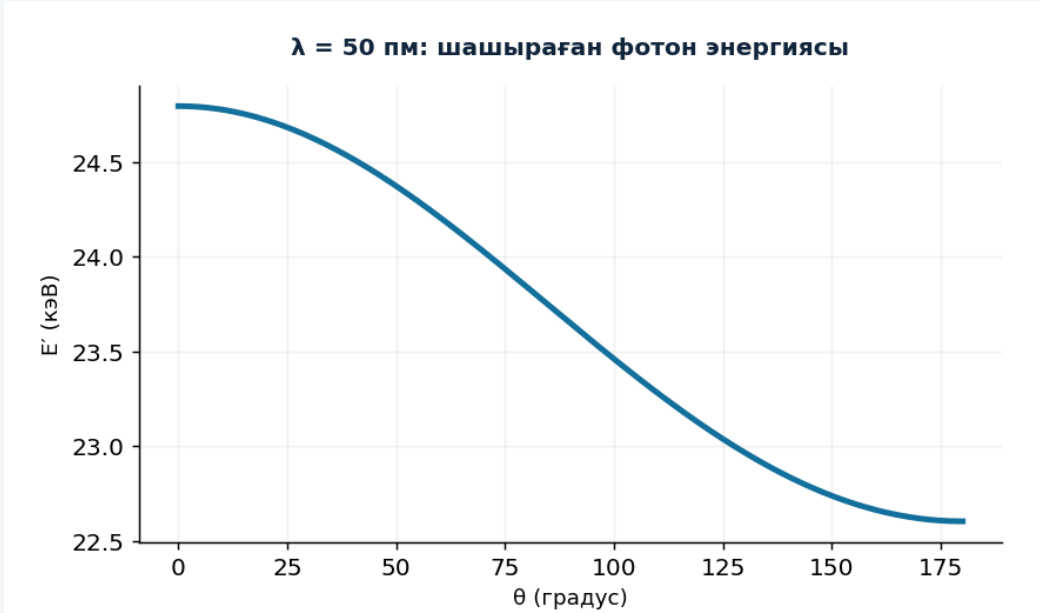

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Серпімді және серпімсіз шашырау

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Рэлей шашырауында атомның ішкі күйі өзгермесе фотон жиілігі іс жүзінде сақталады.
- Комптон шашырауында фотон энергиясы электронға беріледі.

НЕГІЗГІ ҰҒЫМ

Физикалық мағынасын сызбадағы белгілермен байланыстырыңыз.

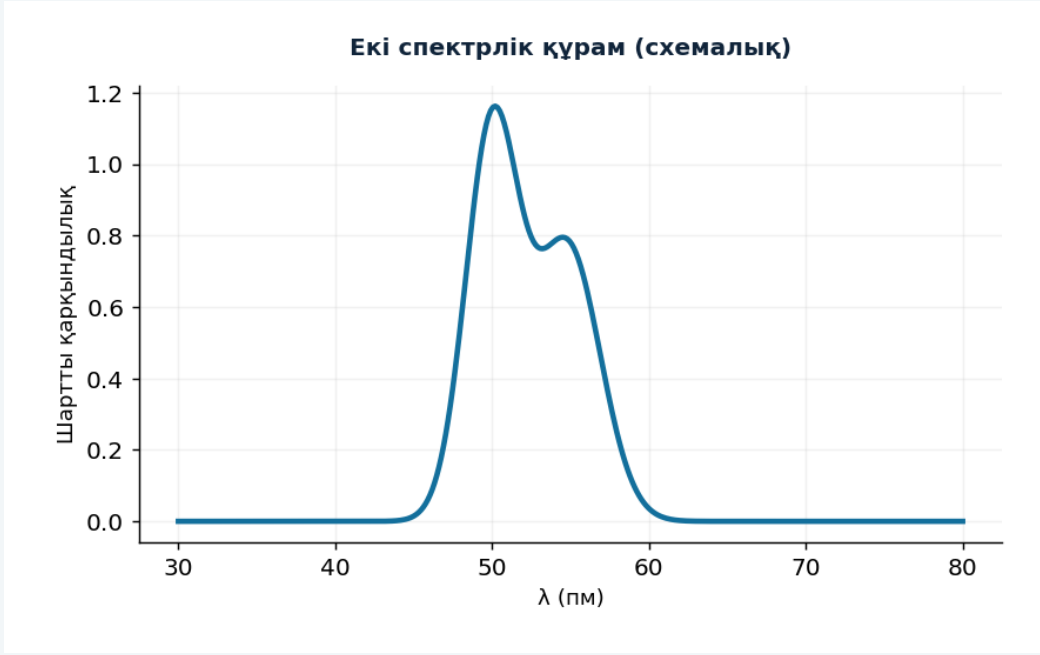

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Қолданылу шарттары

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Комптон формуласы еркін, бастапқыда тыныштықтағы электрон үшін дәл.
- Байланыс энергиясы маңызды болса түзетулер қажет.

НЕГІЗГІ ҰҒЫМ

Физикалық мағынасын сызбадағы белгілермен байланыстырыңыз.

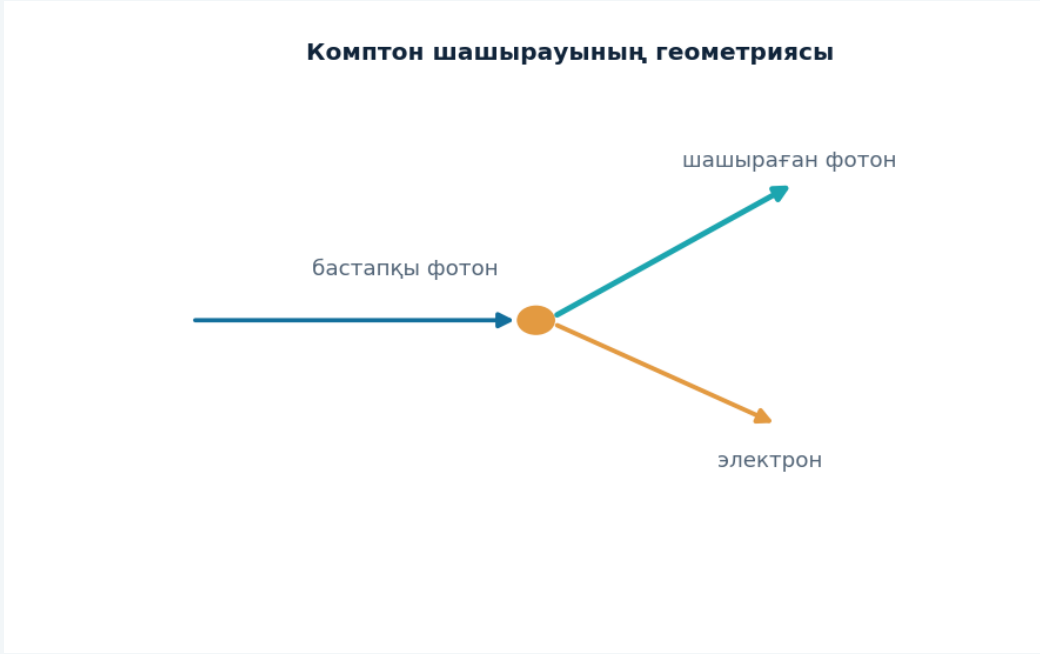

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Есеп: 90° бұрыш

ТҮСІНІКТЕМЕ

- λ = 50 пм болса λ′ ≈ 52,426 пм.
- Фотон энергиясы шағын шамада кемиді.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$$

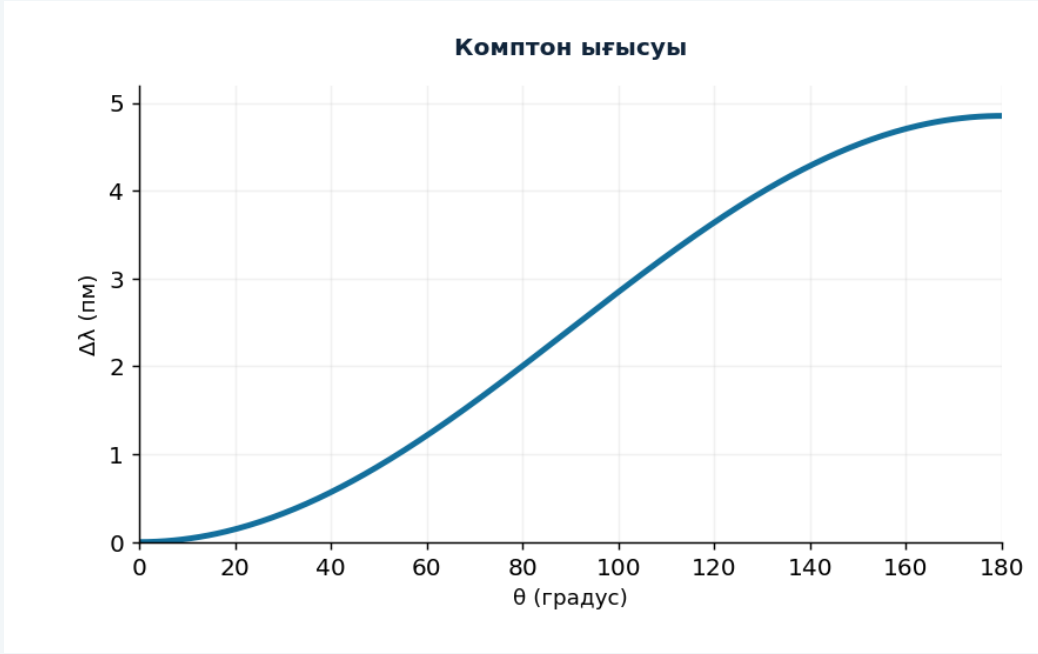

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Эксперименттік спектр ұғымы

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Шашыраған сигналда ығысқан және ығыспаған құрам болуы мүмкін.
- Өлшенген пик биіктігі құрылғы мен нысанға тәуелді.

НЕГІЗГІ ҰҒЫМ

Физикалық мағынасын сызбадағы белгілермен байланыстырыңыз.

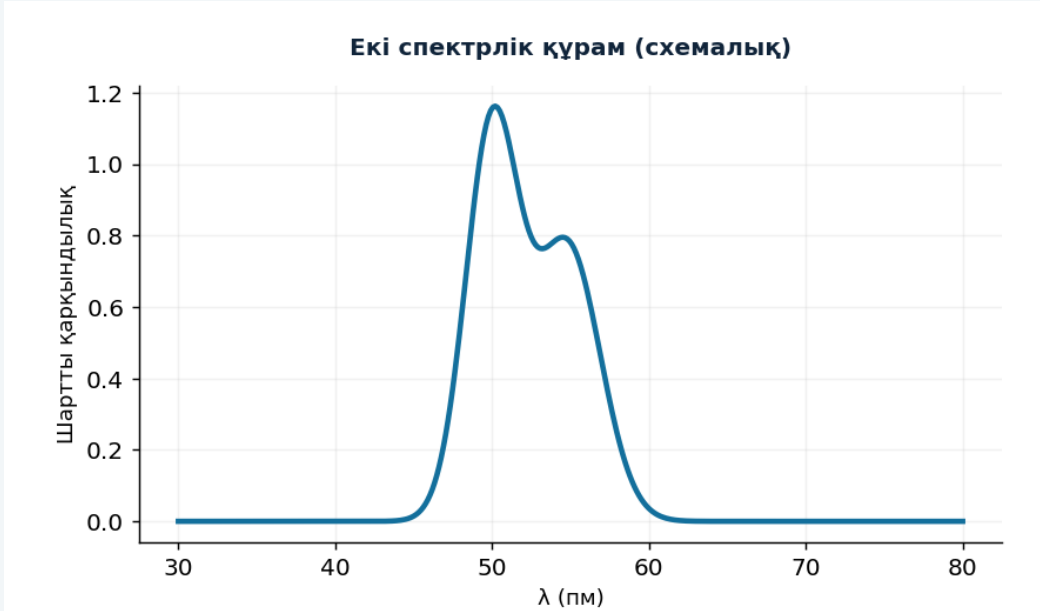

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Негізгі қорытынды

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Фотонның энергиясы да, импульсі де тәжірибемен расталады.
- Шашырау толқындық және корпускулалық сипаттамаларды біріктіреді.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$$



График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Дәріс қорытындысы

ЕСТЕ САҚТАУ КЕРЕК

- ✓ Комптон шашырауының геометриясын түсіндіру
- ✓ Толқын ұзындығының өзгерісін шашырау бұрышы бойынша есептеу
- ✓ Энергия–импульс сақталуын фотон мен электрон үшін қолдану

ӨЗІНДІК ТЕКСЕРУ

Есеп шығарғанда: бірліктер → модель шарты → формула → сандық нәтиже.

Бақылау сұрақтары және дереккөздер

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. $\theta = 0°$ және $\theta = 180°$ кезінде Комптон ығысуы қандай?
2. Электронның Комптон толқын ұзындығы қанша пм?
3. Неге шашыраған фотонның энергиясы төмендей алады?

ӘДЕБИЕТ ЖӘНЕ ТЕКСЕРУ НЕГІЗІ

- Жұманов К.Б. Атомдық физика. Алматы: Қазақ университеті, 2020.
- OpenStax, University Physics, Volume 3: 6–7-тараулар.
- NIST CODATA 2022, Fundamental Physical Constants; NIST Atomic Spectra Database.