АТОМДЫҚ ФИЗИКА

09-ДӘРІС

Кванттық шектелу. Потенциалдық шұңқырдағы бөлшек

Энергия деңгейлерінің жүйе өлшеміне тәуелділігі



18 слайд · Силлабус 2026 · Қазақ тілінде

Дәрістің оқу мақсаттары

1. Шексіз терең бірөлшемді шұңқырдағы күйлерді сипаттау
2. $E \propto 1/L^2$ тәуелділігін есептеу
3. Кванттық шұңқыр, сым және нүктені салыстыру

Кванттық шектелу ұғымы

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Жүйе өлшемі бөлшек толқын ұзындығымен салыстырылғанда энергия деңгейлері ажырайды.
- Наноқұрылым қасиеттері геометрияға тәуелді болады.

НЕГІЗГІ ҰҒЫМ

Физикалық мағынасын сызбадағы белгілермен байланыстырыңыз.

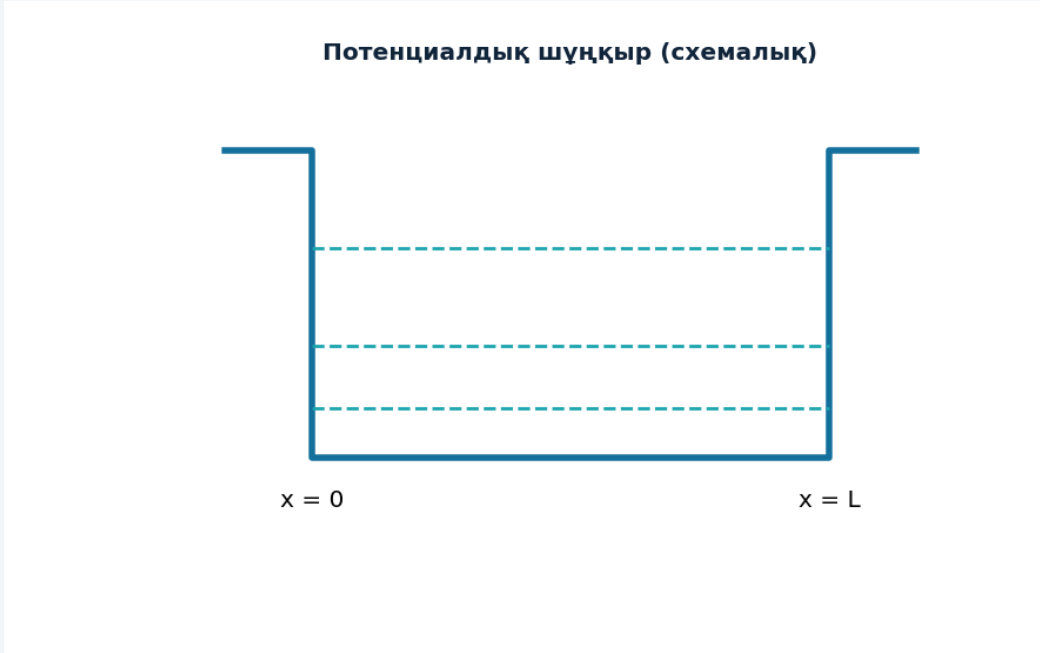

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Бірөлшемді шексіз шұңқыр

ТҮСІНІКТЕМЕ

- 0 < x < L аймағында потенциал нөл, шекара сыртында шексіз деп алынады.
- Бұл – идеалдандырылған, бірақ түсінікті модель.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$V(x) = 0 \quad (0 < x < L); \quad V = \infty \text{ outside}$$

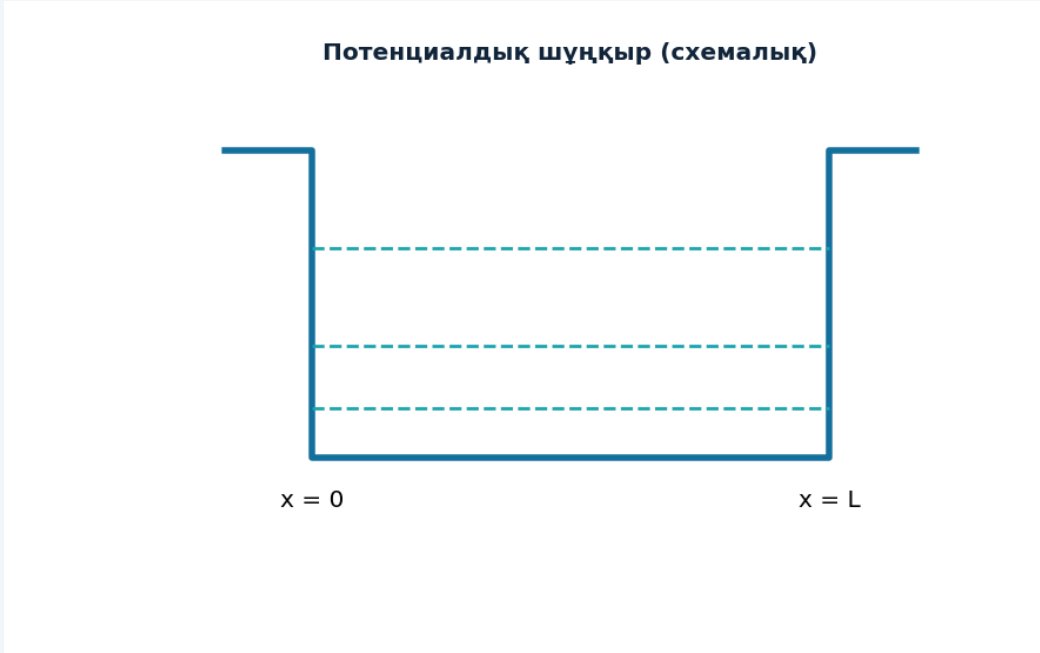

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Шекарадағы толқындық шарттар

ТҮСІНІКТЕМЕ

- ψ(0) = ψ(L) = 0 деп алынады.
- Осы шарт тек белгілі тұрақты толқындарға рұқсат етеді.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L}$$

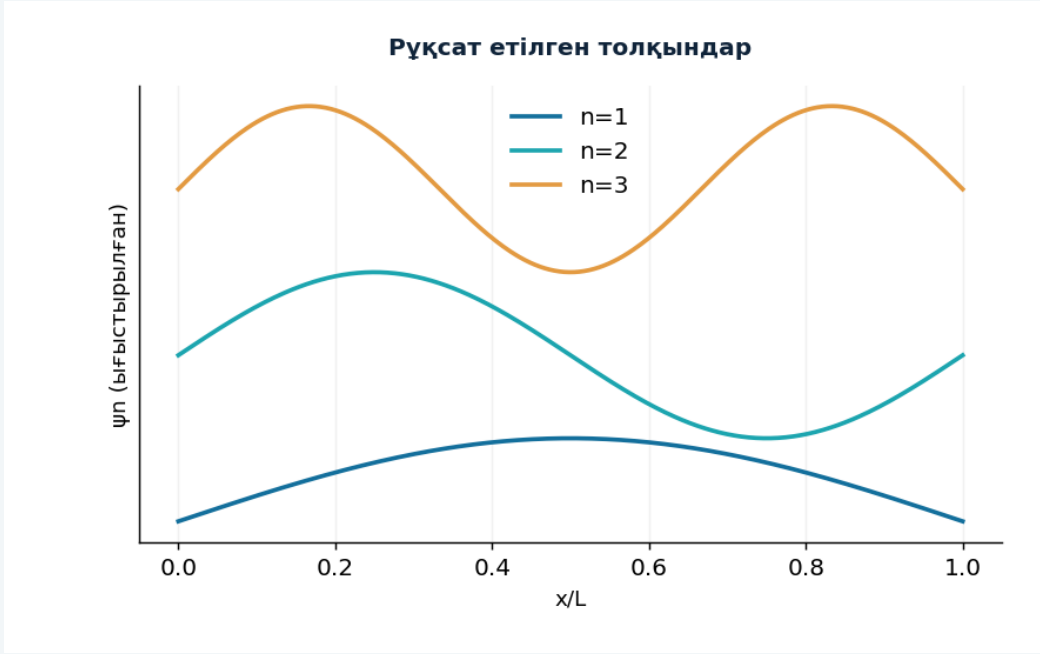

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Рұқсат етілген толқын ұзындықтары

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Қорапқа n жарты толқын сыйады.
- Толқын ұзындығы λn = 2L/n.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$\lambda_n = \frac{2L}{n}$$

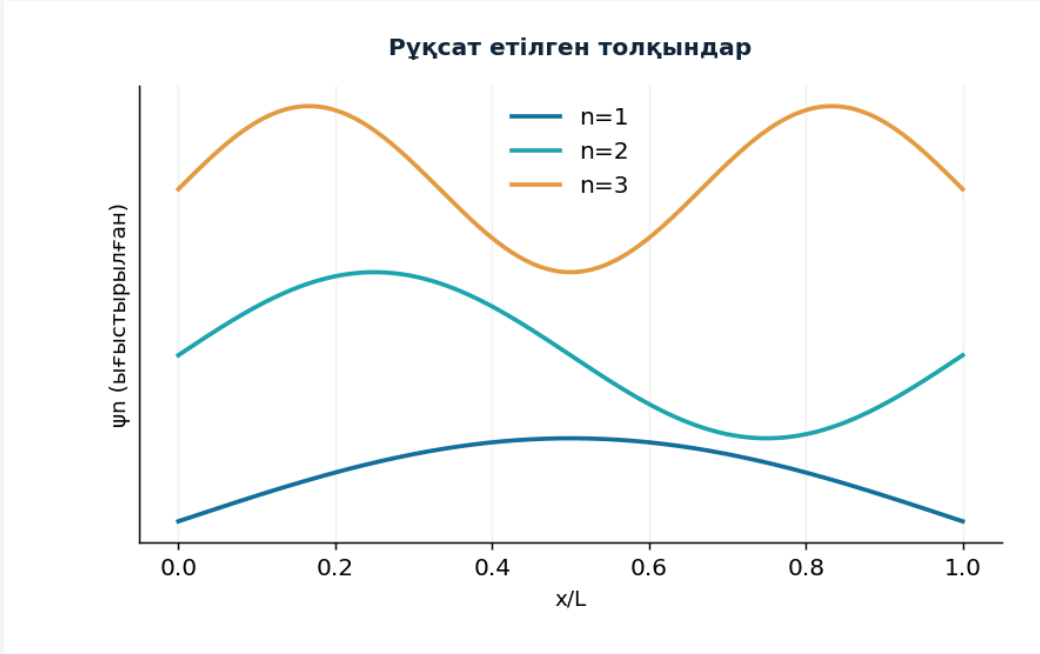

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Энергия деңгейлері

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Қозған күйлер n^2 заңымен өседі.
- Ең төменгі энергия нөл емес.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$$

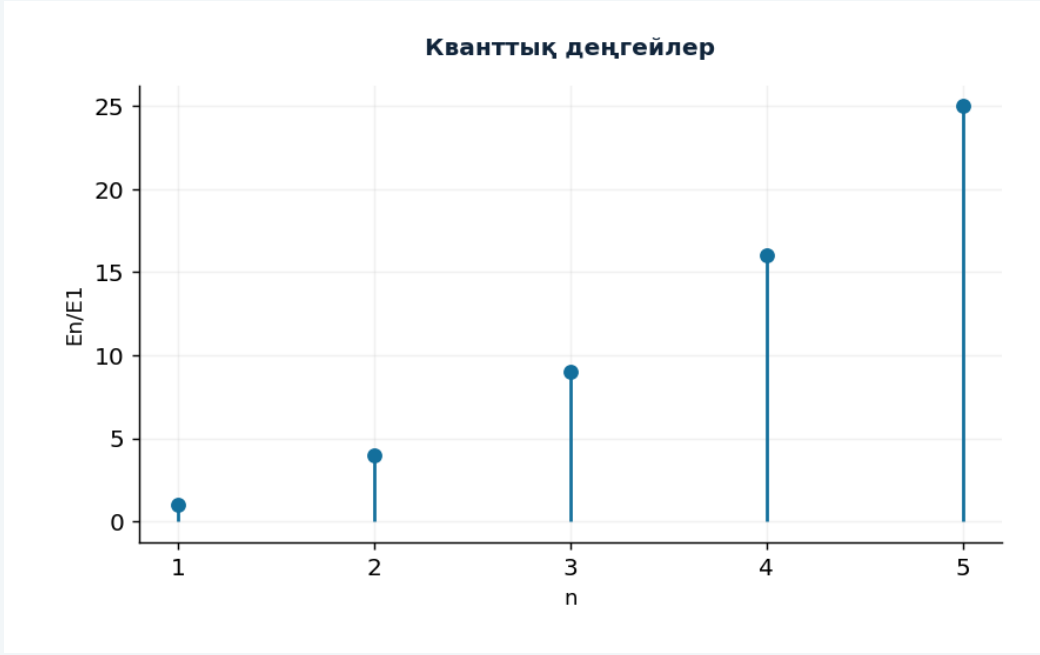

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Негізгі күй

ТҮСІНІКТЕМЕ

- n = 1 кезінде ψ синус түрінде, ψ модулінің квадраты ортасында максимум береді.
- Бөлшек шекарада табылмайды.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L}$$

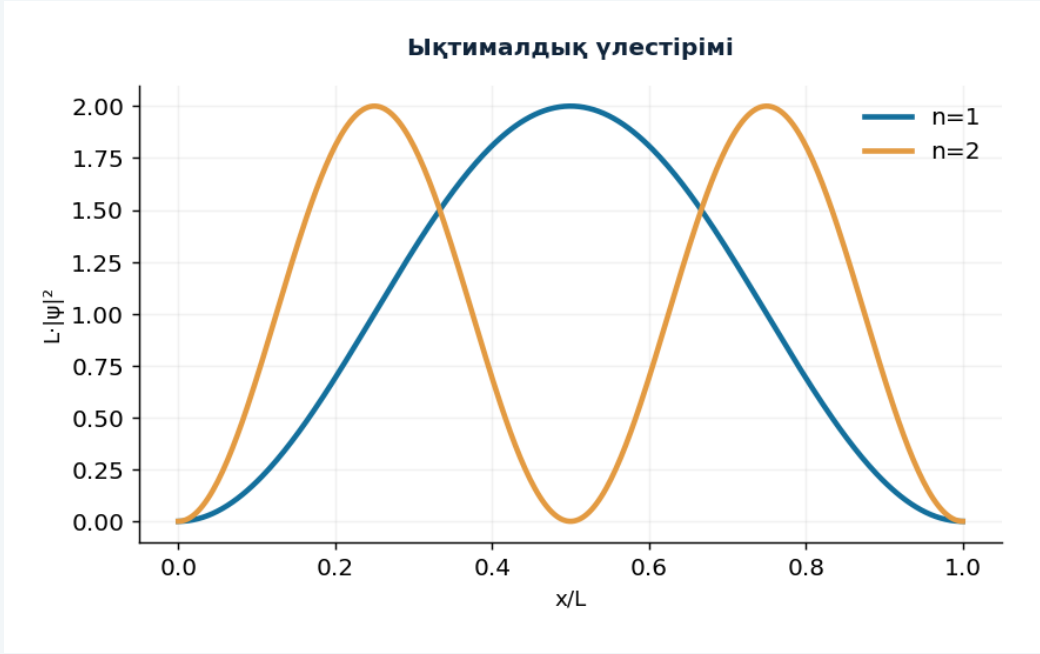

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Бірінші қозған күй

ТҮСІНІКТЕМЕ

- n = 2 кезінде ішкі бір түйін пайда болады.
- Түйінде ықтималдық тығыздығы нөл.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L}$$



График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Өлшем әсері

ТҮСІНІКТЕМЕ

- L екі есе азайса барлық En төрт есе өседі.
- Бұл нанобөлшектердің оптикалық өзгерістерін түсіндіретін маңызды механизм.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$$

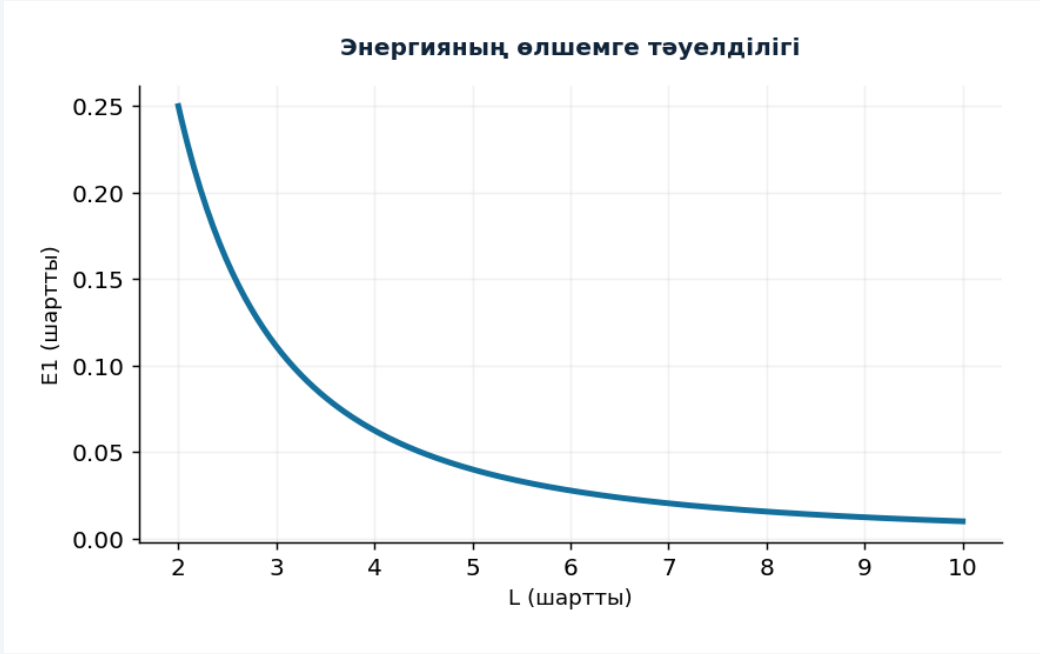

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Шексіз және шекті шұңқыр

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Нақты бөгеттің биіктігі шекті, сондықтан ψ шекарадан тысқа өтеді.
- Шексіз шұңқыр жиі жоғарылатылған энергия береді.

НЕГІЗГІ ҰҒЫМ

Физикалық мағынасын сызбадағы белгілермен байланыстырыңыз.

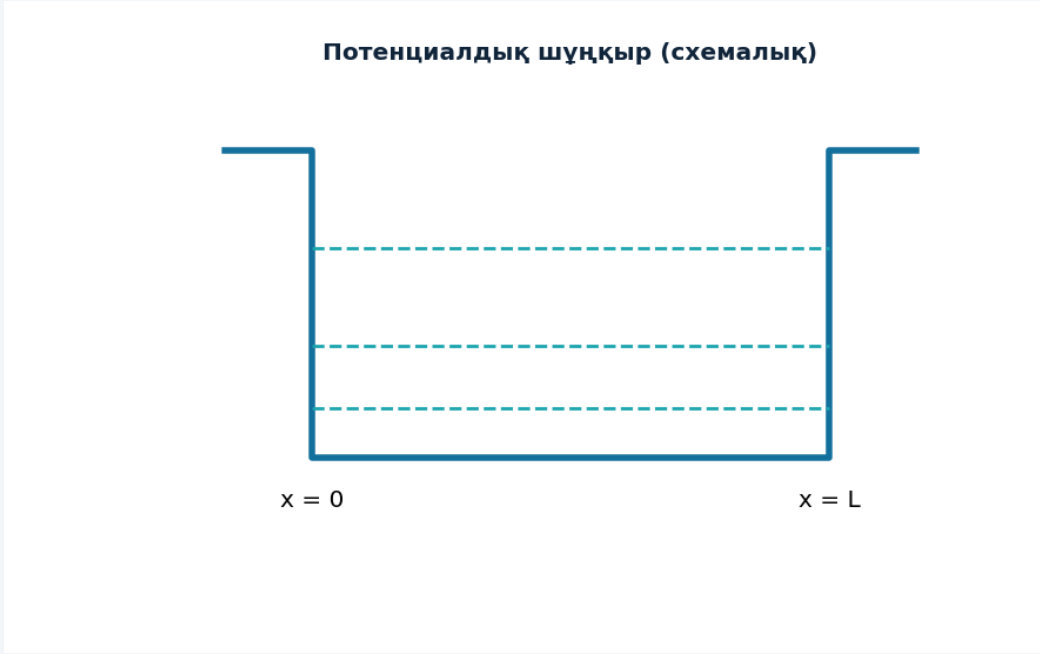

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Кванттық шұңқыр

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Еркін қозғалыс екі бағытта, бір бағытта шектелу бар.
- Жұқа қабаттар мен гетероқұрылымдарда кездеседі.

НЕГІЗГІ ҰҒЫМ

Физикалық мағынасын сызбадағы белгілермен байланыстырыңыз.



График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Кванттық сым

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Қозғалыс екі көлденең бағытта квантталады.
- Бір ұзын бағытта энергияның үздіксіз бөлігі сақталады.

НЕГІЗГІ ҰҒЫМ

Физикалық мағынасын сызбадағы белгілермен байланыстырыңыз.

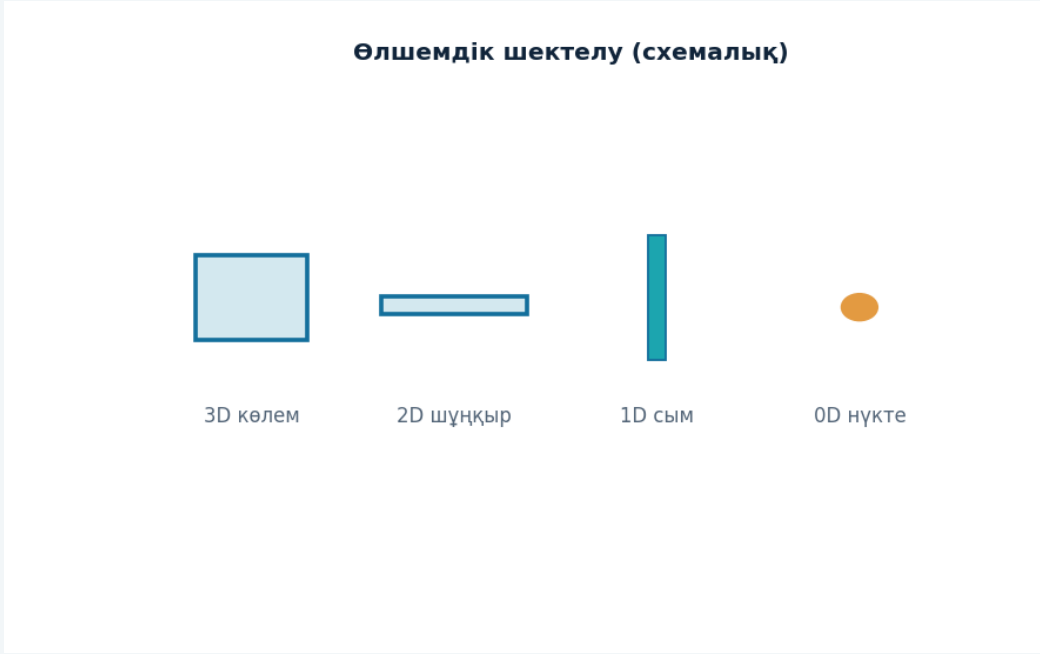

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Кванттық нүкте

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Үш кеңістіктік бағытта да шектелу болады.
- Идеал модельде дара энергия деңгейлері қалыптасады.

НЕГІЗГІ ҰҒЫМ

Физикалық мағынасын сызбадағы белгілермен байланыстырыңыз.



График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Тығыздық күйлерінің айырмасы

ТҮСІНІКТЕМЕ

- 3D, 2D, 1D, 0D жүйелерде күй тығыздығының пішіні өзгеше.
- Нақты жүйеде температура және шашырау деңгейлерді кеңейтеді.

НЕГІЗГІ ҰҒЫМ

Физикалық мағынасын сызбадағы белгілермен байланыстырыңыз.

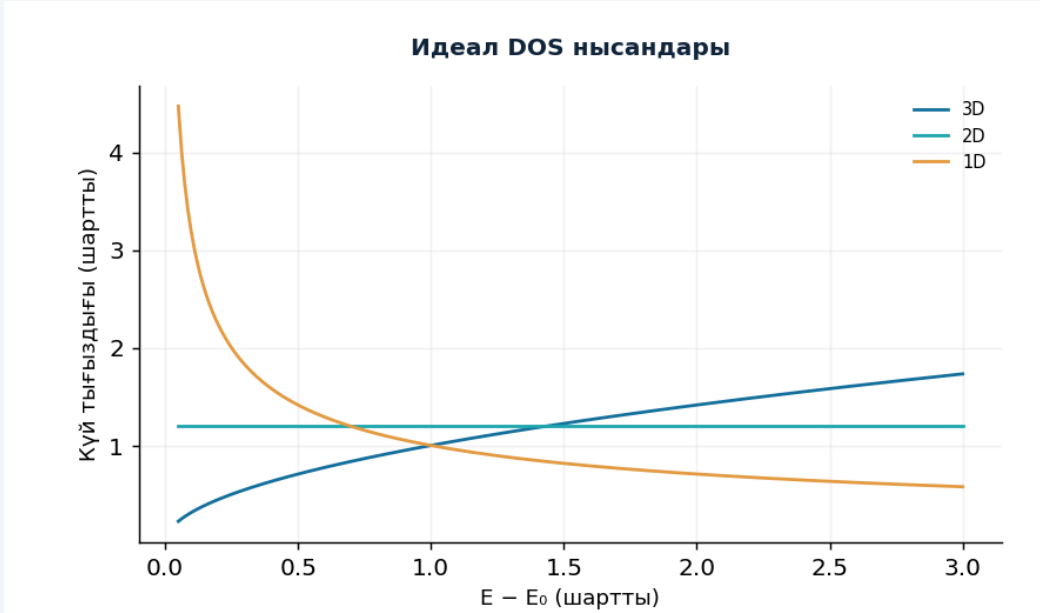

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Қолданбалы мысал

ТҮСІНІКТЕМЕ

- Кванттық нүкте өлшемі өзгерсе сәуле шығару түсі өзгеруі мүмкін.
- Нақты материалда тиімді масса мен тосқауыл биіктігі де маңызды.

НЕГІЗГІ ФОРМУЛА

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$$

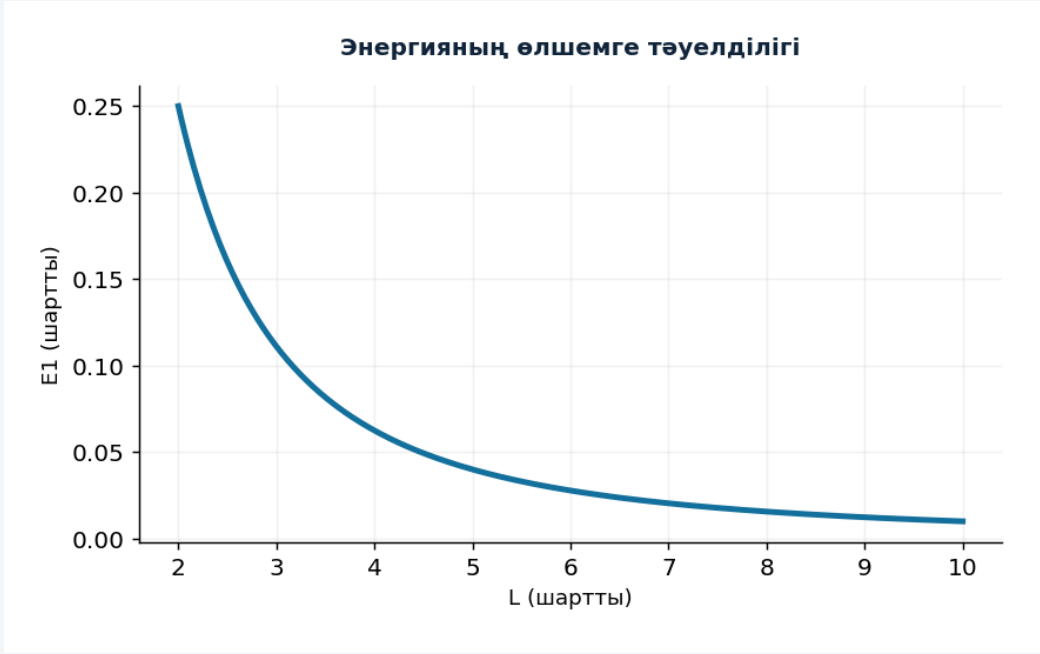

График есептелген немесе сызба шартты түрде берілген

Дәріс қорытындысы

ЕСТЕ САҚТАУ КЕРЕК

- ✓ Шексіз терең бірөлшемді шұңқырдағы күйлерді сипаттау
- ✓ $E \propto 1/L^2$ тәуелділігін есептеу
- ✓ Кванттық шұңқыр, сым және нүктені салыстыру

ӨЗІНДІК ТЕКСЕРУ

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

Бақылау сұрақтары және дереккөздер

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Қорап ұзындығы 2 есе азайса E1 қалай өзгереді?
2. n = 2 толқындық функциясының неше ішкі түйіні болады?
3. Кванттық сым мен кванттық нүктеде қандай бағыттар шектеледі?

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.