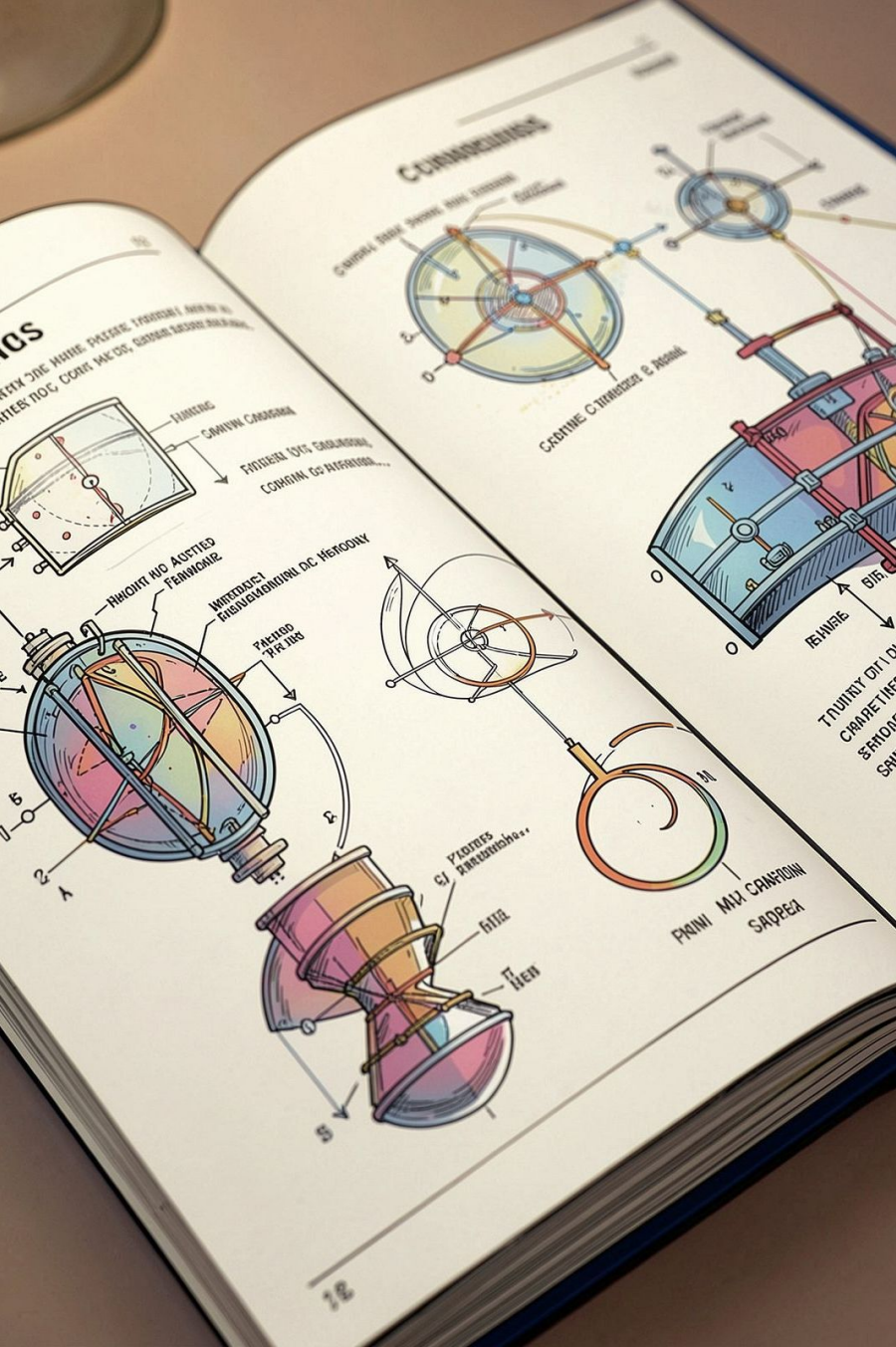
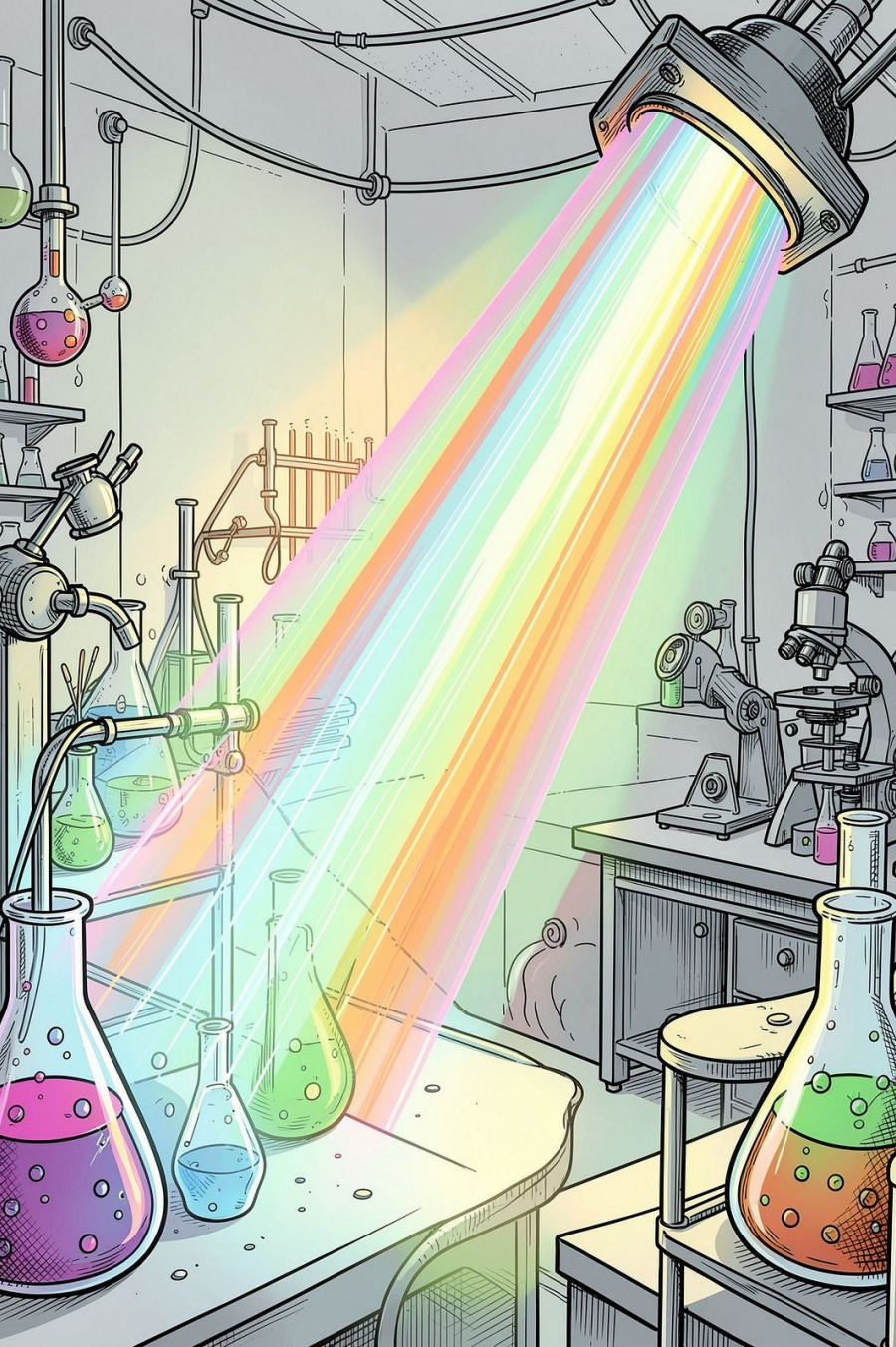




Оптикалық сәулелену және фотометриялық өлшеулер: кіріспе

Материал негізі: С.И. Левшин. Бұл презентация – оптикалық сәулеленудің физикалық негіздері мен фотометрия әдістеріне ғылыми деңгейдегі қысқаша, жүйеленген шолу. Мақсат — 4-курс бакалавр студентіне қажет теориялық негіздер мен тәжірибелік нұсқаулықты беру.



Негізгі сәулелену ұғымдары

Сәулеленудің түрлері

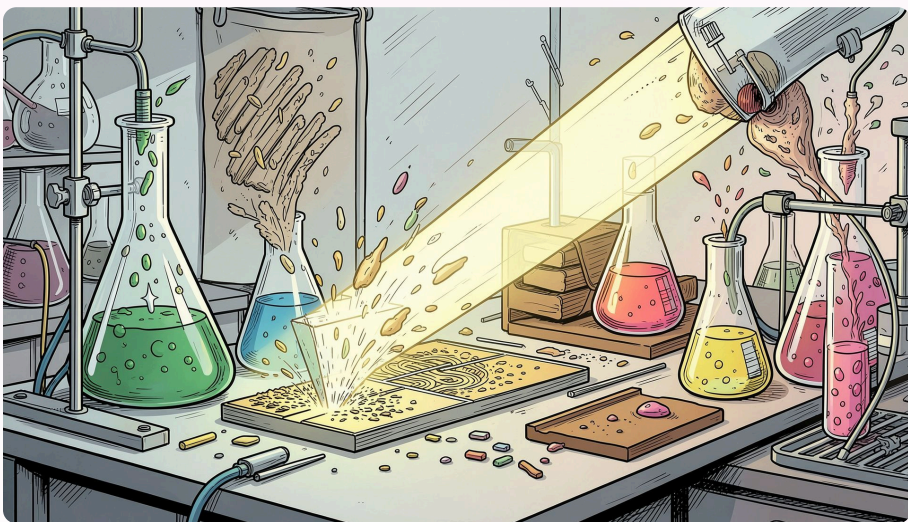
Қызылдан ультракүлгінге дейін көрінетін және көрінбейтін (инфрақызыл, ультракүлгін) — толқын ұзындығы және фотон энергиясы бойынша жіктеледі.

Спектрлік сипаттамалар

Спектрлік қуат тығыздығы $S(\lambda)$ — әр толқын ұзындығы бойынша сәулелену бөлінісі; спектрлік криваялар өлшеудің негізі.

Физикалық заңдар

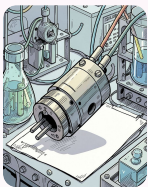
Энергия сақталу, Планктың сәулелену формуласы, Виннің ыстықтық заңдары фотометрияның физикалық базасын құрайды.



Жарықтың затпен өзара әрекеттесуі

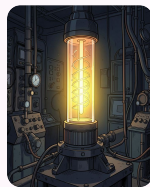
Негізгі механизмдер: **сіңіру** (серпін энергиясының ішкі энергияға өтуі), **қайтару** (спекулярлы және диффуздық), **өткізілу** (өлшемдерге тәуелді), **шашырау** (Рэлей — шағын бөлшектер, Ми — үлкен мүшелер). Әр механизмнің спектрлік тәуелділігі өлшеу нәтижелерінде шешуші роль атқарады.

Оптикалық сәулелену қабылдағыштары — принциптер мен классификация



Фотодиодтар

Жылдам, сызықтық жауап; спектрлік диапазон — видим + ближний ИК; төмен шу деңгейі — сәулеленуді қуатқа жедел түрлендіру үшін.



Фотомультипликаторлар (ФМТ)

Өте жоғары сезімталдық, бір фотонды анықтауға мүмкіндік; қолданады — әлсіз сәулеленуді өлшеуде, бірақ көлемді әрі вакуум қажет.



Камералар: CCD/CMOS

Спектралдық кескіндеу және кеңаялған өрістер үшін; пиксельдік детекция, интегралдау уақытын өзгерту арқылы динамикалық диапазон басқарылуы мүмкін.



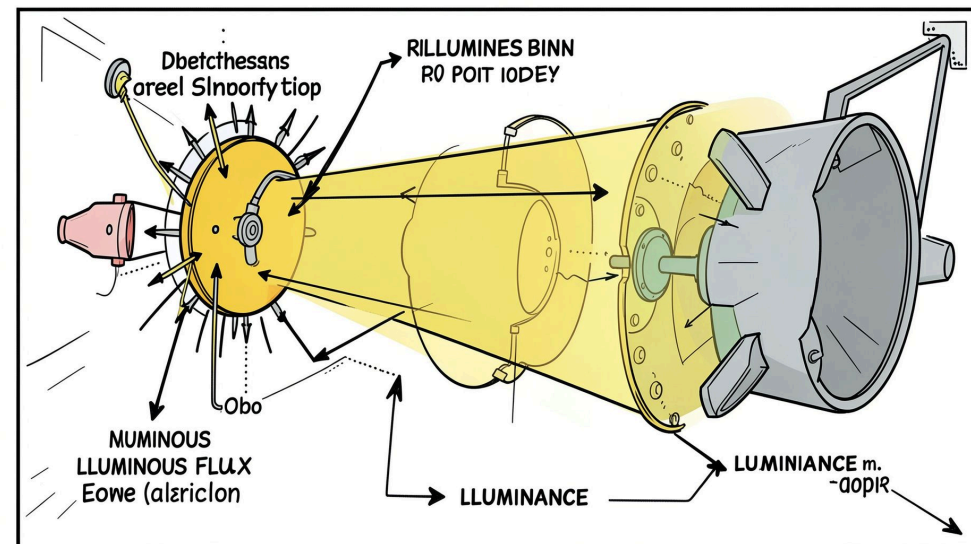
Термикалық детекторлар (болометр)

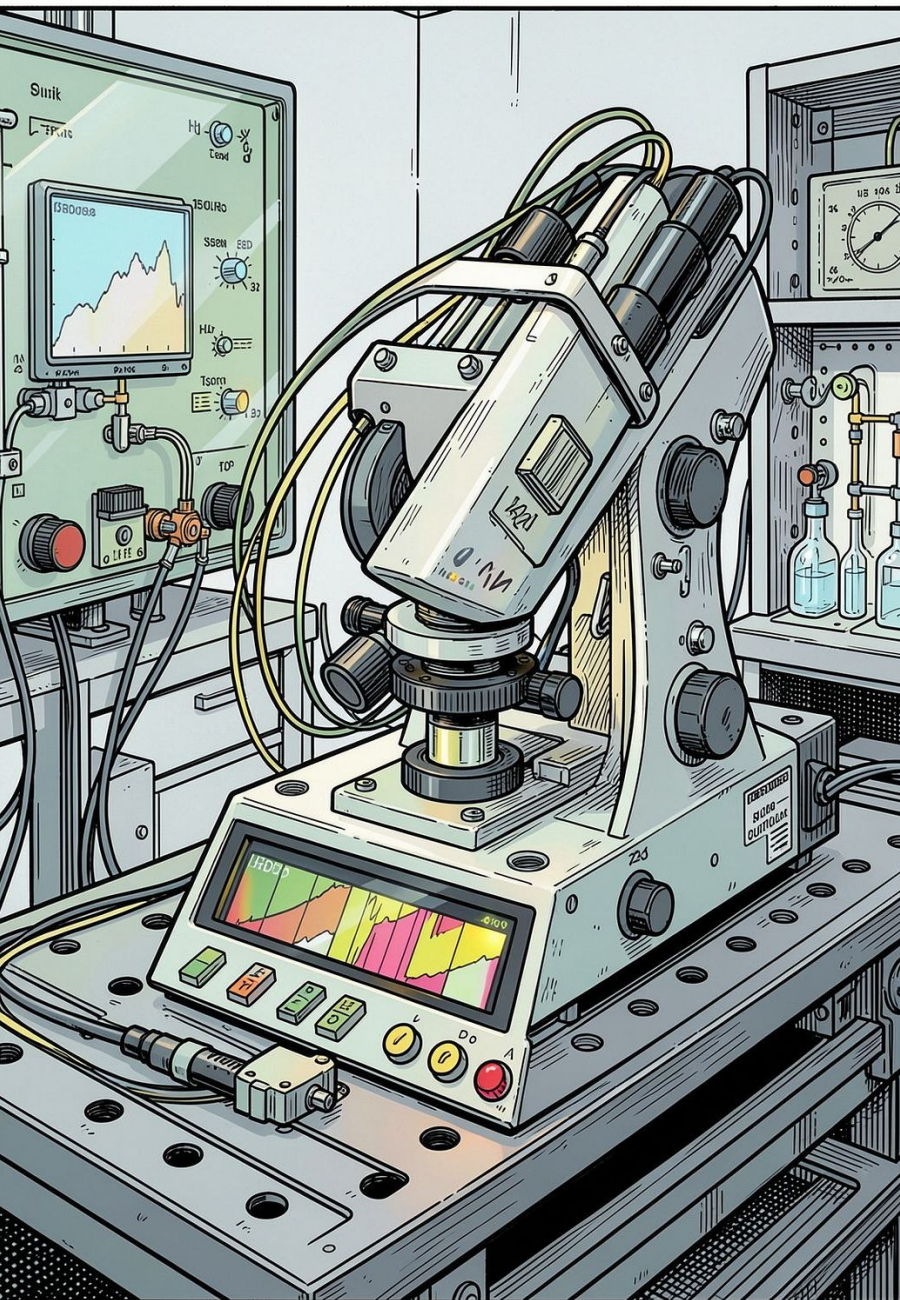
Ширек толқындық диапазонда тиімді; энергияны жылуға түрлендіреді, жылдамдық төмен, тұрақтылық жоғары.

Фотометриялық шамалар және өлшем бірліктері

Негізгі шамалар: **световой поток** — Φ (люмен, lm), **сила света** — I (кандела, cd), **освещенность** — E (люкс, lx), **яркость** (ламберт/кд·м⁻²). Анықтамалар мен өзара қатынастар — фотометрияның математикалық базасы.

- $\Phi = \int_{\lambda} S(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda$ (человеческое визуальное взвешивание $V(\lambda)$)
- $E = d\Phi / dA$ — беттегі оптикалық қуат
- Luminance (яркость) — бағытталған өрнек: $L = d^2\Phi / (dA \cdot d\Omega \cdot \cos\theta)$





INC1162

Фотометриялық өлшеу әдістері

Тікелей vs жанама әдістер

Тікелей: фотометрлік құралмен тікелей өлшеу (люксметр, люменметр).

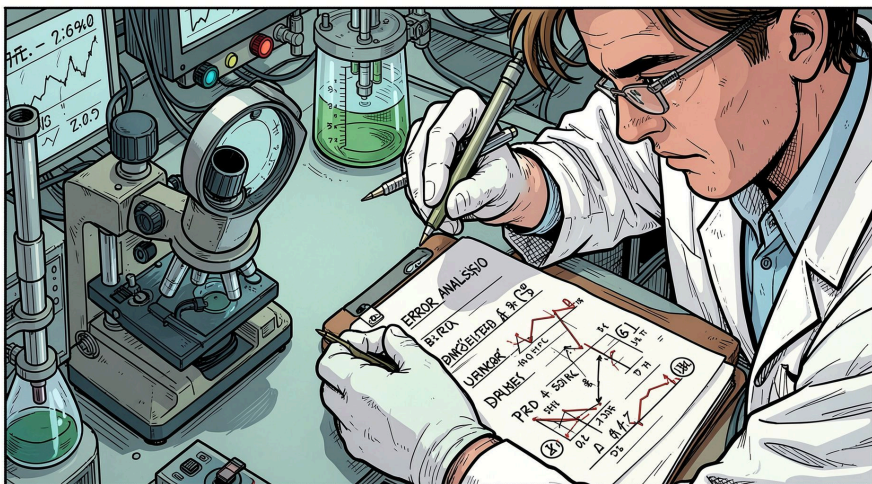
Жанама: спектрофотометр арқылы спектрдегі қуат алынғаннан кейін фотометриялық функциямен интеграциялау.

Интегралдық vs спектралдық

Интегралдық әдіс — бүкіл диапазон бойынша бір өлшем; спектралдық — λ бойынша бөлшектеу, $S(\lambda)$ анықтау және кейінгі фотометриялық есептеулер.

Нұсқаулар мен калибрлеу

Стандартты көздер (калориметрлік эталоны), спектрлік калибрлеу, сенсордың кванттық тиімділігі мен $B(\lambda)$ профилін ескеру міндетті.



Өлшеулер дәлдігі және қателіктер

Негізгі қателік көздері: құралдық (нулдік дрейф, шум), спектралдық сәйкеспеушілік (сенсор $V(\lambda)$ -ге сәйкес келмеуі), геометриялық факторлар (кәрініс бұрышы, апертура), және орта әсері (температура, шаң).

01

1. Калибрлеу

Эталондық көздермен үнемі салыстыру, калибрлеу коэффициенттерін есептеу.

02

2. Шум және фонды азайту

Интегралдау уақытын оңтайландыру, электрондық фильтрация, түнгі режимде өлшеу.

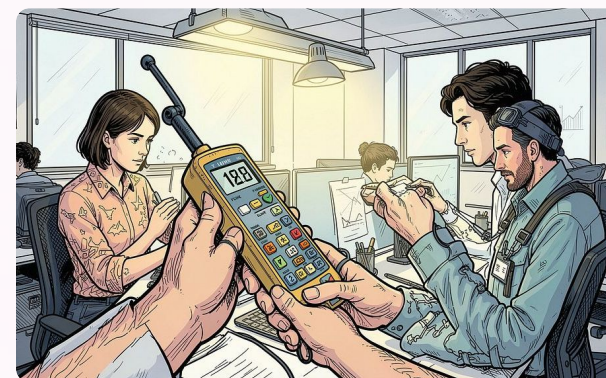
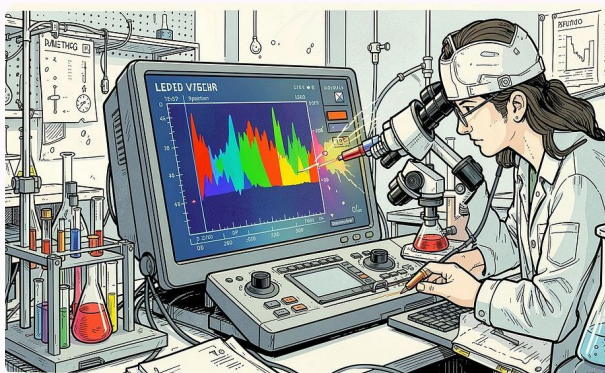
03

3. Геометриялық бақылау

Апертура, қашықтық және бұрышты дәл бақылау; бағыттылықты құжаттау.

Практикалық қолдану: өлшеу және бағалау

Қолданбалар: жарық қайнарының спектрлік және фотометриялық сипаттамаларын анықтау (LED, лампалар), жұмыс орнының жарықтылығын бағалау, визуальды қабылдауды модельдеу (CIE стандарттары), сәуле берілу қауіпсіздігін тексеру. Нәтиже — сенімді калибрленген деректер: $S(\lambda)$, Φ , E , L және олардан алынған қорытындылар.



Клиникалық және инженерлік өлшеулер

Жарық көзінің спектрі мен фотометриясы өнімділік, энергия тиімділігі және адамгершілік бағалауларында шешуші мәнге ие.

Эргономика және сәулеленуден қорғау

Жұмыс ортасының жарық деңгейін нормативтерге сәйкестігін тексеру; көздің қауіпсіздігі үшін ИК/УФ шектеулері.

- Кейінгі қадам: лабораториялық практикум — спектрофотометр және фотометр калибрлеу, бақылау өлшеулері және есеп беру форматы. Тақырып Левшиннің детальдарымен толықтырылады.