

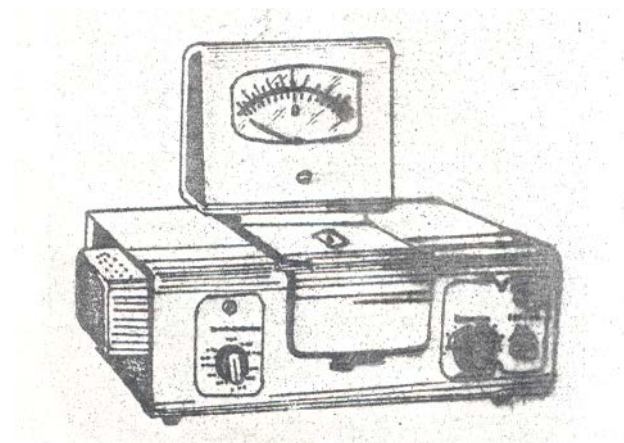
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOG'LIQNI SAQLASH
VAZIRLIGI

SAMARQAND DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI

**TIBBIY VA BIOLOGIK FIZIKA, TIBBIY TEXNIKA VA YANGI
TEXNOLOGIYALAR KAFEDRASI.**

**RANGLI ERITMALARNING KONSENTRATSIYASINI
FOTOMETRIK USUL BILAN ANIQLASH**

(I va II kurs talabalari uchun uslubiy qo'llanma)



TOSHKENT – 2005

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta ta'lim bo'yicha o'quv-uslub idorasi tomonidan 5 dekabr 2005 yilda tasdiqlangan.

TUZUVCHILAR: Sodiqov N.O. – SamDTI «Biofizika»
kafedrasi mudiri, dotsent.
Burxonov B.N. – SamDTI «Biofizika»
kafedrasi k.o'qituvchisi.

TAQRIZCHILAR: Nizomov N.N. – SamDU «Optika» kafedrasi
professori, f.m.f.d.
Umarov K.U. – SamDTI «Biofizika»
kafedrasi dotsenti.

3. Eritmaning konsentratsiyasini aniqlash.

Yorug'lik yo'lga konsentratsiyasi noma'lum bo'lgan eritma qo'yilib, uning optik zichligi D yozib olinadi va gradiurlash grafigidan uning konsentratsiyasi C - ni topamiz.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR.

- 1.Yorug'likning yutilish xodisasini tushuntiring.
- 2.Buger qonuni va uning matematik ifodasini tushuntiring.
- 3.Buger-Lambert-Ber qonuni.
- 4.Eritmalarning o'tkazish koeffitsiyenti (τ) va optik zichlik (D) deb nimaga aytiladi?
- 5.Konsentratsion kolorimetriya usuli nimaga asoslangan?
- 6.FEK asbobining optik sxemasi, umumiy tuzilishi va ishlatilishi haqida tushuncha.
- 7.Bir xil moddadan tayyorlangan rangli eritmalar konsentratsiyalari va qalinliklari orasidagi bog'lanishni tushuntiring.
- 8.Optik zichlik (D) va konsentratsiya (C) orasidagi bog'lanish grafigini tushuntiring.

ASOSIY ADABIYOTLAR:

- 1.A.N. Remizov "Tibbiy va biologik fizika", T., 1992.
- 2.Vladimirov va boshqalar "Biofizika" M. 1983.
- 3.N.M. Livensev "Fizika kursi" M.,1974.
- 4.A.B. Rubin "Biofizika", 1-2 tom, M., 1974.
- 5.N.I. Gubanov, A.A.Utepbergenov "Meditsinskaya biofizika", M., 1978.
- 6.V.A. Xitun, M.A.Yurev i dr. "Praktikum po fizike dlya med. vuzov",1972.
- 7.A.N. Remizov, Isakova N.X. "Sbornik zadach po fizike" (dlya med. vuzov), M.
- 8.I.A.Essaulova, M.Ye.Bloxina, L.D.Gonsov. Tibbiy va biologik fizikadan laboratoriya ishlari uchun qo'llanma. Moskva. 1987.
- 9.Fotoelektrik kolorimetr KFK-2 ning qo'llanmasi.

«Tasdiqlayman»

O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni Saqlash Vazirligi Oliy va o'rta
tibbiy ta'lim bo'yicha o'quv – uslub idorasi

T. Saidov.
5.12.2005 yil



RANGLI ERITMALARNING KONSENTRATSIYASINI FOTOMETRIK USUL BILAN ANIQLASH.

Ishning maqsadi: Har xil rangli eritmalarining konsentratsiyasini fotometrik usul bilan aniqlashni o'rganish.

Kerakli asboblari va jihozlari: 1. Fotoelektrik kalorimetr KFK-2.

2. Qalinliklari har bo'lgan kyuvetalari.

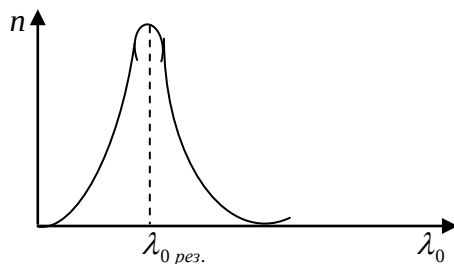
3. Har xil konsentratsiyali rangli eritmalar.

4. Kyuvetalarni tozalash uchun spirt.

5. Kontrol (tekshirish uchun) distillangan suvli kyuvetalari.

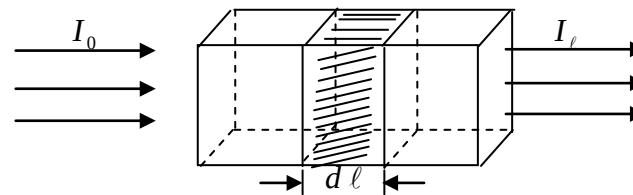
I. QISQACHA NAZARIYA.

Yorug'lik to'lqinlari ma'lum bir qalinlikdagi modda (eritma) orqali o'tganda energiyasining ma'lum bir qismini modda elektronlarning tebranishiga sarflaydi, ya'ni moddaning ichki energiyasini oshiradi. Shu sababli yorug'lik oqimining intensivligi moddadan o'tgandan so'ng ma'lum miqdorda kamayadi-demak yorug'lik moddada yutiladi. Modda (eritma) elektronlarining majburiy tebranishi ya'ni yorug'likning yutilishi rezonans chastotasida juda intensiv bo'ladi. Bu quyidagi 1-rasmda keltirilgan. Bunga yutilish egri chizig'i deyiladi.



1-rasm.

Modda (eritma) tomonidan yorug'likning yutilishini mukammal ko'raylik. Qalinligi ℓ - bo'lgan moddadan to'lqin uzunligi λ - bo'lgan paralel monoxromatik yorug'lik oqimi o'tayotgan bo'lsin. Bundan $d\ell$ elementar qalinlikni ajratib olamiz (2-rasm).



2-rasm

o'tgan yorug'likning intensivligining kamayishi

$$dI = -\chi_{\lambda} I d\ell \quad (1)$$

Butun qalinlikdan o'tgandan keyingi yorug'lik intensivligi I_{ℓ} topamiz. Moddaga tushayotgan yorug'lik intensivligi I_0 bo'lsa ℓ qalinlikdagi intensivlik kamayishini topish uchun (1) formulani

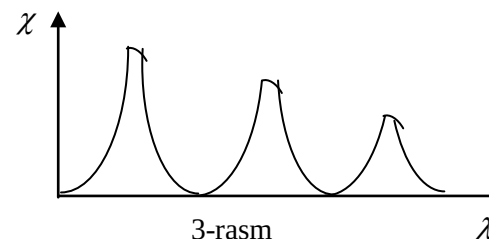
$$d\frac{I}{I} = -\chi_{\lambda} d\ell \quad \text{ko'rinishda yozib integrallaymiz.}$$

$$(2) \quad \int_{I_0}^I \frac{dI}{I} = -\chi_{\lambda} \int_0^{\ell} d\ell \quad \text{Buni quyidagi ko'rinishda ham yozish mumkin.}$$

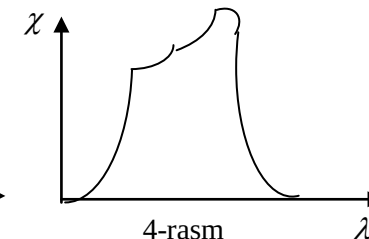
$$\ln I_{\ell} - \ln I_0 = -\chi_{\lambda} \ell \quad \text{Bundan} \quad I = I_0 e^{-\chi_{\lambda} \ell} \quad (3)$$

(3) - formuladan ko'rinadiki yorug'lik intensivligini kamayishi eksponensial qonunga bo'ysinadi. Bunga Buger qonuni deyiladi. Odatda Buger qonuni $I = I_0 * 10^{-\chi'_{\lambda} \ell}$ (4) ko'rinishda yoziladi. $\chi'_{\lambda} = 0,43 * \chi_{\lambda}$

Buyerda χ'_{λ} - monoxromatik yutilish koeffitsiyenti. Monoxromatik yutilish koeffitsiyenti (ko'rsatgichi) yorug'likning to'lqin uzunligi (chastotasi ν) λ - ga bog'liq. Atomlari (molekulalari) bir-birlari bilan ta'sirlashmaydigan moddalarda (gazlarda, metall bug'larida) yutilish koeffitsiyenti deyarli nolga yaqin bo'lib qisqa-qisqa spektral sohada joylashadi (3-rasm).



3-rasm



4-rasm

III. ISHNI BAJARISH TARTIBI.

1. Eritmaning optik zichligining yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liqligini topish. Buning uchun kerakli to'lqin uzunligiga mos yorug'lik filtrlari qo'yamiz va nurni erituvchi solingan kyuvetaga (idishga) yo'naltiramiz, fotoelektrik kolorimetrning ko'rsatishini nolga keltiramiz. Shundan so'ng yorug'lik yo'lga konsentratsiyasi doimiy bo'lgan ($c = const$) eritmani o'tqazamiz va fotoelektrik kolorimetr shkalasidan optik zichlik D ni yoki o'tqazish koeffitsiyenti τ ni foizlarda yozib olamiz. Shu tajribani har xil to'lqin uzunliklar uchun takrorlaymiz. Olingan natijalarni jadvalga yozamiz va eritma optik zichligi D bilan o'tayotgan yorug'lik to'lqin uzunligi λ - orasidagi bog'liqlik grafigi $D = f(\lambda)$ - ni chizamiz.

JADVAL №2

№	D_1	D_2	D_3	λ

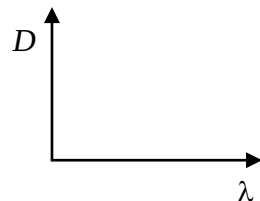


2. Eritmaning optik zichligining konsentratsiyaga bog'liqligini aniqlash.

Buning uchun har xil konsentratsiyali rangli eritmalar olamiz. Kyuvetalar qalinligi ham 1 mm dan 10 sm gacha o'zgaradi. Dastlab yuqorida ko'rsatilgandek, erituvchi suyuqlik solingan kyuvetaga fotoelektrik kolorimetr ko'rsatgichning ko'rsatishini nolga keltiramiz. Bundan so'ng to'lqin uzunligi λ_1 bo'lgan nurning yo'lga har xil konsentratsiyali eritmalar joylashtirib ularning optik zichligini $D_1, D_2, D_3, \dots$ larni aniqlab olamiz. Tajriba to'lqin uzunliklari $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots$ bo'lgan yorug'lik oqimi uchun takrorlaymiz. Olingan natijalarni jadvalga yozamiz va D - ning C - ga bog'liqlik grafigi $D = f(C)$ - ni chizamiz. Bu grafikga gradiurlangan grafik ham deyiladi.

JADVAL №3

№	D	$C\%$	$C \text{ моль / л}$



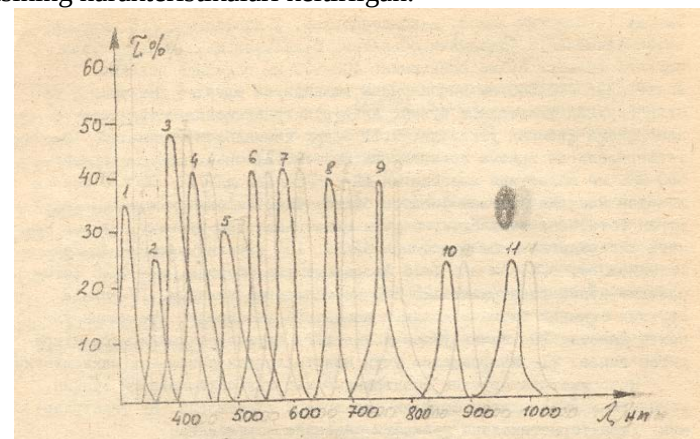
-10-

Kolorimetrda yorug'lik spektrning har xil sohalaridagi to'lqin uzunligini o'tkazadigan yorug'lik filtrlari ishlatiladi. Bu filtrlarning harakteristikalari quyidagi jadvalda keltirilgan.

JADVAL.

Diskdagi nomerlar (markirovkasi)	Svetofiltr-larning markirovkasi	O'tqazishning maksimumiga to'g'ri keladigan to'lqin uzunligi (nm)	Spektrining o'tqazish kengligi (nm)
1	315	315 ± 5	35 ± 15
2	364	364 ± 5	25 ± 10
3	400	400 ± 5	45 ± 10
4	440	440 ± 10	40 ± 15
5	490	490 ± 10	35 ± 10
6	540	540 ± 10	25 ± 10
7	590	590 ± 10	25 ± 10
8	670	670 ± 5	20 ± 5
9	750	750 ± 5	20 ± 5
10	870	870 ± 5	25 ± 5
11	980	980 ± 5	25 ± 5

Kuyidagi 6-rasmda yorug'likning o'tkazadigan filtrlar o'tkazish sohasining harakteristikalari keltirilgan.



6-rasm

-9-

Yuqori bosimli gazlarda, suyuqliklarda, metallarda yutilish ko'effitsiyenti keng yutilish spektrini beradi (4-rasm).

Ber qonuniga asosan yutilishning monoxromatik natural ko'rsatgichi yorug'likni yutmaydigan erituvchidagi eritma konsentratsiyasi C - ga proporsional.

$$\chi_{\lambda} = \chi_1 C \quad (5)$$

χ_1 - konsentratsiyaga bog'liq yutilish ko'effitsiyenti. Ber qonuni faqat kichik konsentratsiyali eritmalar uchun to'g'ri. Katta konsentratsiyali eritmalar molekular bir-biriga yaqin joylashganligi sababli bu qonun bajarilmaydi. Yuqorida keltirilgan Buger va Ber qonunlaridan quyidagi ifodani hosil qilamiz.

$$I_{\ell} = I_0 e^{-\chi_1 C \ell} \quad \text{yoki} \quad I_{\ell} = I_0 * 10^{-\chi_1' C \ell} \quad (6)$$

Bunga Buger – Lambert – Ber qonuni deyiladi.

Suyuqlik qatlamidan o'tgan yorug'lik intensivligi I_{ℓ} - ning tushayotgan yorug'lik intensivligi I_0 - ga nisbatiga o'tqazish ko'effitsiyenti

deyiladi va quyidagi ko'rinishda yoziladi: $\tau = \frac{I_{\ell}}{I_0}$

$$D = \lg \frac{1}{\tau} = \lg \frac{I_0}{I_{\ell}} = \lg \left(\frac{I_0}{I_0 * 10^{-\chi_1' C \ell}} \right) = \lg(10^{\chi_1' C \ell}) = \chi_1' C \ell \quad (7)$$

ifodaga moddaning optik zichligi deyiladi. Moddaning optik zichligi

$$D = \chi_{\lambda}' C \ell - \text{ga teng bo'ladi.}$$

Buger – Lambert – Ber qonuniga asoslanib rangli eritmalaridagi moddaning miqdorini (konsentratsiyasini) aniqlash mumkin. Bunga konsentratsiyali kolorimetriya deyiladi. Bu usulda rangli eritmada yorug'lik o'tgandan so'ng, uning optik zichligi yoki o'tqazish ko'effitsiyenti aniqlanadi. Bu xil moddadan tayyorlangan rangli eritmalar konsentratsiyalari C_1 va C_2 bo'lsa, ℓ_1 va ℓ_2 qalinliklarda yorug'likni bir xil yutadi demak ularning optik zichliklari: $D_1 = D_2$

$$\text{bundan } \chi_1' C_1 \ell_1 = \chi_1' C_2 \ell_2 \quad \text{yoki} \quad C_1 : C_2 = \ell_2 : \ell_1$$

tenglik kelib chiqada. Konsentratsiyali kolorimetriyada fotoelektrik kolorimetrlar ishlatiladi. Fotoelektrokolorimetrlar yordamida

eritma tarkibidagi moddaning miqdori 10^{-3} mol/l dan 10^{-8} mol/l gacha bo'lsa aniqlash mumkin. Yuqorida ko'rilgan yorug'likning yutilish xodisasi amaliy tibbiyotda keng qo'llaniladi. Tabobatda organizmdan olingan har xil suyuqliklarning optik zichligini ya'ni yutilish ko'effitsiyentini to'lqin uzunligiga bog'liqligi katta ahamiyat kasb etadi. Bu usul organizm to'qimalaridagi mikroelementlarni aniqlashda, qonning kislorod bilan qanchaga boyiganligini ya'ni oksigemogloblin miqdorini aniqlashda, oziq-ovqat tarkibidagi kam miqdordagi metall atomlarini konsentratsiyasini topishda va sud-tibbiyotida keng qo'llaniladi. Bundan tashqari eritrotsitlar suspenziyasining yutilish ko'effitsiyentini ham shu usul yordamida aniqlash mumkin.

II. ASBOBNING TUZILISHI VA ISHLASH TAMOYILI.

Fotoelektrik kolorimetr KFK-2 yordamida to'lqin uzunligi 315-980 nm oraliqda bo'lgan rangli eritmalarining va qattiq jismlarning optik zichligini va o'tqazish ko'effitsiyentini aniqlash mumkin. Fotoelektrik kolorimetr yordamida gradiirlangan grafik asosida rangli eritmalar tarkibidagi moddaning konsentratsiyasini topish mumkin. Kolorimetrning yorug'likni o'tqazish ko'effitsiyenti 1 dan 100% gacha, optik zichligi esa 0 dan 2 gacha o'zgarib, xatolik chegarasi $\pm 1\%$ dan oshmaydi.

Yorug'likni o'tqazish ko'effitsiyentini aniqlash usuli quyidagicha: fotopriyomnikdan eritmaga $I_{0\lambda}$ ^{ёпыжмур} oqimi yuboriladi, undan o'tgan oqim esa I_{λ} -ga teng. Ana shu oqimlar nisbati (τ) ga tekshiriladigan eritmaning o'tqazish ko'effitsiyenti deyiladi.

$$\tau = I_{\lambda} / I_{0\lambda} * 100\%$$

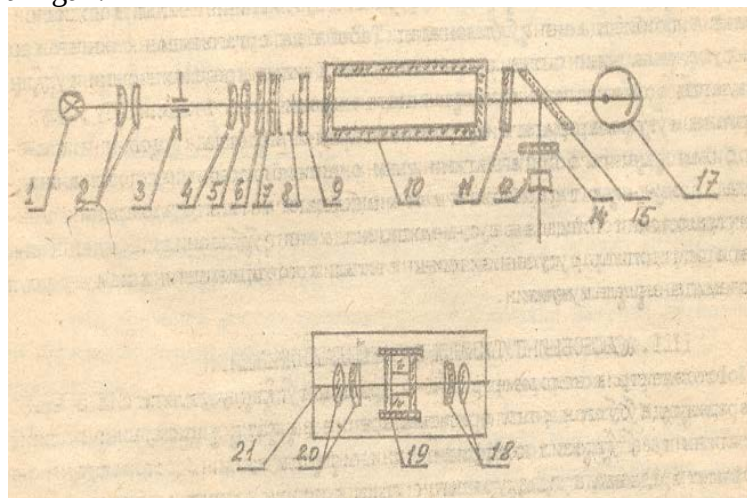
Kolorimetrdan bu nisbat quyidagicha aniqlanadi. Oldinga yorug'lik oqimi yo'lga erituvchi yoki toza suyuqlik qo'yilib o'tqazish ko'effitsiyenti 100% bo'lishiga erishamiz ($I_{0\lambda}$). Undan so'ng nurning yo'lga tekshiriladigan suyuqlik qo'yilib shkaladan kolorimetrning o'tqazish ko'effitsiyenti I_{λ} - ni yozib olamiz, ya'ni yorug'likni o'tqazish ko'effitsiyenti foizlarda $II2$ shkalada $\tau\% = II2$ - ga teng.

Eritmaning optik zichligi D - ni quyidagi formuladan topamiz:

$$D = \lg\left(\frac{1}{\tau}\right) = -\lg \frac{I_{\lambda}}{I_{0\lambda}} = -\lg \frac{\tau}{100} = 2 - \lg \tau$$

ASBOBNING OPTIK SXEMASI.

Fotoelektrik Kolorimetr KFK-2 ning optik sxemasi 5-rasmda keltirilgan.



5-rasm.

Buyerda 1 - yoritgich lampa, 2 - kondensorlar, 3 - diafragma, 4,5 - lar tasvirni tekislikga o'tkazuvchi ob'ektiv, 6 - issiqlikdan himoya qiluvchi yorug'lik filtri bo'lib spektrning 400-900 nm sohasida ishlaydi. 7 - spektrning 400-540 nm diapozonidan ishlaydigan yorug'lik filtri. 8 - rangli yorug'lik filtrlari bo'lib, yalpi spektrdan kolorimetrga spektrning qisqa qismini o'tkazadi. 9,11 - lar himoyalovchi oynachalar. 10 - tekshiriladigan eritma solinadigan kyuveta (idishcha). 12 - spektrning 590-980 nm oblastida ishlaydigan FD-24K fotodiodi. 14 - SZS - 16 rangli shishadan yasalgan yorug'lik filtri bo'lib, FD-24K fotopriyomnikdan kelayotgan fototokni tenglashtirish uchun ishlatiladi. 15 - yorug'lik oqimini ikkiga ajratadigan shisha plastinka bo'lib, 10% yorug'lik oqimini FD-24K fotodiodiga, 90% - ni esa F-26 fotoelementga yuboradi. 17 - F-26 fotoelement bo'lib spektrning 325-540 nm oblastida ishlaydi. 18 - linza yorug'lik oqimini birinchi xoldagi diametrga keltiradi. 19 - kichik o'lchamli kyuveta. 20 - kichik o'lchamli kyuvetaga yorug'lik oqimini moslashtiradigan linza. 21 - mikroanaliz uchun ishlatiladigan pristavka (mahkamlagich).