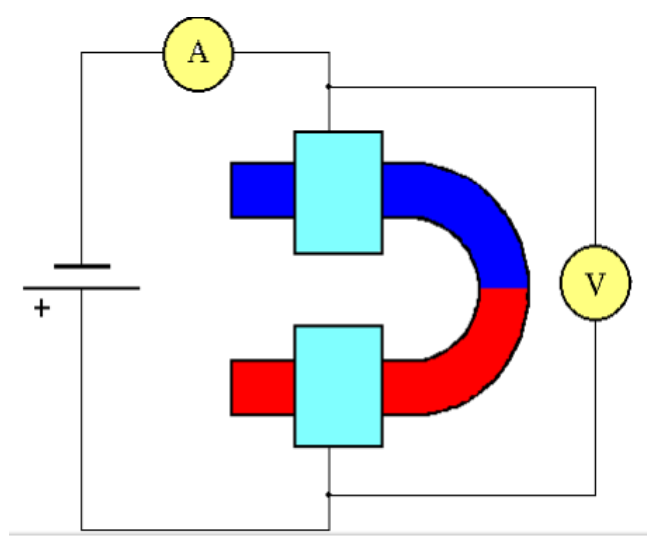


**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
NAVOIY INNOVATSIYALAR UNIVERSITETI**

“ANIQ, TENIKA VA TABIIY FANLAR” KAFEDRASI

“FIZIKA” FANIDAN

LABORATORIYA ISHLANMASI



2023-2024 – o‘quv yili

Mazkur laboratoriya ishlanmasi “Aniq, texnika va tabiiy fanlar” kafedrasining 2023-yil _____dagi _____-sonli yig‘ilishida ko‘rib chiqilgan va ma’qullangan.

Kafedra mudiri:

PhD. B.Eshpo‘latov

Mazkur laboratoriya ishlanmasi NIU O‘quv-uslubiy kengashining 2023 yil “30” avgustgi № 1 –sonli qarori bilan tasdiqlangan.

Ushbu laboratoriya ishi 60710600- Elektr energetikasi, 60721500- Konchilik ishi, 60711400- Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish ta’lim yo‘nalishi 1-kurs talabalari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, Umumiy fizika kursining «Mexanika, molekulyar fizika, elektromagnitezim, optika, atom va yadro» fizikasi bo‘limlaridan laboratoriya mashg‘ulotlaridan ko‘rsatmalar keltirilgan.

Tuzuvchi: Navoiy innovatsiyalar universiteti ”Aniq, texnika va tabiiy fanlar” kafedrasida dotsenti p.f.f.d.(PhD) B.N.Xushvaqtov

15-LABORATORIYA ISHI

YARIM O'TKAZGICHLI YORUG'LIK DIODINING ISHLASHINI O'RGANISH

Ishning maqsadi: To'g'rilagichning volt-amper xarakteristikasini olish, uning qarshiligini va to'g'rilash koeffitsientini aniqlash.

Kerakli asbob va qurilmalar: To'g'rilagich, voltmetr, ampermetr, reostat, o'zgarmas tok manbai, kalit va ulovchi simlar.

Nazariy qism

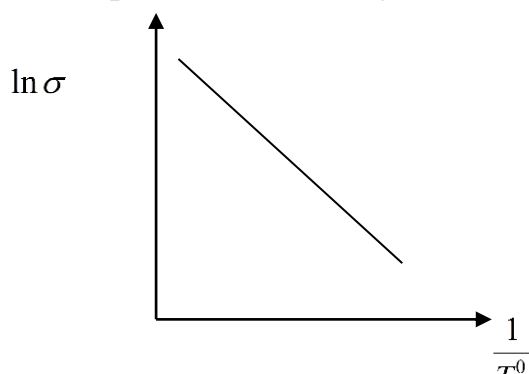
Elektr o'tkazuvchanlik jihatidan metallardan keyin, dielektriklardan oldin turadigan moddalar qatori **chala o'tkazgichlar** deb yuritiladi.

Chala o'tkazgichlarga Mendeleev davriy sistemasining IV guruh elementlari germaniy (Ge) kremniy (Si) va shunga o'xshash moddalar (B, C, Sn, P, As) va ularning birikmalari AlSi, Cu₂O kiradi. Chala o'tkazgichlarda elektr o'tkazuvchanlik moddaning tozaligiga aralashirilgan moddaning miqdoriga, kimyoviy tabiatiga va haroratiga bog'liq bo'lib, ular quyidagicha ifodalanadi:

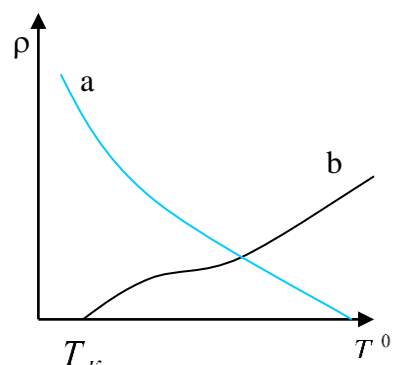
$$\sigma = \sigma_0 e^{\frac{\Delta E}{2kT}} \quad (1)$$

ΔE – ta'qiqlovchi qatlam energetik kengligi.

Temperatura ortishi bilan chala o'tkazgichlarda elektr o'tkazuvchanlik ortib boradi, qarshilik esa kamayadi. (1– rasm)



Elektr o'tkazuvchanlikning temperaturaga bog'liqligi



Solishtirma qarshilikning temperaturaga bog'liqligi

Bu yerda a- chala o'tkazgichlar, b- metallar

Chala oʻtkazgichlarda elektr oʻtkazuvchanlikni tahlil qilish uchun oʻtkazuvchanlik zonalar nazariyasiga asoslanamiz.

Ma'lumki, hamma moddalar atomlardan tashkil topgan, atom musbat zaryadlangan yadro va uning atrofida ma'lum orbita boʻyicha harakatlanuvchi manfiy zaryadli elektrondan iborat zarrachalar sistemasidir.

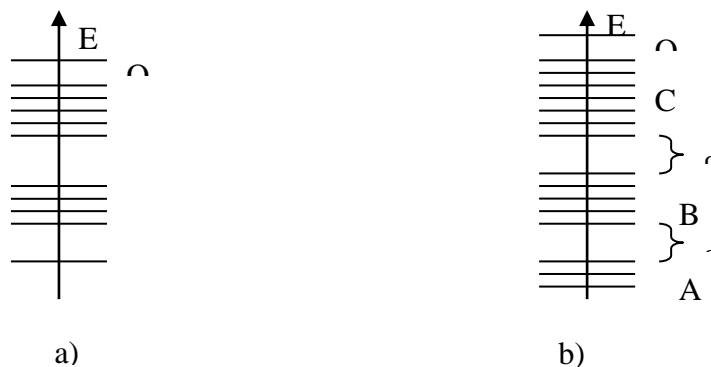
Atomda elektron qobiqlarni toʻldirilishi **Pauli** (1925 y.) aniqlagan qoidaga asoslangan.

Har bir energetik holatda barcha kvant xossalari bir xil boʻlgan ikkita elektron boʻlishi mumkin emas. Agar 2 ta boʻlsa, ular ham spin momentlarining yoʻnalishi bilan farq qilishi (ya'ni antiparallel) lozim.

Shu tufayli atomda elektron qobiqlar bir–biridan kam energiya farqlariga ega boʻlgan qatlamlarga guruhlanadi. Bundan tashqari har xil qobiqlarga tegishli guruhlariga elektronlar bir–biridan katta energiya farqiga ega boʻladi.

Agar energiya oʻqida elektron energiyasiga tegishli qiymatlarni energetik sathlar bilan belgilasak, yuqorida aytilganlarni har qanday murakkab atom uchun ham qoʻyidagicha tasvirlash mumkin (2 a – rasm). Bu grafik shu bilan birga qattiq jism elektr xossalarini ham izohlashga imkon beradi.

Kristall qattiq jismlar tarkibidagi elektron energetik holatlari atomdagi singari, lekin tigʻizlashgan guruhlariga ajralgan boʻladi. Energiyasi elektronning orbitadagi energiyasiga teng guruhlar (ABC ruxsat etilgan zonalar, ular oraligidagi energiya kengligi ΔE boʻlgan, α sohalar)) taʼqiqlovchi zona deb yuritiladi. (2 b–rasm)



2–rasm

Agar quyi ruxsat etilgan zonalar elektronlar bilan to'ldirilgan bo'lsa, undan yuqori energetik zonalar ta'qiqlovchi ($\Delta E \gg kT$) qatlam bilan ajratilgan bo'lsa (3 a-rasm), bunday qattiq jism **dielektriklar** deyiladi.

Agar yuqorigi ruxsat etilgan zonalar elektronlar bilan qisman to'ldirilgan bo'lsa yoki qisman to'ldirilgan zonalar bir – birini qoplagan bo'lsa ($\Delta E \ll kT$), bunday qattiq jismlar **o'tkazgichlar** deyiladi. Tabiiy holatda chala o'tkazgich atomlari kovalent bog'lanish strukturasi ega bo'lib, taqiqlovchi qatlam energetik kengligi issiqlik harakati o'rtacha kinetik energiyasi ($E > kT$) qadar bo'ladi. Uy harorati sharoitida tez elektronlar o'tkazuvchanlik zonasiga o'tib, mushtarak holga aylanadi (ya'ni erkin bo'ladi), natijada valent zonada elektrondan bo'sh qolgan joyda «+» zaryadli teshik hosil bo'ladi.

Agar modda elektr maydonida bo'lsa, elektron maydonga qarshi, teshik esa elektr maydon bo'ylab ko'chib tok hosil qiladiki, bu **xususiy o'tkazuvchanlik** deyiladi.

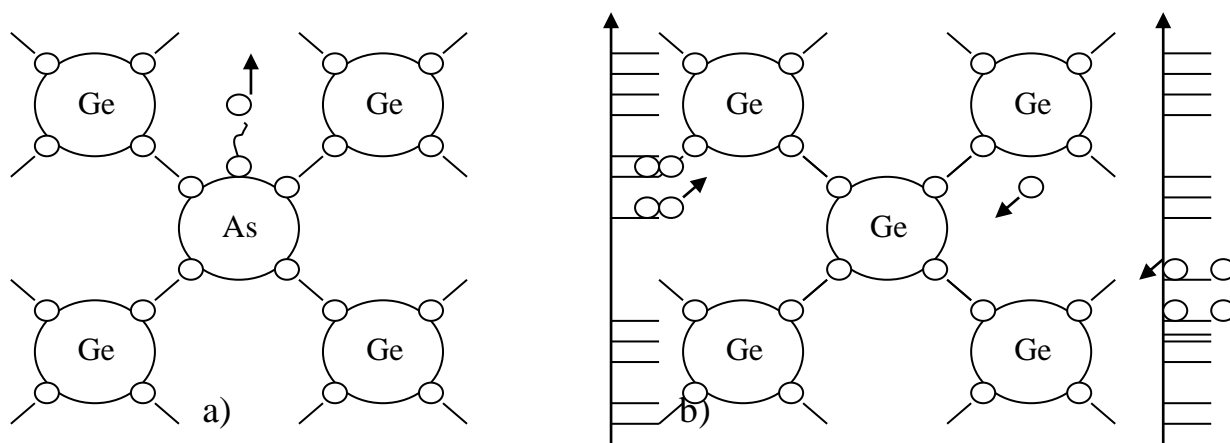
Agar toza chala o'tkazgichga 10^{-7} % miqdorda boshqa modda aralashtirilsa, elektr o'tkazuvchanlik 10^3 - 10^4 marta ortadi. Ular aralashmali **chala o'tkazgich** deyiladi va ikki xil bo'ladi:

a) to'rt valentli *Ge* ga besh valentli surma, yoki mishyak aralashtirilsa, har bitta atomda bittadan elektron ortiqcha bo'lib, erkin holatga o'tadi. (elektr maydonida tok hosil qiladi). Natijada o'tkazuvchanlik zonasi yaqinida qo'shimcha ruxsat etilgan zona hosil bo'ladi (3 a-rasm).

Ortiqcha elektron berishga mayli bo'lgan aralashmali **n– tip (donor) chala o'tkazgich** deyiladi.

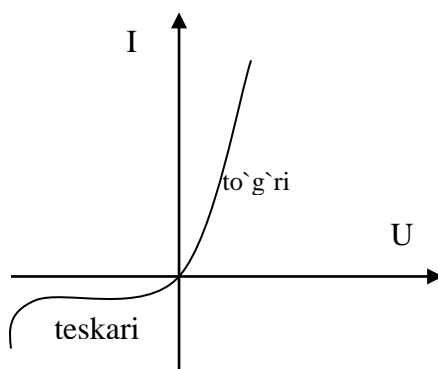
b) to'rt valentli *Ge*(germaniy)ga uch valentli *In*(indiy) aralashtirilsa kovalent bog' hosil qilish uchun har bir indiy atomida bittadan elektron yetishmaydi (teshik hosil bo'ladi). Buni to'ldirish uchun boshqa atomdan elektron qabul qilib olish natijasida valent zona qoshida qo'shimcha ruxsat etilgan zona hosil qilinadi. (3 b – rasm).

Bunday teshikli o'tkazgichli aralashmalar **p – tip (aktseptor) chala o'tkazuvchan** deyiladi.



3-rasm

Shunisi qiziqarliki, p-n tip chala oʻtkazgich kontakti tokni faqat bir tomonlama oʻtkazish xususiyatiga ega boʻlib, u **chala oʻtkazuvchanli diod (4-rasm)** deb yuritiladi va oʻzgaruvchan tokni oʻzgarmas tokka aylantiradigan qurilma diod sifatida ishlatiladi. p– n kontaktda teshiklar, elektronlar rekombinatsiyalashib chegara qatlami tok tashuvchilarga kambagʻallashib qoladi va katta qarshilikka ega boʻladi. Ichki potensial tushuvi (koʻp; elektron qatlam) hosil qiladi. (5 a- rasm) Kristallarga tashqi (musbat qutb p –sohaga, manfiy qutb n – sohaga ulanib) kuchlanish berilsa, elektr maydoni zaryad tashuvchilarni chegaraga siqadi, oʻtish qarshiligi kamayadi, tok yaxshi oʻtadi (toʻgʻri oʻtish). Agar aksincha ulansa, (musbat qutb n –sohaga, manfiy qutb p – sohaga ulanib) qarshilik ortadi, tok kuchi kam oʻtadi (teskari oʻtish). Tok kuchini kuchlanganlikka bunday bogʻliq holda oʻzgarishi diodning voltamper xarakteristikasi (VAX) deyiladi va quyidagicha tasvirlanadi:



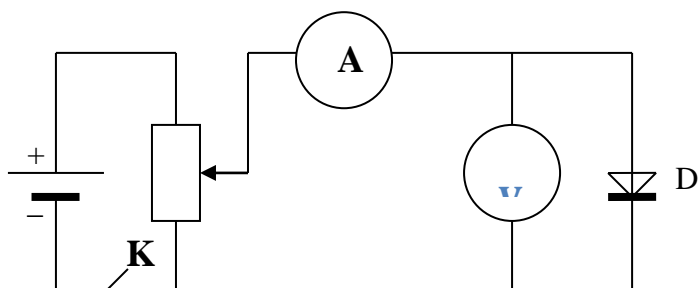
4-rasm

Diodlar VAX dan tashqari birday kuchlanganlikdagi to`g`ri tokni teskari

tokka nisbati $\alpha = \frac{I_{togri}}{I_{teskari}}$ to`g`rilash koeffitsiyenti bilan ham xarakterlanadi.

Ishni bajarish tartibi.

1. 5-rasmda ko`rsatilgan sxema yig`iladi:



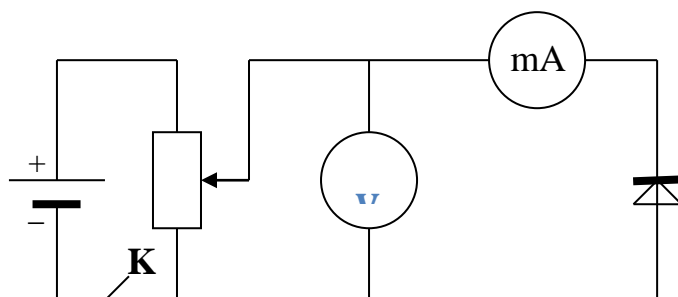
5-rasm

2. Kalit K ni qo`shing va potentsiometr R yordamida diodga turli xil kuchlanishlar berib, unga mos keladigan toklarning qiymatlarini 1-jadvalga yozib boring.

1-jadval

| № | U (V) | I (A) | R (Om) |
|----|-------|-------|--------|
| 1. | | | |
| 2. | | | |
| 3. | | | |

6-rasmda ko`rsatilgan sxema yig`iladi:



6 -rasm

3. Kalit K ni qo`shing va potensimetr R yordamida diodga turli xil kuchlanishlar berib, unga mos keladigan teskari toklarning qiymatlarini 2-jadvalga yozib oling.

2-jadval

| № | U (V) | I (mkA) | R (Om) |
|-----|-------|---------|--------|
| 1. | | | |
| 2. | | | |
| 3. | | | |
| ... | | | |

4. Yozib olingan qiymatlarga asosan $I = f(U)$ grafik chiziladi.

Teskari va to`g`ri toklar uchun to`g`rilash koeffitsiyenti hisoblanadi.

Sinov savollari

1. Qattiq jismlarning zonalar nazariyasini tushuntiring.
2. Fermi sathi va Fermi energiyasi haqida ma'lumot bering.
3. Zonalar nazariyasiga ko`ra metallar yarim o`tkazgichlardan qanday farq qiladi?
4. Qanday moddalar yarim o`tkazgich deyiladi va ularning o`tkazuvchanligi.
5. Yarim o`tkazgichlarning p -n kontakti haqida gapiring. To`g`rilash koeffitsiyenti nima?
6. Aralashmali va chala o`tkazuvchanlik haqida gapiring.
7. Yarim o`tkazgichlarning ishlatilish sohalari haqida ma'lumot bering.
8. Nima uchu hozirgi vaqtda yarim o`tkazgich asboblari ko`p ishlatiladi, uning afzalliklarini ayting.
9. Ishni bajarish tartibini tushuntirib, ishga xulosa qiling.