

20. Napelemcella vizsgálata

Feladat:

A rendelkezésre álló eszközökből állítsa össze a kísérletet!

Mérje ki a lámpa alatt 25-30 cm távolságban elhelyezett napelemcella feszültség-áramerősség karakterisztikáját!

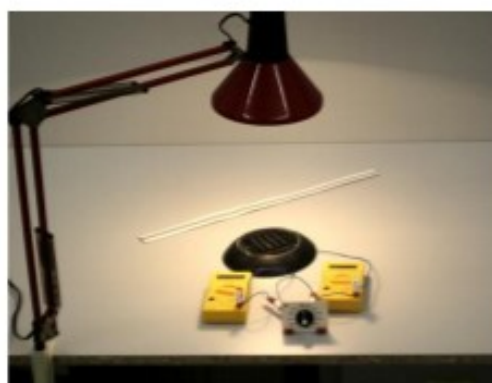
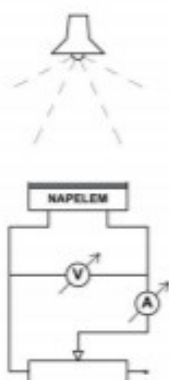
Mérési adatai alapján határozza meg a cella teljesítményének terhelésfüggését (áramerősség-függését), tegyen javaslatot a cella optimális terhelésére!

Szükséges eszközök:

Napelemcella (pl. napelemes kerti lámpa cellája) banándugós csatlakozással, feszültség és árammérő műszerek, $1\text{ k}\Omega$ -os, 50 mA -ig terhelhető változtatható ellenállás, állítható magasságú lámpa ($60\text{--}75\text{ W}$), mérőszalag

A kísérlet leírása

A kísérleti összeállítást a rajz és a fotó mutatja.



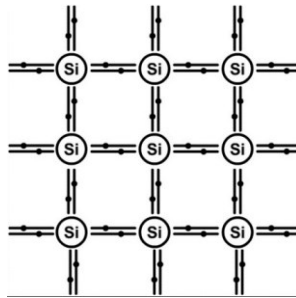
A mérés leírása

Állítsa össze a kapcsolást az ábra szerint! A lámpát állítsa kb. 25 cm magasságba a napelemcella fölé, a változtatható ellenállást állítsa maximális értékre és olvassa le a műszereken a cella feszültségének és a kör áramának értékét! Az ellenállást fokozatosan csökkentve növelje lépésről lépésre az áramot $2\text{--}3\text{ mA}$ -rel, és minden lépés után jegyezze fel a műszerek adatait!

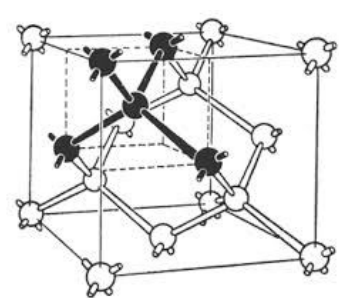
- A mérési adatokat foglalja táblázatba és rajzolja fel a cella feszültség-áramerősség karakterisztikáját! Értelmezze a kapott görbét!
- A mért adatok alapján határozza meg a cella teljesítményét a terhelés (áramerősség) függvényében és az eredményt ábrázolja grafikonon

Elméleti háttér

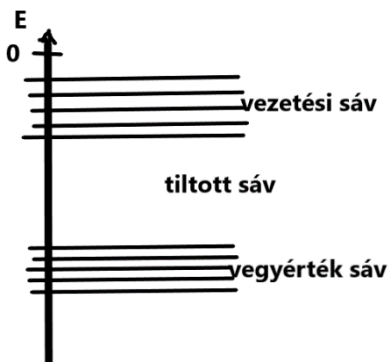
A naplem működésének megértéséhez a félvezetők szerkezetét kell ismernünk. A félvezetők a IV. főcsoport elemei közül kerülnek ki, félvezető tulajdonságuk elektron- illetve rácsszerkezetükből adódik. Az ábrán a Si kristályrácsának kétdimenziós képe látható. A rácspontokban az atomtörzsek helyezkednek el, körülöttük 4 vegyértékelektron, melyek mindegyike egy szomszédos Si atom vegyértékelektronjával alkot párt egy kovalens kötésben.



A kép forrása:
https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/0d0cc85d-f7b5-41fb-aec0-d1b8362c7ebf_e90c4562-

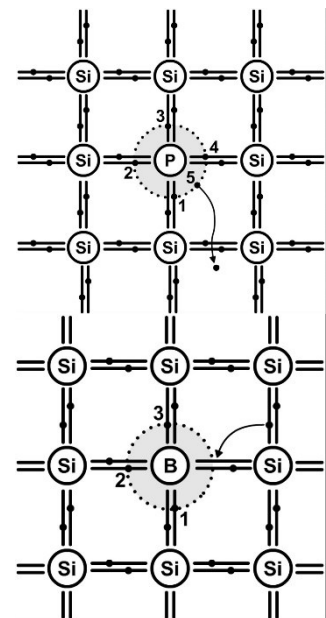


A Si kristály térbeli szerkezete
 Forrás:
https://www.puskas.hu/r_tanfolyam/felvezetok.pdf



A rácsszerkezetben az elektronok megengedett energiaszintjei két jól elkülönülő sávba esnek, a közöttük levő energiaértékekhez tartozó tartományt tiltott sávnak hívjuk. Az alacsonyabb energiájú vegyértéksáv energiaszintjeitől a magasabb energiájú vezetési sáv félvezetők esetén 0,15eV-0,5eV távolságra van. (Vezetők esetén gyakorlatilag nincs tiltott sáv, szigetelőkről beszélünk, ha a távolság több mint 1eV.) Ha az elektronok alapállapotban vannak, a szilícium vezetőképesége kicsi. Ha az elektronok közül némelyik gerjesztett állapotba kerül, eléri a vezetési sávba eső energiaszintet, így képes elmozdulni a rácspontok között.

Ha a félvezetőt melegítjük, vagy fény éri, a hő- vagy a fotonok energiáját felvéve egyes elektronok a vezetési sávba jutnak, helyükön a vegyértéksávban lyukak maradnak, melyekbe más atomok vezetési sávban lévő elektronjai „beugorhatnak”. Ezt a folyamatot – az elektron és lyuk „egyesülését” - rekombinációnak hívjuk. Ha egy félvezetőre feszültséget kapcsolunk, gerjesztett állapotban lévő elektronjai egy-egy lyukba vándorolva a pozitívabb potenciálú hely felé tartanak, míg a lyukak a negatívabb potenciál felé látszanak mozogni, vagyis a félvezető a gerjesztés hatására (kismértékben) vezetővé válik. Ezt a tulajdonságát javíthatjuk szennyezőanyagok alkalmazásával. Ha az V. főcsoportból választunk elemet (pl. foszfor), és a félvezető egy-egy atomját ilyenre cseréljük, a kötések mellett egy ötödik, kötésben nem résztvevő elektron jelenik meg. Ilyenkor n-típusú (n mint negatív) szennyezésről beszélünk, mert az ötödik elektron magasabb energiájú állapotban van, energiája a vezetési sáv energiaszintjeihez közel esik, vagyis kis gerjesztéssel képes részt venni a vezetésben, meglévő lyukakba ugrással vándorolni. Ha a III. főcsoport egy elemével szennyezzük (pl. bór) a félvezetőt, p-típusú szennyezésről beszélünk (p mint pozitív), mert a félvezető három elektronja vesz részt kovalens kötésben, míg a negyediknek nincs párja, úgy tűnik mintha egy elektron hiányozna, lyuk lenne a szennyező anyag atomja mellett. Ha p- és n-típusú szennyezett félvezetőket egymás mellé helyezünk (p-n átmenet), az n-típusú szennyezett réteg elektronjainak kedvezőbb energiájú állapotot jelent a p-típusú szennyezett réteg lyukainak elfoglalása, így a két réteg határán elektronok vándorolnak az n rétegből a p rétegbe, vagyis az utóbbi negatívabb potenciálú lesz. Ennek következtében egy a



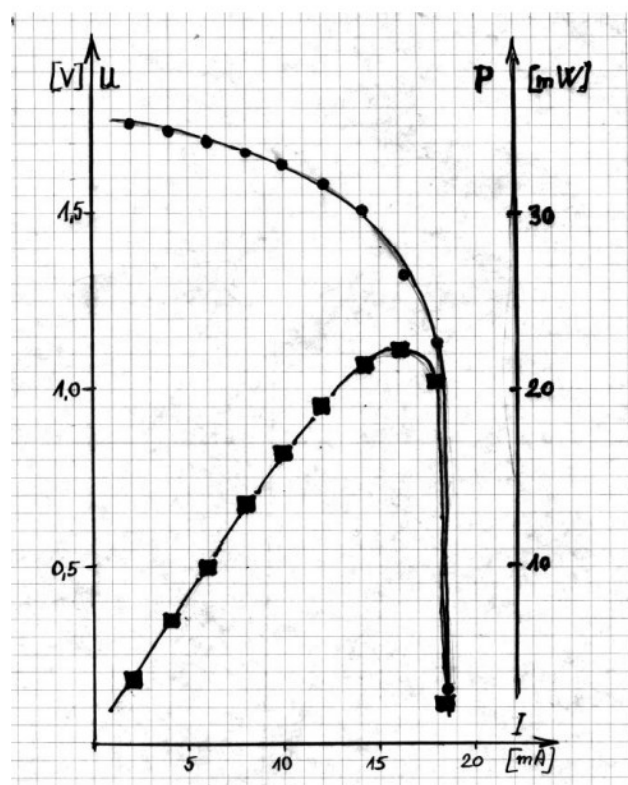
vándorlást gátló elektromos tér jön létre, végül egyensúly áll be. Ekkor a két réteg között potenciálkülönbség van. Ha most ezeket összekötjük, olyan irányú áram indul meg, ami a potenciálok kiegyenlítését segíti. Ekkor viszont újabb elektron-lyuk vándorlás indulhat meg, vagyis a folyamat önfenntartó. A napelemben a szennyezett rétegekben a gerjesztést, ezzel a vezetőképesség fokozását fotonok biztosítják. A folyamatot ez a [film](#) mutatja be.

Részletesen [ezen](#) a linken találsz leírást a témáról.

A mérés

A fényforrás teljesítménye, ha leolvasható, fontos lehet. A napelem és a fényforrás távolsága is, hiszen a távolság négyzetével fordított arányban változik a napelemet ért intenzitás. Ezeket az adatokat mondd el a bizottságnak, mielőtt a mért adatokat bemutadod! Mintamérés adatai:

U (V)	1,76	1,74	1,71	1,68	1,64	1,58	1,51	1,38	1,14	0,15
I (mA)	2	4	6	8	10	12	14,2	16,2	18	18,5
P (mW)	3,52	6,96	10,2	13,44	16,40	18,96	21,44	22,35	20,5	2,77



forrás: https://users.itk.ppke.hu/itk_dekani/files/fizika5/pdfs/01.pdf

Értelmezés

Az ábráról leolvasható, hogy a feszültség az áramerősség függvényében nem lineárisan csökken, ahogyan az a 13. mérésben a telep esetén megfigyelhető volt, hanem egyre nagyobb mértékű a csökkenés. Egy adott érték után hirtelen „lezuhan” a kapocsfeszültség értéke. A teljesítményt ábrázolva látható, hogy van egy maximuma, vagyis ideális terhelése, ami mellett a teljesítmény a legnagyobb. Ez a maximum hely éppen egybeesik azzal az áramerősséggel, ami után a feszültség hirtelen csökken.

A mintamérés adatai alapján a napelem üresjárási feszültsége 1,8 V környékén van, a rövidzárási áram, vagyis a 0 kapocsfeszültséghez tartozó áram 0,18 mA körül.

Hibaforrások

eszközök pontossága

nem ideális műszerek

(esetleg a napelemet érő napfény mennyiségének változása a mérés során)