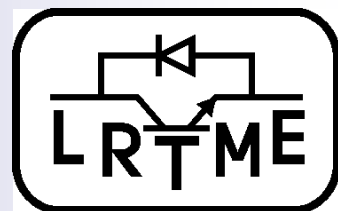


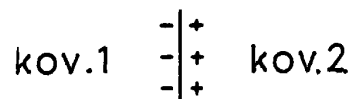
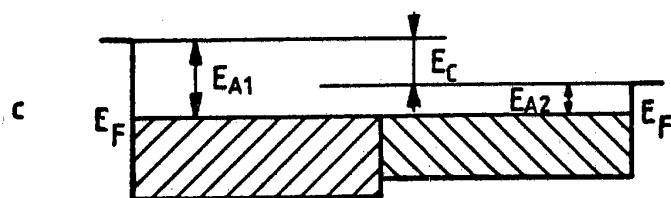
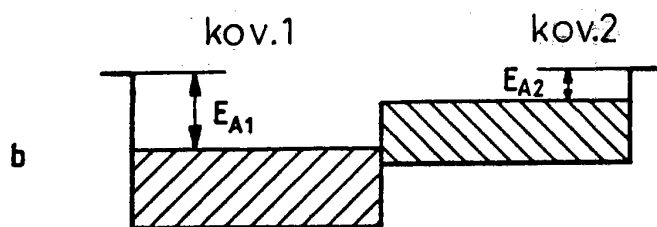
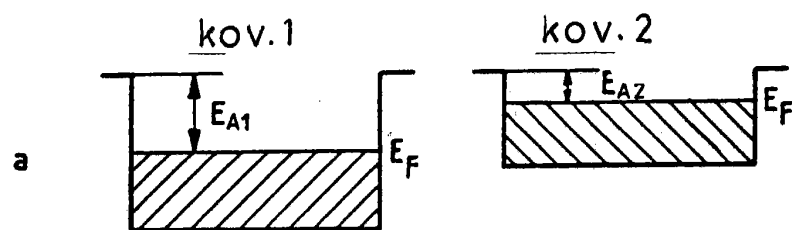
**Materiali in
tehnologije**

Št. leto 2012/2013

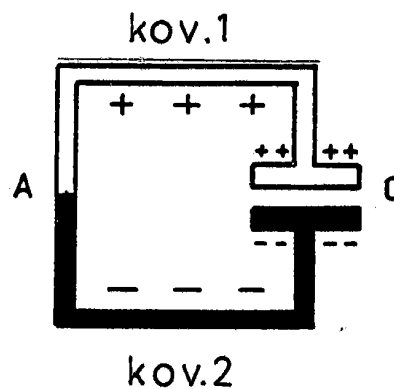
Lastnosti spojev kovin in materiali za električne kontakte



Lastnosti spojev različnih kovin

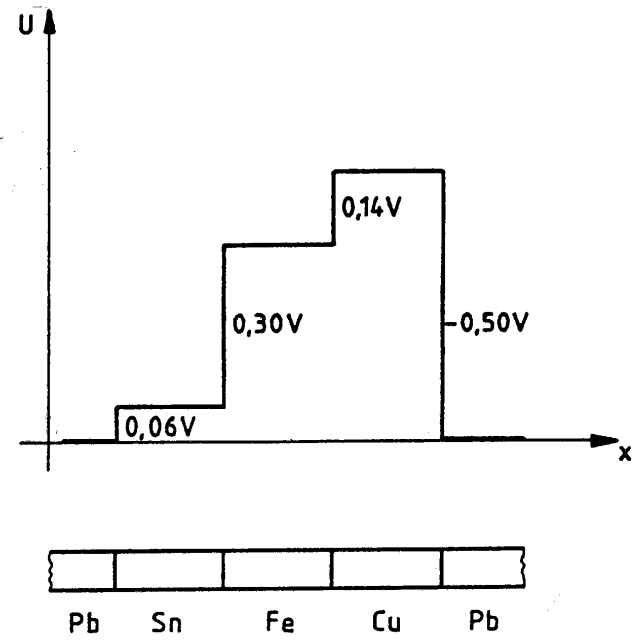
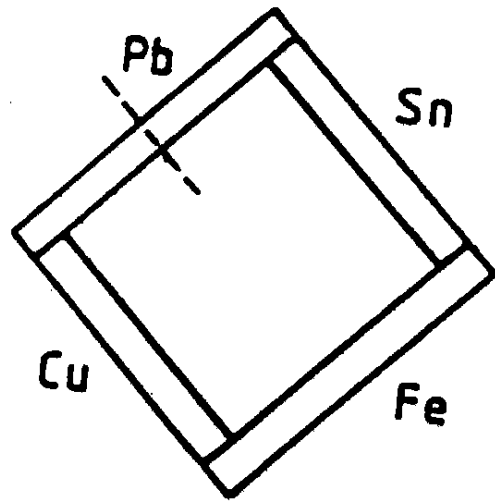


Energijske razmere prostih elektronov v kovinah z različnim izstopnim delom

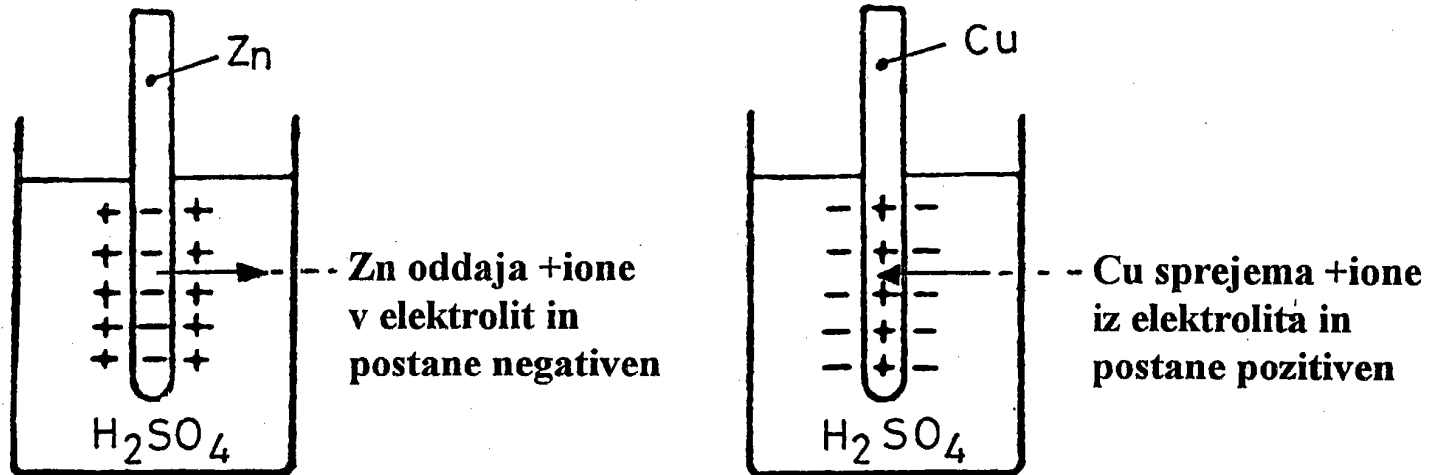


Merjenje kontaktne napetosti

$U_{\text{Zn,Pb}} = 0,39 \text{ V}$
$U_{\text{Pb,Sn}} = 0,06 \text{ V}$
$U_{\text{Sn,Fe}} = 0,30 \text{ V}$
$U_{\text{Fe,Cu}} = 0,14 \text{ V}$
$U_{\text{Cu,Ag}} = 0,08 \text{ V}$
$U_{\text{Ag,Pt}} = 0,12 \text{ V}$



Stik kovine z elektrolitom



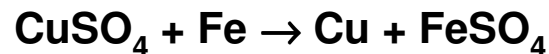


Naravni potencial kovin:

- Kovine z nižjim naravnim potencialom izločajo iz spojin kovine z višjim normalnim potencialom.

Primer: Pomočimo železno palico v raztopino modre galice CuSO_4 in železo z normalnim potencialom $-0,44 \text{ V}$ bo iz elektrolita izločilo Cu z normalnim potencialom $+0,35 \text{ V}$.

Baker se izloči brez zunanjskega vira t.j. električnega toka. Nastane zelena galica FeSO_4 . Reakcijo zapišemo kot:




Primer Cr.

Aktivni Cr z normalnim potencialom $-0,56 \text{ V}$ in pasivni Cr z normalnim potencialom $+1,2 \text{ V}$. Vidimo, da pasivni Cr sodi med žlahtne kovine. V napetostni vrsti je tik pred zlatom Au ($+1,38 \text{ V}$) in platino Pt ($+1,6 \text{ V}$). Zato so predmeti, ki so pokromani, dobro obstojni proti koroziji, kar je splošna lastnost plemenitih kovin.

Naravni potencial kovin

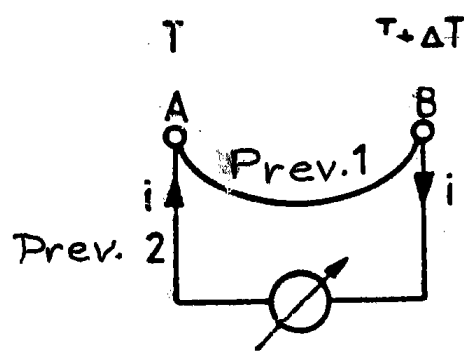
Element	Naravni potencial kovin (V)
litij (Li)	-3.04
rubidij (Rb)	-2.92
kalij (K)	-2.92
kalcij (Ca)	-2.76
barij (Ba)	-2.80
natrij (Na)	-2.71
magnezij (Mg)	-2.40
aluminij (Al)	-1.67
mangan (Mn)	-1,10
cink (Zn)	-0.76
krom (Cr)	-0.56 (+1,2)
železo (Fe)	-0.44
nikelj (Ni)	-0.24
kositer (Sn)	-0.14
svinec (Pb)	-0.13
vodik (H ₂)	+0.00
baker (Cu)	+0.34
jod (I)	+0.54
srebro (Ag)	+0.81
živo srebro (Hg)	+0.86
zlato (Au)	+1.38
platina (Pt)	1,6

nekovine	
Žveplo	-0,51
Kisik	+0.39
Klor	+1.36
Fluor	+2.87

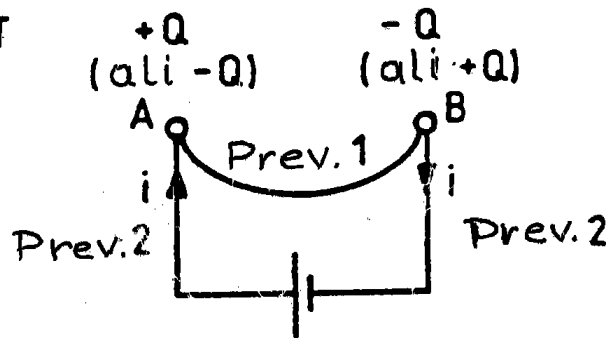


Termoelektrični pojavi pri spojih kovin (tudi kovina polprevodnik)

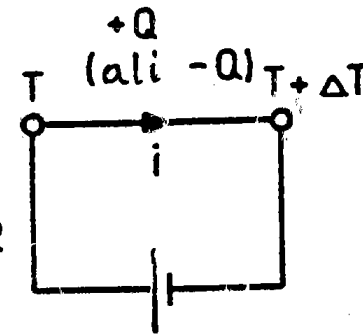
- Seebeck-ov pojav
- Peltier-jev pojav
- Thomsonov pojav



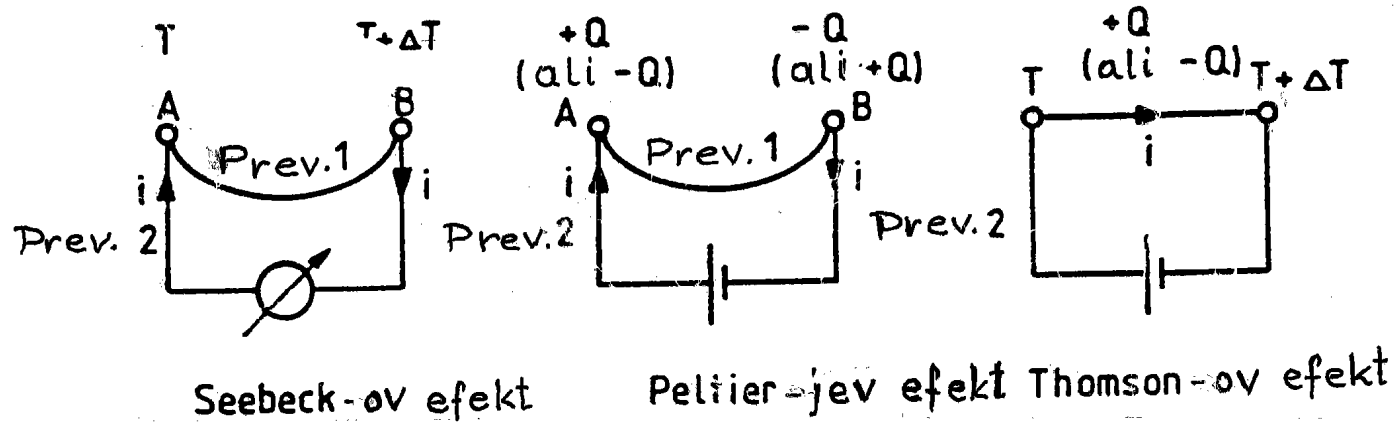
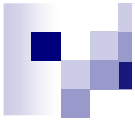
Seebeck-ov efekt



Peltier-jev efekt Thomson-ov efekt



Pri Seebeck-ovem efektu dobimo med dvema kovinama potencialno razliko, ker imamo dve različni kovini, ki sta segreti na različni temperaturi.



Pri Peltier-jevem pojavu nastopi segrevanje ene kontaktne strani oz. ohlajanje druge, če v tokokrogu teče električni tok. Segrevanje oz. ohlajanje je proporcionalno električnemu toku (v nasprotju z Joulovim zakonom, kjer je $P = I^2 \cdot R$).

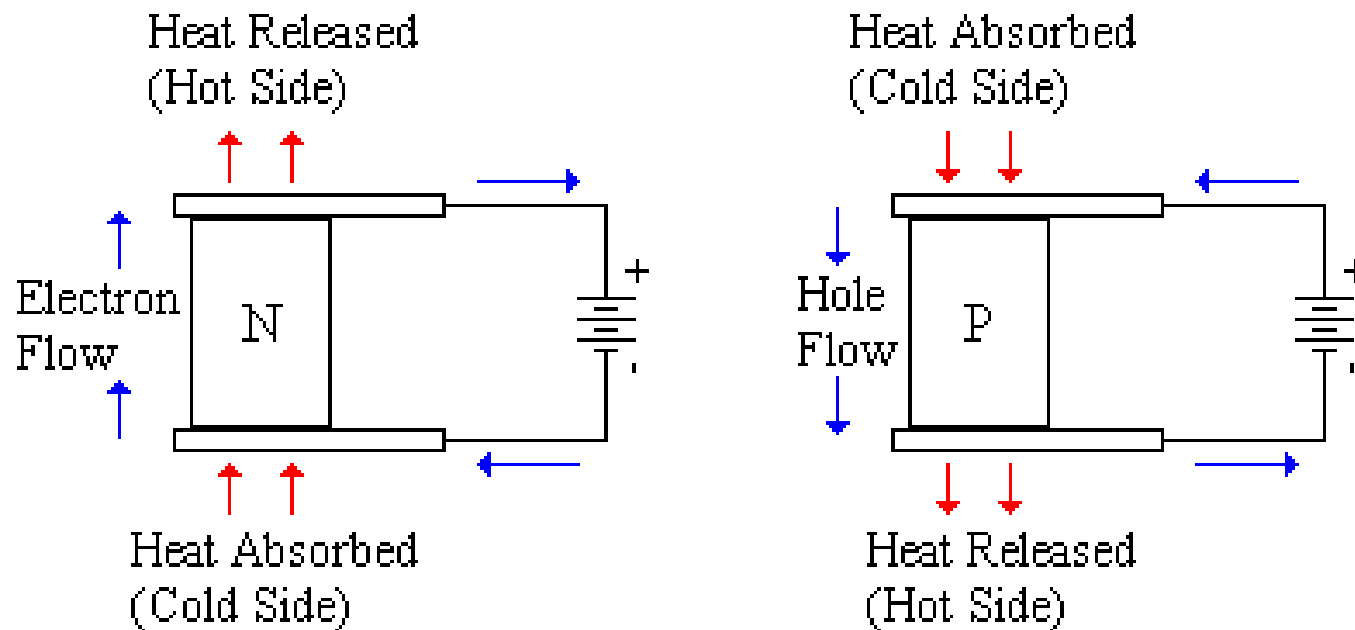
Faktor, ki pri tem nastopa je ti. Peltier-ov koeficient, ki je pri kovinah velikostnega reda 10^{-2} do 10^{-3} V. Pri spremembi smeri električnega toka se tudi toplo in hladno mesto zamenjata.

Pri Thomson-ovem pojavu se homogen vodnik segreje oz. ohladi, če vzdržujemo temperaturno razliko in električni tok skozi vodnik. Pretvorjena toplota je proporcionalna $\Delta T \cdot i$.

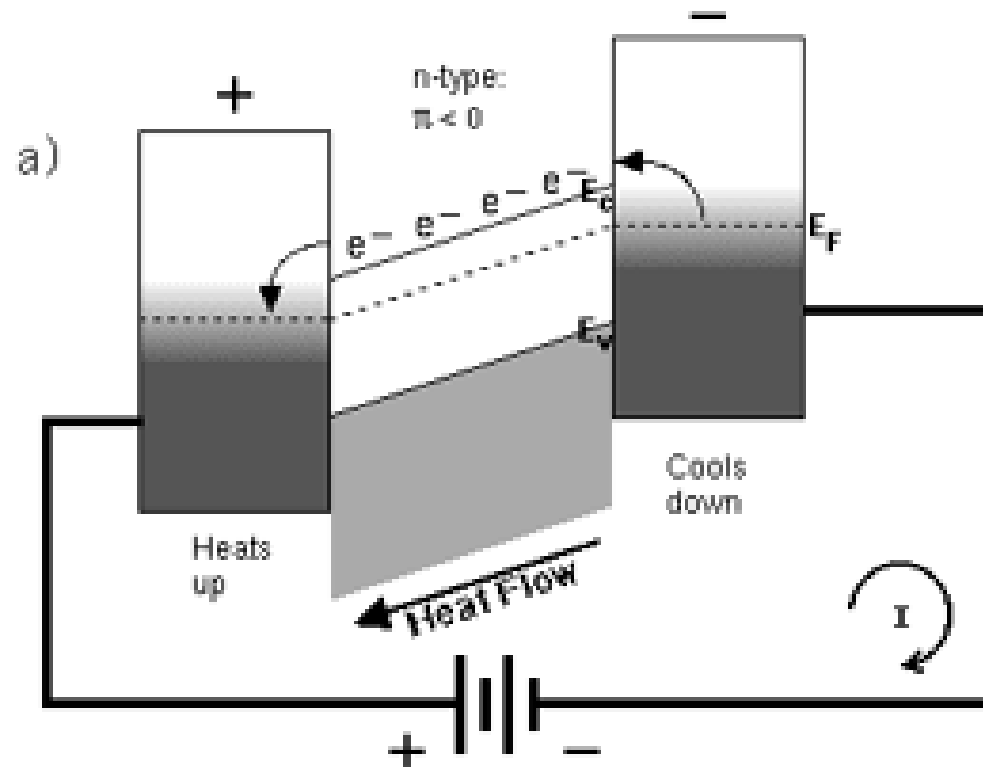
Peltier

- Primer: polprevodniški material z N ali P dopiranimi nosilci naboja – smer prenosa toplote je enaka smeri večinskih nosilcev naboja

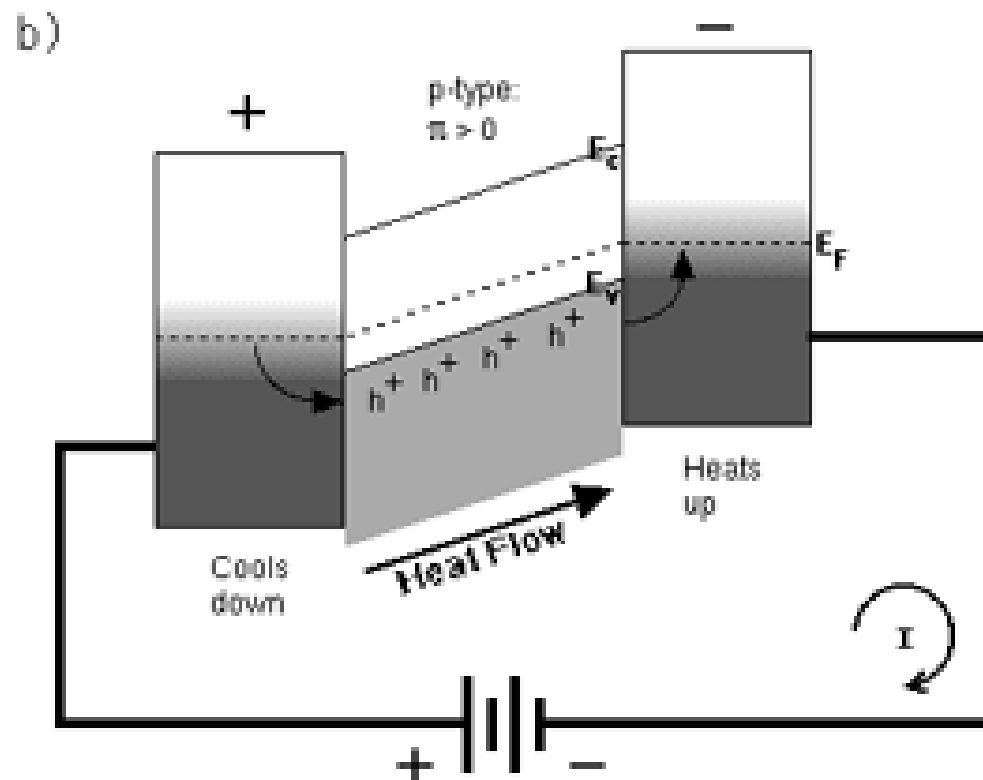
The Peltier Effect



- Primer: polprevodniški material z N dopiranimi nosilci naboja – smer prenosa toplote je enaka smeri večinskih nosilcev naboja

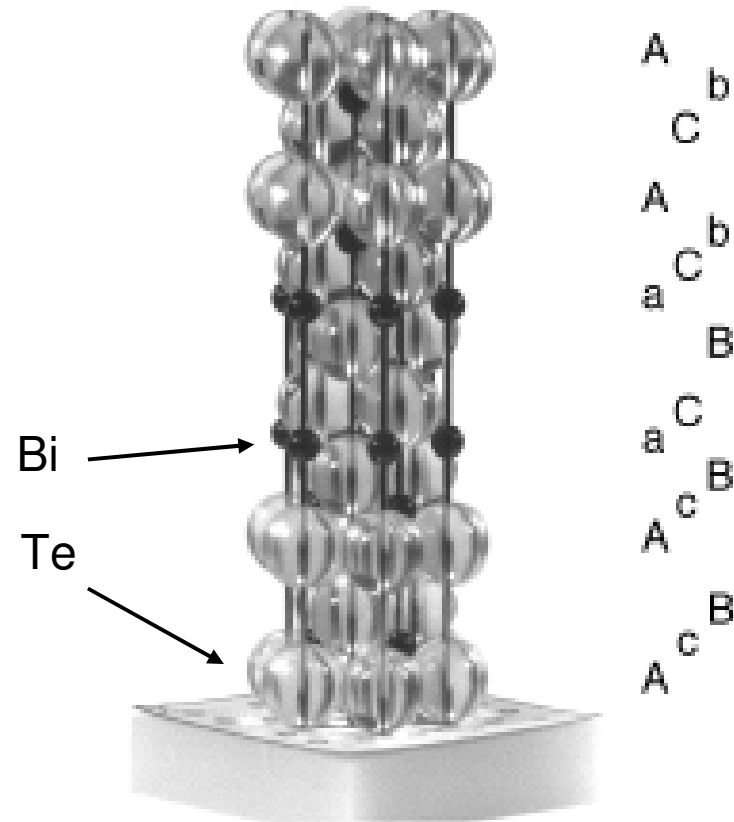


- Primer: polprevodniški material s P dopiranimi nosilci naboja – smer prenosa toplote je enaka smeri večinskih nosilcev naboja



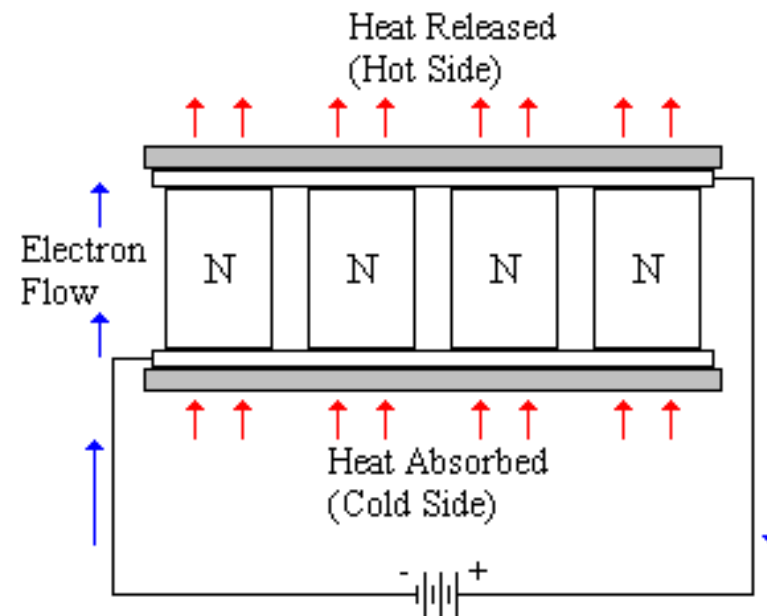
Materiali

- Sobne temperature:
bismuth telluride Bi_2Te_3 ,
antimony telluride
(Sb_2Te_3), in/ali bismuth
selenide (Bi_2Se_3)
- Srednje temperature
(PbTe)
- Visoke temperature in
moči (Si-Ge)



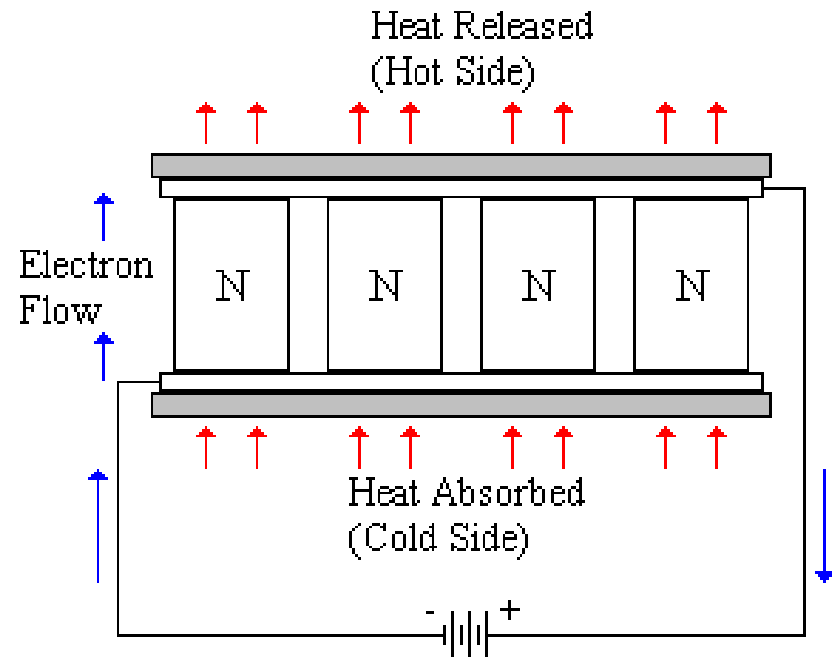
Zgradba termočlena

- Več elementov, večji prenos toplote
- Lahko samo N-tip ali P-tip polprevodnika, vendar to ni praktično!
- Primer: N-tip elementi so vezani električno in termično paralelno



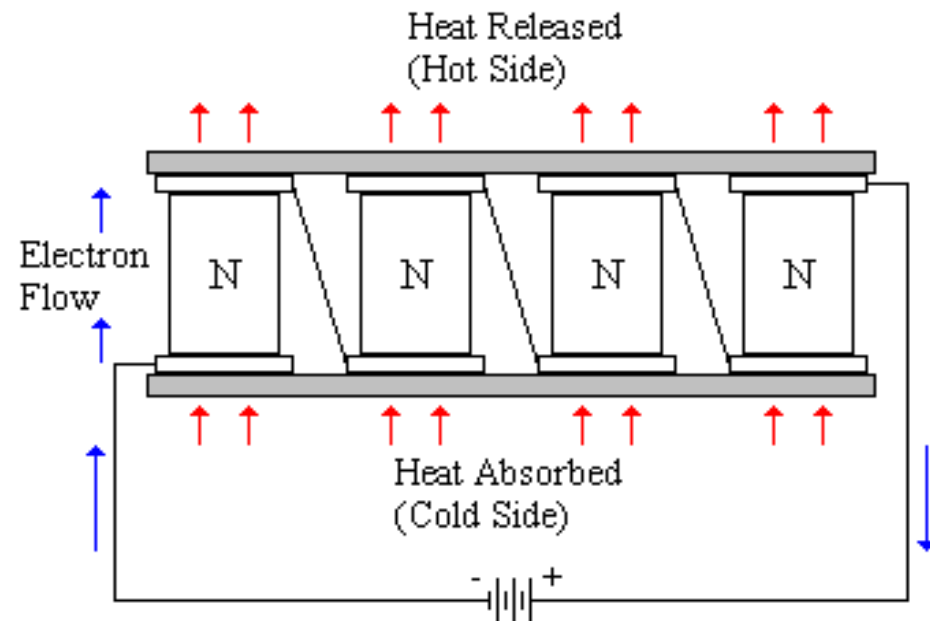
Zgradba termočlena

- Tipična napetost elementa 60 mV
- Skupni tok: nekaj 10 tudi 100 in več A
- Napajalnik: mV \Leftrightarrow kA !!!



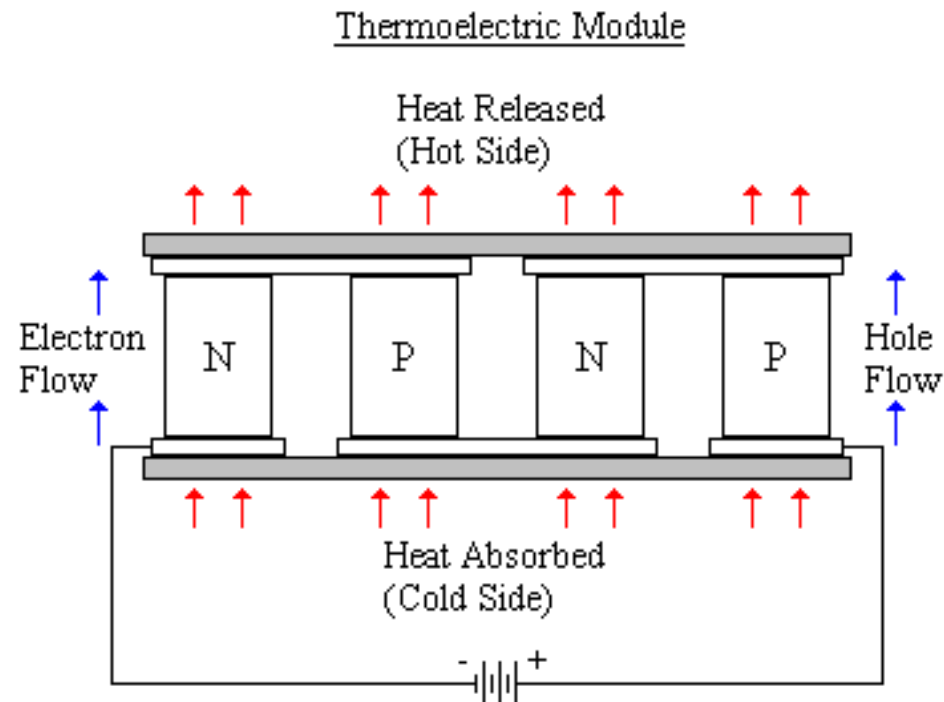
Zgradba termočlena

- Elementi so vezani električno zaporedno in termično paralelno
- Problem termične prevodnosti: vodnik med toplo in hladno stranjo!!!

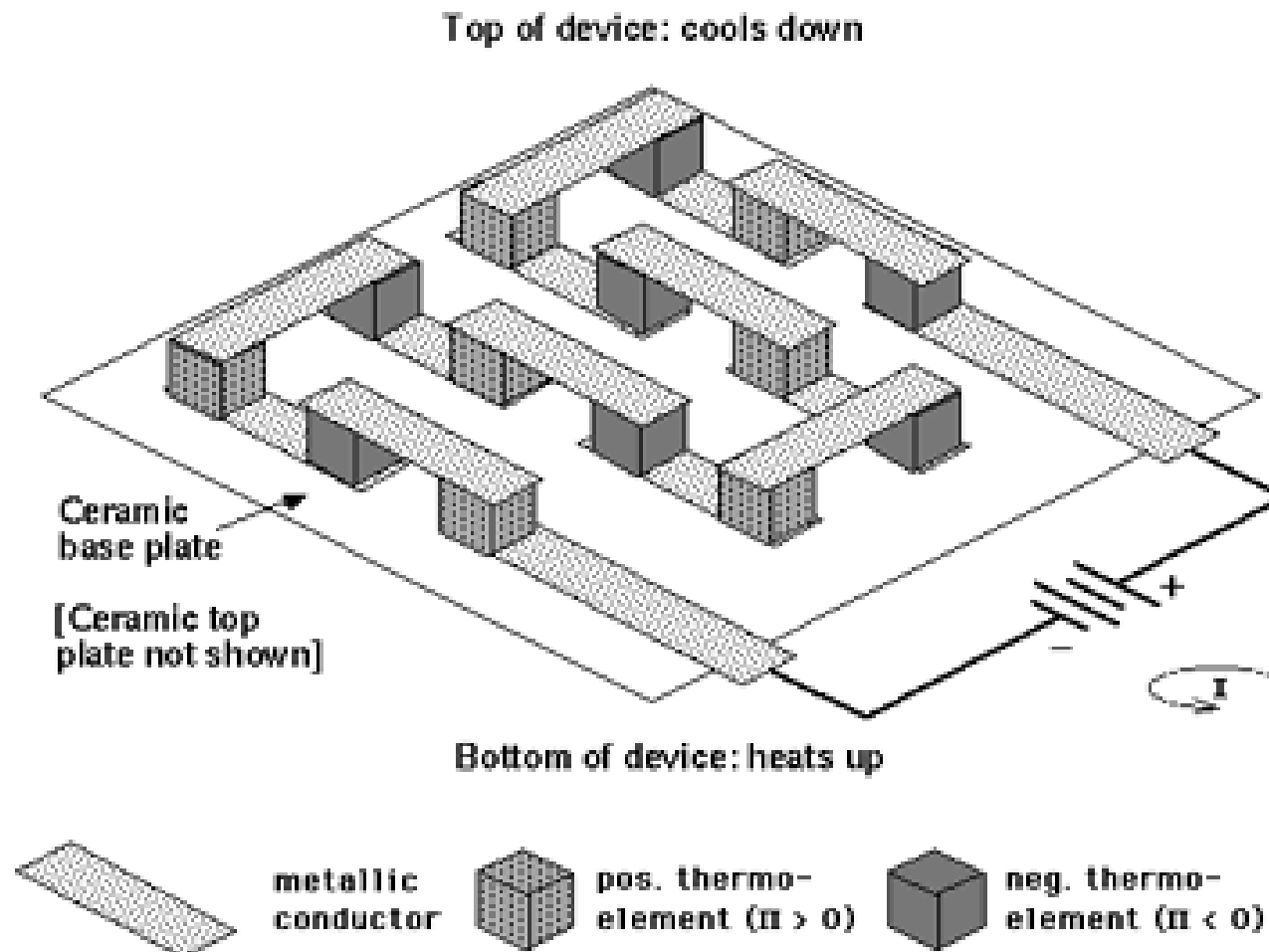


Zgradba termočlena

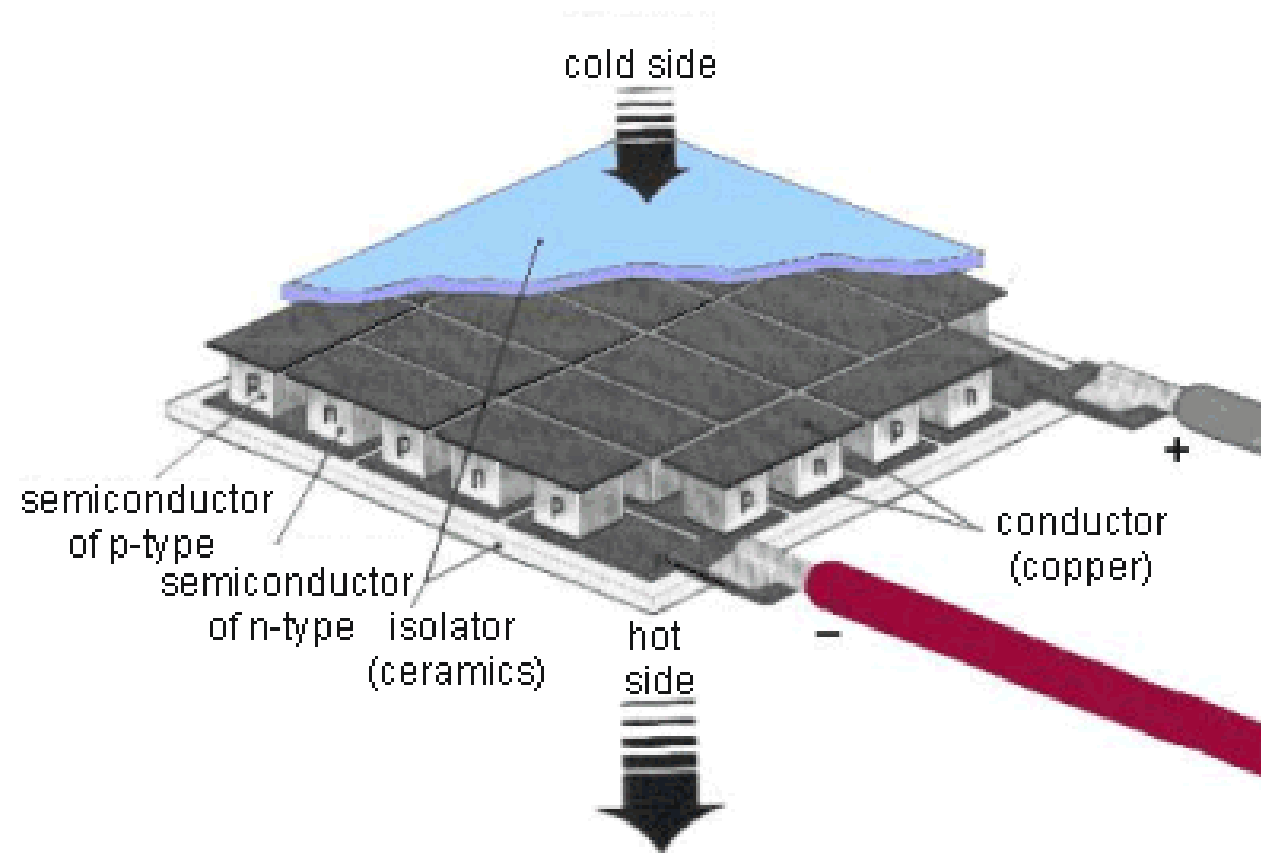
- Elementi so vezani električno zaporedno in termično paralelno
- Uporabljena sta oba tipa polprevodnika
- Ni PN spoja – Peltierjev element ni dioda!!!



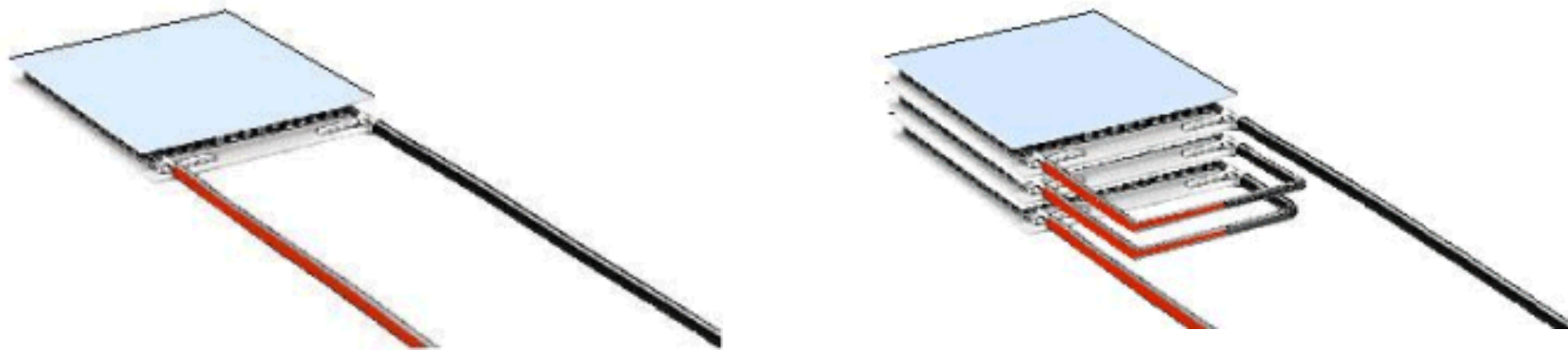
Zgradba realnega elementa



Zgradba realnega elementa



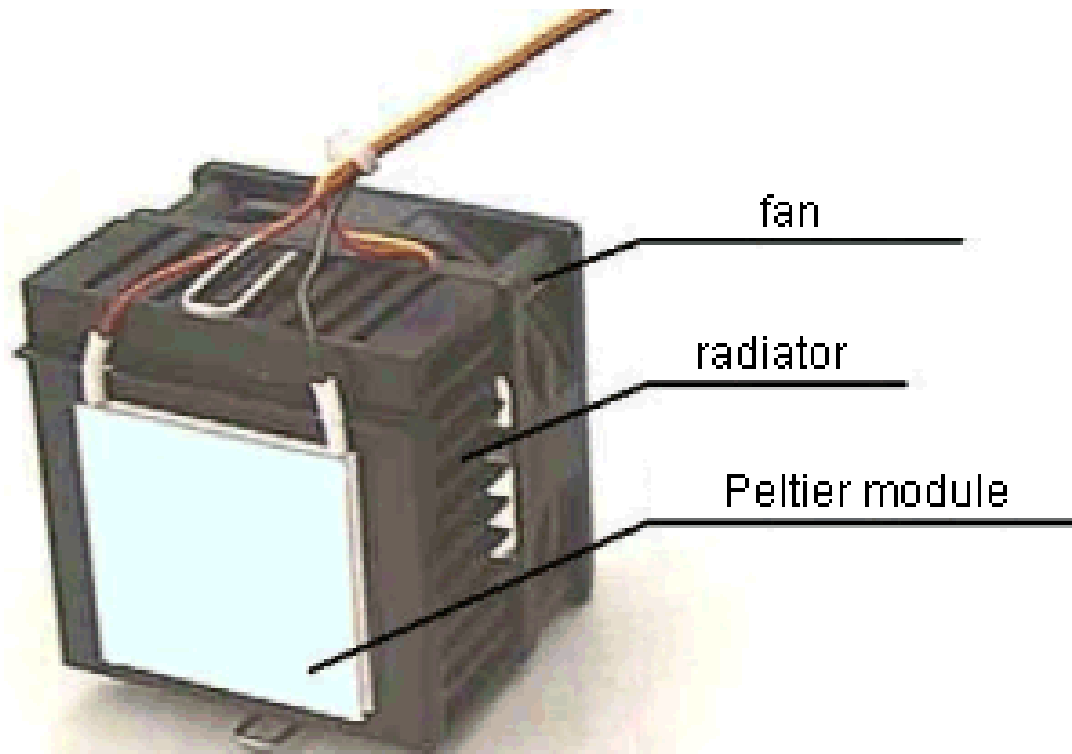
Dimenzije in povečanje temperaturne razlike



Element 5 cm x 5 cm (max)

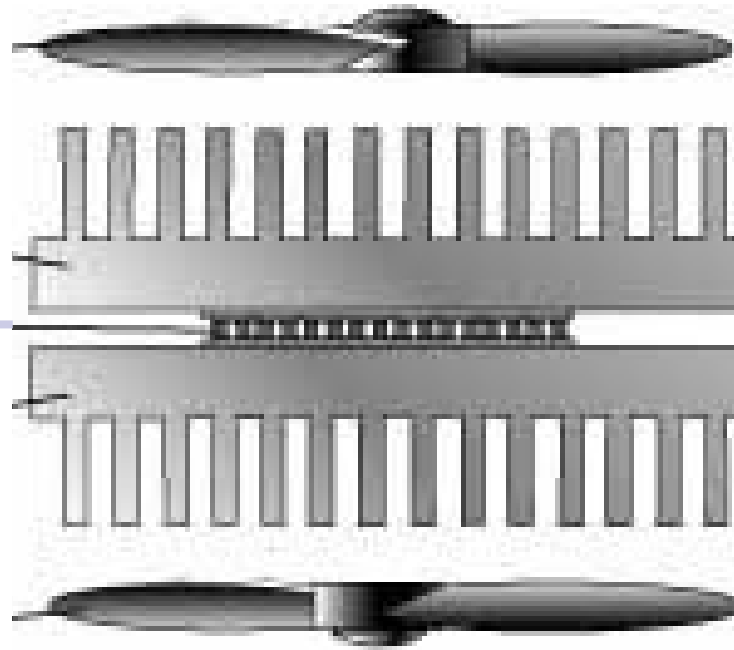
254 alternating P and N-type pellets—can run from a 12 to 16 VDC supply and draw only 4 to 5 amps (rather than 1000 amps at 60 mV)

Primer uporabe



Primer uporabe

$$T_{hot} = T_{ok}$$



$$T_{cold}$$



Primerjava s kompresorskimi hladilnimi sistemi

Peltier:

- Ni vrtečih se delov, ni trenja
- Minimalni stroški vzdrževanja
- Brezhrupno delovanje
- Možnost ogrevanja in ohlajanja (zvezen prehod)
- Dinamične spremembe
- (Relativno) visoka cena
- Majhni sistemi

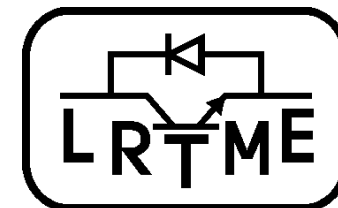
Kompresorski hladilni sistem:

- Velike moči, a relativno nizka cena
- Hrup
- Vzdrževanje
- Hladilni sistem \Leftrightarrow Ogrevalni sistem
- Proizvodnja hladilnega medija (ekologija!)

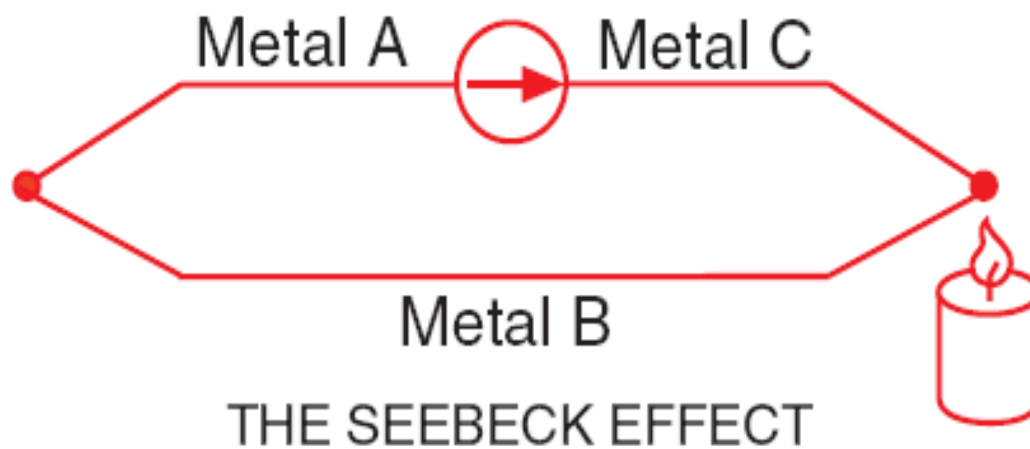
Snovi in gradiva v elektrotehniki

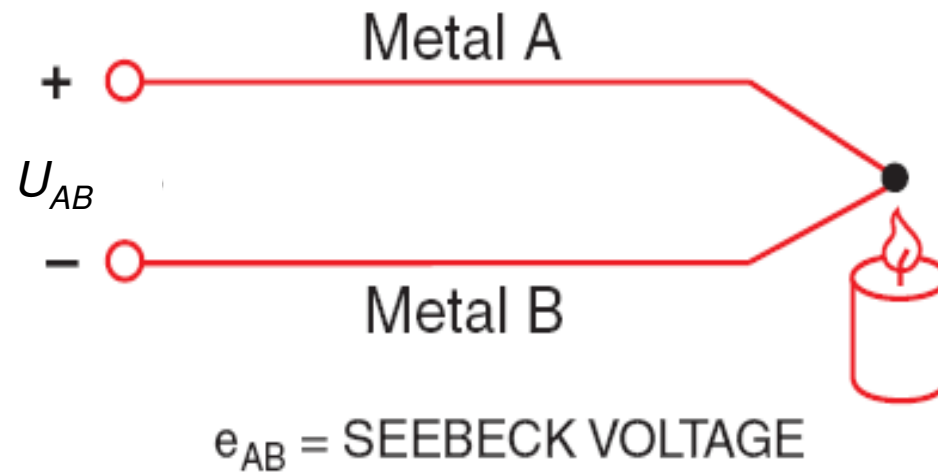
Št. leto 2008/2009

Termočlen



Princip delovanja



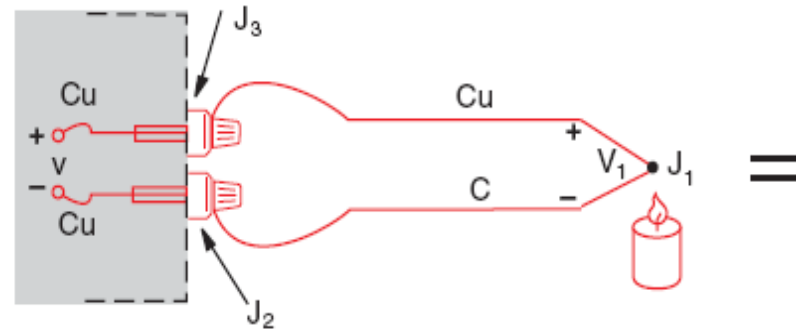


$$\Delta U_{ab} = \alpha \cdot \Delta T$$

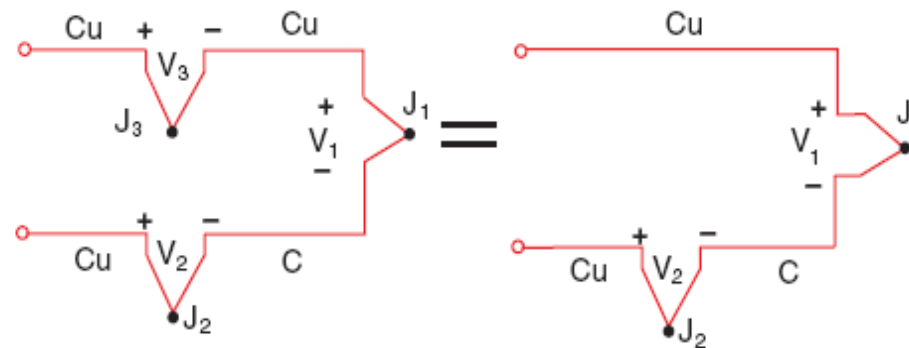
Merjenje temperature: termočlen baker-konstantan

Problem: več spojev

Dejansko merimo napetostno razliko $U_1 - U_2$

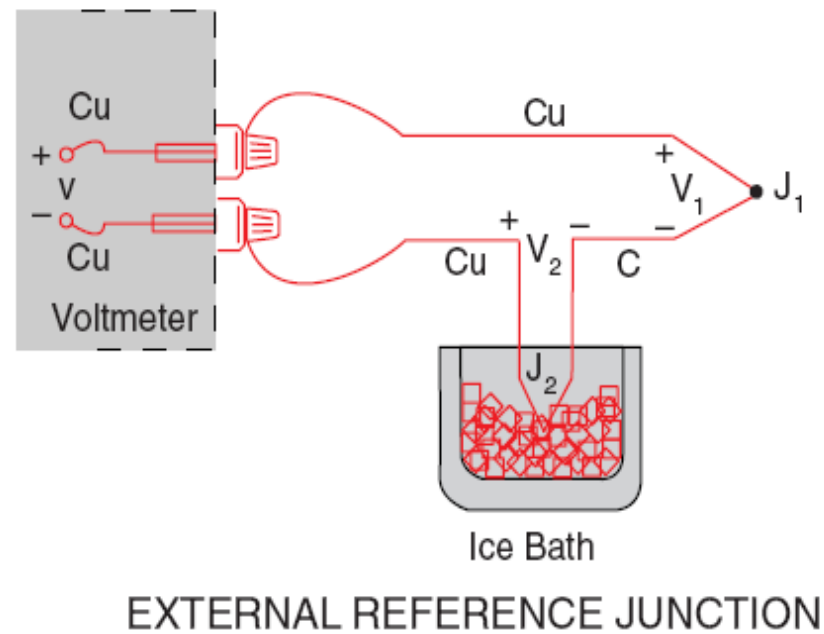


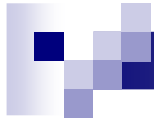
EQUIVALENT CIRCUITS



MEASURING JUNCTION VOLTAGE WITH A DVM

Zunanja referenca





Za izdelavo teh spojev (termočlenov) uporabljamo različne zlitine:

- kopel (56 % Cu, 44 % Ni),
- alumel (95 % Ni, 5 % Al, Si, Mg),
- kromel (90 % Ni, 10 % Cr)
- konstantan,
- Pt - Rh (90 % Pt, 10 % Rh),
- čiste kovine kot npr. Cu, Fe, Ni, Pt.

Največjo termoelektrično napetost dobimo s kombinacijo kromel - kopel, pri kateri dobimo pri temperaturni razliki 100 °C napetost 8 mV.

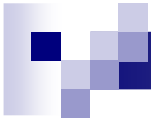


Materiali za električne kontakte



1. Kontaktna upornost naj bi bila čim manjša in stalna.

Kovina	Specifična. el. upornost [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	Specifična el. upornost po šestih mesecih [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]
Pt	0,001	0,005
Ag	0,001	0.01
Cu	0,05	20
W	1	10

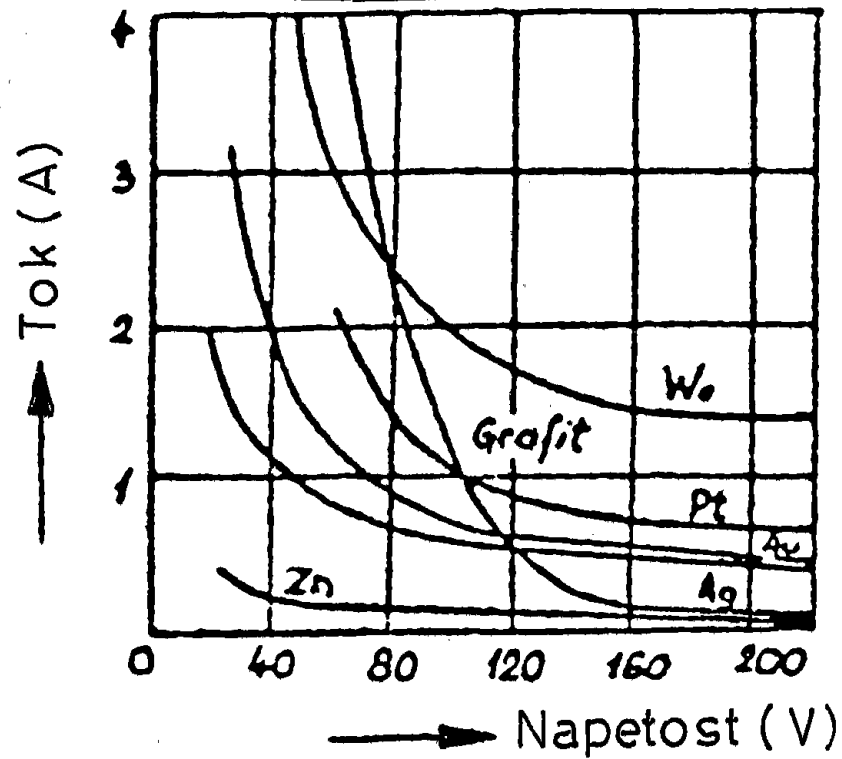


2. *Materiali za kontakte morajo imeti čim večjo toplotno prevodnost, da so toplotne izgube na kontaktnem materialu čim manjše.*

- oblikovanje kontaktnih površin
- kovine, ki pri zlivanju ne tvorijo kristale mešance

3. *Material mora biti odporen tudi proti obrabi.*

4. *Do obrabe materiala lahko pride tudi zaradi odgorenja oziroma izparevanja materiala.*



Mejne vrednosti napetosti in tokov nekaterih materialov za nastanek električnega oblaka



Razdelitev kontaktov po tokovni obremenitvi

Kontakti za majhne tokovne obremenitve

- Pritiski so zelo majhni in znašajo približno 0,2 N
- Če želimo doseči odlično korozijsko obstojnost, uporabljamo Pt, Au in Rh.
- Čisto srebro (Ag) je dokaj mehko, zato ga v glavnem uporabljamo v zlitinah



Kontakti za srednje velike tokovne obremenitve

- Kompromisna rešitev med mehansko trdnostjo, časovno nespremenljivostjo in velikostjo prehodne upornosti.
- Pomembna je toplotna prevodnost
- Pri teh kontaktih uporabljamo W, Ag in zlitine Ag - Cd ter sestavljene kovine Ag - W, Ag - Mo, Ag - Ni.
- S sintranjem W, Ag in Mo dobimo materiale z boljšimi električnimi lastnostmi. Podobno velja tudi za sintranje teh kovin s Cu.



Kontakti za velike tokovne obremenitve

- Zaradi obremenitev prihaja do močnega segrevanja, hitre obrabe in do problema z varjenjem kontaktov.
- Stikalne površine morajo biti večje, obenem pa so temu primerno večje tudi pritezne sile (cca. 100 N).
- Pri konstrukciji moramo paziti, da dosežemo dobro odvajanje toplote.
- Za izdelavo teh kontaktov najpogosteje uporabljamo trdi Cu in njegove zlitine ter Ag in njegove zlitine.
- Zaradi oksidacije Cu, je njegova preklopna moč nekoliko omejena, saj bi pri debelejši oksidni plasti prihajalo do pregrevanja.
- Zelo pogosto se kontakt izdelava tudi tako, da se srebrno prevleko prispajka na bakreno podlago.



Razdelitev kontaktov po načinu preklapljanja

Po načinu preklapljanja delimo kontakte v tri skupine:

- stalne,
- prekinjevalne,
- drsne.

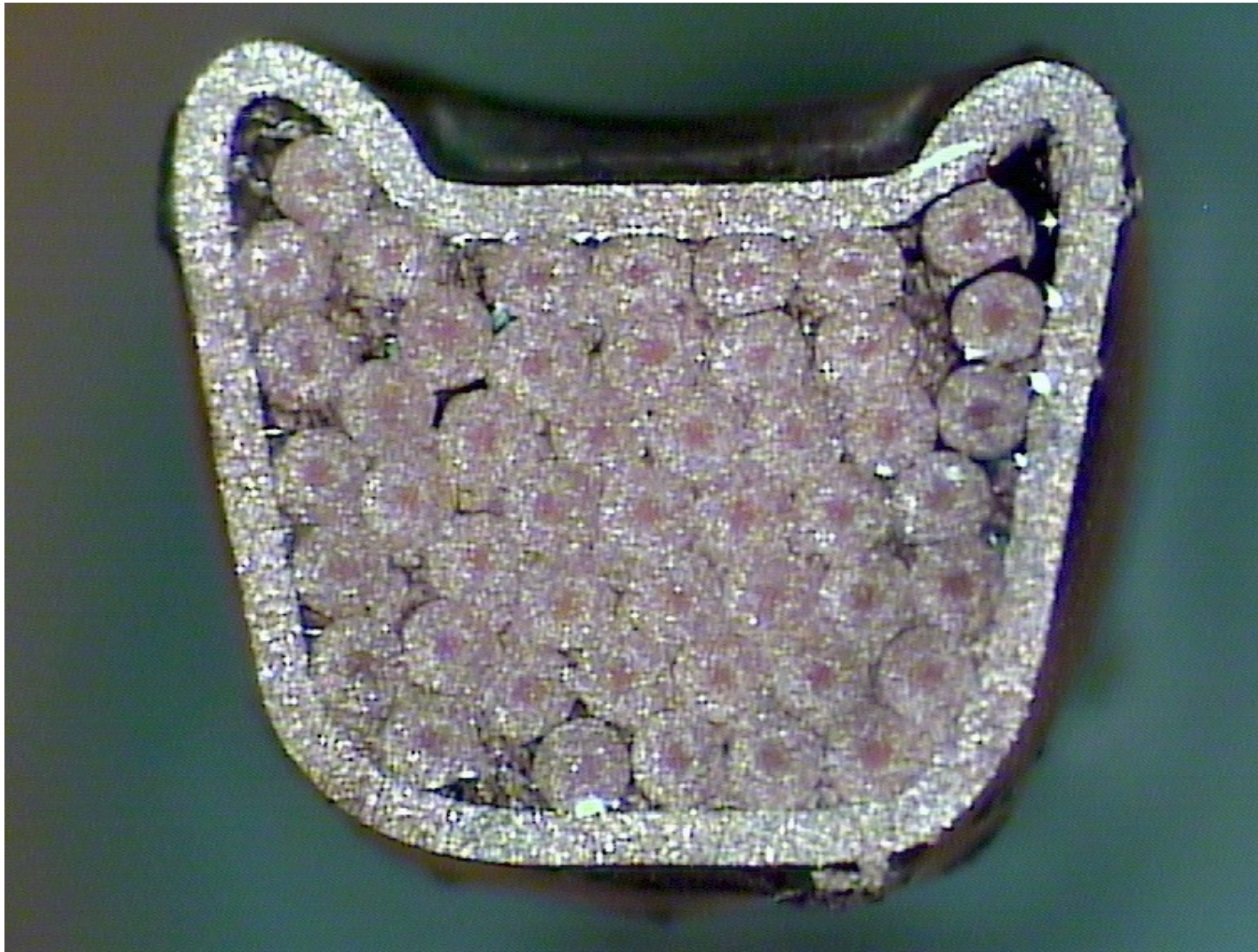
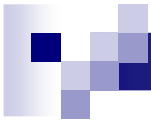
Stalni kontakti

- Če so kontakti atmosfersko zaščiteni, lahko uporabljamo široko paleto materialov.
- Če ni zaščite, uporabimo materiale, ki so korozijsko odporni. (Cu, Ag, bron, medenina, ali pa tudi nerjavna jekla).
- Različni naravnih električni potenciali kovin!

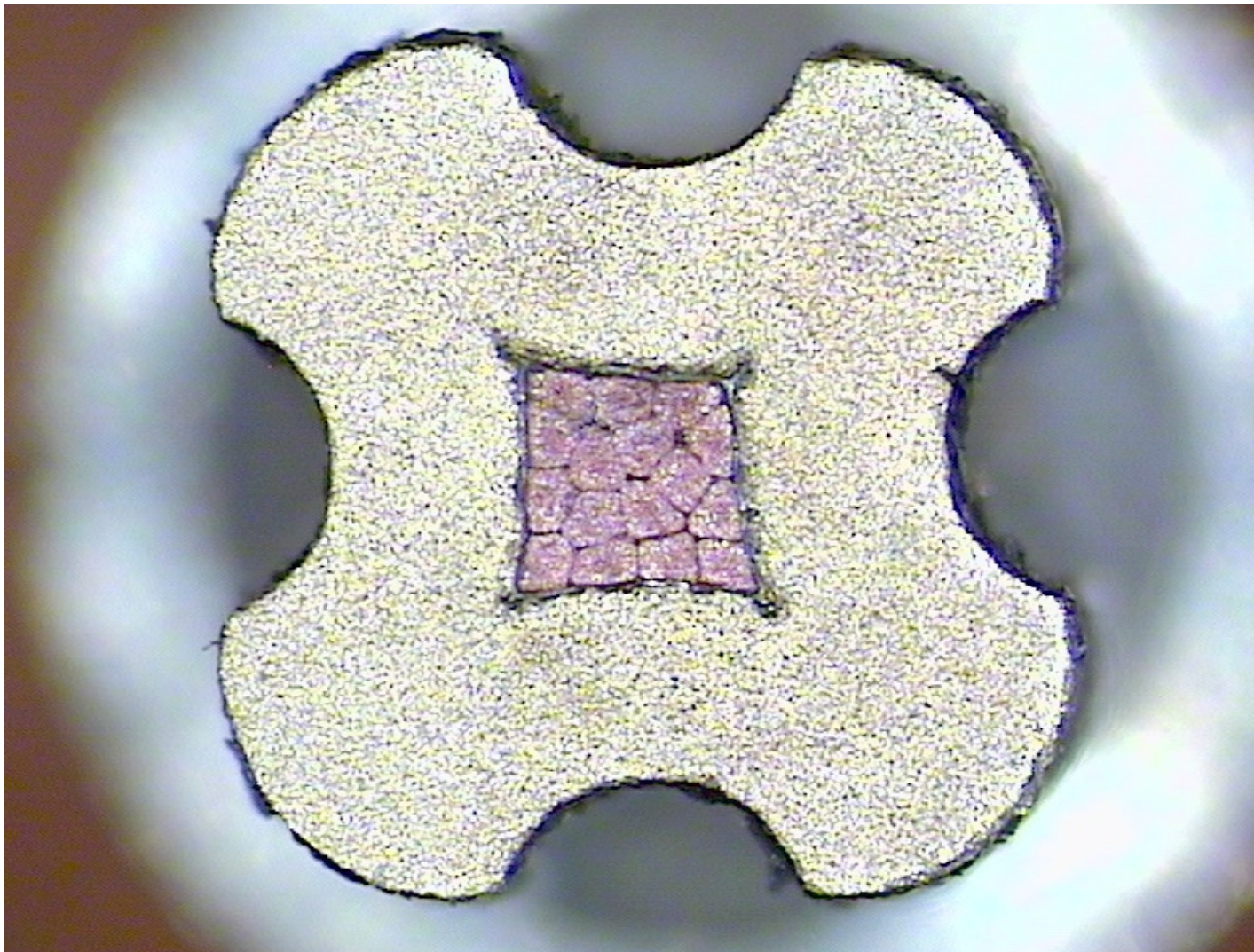
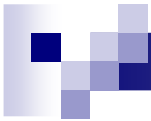


Prekinjevalni kontakti

- za večje obremenitve uporabljamo Ag, W, Mo, Ni in Cu.
- pri posebnih izvedbah prekinjevalnih stikal se preklapljanje izvaja v medijih, kjer se doseže višjo prebojno trdnost in odlično korozijsko zaščito. Kot medij se najpogosteje uporablja vakuum, olje ali inertne pline kot npr. SF₆.



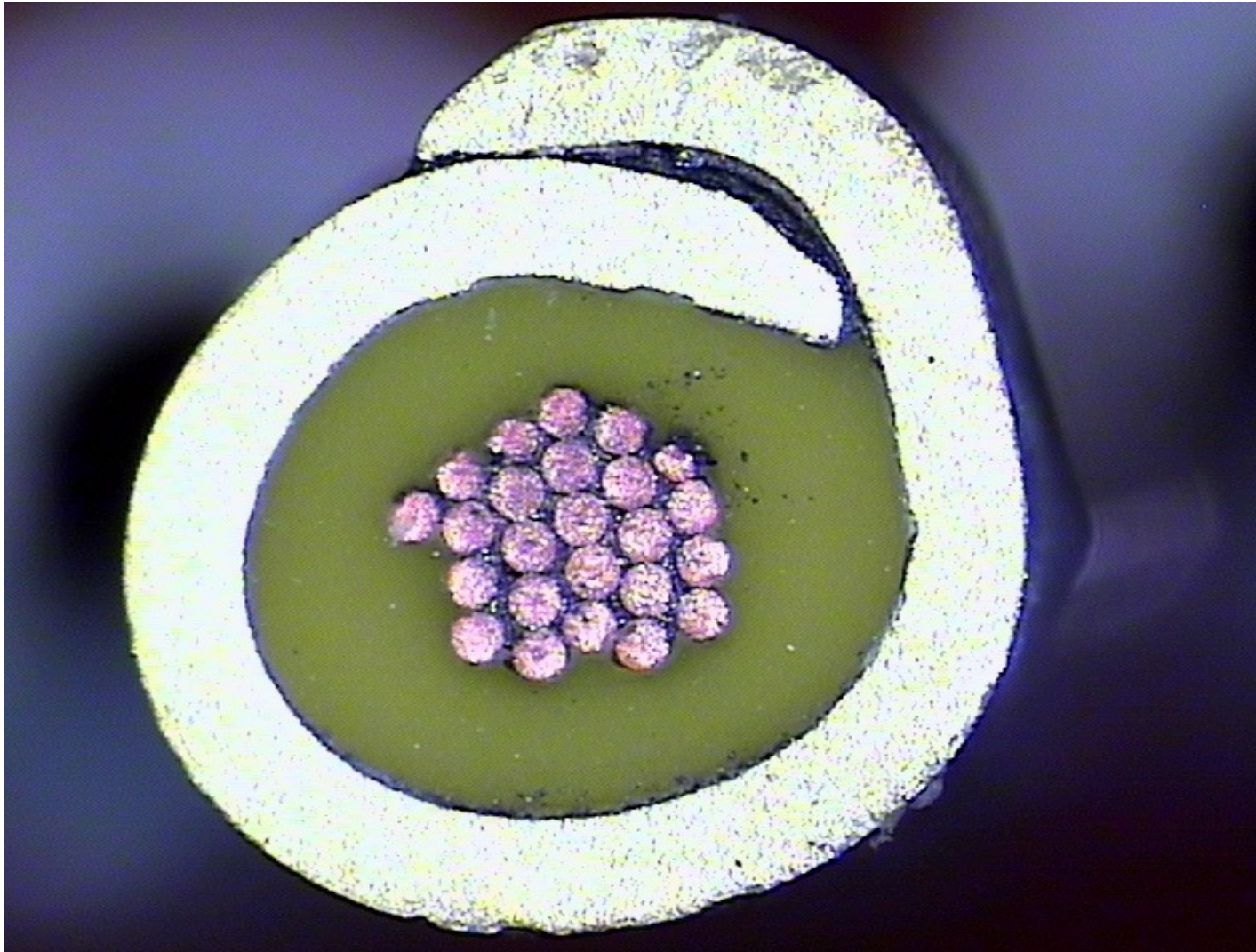
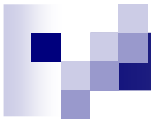
Žični kov - tulka



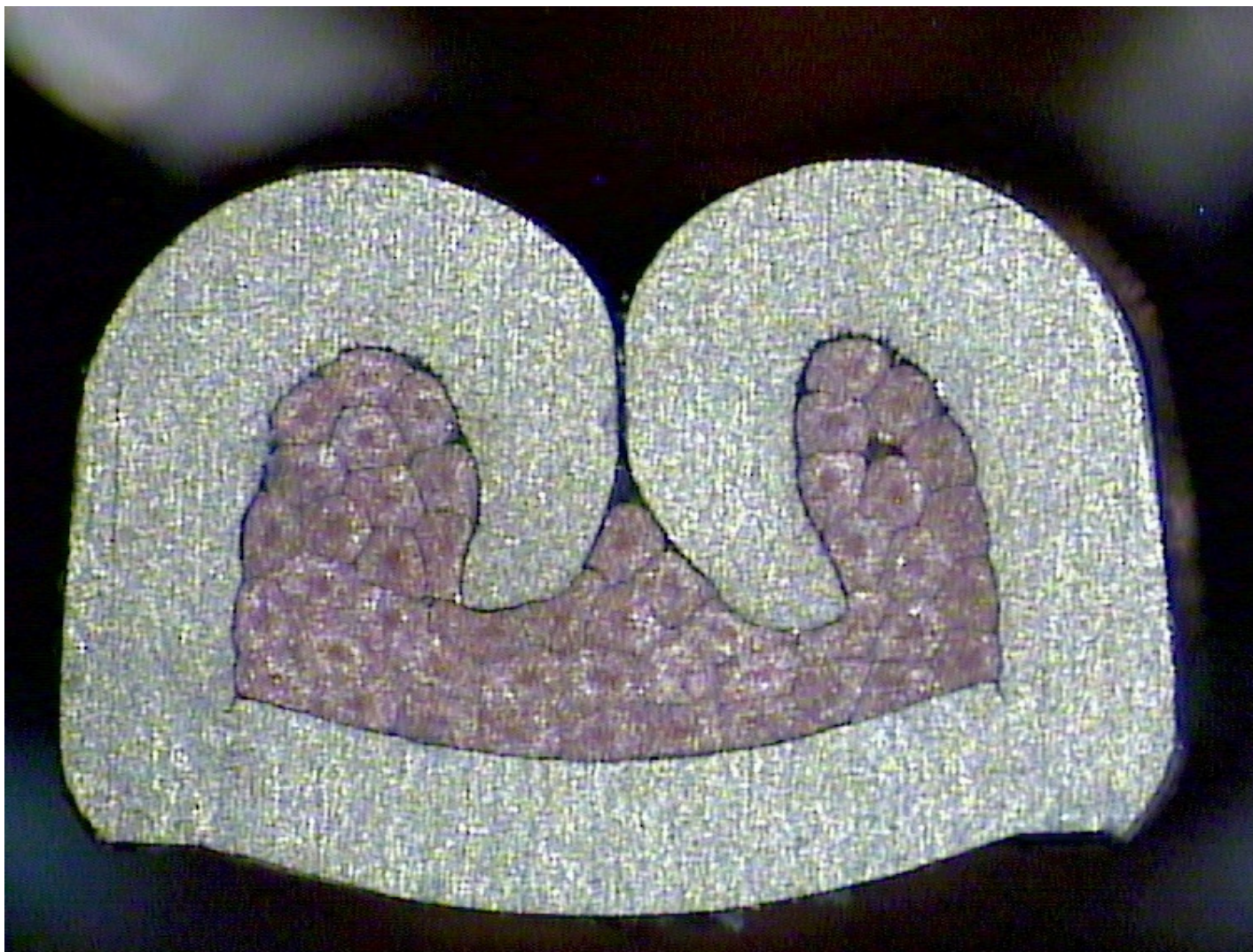
Žični X kov



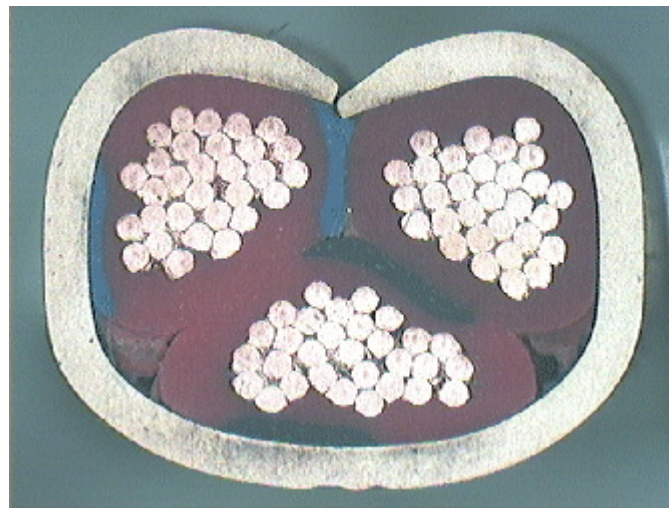
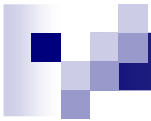
Prekrivni žični kov



Prekrivni izolirani kov



Dvojni žični kov



Trojni izolirani kov