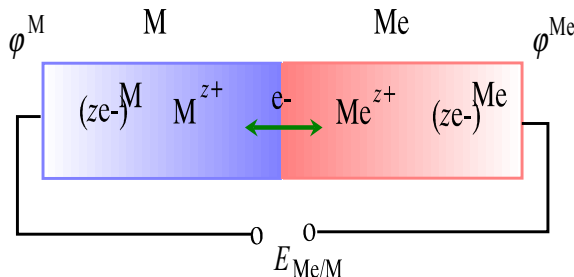


Kontaktgyensúly fém-fém fázishatáron /Hőelemek/

Ha két különböző fém (M és Me) felületük mentén érintkezésbe hozunk, (1. ábra) a két fém között potenciálkülönbség alakul ki, amit *kontaktpotenciálnak* nevezünk.



1. ábra: A kontaktpotenciál értelmezése fém-fém között

A kontaktpotenciál kialakulását azzal magyarázhatjuk, hogy a két érintkező fémekben az elektronok energiaállapota eltér egymástól. Ezen túlmenően a fémekben különbözik a szabad vegyértékelektronok száma, vagyis az elektron koncentráció is. Mivel a közös fázishatár csak az *elektronok számára átjárható*, az összeérintés pillanatától kezdődően abból a fázisból, amelyben nagyobb az elektronok energiaszintje, az időegység alatt több elektron jut át a fázishatáron, mint amennyi fordított irányban áramlik, azaz viszonylag rövid idő alatt az elektronok megoszlásában beáll az



folyamatnak megfelelő egyensúlyi állapot.

Mivel az egyensúly beállása közben az egyik fémből a másikba meghatározott mennyiségű elektron lép át, az elektron kémiai potenciáljának megváltozása a két fém között elektromos potenciálkülönbséget hoz létre. Ezt a potenciálkülönbséget nevezzük *érintkezési-*, vagy *kontaktpotenciálnak* ($E_{Me/M}$). A bekövetkező kémiai potenciálváltozás a töltésátmenetet kísérő elektromos munkával ($zF\phi$) lesz egyenlő, vagyis:

$$\mu_{e^-}^{Me} - \mu_{e^-}^M = \Delta_M^{Me} \mu_{e^-} = F(\phi^{Me} - \phi^M) = F\Delta_M^{Me} \phi_{e^-} = FE_{Me/M} .$$

A fenti összefüggés azt mutatja, hogy az érintkező fémek közötti elektromos potenciálkülönbség arányos a két fémekben az *elektron kémiai potenciál-különbségével*.

Az összefüggést átrendezve

$$\mu_{e^-}^M - F\phi^M = \mu_{e^-}^{Me} - F\phi^{Me} ,$$

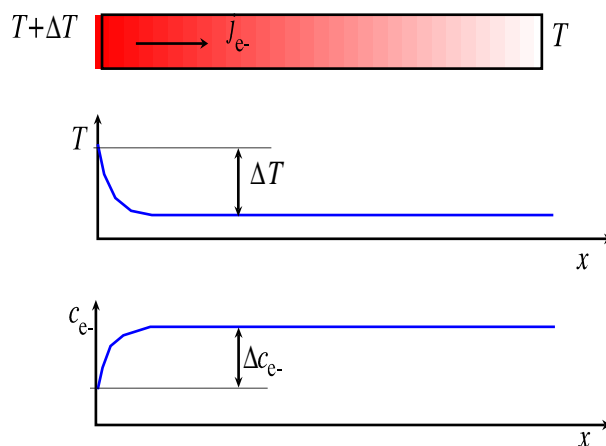
és bevezetve az elektrokémiai potenciál fogalmát, a dinamikus egyensúlyt az jellemzi, hogy az *elektron elektrokémiai potenciálja a két fázisban azonosává válik*:

$$\tilde{\mu}_{e^-}^M = \tilde{\mu}_{e^-}^{Me} .$$

Az egyik és a másik fémbe az elektron kémiai potenciálja adott hőmérsékleten állandó ugyan, de egymástól eltérő. A két fázisban az elektron kémiai potenciálját a rácspontokban lévő saját fém ionjaival való kölcsönhatása szabja meg. Ebből az következik, hogy két fém érintkezésekor a fázishatáron potenciálugrás, elektromos kettősréteg alakul ki.

A kontaktpotenciál értéke hőmérsékletfüggő, ami azzal magyarázható, hogy a fémekben az elektronok energiája függ a hőmérséklettől, de az egyes fémeknél a hőmérsékletfüggés eltérő.

Ha egy fémes vezető két vége között ΔT a hőmérséklet-különbség, akkor a vezetőben elektronáram jön létre a nagyobb hőmérsékletű hely felől a kisebb felé mindaddig, amíg a vezető hossza mentén a hőmérséklet-eloszlásnak megfelelő egyensúly nem áll be. Ez a jelenség a *Seebeck-effektus*. A 2. ábra egy vezetőben a hőmérsékletet és az elektronok koncentrációját szemlélteti a vezető hossza mentén. Az M vezető két vége között az ún. *abszolút Seebeck-koefficienssel* (s_M) arányos elektromos potenciálkülönbség ($\Delta\phi^M$) lép fel.



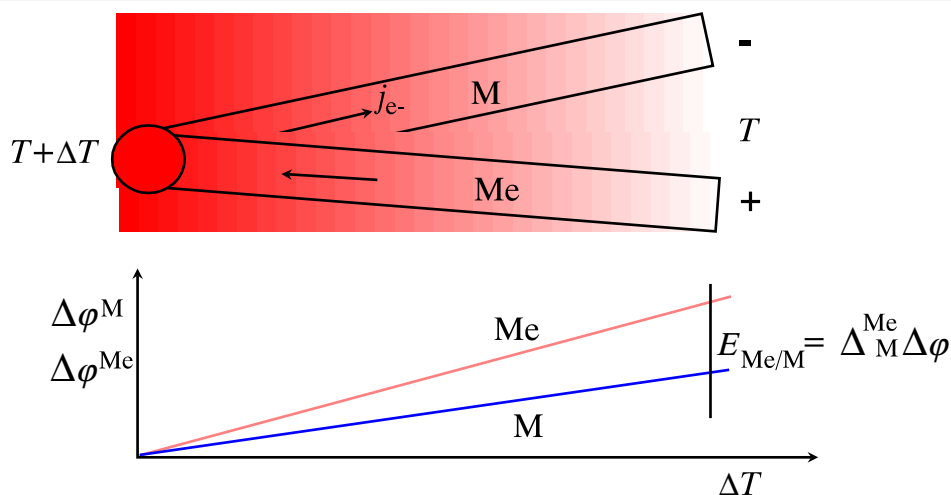
2. ábra: A Seebeck-effektus értelmezése

Az egyik végén összeérintett M és Me fém pár (*termoelem*) esetén mindkét fém hideg és meleg vége között fellép a hőmérséklet-különbséggel arányos elektromos potenciálkülönbség:

$$\Delta\phi^M = s_M\Delta T \quad \text{ill.} \quad \Delta\phi^{\text{Me}} = s_{\text{Me}}\Delta T.$$

A termoelem (3. ábra) két szabad vége (hidegpontok) között pedig a hideg és a közös végek (melegpont) közötti ΔT hőmérséklet-különbséggel arányos elektromos potenciálkülönbség különbsége, azaz *termofeszültség* ($E_{\text{Me}/\text{M}}$) keletkezik, vagyis

$$\begin{aligned} \Delta\phi^{\text{Me}} - \Delta\phi^M &= (s_{\text{Me}} - s_M)\Delta T \\ \Delta_M^{\text{Me}} \Delta\phi &= \Delta_M^{\text{Me}} s \Delta T \\ E_{\text{Me}/\text{M}} &= s_{\text{Me}/\text{M}}\Delta T. \end{aligned}$$



3. ábra: A termofeszültség értelmezése

A kifejezésben $s_{Me/M}$ a *Seebeck-koefficiens*, ami egy adott vezetópár (termopár) esetében a kontaktpotenciál változását adja meg 1 K hőmérséklet-különbség hatására. A Seebeck-koefficiens fémekre néhány $10 \mu\text{V/K}$, félvezetők esetében eléri a $0,1 \text{ mV/K}$ nagyságrendet.

Az 1. táblázat Pt - M fém pár elektromotoros erejét adja meg $\Delta T = 100 \text{ K}$ hőmérséklet-különbség esetén. (A Pt a negatív)

Az 1. táblázat: Pt - M fém pár elektromotoros ereje $\Delta T = 100 \text{ K}$ hőmérséklet-különbség esetén

Fém	$E_{M/Pt}$ mV	Fém	$E_{M/Pt}$ mV
Bi	-6	Rh	0,65
Konstantán	-3,2	Ir	0,66
Co	-1,7	Ag	0,68
Ni	-1,5	Cu	0,74
K	-0,94	Au	0,75
Pd	-0,28	W	0,77
Na	-0,21	Acél	0,77
Hg	-0,05	Zn	0,80
Pt	0,00	Manganin	0,80
C	0,22	Cd	0,88
Ta	0,4	Mo	1,20
Al	0,39	Fe	1,88
Mg	0,41	Sb	4,75
Sn	0,42	Si	44,8
Pb	0,43	Te	~50