

Jméno a příjmení: Datum měření:

Třída: Školní rok:

Teplotní závislost odporu kovu a polovodiče

Pracovní úkol:

KOV

1. Proměřte závislost odporu kovového vodiče na teplotě v rozsahu teplot $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $65\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Získané hodnoty vyneste do grafu a kvalitativně porovnejte tvar získané závislosti $R_k(t)$ s teorií.
3. Spočtete průměrnou hodnotu součinitele odporu zkoumaného kovu.
4. Proložte závislost $R_k(t)$ lineární regresí a z koeficientů rovnice $(y = a \cdot x + b)$ určete teplotní součinitel odporu α .
5. Hodnotu teplotního součinitele elektrického odporu porovnejte s tabulkovou hodnotou, víte-li, že zkoumaný kov byla platina.

POLOVODIČ

1. Proměřte závislost odporu polovodičového termistoru v rozsahu teplot $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $65\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Získané hodnoty vyneste do grafu a kvalitativně porovnejte tvar získané závislosti $R_p(t)$ s teorií.
3. Spočtete průměrnou hodnotu teplotní konstanty termistoru β pro zkoumaný polovodič.
4. Proložte závislost $\ln[R_p(T)]$ na $\frac{1}{T}$ a z koeficientů rovnice $(y = a \cdot x + b)$ určete teplotní konstanta termistoru β .
5. Z průměrné hodnoty β určete aktivační energii ΔE použitého polovodiče (*převeďte ji na eV*).

Teorie:

Elektrický odpor kovů

Tepelnou závislost elektrického odpor kovů můžeme vyjádřit následujícím vztahem:

$$\boxed{\hspace{15em}}, \tag{1}$$

ve kterém jsou následující veličiny: –
 –
 –
 –

Pro získání teplotního součinitele elektrického odporu, můžeme vztah (1) upravit do tvaru:

(2)

Součinitel α se udává v jednotkách:

Elektrický odpor polovodičů

Pro teplotní závislost odporu NTC termistoru se užívá v technické praxi výrazu:

(3)

ve kterém jsou následující veličiny:

..... -

..... -

..... -

..... -

..... -

Pro výpočet koeficientu β můžeme výraz (3) upravit do následující podoby:

(4)

Teplotní konstanta termistoru β má následující jednotku:.....

Teplotní konstanta termistoru β souvisí s aktivační energií nosičů náboje ΔE , která je významně ovlivněna složením polovodiče a technologií přípravy termistoru. Vztah mezi aktivační energií ΔE a vypočítaným součinitelem β se dá s dostatečnou přesností vyjádřit jako:

(5)

kde k je tzv.

Měření:

KOV

č. m.	t / °C	R_k / Ω
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

Tab. č. 1 – Teplotní závislost odporu kovu (platiny)

POLOVODIČ

č. m.	t / °C	T / K	R_p / Ω
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

Tab. č. 2 – Teplotní závislost polovodiče (NTC termistor)

Z výše uvedených experimentálních hodnot plyne pro použití kov následující hodnota teplotního součinitele odporu α_{exp} :

$$\alpha_{\text{exp}} = \dots\dots\dots ,$$

a pro polovodič v použitém NTC termistoru je průměrná hodnota teplotní konstanty termistoru β_{exp} :

$$\beta_{\text{exp}} = \dots\dots\dots .$$

Grafy obou tepelných závislostí (tj. kovu a polovodiče) jsou vyneseny do společného grafu č. 1.

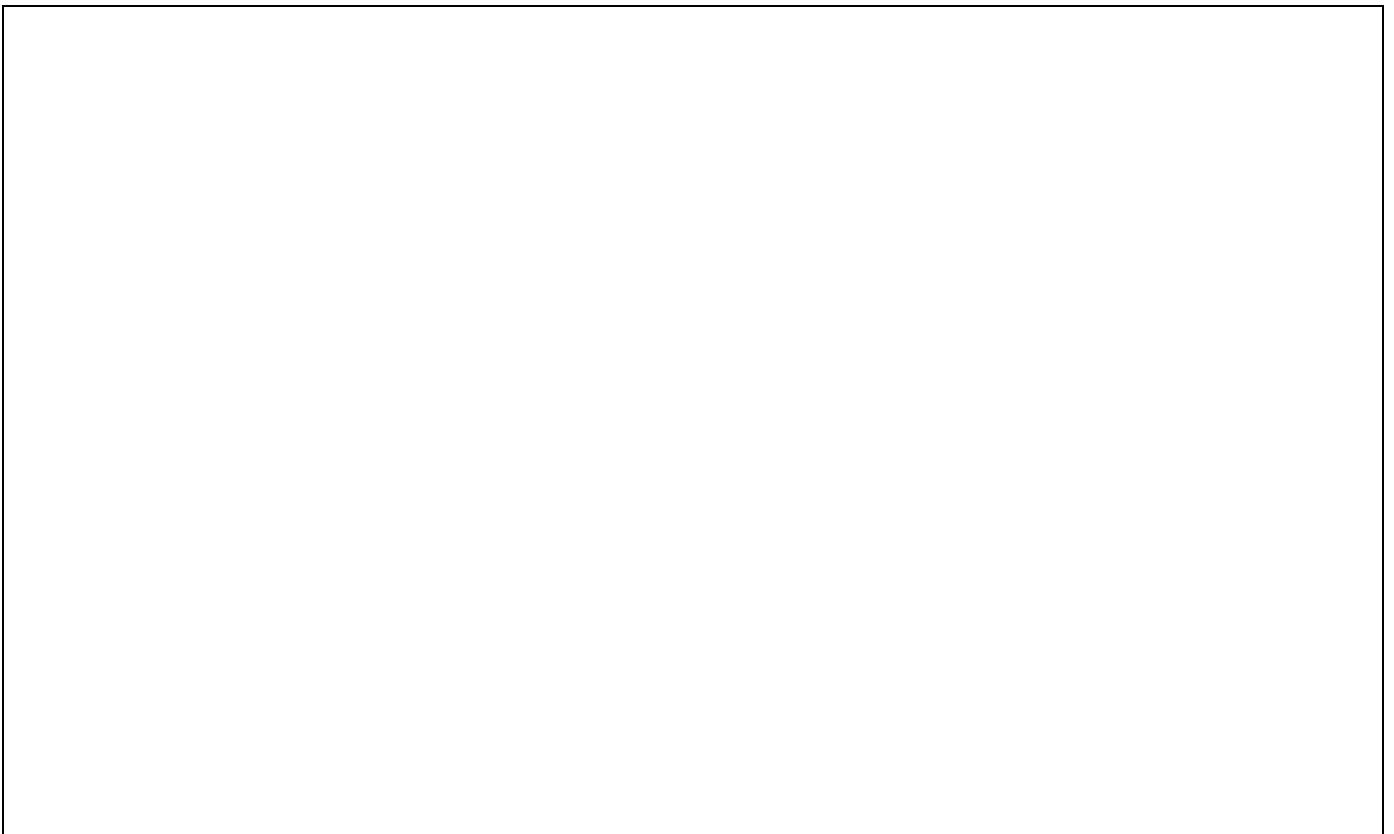
Jak vidíme v grafu č. 1, závislost odporu u kovu je s teplotou

a závislost polovodiče je

Lineární závislost pro kov je proložena lineární regresí se zobrazenou regresní rovnicí, naopak teplotní závislost odporu polovodiče lineární není, proto je vynesena v grafu č. 2 v zlogaritmované podobě. Pokud je tato teplotní závislost skutečně dle (3), měla by být vynesena zlogaritmovaná závislost (v grafu č. 2) být Tuto závislost v grafu č. 2 opět proložíme lineární regresí. Z obou rovnic regresních přímek určíme hledané koeficienty $\alpha_{\text{lin-reg}}$ a $\beta_{\text{lin-reg}}$.



Graf č. 1 – Graf tepelná závislosti odporu kovu (platiny) a polovodiče (NTC termistor)



Graf č. 2 – Graf zlogaritmované tepelné závislosti odporu polovodiče (NTC termistor)

Rovnice regresní přímky závislosti odporu kovu na teplotě:

Rovnice reg. přímky logaritmu závislosti odporu polovodiče na teplotě:

Ze získaných rovnic lineárních regresí určíme koeficienty $\alpha_{\text{lin-reg}}$ a $\beta_{\text{lin-reg}}$.

$$\alpha_{\text{lin-reg}} = \dots\dots\dots ,$$

$$\beta_{\text{lin-reg}} = \dots\dots\dots .$$

Získané hodnoty $\alpha_{\text{lin-reg}}$ a $\beta_{\text{lin-reg}}$ srovnáme s hodnotami α_{exp} a β_{exp} určených z tabulek č. 1 a č. 2.

.....

.....

.....

V MFChT je uvedena tabulková hodnota teplotního součinitele odporu α pro platinu:

$$\alpha_{\text{Pt(tab)}} = \dots\dots\dots$$

Tato hodnota se s námi naměřenou hodnotou

.....

Určení aktivační energie ΔE :

Ze vztahu plyne (5) pro hodnotu aktivační energie plyne: $\Delta E = \dots\dots\dots$ eV.

Diskuze výsledků (Závěr):

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....