

54. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2012/2013
Celoštátne kolo kategórie A
Experimentálna úloha – zadanie

Senzor teploty

Teoretický úvod

Merná elektrická vodivosť σ určitej skupiny materiálov závisí od termodynamickkej teploty v nepríliš širokom rozmedzí teplôt podľa vzťahu

$$\sigma = D \exp\left(\frac{-E_g}{2kT}\right) \quad (\text{A})$$

kde $k = 8,61733 \times 10^{-5}$ eV/K je Boltzmannova konštanta, T termodynamická teplota a D teplotne nezávislý koeficient. *Pozn.: $\exp(x) = e^x$.*

E_g je šírka zakázaného pásu v energetickom spektre elektrónov a predstavuje charakteristický parameter daného materiálu. Takéto materiály možno použiť na výrobu senzorov, ktoré slúžia na určenie teploty v ich okolí pre istý teplotný rozsah. V nasledujúcej úlohe budete pracovať so zariadením na meranie vnútornej a vonkajšej teploty, ktorého súčasťou je senzor teploty a displej na odčítanie teploty okolia. Senzor je určený pre meranie bežných teplôt a v žiadnom prípade nesmie byť vystavený teplote vyššej než je 60 °C.

Experiment

Pomôcky, ktoré máte k dispozícii: digitálne meradlo elektrického odporu (predpokladajte, že meraný odpor je na displeji zobrazený okamžite), spojovacie vodiče, dvojcestný prepínač, malá nádoba s horúcou vodou, 0,5 l nádobu so studenou vodou, tyčinka na miešanie vody a náhradná prázdna nádoba na vodu. Na meranie použijete komerčné digitálne meradlo izbovej aj vonkajšej teploty, pričom skúmať budete vlastnosti senzora vonkajšej teploty tohto zariadenia. Správnu hodnotu teploty dostanete pričítaním korekčnej konštanty k údaju na displeji (korekčná konštanta je vyznačená pri meradle).



Úloha

Na základe merania teplotnej závislosti odporu R senzora v rozsahu teplôt ($288 \div 333$) K určte hodnotu veličiny E_g daného materiálu senzora.

- S použitím vzťahu (A) odvodte vzťah pre závislosť odporu R senzora od teploty T , ak označíte R_0 hodnotu odporu senzora pri začiatkovej teplote T_0 . Teplotnú závislosť rozmerov senzora neuvažujte.
- Navrhните usporiadanie experimentálneho zariadenia na meranie závislosti odporu senzora od teploty. Nakreslite schému zapojenia elektrického obvodu použitého pri meraní. Stručne opíšte metódu získavania 30 dvojíc hodnôt R a T v uvedenom rozsahu teploty s použitím pomôcok, ktoré máte k dispozícii.
- Zmerajte príslušné hodnoty a zapíšte ich do prehľadnej tabuľky. Do tabuľky doplňte korigované hodnoty teploty (použijete korekčnú konštantu). Pre namerané hodnoty určte presnosť, s akou ste namerané hodnoty získali.
- Na čo najpresnejšie určenie hodnoty E_g použijete metódu grafickej linearizácie závislosti odporu od teploty. S použitím veličín R a T definujte nové premenné y a x tak, aby bola teoretická závislosť veličín lineárna $y = a x + b$.
- Do tabuľky nameraných hodnôt doplňte hodnoty veličín y a x a hodnoty vyneste do grafu na milimetrovom papieri. Do grafu zostrojte najpravdepodobnejšiu priamku a určte čo najpresnejšie jej parametre a , b . Odhadnite presnosť získaných parametrov.
- S použitím takto určených parametrov určte hodnotu veličiny E_g daného senzora v jednotkách eV a odhadnite presnosť získaného výsledku. Pozn.: $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$.
- Na základe výsledku experimentu rozhodnite, o aký typ materiálu ide:
 - kovový drôt, elektrolyt v pórovitej keramike, polovodičová keramika (lisované oxidy kovov), monokryštalický vlastný polovodič, prímiesový polovodič typu N, prímiesový polovodič typu P, polovodičová dióda (P–N priechod), dielektrikum, iný materiál (uved'te aký).

Pod akým názvom by ste hľadali príslušný senzor v predajni s elektronickými súčiastkami:

- kovový teplotný senzor, diódový teplotný senzor, tranzistorový teplotný senzor, tyristor, NTC termistor (Negative Temperature Coefficient), PTC termistor (Positive Temperature Coefficient), termoelektrický mikrosenzor (termočlánok), iný názov (uved'te aký)

Svoje odpovede zdôvodnite.

54. ročník Fyzikálnej olympiády –Celoštátne kolo kategórie A - experimentálna úloha

Autori úlohy: Peter Demkanin, Ľudovít Horňanský
Recenzia: Ivo Čáp
Redakčná úprava: Ivo Čáp
Slovenská komisia fyzikálnej olympiády <http://fo.uniza.sk>
Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2013