

# ÚLOHA č. 55

## Hallův jev v Ge

### **P o m ů c k y :**

proudový a napěťový zdroj  
měřicí desky se vzorky Ge  
digitální multimetr  
sonda s teslametrem  
magnet  
propojovací vodiče

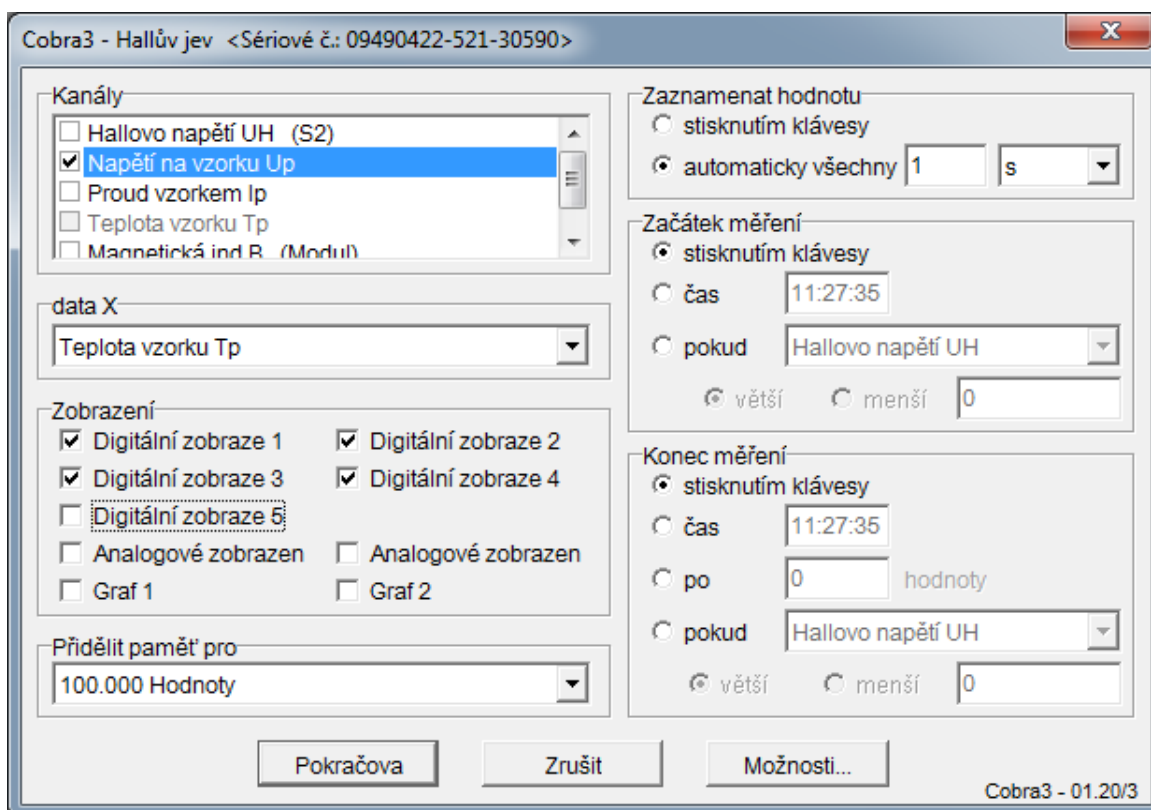
**Ú k o l :** 1. Změřte závislost Hallova napětí v Ge typu  $p$  nebo  $n$  na proudu tekoucího vzorkem, magnetické indukci a teplotě.  
2. Stanovte šířku zakázaného pásu v Ge.

**D í l ě í ú k o l y :** 1. Změřte závislost konduktivity na teplotě v Ge, jako logaritmickou ji graficky znázorněte a vyrovnejte přímkou.  
2. Ze směrnice přímky stanovte šířku zakázaného pásu  $E_g$  v Ge .  
3. Změřte závislost Hallova napětí v Ge typu  $p$  nebo  $n$  na proudu vzorkem, graficky ji znázorněte a vyrovnejte přímkou.  
4. Změřte závislost Hallova napětí v Ge typu  $p$  nebo  $n$  na magnetické indukci, graficky ji znázorněte a vyrovnejte přímkou.  
5. Ze směrníc přímek získaných v bodech 3 a 4 stanovte Hallovu konstantu.  
6. Z Hallovy konstanty určete koncentraci nosičů náboje.

### **P ř i p o m í n k y k m ě ř e n í a v y h o d n o c e n í :**

Po zapnutí programu **Measure** se zobrazí úvodní dialogové okno (obr.1). Dříve než začnete s vlastním měřením, je nutné nastavit některé údaje potřebné k měření a zkalibrovat teslametr. Kalibraci je nutné provádět při vypnutém napájení cívek. Kalibrace se zvolí kliknutím na **Možnosti** a v následně zobrazeném okně vybráním záložky **Kalibrace** a kliknutím na tlačítko stejného názvu.

Další postup se liší podle jednotlivých dílčích úkolů. V úvodním okně (obr. 1) se nejdříve zvolí měřená veličina (**Hallovo napětí** nebo **Napětí na vzorku**). V rolovacím menu X data se nastaví nezávisle proměnná veličina (proud, magnetická indukce, teplota). Ve výběrovém poli se vyberou „měřáky“, které budou v průběhu měření zobrazeny na monitoru. Vlastní měření se pak potvrdí tlačítkem **Pokračovat**. Následně se na monitoru zobrazí okna s měřenými hodnotami.



Obr. 1

Před započítím měření je nutné kompenzovat Hallovo napětí. To se provede pomocí potenciometru Uh Comp. na čelní straně desky. Při nastavování je třeba nastavit proměnnou veličinu na nulu.

**Pozor!** Při měření teplotní závislosti ohřev probíhá velmi rychle, proto hodnoty je třeba odečítat poměrně rychle za sebou, nejlépe v automatickém režimu „**automaticky všechny 1s**“.

Po skončení měření a zobrazení grafu se vybráním položky **Měření** na hlavním panelu otevře nabídka, ve které zvolte položku **Možnosti zobrazení** a navolte potřebné hodnoty pro zobrazení grafu. Zde můžete také navolit změnu zobrazení v grafu na **logaritmické**.

Naměřené hodnoty lze vložit do Excelu, event. předtím zpracovat regresí výběrem ikony **Regrese**.

**Dílčí úkol č. 1:** Měření proved'te na vzorku čistého Ge. Měření se provádí bez magnetického pole, **proto odstraňte pólové nástavce z magnetu, aby při ohřevu mohl proudit vzduch kolem vzorku**. Závislost konduktivity na teplotě nelze měřit přímo, ale je nutné změřit nejdříve závislost napětí na vzorku na teplotě a pak hodnoty napětí přepočítat na hodnoty konduktivity. Ohřev probíhá do cca 140 °C, pak topení samo vypne. Měření skončete před dosažením této teploty. Proto v počátečním menu měření nastavte jako závisle proměnnou **Napětí na vzorku**.

Proud vzorkem nastavte na 5 mA, magnetickou indukci na nulovou hodnotu a měřte závislost napětí na vzorku na teplotě.

Po skončení měření podle bodu 1 je třeba naměřené hodnoty upravit. Naměřené hodnoty napětí je třeba převést na hodnoty konduktivity. Vyberte proto v menu **Analýza** položku **Úprava kanálu** a zadejte údaje pro výpočet hodnot konduktivity podle obr. 2

Úprava kanálu

Zdrojový kanál

1: Up := Napětí na vzorku Up

2: := [vypnut]

Vypočítat

Zrušit

Nápověd

Operace

☒ f := 0,005/Up

☐ derivovat

☐ integrovat

☐ progresivní střední hodnota

Cílový kanál

☐ přidat nový kanál y

☐ přepsat

Název: Napětí na vzorku Up

☒ do nového měření

☐ jako kanál x

☒ jako kanál y

Veličina: gama

Jednotka: 1/Ohm\*n

Obr. 2

Další modifikací podle obr. 3a a 3b změňte nezávisle proměnnou na  $1/T$  udávanou v 1/kelvin.

Úprava kanálu

Zdrojový kanál

1: Tp := Teplota vzorku Tp

2: := [vypnut]

Vypočítat

Zrušit

Nápověd

Operace

☒ f :=  $1000/(Tp+273,15)$

☐ derivovat

☐ integrovat

☐ progresivní střední hodnota

Cílový kanál

☐ přidat nový kanál y

☐ přepsat

Název: Teplota vzorku Tp

☒ do nového měření

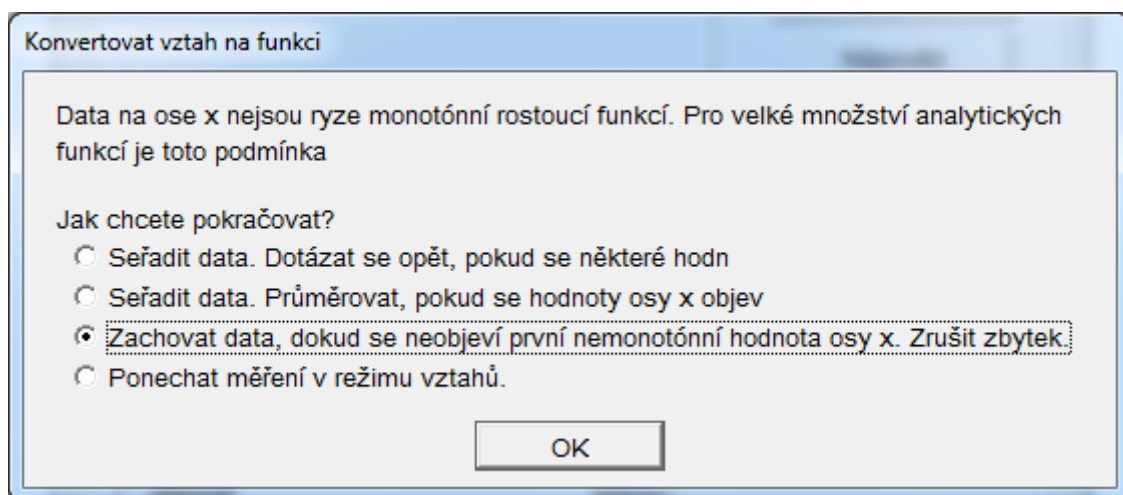
☒ jako kanál x

☐ jako kanál y

Veličina: 1/teplota

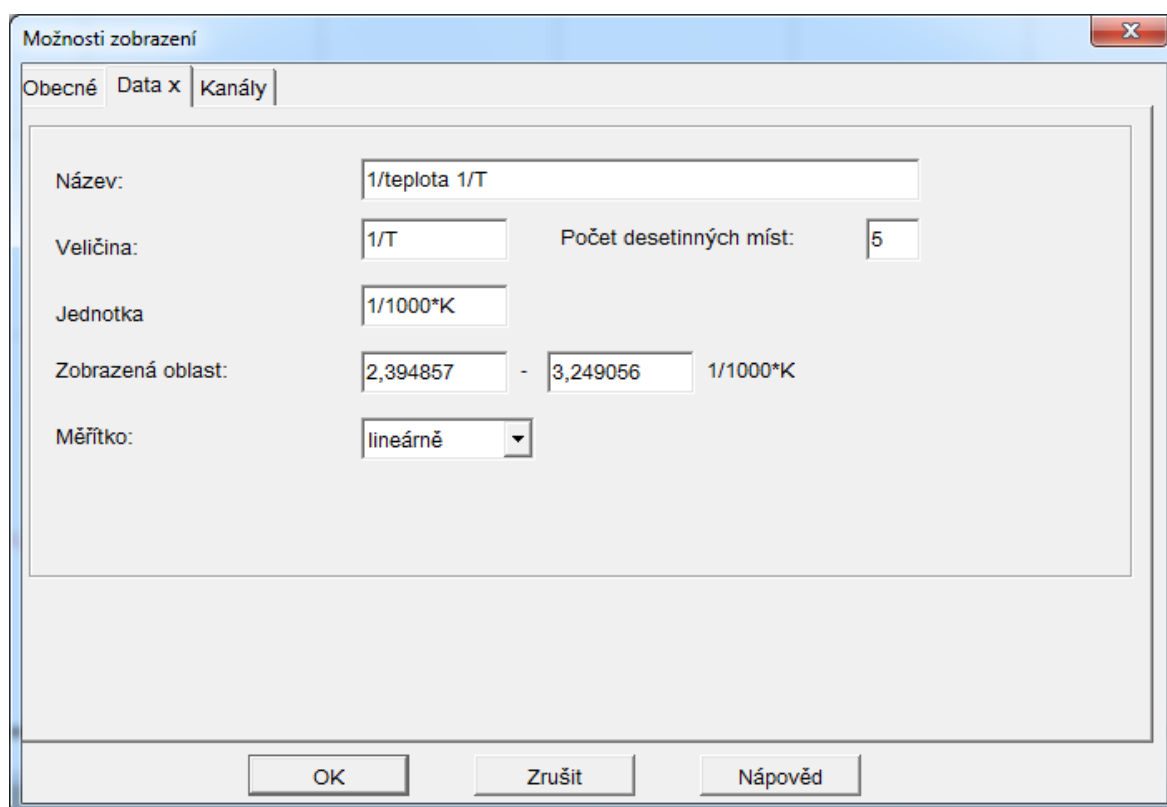
Jednotka: 1/1000\*K

Obr. 3a

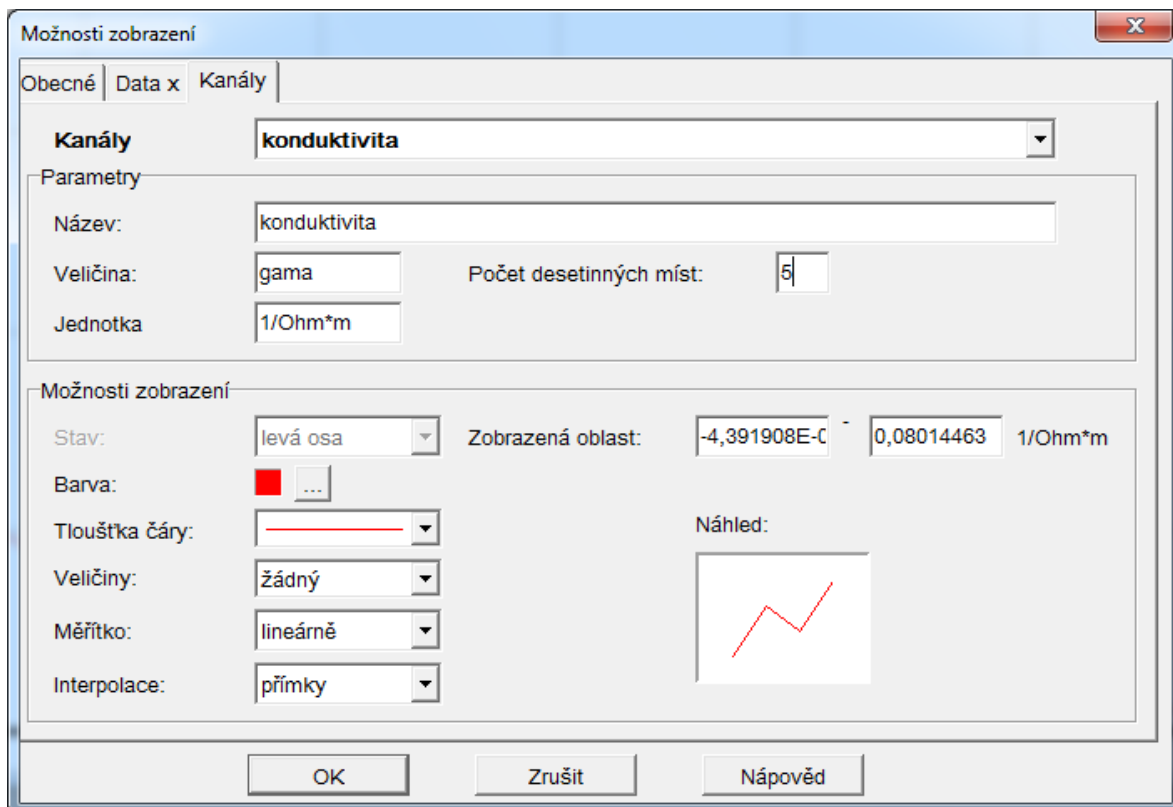


Obr. 3b

Po získání grafu konduktivity v závislosti na  $1/T$  (obr. 3) je nutné připravit naměřená data k exportu. Přejděte do nabídky „Možnosti zobrazení“ a nastavte na kartách „Kanály“ a „Data x“ počet desetinných míst minimálně na 5 (obr. 4a a 4b).



Obr. 4a



Obr. 4b

Ze získané závislosti konduktivity  $\gamma = \gamma\left(\frac{1}{T}\right)$  vyberte alespoň 20 dvojic naměřených hodnot konduktivity a  $1/T$ , a to do hodnoty  $\frac{1}{T}$  maximálně  $3(1000 \cdot \text{K}^{-1})$  (pro větší hodnoty není závislost přesně exponenciální), tyto hodnoty použijte pro vyrovnání logaritmické závislosti získané zlogaritmováním vztahu (11.7) ve skriptu Laboratorní cvičení z Fyziky II. Vypočtenou šířku zakázaného pásu vyjádřete v elektronvoltech a stanovte její relativní odchylku od tabulkové hodnoty  $E_g = 0,67 \text{ eV}$ .

**Dílčí úkol č. 3:** Nastavte hodnotu magnetické indukce na 250 mT (pomocí zdroje) a měřte Hallovo napětí pro proud v rozmezí od  $-30 \text{ mA}$  do  $30 \text{ mA}$  po  $5 \text{ mA}$ .

**Dílčí úkol č. 4:** Nastavte hodnotu proudu na  $30 \text{ mA}$  a měřte Hallovo napětí pro magnetickou indukci od  $-300 \text{ mT}$  do  $+300 \text{ mT}$  po  $20 \text{ mT}$ .

Rozměry vzorku jsou:  $l = 0,02 \text{ m}$   
 $t = 0,001 \text{ m}$   
 $d = 0,010 \text{ m}$   
a jsou shodné pro všechny typy Ge.