

## 1. Úkoly měření

- Určete Boltzmannovu konstantu pomocí voltampérové charakteristiky PN přechodu.
- Určete závěrný proud PN přechodu pro tři různé teploty.
- Pomocí vztahu pro popis voltampérové charakteristiky PN přechodu a naměřených hodnot vynesete do grafu pro tři různé pracovní vypočtené voltampérové charakteristiky měřeného přechodu.

## 2. Použité přístroje a pomůcky

- Multimetr MY-64, napěťový rozsah 200 mV – 1000 V, proudový rozsah 2 mA – 20 A
- Multimetr MY-64, napěťový rozsah 200 mV – 1000 V, proudový rozsah 2 mA – 20 A
- Zdroj B2-12, napětí 0 – 30 V, mezní proud 0,2 – 2 A
- Teploměr
- Vodní lázeň
- Přípravek s tranzistorem

## 3. Naměřené hodnoty

- Tabulka naměřených hodnot

T=27 °C		T=40.5 °C		T=48.5 °C	
U <sub>i</sub> [mV]	I <sub>i</sub> [mA]	U <sub>i</sub> [mV]	I <sub>i</sub> [mA]	U <sub>i</sub> [mV]	I <sub>i</sub> [mA]
413	0,05	376	0,05	354	0,06
441	0,14	408	0,17	387	0,18
457	0,25	421	0,27	398	0,26
467	0,36	430	0,37	408	0,37
473	0,46	438	0,49	415	0,48
480	0,59	442	0,57	423	0,65
484	0,70	444	0,62	429	0,79
488	0,81	454	0,87	433	0,92
492	0,93	457	0,98	439	1,14
495	1,06	460	1,11	442	1,27
502	1,38	465	1,25	447	1,51
506	1,61	466	1,38	450	1,69
513	2,06	469	1,52	454	1,92
523	3,06	474	1,86	458	2,18
530	4,03	477	2,01	467	3,00
536	5,00	488	3,05	475	4,02
541	6,02	496	4,07	482	5,10
546	7,08	502	5,01	487	6,07
549	8,13	507	5,99	491	6,99
552	9,13	512	7,13	495	8,03
555	10,19	515	8,02	498	8,95
558	11,02	519	9,19	502	9,96
560	12,07	522	10,26	505	11,15
562	12,99	525	11,06	507	12,05
564	14,03	527	12,12	510	13,11
566	15,03	530	13,04	512	14,11
568	15,92	532	14,03	514	15,05
571	17,39	534	15,00	517	16,05
574	18,99	536	16,05	520	17,07
575	20,01	539	17,16	525	18,43
578	22,60	541	18,71	532	19,40

## Určete Boltzmannovu konstantu pomocí voltampérové charakteristiky PN přechodu

579	23,80	542	19,70	527	23,00
		543	20,80	528	23,50
		540	22,90		
		547	23,90		

### b) Výpočet Boltzmannovy konstanty

- obecný vzorec pro výpočet Boltzmannovy konstanty

$$k = \frac{e}{T \cdot a}$$

- výpočet Boltzmannovy konstanty, závěrného proudu, pravděpodobné chyby Boltzmannovy konstanty a pravděpodobné chyby závěrného proudu, jsme provedli pomocí aplikace na stránkách Katedry fyziky <http://herodes.feld.cvut.cz/mereni/boltz/boltz.php>.
- tabulka vypočtených hodnot

T [°C]	k [J/K]	$\theta_k$ [J/K]	$I_0$ [A]	$\theta_{I_0}$ [A]
27,0	1,423E-23	2,6E-26	9,062E-12	3,3E-13
40,5	1,422E-23	4,3E-26	7,260E-11	3,9E-12
48,5	1,451E-23	8,1E-26	3,191E-10	2,9E-11

- výpočet Boltzmannovy jako průměru tří naměřených hodnot

$$\bar{k} = \frac{k_1 + k_2 + k_3}{3} = 1,432 \cdot 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$$

### c) Výpočet pravděpodobné chyby měření Boltzmannovy konstanty

- výpočet pravděpodobné chyby jako průměru tří spočítaných hodnot

$$\bar{g}_k = \frac{g_{k_1} + g_{k_2} + g_{k_3}}{3} = \pm 0,005 \cdot 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$$

### d) Výpočet zbytkového proudu

- obecný vzorec pro výpočet zbytkového proudu

$$I_0 = e^{\left( \ln(I) - \frac{e}{k \cdot T} U \right)}$$

## 4. Závěr

Boltzmannova konstanta byla z měření stanovena na  $(1,432 \pm 0,005) \cdot 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$ . Tato hodnota se od tabulkové hodnoty  $(1,380658 \pm 0,000012) \cdot 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$  liší o 3,7%. Tato chyba byla pravděpodobně způsobena nepřesným určením teploty vody a odečtením elektrických veličin. Zbytkový proud tranzistorem byl při 27 °C vypočítán na  $(9,06 \pm 0,33) \cdot 10^{-12} \text{ A}$ , při 40,5 °C na  $(7,26 \pm 0,39) \cdot 10^{-11} \text{ A}$  a při 48,5 °C na  $(3,19 \pm 0,29) \cdot 10^{-10} \text{ A}$ . Při výpočtu byla využita aplikace na stránkách Katedry fyziky <http://herodes.feld.cvut.cz/mereni/boltz/boltz.php>. Graf je uveden v příloze.

Určete Boltzmannovu konstantu pomocí voltampérové charakteristiky PN přechodu

Voltampérové charakteristiky PN přechodu tranzistoru

