

# Fyzikální praktika 3

## Šířka pásu zakázaných energií v polovodičích

Petr Šafařík

Měřeno: 11. dubna 2007

Zkompilováno: 13. dubna 2007 v systému L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2<sub>ε</sub>

### 1 Zadání

- Pomocí fotoelektrického jevu určete šířku zakázaného pásu energií v křemíku a germaniu.

### 2 Měření

Pomocí návodu [2] — tímto na něj odkazuji pokud by někdo chtěl i teorii — jsem pomocí programu Origin [1] pár snadných úprav pomocí vzorců (1) a (2) upravil vstupní data, která jsem naměřil.

$$E = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda} \quad (1)$$

$$S(\lambda) = \frac{U(\lambda)}{N(\lambda)} \quad (2)$$

Nakonec jsem tedy získal 2 tabulky pro křemík (tabulka 1 na straně 4) a germanium (tabulka 3 na straně 5). Z posledních dvou sloupců jsem vynesl i požadované grafy (graf 1 pro křemík a 2 pro germanium; oba grafy jsou na straně 3). Z grafů jsem nakonec určil tyto hodnoty pro šířku zakázaného pásu energií:

- Křemík — naměřené

$$E_g = 1,078 \text{ eV}$$

- Křemík — tabulky [4]

$$E_g = 1,1 \text{ eV}$$

- Germanium — naměřené

$$E_g = 0,754 \text{ eV}$$

- Germanium — tabulky [4]

$$E_g = 0,66 \text{ eV}$$

### 3 Závěr

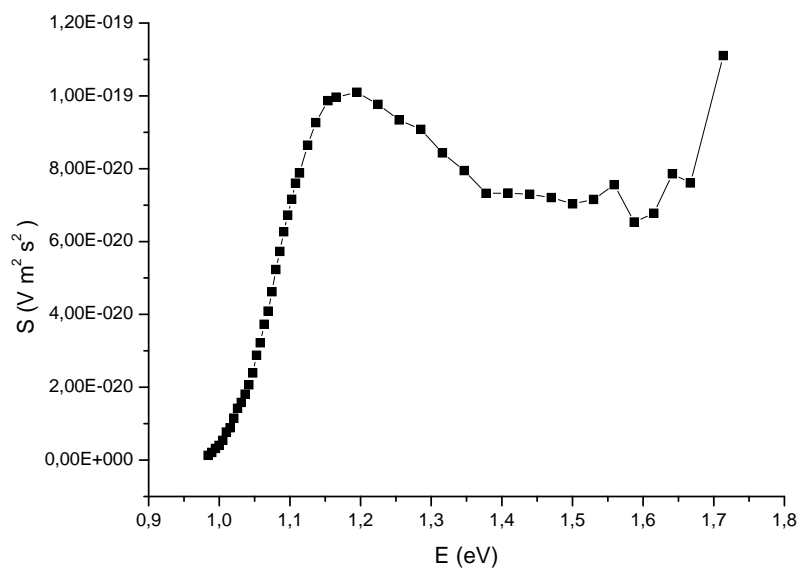
Po zpracování jsem po z grafů získal následující hodnoty pro šířky zakázaných pásů v polovodičích.  $E_g = 1,078 \text{ eV}$  pro křemík a pro germanium  $E_g = 0,754 \text{ eV}$ .

V porovnání s tabulkovými hodnotami mi vychází hodnoty odlišně.

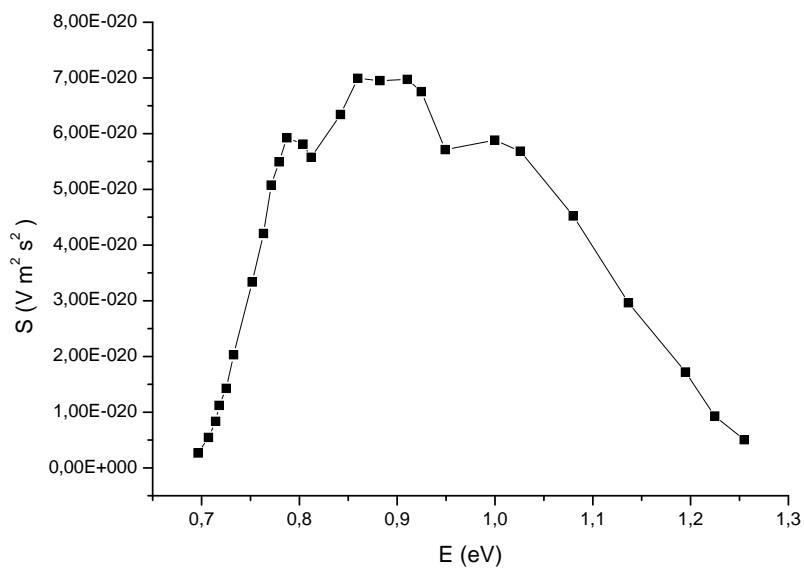
## Reference

- [1] Origin 7.0 SR0 v7.0220(B220) — <http://www.OriginLab.com>
- [2] C.Tesař, D.Trunec, Z.Ondráček: Fyzikální praktikum III., KFE PřF MU, Brno, 2002  
<ftp://ftp.muni.cz/pub/muni.cz/physics/education/textbook/praktikum3.pdf>
- [3] GNU Octave, version 2.1.72 (i486-pc-linux-gnu)
- [4] S. M. Sze: Physics of Semiconductor Devices, Wiley, New York, 2. vydání 1981

Obrázek 1: Graf závislosti fotonapětí na energii fotonů pro křemík



Obrázek 2: Graf závislosti fotonapětí na energii fotonů pro germanium



Tabulka 1: Tabulka hodnot pro křemík

dílky	U [mV]	U [V]	$\lambda$ [nm]	N	E [eV]	S [ $\text{Vm}^2\text{s}^2$ ]
10,92	0,05	5E-5	1260,6023	3,87559E16	0,98431	1,29013E-21
10,93	0,08	8E-5	1254,0771	3,83009E16	0,98943	2,08872E-21
10,94	0,12	1,2E-4	1247,58866	3,78485E16	0,99458	3,17053E-21
10,95	0,15	1,5E-4	1241,13698	3,73987E16	0,99975	4,01084E-21
10,96	0,2	2E-4	1234,72205	3,69514E16	1,00494	5,41252E-21
10,97	0,28	2,8E-4	1228,34389	3,65067E16	1,01016	7,66983E-21
10,98	0,32	3,2E-4	1222,00247	3,60645E16	1,0154	8,87299E-21
10,99	0,41	4,1E-4	1215,69782	3,56249E16	1,02067	1,15088E-20
11	0,5	5E-4	1209,42992	3,51879E16	1,02596	1,42094E-20
11,01	0,55	5,5E-4	1203,19878	3,47534E16	1,03127	1,58258E-20
11,02	0,62	6,2E-4	1197,00439	3,43215E16	1,03661	1,80645E-20
11,03	0,7	7E-4	1190,84677	3,38922E16	1,04197	2,06537E-20
11,04	0,8	8E-4	1184,72589	3,34654E16	1,04735	2,39053E-20
11,05	0,95	9,5E-4	1178,64178	3,30412E16	1,05276	2,8752E-20
11,06	1,05	0,00105	1172,59442	3,26195E16	1,05819	3,21893E-20
11,07	1,2	0,0012	1166,58382	3,22004E16	1,06364	3,72666E-20
11,08	1,3	0,0013	1160,60998	3,17839E16	1,06911	4,09012E-20
11,09	1,45	0,00145	1154,67289	3,13699E16	1,07461	4,62226E-20
11,1	1,62	0,00162	1148,77256	3,09585E16	1,08013	5,23281E-20
11,11	1,75	0,00175	1142,90898	3,05497E16	1,08567	5,72837E-20
11,12	1,89	0,00189	1137,08217	3,01434E16	1,09124	6,27003E-20
11,13	2	0,002	1131,29211	2,97397E16	1,09682	6,72502E-20
11,14	2,1	0,0021	1125,5388	2,93385E16	1,10243	7,15782E-20
11,15	2,2	0,0022	1119,82226	2,894E16	1,10805	7,60195E-20
11,16	2,25	0,00225	1114,14247	2,85439E16	1,1137	7,88259E-20
11,18	2,4	0,0024	1102,89316	2,77596E16	1,12506	8,64567E-20
11,2	2,5	0,0025	1091,79087	2,69855E16	1,1365	9,26425E-20
11,23	2,55	0,00255	1075,41312	2,58435E16	1,15381	9,86708E-20
11,25	2,5	0,0025	1064,67841	2,5095E16	1,16544	9,96213E-20
11,3	2,35	0,00235	1038,48487	2,32687E16	1,19484	1,00994E-19
11,35	2,1	0,0021	1013,21024	2,15064E16	1,22465	9,76454E-20
11,4	1,85	0,00185	988,85454	1,98082E16	1,25481	9,33958E-20
11,45	1,65	0,00165	965,41775	1,8174E16	1,28527	9,07888E-20
11,5	1,4	0,0014	942,89988	1,6604E16	1,31597	8,43172E-20
11,55	1,2	0,0012	921,30094	1,5098E16	1,34682	7,94808E-20
11,6	1	1E-3	900,62091	1,36561E16	1,37774	7,32276E-20
11,65	0,9	9E-4	880,8598	1,22782E16	1,40865	7,33006E-20
11,7	0,8	8E-4	862,01761	1,09644E16	1,43944	7,29633E-20
11,75	0,7	7E-4	844,09435	9,71472E15	1,47001	7,20556E-20
11,8	0,6	6E-4	827,09	8,52908E15	1,50023	7,03476E-20

Tabulka 2: Tabulka hodnot pro křemík

dílky	U [mV]	U [V]	$\lambda$ [nm]	N	E [eV]	S [Vm <sup>2</sup> s <sup>2</sup> ]
11,85	0,53	5,3E-4	811,00456	7,40752E15	1,52998	7,15489E-20
11,9	0,48	4,8E-4	795,83805	6,35003E15	1,55914	7,55902E-20
11,95	0,35	3,5E-4	781,59046	5,35661E15	1,58756	6,53399E-20
12	0,3	3E-4	768,26179	4,42726E15	1,61511	6,7762E-20
12,05	0,28	2,8E-4	755,85204	3,56199E15	1,64162	7,86078E-20
12,1	0,21	2,1E-4	744,3612	2,76078E15	1,66696	7,60654E-20
12,2	0,15	1,5E-4	724,1363	1,35059E15	1,71352	1,11062E-19

Tabulka 3: Tabulka hodnot pro germanium

dílky	U [mV]	U [V]	$\lambda$ [nm]	N	E [eV]	S [Vm <sup>2</sup> s <sup>2</sup> ]
10,25	0,2	2E-4	1781,52236	7,50773E16	0,6965	2,66392E-21
10,28	0,4	4E-4	1754,66893	7,32049E16	0,70716	5,46412E-21
10,3	0,6	6E-4	1736,95043	7,19695E16	0,71437	8,33687E-21
10,31	0,8	8E-4	1728,14631	7,13556E16	0,71801	1,12115E-20
10,33	1	1E-3	1710,64835	7,01355E16	0,72535	1,42581E-20
10,35	1,4	0,0014	1693,29742	6,89257E16	0,73279	2,03117E-20
10,4	2,2	0,0022	1650,56332	6,59461E16	0,75176	3,33606E-20
10,43	2,7	0,0027	1625,36395	6,41891E16	0,76341	4,20632E-20
10,45	3,2	0,0032	1608,74815	6,30305E16	0,7713	5,07691E-20
10,47	3,4	0,0034	1592,27938	6,18822E16	0,77928	5,49431E-20
10,49	3,6	0,0036	1575,95763	6,07442E16	0,78735	5,92649E-20
10,53	3,4	0,0034	1543,75522	5,84989E16	0,80377	5,81208E-20
10,55	3,2	0,0032	1527,87456	5,73916E16	0,81212	5,57573E-20
10,62	3,4	0,0034	1473,45008	5,35968E16	0,84212	6,34366E-20
10,66	3,6	0,0036	1443,15902	5,14847E16	0,8598	6,99236E-20
10,71	3,4	0,0034	1406,12223	4,89023E16	0,88244	6,95263E-20
10,77	3,2	0,0032	1362,89105	4,5888E16	0,91044	6,9735E-20
10,8	3	0,003	1341,77168	4,44155E16	0,92477	6,7544E-20
10,85	2,4	0,0024	1307,30786	4,20125E16	0,94914	5,71259E-20
10,95	2,2	0,0022	1241,13698	3,73987E16	0,99975	5,88256E-20
11	2	0,002	1209,42992	3,51879E16	1,02596	5,68377E-20
11,1	1,4	0,0014	1148,77256	3,09585E16	1,08013	4,52218E-20
11,2	0,8	8E-4	1091,79087	2,69855E16	1,1365	2,96456E-20
11,3	0,4	4E-4	1038,48487	2,32687E16	1,19484	1,71905E-20
11,35	0,2	2E-4	1013,21024	2,15064E16	1,22465	9,29956E-21
11,4	0,1	1E-4	988,85454	1,98082E16	1,25481	5,04842E-21