

Verificarea experimentală a legii STEFAN – BOLTZMANN

CERNȚA 1.

4,0p

Schema montajului experimental utilizat (*fig.1*)

0,5p

Descrierea modului de lucru:

1,5p

- măsurarea tensiunilor U_b și U_R
- completarea *tabel 1* (coloanele: 2; 3)

Determinarea intensității curentului:

0,5p

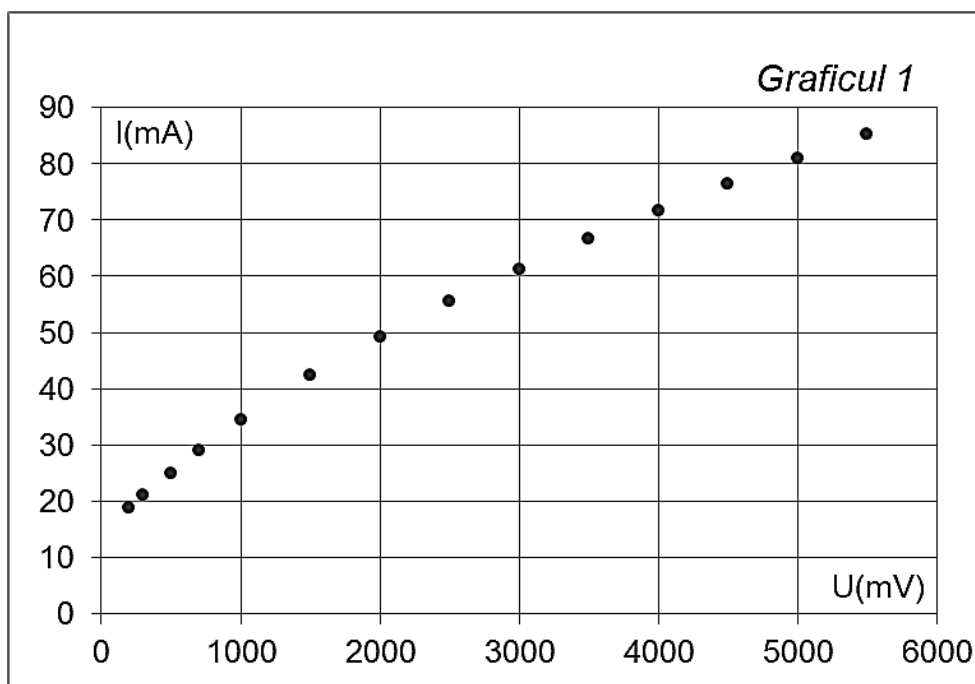
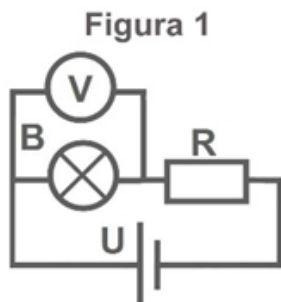
- $I = U_R/R$
- completarea *tabel 1* (coloana 4)

Ridicarea caracteristica curent – tensiune a becului:

0,5p

- *grafic 1*

Explicarea calitativă a dependenței obținute





Olimpiada Națională de Fizică

Breaza aprilie 2018

Proba experimentală

XII

Tabelul 1

Nr.	U_b (mV)	U_R (mV)	I (mA)	P_E (mW)	R_b (Ω)	T (K)	P_C (mW)	$\ln T$	$\ln(P_E - P_C)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	50,1	83,2	8,32	0,42	6,02	305			
2	75,0	115,0	11,50	0,86	6,52	325			
3	100,0	139,4	13,94	1,39	7,17	350			
4	125,0	157,8	15,78	1,97	7,92	379			
5	150,0	171,1	17,11	2,57	8,77	412			
6	175,0	181,2	18,12	3,17	9,66	447			
7	200,0	188,0	18,80	3,76	10,64	485			
8	300,0	210,0	21,00	6,30	14,29	627			
9	501,0	250,0	25,00	12,53	20,04	851			
10	701,0	290,0	29,00	20,33	24,17	1012	13,36	1,94	6,92
11	1000,0	344,0	34,40	34,40	29,07	1202	16,91	2,86	7,09
12	1500,0	424,0	42,40	63,60	35,38	1448	21,48	3,74	7,28
13	2000,0	493,0	49,30	98,60	40,57	1650	25,23	4,30	7,41
14	2500,0	555,0	55,50	138,75	45,05	1824	28,47	4,70	7,51
15	3000,0	613,0	61,30	183,90	48,94	1975	31,29	5,03	7,59
16	3500,0	666,0	66,60	233,10	52,55	2116	33,91	5,29	7,66
17	4000,0	717,0	71,70	286,80	55,79	2242	36,25	5,52	7,72
18	4500,0	764,0	76,40	343,80	58,90	2363	38,50	5,72	7,77
19	5000,0	809,0	80,90	404,50	61,80	2476	40,61	5,90	7,81
20	5500,0	852,0	85,20	468,60	64,55	2583	42,60	6,05	7,86

CERINȚA 2.

6p

Determinarea puterii transferată de sursă becului

0,5p

- $P_E = U_b I$
- completare *tabel 1* (coloana 5)

Determinarea rezistenței electrice a filamentului:

0,5p

- $R_b = U_b / I$
- completare *tabel 1* (coloana 6)

Determinarea rezistenței filamentului la temperatura camerei:

2,0p

- ridicarea caracteristicii curent – tensiune pentru curenți de ordinul mA (pentru a limita încălzirea filamentului)
- completare *tabel 2*
- ridicarea caracteristica curent – tensiune *grafic 2*
- determinarea rezistenței filamentului, R_{b0} la temperatura camerei T_0 - din panta graficului $R_{b0} = 1/tg\alpha \cong 5,71\Omega$



Olimpiada Națională de Fizică

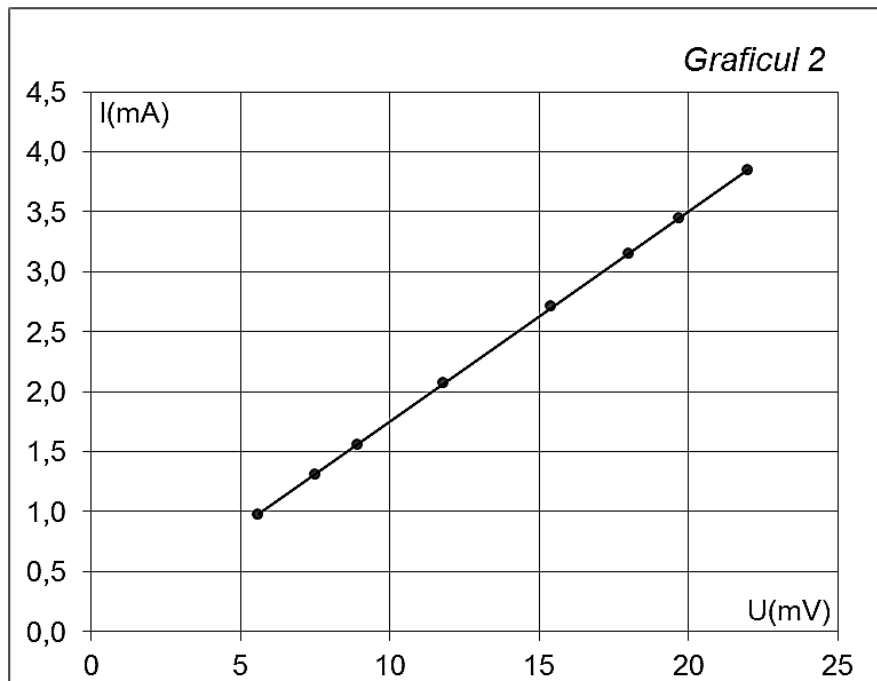
Breaza aprilie 2018

Proba experimentală

XII

Tabelul 2

Nr.	U_b (mV)	U_R (mV)	I (mA)
1	5,6	9,8	0,98
2	7,5	13,1	1,31
3	8,9	15,6	1,56
4	11,8	20,7	2,07
5	15,4	27,1	2,71
6	18,0	31,5	3,15
7	19,7	34,5	3,45
8	22,0	38,5	3,85



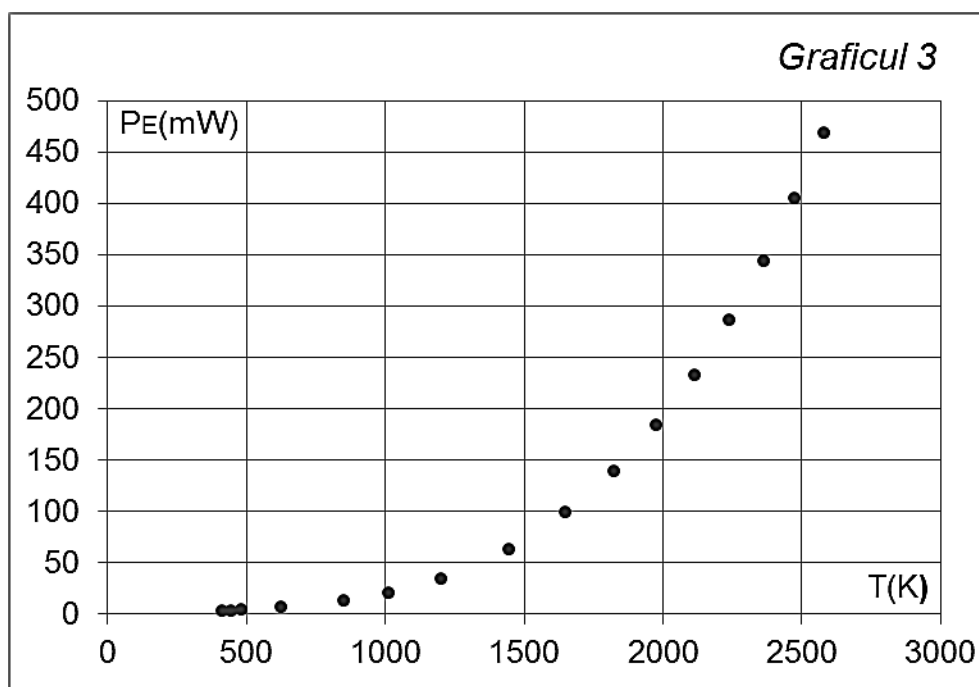
Determinarea temperaturii:

1,0p

- $R_b = R_{b0}(1 + \alpha\Delta T)$, rezultă $T = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{R_b}{R_{b0}} - 1 \right) + T_0$
- completare tabel 1 (coloana 7)

Dependența $P_E = P_E(T)$, grafic 3

0,5p





Olimpiada Națională de Fizică

Breaza aprilie 2018

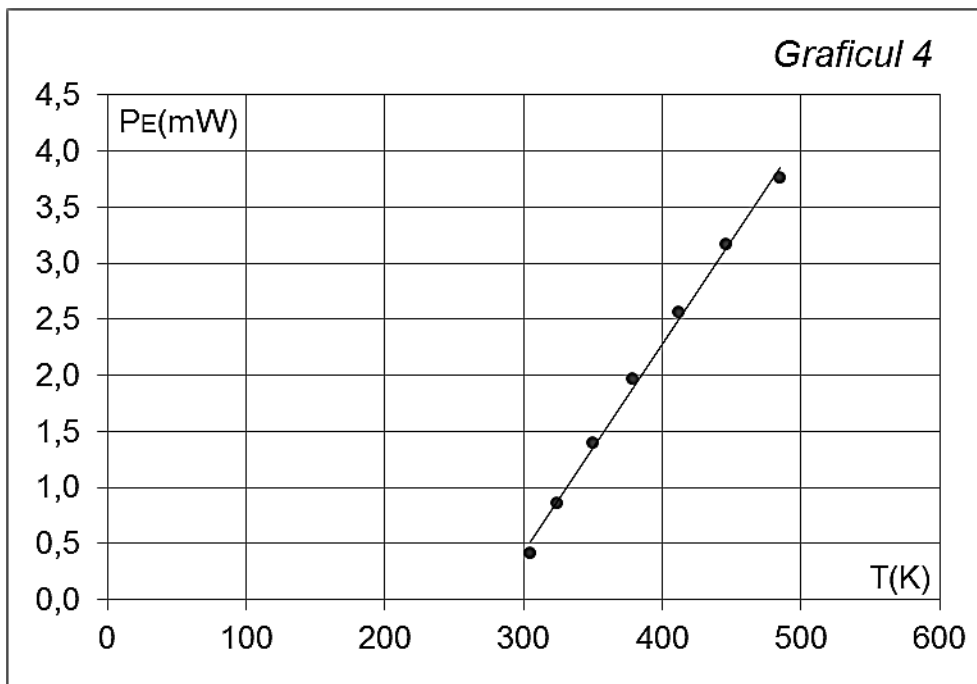
Proba experimentală

XII

Interpretarea rezultatelor:

1,5p

- $P_E = P_R + P_C$
- $P_E = U_b I$ (puterea transferată becului de sursă)
- $P_R = C(T^4 - T_0^4)$ (puterea transferată de bec mediului prin radiație)
- $P_C = K(T - T_0)$ (puterea transferată de bec mediului prin conducție și convecție)
- pentru $T < 500\text{K}$ caracteristica este practic liniară (*graficul 4*), rezultă $P_C \gg P_R$
- pe măsură ce temperatura crește deoarece $P_C \approx T$ iar $P_R \approx T^4$, rezultă $P_R > P_C$



CERINȚA 3.

6,0p

Puterea $P_C = K(T - T_0)$:

2,0p

- determinarea constanta K din panta *graficului 4*, rezultă $K = \text{tg} \alpha = 0,0186\text{mW/K}$
- determinarea puterii P_C , completare *tabel 1* (coloana 8)

Puterea $P_R = C(T^4 - T_0^4)$:

1,0p

- pentru temperaturi mari $(T_0/T)^4 \ll 1$
- $P_R \cong CT^4$

Verificarea legii Stefan – Boltzmann:

2,0p

- $\ln(P_E - P_C) = 4 \ln T - \ln C$
- determinare $\ln T$, completare *tabel 1* (coloana 9)
- determinare $\ln(P_E - P_C)$, completare *tabel 1* (coloana 10)
- ridicarea graficului $\ln(P_E - P_C)$ funcție de $\ln T$, *grafic 5*



Olimpiada Națională de Fizică

Breaza aprilie 2018

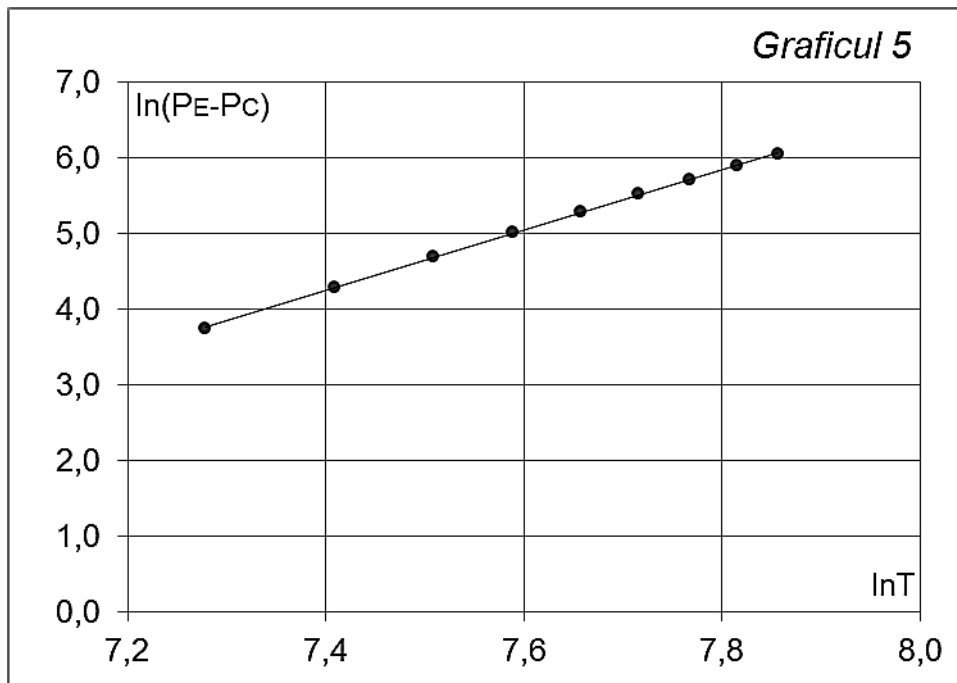
Proba experimentală

XII

Concluzie:

1,0p

- din valorile experimentale obținute se poate afirma că filamentul becului verifică legea Stefan – Boltzmann



CERINȚA 4.

2,0p

Determinarea fracțiunii f :

2,0p

- $f = P_R/P_E$
- $P_R = P_E - P_C$
- din *tabelul 1* rezultă că în regim nominal de funcționare a becului, $P_E = 404,50\text{mW}$ și $P_C = 40,61\text{mW}$
- $f \cong 0,90 = 90\%$

OFICIU

2,0p

TOTAL

20p