

Wydział:	Imię i nazwisko:	Rok:	Grupa:	Zespół:
WIEiT	Rafał Grabiański Zbigniew Królikowski	II	7	7
PRACOWNIA FIZYCZNA WFIS AGH	Temat: Efekt fotoelektryczny			Nr ćwiczenia: 123
Data wykonania:	Data oddania:	Zwrot do poprawy:	Data oddania:	Data zaliczenia:
21.10.2014	28.10.2014	.	.	.
				OCENA:

## 1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia było poznanie podstawowych wielkości opisujących pole elektryczne poprzez wyznaczenie linii ekwipotencjalnych i wektorów natężenia pola elektrycznego na płaszczyźnie dla różnych konfiguracji elektrod.

## 2 Wyniki pomiarów

### 2.1 Warian A - kondensator płaski

L.p.	x [mm]	$V_a[V]$	$V_b[V]$	$V_c[V]$	$V_{dow}$	$V_{teor}$	$V_d [V]$	$V_e [V]$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	6	1.26	1.26	1.21	1.2433333333	1.18	1.77	1.57
2	11	2.15	2.18	2.09	2.14	2.16	2.84	2.19
3	16	3.19	3.36	2.99	3.18	3.14	3.7	3.15
4	21	4.19	4.2	3.87	4.0866666667	4.12	4.24	4.24
5	26	5.02	5.04	4.99	5.0166666667	5.10	5.08	5.1
6	31	5.87	5.98	5.99	5.9466666667	6.08	5.32	5.59
7	36	6.99	7.02	6.9	6.97	7.06	6.73	7.05
8	41	7.93	7.94	7.74	7.87	8.04	7.65	7.93
9	46	8.91	9.01	8.76	8.8933333333	9.02	8.51	8.93
10	51	10	10	10	10	10	10	10

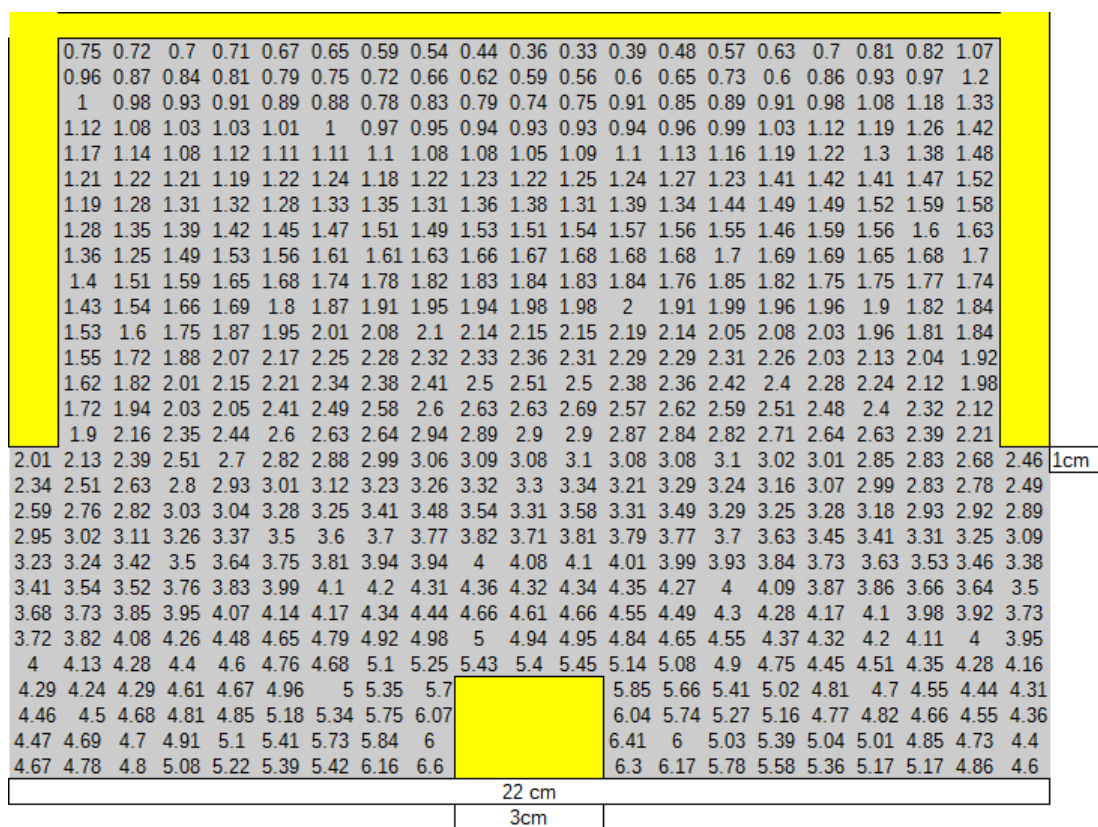
Tabela 1: Wyniki pomiarów i obliczeń dla płaskiego układu elektrod

L.p.	x [mm]	$E_{dow} [\frac{V}{m}]$	$E_{teor} [\frac{V}{m}]$
0	3	207.2222222222	196.08
1	8.5	179.3333333333	196.08
2	13.5	208	196.08
3	18.5	181.3333333333	196.08
4	23.5	186	196.08
5	28.5	186	196.08
6	33.5	204.6666666667	196.08
7	38.5	180	196.08
8	43.5	204.6666666667	196.08
9	48.5	221.3333333333	196.08

Tabela 2: Obliczone natężenie pola z danych doświadczalnych i teoretycznych



## 2.3 Wariant C - dowolny układ elektrod



Rysunek 2: Wyniki zmierzonego potencjału dla układu dowolnego naniesione na rysunek

## 3 Opracowanie wyników

### 3.1 Wariant A - kondensator płaski

#### 3.1.1 Obliczenie wartości doświadczalnych natężenia pola

Zauważamy, że nie licząc krańców kondensatora dla stałej odległości od elektrod obserwujemy stały potencjał. Uśredniamy jego wartość korzystając z trzech osi: A, B i C, licząc:  $V_{dow} = \frac{V_a + V_b + V_c}{3}$ . Wyniki zamieściliśmy w kolumnie  $V_{dow}$  w tabeli 1. Korzystając ze wzoru:

$$E_{dow} = \frac{V_{n+1} - V_n}{x_{n+1} - x_n} \quad (1)$$

Wyliczamy wartości doświadczalne natężeń, które przypisuje punktom leżącym pomiędzy punktami pomiarowymi potencjału.

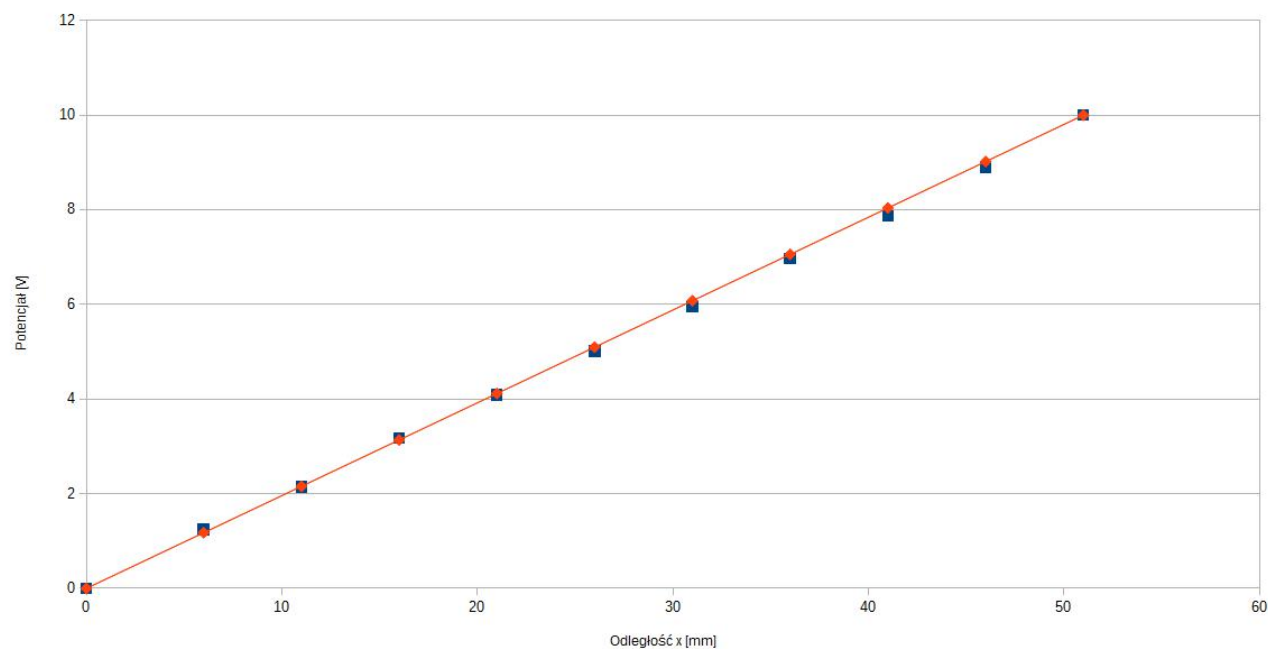
$$x^* = \frac{x_{n+1} + x_n}{2} \quad (2)$$

Wyniki umieściliśmy w tabeli 2.

#### 3.1.2 Wykresy $V(x)$ i $E(x)$ dla kondensatora płaskiego

Wiedząc, że potencjał zmienia się w kondensatorze płaskim liniowo względem  $x$ :

$$V(x) = \frac{U}{d} \cdot x \quad (3)$$



Rysunek 3: Zależność potencjału  $V$  [V] od położenia  $x$  [mm]. Niebieskie punkty odpowiadają pomiarom doświadczalnym, pomarańczowa linia została wyprowadzona teoretycznie.

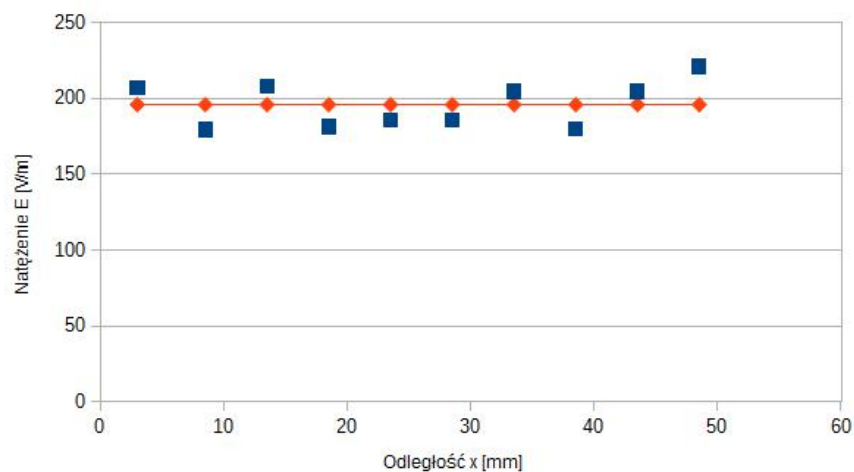
Znając  $U = 10$  V oraz  $d = 5.1$  cm liczymy teoretyczne wartości potencjału wg powyższego wzoru i wpisujemy je w kolumnie  $V_{dow}$ .

W kondensatorze płaskim natężenie pola elektrycznego pomiędzy okładkami jest stałe i dane wzorem:

$$E = \frac{U}{d} \quad (4)$$

Podstawiając dane mamy zatem:  $E \approx 196.08 \frac{V}{m}$ .

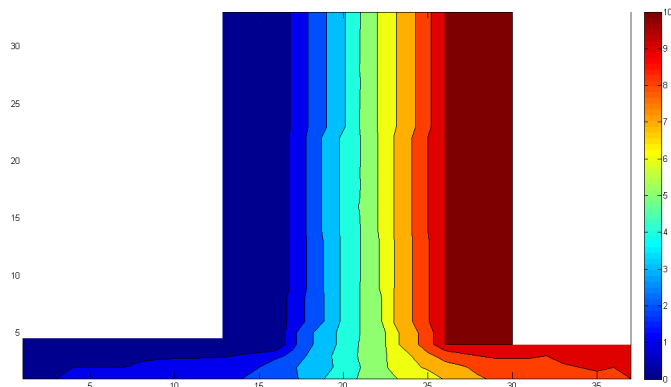
Poniższy wykres porównuje dane uzyskane w poprzednim podpunkcie z wartością natężenia obliczoną teoretycznie.



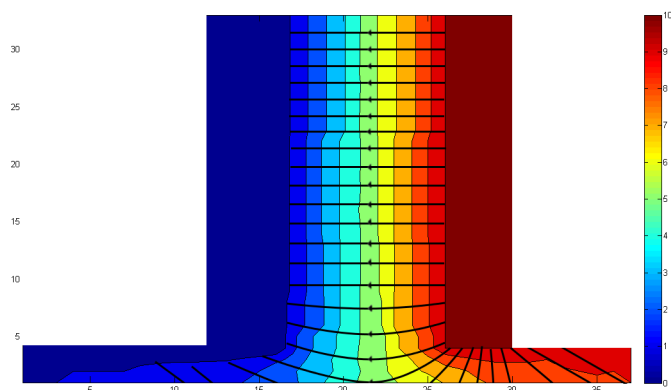
Rysunek 4: Zależność natężenia pola  $E$  [ $\frac{V}{m}$ ] od położenia  $x$  [mm]. Na niebiesko punkty obliczone lokalnie na podstawie doświadczenia, pomarańczowa linia to natężenie obliczone teoretycznie.

### 3.1.3 Linie ekwipotencjalne i linie pola dla kondensatora płaskiego

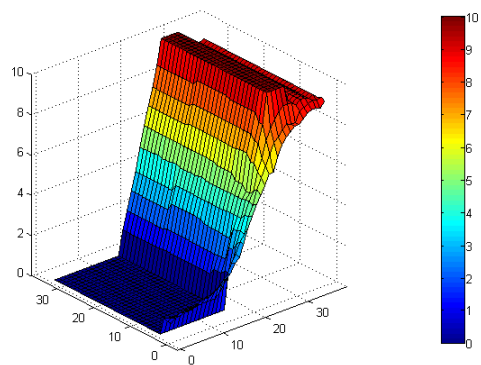
Korzystając z MATLAB'a, po wprowadzeniu uzyskanych danych otrzymujemy rysunki:



Rysunek 5: Powierzchnie ekwipotencjalne dla kondensatora płaskiego, uzyskane w rozdzielczości 1 V



Rysunek 6: Dorysowane "ręcznie" linie natężenia pola wewnątrz i na zewnątrz kondensatora



Rysunek 7: Powierzchnie ekwipotencjalne kondensatora płaskiego przedstawione w trójwymiarze

Nr punktu	E-{x}	E-{y}	—E—
1	40	-20	44.7
2	100	60	116.6

Tabela 5: Wyniki obliczenia natężenia pola w wybranych punktach

## 3.2 Wariant B - kondensator cylindryczny

### 3.2.1 Obliczenie wartości doświadczalnych natężenia pola

Podobnie jak w punkcie 3.1.1, korzystając ze wzorów (1) i (2) oraz wyników pomiaru potencjału, wyliczamy natężenie pola wewnątrz kondensatora cylindrycznego dla różnych położań.

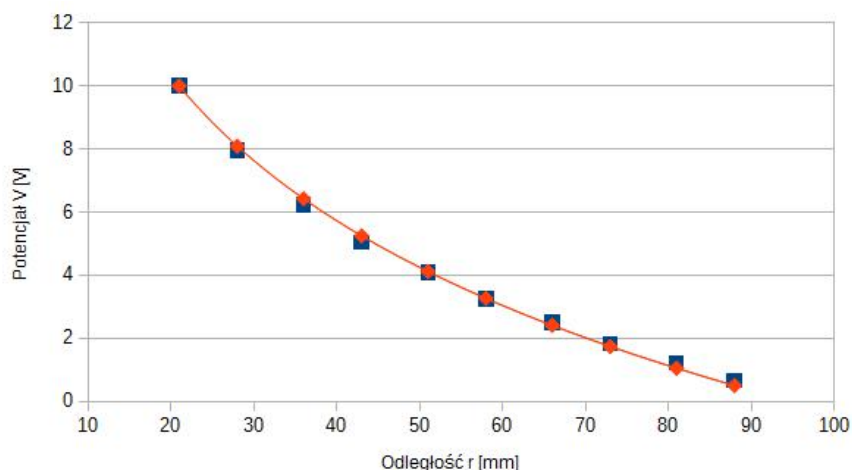
Wyniki umieściliśmy w tabeli 4.

### 3.2.2 Wykresy $V(x)$ i $E(x)$ dla kondensatora cylindrycznego

Dany mamy wzór na potencjał w kondensatorze cylindrycznym w zależności od  $r$ :

$$V(r) = \frac{U}{\ln(\frac{r_z}{r_w})} \cdot \ln(\frac{r}{r_w}) \quad (5)$$

Gdzie  $U$  - napięcie między okładkami kondensatora,  $r_z$  - promień zewnętrzny,  $r_w$  - promień wewnętrzny. Możemy więc policzyć za pomocą tego wzoru wartości teoretyczne jakie powinien uzyskiwać kondensator. Podstawiając  $r_w = 21mm$  oraz  $r_z = 95mm$ . Liczymy teoretyczne wartości potencjału. Wyniki znajdują się w tabeli 3, w kolumnie  $V_{teor}$



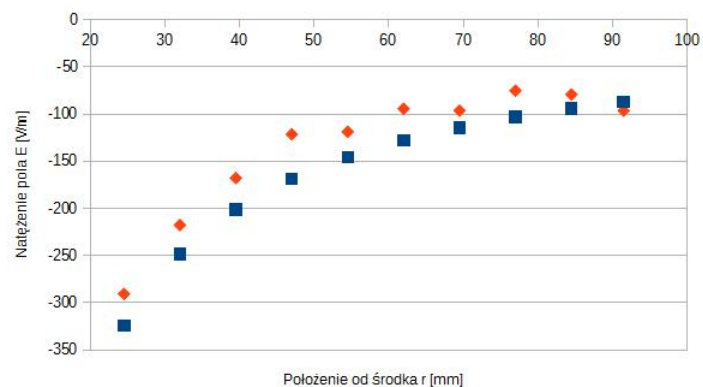
Rysunek 8: Zależność potencjału  $V$  [V] od położenia  $x$  [mm] dla kondensatora cylindrycznego. Wartości teoretyczne odwzorowuje pomarańczowa linia, dane doświadczalne to niebieskie punkty.

Teoretyczną zależność na natężenie otrzymamy licząc pochodną cząstkową:  $\frac{\partial V}{\partial r} = -\frac{U}{r \cdot \ln(\frac{r_z}{r_w})}$

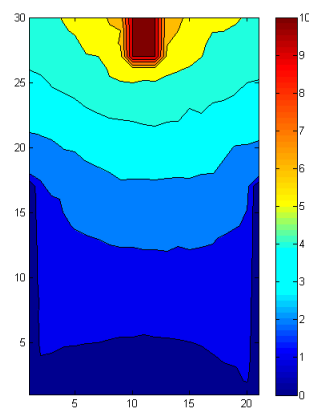
## 3.3 Wariant C - dowolny układ

### 3.3.1 Linie ekwipotencjalne i linie pola dla dowolnego układu elektrod

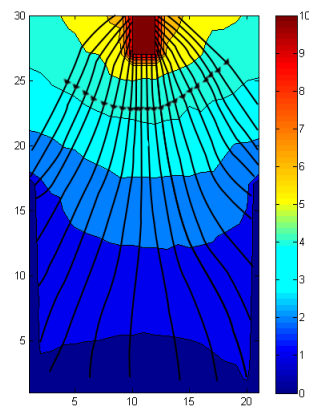
Tu również po skorzystaniu z MATLABA otrzymujemy poniższe rysunki:



Rysunek 9: Zależność natężenia pola  $E \left[ \frac{V}{m} \right]$  od położenia  $x \text{ [mm]}$  dla kondensatora cylindrycznego. Wartości teoretyczne odwzorowują niebieskie punkty, dane doświadczalne to pomarańczowe punkty.



Rysunek 10: Powierzchnie ekwipotencjalne dla kondensatora cylindrycznego, uzyskane w rozdzielczości 1 V



Rysunek 11: Dorysowane "ręcznie" linie natężenia pola wewnątrz i na zewnątrz kondensatora

### 3.3.2 Wyniki obliczeń natężenia pola w wybranych punktach dla dowolnego układu elektrod

Nr punktu	$E_x[\frac{V}{m}]$	$E_y[\frac{V}{m}]$	$ E [\frac{V}{m}]$
1	1	16	16.03
2	3	13	13.34
3	-8	5	9.43

Tabela 6: Wyniki obliczeń natężenia pola elektrycznego w wybranych punktach

## 4 Wnioski

Dzięki doświadczeniu zapoznaliśmy się z metodami wyznaczania pola elektrycznego oraz modelami teoretycznymi dla różnych rodzajów kondensatorów. Poznaliśmy sposób obliczania natężenia pola na podstawie pomiarów potencjału elektrycznego, wykonywania ilustracji powierzchni ekwipotencjalnych oraz linii pola przy pomocy oprogramowania naukowego i grafiki wektorowej.