综合物理实验预习笔记——综合光学实验

物理（4+4）1801　　胡喜平　U201811966

个人网站 https://hxp.plus/　　电子邮件 hxp201406@gmail.com

2020 年 11 月 10 日

1 实验内容

- 测量励磁线圈的电流 I 和励磁线圈产生的磁场 B 之间的关系。

- 测量法拉第磁光效应中磁致旋转角 $\Delta\varphi$ 和磁场强度 B 的关系。

- 测量 LED 的 I-V 特性和 I-P 特性。

- 测量 LED 的 I-V 特性和 I-P 特性的温度效应。

2 实验原理

2.1 法拉第磁光效应

线偏振光透过放置于磁场中的物质，且沿着磁场方向传播时，光的偏振方向会发生变化。其中变化的角度，即法拉第旋转角，和样品长度 l 的关系为

$$\Delta\varphi = BlV$$

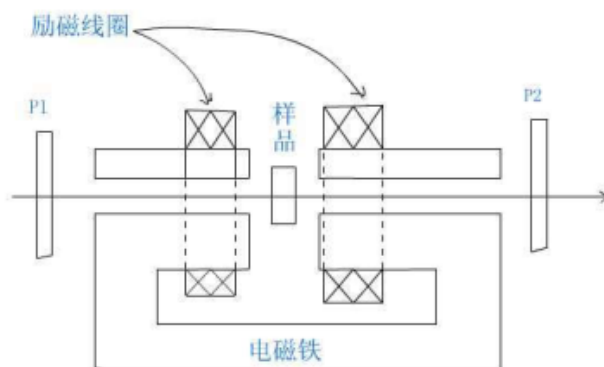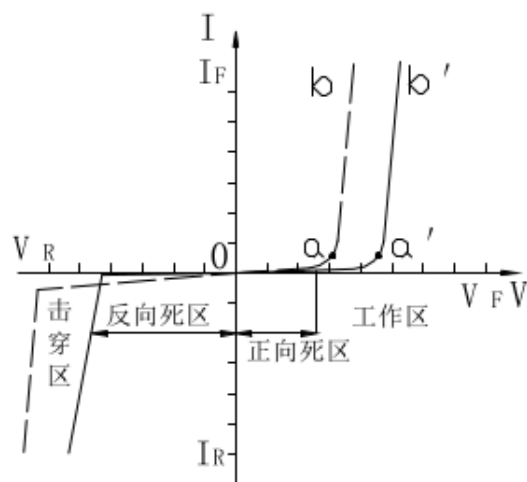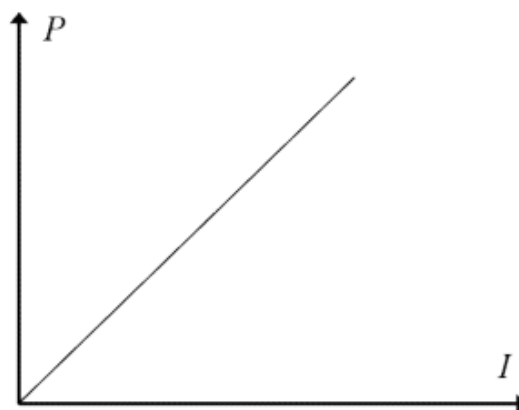其中 V 是与物质性质和光的频率有关的常数。其中测量法拉第旋转角的方法是不停旋转检偏镜，然后测量光强，绘制检偏镜角度和光强的角度。

图 1: 法拉第磁光效应

2.2 LED 的物理特性

  LED 是一种半导体二极管，当 PN 结加入反向电压时，少数载流子难以注入，不发光而且电阻很大。当 PN 结加入正想电压时，电流从阳极流向阴级时，半导体内部注入的少数载流子和多数载流子复合时，会把多余的能量以光的形式释放出去，发出相应波长的光。

  半导体的 V-I 特性和 P-I 特性应该是下图所示

(a) LED 的 V-I 特性

(b) LED 的 P-I 特性

3 实验准备

  测量法拉第旋转角涉及多组数据的测量，而且测量后需要立即绘制图像，因此我准备了后面的程序来自动调用 LaTeX 来绘制实验数据的表格，并且调用 gnuplot 绘制图像，插入在表格后面，生成 pdf

```
1  cmake_minimum_required(VERSION 3.17)
2  project(optics_experiment C)
3
4  set(CMAKE_C_STANDARD 99)
5
6  add_executable(optics_experiment main.c generate_table.c generate_table.h main.h
7      readcsv.c readcsv.h generate_document.c generate_document.h)
```

```c
1   //
2   // Created by hxp on 2020-11-10.
3   //
4   #include "main.h"
5   #include "generate_document.h"
6
7   void generate_header(char *filename) {
8       char *cmd = malloc(sizeof(char) * 256);
9       sprintf(cmd, "%s %s %s", "cp -f", "../tex-templates/new_document_head.tex", filename);
10      system(cmd);
11  }
12
13  void generate_footer(char *filename) {
14      char *cmd = malloc(sizeof(char) * 256);
15      sprintf(cmd, "cat %s >> %s",
16          "../tex-templates/new_document_tail.tex",
17          filename);
18      system(cmd);
19  }
20
21  void xelatex_compile(char *tex_filename, char *pdf_filename) {
22      char *cmd = malloc(sizeof(char) * 256);
23      sprintf(cmd, "xelatex %s",
24          tex_filename);
25      system(cmd);
26      sprintf(cmd, "cp *.pdf %s",
27          pdf_filename);
28      system(cmd);
```

```
29 }
```

```
 1  //
 2  // Created by hxp on 2020-11-10.
 3  //
 4
 5  #ifndef OPTICS_EXPERIMENT_GENERATE_DOCUMENT_H
 6  #define OPTICS_EXPERIMENT_GENERATE_DOCUMENT_H
 7
 8  void generate_header(char *filename);
 9
10  void generate_footer(char *filename);
11
12  void xelatex_compile(char *tex_filename, char* pdf_filename);
13
14  #endif //OPTICS_EXPERIMENT_GENERATE_DOCUMENT_H
15
```

```c
1    //
2    // Created by hxp on 2020-11-09.
3    //
4
5    #include "main.h"
6    #include "generate_table.h"
7    #include "readcsv.h"
8
9    void create_table_analyzer_angle_light_intensity(char *filename) {
10       char *cmd = malloc(sizeof(char) * 256);
11       sprintf(cmd, "cat %s >> %s",
12               "../tex-templates/analyzer_angle_light_intensity.tex",
13               filename);
14       system(cmd);
15   }
16
17   void fill_table_analyzer_angle_light_intensity(char *data_filename, char *tex_filename) {
18       char *cmd = malloc(sizeof(char) * 256);
19       double current = read_lines(data_filename, 2, 2, 2)[0];
20       const double *light_intensity = read_lines(data_filename, 2, 37, 3);
21       sprintf(cmd, "sed -i s/p00/%.2f/ %s", current, tex_filename);
22       system(cmd);
23       for (int i = 0; i < 36; i++) {
24           sprintf(cmd, "sed -i s/p%d/%.2f/ %s", i + 11, light_intensity[i], tex_filename);
25           system(cmd);
26       }
27   }
28
```

```c
29  void insert_plot(char* plot_script_path, char* plot_script_name, char* tex_filename) {
30      char *cmd = malloc(sizeof(char) * 256);
31      sprintf(cmd, "gnuplot -p %s/%s",
32          plot_script_path,
33          plot_script_name);
34      system(cmd);
35      sprintf(cmd, "cat %s >> %s",
36          "../tex-templates/figure.tex",
37          tex_filename);
38      system(cmd);
39      sprintf(cmd, "sed -i s/path.pdf/%s/ %s",
40          plot_script_name,
41          tex_filename);
42      system(cmd);
43  }
```

```
1  //
2  // Created by hxp on 2020-11-09.
3  //
4
5  #ifndef OPTICS_EXPERIMENT_GENERATE_TABLE_H
6  #define OPTICS_EXPERIMENT_GENERATE_TABLE_H
7
8  void create_table_analyzer_angle_light_intensity(char *filename);
9  void fill_table_analyzer_angle_light_intensity(char *data_filename, char* tex_filename);
10 void insert_plot(char* plot_script_path, char* plot_script_name, char* tex_filename);
11
12 #endif //OPTICS_EXPERIMENT_GENERATE_TABLE_H
13
```

```c
1  #include "main.h"
2  #include "generate_document.h"
3  #include "generate_table.h"
4
5  const char *WORKDIR = "../output/";
6  const char *TEX_FILE_NAME = "optics-experiment.tex";
7  const char *PDF_FILE_NAME = "optics-experiment.pdf";
8  const char *PLOT_SCRIPT_PATH = "../gnuplot_scripts/";
9
10
11 int main() {
12     char *tex_filename = malloc(sizeof(char) * 128);
13     char *pdf_filename = malloc(sizeof(char) * 128);
14     sprintf(tex_filename, "%s%s", WORKDIR, TEX_FILE_NAME);
15     sprintf(pdf_filename, "%s%s", WORKDIR, PDF_FILE_NAME);
16     generate_header(tex_filename);
17
18     create_table_analyzer_angle_light_intensity(tex_filename);
19     fill_table_analyzer_angle_light_intensity("../data/analyzer_angle_light_intensity_1.csv", tex_filename);
20     insert_plot(PLOT_SCRIPT_PATH, "analyzer-angle-light-intensity-1.gnuplot", tex_filename);
21
22     generate_footer(tex_filename);
23     xelatex_compile(tex_filename, pdf_filename);
24
25     return 0;
26 }
27
```

```
1   //
2   // Created by hxp on 2020-11-09.
3   //
4
5   #ifndef OPTICS_EXPERIMENT_MAIN_H
6   #define OPTICS_EXPERIMENT_MAIN_H
7
8   #include <stdio.h>
9   #include <stdlib.h>
10  #include <string.h>
11
12  #endif //OPTICS_EXPERIMENT_MAIN_H
13
```

```c
1   //
2   // Created by hxp on 2020-11-07.
3   // Read a csv file and extract data from given lines and a given column.
4
5   #include "readcsv.h"
6
7   const char *get_field(char *line, int num) {
8       const char *tok;
9       for (tok = strtok(line, ","); tok && *tok; tok = strtok(NULL, ",\n")) {
10          if (!--num)
11              return tok;
12      }
13      return NULL;
14  }
15
16  double *read_lines(char* filename, int line_start, int line_end, int column) {
17      FILE *data = fopen(filename, "r");
18      char line[1024];
19      double *result = malloc(sizeof(double) * (line_end - line_start + 1));
20      int current_line = 0;
21      while (fgets(line, 1024, data)) {
22          if (current_line < line_start - 1) {
23              current_line++;
24              continue;
25          }
26          if (current_line > line_end - 1) {
27              break;
28          }
```

```
29      char *tmp = strdup(line);
30      result[current_line + 1 - line_start] = strtod(get_field(tmp, column), NULL);
31      current_line++;
32   }
33   fclose(data);
34   return result;
35 }
```

```
1   //
2   // Created by hxp on 2020-11-07.
3   //
4
5   #ifndef SPECTROMETER_READCSV_H
6   #define SPECTROMETER_READCSV_H
7
8   #include <stdio.h>
9   #include <stdlib.h>
10  #include <string.h>
11
12  const char *get_field(char *line, int num);
13
14  double *read_lines(char *filename, int line_start, int line_end, int column);
15
16  #endif //SPECTROMETER_READCSV_H
17
```

```latex
1  \begin{table}[H]
2  \centering
3  \begin{tabular}{|c|c|c|c|c|c|c|c|}
4  \hline
5  检偏镜角度($\theta^{\circ}$) & 0 & 10 & 20 & 30 & 40 & 50 & 60 & 70 & 80 \\\hline
6  光强($10^{-7} \si{A}$)  & p11 & p12 & p13 & p14 & p15 & p16 & p17 & p18 & p19 \\\hline
7  检偏镜角度($\theta^{\circ}$) & 90 & 100 & 110 & 120 & 130 & 140 & 150 & 160 & 170 \\\hline
8  光强($10^{-7} \si{A}$)  & p21 & p22 & p23 & p24 & p25 & p26 & p27 & p28 & p29 \\\hline
9  检偏镜角度($\theta^{\circ}$) & 180 & 190 & 200 & 210 & 220 & 230 & 240 & 250 & 260 \\\hline
10 光强($10^{-7} \si{A}$)  & p31 & p32 & p33 & p34 & p35 & p36 & p37 & p38 & p39 \\\hline
11 检偏镜角度($\theta^{\circ}$) & 270 & 280 & 290 & 300 & 310 & 320 & 330 & 340 & 350 \\\hline
12 光强($10^{-7} \si{A}$)  & p41 & p42 & p43 & p44 & 45 & p46 & p47 & p48 & p49 \\\hline
13 \end{tabular}
14 \caption{检偏器角度与光强关系，特定励磁电流$I=p00$}
15 \end{table}
16
```

```
1
2  \begin{figure}[H]
3    \centering
4    \includegraphics[width=\linewidth]{../output/path.pdf}
5    \caption{path.pdf}
6    \label{fig:path.pdf}
7  \end{figure}
8
```

```
1   %! Author = hxp
2   %! Date = 2020-11-09
3
4   \documentclass{ctexart}
5
6
7   \usepackage{ctex}
8   \usepackage{amsmath}
9   \usepackage{amsfonts}
10  \usepackage{amssymb}
11  \usepackage{wasysym}
12  \newcommand{\angstrom}{\text{\normalfont\AA}}   % 定义了原子物理的A
13  \usepackage{graphicx}
14  \usepackage{float}
15  \restylefloat{table}
16  \usepackage{geometry}
17  \geometry{a4paper,scale=0.8}   % 定义页面大小是A4, 缩放是0.8
18  \usepackage{caption}
19  \usepackage{subcaption}
20  \usepackage{enumitem}
21
22  \newcommand*{\md}{\mathop{}\!\mathrm{d}}   % 定义微分算子, 直立体的d
23  \newcommand*{\me}{\mathrm{e}}      % 定义自然对数e, 同样应当是直立体
24
25  % 如果你想要每一段的开头不要空两格, 注释掉下面这两行
26  \usepackage{parskip}
27  \setlength{\parindent}{0cm}
28
```

```
29  % 默认的\mathbf对希腊字母不生效，这里改下
30  \usepackage{bm}
31  \let\Oldmathbf\mathbf
32  \renewcommand{\mathbf}[1]{\boldsymbol{\Oldmathbf{#1}}}
33
34  % 表格默认格内内容和边框没有留出距离，显示分数的时候，分数的上下会贴到边框上
35  % 因此我增加了表格内容和边框的最短距离是5像素
36  \usepackage{cellspace}
37  \setlength{\cellspacetoplimit}{5pt}
38  \setlength{\cellspacebottomlimit}{5pt}
39
40  % \si命令是用来写单位的，单位需要和之前的数字有一个空格的距离，而且应当直立体
41  % 用法：5 \si{km/h}
42  \newcommand{\si}[1]{\ \mathrm{#1}}
43
44  % 日期不要显示
45  \date{}
46
47  \usepackage{fancyhdr}
48  \pagestyle{fancy}
49  \fancyhf{}
50  \lhead{本文档TeX源码地址:https://github.com/hxp-plus/Notes/tree/master/Physics-Experiment/实验报告}
51  \rfoot{第 \thepage 页}
52  \renewcommand{\headrulewidth}{1pt}
53  \renewcommand{\footrulewidth}{1pt}
54
55  %% 标题三号黑体，作者信息为班级姓名学号
56  \newcommand{\generatetitle}[6]{\title{\zihao{3}\heiti#1} \author{#2 \quad
```

```
57  \quad #3 \quad\quad #4 \quad\quad #5 \quad\quad #6} \maketitle\thispagestyle{fancy}}
58
59  %% 所有的引言，实验内容与数据处理啥的，用section
60  \ctexset {
61    section = {
62      format = \raggedright\zihao{4}\heiti,   % 设置所有section的字号为四号黑体左对齐
63      name={,、},                % 序号后跟顿号
64      aftername={\hspace{0pt}},         % 修改序号和标题直接的间距为零
65      number=\chinese{section},          % 设置序号为中文
66    },
67    subsection = {
68      format = \raggedright\zihao{5}\heiti,   % 设置所有subsection的字号为五号黑体左对齐
69      number={},            % 设置序号为没有序号
70    },
71    subsubsection = {
72      format = \raggedright\zihao{5}\heiti,   % 设置所有subsection的字号为五号黑体左对齐
73      number={},            % 设置序号为没有序号
74    }
75  }
76
77  %% 实验背景，实验目的啥的，用subsection
78  \ctexset {
79    subsection = {
80      format = \raggedright\zihao{5}\heiti,   % 所有subsection的字号为五号黑体左对齐
81      number={},            % 设置序号为没有序号
82    }
83  }
84
```

```latex
85  %% 把subsection之间加上中括号
86  \let\oldsubsection\subsection
87  \renewcommand{\subsection}[1]{\oldsubsection{\!\!\!\!\!\! 【#1】}}
88  \let\oldsubsubsection\subsubsection
89  \renewcommand{\subsubsection}[1]{\oldsubsubsection{\!\!\!\!\!\!\! 【#1】}}
90
91  %% 摘要和关键词用paragraph
92
93  \ctexset {
94  paragraph = {
95  format = \raggedright\zihao{5}\heiti,  % 所有paragraph的字号为五号黑体左对齐
96  number={},                              % 设置序号为没有序号
97  }
98  }
99
100 %% 把paragraph之间加上中括号
101 \let\oldparagraph\paragraph
102 \renewcommand{\paragraph}[1]{\oldparagraph{#1：  \!\!\!\!\!\!\!}}
103
104 %% 再把参考文献的序号去掉
105 \makeatletter
106 \renewcommand\@biblabel[1]{}
107 \makeatother
108
109 \begin{document}
110
111 \generatetitle{综合物理实验报告——
112 综合光学实验}{物理4+4}{胡喜平}{U201811966}{hxp201406@gmail.com}{https://hxp.plus/}
```

```
113
114    \paragraph{摘要}
115
116    \paragraph{关键词}
117
118    \section{引言}
119
120    \subsection{实验目的}
121
122    \section{实验内容与数据处理}
123
124    \subsection{实验原理}
125
126    \subsection{实验内容}
127
128    \subsection{实验结果的分析和结论}
129
130
```

```
1    \section{参考文献}
2    \begin{itemize}[leftmargin=0pt]
3        \item[] 综合物理实验讲义
4    \end{itemize}
5    \end{document}
```

```
1   线圈电流（安培）,检偏器角度（度）,光强（安培）
2   135,0,75
3   135,10,37
4   135,20,29
5   135,30,73
6   135,40,76
7   135,50,38
8   135,60,30
9   135,70,74
10  135,80,77
11  135,90,39
12  135,100,31
13  135,110,75
14  135,120,78
15  135,130,40
16  135,140,32
17  135,150,76
18  135,160,79
19  135,170,41
20  135,180,33
21  135,190,77
22  135,200,80
23  135,210,42
24  135,220,34
25  135,230,78
26  135,240,81
27  135,250,43
28  135,260,35
```

29 135,270,79
30 135,280,82
31 135,290,44
32 135,300,36
33 135,310,80
34 135,320,83
35 135,330,45
36 135,340,37
37 135,350,81
38

```
1  set datafile separator ','
2  set term eps
3  set output "../output/analyzer-angle-light-intensity-1.gnuplot.eps"
4  plot '../data/analyzer_angle_light_intensity_1.csv' using 2:3 with line notitle
5
6
7
```