

## Olympic Vật lý sinh viên Toàn quốc lần thứ XIII

## Đề thi THỰC NGHIỆM – 1

*(Thời gian làm bài 180 phút)***I. Cơ sở lý thuyết của thí nghiệm**

Hằng số Planck là một trong những hằng số vật lý quan trọng, thể hiện tính chất lượng tử của ánh sáng, rất nhỏ và rất khó đo. Tuy nhiên với những linh kiện dễ kiếm như điốt phát quang LED (đèn LED) ta cũng có thể xác định được hằng số Planck, tuy độ chính xác không cao nhưng có thể sử dụng được cho một số trường hợp thực tiễn.

Ta biết rằng đèn LED có cấu tạo như một điốt bán dẫn, khi đặt hiệu điện thế thuận lớn hơn một giá trị nào đó gọi là hiệu điện thế ngưỡng  $U_{ng}$ , dòng electron sẽ gặp các lỗ trống và chúng tái hợp với nhau, khi tái hợp chúng phát ra photon có bước sóng  $\lambda$  tức là photon có năng lượng  $\frac{hc}{\lambda}$ . Theo định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng, năng lượng do điện trường ngoài cung cấp  $eU_{ng}$  sẽ chuyển hóa thành năng lượng photon.

$$e \cdot U_{ng} = \frac{hc}{\lambda}$$
$$h = \frac{e \cdot U_{ng} \cdot \lambda}{c}$$

Trong đó  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s là vận tốc ánh sáng trong chân không, và  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C là điện tích nguyên tố.

Vậy nếu bố trí để vẽ được đường đặc trưng vôn – ampe của đèn LED, ta có thể đo được  $U_{ng}$  và nếu biết được  $\lambda$  ta có thể tính được  $h$ .

Về nguyên tắc có thể xác định được  $U_{ng}$  theo các cách sau:

*Cách 1* - Xác định giá trị hiệu điện thế trên LED khi đèn LED bắt đầu phát sáng

*Cách 2* - Xác định giá trị hiệu điện thế đặt vào đèn LED khi bắt đầu có dòng điện chạy qua

*Cách 3* - Xác định giá trị giao điểm của đường kéo dài đoạn tuyến tính trên đường đặc trưng vôn - ampe của đèn LED với trục hiệu điện thế.

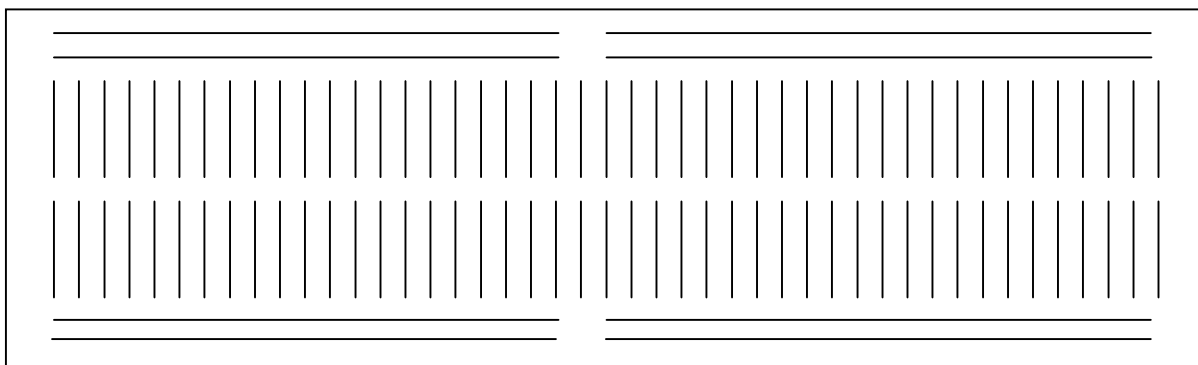
Cách 1 và 2 tuy đơn giản nhưng sẽ gặp phải sai số lớn do khó xác định khi bắt đầu phát sáng hoặc khi bắt đầu có dòng điện và do tính không thật đơn sắc của đèn LED.

Cách 3 cho phép ta xác định được  $U_{ng}$  theo cách ngoại suy tìm ra kết quả từ nhiều lần đo và ứng với bước sóng ánh sáng có cường độ lớn nhất trong dải phổ của đèn LED (chính là giá trị bước sóng đề bài cung cấp).

Khi đã biết được  $h$ , ta có thể dùng các công thức trên để xác định  $\lambda$  của một đèn LED mà ta chưa biết trước bước sóng nó phát ra.

## II. Các dụng cụ thí nghiệm

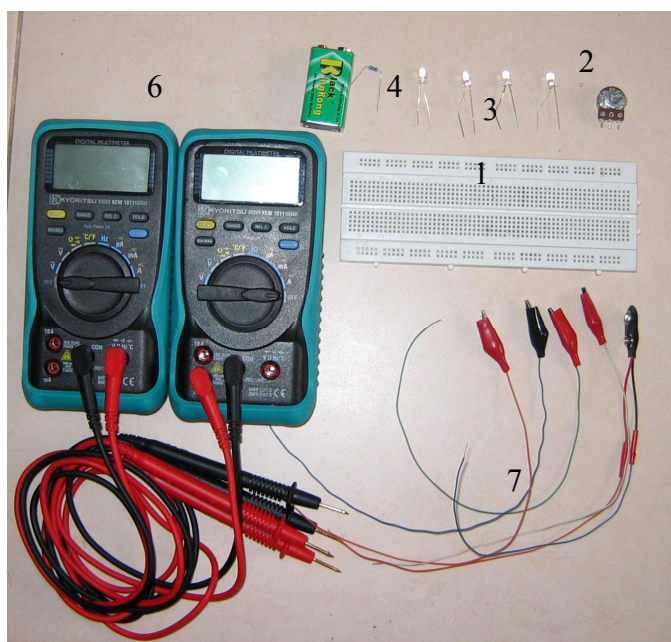
1. Bảng mạch điện trên có những lỗ cắm chân linh kiện, dưới có các đường nối ngầm theo sơ đồ sau:



2. Biến trở 0 - 1 k $\Omega$
3. 04 đèn LED trong đó:
  - 03 đèn LED màu có các bước sóng như sau:

Màu	Bước sóng (nanomet)
Đỏ	$\lambda = 620 \pm 10$
Vàng	$\lambda = 595 \pm 10$
Xanh	$\lambda = 470 \pm 10$

- 01 đèn LED trắng
4. 01 điện trở 100 $\Omega$
  5. 01 pin 9V
  6. 02 đồng hồ vạn năng
  7. 04 dây nối và 04 dây đo dùng để nối đồng hồ vạn năng với bảng mạch điện.
  8. 08 tờ giấy vẽ đồ thị



**Lưu ý:**

- Thí sinh cần kiểm tra lại số lượng các linh kiện được cấp
- Đèn LED không chịu được dòng điện có độ lớn vượt quá 35 mA.

**III. Yêu cầu làm thí nghiệm**

a) Thiết kế, vẽ ra mạch điện để vẽ đường đặc trưng vôn – ampe của đèn LED.

Ghi rõ tên linh kiện, thang đo của dụng cụ dùng trong mạch điện

b) Lắp các dụng cụ đo, các linh kiện theo sơ đồ đã thiết kế.

Tiến hành lấy số liệu, ghi vào bảng số liệu và vẽ ra các đường đặc trưng vôn - ampe đối với LED đỏ, LED vàng, LED xanh.

c) Dựa vào các đường đặc trưng trên, xác định hằng số Planck đối với từng trường hợp và tính ra hằng số Planck chung.

d) Tiến hành đo  $U_{ng}$  đối với LED trắng. Dựa trên kết quả có được, anh (chị) có suy luận gì về bước sóng của đèn LED này. Lí giải nguyên tắc hoạt động của LED trắng.

*Giám thị không cần giải thích gì thêm.*

## Đáp án THỰC NGHIỆM – 1

### Đáp án tóm tắt

- a) Vẽ được sơ đồ mạch điện 2 đ
- b) Lắp các dụng cụ đo theo sơ đồ 1 + 2 = 3đ
- lắp được dụng cụ đo
  - đo lấy được số liệu của đèn 1 (đầu tiên):  
thể hiện ra bảng số liệu, đồ thị
  - có bảng số liệu + đồ thị đèn 2: 2đ
  - có bảng số liệu + đồ thị đèn 3: 2đ
- c) Xác định hằng số Planck
- Tính được  $U_{ng}$  đối với đèn 1 (theo cách 3, có xử lý số liệu) 1 đ
  - Tính được hằng số Planck ứng với đèn 1 1đ - 0,25 sai số
  - Tính được  $U_{ng}$  đối với đèn 2 1 đ
  - Tính được hằng số Planck ứng với đèn 2 1đ - 0,25
  - Tính được  $U_{ng}$  đối với đèn 3 1 đ
  - Tính được hằng số Planck ứng với đèn 3 1đ - 0,25
  - Tính được hằng số Planck trung bình 1đ  $\pm 0,5$

Giá trị  $U_{ng}$  và  $h$  thu được trong phạm vi sau là chấp nhận được sai số

Màu	$U_{ng}(V)$	$h (10^{-34} Js)$	$\Delta h(10^{-34} Js)$
- Đỏ	$1,8 \pm 0,2$	6,01	0,35
- Vàng	$1,9 \pm 0,2$	5,99	0,37
- Xanh	$3,0 \pm 0,2$	7,10	0,73

Giá trị  $h$  trung bình

$$h = (6,4 \pm 0,5) \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

### d) Khảo sát LED trắng

Xác định bước sóng  $\lambda$  của LED trắng

Nhận xét và giải thích.

- Có bảng số liệu của đèn LED trắng 1đ
- Xác định được  $U_{ng}$  đối với LED trắng 1đ
- Tính ra  $\lambda$  1đ
- Lý giải được nguyên tắc hoạt động của đèn LED 1đ

.  $U_{ng}$  của LED trắng:  $2,8 \pm 0,2$  (V)

. Có thể dùng  $h$  được xác định từ LED xanh để tính bước sóng tương ứng:

$$\lambda = \frac{h_{xanh} c}{e U_{ng}} = (475 \pm 20) \text{ nm.}$$

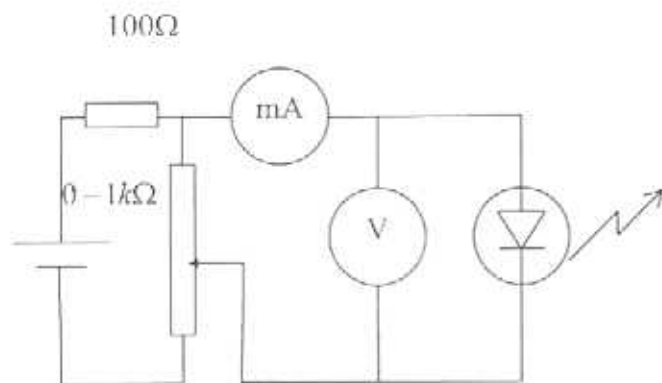
. Thí sinh nào dùng giá trị  $h$  trung bình từ 3 phép đo trên hoặc dùng  $h$  ứng với một

trong ba màu để tính ra kết quả:  $\lambda = \frac{h_{tb} c}{e U_{ng}} = (434 \pm 20) \text{ nm}$  thì cũng được điểm.

. Lý giải: LED trắng phát ra ánh sáng xanh lam đập vào lớp huỳnh quang ra thêm các màu đơn sắc khác do đó ánh sáng phát ra ngoài là ánh sáng trắng.

## Đáp án chi tiết

a) Vẽ sơ đồ mạch điện



Trở kháng  $1/2$  số điện trở  
đúng biến trở nhỏ ra

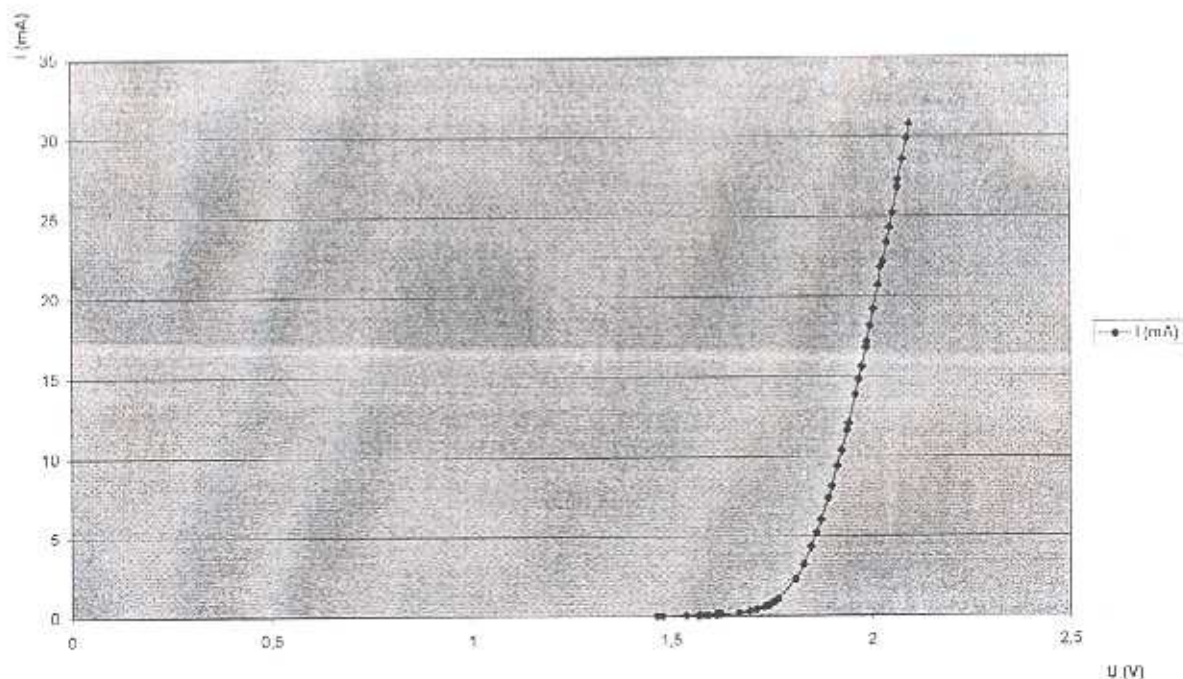
a, b

c -- giữ nguyên

b) Lắp các dụng cụ đo theo sơ đồ. Đo lấy số liệu

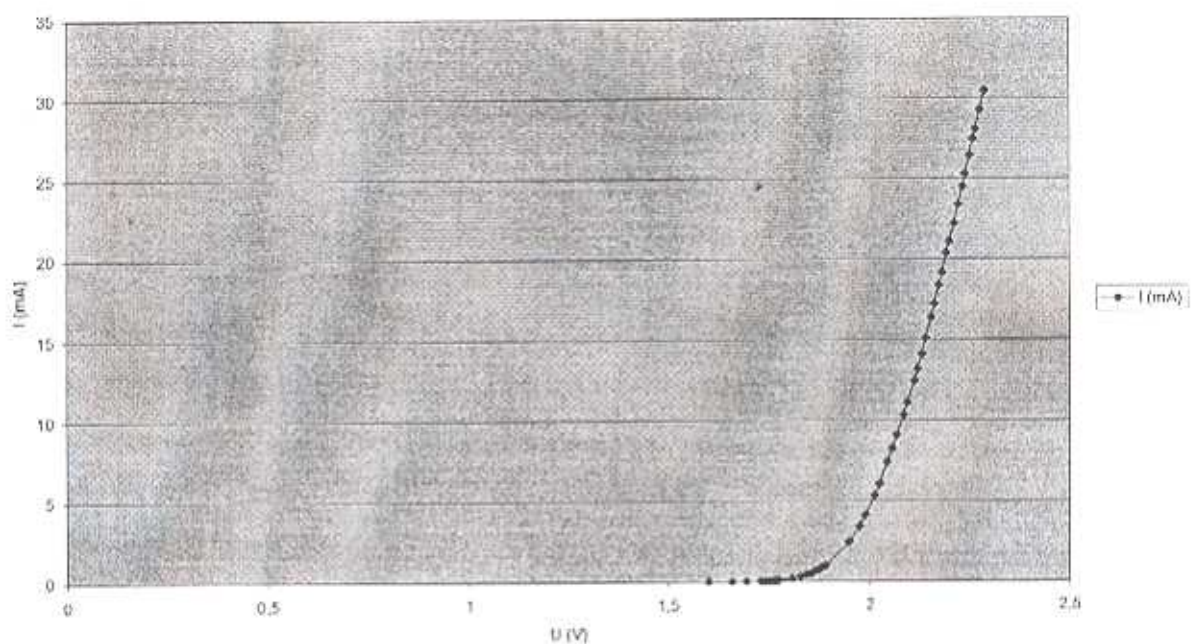
- Thí sinh có thể vẽ chung vào trên cùng một hệ trục tọa độ
- Mỗi đường có ít nhất 20 cặp giá trị  $U, I$  trong đó có ít nhất 10 cặp giá trị  $U, I$  trong khoảng tuyến tính.

Đường đặc trưng LED – đo

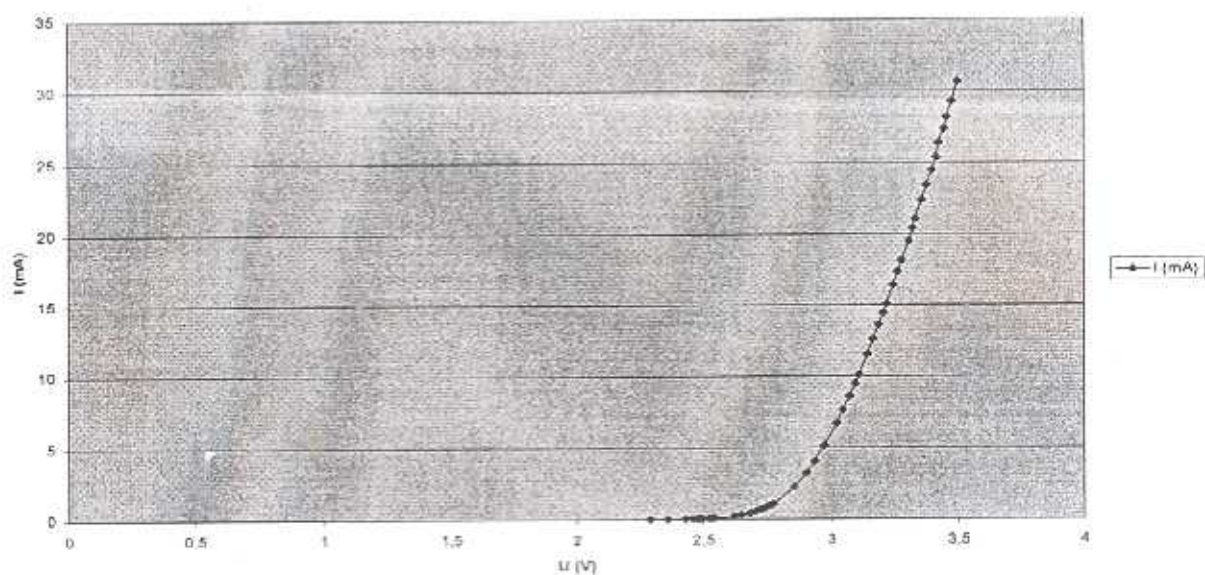




### Đường đặc trưng LED – vàng



### Đường đặc trưng LED - xanh



Bảng số liệu

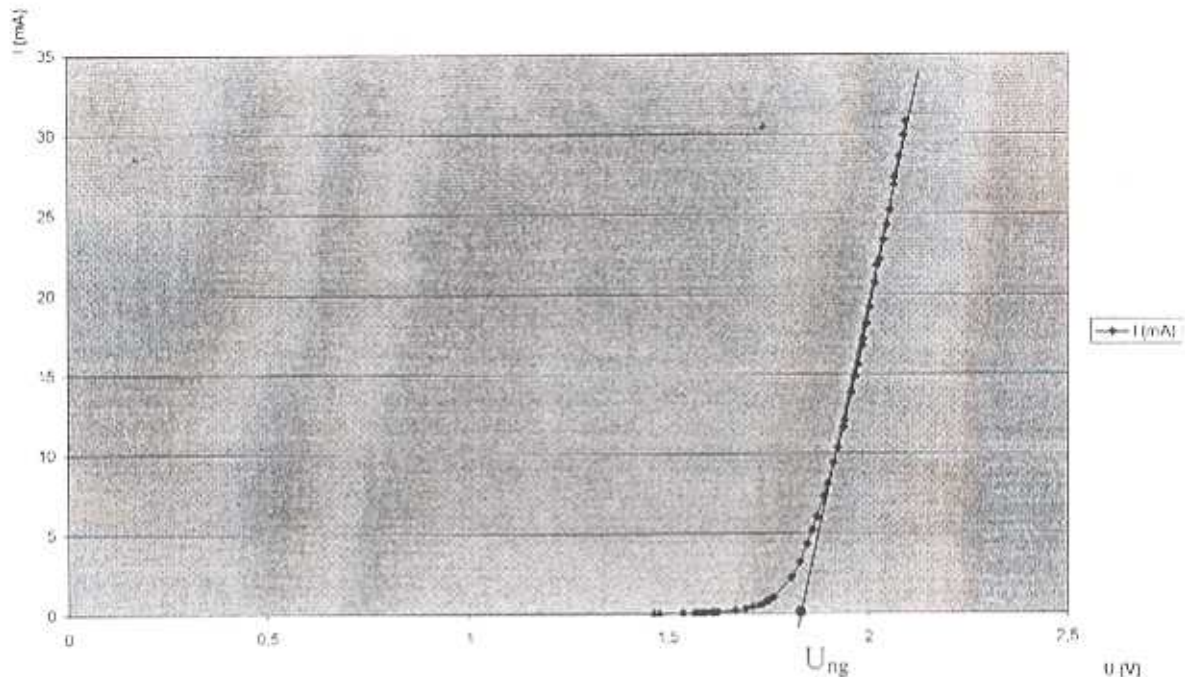
Xanh		Vàng		Đỏ	
U (V)	I (mA)	U (V)	I (mA)	U (V)	I (mA)
2,337	0	1,601	0	1,49	0,01
2,474	0,01	1,659	0,01	1,64	0,15
2,521	0,02	1,695	0,02	1,67	0,27
2,566	0,03	1,731	0,03	1,72	0,57
2,584	0,04	1,742	0,04	1,75	0,99
2,585	0,05	1,746	0,05	1,78	1,6
2,598	0,06	1,755	0,06	1,8	2,21
2,618	0,07	1,764	0,07	1,83	3,4
2,624	0,08	1,769	0,08	1,85	4,3
2,627	0,09	1,773	0,09	1,87	5,41
2,634	0,1	1,776	0,1	1,89	6,54
2,681	0,2	1,808	0,2	1,9	7,34
2,707	0,31	1,829	0,32	1,91	8,51
2,726	0,41	1,842	0,42	1,92	9,27
2,745	0,53	1,855	0,52	1,94	10,34
2,76	0,66	1,862	0,61	1,95	11,6
2,768	0,74	1,873	0,74	1,96	12,54
2,777	0,84	1,877	0,8	1,97	13,24
2,786	0,95	1,884	0,9	1,97	14,93
2,73	1,31	1,891	1,02	2	15,85
2,8	2,26	1,949	2,46	2,01	16,33
2,85	3,21	1,974	3,42	2,02	17,24
2,9	4,38	1,988	4,11	2,03	18,27
2,93	5,05	2,012	5,32	2,04	19,26
2,97	6,36	2,024	6,03	2,05	20,45
3,0	7,36	2,044	7,38	2,06	21,62
3,02	8,21	2,057	8,26	2,08	22,55
3,04	9,03	2,068	9,06	2,09	24,22
3,07	10,22	2,086	10,34	2,12	26,65
3,09	11,52	2,095	11,1	2,15	29,84
3,11	12,54	2,112	12,44	1,49	0,01
3,14	13,74	2,12	13,17	1,64	0,15
3,15	14,28	2,131	14,12	1,67	0,27
3,17	15,63	2,14	15,08	1,72	0,57
3,18	16,49	2,154	16,37	1,75	0,99
3,20	17,47	2,162	17,18	1,78	1,6
3,22	18,64	2,173	18,33	1,8	2,21
3,23	19,46	2,182	19,12	1,83	3,4
3,24	20,63	2,192	20,34	1,85	4,3
3,25	21,16	2,2	21,07	1,87	5,41
3,27	22,81	2,212	22,19	1,89	6,54
3,28	23,44	2,222	23,36	1,9	7,34
3,3	24,61	2,233	24,47	1,91	8,51
3,31	25,34	2,239	25,26	1,92	9,27
3,32	26,48	2,251	26,44	1,94	10,34
3,33	27,56	2,259	27,49	1,95	11,6
3,35	28,53	2,265	28,07	1,96	12,54
3,36	29,37	2,275	29,3	1,97	13,24
3,37	30,48	2,287	30,48	2,095	30,78

### c) Xác định hằng số Planck

Xử lý số liệu để tìm  $U_{ng}$

Cách 1: Tìm trên đồ thị

Ví dụ: Tìm trên đường đặc trưng LED – đồ



Cách 2: Dùng công thức hồi quy tuyến tính

Để xác định  $y = ax + b$  ta chọn đoạn đồ thị tuyến tính trên đường đặc trưng vôn-ampe của đèn led.

Để tiện lợi cho việc xác định  $U_{ng}$  ta quy ước:

$y = U$ ,  $x = I$ , đồ thị cắt trục tung ở đâu thì đó là  $U_{ng}$  hay là  $U_{ng} = b$

tính  $a$ ,  $b$  theo công thức:

$$a = \frac{n \sum_{i=1 \rightarrow n} x_i y_i - \sum_{i=1 \rightarrow n} x_i \sum_{i=1 \rightarrow n} y_i}{n \sum_{i=1 \rightarrow n} x_i^2 - \left( \sum_{i=1 \rightarrow n} x_i \right)^2}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1 \rightarrow n} x_i^2 \sum_{i=1 \rightarrow n} y_i - \sum_{i=1 \rightarrow n} x_i \sum_{i=1 \rightarrow n} x_i y_i}{n \sum_{i=1 \rightarrow n} x_i^2 - \left( \sum_{i=1 \rightarrow n} x_i \right)^2}$$

$$b = U_{ng}$$



Bảng số liệu tuyến tính hóa (đèn LED Đỏ)

Giá trị	y (U)	x (I)	xy	x <sup>2</sup>
1.	1,89	6,54	12,36	42,77
2.	1,9	7,34	13,95	53,88
3.	1,91	8,51	16,25	72,42
4.	1,92	9,27	17,8	85,93
5.	1,94	10,34	20,06	106,92
6.	1,95	11,6	22,62	134,56
7.	1,96	12,54	24,58	157,25
8.	1,97	13,24	26,08	175,3
9.	1,99	14,93	29,71	222,9
10.	2	15,85	31,7	251,22
11.	2,01	16,33	32,82	266,67
12.	2,02	17,24	34,82	297,22
13.	2,03	18,27	37,09	333,79
14.	2,04	19,26	39,29	370,95
15.	2,05	20,45	41,92	418,2
16.	2,06	21,62	44,54	467,42
17.	2,08	22,55	46,9	508,5
18.	2,09	24,22	50,62	586,61
19.	2,12	26,65	56,5	710,22
20.	2,15	29,84	64,16	890,43
Tổng	40,08	326,59	663,77	6153,16

Bảng số liệu tuyến tính hóa (đèn LED vàng)

Giá trị	y (U)	x (I)	xy	x <sup>2</sup>
1.	1,99	11,56	23	133,63
2.	2	12,46	24,92	155,25
3.	2,01	13,53	27,2	183,06
4.	2,02	14,54	29,37	211,41
5.	2,03	15,76	31,99	248,38
6.	2,04	16,96	34,6	287,64
7.	2,05	17,56	36	308,35
8.	2,06	18,68	38,48	348,94
9.	2,07	19,77	40,92	390,85
10.	2,08	20,82	43,31	433,47
11.	2,084	21,54	44,89	463,97
12.	2,09	22,68	47,4	514,38
13.	2,1	23,79	49,96	565,96
14.	2,11	24,1	50,85	580,81
15.	2,12	25,82	54,74	666,67
16.	2,13	26,65	56,76	710,22
17.	2,13	27,63	58,85	763,42
18.	2,14	28,47	60,93	810,54
19.	2,15	29,7	63,86	882,09
20.	2,16	30,45	65,77	927,2
Tổng	41,564	422,47	883,8	9586,24

Bảng số liệu tuyến tính hóa (đèn LED xanh)

Giá trị	y (U)	x (I)	xy	x <sup>2</sup>
1.	2,78	1,46	4,06	2,13
2.	2,83	2,12	6	4,49
3.	2,89	3,44	9,94	11,83
4.	2,91	4,05	11,79	16,4
5.	2,94	4,82	14,17	23,23
6.	2,95	5,34	15,75	28,52
7.	2,99	6,84	20,45	46,79
8.	3,01	7,47	22,48	55,8
9.	3,02	8,01	24,19	64,16
10.	3,05	9,4	28,67	88,36
11.	3,07	10,44	32,05	108,99
12.	3,09	11,24	34,73	126,34
13.	3,1	12,37	38,35	153,02
14.	3,12	13,7	42,74	187,69
15.	3,13	14,36	44,95	206,21
16.	3,15	15,89	50,05	252,49
17.	3,16	16,76	52,96	280,9
18.	3,17	17,39	55,13	302,41
19.	3,19	18,57	59,24	344,84
20.	3,2	19,29	61,73	372,1
Tổng	60,75	202,96	629,43	2676,7

Sai số của  $U_{ng}$  hoặc tính căn cứ vào vẽ đồ thị hoặc tính theo công thức

$\frac{\Delta U_{ng}}{U_{ng}} = 2(1-r)$ . Trong đó r là hệ số tương quan, được tính theo công thức sau:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2\right) \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - n \bar{y}^2\right)}}$$

Thí sinh được phép dùng máy tính điện tử bỏ túi tính và chỉ cần ghi lại giá trị của r.

Sai số  $U_{ng}$  vào cỡ 0,2V là chấp nhận được.

- Tính sai số h theo công thức sau:

$$\frac{\Delta h}{h} = \left( \frac{\Delta \lambda}{\lambda} + \frac{\Delta U_{ng}}{U_{ng}} \right)$$

Giá trị  $U_{ng}$  và  $h$  thu được trong phạm vi sau là chấp nhận được

Màu	$U_{ng}(V)$	$h(10^{-34} Js)$	$\Delta h(10^{-34} Js)$
- Đỏ	$1,8 \pm 0,2$	6,01	0,35
- Vàng	$1,9 \pm 0,2$	5,99	0,37
- Xanh	$3,0 \pm 0,2$	7,10	0,73

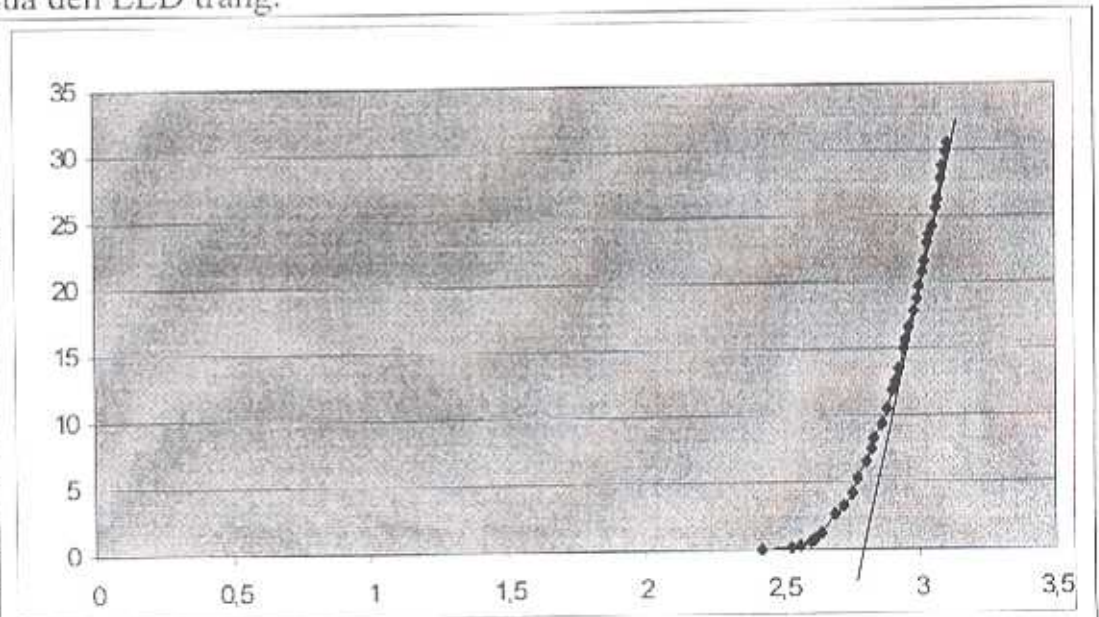
Giá trị  $h$  trung bình

$$h = (6,4 \pm 0,5) \cdot 10^{-34} J \cdot s$$

### e) Khảo sát LED trắng

Bảng số liệu của đèn LED trắng:

U(V)	I(mA)
2,42	0,01
2,53	0,17
2,56	0,32
2,6	0,63
2,61	0,8
2,64	1,22
2,69	2,61
2,72	3,33
2,75	4,2
2,77	5,28
2,8	6,6
2,82	7,45
2,83	8,25
2,86	9,44
2,88	10,52
2,9	11,92
2,91	12,47
2,92	13,39
2,94	14,93
2,95	15,69
2,96	16,51
2,98	17,88
2,99	18,8
3	19,75
3,01	20,75
3,02	21,6
3,03	22,92
3,04	23,55
3,05	24,2
3,06	25,6
3,07	26,3
3,08	27,75
3,09	28,74
3,1	29,79
3,11	30,52



Đường đặc trưng Vôn – ampe của LED trắng



Bảng số liệu hồi quy tuyến tính của LED trắng

Giá trị	y (U)	x (I)	xy	x <sup>2</sup>
1.	2,79	6,34	17,69	40,2
2.	2,8	6,92	19,38	47,89
3.	2,82	7,92	22,33	62,73
4.	2,84	8,93	25,36	79,74
5.	2,86	10,21	29,2	104,24
6.	2,88	11,43	32,92	130,64
7.	2,9	13	37,7	169
8.	2,92	14,2	41,46	201,64
9.	2,92	14,16	41,35	200,51
10.	2,93	15,3	44,83	234,09
11.	2,95	17,9	52,81	320,41
12.	2,97	18,3	54,35	334,89
13.	2,99	21,3	63,69	453,69
14.	3,02	23,2	70,06	538,24
15.	3,04	24,6	74,78	605,16
16.	3,05	25,5	77,78	650,25
17.	3,06	26,4	80,78	696,96
18.	3,07	27,7	85,04	767,29
19.	3,08	28,9	89,01	835,21
20.	3,09	30,2	93,32	912,04
Tổng	58,98	352,41	1053,84	7384,82

- Với LED trắng, tuyến tính hóa theo cách 3 ta tìm được  $U_{ng} = (2,8 \pm 0,2)(V)$  và có đường đặc trưng vôn ampe tương tự các loại LED trên. Giá trị  $U_{ng}$  gần bằng giá trị  $U_{ng}$  của đèn LED xanh. Do đó ta có thể dùng giá trị h tương ứng của LED xanh để

tính bước sóng tương ứng:  $\lambda = \frac{h_{xanh}c}{eU_{ng}} = (475 \pm 20)nm$ .

Thí sinh nào dùng giá trị trung bình của h hoặc dùng h ứng với một đèn nào đó (vàng, đỏ) từ phép đo trên để tính ra kết quả thì cũng được điểm.

Ví dụ dùng h trung bình:  $\lambda = \frac{h_{tb}c}{eU_{ng}} = (434 \pm 20) nm$

- Như vậy bản thân điốt phát quang của LED trắng là phát ra bước sóng gần như của LED xanh lam. Ta thấy màu đèn phát ra màu trắng là do ánh sáng xanh lam kích thích lớp huỳnh quang phủ lên trên phát ra các ánh sáng có bước sóng dài hơn như lục, đỏ..., cuối cùng các ánh sáng đơn sắc tổng hợp lại và phát ra ánh sáng trắng.



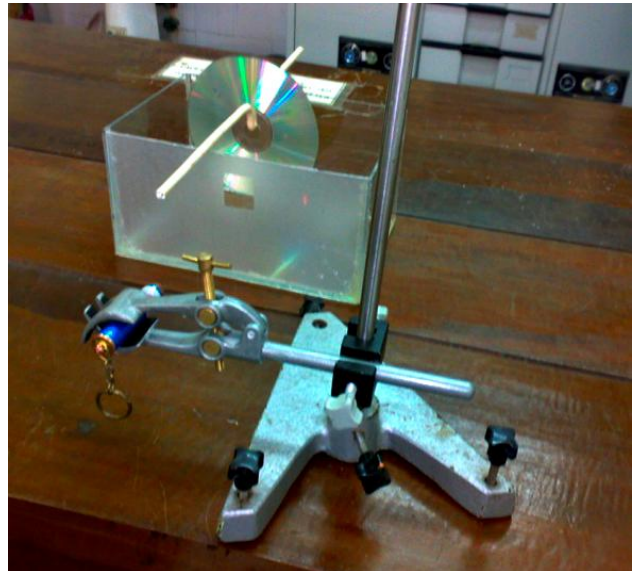
## Olympic Vật lý sinh viên Toàn quốc lần thứ XIII

## Đề thi THỰC NGHIỆM – 2

*(Thời gian làm bài 180 phút)***I. Dụng cụ thí nghiệm**

Cho các dụng cụ sau:

1. 01 laser pointer cho ánh sáng đơn sắc;
2. 01 thước kẻ học sinh để đo khoảng cách
3. 01 hình hộp chữ nhật làm bằng các tấm nhựa trong suốt, phía sau có dán giấy bán mờ để đỡ chất lỏng cần đo chiết suất.
4. 01 can nhựa đựng chất lỏng cần đo chiết suất.
5. Giá đỡ để giữ đèn và thanh để cố định CD
6. Một đĩa CD và một đĩa DVD.



Đĩa CD là một đĩa tròn làm bằng nhựa trên có phủ lớp nhôm mỏng để phản xạ tốt ánh sáng. Thông tin ghi trên đĩa theo đường xoáy tròn ốc gọi là track, có thể xem như là rất nhiều đường tròn đồng tâm nằm rất sát nhau, cách đều nhau. Vì vậy ở đĩa CD, chỗ có các đường track, khi chiếu vào một chùm sáng hẹp thì đĩa CD ở chỗ được chiếu sáng có thể coi như là một cách tử phản xạ có vạch song song. Còn ở những chỗ không có các track, thí dụ ở gần tâm đĩa thì chiếu ánh sáng vào đó như là chiếu vào một vật bình thường.

Đĩa DVD có cấu tạo tương tự như đĩa CD nhưng tinh vi hơn, các track gần sát nhau hơn. Nếu hai đĩa CD và DVD có kích thước nhìn ở ngoài cơ bản như nhau thì chiều dài tổng cộng của các đường track trên đĩa DVD dài hơn nhiều so với đĩa CD.

**II. Yêu cầu làm thực nghiệm**

1. Chưa dùng đĩa DVD, chỉ dùng đĩa CD và các dụng cụ khác đã cho:
  - a) Bố trí và tiến hành đo chiết suất chất lỏng theo cách cổ điển thông thường.

b) Bố trí và tiến hành đo chiết suất chất lỏng theo cách dùng đĩa CD làm cách tử phản xạ.

Ở mỗi cách đo, cần vẽ sơ đồ nguyên lý, viết các công thức chính, các số liệu đo được và tính ra kết quả có kèm theo sai số của phép đo tương ứng.

So sánh kết quả đo  $n$  ở hai cách

2. Dùng đĩa DVD thay cho đĩa CD.

- Tiến hành đo chiết suất theo cách dùng cách tử nhiễu xạ phản xạ. So sánh với kết quả đo ở phần 1b khi dùng đĩa CD.

- Từ những kết quả trên có thể suy ra tổng độ dài của các đường track trên đĩa DVD gấp bao nhiêu lần so với tổng độ dài của các đường track trên đĩa CD.

**Lưu ý:**

- Không chiếu trực tiếp Laser vào mắt
- Tránh gây tác động cơ học lên các thiết sử dụng trong bài thí nghiệm
- Tránh gây đổ chất lỏng ra ngoài.

*Giám thị không cần giải thích gì thêm.*

## Đáp án THỰC NGHIỆM – 2

### Đáp án tóm tắt

1-

a) *Bố trí tiến hành đo chiết suất theo cách cổ điển thông thường*

- Vẽ sơ đồ nguyên lý 2 điểm
- Viết công thức 1 điểm
- Kết quả đo, tính ra n 2 điểm
- Sai số 1 điểm

Giá trị chấp nhận được:

$$n = 1,3 \pm 0,1$$

b) *Bố trí đo n theo cách dùng cách tử*

- Vẽ sơ đồ nguyên lý 3 điểm
- Viết công thức 3 điểm
- Kết quả đo, tính ra n 2 điểm
- Tính sai số 1 điểm

Giá trị chấp nhận được:

$$n = 1,34 \pm 0,07$$

So sánh hai phép đo: Phép 2 chính xác hơn phép 1 1 điểm

## 2. Dùng đĩa DVD

Kết quả đo n 2 điểm

$$n = 1,3 \pm 0,1$$

So sánh:

- Kém hơn so với dùng CD do hạn chế của kích thước hộp thủy tinh 1 điểm
- Độ dài tổng chu vi lớn gấp đôi 1 điểm

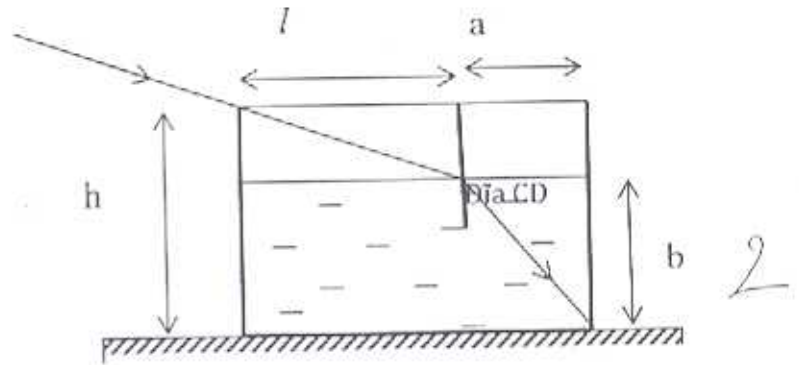
## Đáp án chi tiết – THỰC NGHIỆM - 2

### 1a) Đo chiết suất bình thường dựa trên hiện tượng khúc xạ ánh sáng.

Sinh viên có thể dùng một số cách khác nhau dựa trên định luật khúc xạ ánh sáng để đo  $n$ . Dưới đây là một ví dụ.

Bố trí thí nghiệm như hình vẽ:

Đo chiều cao của chất lỏng  $b$ , đo chiều cao của hộp  $h$ . Đặt đĩa CD thẳng vuông góc với cách mép một khoảng  $l$ , cách mép đối diện  $l$  khoảng  $a$  sao cho mắt nhìn thấy mép của đĩa CD, mép trên và mép dưới cạnh đối diện của hộp thẳng hàng.



Ta có

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\frac{l}{\sqrt{l^2 + (h-b)^2}}}{\frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}} = \frac{l\sqrt{a^2 + b^2}}{a\sqrt{l^2 + (h-b)^2}}$$

Sai số:

$$\frac{\Delta n}{n} = \frac{\Delta l}{l} + \frac{a\Delta a + b\Delta b}{a^2 + b^2} + \frac{\Delta a}{a} + \frac{l\Delta l + (h-b)(\Delta h + \Delta b)}{l^2 + (h-b)^2}$$

Nếu coi như đường ngắm bằng mắt song song với thành của ống. sai số là sai số của thiết bị

Kết quả:

	h (cm)	b (cm)	l (cm)	a (cm)	n	$\Delta n(\%)$
1	10	5,5	9,6	5,4	1,29	6,4
2	10	6,5	8,6	6,4	1,32	6,1
3	10	7,5	7,9	7,1	1,39	6

$$n = 1,33 \pm 0,08$$



Nếu sinh viên không làm theo cách này mà làm theo các cách khác thì vẫn tính điểm như thường nếu đo ra kết quả như trên.

**1b) Dùng đĩa CD như một cách tử phân xạ đặt song song với thành của hộp chữ nhật.**

**Sơ đồ nguyên lý:**

- Chiếu tia laser vuông góc từ ngoài qua thành hộp bên trong chứa có chất lỏng (có không khí) đến đĩa CD. Lấy thành hộp hình chữ nhật làm màn. Xác định tia laser tới vuông góc với mặt đĩa CD nhờ vào sự trùng nhau của tia tới và vân nhiễu xạ trung tâm trên thành hộp. Xác định cách đặt mặt CD song song với thành bình dựa vào khoảng cách giữa hai vân nhiễu xạ bậc 1 đến vân trung tâm bằng nhau.

Đo khoảng cách  $h$  từ mặt đĩa CD đến thành hộp.

Đo khoảng cách  $l$  là khoảng cách giữa hai vân nhiễu xạ bậc 1 trên màn (thành hộp).

**Công thức tính:**

Ta có:  $d \sin \alpha = k \lambda$

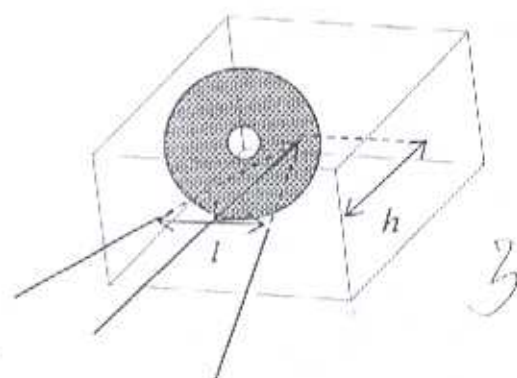
Trong đó  $d$  là khoảng cách 2 vạch của cách tử,  $\alpha$  là góc của vân nhiễu xạ thứ  $k$ .

Với  $k = 1$  ta có:

$$d \frac{l}{\sqrt{4h^2 + l^2}} = \lambda$$

- Đổ chất lỏng cần đo chiết suất vào hộp sao cho chất lỏng cao hơn vết chiếu của Laser trên đĩa CD. Làm tương tự với vị trí của đĩa CD như trên đo được khoảng cách  $l'$  giữa 2 vân nhiễu xạ bậc 1. Ta có:  $nd \sin \alpha' = k \lambda$  trong đó  $n$  là chiết suất của chất lỏng cần đo.

Với  $k = 1$  ta có:



$$n d \frac{l'}{\sqrt{4h^2 + l'^2}} = \lambda$$

Vậy:

$$n = \frac{l}{l'} \sqrt{\frac{4h^2 + l'^2}{4h^2 + l^2}}$$

3

Với sai số:

$$\frac{\Delta n}{n} = \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta l'}{l'} + \frac{4h\Delta h + l'\Delta l'}{4h^2 + l'^2} + \frac{4h\Delta h + l\Delta l}{4h^2 + l^2}$$

4

Các sai số trên đây là sai số của dụng cụ (của thước đo)

Đo với các giá trị h khác nhau và lập bảng giá trị:

h (cm)	5	7	9	11	13
l (cm)	5,1	7,1	9,1	11,1	13
l' (cm)	3,7	5,2	6,6	7,9	9,4
n	1,35	1,35	1,34	1,34	1,33
$\Delta n/n(\%)$	5,5	5	5	4,5	4,5

$$n = 1,34 \pm 0,07$$

2

**So sánh 2 phép đo:** Cách đo 2 chính xác hơn so với cách 1 do bởi có ít sai số, sai số thường do sai số dụng cụ. Cách đo 1 có nhiều yếu tố ảnh hưởng tới sai số của phép đo.

1

## 2. Dùng đĩa DVD:

Thay đĩa CD bằng đĩa DVD.

### Bảng số liệu

h (cm)	2	3	4
l (cm)	8,6	12,3	16,2
l' (cm)	4,1	5,8	7,6
n	1,27	1,29	1,30
$\Delta n/n(\%)$	9	6,4	4,9

$$n = 1,29 \pm 0,09$$

### • So sánh:

Khi làm thí nghiệm với các h tăng dần thì kết quả chính xác hơn do sai số giảm nhanh do vậy theo lý thuyết và thực nghiệm trên, thay đĩa CD bằng đĩa DVD cho kết quả tốt hơn, chính xác hơn. Vì điều kiện thí nghiệm không cho phép tiến hành với các h lớn hơn 4cm nên trong bài thí nghiệm này sử dụng đĩa DVD cho sai số lớn hơn khi dùng đĩa CD. 2

Do  $d \sin \alpha = k\lambda$  nên nếu cho chỉ số 1 là ứng với đĩa CD, chỉ số 2 là ứng với đĩa DVD ta có:  $d_1/d_2 = \sin \alpha_2 / \sin \alpha_1$

Lấy kết quả đo sử dụng đĩa CD và DVD ta có:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{l_2}{l_1} \sqrt{\frac{4h_1^2 + l_1^2}{4h_2^2 + l_2^2}} = 2$$

$$1,8 - 42$$

1

Trong đó đĩa CD lấy  $h_1 = 11\text{cm}$ ,  $l_1 = 11,1\text{cm}$ . Đĩa DVD lấy  $h_2 = 4\text{cm}$ ,  $l_2 = 16,2\text{cm}$

### Nhận xét:

Xem đĩa CD và DVD có kích thước như nhau và các track sẽ có bán kính nằm trong khoảng  $R_1$  (mép trong) và  $R_2$  (mép ngoài) của phần có màng phản xạ. Do khoảng cách giữa các track trên đĩa DVD đã đo được bằng một nửa so với đĩa CD nên nếu tính từ  $R_1$  đến  $R_2$  số track trên đĩa DVD gấp đôi so với đĩa CD. Có thể xem tổng chu vi các track trên một đĩa bằng tổng cộng chu vi của vòng tròn của các track có bán kính  $R_1$  đến  $R_2$  hay N lần chu vi của vòng tròn track có bán kính

+ 1

$\frac{R_1 + R_2}{2}$ . Như vậy tổng chu vi của các track tỉ lệ thuận với  $N$  tức là tỉ lệ ngược với  $d$  ( $N = \frac{R_2 - R_1}{d}$ ). Do đó tổng chu vi của các track trên đĩa DVD gấp đôi so với CD.

Lượng thông tin ghi được trên đĩa phụ thuộc chiều dài của tổng chu vi các track trên đĩa nhưng còn phụ thuộc mỗi bit thông tin chiếm khoảng cách dài hay ngắn trên track. Ở đĩa DVD khoảng cách bit thông tin chiếm chỗ ngắn hơn nhiều so với đĩa CD.