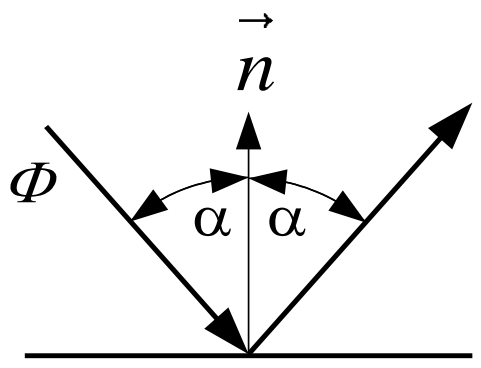


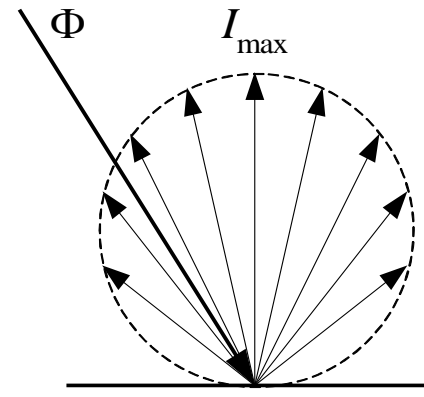
# СВЕТЛОТЕХНИЧКИ СВОЈСТВА НА ТЕЛАТА

- Одбивање на светлината:  $\rho = \frac{\Phi_{\rho}}{\Phi}$
- Пропуштање на светлината:  $\tau = \frac{\Phi_{\tau}}{\Phi}$
- Впивање на светлината:  $\alpha = \frac{\Phi_{\alpha}}{\Phi} = \frac{\Phi - \Phi_{\rho} - \Phi_{\tau}}{\Phi} = 1 - \rho - \tau$

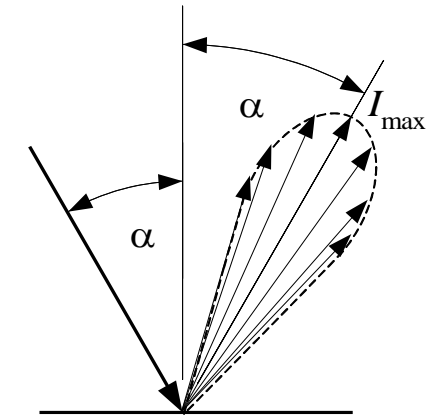
- Одбивање на светилната



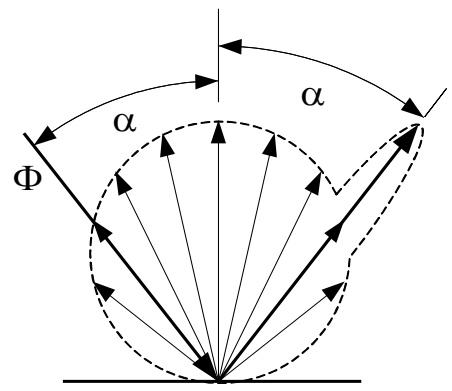
насочено



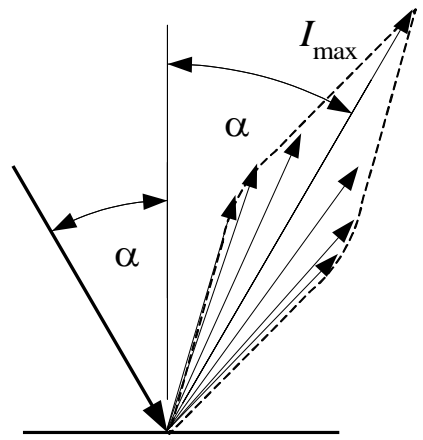
дифузно



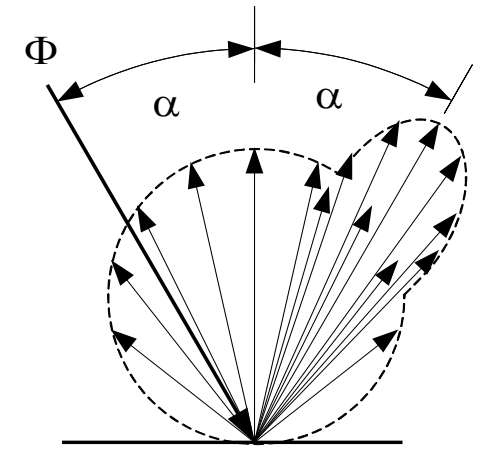
полудифузно



насочено-дифузно



насочено-полудифузно



дифузно-полудифузно

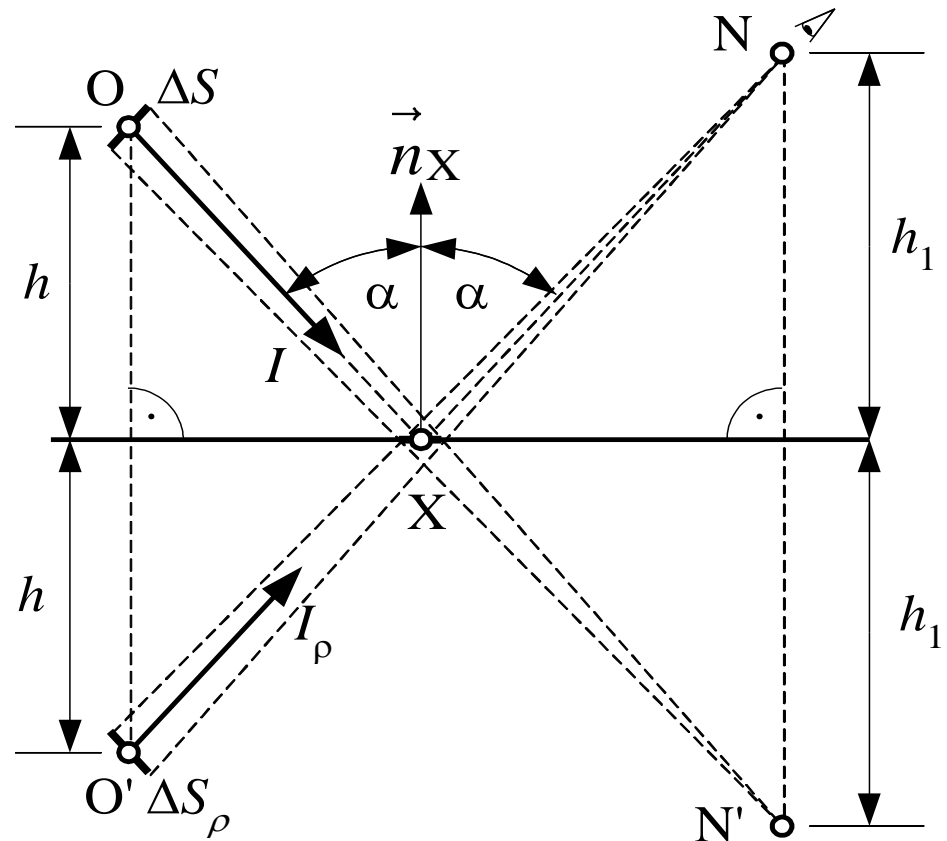
- Насочено (огледално) одбивање

- зракот пред одбивањето, нормалата на одбивната површина и одбиениот зрак лежат во иста рамнина
- аголот на светлината пред одбивањето е еднаков со аголот на светлината по одбивањето

$$\rho = \frac{\Phi_\rho}{\Phi} \quad \Phi_\rho = I_\rho \cdot \Delta\Omega$$

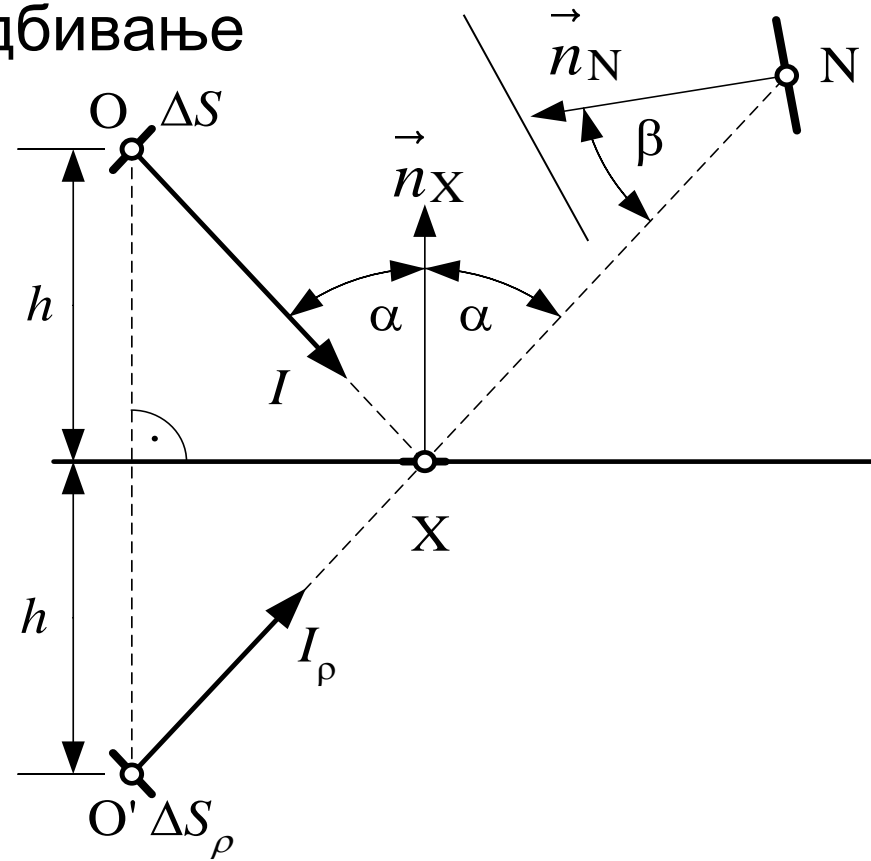
$$\Phi = I \cdot \Delta\Omega$$

$$\rho = \frac{I_\rho \cdot \Delta\Omega}{I \cdot \Delta\Omega} = \frac{I_\rho}{I} = \frac{L_\rho \cdot \Delta S}{L \cdot \Delta S} = \frac{L_\rho}{L}$$



- Насочено (огледално) одбивање

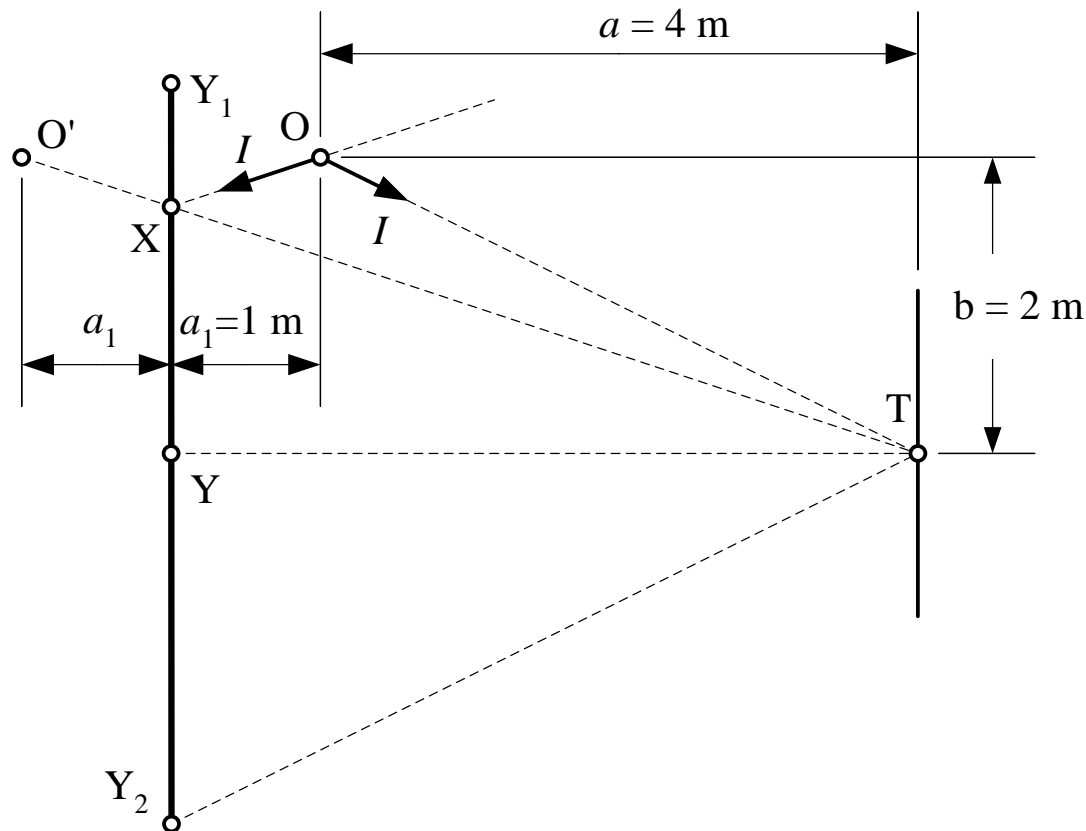
$$E_N = \frac{I_\rho \cdot \cos \beta}{\overline{ON}^2}$$



Материјал	$\rho$
Полирано сребро	0.88÷0.93
Посребрено стаклено огледало	0.70÷0.85
Стаклено огледало од амалгам	0.70
Полиран алуминиум	0.65÷0.75
Полиран алуминиум (нова технологија)	~0.93
Полиран хром	0.60÷0.70
Полиран никел	0.55÷0.63

## • Пример

Униформен светлински извор во вид на сфера со дијаметар  $0.2\text{ m}$  и центар во  $O$  осветлува вертикална рамнина и е поставен на растојание  $a$  од неа. Флуksот што изворот го зрачи во целиот простор е  $\Phi = 12\,566\text{ lm}$ . Рамна огледална површина во вид на круг со дијаметар  $d_1$  и центар во точката  $Y$  е паралелна на осветлуваната рамна површина. Потребно е да се пресмета осветленоста во точката  $T$  од осветлуваната површина и сјајноста на изворот и неговиот лик, набљудувани од точката  $T$ . Точките  $O$ ,  $Y$  и  $T$  припаѓаат на вертикална рамнина којашто е нормална на осветлуваната рамнина. Отсечката  $TY$  е нормална на осветлуваната рамнина. Осветлуваната рамнина не одбива светлина, а коефициентот на насочено одбивање на огледалото изнесува  $0.9$ .







- Насочено одбивање од стаклена површина

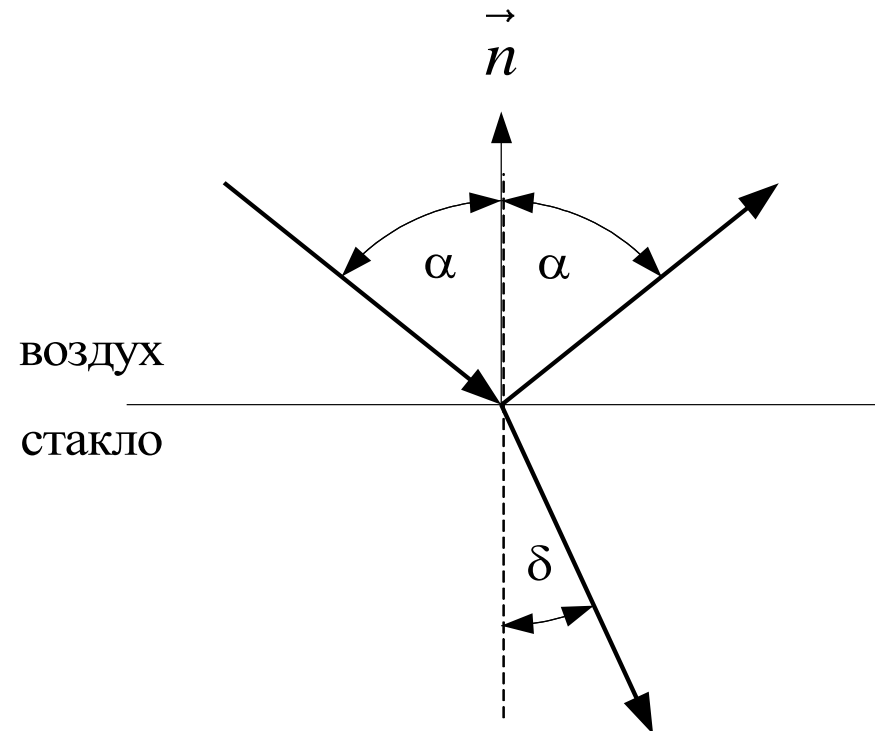
## Шнелов закон

$$\frac{v_{\text{ВОЗДУХ}}}{v_{\text{СТАКЛО}}} = \frac{n_{\text{СТАКЛО}}}{n_{\text{ВОЗДУХ}}} \approx n_{\text{СТАКЛО}} = \frac{\sin \alpha}{\sin \delta}$$

## Френелова формула

$$\rho = \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{\sin^2(\alpha - \delta)}{\sin^2(\alpha + \delta)} + \frac{\text{tg}^2(\alpha - \delta)}{\text{tg}^2(\alpha + \delta)} \right]$$

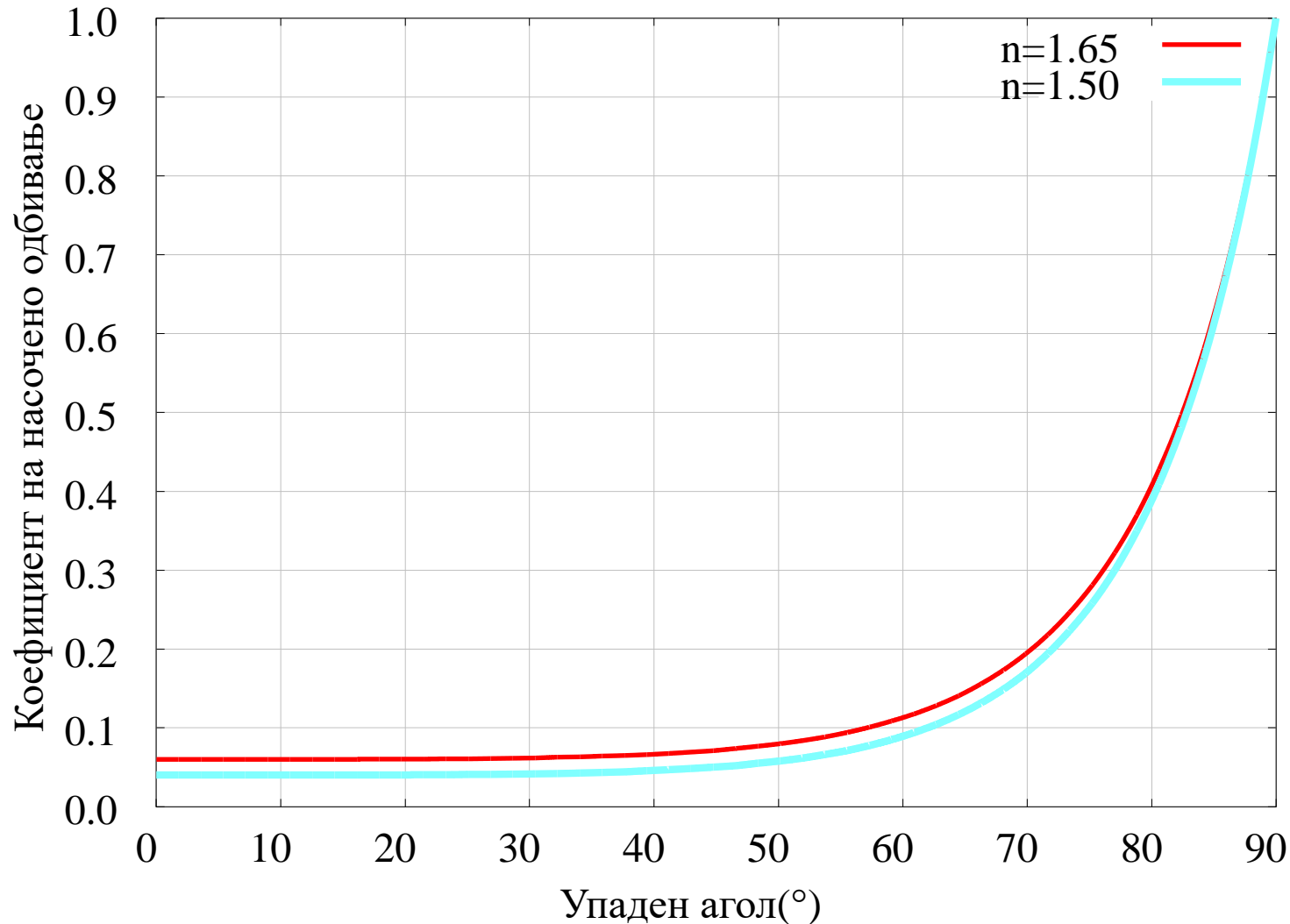
$$\rho = \lim_{\substack{\alpha \rightarrow 0 \\ \delta \rightarrow 0}} \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{\sin^2(\alpha - \delta)}{\sin^2(\alpha + \delta)} + \frac{\text{tg}^2(\alpha - \delta)}{\text{tg}^2(\alpha + \delta)} \right] = \left( \frac{n-1}{n+1} \right)^2 = \left( 1 - \frac{2}{n+1} \right)^2$$



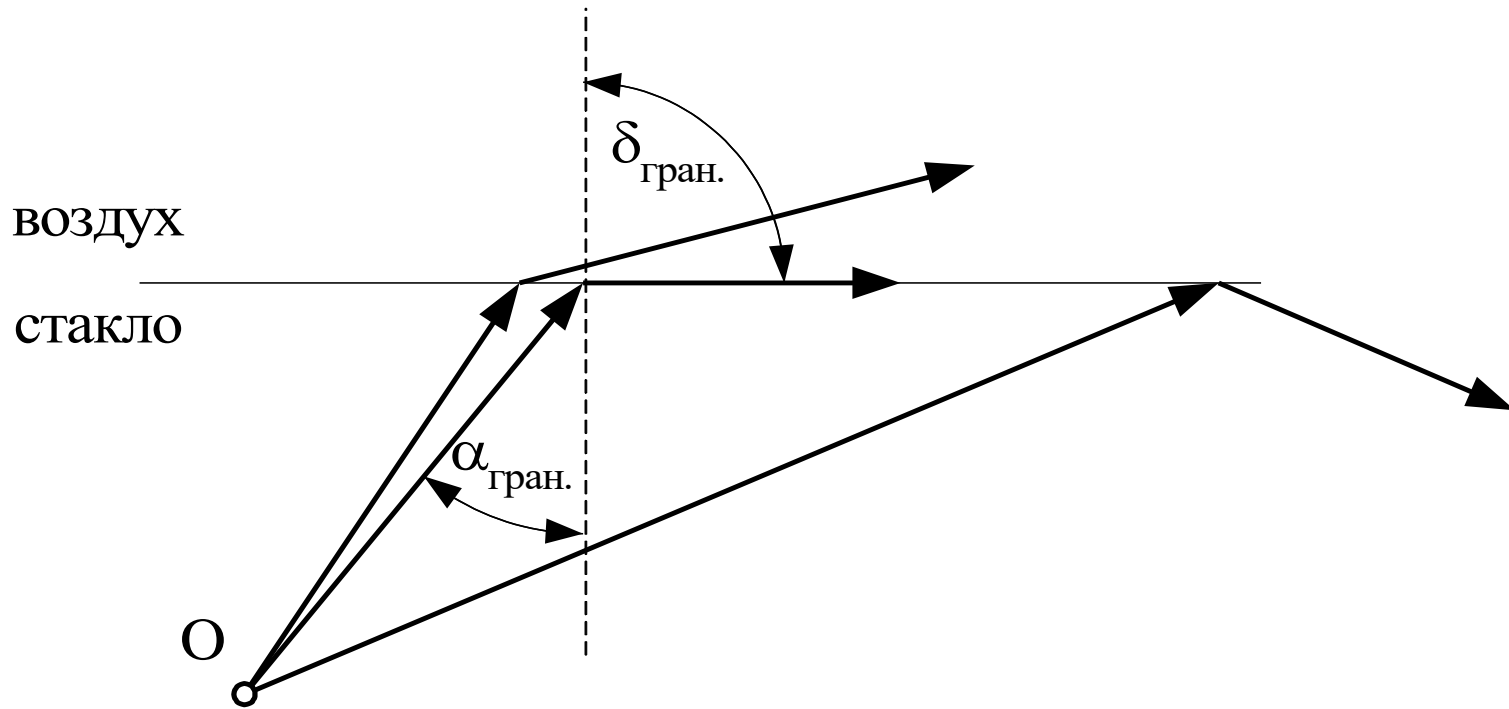


- Насочено одбивање од стаклена површина

$$\rho = \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{\sin^2(\alpha - \delta)}{\sin^2(\alpha + \delta)} + \frac{\text{tg}^2(\alpha - \delta)}{\text{tg}^2(\alpha + \delta)} \right]$$



- Насочено одбивање од стаклена површина
  - тотална рефлексција



$$\alpha_{\text{гран.}} = \arcsin \frac{\sin \delta_{\text{гран.}}}{n_{\text{стакло}}} = \arcsin \frac{\sin 90^\circ}{n_{\text{стакло}}} = \arcsin \frac{1}{n_{\text{стакло}}}$$

- Дифузно одбивање

- независно од аголот на упадниот зрак, одбиениот флуks е секогаш распределен во просторен агол од  $2\pi$
- распределбата на светлинската јачина по одбивањето е според Ламбертовиот закон  $I_\gamma = I_0 \cdot \cos \gamma$

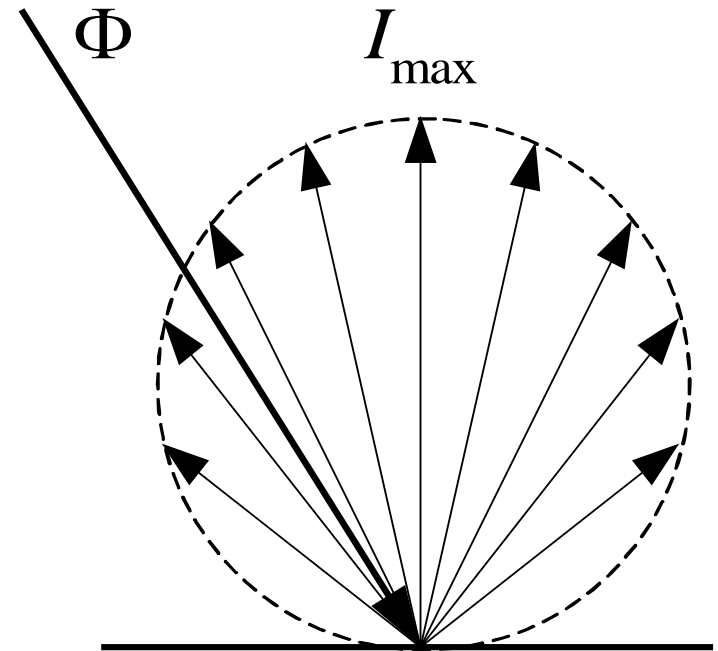
$$\rho = \frac{\Phi_\rho}{\Phi}$$

$$\Phi = E \cdot \Delta S \quad M = \pi \cdot L$$

$$\Phi_\rho = \pi \cdot I_0 = \pi \cdot L_\rho \cdot \Delta S = M \cdot \Delta S$$

$$\rho = \frac{\Phi_\rho}{\Phi} = \frac{\pi \cdot L_\rho \cdot \Delta S}{E \cdot \Delta S} = \pi \cdot \frac{L_\rho}{E}$$

$$L_\rho = \frac{\rho}{\pi} \cdot E$$

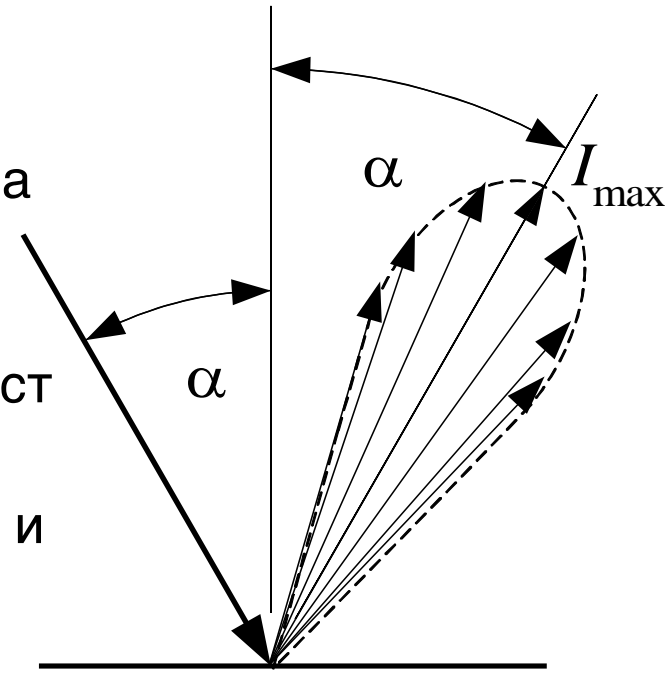


Материјал	$\rho$
Магнезиум оксид	0.96
Бариум оксид	0.95
Алабастер (ситнозрнест бел гипс)	0.93
Бела акрилна боја	0.80

$\Delta S$

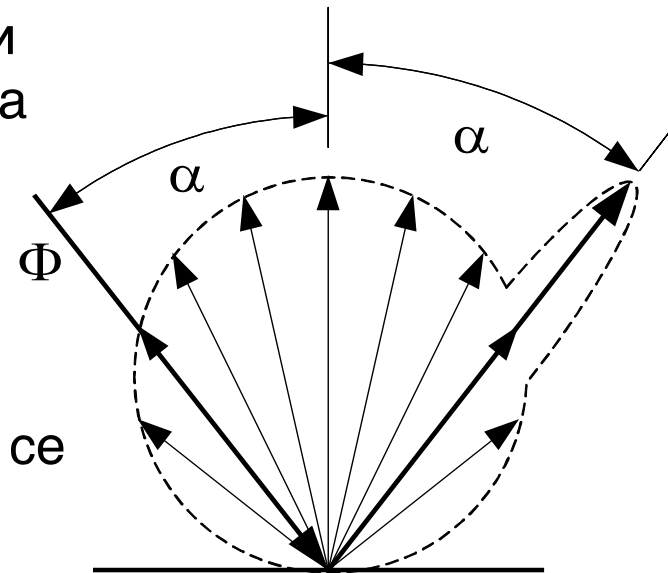
- Полудифузно одбивање

- одбиениот флуks е распределен во просторен агол од којшто е помал од  $2\pi$ , а максималната светлинска јачина е во правец на насоченото одбивање
- ликовите се нејасни и со намалена сјајност
- матирани метални површини, мрсна боја, лакирани површини, порцулански емајли и сл.



- Мешано одбивање

- одбиената светлина има две компоненти дифузна и насочена со два максимума на светлинската јачина
- односот на овие компоненти зависи од упадниот агол и типот и обработката на материјалот
- ликовите се значително деформирани и се со многу мала сјајност
- млечно стакло, мермер и сл.



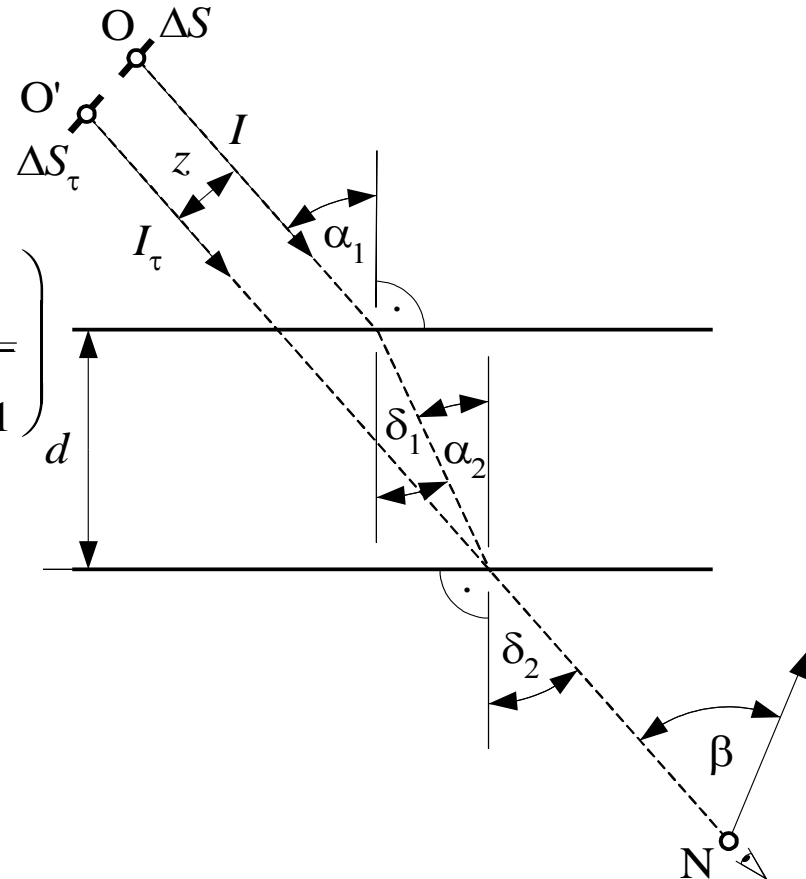
# • Насочено пропуштање

- светлината, минувајќи низ телата коишто пропуштаат насочено, ја задржува големината и обликот на просторниот агол
- светлечкото тело (извор на светлина или осветлуван објект) преку плоча којашто пропушта насочено се гледа јасно и неговиот лик не е деформиран

$$z = \frac{d \cdot \sin(\alpha_1 - \delta_1)}{\cos \delta_1} = d \cdot \sin \alpha_1 \cdot \left( 1 - \frac{\cos \alpha_1}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha_1}} \right)$$

$$\tau = \frac{\Phi_\tau}{\Phi} = \frac{I_\tau \cdot \Delta\Omega_\tau}{I \cdot \Delta\Omega} = \frac{I_\tau}{I} = \frac{L_\tau \cdot \Delta S_\tau}{L \cdot \Delta S} = \frac{L_\tau}{L}$$

$$E_N = \frac{I_\tau \cdot \cos \beta}{\overline{ON}^2}$$

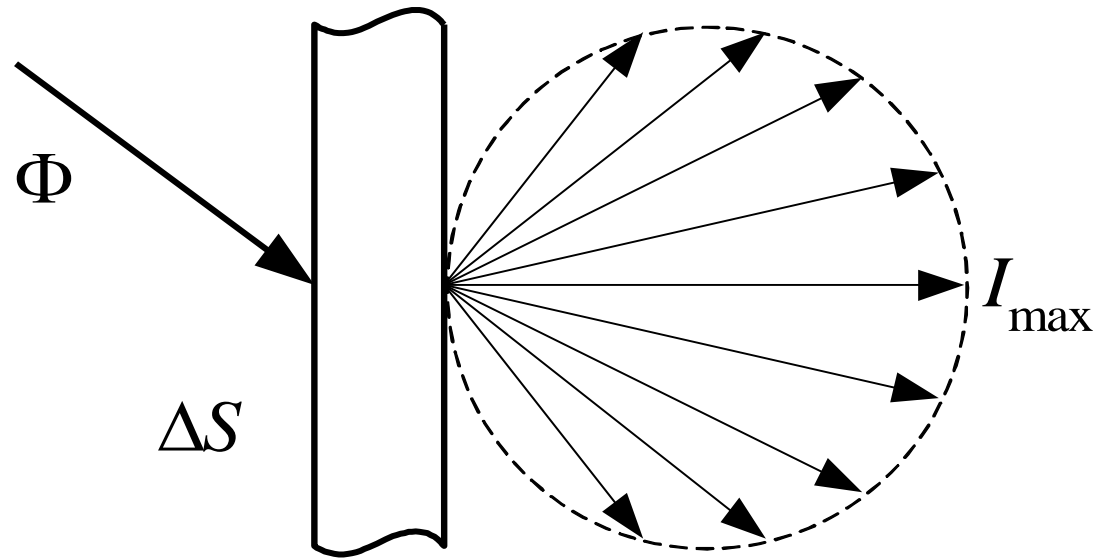


- Дифузно пропуштање

- распределбата на светлинска јачина на пропуштената светлина е според Ламбертовиот закон - сјајноста на материјалот што пропушта е еднаква во сите правци
- опалните или млечните стакла пропуштаат дифузно, а се изработени од провидно стакло коешто во себе содржи ситни честички од стакло со различен индекс на прекршување

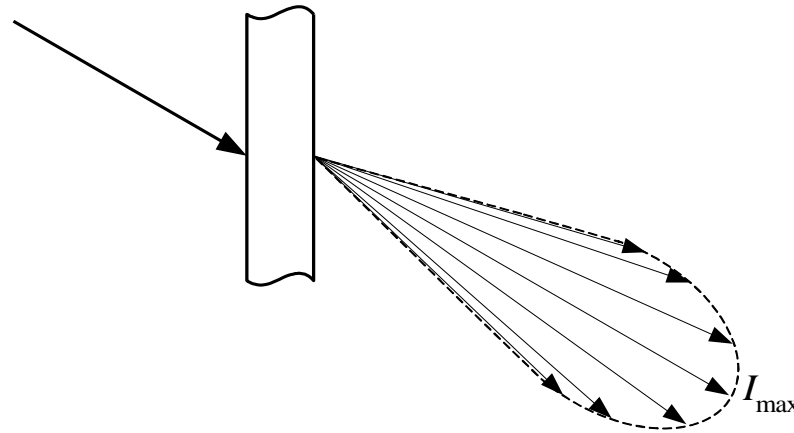
$$\tau = \frac{\Phi_\tau}{\Phi} = \frac{\pi \cdot I_{\max}}{E \cdot \Delta S} = \frac{\pi \cdot L_\tau}{E} = \frac{M_\tau}{E}$$

$$L_\tau = \frac{\tau}{\pi} \cdot E$$



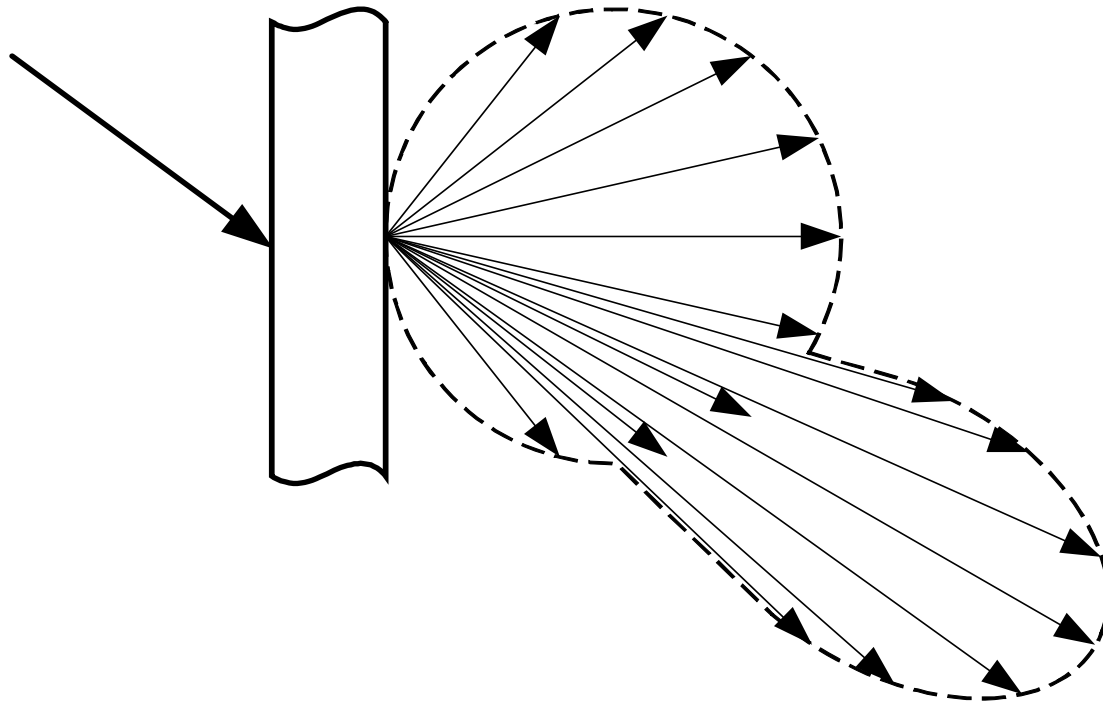
- Полудифузно пропуштање

- флуksот на пропуштената светлина е распределен во поголем просторен агол отколку пред пропуштањето и максималната вредност на светлинската јачина се јавува во правец што одговара кога материјалот би пропуштал насочено
- матираните стакла се добиваат со матирање на една од површините по механички или хемиски пат ( $\tau=0,7\div 0,9$ )



- Мешано пропуштање

- пропуштената светлина има две компоненти - дифузна и насочена со два максимума на светлинската јачина





# СВЕТЛОТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НЕКОИ МАТЕРИЈАЛИ

Материјал	Коефициенти (%)				<i>n</i>
	насочено одбивање	дифузно одбивање	Пропуштање	Впивање	
Тенок подобрен Al	95	4			
Анодизиран Al	88	6			
Супер чист Al	80	0			
Полирано сребро	95	1.4			
Al стакло или пластика	94				
Хром	65				
Полиран некородиращки челик	60				
Бела лак боја	5	до 75		над 20	

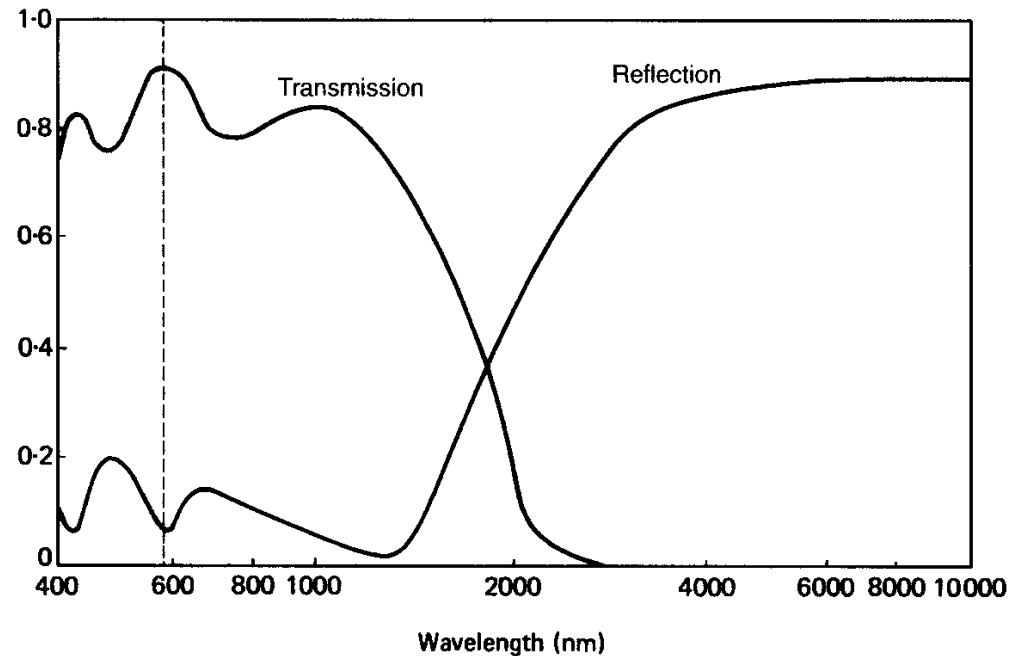
# СВЕТЛОТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НЕКОИ МАТЕРИЈАЛИ

Материјал	Коефициенти (%)				<i>n</i>
	насочено одбивање	дифузно одбивање	Пропуштање	Впивање	
Кварцно безбојно стакло (3 mm)	8	0	92	до 3	1.62
Обично безбојно стакло (3 mm)	8	0	92	до 3	1.52
Провидна акрилна пластика (3 mm)	8	0	92		1.49
Опална акрилна пластика (3 mm)	4	10÷15	50÷80		
Поликарбонат (3 mm)	8		88		1.58
Матирано стакло (механички)		12÷15	72÷85	3÷8	
Матирано стакло (хемиски)		9÷13	75÷89	2÷12	
Млечно стакло (густо)		30÷76	10÷66	4÷28	
Магнезиум оксид		96			
Бариум оксид		95			
Алабастер		92			
Бела акрилна боја		80			

# СВЕТЛОТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НЕКОИ МАТЕРИЈАЛИ

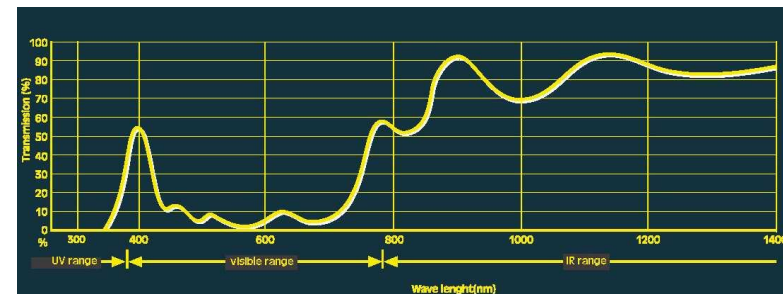
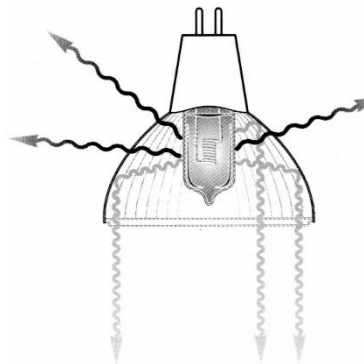
## IRC (Infra Red Coating) филтри (Индиум оксид)

- пропуштаат светлина
- одбиваат топлина



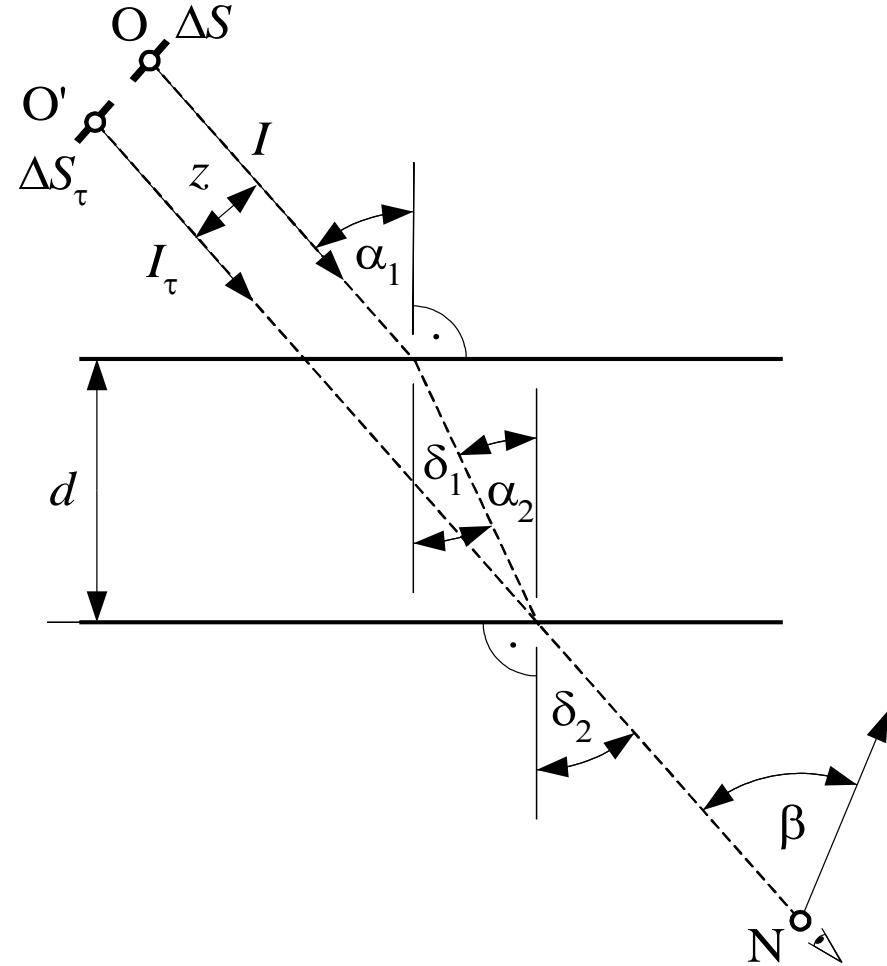
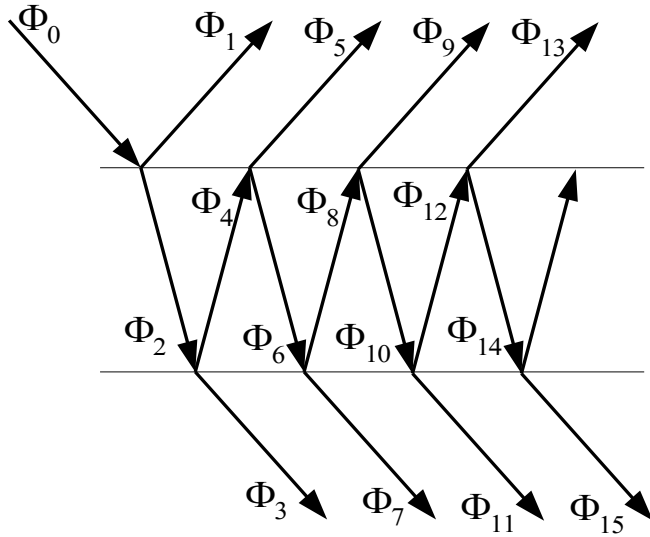
## Обратен ефект dichroic филтри

- одбиваат светлина
- пропуштаат топлина



# ПОВЕЌЕКРАТНО ОДБИВАЊЕ

- Повеќекратно одбивање од планпаралелна плоча од провиден материјал (впивањето се занемарува)



$$\frac{v_{\text{воздух}}}{v_{\text{стакло}}} = \frac{n_{\text{стакло}}}{n_{\text{воздух}}} \approx n_{\text{стакло}} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \delta_1} = \frac{\sin \delta_2}{\sin \alpha_2}$$

$$\rho_1 = \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{\sin^2(\alpha_1 - \delta_1)}{\sin^2(\alpha_1 + \delta_1)} + \frac{\text{tg}^2(\alpha_1 - \delta_1)}{\text{tg}^2(\alpha_1 + \delta_1)} \right]$$

$$\alpha_2 = \delta_1 \Rightarrow \delta_2 = \alpha_1 \Rightarrow \rho_1 = \rho_2 = \rho$$

$$\tau_1 = \tau_2 = \tau = (1 - \rho - \alpha) \approx (1 - \rho)$$

- Повеќекратно одбивање од планпаралелна плоча од провиден материјал (впирањето се занемарува)

$$\Phi_{\text{одбиен}} = \Phi_1 + \Phi_5 + \Phi_9 + \Phi_{13} + \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \Phi_{4n+1}$$

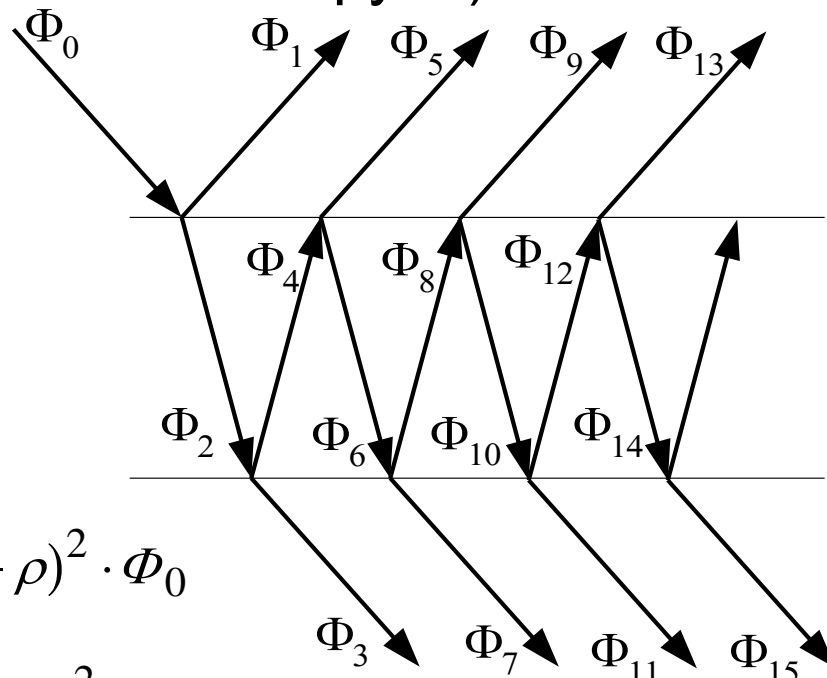
$$\Phi_1 = \rho \cdot \Phi_0$$

$$\Phi_5 = \tau \cdot \Phi_4 = \tau \cdot \rho \cdot \Phi_2 = \tau \cdot \rho \cdot \tau \cdot \Phi_0 = \rho \cdot (1 - \rho)^2 \cdot \Phi_0$$

$$\Phi_9 = \tau \cdot \Phi_8 = \tau \cdot \rho \cdot \Phi_6 = \tau \cdot \rho^2 \cdot \Phi_4 = \rho^3 \cdot (1 - \rho)^2 \cdot \Phi_0$$

$$\Phi_{13} = \tau \cdot \Phi_{12} = \rho^5 \cdot (1 - \rho)^2 \cdot \Phi_0$$

$$\rho_{\text{пов.}} = \frac{\Phi_{\text{одбиен}}}{\Phi_0} = \frac{\sum_{n=0}^{\infty} \Phi_{4n+1}}{\Phi_0} = \frac{\rho \cdot \left[ 1 + (1 - \rho)^2 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \rho^{2n} \right] \cdot \Phi_0}{\Phi_0}$$



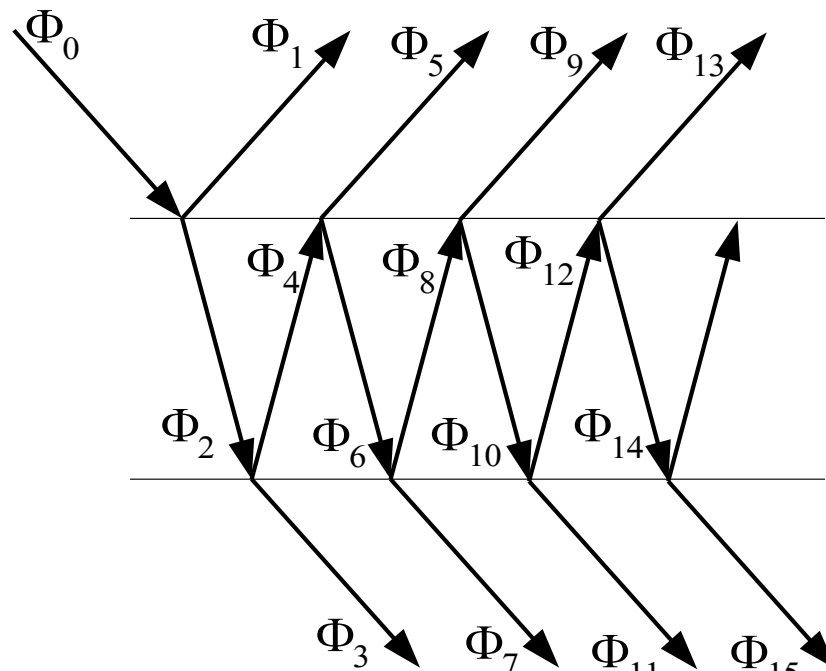
- Повеќекратно одбивање од планпаралелна плоча од провиден материјал (впивањето се занемарува)

$$\rho_{\text{пов.}} = \rho \cdot \left[ 1 + (1 - \rho)^2 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \rho^{2n} \right]$$

$$|\rho| < 1 \Rightarrow |\rho^2| < 1 \Rightarrow \sum_{n=0}^{\infty} \rho^{2n} = \frac{1}{1 - \rho^2}$$

$$\rho_{\text{пов.}} = \rho + \frac{\rho \cdot (1 - \rho)^2}{1 - \rho^2} = \frac{2 \cdot \rho}{1 + \rho}$$

$$\tau_{\text{пов.}} = \frac{\Phi_{\text{пропуштен}}}{\Phi_0} = 1 - \rho_{\text{пов.}} = 1 - \frac{2 \cdot \rho}{1 + \rho} = \frac{1 - \rho}{1 + \rho}$$



- Повеќекратно одбивање од планпаралелна плоча од провиден материјал (впивањето се занемарува)

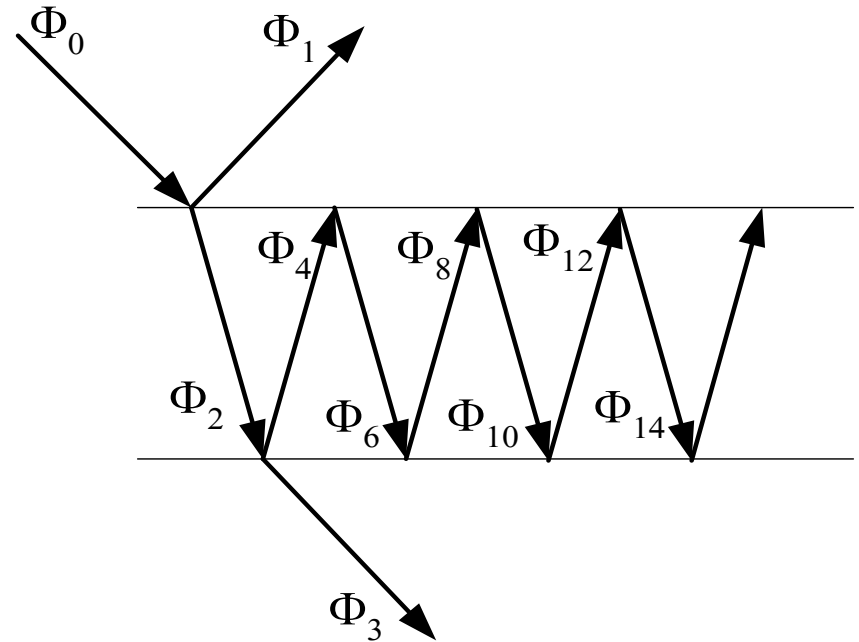
Пример:

Врз планпаралелна плоча од стакло со индекс на прекршување 1.5 паѓа светлински флукс  $\Phi_0$ . Да се пресметаат коефициентите на одбивање од стаклената плоча и пропуштање низ стаклото со и без уважување на ефектот на повеќекратно одбивање, за пет вредности на упадниот агол на светлинските зраци:  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $75^\circ$  и  $85^\circ$ . Да се претпостави дека впивањето на светлината во стаклото може да се занемари.

- Повеќекратно одбивање од планпаралелна плоча од провиден материјал (впивањето се занемарува)

$$\alpha_1 = 0 \Rightarrow \delta_1 = 0$$

$$\rho = \left( \frac{n-1}{n+1} \right)^2 = \left( \frac{1,5-1}{1,5+1} \right)^2 = 0.04$$



Повеќекратното одбивање во плочата се занемарува

$$\Phi'_{\text{пропуштен}} = \Phi_3 = \tau \cdot \Phi_2 = \tau^2 \cdot \Phi_0 = (1-\rho)^2 \cdot \Phi_0$$

$$\tau' = (1-\rho)^2 = (1-0.04)^2 = 0.9216$$

$\rho + \tau' < 1$  **Зошто ?**



# Повеќекратното одбивање не се занемарува

$$\alpha_1 = 0 \Rightarrow \delta_1 = 0 \quad \rho = \left( \frac{n-1}{n+1} \right)^2 = \left( \frac{1,5-1}{1,5+1} \right)^2 = 0,04$$

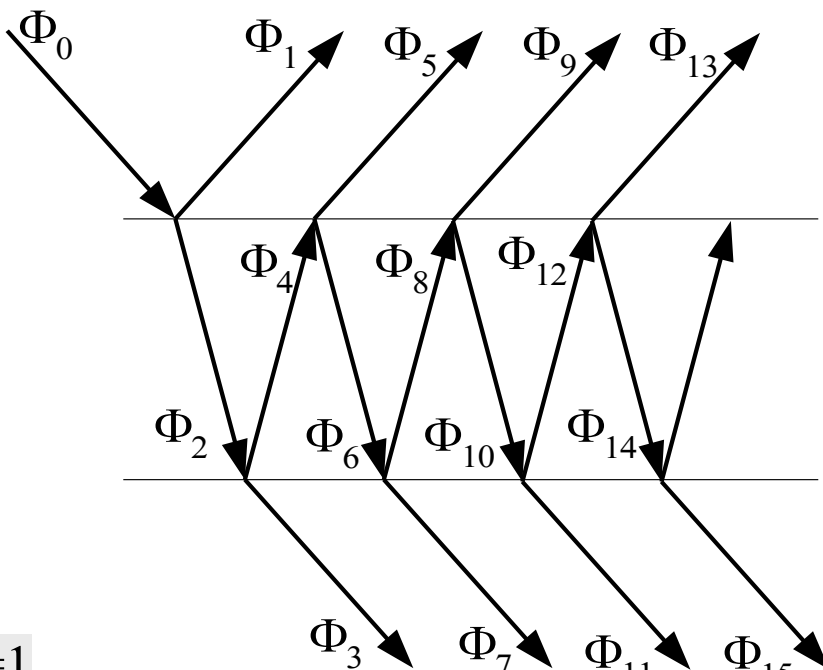
$$\Phi_{\text{одбиен}} = \Phi_1 + \Phi_5 + \Phi_9 + \Phi_{13} + \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \Phi_{4n+1}$$

$$\rho_{\text{пов.}} = \rho + \frac{\rho \cdot (1-\rho)^2}{1-\rho^2} = \frac{2 \cdot \rho}{1+\rho}$$

$$\rho_{\text{пов.}} = \frac{2 \cdot \rho}{1+\rho} = \frac{2 \cdot 0,04}{1,04} \approx 0,07692$$

$$\tau_{\text{пов.}} = \frac{1-\rho}{1+\rho} = \frac{0,96}{1,04} \approx 0,92308$$

$$\rho_{\text{пов.}} + \tau_{\text{пов.}} = 1$$



Упаден агол $\alpha_1$	Агол на прекршување $\delta$	Без повеќекратно одбивање		Со повеќекратно одбивање	
		$\rho$	$\tau'$	$\rho_{\text{пов.}}$	$\tau_{\text{пов.}}$
0°	0.0°	0.04000	0.92160	0.07692	0.92308
45°	28.1°	0.05024	0.90204	0.09567	0.90433
60°	35.3°	0.08919	0.82958	0.16377	0.83623
75°	40.1°	0.17104	0.55792	0.29212	0.70788
85°	41.6°	0.61280	0.14992	0.75992	0.24008

- Повеќекратно одбивање во затворени простори ограничени со сферна површина  $\rho + \tau + \alpha = 1$   $\alpha \neq 0$

$$\Phi_{\text{внатр.}} = \Phi_0 + \Phi_1 + \Phi_3 + \Phi_5 + \dots = \Phi_0 + \sum_{i=1}^{\infty} \Phi_{2i-1}$$

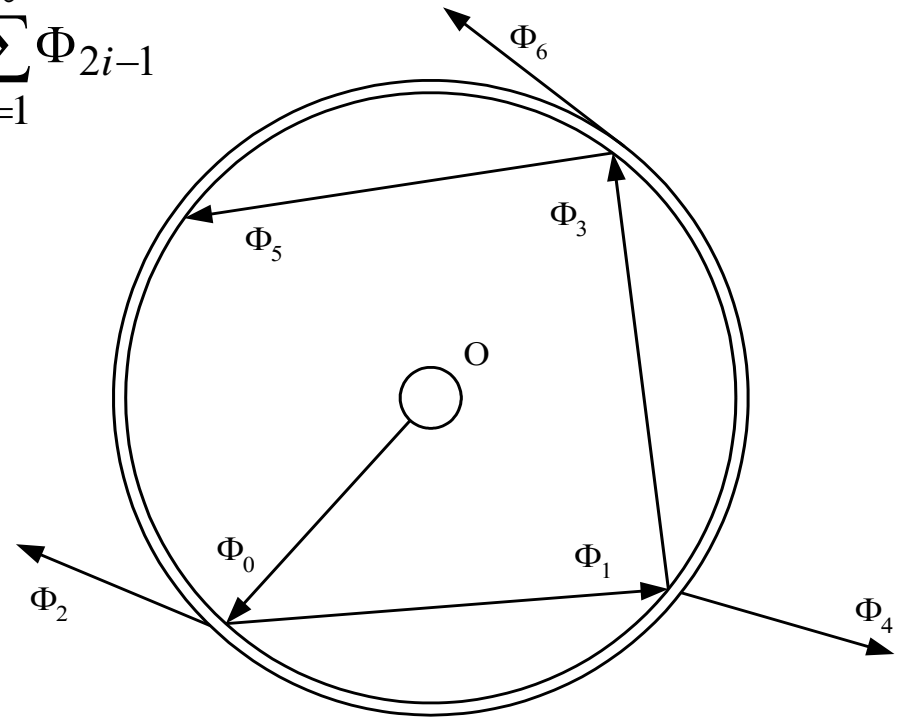
$$\Phi_{\text{внатр.}} = \Phi_0 \cdot (1 + \rho + \rho^2 + \rho^3 + \dots)$$

$$\Phi_{\text{внатр.}} = \Phi_0 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \rho^n = \Phi_0 \cdot \frac{1}{1-\rho}$$

$$|\rho| < 1 \Rightarrow \frac{1}{1-\rho} > 1 \Rightarrow \Phi_{\text{вн.}} > \Phi_0$$

$$\Phi_{\text{внатр.}} = \Phi_0 \cdot \frac{1}{1-\rho}$$

$$\rho_{\text{пов.}} = \frac{\Phi_{\text{внатр.}}}{\Phi_0} = \frac{1}{1-\rho} > 1$$



Перпетуум мобиле!?

коефициент на искористување

- Повеќекратно одбивање во затворени простори ограничени со сферна површина

$$\rho + \tau + \alpha = 1 \quad \alpha \neq 0$$

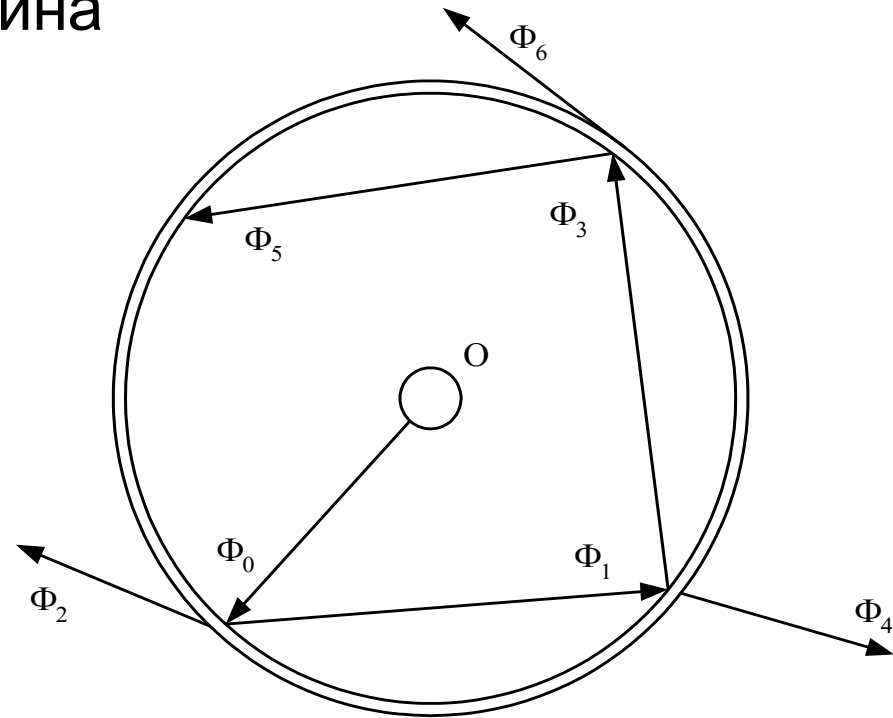
$$\Phi_{\text{пропуштен}} = \Phi_2 + \Phi_4 + \Phi_6 + \dots = \sum_{i=1}^{\infty} \Phi_{2i}$$

$$\Phi_{\text{пропуштен}} = \tau \cdot \Phi_0 \cdot (1 + \rho + \rho^2 + \rho^3 + \dots)$$

$$\Phi_{\text{пропуштен}} = \tau \cdot \Phi_0 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \rho^n$$

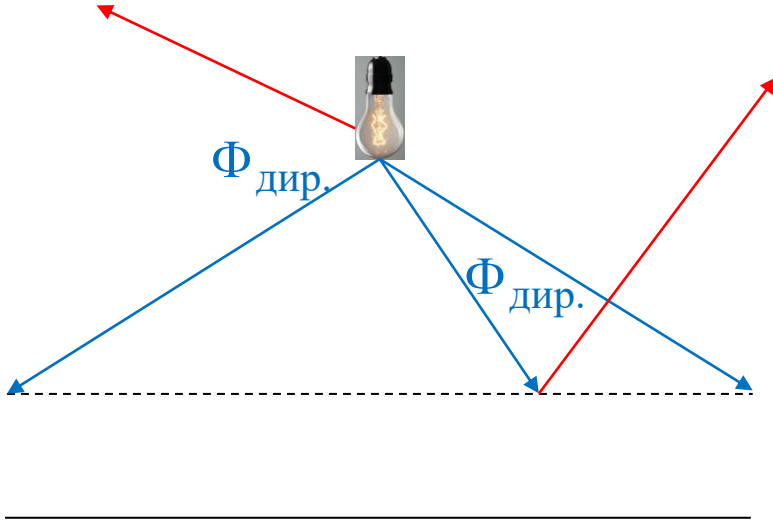
$$\Phi_{\text{пропуштен}} = \tau \cdot \Phi_{\text{внатр.}} = \Phi_0 \cdot \frac{\tau}{1 - \rho}$$

$$\tau_{\text{пов.}} = \frac{\Phi_{\text{пропуштен}}}{\Phi_0} = \tau \cdot (1 + \rho + \rho^2 + \rho^3 + \dots) = \frac{\tau}{1 - \rho} = \frac{\tau}{\alpha + \tau}$$

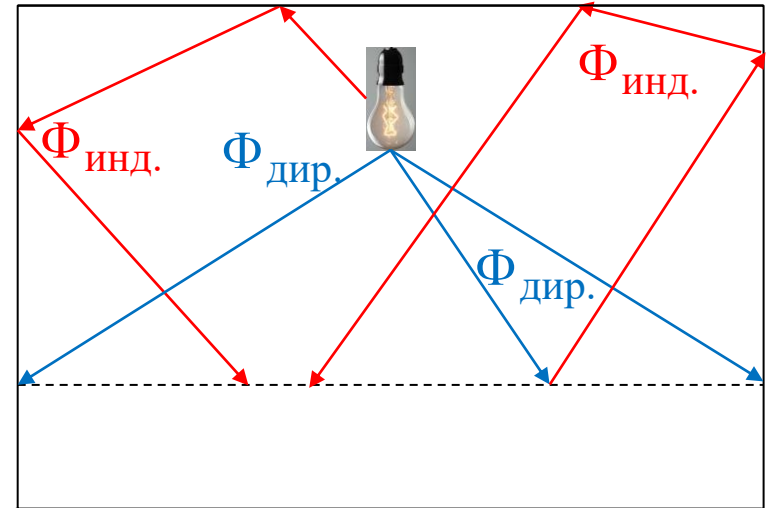


$$\alpha > 0 \Rightarrow \frac{\tau}{1 - \rho} < 1 \Rightarrow \Phi_{\text{пропуштен}} < \Phi_0$$

- Повеќекратно одбивање во затворени простори
  - просторот што се осветлува е интегрален дел од системот за осветление



$$E_{\text{средна}} = \frac{\Phi_{\text{дир.}}}{A}$$



$$E_{\text{средна}} = \frac{\Phi_{\text{дир.}} + \Phi_{\text{инд.}}}{A}$$

- Повеќекратно одбивање од делумно затворени простори

$$\Phi_1 = p \cdot \rho \cdot \Phi_0 \quad p + q = 1$$

$$\Phi_2 = q \cdot \rho \cdot \Phi_0$$

$$\Phi_3 = p \cdot \rho \cdot \Phi_2$$

$$\Phi_4 = \rho \cdot q \cdot \Phi_2$$

$$\Phi_5 = p \cdot \rho \cdot \Phi_4$$

$$\Phi_6 = \rho \cdot q \cdot \Phi_4$$

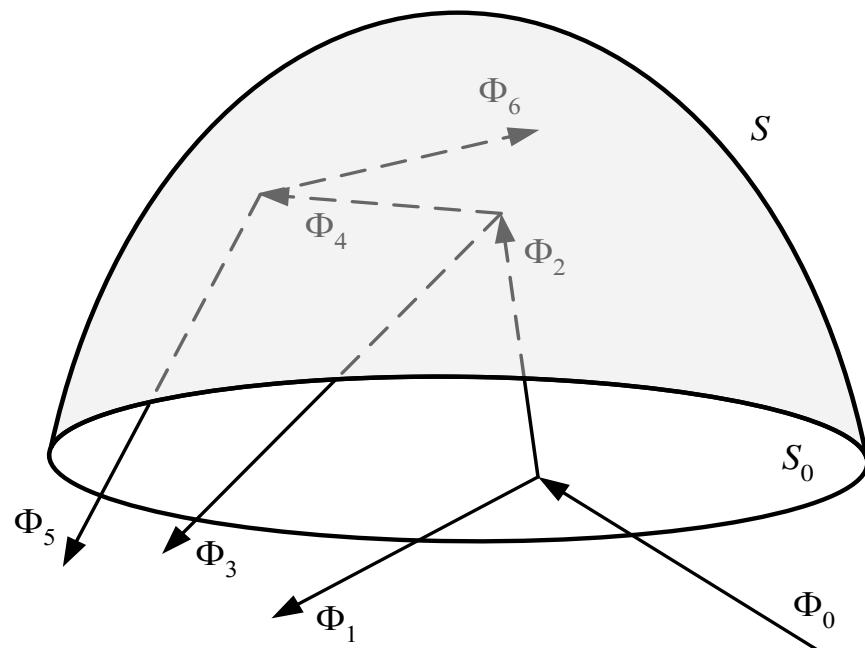
$$\Phi_{\text{излезен}} = \Phi_1 + \Phi_3 + \Phi_5 + \dots$$

$$\Phi_{\text{излезен}} = p \cdot \rho \cdot \Phi_0 \cdot (1 + \rho \cdot q + \rho^2 \cdot q^2 + \dots)$$

$$\Phi_{\text{излезен}} = (1 - q) \cdot \rho \cdot \Phi_0 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} (q \cdot \rho)^n$$

$$0 < \rho \cdot q < 1$$

$$\Phi_{\text{излезен}} = \Phi_0 \cdot (1 - q) \cdot \rho \cdot \frac{1}{1 - q \cdot \rho}$$



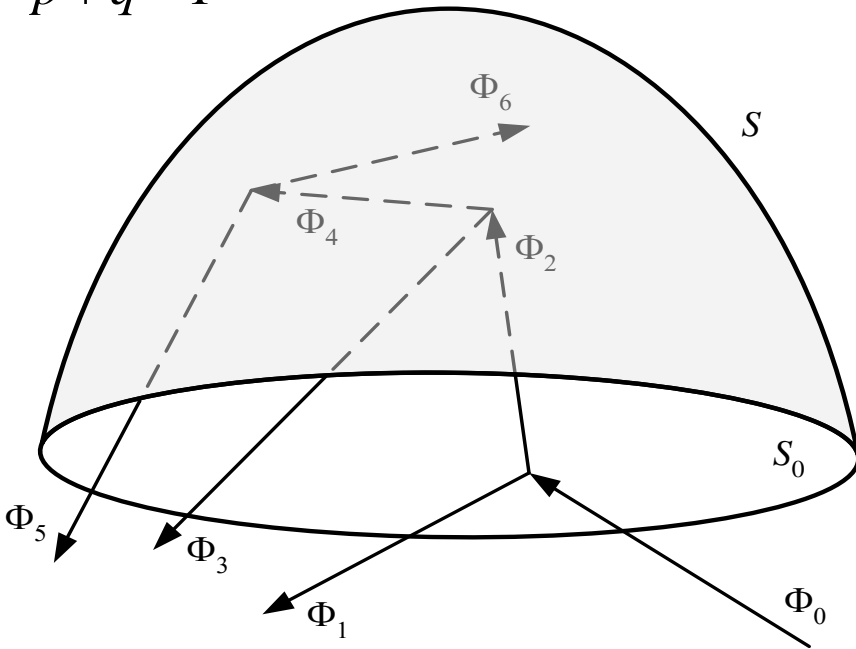
- Повеќекратно одбивање од делумно затворени простори

$$p + q = 1$$

$$\Phi_{\text{внатр.}} = \Phi_2 + \Phi_4 + \Phi_6 + \dots$$

$$\Phi_{\text{внатр.}} = \Phi_0 \cdot (1 + \rho \cdot q + \rho^2 \cdot q^2 + \dots)$$

$$\Phi_{\text{внатр.}} = \Phi_0 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} (q \cdot \rho)^n = \frac{\Phi_0}{1 - \rho \cdot q}$$



$$\rho_{\text{пов.}} = \frac{\Phi_{\text{внатр.}}}{\Phi_0} = \frac{1}{1 - q \cdot \rho}$$

$$\Phi_{\text{проп.}} = \tau \cdot \Phi_{\text{внатр.}} = \Phi_0 \cdot \frac{\tau}{1 - q \cdot \rho}$$

# Пример

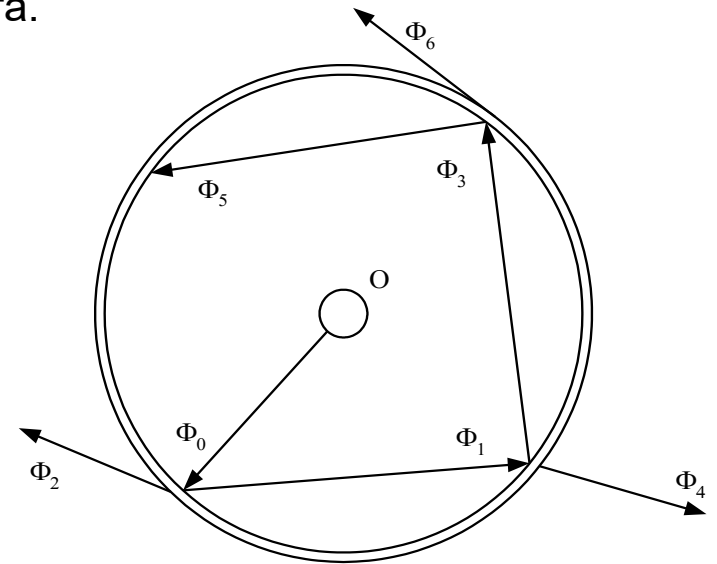
Набљудуваме електрична сијалица во вид на топка со дијаметар  $d = 0.05$  m. Сијалицата зрачи рамномерно распределен флуks од  $\Phi_0 = 1\,000$  lm и е поставена во центарот на сфера од стакло со дијаметар  $D = 0.4$  m. Дебелината на стаклото е многу мала во споредба со дијаметарот на сферата. Во зависност од карактеристиките на стаклото, разликуваме два случаја:

1. Во првиот случај стаклото е безбојно со просечни коефициенти на одбивање и пропуштање 15% и 80%, соодветно.
2. Во вториот случај сферата е изработена од млеко стакло коешто пропушта дифузно и чиишто коефициенти на одбивање и пропуштање се 50% и 40%, соодветно.

При пресметките да се уважи ефектот на повеќекратно одбивање во сферата и да се занемари апсорпцијата на светлината во сијалицата.

$$L_{\text{сијалица}} = \frac{I_0}{S_{\text{сијалица} \perp}}$$

$$L_{\text{сијалица}} = \frac{\Phi_0}{4 \cdot \pi} \cdot \frac{1}{\pi \cdot (0.05/2)^2} = \frac{1\,000}{4 \cdot \pi^2 \cdot 0.025^2} \approx 40\,528 \text{ cd/m}^2$$



# 1. Случај (провидна сфера)

$$\Phi'_{\text{сфера}} = \Phi_0 \cdot \frac{\tau}{1-\rho} = 1\,000 \cdot \frac{0,8}{1-0,15} \approx 941 \text{ lm}$$

$$L'_{\text{сијалица}} = \frac{I_{\text{сфера}}}{S_{\text{сијалица} \perp}} = \frac{\Phi'_{\text{сфера}}}{4 \cdot \pi^2 \cdot (0,05/2)^2} = \frac{941}{4 \cdot \pi^2 \cdot 0,025^2} \approx 38\,137 \text{ cd/m}^2$$

ако нема повећекратно одбивање

$$L'_{\text{сијалица}} = \tau \cdot L_{\text{сијалица}} = 0,8 \cdot 40\,530 \approx 32\,422 \text{ cd/m}^2$$



## 2. Случај (сфера од млечно стакло; сијалицата не се гледа!)

$$\Phi''_{\text{сфера}} = \Phi_0 \cdot \frac{\tau}{1-\rho} = 1\,000 \cdot \frac{0.4}{1-0.5} = 800 \text{ lm}$$

$$L''_{\text{сфера}} = \frac{I_{\text{сфера}}}{S_{\text{сфера} \perp}} = \frac{\Phi''_{\text{сфера}}}{4 \cdot \pi^2 \cdot 0.2^2} = \frac{800}{4 \cdot \pi^2 \cdot 0.2^2} \approx 507 \text{ cd/m}^2$$

$$L''_{\text{сфера}} = \frac{\tau}{\pi} \cdot E_{\text{внатр.}} = \frac{\tau}{\pi} \cdot \frac{\Phi_{\text{внатр.}}}{S_{\text{сфера}}} = \frac{\tau \cdot \Phi_0}{\pi \cdot (1-\rho) \cdot S_{\text{сфера}}} = \frac{0.4 \cdot 1\,000}{\pi^2 \cdot (1-0.5) \cdot 0.4^2} \approx 507 \text{ cd/m}^2$$

ако нема повеќекратно одбивање ( $\Phi_{\text{внатр.}} = \Phi_0$ )

$$L''_{\text{сфера}} = \frac{\tau}{\pi} \cdot E_{\text{внатр.}} = \frac{\tau}{\pi} \cdot \frac{\Phi_0}{S_{\text{сфера}}} = \frac{0.4 \cdot 1\,000}{\pi^2 \cdot 0.4^2} \approx 253 \text{ cd/m}^2$$