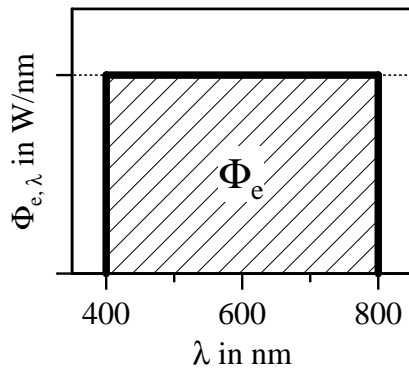


- Bestimmen Sie die Energie eines Photons bei einer Wellenlänge $\lambda = 500\text{ nm}$ in eV!
($h = 6,626 \cdot 10^{-34}\text{ Js}$, $c = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$, $e = 1,602 \cdot 10^{-19}\text{ As}$)
- Das Auge ist in der Lage, bei einer Wellenlänge von $\lambda = 589\text{ nm}$ noch eine Leistung von 10^{-16} W wahrzunehmen. Wieviele Photonen pro Sekunde entspricht das?

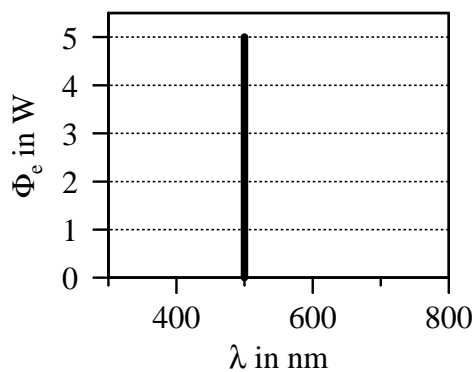
3.



Bestimmen Sie die spektrale physikalische Größe!

$$(\Phi_e = 60\text{ W})$$

4.

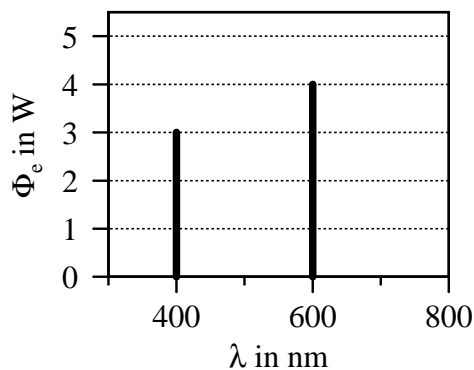


Wie groß ist der Lichtstrom einer Strahlungsquelle, die eine Strahlungsleistung von 5 W mit einer Wellenlänge von $\lambda = 500\text{ nm}$ ausstrahlt?

Wie groß ist die Lichtausbeute, wenn diese Strahlungsquelle eine elektrische Leistung von 10 W aufnimmt?

$$(K_m = 683\text{ lm/W}, V(\lambda = 500\text{ nm}) = 0,323)$$

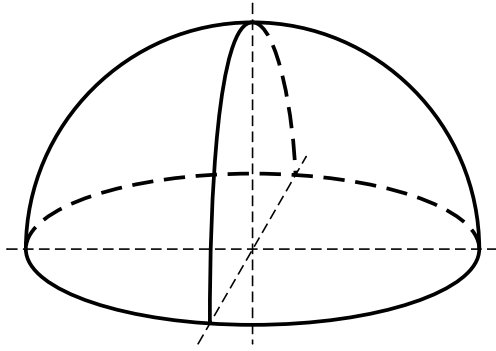
5.



Wie groß sind der Lichtstrom und die Lichtausbeute einer Strahlungsquelle mit folgender spektrallinienartiger Strahlungscharakteristik und einer Leistungsaufnahme von 15 W?

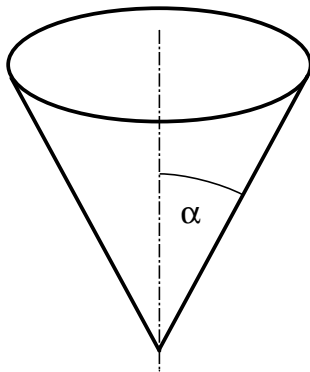
$$(V(\lambda = 400\text{ nm}) = 3,96 \cdot 10^{-4}, \Phi_{e,400} = 3\text{ W}; \\ V(\lambda = 600\text{ nm}) = 0,631, \Phi_{e,600} = 4\text{ W})$$

6.



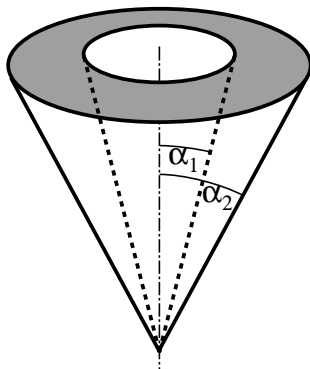
Bestimmen Sie den Raumwinkel einer Halbkugel!

7.



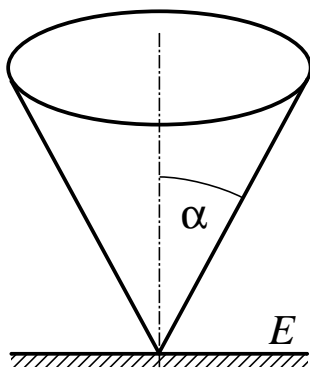
Bestimmen Sie den Raumwinkel eines Kreiskegels bei gegebenen halben Öffnungswinkels α !

8.



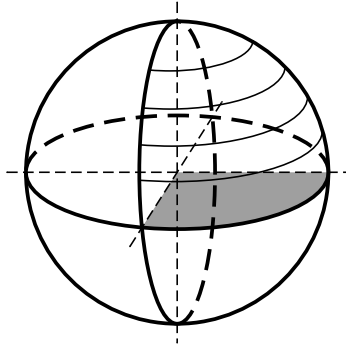
Bestimmen Sie den Raumwinkel nebenstehenden Gebildes!

9.



Bestimmen Sie die Raumwinkelprojektion eines Kreiskegels bei gegebenen halben Öffnungswinkels α bezüglich der Ebene E !

10.



Ermitteln Sie die Raumwinkelprojektion des Kugelachtels in einer der Schnittebenen!

11. Wie groß ist die mittlere Lichtstärke eines Projektors mit einem Nutzlichtstrom von 1200lm und einem halben Öffnungswinkel des Lichtkegels von 10° ?

12. Wie groß ist die mittlere Lichtstärke einer 100 W-Glühlampe, wenn angenommen wird, daß der gesamte Lichtstrom gleichmäßig in den Raum abgestrahlt wird und die Lichtausbeute der Glühlampe $\eta = 15 \text{ lm/W}$ beträgt?

13.

E_1	E_2	E_3
E_4	E_5	E_6
E_7	E_8	E_9

In einer quadratischen Gesamtfläche von $0,1 \text{ m}^2$ werden 9 gleichgroße Teilflächen jeweils mit einer mittleren Beleuchtungsstärke beleuchtet. Wie groß ist der Lichtstrom auf der Gesamtfläche?

Gegeben sind:

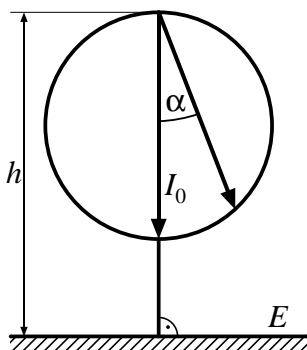
$$E_1 = E_3 = E_7 = E_9 = 500 \text{ lx}$$

$$E_2 = E_4 = E_6 = E_8 = 800 \text{ lx}$$

$$E_5 = 1200 \text{ lx}$$

14. Eine Lichtquelle hat eine Lichtstärke von 10 cd und beleuchtet eine Fläche unter $\gamma_2 = 30^\circ$. Wie groß ist die Beleuchtungsstärke im Punkt P , wenn der Abstand $r = 50 \text{ cm}$ beträgt?

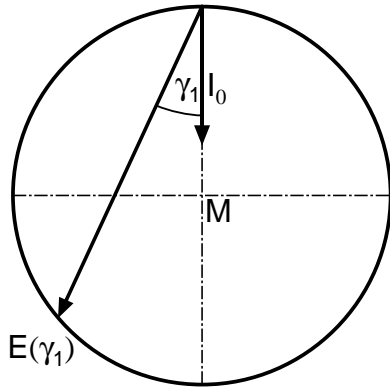
15.



(a) Bestimmen Sie die Beleuchtungsstärkeverteilung $E(\alpha)$ unter einem Lambert-Strahler und der gegebenen Höhe h auf einer Ebene, die sich senkrecht zur einfallenden Lichtstärke I_0 befindet!

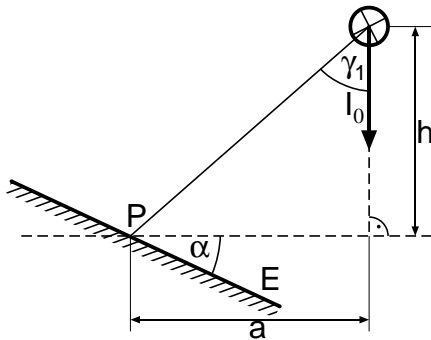
(b) Welche Lichtstärkeverteilung muss der Strahler haben, um die Fläche gleichmäßig zu beleuchten?

16.



Gegeben sei eine Kugel mit dem Radius R . Auf der Innenseite befindet sich ein Lambert-Strahler. Geben Sie die Beleuchtungsstärke auf der Innenseite der Kugeloberfläche in Abhängigkeit vom Abstrahlwinkel γ_1 an.

17.



Ein rotationssymmetrischer Strahler befindet sich in der dargestellten Lage zu einer Ebene E . Seine Lichtstärkeverteilung kann mit folgender Formel charakterisiert werden:

$$I(\gamma_1) = I_0 \cdot \cos^3 \gamma_1.$$

Welche Beleuchtungsstärke herrscht im Punkt P in der Ebene E ?

$$(h = 80 \text{ cm}; a = 45 \text{ cm}; \alpha = 25^\circ; I_0 = 120 \text{ cd})$$

18. Welche Leuchtdichte hat eine diffus strahlende Fläche A_1 in Richtung der Flächennormale, wenn sie in einen Kreiskegel mit einem halben Öffnungswinkel α eine Leistung Φ_e bei einer Wellenlänge λ abstrahlt? Wie groß ist die Lichtstärke in Normalenrichtung?

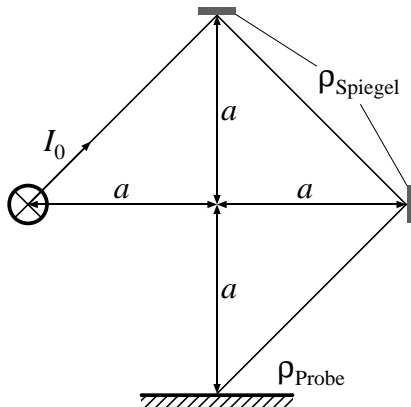
$$(A_1 = 10 \text{ cm}^2, \alpha = 60^\circ, \Phi_e = 2 \text{ W}, \lambda = 600 \text{ nm}, V(\lambda = 600 \text{ nm}) = 0,631)$$

19. Auf einer 10 cm^2 großen Fläche trifft ein Lichtstrom von 7 lm auf. Wie groß ist die Beleuchtungsstärke auf der Fläche?

Wie groß ist die Leuchtdichte dieser Fläche?

(Reflexionsgrad $\rho = 0,5$ – diffuse Reflexion)

20.



Eine diffus reflektierende Probe wird wie folgt über 2 Spiegel beleuchtet. Wie groß ist die Leuchtdichte der Probe?

$$I_0 = 100 \text{ cd}$$

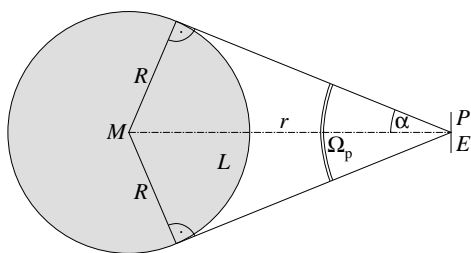
$$a = 0,5 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{Spiegel}} = 0,8$$

$$\rho_{\text{Probe}} = 0,5$$

21. Bei bedecktem Himmel wird eine horizontale Beleuchtungsstärke von 20000 lx gemessen. Wie groß ist die Himmelsleuchtdichte?
22. Der Lichtstrom einer 100 W Standard-Allgebrauchs-Glühlampe beträgt nach Katalogangaben 1380 lm. Sie wird in einer Opalglasskugel mit einem Durchmesser von 15 cm betrieben, wobei 20 % des auffallenden Lichtstromes absorbiert werden. Bestimmen Sie
- die Lichtstärke
 - die Leuchtdichte
- der Opalglasskugel, wenn Lambertstrahlung vorausgesetzt wird.
- Bestimmen Sie
- die Beleuchtungsstärke in einem Abstand von 2 m senkrecht zur Lichteinfallrichtung.

23.



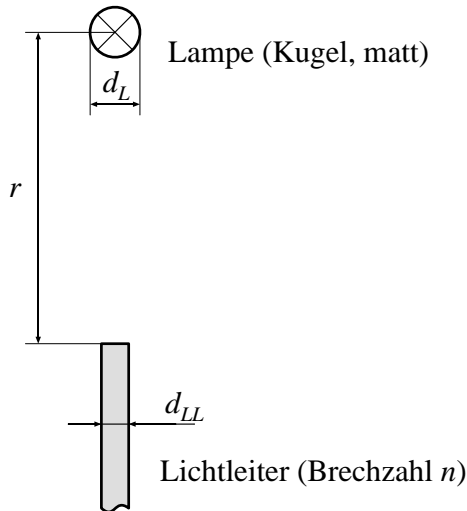
Gegeben sei eine Kugel mit dem Mittelpunkt M und dem Radius R , wobei die Leuchtdichte L der Oberfläche weder vom Ort noch von der Beobachtungsrichtung abhängig sein soll.

Gesucht wird die senkrechte Beleuchtungsstärke E_{\perp} im Punkt P im Abstand r vom Kugelmittelpunkt M .

24. Eine lichtundurchlässige Wand von $A = 0,5 \text{ m}^2$ habe einen Absorptionsgrad von 0,3. Sie werde mit einer Beleuchtungsstärke von $E = 100 \text{ lx}$ beleuchtet. Wie groß ist der reflektierte Lichtstrom?
25. Ein Mattglas der Größe $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ werde mit einer Beleuchtungsstärke von $E = 500 \text{ lx}$ beleuchtet. Das Mattglas habe dadurch in seiner Normalrichtung eine Lichtstärke von $I_0 = 1,0 \text{ cd}$. Wie groß ist der Leuchtdichtekoeffizient des Mattglases?
26. Ein lichtdurchlässiger Körper von der Dicke $d_0 = 1 \text{ cm}$ lasse 99 % des auffallenden Lichtstromes durch.
- Wie groß ist der Reintransmissionsgrad eines Körpers von 1 m Dicke aus dem gleichen Material?
 - Wie groß ist der natürliche Absorptionskoeffizient?
27. Es ist die optische Dichte eines Filterglases von 5 mm Dicke anzugeben, das bei 2 mm Dicke einen Reintransmissionsgrad von $\tau_i = 0,5$ hat.
28. Ein Overhead-Projektor erzeugt auf einer weißen Wand ($\rho_{\text{diff}} = 0,8$) in einem Abstand (Objektiv-Projektionsfläche) von 3 m eine mittlere Leuchtdichte von 250 cd/m^2 . Die ausgeleuchtete Fläche ist $2,3 \text{ m}^2$ groß. Der Projektor wird mit einer Halogenmetallampflampe ($P = 210 \text{ W}$; $\eta = 50 \text{ lm/W}$) betrieben.
- Wie groß ist der Lichtstrom, der aus dem Projektor austritt?
 - Wie groß ist die mittlere Leuchtdichte des Objektivs (Durchmesser $d_0 = 5 \text{ cm}$)?
 - Wie groß ist der Wirkungsgrad des Projektors?

29. Eine Leuchtdiode (LED) erzeugt in einem Abstand von $r = 1 \text{ m}$ auf einer zur Lichtrichtung senkrecht stehenden Fläche eine maximale Beleuchtungsstärke von $E = 2,5 \text{ lx}$. Die leuchtende Fläche beträgt $1 \times 1 \text{ mm}^2$ und kann als Lambert-Strahler betrachtet werden.
- Wie groß ist die Leuchtdichte der LED?
 - Wie groß ist der Lichtstrom der LED?
 - Wie groß ist die Lichtausbeute der LED, wenn diese hier mit einem Strom von $0,2 \text{ A}$ betrieben wird und eine Flussspannung von $3,3 \text{ V}$ hat?
30. Ein Projektor erzeugt auf einer Fläche von $1,5 \times 1 \text{ m}^2$ eine mittlere Beleuchtungsstärke von 1000 lx .
- Wie groß ist der Nutzlichtstrom des Projektors?
 - Wie groß ist die Leuchtdichte auf einer retroreflektierenden Bildwand (Perlwand) mit einem Leuchtdichtefaktor $\beta = 1,2$?
31. Der Abstand der Erde zur Sonne beträgt 150 Millionen Kilometer. Die Solarkonstante (Bestrahlungsstärke der Sonne auf der Erde) ist $E_e = 1,35 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$. Berechnen Sie daraus die Gesamtstrahlungsleistung der Sonne.
32. Ein kleines Studio (Grundfläche $A_Z = 100 \text{ m}^2$) hat einen Beleuchtungswirkungsgrad $\eta_{\text{BZ}} = 0,4$ und soll mit Glühlampenleuchten (Lichtausbeute der Glühlampen $\eta_V = 15 \text{ lm/W}$) mit 1500 lx beleuchtet werden. Wie groß ist die notwendige elektrische Anschlussleistung?
33. Ein flächenhaftes Objekt (diffuse Reflexion $\rho = 0,3$) soll mit einer Kamera aufgenommen werden. Der Transmissionsgrad des Objektivs beträgt $\tau = 0,8$. Die Filmempfindlichkeit erfordert bei vorgegebener Belichtungszeit eine Beleuchtungsstärke von 5 lx in der Empfängerebene.
- Mit welcher Beleuchtungsstärke muss das Objekt beleuchtet werden, damit die Anforderungen bei einer Blendenzahl von $K = 8$ erreicht wird?
 - Welche Blendenzahl muss gewählt werden, wenn das Objekt mit 600 lx beleuchtet wird und die Belichtungszeit konstant bleiben soll?
34. Eine Leuchte hat folgende rotationssymmetrische Lichtstärkeverteilungskurven (LVK): $I(\gamma_1) = 100 \text{ cd} \cdot \cos^4 \gamma_1$ und strahlt nur in den unteren Halbraum. Wie groß ist der abgegebene Lichtstrom Φ ? (Verwenden Sie das zonale Lichtstromverfahren)

35.



In einem Lichtleiter mit dem Durchmesser $d_{LL} = 5 \text{ mm}$ und der Brechzahl $n = 1,2$ soll ein Lichtstrom $\Phi_{LL} = 1 \text{ lm}$ eingekoppelt werden. Dazu wird eine Glühlampe, die als matte Kugel mit einem Durchmesser von $d_L = 10 \text{ mm}$ angenommen wird und sich in einem Abstand $r = 20 \text{ cm}$ symmetrisch über dem Lichtleiter befindet, verwendet.

- Wie groß müsste die Leistungsaufnahme der Glühlampe sein, wenn eine Lichtausbeute von $\eta = 15 \text{ lm/W}$ angenommen wird?
- Was ändert sich, wenn in der Mitte zwischen Lampe und Lichtleiter eine große Mattglasscheibe ($\tau = 0,9$) eingefügt wird? (Hinweis: Die Dicke der Scheibe soll vernachlässigt werden.)
- Die Mattglasscheibe wird durch eine Sammellinse mit einem Durchmesser $d_O = 5 \text{ cm}$ und einem Transmissionsgrad $\tau = 0,9$ ersetzt, so dass die Lampe in die Ebene der Lichtleiterstirnseite abgebildet wird. Wie groß muss jetzt die Leistungsaufnahme der Glühlampe sein, um den gleichen Lichtstrom ($\Phi_{LL} = 1 \text{ lm}$) einzukoppeln?
- Welche weiteren Optimierungsmaßnahmen sind möglich?