

Grundlagenfach

Bereich:

NATURWISSENSCHAFTEN

Teil:

Physik

Lösungen

I Grundlagen

Aufgabe I/1	
Eine Kugel aus Kupfer wiegt 1.00 Kilogramm. Wie viel würde eine gleich grosse Kugel aus Gold wiegen?	
$m_{Cu} = \rho_{Cu} \cdot V ; m_{Au} = \rho_{Au} \cdot V ; \frac{m_{Au}}{m_{Cu}} = \frac{\rho_{Au} \cdot V}{\rho_{Cu} \cdot V} = \frac{\rho_{Au}}{\rho_{Cu}}$ $m_{Au} = m_{Cu} \cdot \frac{\rho_{Au}}{\rho_{Cu}} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{19.3 \text{ g/cm}^3}{8.93 \text{ g/cm}^3} = 2.16 \text{ kg}$	
Beachten Sie: Die numerische Ausrechnung kommt erst am Schluss, nachdem man das Volumen weggekürzt hat, und ist ganz einfach. Numerisches Resultat mit drei Ziffern.	

Aufgabe I/2				
Formelzeichen und Einheiten. Füllen Sie die leeren Felder aus! Zu beachten: Grosses P für Leistung, kleines p für Druck.				
Grösse	Formelzeichen	Einheit, als ganzes Wort	Einheit abgekürzt	Einheit, in Basiseinheiten (kg, m, s) aufgelöst
Arbeit	W	Joule	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ kg m}^2/\text{s}^2$
Leistung	P	Watt	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ kg m}^2/\text{s}^3$
Druck	p	Pascal	Pa	$1 \text{ Pa} = (1 \text{ N/m}^2) = 1 \text{ kg/ms}^2$
Kraft	F	Newton	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$

Aufgabe I/3	
Drücken Sie die folgenden Angaben unter Verwendung geeigneter Vorsätze (ohne Zehnerpotenzen) in zweckmässigen Einheiten (gut vorstellbare Zahlenwerte) aus:	
$A = 0.000045 \text{ m}^2$	$A = 0.45 \text{ cm}^2 = 45 \text{ mm}^2$
$t = 0.000000025 \text{ s}$	$t = 25 \text{ ns}$
$V = 725 \text{ 000 000 m}^3$	$V = 0.725 \text{ km}^3$
$P = 0.000 \text{ 002 W}$	$P = 2 \text{ }\mu\text{W}$

Aufgabe II/4							
Wie viele signifikante (wesentliche) Ziffern haben die folgenden Angaben? Setzen Sie Ihre Antwort in die leeren Felder ein.							
25.007	0.01	500	0.04500	734	100.00	0.00045	$15.2 \cdot 10^{-6}$
5	1	3	4	3	5	2	3

II Mechanik

Aufgabe II/1
Ein 1200 kg schweres Auto fährt mit 54 km/h. Wie gross ist seine kinetische Energie?
$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1200 \text{ kg} \cdot 15^2 \text{ m}^2}{2 \cdot \text{s}^2} = 135 \text{ kJ}$ <p>Eigentlich nur zwei Ziffern im numerischen Resultat. Bei einer 5 am Schluss ist die dreiziffrige Angabe aber zu rechtfertigen.</p>
Wie viel mal grösser ist seine kinetische Energie bei der doppelten Geschwindigkeit?
$E_k^* = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v^*)^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (2v)^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \cdot 4 = 4 \cdot E_k$ <p>Bei der doppelten Geschwindigkeit ist die kinetische Energie viermal grösser. Es wäre unsinnig, die Energie für die höhere Geschwindigkeit numerisch auszurechnen.</p>

Aufgabe II/2
Ein Plakat der Beratungsstelle für Unfallverhütung macht folgende Aussage: Ein Aufprall mit 50 km/h wirkt wie ein Sprung aus der 3. Etage. Überprüfen Sie diese Behauptung mit physikalischen Überlegungen.
Die 3. Etage entspricht einer Höhe von etwa 10 m. Frage: Beträgt die Geschwindigkeit eines Körpers, der aus 10 m Höhe zu Boden fällt, etwa 50 km/h?
$m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v^2}{2} \rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ m}} \approx 14 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ <p>Ja, es stimmt!</p>

Aufgabe II/3
Der höchste Turm der Welt ist der CN-Tower in Toronto. Er ist rund 550 m hoch. Welchen Druck müsste eine Wasserpumpe im Erdgeschoss mindestens erzeugen, um Wasser zur 450 m hoch gelegenen Aussichtskapsel zu pumpen?

$$p > \rho_w \cdot g \cdot h = 1.0 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 450 \text{ m} = 45 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 45 \text{ bar}$$

Wenn man weiss, dass je 10 m Wassersäule einen Druckzuwachs von etwa 1 bar bewirken, kommt man zum gleichen Resultat. Verlangt war aber eine algebraische und numerische Ausrechnung.

Aufgabe II/4

Im Turm von Aufgabe II/3 überwindet der Personenaufzug mit konstanter Geschwindigkeit in 60 Sekunden eine Höhendifferenz von 360 m. Welche Leistung muss der Antriebsmotor für eine Last von 20 Personen mit einem mittleren Gewicht von 75 kg mindestens erbringen?

$$P = \frac{F \cdot s}{t} = \frac{n \cdot m_p \cdot g \cdot h}{t} = \frac{20 \cdot 75 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m} \cdot 360 \text{ m}}{\text{s}^2 \cdot 60 \text{ s}} = 90 \text{ kW}$$

III Wärmelehre

Aufgabe III/1

In den USA wird immer noch die Fahrenheit-Temperaturskala verwendet. Es gilt: $0^\circ\text{C} = 32^\circ\text{F}$ und $100^\circ\text{C} = 212^\circ\text{F}$. Konstruieren Sie eine Umrechnungsformel für die Umwandlung von $^\circ\text{F}$ in $^\circ\text{C}$. Verwenden Sie als Formelzeichen T_C für die Temperatur in $^\circ\text{C}$ und T_F für die Temperatur in $^\circ\text{F}$.

$$T_C = \frac{5}{9} \cdot (T_F - 32) \text{ oder } T_C = \frac{5}{9} \cdot T_F - 17.8$$

Hier darf man sich etwas um die korrekte mathematische Schreibweise (Einheiten) herummogeln. Korrekt müsste es so aussehen:

$$\{T_C\} = \frac{5}{9} \cdot (\{T_F\} - 32) \text{ oder } \{T_C\} = \frac{5}{9} \cdot \{T_F\} - 17.8$$

Dabei bedeutet $\{T\}$ "Zahlenwert von T ".

Verwenden Sie für die folgenden zwei Fragen Ihre Formel. Die Verwendung eines fertigen Rechnerprogramms wird nicht honoriert!

Wie viele $^\circ\text{C}$ entsprechen 100°F ?

$$T_{\text{ex}} = \frac{5}{9} \cdot (100^\circ\text{F} - 32) = 37.8^\circ\text{C}$$

Ursprünglich war der obere Fixpunkt der Fahrenheit-Skala durch die Körpertemperatur des Menschen definiert.

Bei welcher Celsius-Temperatur sind die auf den beiden Skalen abgelesenen Zahlenwerte gleich?

$$T_x = \frac{5}{9} \cdot (T_x - 32) \rightarrow \frac{5}{9} \cdot 32 = T_x \cdot \left(\frac{5}{9} - 1\right) \rightarrow$$

$$T_x = \frac{5 \cdot 32}{9 \cdot \left(\frac{5}{9} - 1\right)} = -40^\circ$$

Bei -40°C zeigt also ein Fahrenheit-Thermometer -40°F an.

Aufgabe III/2

In einem Behälter befinden sich 64 g Sauerstoffgas. Ein zweiter (gleich grosser) Behälter enthält Wasserstoffgas. Druck und Temperatur sind in beiden Behältern gleich. Wie viele Gramm Wasserstoff sind im zweiten Behälter?

Diese Aufgabe kann man im Kopf lösen: Da p , V und T gleich sind, enthalten beide Behälter die gleiche Stoffmenge, also gleich viele Mol. Mit 64 g O_2 haben wir 2 mol Sauerstoff. Im anderen Behälter sind also 2 mol H_2 . Das sind 4.0 g.

$$\frac{p_{O_2} \cdot V_{O_2}}{R \cdot T_{O_2}} = \frac{p_{H_2} \cdot V_{H_2}}{R \cdot T_{H_2}} = n_{O_2} = n_{H_2}; \quad n_{O_2} = \frac{m_{O_2}}{m_{molO_2}} = n_{H_2} = \frac{m_{H_2}}{m_{molH_2}}$$
$$\rightarrow m_{H_2} = \frac{m_{O_2}}{m_{molO_2}} \cdot m_{molH_2} = m_{O_2} \cdot \frac{m_{molH_2}}{m_{molO_2}} = 64 \text{ g} \cdot \frac{2.0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 4.0 \text{ g}$$

Aufgabe III/3

Gegeben ist eine kreisrunde Eisenplatte. Wie gross ist die prozentuale Änderung von Durchmesser, Umfang und Oberfläche, wenn wir die Platte um 25 Grad erwärmen?

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{\Delta u}{u} = \alpha \cdot \Delta T = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \cdot 25 \text{ K} = 3.0 \cdot 10^{-4} = 0.030 \cdot 10^{-2} = 0.030\%$$

$$\frac{\Delta A}{A} = 2\alpha \cdot \Delta T = 2 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \cdot 25 \text{ K} = 6.0 \cdot 10^{-4} = 0.060 \cdot 10^{-2} = 0.060\%$$

Für alle linearen Ausdehnungen (Radius, Durchmesser, Dicke, Umfang ...) ist der Ausdehnungskoeffizient α , für alle Flächen (Querschnittsfläche, ganze Oberfläche, Grundfläche ...) 2α .

IV Licht

Aufgabe IV/1

Eine Glasplatte hat eine Brechzahl von $n_G = 1.80$. Wie gross ist die Lichtgeschwindigkeit in der Platte?

Die Brechzahl eines Materials ist definiert als der Quotient aus der Vakuum-Lichtgeschwindigkeit (oder Lichtgeschwindigkeit in Luft, der Unterschied ist minim) und der Lichtgeschwindigkeit im Material:

$$n_{\text{Glas}} = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{c_{\text{Glas}}} \rightarrow c_{\text{Glas}} = \frac{c_{\text{Vakuum}}}{n_{\text{Glas}}} = \frac{3.00 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1.80} = 1.67 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Wie viel Zeit braucht das Licht, um im Glas eine Strecke von $s = 25 \text{ mm}$ zurückzulegen?

$$t = \frac{s}{c_{\text{Glas}}} = \frac{s \cdot n_{\text{Glas}}}{c_{\text{Vakuum}}} = \frac{25 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 1.80}{3.00 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0.15 \text{ ns}$$

Aufgabe IV/2			
Totalreflexion ist nur dann möglich, wenn ein Licht-Übergang vom optisch dichteren ins optisch dünnere Medium vorliegt. Zeigen Sie bei jedem der vier Übergänge mit einem Pfeil an, in welcher Richtung die Bedingung erfüllt ist.			
	Medium 1	← oder →	Medium 2
I	Vakuum	←	Wasser
II	Glas	→	Wasser
III	Diamant	→	Glas
IV	Luft	←	Bergkristall

Die Brechzahl ist ein Mass für die optische Dichte. Substanzen mit grosser optischer Dichte haben eine grosse Brechzahl.

Nach aufsteigendem n -Wert geordnet:
 Vakuum, Luft, Wasser, Glas, Bergkristall, Diamant.
 Je nach Glassorte kann die Reihenfolge mit dem Bergkristall auch umgekehrt sein. Da der Bergkristall aber hier zusammen mit Luft vorkommt, sind keine Zweifel möglich.

Aufgabe IV/3			
Dichte und optische Dichte haben wenig miteinander zu tun. Grosse Dichte bedeutet nicht unbedingt grosse optische Dichte. Belegen Sie das anhand eines Beispiels aus der folgenden Tabelle:			
Material	ρ in g/cm^3	n	
Diamant	3.5	2.42	Diamant hat eine ausserordentlich hohe optische Dichte, ist aber weniger dicht als Kronglas, dessen optische Dichte wesentlich kleiner ist.
Kronglas	3.8	1.5	
Wasser	1.0	1.33	Zirkon ist viel dichter als Diamant, seine optische Dichte ist aber deutlich geringer. Methanol und Wasser haben trotz verschiedener Dichte praktisch gleiche n -Werte.
Zirkon	4.7	1.9	
Methanol	0.79	1.33	
Plexiglas	1.2	1.49	
Steinsalz	2.2	1.54	

V Elektrizitätslehre

Aufgabe V/1
Eine wiederaufladbare Batterie (Akku) hat eine Spannung U von 1.2 Volt und ein Fassungsvermögen K von 2400 mAh. Wie viel Energie ist in der vollgeladenen Batterie gespeichert?
$E = K \cdot U = 2.4 \text{ Ah} \cdot 1.2 \text{ V} = 2.4 \cdot 1.2 \text{ VAh}$ $= 2.4 \cdot 1.2 \text{ VA} \cdot 3600 \text{ s} = 10 \text{ kWs} = 10 \text{ kJ}$
Aufgabe V/2
Ein Reise-Haarföhn hat eine Betriebsspannung von 12 V (für Betrieb mit Autobatterie). Seine Leistung beträgt bei dieser Spannung 240 W. Wie gross ist die Stromstärke bei eingeschaltetem Gerät?
$P = U \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{240 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 20 \text{ A}$

Sie wollen das Gerät mit 230 V betreiben und schalten zu diesem Zweck einen geeigneten Widerstand in Serie. Wie gross muss dieser Widerstand sein?

Eigentlich muss uns diese Idee stutzig machen. Der Betriebsstrom beträgt 20 A. Die meisten Steckdosen sind mit 10 A abgesichert. Das heisst, dass der Föhn nicht funktionieren wird.

$$R_F = \frac{U_B^2}{P} ; I = \frac{P}{U_B} = \frac{U_N}{R_F + R_Z} = \frac{U_N}{\frac{U_B^2}{P} + R_Z}$$

$$\frac{U_B^2}{P} + R_Z = \frac{U_N \cdot U_B}{P} \rightarrow R_Z = \frac{U_N \cdot U_B}{P} - \frac{U_B^2}{P} = \frac{U_B \cdot (U_N - U_B)}{P}$$

$$\frac{12 \text{ V} \cdot 218 \text{ V}}{240 \text{ W}} = \frac{12 \text{ V} \cdot 218 \text{ V}}{240 \text{ VA}} = 11 \frac{\text{V}}{\text{A}} = 11 \Omega$$

Wie gross ist die bei 230-V-Betrieb des Föhns in diesem Widerstand umgesetzte Leistung?

$$P_Z = R_Z \cdot I^2 = U_Z \cdot I = \frac{(U_N - U_B) \cdot P}{U_B} = 4.4 \text{ kW}$$

Es ist also keine gute Idee, den Reiseföhn auf diese Art für Netzbetrieb umzufunktionieren!

Aufgabe V/3

Die Stromstärke ist eine SI-Basisgrösse, die elektrische Spannung eine zusammengesetzte Grösse. Stellen Sie aufgrund der Beziehung $P = U \cdot I$ das Volt durch seine Basiseinheiten (A, m, kg, s) dar.

$$[U] = \left[\frac{P}{I} \right] = \frac{\text{W}}{\text{A}} = \frac{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}}{\text{A}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A} \cdot \text{s}^3}$$

VI Moderne Physik

Aufgabe VI/1

Myonen haben im ruhenden Zustand eine mittlere Lebensdauer t von ca. $2 \mu\text{s}$. Nach der speziellen Relativitätstheorie gilt für die Lebensdauer eines mit der Geschwindigkeit v bewegten Teilchens:

$$t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

c ist die Vakuumlichtgeschwindigkeit. Welche Lebensdauer t' ergibt sich daraus für ein Myon, das sich mit 90% der Lichtgeschwindigkeit bewegt?

$$t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \frac{2 \mu\text{s}}{\sqrt{1 - \left(\frac{9}{10}\right)^2}} = 4.6 \mu\text{s} \approx 5 \mu\text{s}$$

Aufgabe VI/2

Ein radioaktives Material zerfällt mit einer Halbwertszeit von 1 h 30 min.
Wie viele ganze Stunden muss man warten, bis die Aktivität sicher auf weniger
als ein Promille der ursprünglichen Aktivität gesunken ist?

Diese Aufgabe kann man gut im Kopf lösen. Das Resultat muss aber begründet werden.

Eine Halbwertszeit von 1.5 h Stunden bedeutet, dass sich die Menge immer nach dieser Zeit halbiert.

vergangene Zeit in Stunden:	0.0	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12	13.5	15.0
Restmenge als Bruch:	1/1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256	1/512	1/1024
Restmenge in Promille:	1000	500	250	125	63	<32	<16	<8	<4	<2	<1

Nach 15 Stunden ist also das Ziel erreicht.

Aufgabe VI/3

Sie müssen je einen α -, einen β - und einen γ -Strahler mit einfachen Mitteln separat so verpacken,
dass die Strahlung möglichst gut abgeschirmt ist. Dafür steht Ihnen folgendes zur Verfügung:
1 Briefumschlag, eine (flexible) Bleifolie, ein mit Sand gefülltes Einmachglas mit Deckel.
Wie lösen Sie das Problem? Begründen Sie Ihren Vorschlag!

Ein α -Strahler kann mit Papier abgeschirmt werden. Der Briefumschlag schirmt die Strahlung ab.

Der γ -Strahler braucht sicher die Bleifolie. Papier würde die Strahlung praktisch ungeschwächt durchlassen. Auch das Einmachglas mit dem Sand hätte kaum eine Wirkung. Die Bleifolie vermag nicht vollkommen abzuschirmen, bietet aber von den zur Verfügung stehenden Mitteln den bestmöglichen Schutz.

Die β -Strahlen haben kurze Reichweite. Wenn man die Substanz mitten im Einmachglas fixiert, was durch den Sand erreicht werden kann, können die Strahlen die Glashülle nicht erreichen und schon gar nicht durchdringen.

Grundlagenfach**Bereich: NATURWISSENSCHAFTEN****Teil: Fächerübergreifender Teil****Thema: Das Auge**Von der Fachschaft **Physik** gestellte Aufgaben**Lösungen****Aufgabe 1**

Das menschliche Auge ist nahezu kugelförmig und hat einen Durchmesser von 24 mm. Seine mittlere Dichte ist vergleichbar mit der Dichte von Wasser. Wie viel wiegt das Auge eines Menschen ungefähr (gesucht: Masse)?

$$m = \rho_w \cdot \frac{\pi}{6} \cdot d^3 \approx 1 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\pi}{6} \cdot (24 \cdot 10^{-3} \text{ m})^3 \approx 7 \text{ g}$$

Da es sich um eine Abschätzung handelt (vgl. das Wort "ungefähr" im Text) ist einziffrige Genauigkeit sinnvoll. Für diese Abschätzung ist es unsinnig, die Dichte von Wasser mit 998 kg/m^3 anzugeben.

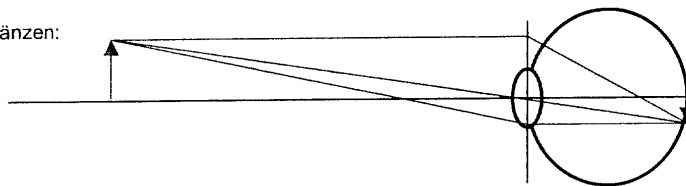
Es empfiehlt sich sehr, zur Kontrolle eine Abschätzung zu machen. Ein 800 Tonnen schweres Auge würde die Halsmuskeln arg beanspruchen. Und ein Auge, das so leicht ist, dass es eine Million davon braucht, um ein Atom zusammenzusetzen, ist wohl etwas zu leicht! (Solche Werte sind an der Prüfung geliefert worden!)

Man beachte, dass der Durchmesser und nicht der Radius des Auges gegeben ist.

Aufgabe 2

Ich betrachte einen 24 cm entfernten Gegenstand. Die Augenlinse entwirft dabei ein reelles, umgekehrtes Bild auf der Netzhaut. Augenlänge: 24 mm. Wie stark ist dieses Bild verkleinert?

Skizze ergänzen:



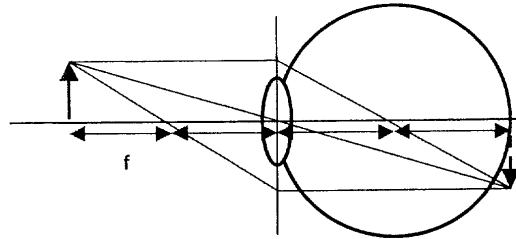
$$\text{Abbildungsmassstab: } A = \frac{B}{G} = \frac{b}{g} = \frac{2.4 \text{ cm}}{24 \text{ cm}} = \frac{1}{10}$$

Das bedeutet: Das Bild ist zehnmal kleiner als der Gegenstand. Oder: Das Bild ist zehnfach verkleinert.
 Aber nicht: Das Bild ist um das Zehnfache verkleinert. "Um" deutet auf eine Differenz hin.
 "Um das Zehnfache verkleinert" würde bedeuten: noch minus neunmal so gross.
 Die Antwort "Das Bild ist um 90% verkleinert." ist richtig.

Aufgabe 3

Wie gross müsste die Brennweite der Augenlinse sein, um einen Gegenstand im Massstab 1:1 scharf auf die Netzhaut abzubilden?

Skizze ergänzen:



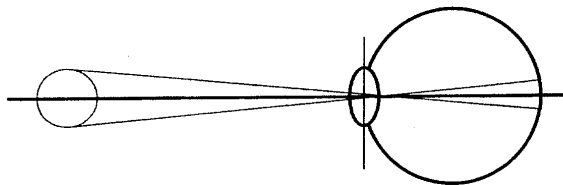
$$\frac{B}{G} = \frac{b}{g} = 1; \frac{1}{b} + \frac{1}{g} = \frac{1}{f}; b = g \rightarrow \frac{1}{b} + \frac{1}{b} = \frac{2}{b} = \frac{1}{f} \rightarrow f = \frac{b}{2}$$

Gegeben ist die Augenlänge b . Die Brennweite der Linse müsste der halben Augenlänge entsprechen.
 Um eine so kurze Brennweite zu erhalten, wäre eine sehr starke Brille nötig!

Begründung anhand der Skizze: Die Symmetrie der Skizze zeigt, dass die Bildweite gleich der Gegenstandsweite sein muss. Es gibt kongruente Dreiecke: Gegenstand – linker Brennpunkt, linker Brennpunkt – Linsenebene, Linsenebene – rechter Brennpunkt, rechter Brennpunkt – Bild. Die Krümmung des Augapfels muss man vernachlässigen, was bei genügend kleinem Bild zulässig ist.

Aufgabe 4

Wir sehen die Sonne unter einem Blickwinkel von rund 32 Bogenminuten.
 Wie gross ist der Durchmesser des reellen Sonnenbildes auf der Netzhaut?



Eine Bogenminute oder Winkelminute ist $1/60$ Grad.

Strahlensatz: $\frac{G}{B} = \frac{g}{b} \rightarrow B = \frac{G}{g} \cdot b$; $\frac{G}{g} = \varphi$ (Winkel im Bogenmass)

$$B = \varphi \cdot b = \left(\frac{32}{60}\right)^{\circ} \cdot \frac{\pi}{180^{\circ}} \cdot 24 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 0.22 \text{ mm}$$

Weiss man nicht, was eine Bogenminute ist, so kann man dies umgehen und die Aufgabe mit Sonnendurchmesser und Sonnenabstand lösen. Beides findet man im Tabellenwerk.

Wie gross ist seine Fläche?

$$A = B^2 \cdot \frac{\pi}{4} = (\varphi \cdot b)^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 3,9 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 = 0,039 \text{ mm}^2$$

Aufgabe 5

Die Sonne liefert bei klarem Himmel und senkrechtem Auftreffen der Strahlen pro Quadratmeter eine Strahlungsleistung von etwa 1000 Watt. (Strahlungsintensität: $I = 1000 \text{ W/m}^2$) Würden wir ungeschützt in die Sonne schauen und hätte dabei die Irisöffnung einen Durchmesser von 2.0 mm: Welche Strahlungsleistung würde durch die Öffnung ins Auge eintreten?

$$P = I \cdot A = I \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{2 \text{ m}}{10^3} \right)^2 = 3,1 \text{ mW}$$

Wegen der Angabe des Durchmessers (2.0 mm) ist zweiffrige Genauigkeit für das Resultat angebracht.

Diese Strahlung wird durch die Linse auf das kleine Sonnenbild auf der Netzhaut konzentriert. Wie gross wäre dort die Strahlungsintensität (in W/m^2)?

$$I_B = \frac{P}{A_B} = \frac{3,1 \text{ mW}}{0,039 \text{ mm}^2} = 79 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

Vergleichen Sie das mit der normalen Sonnenintensität von 1 kW/m^2 !

Beachten Sie die nachfolgende Rechnung:

$$I_B = \frac{P}{A_B} = \frac{I \cdot A_I}{A_B} = I \cdot \frac{\frac{\pi}{4} \cdot d_I^2}{\frac{\pi}{4} \cdot d_B^2} = I \cdot \left(\frac{d_I}{d_B} \right)^2 \quad \left(\frac{d_I}{d_B} \right)^2 = \left(\frac{2}{0,22} \right)^2 \approx 80$$

Die Strahlung ist etwa 80-fach konzentriert. Daher ist es gefährlich, direkt in die Sonne zu schauen.