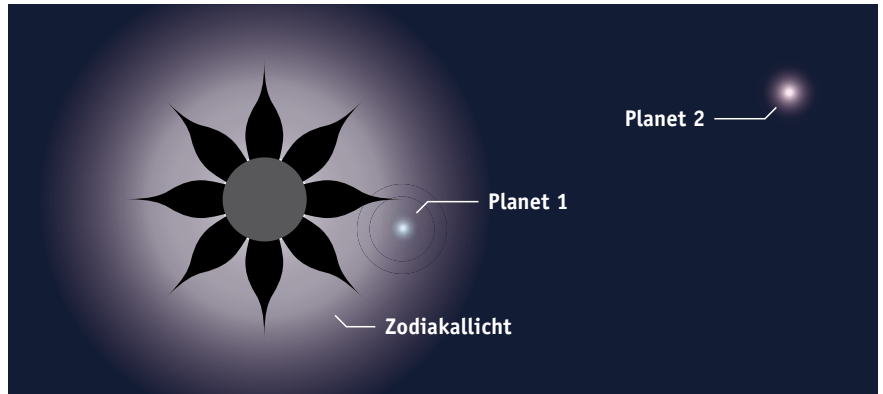


Obstruktion für das JWST

In der Rubrik »Brennpunkt« auf Seite 11 in diesem Heft berichten wir über den Vorschlag, dem Nachfolger des Welt- raumteleskops HUBBLE, dem James Webb Space Telescope (JWST), einen Begleitsa- telliten zu spendieren, mit dem sich Exo- planeten beobachten ließen. Dabei soll ein komplex geformter Lichtschild zwi- schen dem JWST und dem zu beobacht- enden Planetensystem in der vergleichs- weise großen Distanz $D = 40\,000$ km zum Teleskop gemeinsam mit diesem im Lagrange-Punkt L2 positioniert werden.

Die Idee einer solchen Konfiguration ist an sich nicht neu. Etwa ab der Jahr- tausendwende finden sich Überlegungen dazu, etwa unter <http://umbras.org> (2001). Ein generelles Problem haftete diesen Überlegungen jedoch an, welches als Poissonscher Fleck bekannt ist [1]. Im Zentrum des Schattens bildet sich näm- lich durch Beugungseffekte ein heller Fleck aus, der die gewünschte Abschat- tung erschwert, wenn nicht gar zunichte macht.



Nach Vorarbeiten von Robert Vender- bei, der eine Studie für die Brennebene des Terrestrial Planet Finder angefertigt hatte, gelang Webster Cash mit seinen Studenten vor kurzem der Durchbruch in der Theorie. Mit dem Ziel, den Poi- sonschen Fleck zu eliminieren, haben sie mit Hilfe des Prinzips der Fresnel-Zonen unter Berücksichtigung der Diffraktion an den Kanten des Schattenwerfers eine blütenblattähnliche Form erhalten.



Der blütenblattförmige Schatten- werfer ist eine binäre Optik: Sei- ne Transmissionsfunktion ist ent- weder gleich Eins oder gleich Null. (Bild: nach [2, 3])

Aufgabe 1: Wie groß ist das Intensitäts- verhältnis q zwischen einem Stern und einem seiner Planeten? Man betrachte a) einen erdähnlichen Planeten (Bahn- radius $r_{\text{PE}} = 1 \text{ AE} = 1.5 \cdot 10^8 \text{ km}$, Plane-

Lösung der Aufgabe aus dem Juli-Heft 2006

Aufgabe 1: Durch den Kollaps schrumpft der Stern von $R_S = 10^6 \text{ km}$ auf $R_{\text{msP}} = 10 \text{ km}$. Dabei steigt die magnetische Fluss- dichte von $B_S \approx 0.01 \text{ Tesla}$ auf bemerkenswerte:

$$B_N = B_S \left(\frac{R_S}{R_{\text{msP}}} \right)^2 \approx 10^8 \text{ Tesla}.$$

Aufgabe 2: a) Die Geschwindigkeit $v_{\text{Ä}}$ eines Punktes auf dem Äquator des neu entdeckten Millisekundenpulsars PSR J1748–2446ad (Radius $R_{\text{msP}} = 15 \text{ km}$, Rotationsdauer $P_{\text{msP}} = 1.396 \text{ ms}$) ist:

$$v_{\text{Ä}} = \frac{2 \pi R_{\text{msP}}}{P_{\text{msP}}} = 67500 \text{ km/s} = 0.225 c.$$

Demnach rotiert der Äquator des Pul- sars mit fast einem Viertel der Lichtge- schwindigkeit. **b)** Die Geschwindigkeit am Pulsaräquator kann auf keinen Fall die Lichtgeschwindigkeit überschreiten, also $v_{\text{Ä,max}} < c$. Für die minimal mögliche Rotationsdauer bei $R_{\text{msP}} = 15 \text{ km}$ muss deshalb gelten:

$$P_{\text{min}} > \frac{2 \pi R_{\text{msP}}}{c} = 0.314 \text{ ms}.$$

Aufgabe 3: Der Lichtzylinderradius r_c von PSR J1748–2446ad ist:

$$r_c = \frac{c P_{\text{msP}}}{2 \pi} = 66.7 \text{ km}.$$

In dieser geringen Entfernung zur Rota- tionsachse des Pulsars erreichen die Mag- netfeldlinien bereits die Lichtgeschwin- digkeit.

Aufgabe 4: Der Millisekundenpulsar PSR J1748–2446ad kann Gravitations- wellen abstrahlen, sofern für das Ver- hältnis aus Rotationsenergie T und dem Betrag des Gravitationspotentials $|W|$ die Bedingung erfüllt ist:

$$\frac{T}{|W|} > 0.1375,$$

mit der (um den Faktor $1/2$ korrigierten) Rotationsenergie des Pulsars $T_{\text{msP}} = 1/2 I_{\text{msP}} \Omega_{\text{msP}}^2$, dem Massenträgheitsmoment $I_{\text{msP}} = 2/5 M_{\text{msP}} R_{\text{msP}}^2$ und der Rotations- frequenz $\Omega_{\text{msP}} = 2 \pi / P_{\text{msP}}$. Zusammen mit dem Gravitationspotential des Pulsars $W_{\text{msP}} = -3/5 G M_{\text{msP}}^2 / R_{\text{msP}}$ und seiner Masse $M_{\text{msP}} = 1 M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ folgt so- dann:

$$\frac{T}{|W|} = \frac{4 \pi^2}{3} \frac{R_{\text{msP}}^3}{G M_{\text{msP}} P_{\text{msP}}^2} = 0.171 > 0.1375.$$

Demnach strahlt PSR J1748–2446ad tat- sächlich Gravitationswellen ab!

Aufgabe 5: Nach Einsetzen aller Zah- len findet man für das Produkt εR_6^5 in der Gleichung für die von einer durch- laufenden Gravitationswelle am Ort der Erde erzeugte relative Längenänderung h_{msP} die Bedingung:

$$\varepsilon R_6^5 > 6 \cdot 10^{-5}.$$

Mit dem normierten Radius $R_6 = 2.5$ folgt $\varepsilon > 6.2 \cdot 10^{-7}$. Somit wäre PSR J1748–2446ad zur Abstrahlung von gravitations- wellen hinreichend deformiert, wenn $\Delta R = \varepsilon R_{\text{msP}} > 1 \text{ cm}$ überschreitet. AMQ

Richtige Lösungen sandten ein:

Physik-LK 12 der Bismarckschule Hannover, D-30173 Hannover; Anette Anastasakis, D-69207 Sandhausen; Ulrike Neumann, D-59558 Lippstadt; Eva Ponick, D-38678 Clausthal-Zellerfeld; Ulrike Saher, D-40629 Düs- seldorf; Sieglinde Übermayer, A-2253 Weikendorf; W. Blendin, D-65597 Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, D-86356 Neusäß; OT Steppach; G. Breitkopf, D-13156 Ber- lin; H. Brockmann, D-78315 Radolfzell; U. Buchner-Ey- sell, D-86833 Ettringen; K. Clausecker, D-74219 Möck- mühl; R.-R. Conrad, D-31275 Lehrte; G. Crolly, D-67307 Göllheim; A. Dannhauer, D-38871 Ilsenburg; J. Döblitz, D-70619 Stuttgart; H. Dschida, D-73660 Urbach; A. M. Dufter, D-83334 Inzell; H. Duran, CH-5300 Turgi; E. Ed- ler v. Malyevacz, D-70825 Korntal-Münchingen; H. Eg- gers, D-31311 Uetze; H. Fischer, A-7132 Frauenkirchen; P. Fischer, D-08223 Falkenstein; R. Fischer, D-50858 Köln; G. Forster, D-69120 Heidelberg; M. Geisel, D-79540 Lörrach; M. Gläsel, D-95445 Bayreuth; H. Göbel, D-79540 Lörrach; M. Growe, D-21493 schwarzenbek; A. Güth, D-73078 Boll; R. Guse, D-31228 Peine; A. Haag, D-63110 Rodgau; D. Haensch, D-27624 Bad Bederkesa; J. Haller, D-51379 Leverkusen; J. Hampf, D-91056 Erl- langen; D. Hauffe, D-60431 Frankfurt am Main; A. Hau- schulte, D-26316 Varel; H. Hauser, D-89275 Elchingen; U. Hermann, D-89347 Bubesheim; S. Hetze, D-12057 Berlin; A. Heuser, D-53879 Euskirchen; F. Hofmann, D-01069 Dresden; J. Home, D-06844 Dessau; B. Hornisch, D-91238 Engelthal; N. Husmann, D-48155 Münster; B.

tenradius $R_{\text{PJ}} = 6378 \text{ km}$) und **b)** einen jupiterähnlichen Planeten ($r_{\text{PJ}} = 5.2 \text{ AE}$, $R_{\text{PJ}} = 71\,492 \text{ km}$). Der Planet befindet sich jeweils in Elongationsstellung zu seiner Sonne, sodass man nur die eine Hälfte seiner Querschnittsfläche erleuchtet sieht.

Aufgabe 2: Welche Winkeldistanz δ_p erreicht der unter 1 a) beschriebene Planet von seiner Sonne, wenn sich diese in $d = 10 \text{ pc}$ Distanz zur Erde befindet?

Aufgabe 3: Welchen maximalen Radius r_L darf der Lichtschild besitzen, wenn er in der Entfernung D (Aufgabe 1) vom JWST positioniert ist und ein Exoplanet von seinem Zentralgestirn den Winkelabstand δ_p einnimmt? AXEL M. QUETZ

Literatur

- [1] **Axel M. Quetz:** Zum Nachdenken: Machos und Socos, Teil 4 und 5. SuW 5 und 6/1994, S. 416 und 500
- [2] **Jonathan W. Arenberg, Webster Cash:** New Worlds Observer: A novel mission concept for exoplanetary studies. In: Proceedings of the IAU 200, S. 199–204 [2005]
- [3] **Webster Cash:** Detection of Earth-like planets around nearby stars using a petal-shaped occulter. Nature 442, S. 51–53 [2006]

Hußl, A-4542 Nußbach; Th. Inghoff, D-34355 Staufenberg; G. Junge, D-04600 Altenburg; H. Kamper, D-89520 Heidenheim; S. Kassam, D-60431 Frankfurt/M.; J. E. Keller, D-68775 Ketsch; F.-G. Knell, D-63457 Hanau; K.-M. Köppl, D-47805 Krefeld; K.-H. Künker, D-45279 Essen; H.-P. Lange, D-85376 Massenhausen; M. Leinweber, D-35435 Wettengel; A. Leonhardt, D-90559 Burghann; B. Leps, D-13507 Berlin; A. Lichtfuß, D-93161 Sinzing; R. Lühmann, D-78224 Singen; W. Mahl, D-71254 Ditzingen; P. Matzik, D-51399 Burscheid; N. Mayer, D-12205 Berlin; M. Mendl, D-85567 Grafing b. München; K. Mischke, D-71116 Gärtringen; F. Moser, D-47167 Duisburg; K. Motl, D-82538 Geretsried; S. Mrozek, D-25358 Horst; Chr. Netzel, D-52080 Aachen; J. Nußbaum, D-80689 München; M. Otte, D-59558 Lippstadt; Chr. Overhaus, D-46325 Borken; G. Pannach, D-38124 Braunschweig; M. Plambeck, D-21031 Hamburg; G. Portisch, D-75015 Bretten; U. Poschmann, D-52351 Düren; R. Prager, A-2230 Gänserndorf; H. Prange, D-57250 Netphen; B. Quednau, D-33397 Rietberg; F. Reinhardt, D-79539 Lörrach; M. Reininger, A-3130 Herzogenburg; E. Rössler, D-13503 Berlin; R. Rohde, D-12277 Berlin; K. Rohe, D-85625 Glonn; A. Schäfer, D-71711 Steinheim/Murr; F. Schauer, D-79199 Kirchzarten; N. Scherer, D-76137 Karlsruhe; J. Schermer, D-12687 Berlin; R. H. Schertler, A-5280 Braunau am Inn; M. Schiffer, D-88662 Überlingen; B. Schmalfeldt, D-21521 Aumühle; J. Schnichels, D-53881 Euskirchen; G. Scholz, D-73457 Essingen; J. Schröder, D-45731 Waltrop; P. J. Schüngel, CH-8105 Regensdorf ZH; M. Senkel, D-85614 Kirchseon; I. Smaglinski, D-55131 Mainz; D. Spitzer, D-59075 Hamm; R. Stahlbaum, D-38124 Braunschweig; K. Stampfer, D-86486 Bonstetten; P. Stoffer, CH-3507 Biglen; A. Thiele, D-52066 Aachen; A. Trutschel-Stefan, D-83714 Miesbach; G. Tyczkowski, D-47057 Duisburg; G. Wahl, D-88453 Erolzheim; H.-G. Wefels, D-47239 Duisburg; S. Weiß, A-8010 Graz; H. Wember, D-22525 Hamburg; A. Wendt, D-69488 Birkenau; B. Wichter, D-21629 Neu-Wulmstorf; Chr. Wiedemair, I-39031 Bruneck, Südtirol; K. Wiedemer, D-57072 Siegen; H.-U. Wieland, D-73340 Amstetten; A. Zehmarschke, D-76344 Eggenstein-Leopoldshafen; M. Ziegler, A-2460 Bruckneudorf; Chr. Zorn, D-70825 Korntal-Münchingen.

Insgesamt 116 Einsendungen, Fehlerquote: 0 %.

Kreuzworträtsel

VON FRED GOYKE

Brennpunkt	Sturmsystem auf Jupiter (2 Wörter)	Weltzeit	Modul der ISS	mexikan. Astronom (1913–1988)	Jupitermond	Gebiet, in dem 1908 ein Komet einschlug	Riesenschlange Dunkelwolke
ital. Observatorium	3				6		
südl. Jupiterzone	Sternbild mit Nath (lat. Gen.)	1				Berliner Luftfahrtschau	9
	Cepheid (... Doradus)		12	Funk-Zeit-signal (ab 1917)			Saturnmond, war ein Irrtum
	8			Instrument auf VENUS EXPRESS		Kloster-vorsteher	
Gebirgszug auf d. Venus (... Montes)	Entdecker v. Phobos u. Deimos (Vorname)					Sternbild mit M 79 (dt. Bez.)	2
	Stern im Sternbild Puppis			Mondlande-fähre			
erster US-Astronaut (Vorname)	Landepl. des MARS PATHFINDER (... Vallis)	5			Mond-meteorit a.d. Oman (... 169)	Kfz.-Kenn-zeichen f. Emmendingen	4
11			Stern-klasse (Wolf-...)	7			chem. Zeichen für Titan
Asteroid Nr. 60	Gebilde um einen AGN (...torus)		10			indische Erdbeobachtungs-satelliten	

Lösung des Kreuzworträtsels aus SuW 7/2006

Z A C F
J W S T A R E C I B O
N E W T O N V L S S
R I D O R O A U
G N O P Q U A L M
G F U R U D K I
O L B E R S A M M
R A Y O E O Z A E N
U A S T R A A N O
E A R T H G R A Z E R



Kreuzworträtsel. Die eingekreisten Buchstaben bilden ein Lösungswort. Unter allen, die dieses Lösungswort bis zum **15. September** auf einer Postkarte an die Redaktion einsenden, verlosen wir ein Zoomspektiv Bresser Zoomar 15–45×60 im Wert von 179 €, gestiftet von Fa. Meade, mit Tischstativ für den sicheren Stand im mobilen Einsatz und mit einem Hartschalenkoffer für den Transport. Viel Spaß beim Knobeln! Die Lösung des Kreuzworträtsels in Heft 7/2006 lautet: **Parabelflug**. Der glückliche Gewinner des Feldstechers Bresser Cobra 7×50 (bei 101 richtigen und 13 zu spät eingesandten Einsendungen) ist: **Klaus Beuschold**, Moltkestr. 94, D-50859 Köln. Herzlichen Glückwunsch! Red.

»Zum Nachdenken« im Web

Einige Tage vor der Auslieferung des gedruckten Heftes lässt sich das aktuelle »Zum Nachdenken« auf der Homepage von SuW www.suw-online.de als PDF finden. Ältere Fassungen: → SuW-Archiv → Zurückliegende Ausgaben.

Einsendungen

- Lösungen werden nur auf Papier – Brief oder Fax – akzeptiert, auf keinen Fall jedoch per E-Mail.
- Die Redaktion empfiehlt, Namen und Anschrift immer auf dem Lösungsblatt zu notieren.
- Lösungen, die nach dem angegebenen Stichtag eintreffen, können leider nicht berücksichtigt werden.

Die 26. Runde

Mit der Aufgabe in Juni-Heft begann die 26. Runde *Zum Nachdenken*. Alle Löser mit wenigstens neun richtigen Einsendungen aus den zwölf bis inklusive Mai 2007 erscheinenden Aufgaben in »Zum Nachdenken« werden bei der Verlosung im Sommer 2007 berücksichtigt. Zu gewinnen sind als attraktive Hauptpreise ein komplettes Okularset, bestehend aus sechs Okularen vom Typ **Baader-Hyperion**, gestiftet von Fa. Baader Planetarium, sowie ein Fernglas **Mariner II**, gestiftet von Fa. Fujinon. Viel Spaß beim Nachdenken und viel Erfolg beim Lösen!

AMQ

Hauptpreise



Das Okularset **Baader-Hyperion** im Wert von 699 € besteht aus sechs 68°-Weitwinkel-Okularen mit augenphysiologisch optimalem Gesichtsfeld in den Brennweiten: 3,5 mm, 5 mm, 8 mm, 13 mm, 17 mm und 21 mm, jeweils mit 1¼"- und 2"-Steckfassung, sowie zwei integrierten Systemgewinden zur Adaption des Okulars an fast jede digitale Kamera – dazu werden 16 verschiedene digitale T-Ringe optional angeboten. Gestiftet von Fa. Baader Planetarium. www.baader-planetarium.de.



Das Fernglas **Mariner II** vom Typ 7×50 WP/II-CF im Wert von 189 €, mit herausragenden optischen Eigenschaften, gestiftet von Fa. Fujinon (Europe) GmbH. www.fujinon.de.