

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **15. April** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Max-Planck-Institut für Astronomie, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: (+49)0 6221-528-246.

◀ Zahlreiche Planetesimale in einer bereits weitgehend freigeräumten Zone der Akkretionsscheibe um die junge Sonne.

Vorstellung entwickelt werden, wie dicht die Planetesimale, aus denen die Erde akkretierte, gestaffelt sein mochten. Dazu berechne man die Flächendichte der Planetesimale und bestimme daraus ihren mittleren Abstand zueinander.

Aufgabe 1: Mit der in [3] abgeleiteten Gleichung berechne man die Größe der Hill-Sphäre S_H der Erde, also den Einflussbereich, aus dem sich die Masse sammelnde Protoerde bedienen konnte. Mit den Abkürzungen $\mu = M/M_\odot$ und $\varrho = r/R$ gilt näherungsweise:

$$S_H = \sqrt[4]{8\mu\varrho^3} R.$$

Dabei sind $M = 5.976 \cdot 10^{24}$ kg die Masse der Erde, $R = 6378$ km ihr Radius, $r = 1$ AE = $1.496 \cdot 10^8$ km der Erdbahnradius und $M_\odot = 1.989 \cdot 10^{30}$ kg die Masse der Sonne.

Aufgabe 2: Man berechne die Zahl N der als kugelförmig gedachten Planetesimale des mittleren Durchmessers $D = 100$ m mit

Planetesimaldichte

Peter Janle beschreibt ab Seite 22 in diesem Heft, wie sich unser Verständnis des Planetensystems im Laufe der Zeit immer mehr verfeinert hat. So wurde umlängst klar, dass sich aus den gemessenen Häufigkeitsverteilungen der Edelgase und ihrer Isotope in Gesteinen des Erdmantels folgern lässt, dass die Größe der Planetesimale, aus denen die Erde akkretierte,

etwa 10 m bis 1000 m Durchmesser betragen haben muss [1]. Auch in den Staubscheiben um Braune Zwerge mag sich eine Entwicklung über Planetesimale hin zu Planeten abspielen, wie im Aufsatz »Braune Zwerge« ab Seite 34 nachzulesen.

Dieses »Zum Nachdenken« kann als Fortsetzung der Aufgabe »Neonimplantation« [2] verstanden werden. Es soll eine

Lösung der Aufgabe aus dem Februar-Heft 2006

Aufgabe 1: Verteilt man die gesamte aufgesammelte potentielle Energie gleichmäßig über die Akkretionsphase, so erhält man nach Einsetzen der angegebenen Werte mit Hilfe von Gleichung (1) der Aufgabenstellung die gesuchte mittlere Leuchtkraft L :

$$L = E/\tau = 6.4 \cdot 10^{21} \text{ W.}$$

Dies sind nicht ganz 0.02 % der Sonnenleuchtkraft mit ihren $L_\odot = 3.83 \cdot 10^{26}$ W.

Zusatzaufgabe: Laut Voraussetzung besitzt der akkretierende Körper eine konstant gedachte mittlere Dichte ϱ . Dann sind Radius $R = R(m)$ und Masse m des Körpers verknüpft durch:

$$m = \varrho (4\pi/3) R^3, \quad (2)$$

Setzt man nun R aus (2) in die Differentialgleichung

$$dE = \frac{Gm}{R(m)} dm, \quad (3)$$

ein, so folgt:

$$dE = G\varrho (4\pi/3)^{1/3} m^{2/3} dm. \quad (4)$$

Die Variablen sind getrennt und somit lässt sich das unbestimmte Integral leicht

ausführen:

$$E = \int dE = G\varrho (4\pi/3)^{1/3} \int m^{2/3} dm = (3/5) G\varrho (4\pi/3)^{1/3} m^{5/3}.$$

Rücksubstitution mit Hilfe von (2) führt nun sofort auf die herzuleitende Gleichung:

$$E = \frac{3}{5} \frac{GM^2}{R}. \quad (1)$$

Aufgabe 2: Strahlt der Masse ansammelnde Körper die gewonnene Energie E mit der in Aufgabe 1 berechneten Leuchtkraft L ab, so stellt sich die Gleichgewichtstemperatur T ein, gemäß:

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4.$$

Daraus folgt die gesuchte Temperatur zu:

$$T = [L / (4\pi R^2 \sigma)]^{1/4} = 1153 \text{ K.}$$

Aufgabe 3: Für diese Temperatur liefert das Wiensche Verschiebungsgesetz für die Wellenlänge des Emissionsmaximums λ_{max} eines Schwarzen Körpers den Wert:

$$\lambda_{\text{max}} = 2.5 \mu\text{m.}$$

Es liegt damit im nahen Infrarot.

Aufgabe 4: Die von Eiichiro Kokubo und Shigeru Ida empirisch aufgestellte Gleichung liefert die Dauer der Akkretionsphase für jupiterähnliche Planeten zu etwa:

$$t_{\text{grow}} = 26 \text{ Millionen Jahre.}$$

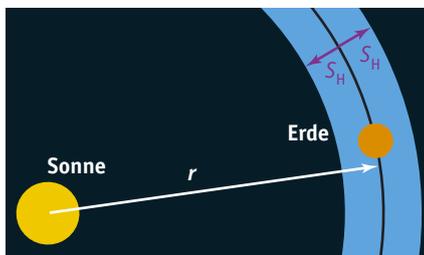
Das ist befriedigenderweise mit hinreichender Genauigkeit von der gleichen Größenordnung wie die in der Aufgabenstellung genannten 10 Millionen Jahre. AMQ

Richtige Lösungen sandten ein:

Ulrike Saher, D-40629 Düsseldorf; Erika Welp, D-42857 Remscheid; Christine Zerbe, D-86179 Augsburg; M. Balbus, D-59519 Möhnesee; W. Blendin, D-65597 Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, D-86356 Neusäß / OT Steppach; G. Breitkopf, D-13156 Berlin; H. Brockmann, D-78315 Radolfzell; W. Christ, D-65824 Schwalbach; K. Clausecker, D-74219 Möckmühl; R.-R. Conrad, D-31275 Lehrte; A. Dannhauer, D-38871 Ilsenburg; J. Döblitz, D-70619 Stuttgart; A. M. Dufter, D-83334 Inzell; H. Duran, CH-5300 Turgi; E. Edler v. Malyevacz, D-70825 Korntal-Münchingen; P. Fischer, D-08223 Falkenstein; R. Fischer, D-50858 Köln; G. Forster, D-69120 Heidelberg; M. Geisel, D-79540 Lörrach; J. Glattkowski, D-76571 Gaggenau; H. Göbel, D-79540 Lörrach; J. Th. Grundmann, D-52068 Aachen; A. Güth, D-73078 Boll; R. Guse, D-31228 Peine; A. Haag, D-63110 Rodgau; J. Haller, D-51379 Leverkusen; J. Hampp, D-91056 Erlangen; D. Hauffe, D-60431 Frankfurt am Main; A. Heuser, D-53879 Euskirchen; F. Hofmann, D-01069 Dresden; A. Huss, D-70599 Stuttgart; B. Hußl, A-4542 Nußbach; Th. Inghoff, D-34355 Staufenberg; M. Juhl, D-73527 Täferrot; G. Junge, D-04600 Altenburg; H. Kamper, D-89520 Heidenheim; S. Kassam, D-60431 Frankfurt/M.; J. E.

einer Gesamtmasse, die gleich der Masse der heutigen Erde ist. Die mittlere Dichte der Planetesimale sei gleich derjenigen der Erde.

Aufgabe 3: Man berechne die mittlere Flächenanzahldichte σ_N der N Planetesimale, wie in Aufgabe 2 ermittelt. Dabei erstrecke sich der Einflussbereich der Erde entlang ihrer Umlaufbahn einen Hill-Radius – aus Aufgabe 1 – nach innen und außen.



Aufgabe 4: Aus der Flächenanzahldichte σ_N ermittle man den mittleren Abstand d mit Hilfe von:

$$d = \sqrt{\sigma_N} \cdot$$

AXEL M. QUETZ

Literatur

- [1] Mario Trieloff, Timann Althaus: Aus den Tiefen der Erde in die Tiefen des Sonnensystems. SuW 5/2002, S. 30.
- [2] Axel M. Quetz: Neonimplantation. SuW 5/2002, S. 100.
- [3] Axel M. Quetz: Hill-Sphäre und Staub im jungen Sonnensystem. SuW 2/2005, S. 92.

Keller, D-68775 Ketsch; L. Kirschhock, D-92237 Sulzbach-Rosenberg; F.-G. Knell, D-63457 Hanau; E. Köneke, D-34121 Kassel; K.-M. Köppl, D-47805 Krefeld; H. Kuchler, A-8960 Öblarn; H.-P. Lange, D-85376 Massenhausen; S. Laudwein, D-33615 Bielefeld; M. Leinweber, D-35435 Wettengel; A. Leonhardt, D-90559 Burgthann; B. Leps, D-13507 Berlin; A. Lichtfuß, D-93161 Sinzing; W. Mahl, D-71254 Ditzingen; P. Matzik, D-51399 Burscheid; N. Mayer, D-12205 Berlin; M. Mendl, D-85567 Grafing b. München; A. Meyer, D-32805 Horn-Bad Meinberg; 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; J.-F. Pittet, D-88677 Markdorf; G. Portisch, D-75015 Bretten; R. Prager, A-2230 Gänserndorf; H. Prange, D-57250 Netphen; E. Rössler, D-13503 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; G. Scholz, D-73457 Essingen; P. J. Schüngel, CH-8105 Regensdorf ZH; M. Senkel, D-85614 Kirchseeon; R. Stahlbaum, D-38124 Braunschweig; K. Stampfer, D-86486 Bonstetten; A. Stefanescu, D-80807 München; 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; H. Wember, D-22525 Hamburg; R. Wetzel, D-49076 Osnabrück; B. Wichert, D-21629 Neu Wulmstorf; K. Wiedemer, D-57072 Siegen; G. Woysch, D-70435 Stuttgart; A. Zeh-Marschke, D-76344 Eggenstein-Leopoldshafen; M. Ziegler, A-2460 Bruckneudorf; Chr. Zorn, D-70825 Kornthal-Münchingen; W. Zumach, D-86163 Augsburg.

Insgesamt 97 Einsendungen, Fehlerquote: 0 %.

Kreuzwörter

VON FRED GOYKE

Teil eines Sonnenflecks	Planet ändert den Abstand zum Stern	Uranusmond	v. Sonnefeld entw. Halb-Apochromat	europ. Kernforschungsorganisat.	Supernova mit Phase konstanter Helligkeit	Nachrichtagentur	Deep-Sky-Filter chin. Sternbild
				Beta Tauri			
fahndet nach Planetentransits	Planetoid Nr. 364		9		Sternbild Maler (int. Abk.)		8
			7	Stern im Sternbild Eridanus	Eso-Teleskop	Teleskopgüte (...durchmesser)	Fluggerät
Bestandteil einer protoplan. Scheibe	Nutzfahrzeug		1	Montierungsbaumform	Sternbild des Adler-Nebels (int. Abk.)	4	
		Planetoid Nr. 84	3	v. GALILEO besuchter Planetoid			2
F von HDF	Mondkrater, nach dt. Pfarrer benannt				Sternbild v. Azalee (int. Abk.)		Sternbild mit M 108 (int. Abk.)
				Element in GALILEOS Batterien (Symbol)	Druckeinheit (veraltet)		
				süd-amerik. Staat	5		Abk. für Montana
v. SOBOURNER untersuchter Marsfels	Augenlinse					6	mittlere Entfernng. der Erde zur Sonne

Lösung des Kreuzwörterrätsels aus SuW 1/2006

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



Kreuzwörterrätsel. Die eingekreisten Buchstaben bilden ein Lösungswort. Unter allen, die dieses Lösungswort bis zum **15. April** auf einer Postkarte an die Redaktion einsenden, verlosen wir ein Bresser Sirius 70/900, gestiftet von Fa. Meade, mit azimutaler Montierung, Alustativ, Zenitspiegel, 2fach-Barlow-Linse, Zubehör-Ablage, Astrosoftware, Sucherfernrohr sowie 3 Okularen. *Viel Spaß beim Knobeln!*

Die Lösung des Kreuzwörterrätsels in Heft 2/2006 lautet: **Aldebaran**. Der glückliche Gewinner des Feldstechers Bresser Coltra 8x32 (bei 141 richtigen und einer falschen Einsendung) ist: **Anton Geier**, A. Hoferstr. 37/1, D-39044 Neumarkt (BZ). *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 25. Runde

Mit der Aufgabe im Juni-Heft 2005 begann die 25. Runde *Zum Nachdenken*. Alle Löser mit wenigstens neun richtigen Einsendungen aus den zwölf bis inklusive Mai 2006 erscheinenden Aufgaben in »Zum Nachdenken« werden bei der Verlosung im Sommer 2006 berücksichtigt. Zu gewinnen gibt es u.a. Freiabos und als attraktiven Hauptpreis ein Meade DS-2070AT im Wert von 299 €, gestiftet von Fa. Meade Instruments Europe. Viel Spaß beim Nachdenken und viel Erfolg beim Lösen!

Hauptpreise

Mit dem **Coronado PST** ist Sonnenbeobachtung für Jedermann möglich. Der 40-mm-Refraktor im Wert von 629 € enthält einen gekapselten H α -Filter mit der Halbwertsbreite von besser als einem Ängström, mit dem sich die Sonnenoberfläche im Licht der Wasserstofflinie erkunden lässt. Das Öffnungsverhältnis des Geräts ist $f/10$. Optional sind ein Tischstativ und zum optimalen Schutz des PST auch ein stabiler Transportkoffer erhältlich. Gestiftet von Fa. Meade Instruments Europe, www.meade.de.



Das **7x50-Fernglas New Ascot** von Vixen im Wert von 169 € besitzt multivergütete Objektive und Okulare für hohen Bildkontrast, BaK4-Porro-Prismen für hohe Bildschärfe sowie asphärische Optik für geringe Verzeichnung und hohe Randschärfe. Die Austrittspupille beträgt 7.1 mm, das Gesichtsfeld 6°. Serienmäßiger Stativanschluss. Tragetasche, Riemen und Deckel sind im Lieferumfang enthalten. Gestiftet von Fa. Vixen Europe, www.vixen-europe.com.

