



Zum Nachdenken

Lösung zu »PDS 70 – ein junger Stern mit Scheibe und Protoplanet« aus SuW 7/2019

Aufgabe 1: Aus der Winkeldistanz $\varrho_{70b} = 0,195''$ zwischen Stern und Protoplanet und der Entfernung $d_{PDS70} = 113,43$ pc des jungen Systems PDS 70 folgt der reale Abstand r_{70b} zwischen den beiden Objekten zu:

$$r_{70b} = d_{PDS70} \tan \varrho_{70b}.$$

Bei sehr kleinen Winkeln ist $\tan \varrho_{70b} \approx \varrho_{70b} (\pi/180^\circ)$, und weil dies auch für $\tan 1'' \approx 1'' (\pi/180^\circ)$ gilt, ist $1 \text{ pc} \approx 1 \text{ AE}/(1'' (\pi/180^\circ))$. Daher folgt:

$$r_{70b} = 113,43 \cdot (0,195''/1'') \text{ AE} = 22,1 \text{ AE}.$$

Die derzeitige Distanz von PDS 70 b zu seinem Muttergestirn entspricht etwa derjenigen von Uranus zur Sonne.

Aufgabe 2: Wenn der Abstand r_{70b} des Protoplaneten zu PDS 70 auch seine große Bahnhalbachse ist, also $r_{70b} = a_{70b}$ gilt, dann ergibt sich die Umlaufdauer P_{70b} un-

ter Nutzung des dritten keplerschen Gesetzes $4 \pi^2 a_{70b}^3 = P_{70b}^2 G M_{PDS70}$ zu:

$$P_{70b} = \sqrt{\frac{4 \pi^2 a_{70b}^3}{G M_{PDS70}}} = 3,765 \cdot 10^9 \text{ s} = 119,3 \text{ Jahre}.$$

Dabei ist die Masse des Sterns $M_{PDS70} = 0,76 M_\odot$ und die Gravitationskonstante ist $G = 6,6742 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$.

Aufgabe 3: Mit der gegenwärtigen Akkretionsrate $\dot{M}_{70b} = 10^{-7,5} M_\odot/a$ strömt aus der jüngst entdeckten zirkumplanetaren Akkretionsscheibe Materie auf den Protoplaneten. **a)** Unter der Voraussetzung einer konstanten Akkretionsrate \dot{M}_{70b} wächst die Masse von PDS 70 b somit innerhalb von $t_1 = 1$ Million Jahre um:

$$\Delta m = \dot{M}_{70b} t_1 = 6,0 \cdot 10^{25} \text{ kg} = 0,032 M_\oplus.$$

ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Hefts finden Sie auf Seite 24.



b) Wiederum unter der Annahme einer konstanten Akkretionsrate \dot{M}_{70b} hätte der Protoplanet über die $t_{70b} = 5,4$ Millionen Jahre des Alters des PDS 70-Systems eine Masse von

$$M_{70b} = \dot{M}_{70b} t_{70b} = 3,24 \cdot 10^{26} \text{ kg} = 0,17 M_\oplus.$$

Die Akkretionsrate erklärt die aktuelle Masse von PDS 70 b offenbar nicht. Entweder war sie in der Anfangsphase deutlich höher, oder der Protoplanet konnte eine Reihe Planetesimale akkretieren.

Aufgabe 4: Das Emissionsmaximum von PDS 70 b mit einer Oberflächentemperatur von $T_{70b} = 1500 \text{ K}$ liegt bei:

$$\lambda_{\text{max}} = b/T = 1,93 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1,93 \mu\text{m}.$$

Das liegt im Infrarotbereich im H- bis K-Band. AXEL M. QUETZ

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Sarah Aretz, F-Saint-Genis-Pouilly; Elisabeth Arnold, Essenbach; Judit Asztalos, A-Taufkirchen/Trattnach; Andrea Blomenhofer, Johannisthal; Ilse Blümel, Obertraubling; Brigitte Lindner, A-Wien; Eva Ponick, Lünen; Amelie Siebert, Göttingen; Katrin Stauch, Coswig; Sieglinde Übermayer, A-Weikendorf; Eva von Gemünden, Erlangen; Margit Zink, Wendlingen; L. Ammersbach, Bad Kissingen; W. Balzer, Hattlingen; H. Baudisch, A-Wien; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; O. Bechmann, Velpke; J. Beckmann, Hann. Münden; K. Beier, Reichling; I. Bischoff Montenegro, Karlsruhe; W. Blendin, Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, Augsburg; P. Borchardt, Augsburg; Elias u. Jens Peter Bork, Potsdam; A. Braig, Lappersdorf; A. Brandenberger, CH-Rorschacherberg; G. Breitkopf, Berlin; R. Burgmeier, Regensburg; T. Cremer, Frankfurt; A. Dannhauer, Ilsenburg; H.-P. Distler, Henstedt-Ulzburg; J. Döblitz, Stuttgart; K. E. Engel, Erlangen; H. Fischer, A-Frauenkirchen; M. Fischer, Emskirchen; G. Forster, Heidelberg; E. Franz, Kleinwallstadt; S. Funkner, Karlsruhe; M. Geisel, Lörrach; H. Gers, Meschede; H. Göbel, Lörrach; F. Götz, Gummersbach; M. Gottschalk, Konstanz; M. Grasshoff, Schongau; G. Grauf, Augsburg; K. Grießer, Gengenbach; B. Grosse, Brandenburg an der Havel; S. Große, Oldenburg; J.-Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Zell u. A.; R. Guse, Peine; F. Hänel, Freiberg; R. Hagelweide, Worpsswede; J. Haller, Leverkusen; J. Hampp, Erlangen; W. Hauck, Hagen; D. Hauße, Frankfurt am Main; J. Haun, Bochum; H. Hauser, Ulm; F. Heimerl, Gilching; H.-D. Hettstedt, Isernhagen; A. Heuser, Euskirchen; W. Heydrich, Emmendingen; J. Hingsammer, Altdorf; L. Hitzky, L-Walferdange; J. Hochheim, Lutherstadt Eisleben; E. Hoffmeister, Bad Honnef; F. Hofmann, Hannover; Chr. Hollenbeck, Mönchengladbach; H. Holz, Neuried; A. Huss, Stuttgart; C. Isenberg, Regensburg; T. M. Jung, Eurasburg; M. Kaschke, Oberkochen; F. Kaul, Dittellbrunn; J. E. Keller, Ketsch; P. Kirsch, A-Linz; L. Kirschhock, Pommelsbrunn; M. Klein, Altdorf; N. Klingler, CH-Oerlingen; F.-G. Knell, Hanau; H. Knopf, Baden-Baden; M. Kobusch, Wendenburg; K.-M. Köppl, Krefeld; H. Krambeer, Wismar; M. Kretzler, Wilhelmsfeld; B. Kuhn, Sulzbach/Main; G. Kunert, Chemnitz; N. Kunte, Wildeshausen; O. G. Kunze, Marburg; B. Lackschewitz, Göttingen;

H.-P. Lange, Massenhausen; J. Lange, Hamm; L. Lautenbach, Krebeck-Renshausen; W. Lehmann, Muldestausee; B. Leps, Berlin; R. Lettau, Friedberg; R. Lühmann, Allensbach; B. Matzas, Eching-Dietterheim; P. Matzik, Burscheid; S. Maurer, Bäcknang-Maubach; Th. Meisner, Immenstaad; R. Melcher, Bad Schönborn; J. Menssen, Por-porches; G. Minich, Reppenstedt; N. Moebs, Stuttgart; I. Mörbauer, A-Hainburg an der Donau; F. Morherr, Dresden; A. Moritz, Ehringshausen; F. Moser, Duisburg; K. Motl, Geretsried; A. Münch, Altglofsheim; Z. M. Nagel, Mainz; G. Nawrath, Unna; J. Nendwich, A-Wien; Chr. Netzel, Aachen; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; H. Pavlicek, Horb; Chr. Petersen, Drochtersen; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänserndorf; H. Preisinger, Weimich/Edenland; E. Prescha, Göppingen; K. Prinz, Münzenberg; J. Rahm, Bingen; A. P. Rauch, Rosdorf; H. Reich, München; A. Reinders, Ravensburg; A. Richter, Leonberg-Höfingen; H.-W. Richter, Dortmund; W. Rockenbach, Biebrich; K. Rohe, Glonn; F. Schauer, Kirchzarten; F. Schechter, Berlin; F. Scherie, Ennepetal; R. H. Schertler, A-Braunau am Inn; M. Schiffer, Überlingen; A. Schirmer, Munster; Th. Schler, CH-Zürich; S. Schlund, Bad Homburg; B. Schmalfeldt, Aumühle; R.-G. Schmidt, Recklinghausen; J. Schnichels, Euskirchen; G. Scholz, Essingen; H.-J. Schreyer, Kehlbach; J. Schröder, Grevenbroich; E. Schroeder, Norderstedt; P. J. Schüngel, CH-Regensdorf ZH; R. Schuster, Altenkunstadt; W. Schwab, Heidelberg; M. Seebode, Göttingen; Th. Selmaier, Oberteuringen; M. Senkel, Kirchseeon; U. Seydel, Niedergörsdorf; D. Siefert, Hameln; M. Sipahi, Hameln; O. Slawitzki, Nürnberg; R. Spurny, A-Wien; J. Stegert, Bonn; R. E. Stranzenbach, Witten; E. Streeruwitz, A-Wien; K. Teichmann, Timmendorfer Strand; A. Thiele, Aachen; P. Vogt, Sörup; D. von Hansen, Langwedel; A. Wankerl, Maisach; M. Watzdorf, München; H.-G. Wefels, Duisburg; S. Weidner, Fellbach; H. Weiland, Bonn; K. Weisensee, Glauburg; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; D. Wierse, Hamburg; L. Wiest, Walldorf; R. Windt, Beverstedt; N. Würfl, Sulzbach; A. Zeh-Marschke, Eggenstein-Leopoldshafen; M. Ziegler, A-Wien; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen.

Insgesamt 182 Einsendungen

Er war's im August:

Es war Ulugh Beg (geboren 1393 in Sultaniyeh im damaligen Persien, gestorben im Oktober 1449 in Samarkand). Ulugh Beg war der Enkel des legendären Herrschers Timurs Lenk. Timur einigte mehrere mongolische und turkstämmige Gruppierungen und schuf im 14. Jahrhundert ein riesiges Reich in Mittelasien, auf dem Gebiet des heutigen Iran, Irak und der Türkei, später kamen noch Regionen in Indien und Afghanistan hinzu. Unter seinen Söhnen setzte sich der viertgeborene Sohn Schah Ruch durch. Als Kind reiste Ulugh Beg mit dem Hof seines Großvaters umher. Mit 16 Jahren machte ihn sein Vater, der im (afghanischen) Herat eine neue Hauptstadt gründete, zu seinem Statthalter in Samarkand, der einstigen Hauptstadt unter Timur.

Ulugh Begs Leidenschaft gehörte den Wissenschaften, speziell der Mathematik und Astronomie. An seine neu gegründete Lehranstalt in Samarkand, einer islamischen Madrasa, holte er wichtige Gelehrte, darunter den berühmten Astronomen al-Kashi. 1420, rund acht Jahre nach der Eröffnung der Madrasa, ließ

»Zum Nachdenken« im Web

Einige Tage vor der Auslieferung des gedruckten Heftes lässt sich unter www.sterne-und-weltraum.de/aktuell/ das aktuelle »Zum Nachdenken« als PDF finden. Ältere Fassungen: Menü → Archiv → Sterne und Weltraum → Jahrgang → Ausgabe.

Einsendungen

■ Lösungen werden als Brief, Fax (06221 528-377) und als PDF an die E-Mail-Adresse zum-nachdenken@sterne-und-weltraum.de akzeptiert. ■ Die Redaktion empfiehlt, Namen und Anschrift auf dem Lösungsblatt zu notieren. ■ Lösungen, die nach dem angegebenen Stichtag eintreffen, können leider nicht berücksichtigt werden.

Beginn der 39. Runde

Mit dem Juni-Heft begann die neue Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Ausgabe im Mai-Heft 2020. Löser mit mindestens neun richtigen Einsendungen nehmen an der Preisverlosung teil. Zu gewinnen sind wieder attraktive Hauptpreise (siehe rechts). Viel Spaß beim Nachdenken! AMQ

Hauptpreis der 39. Runde

Die Firma Hofheim Instruments, Hofheim, hat für die 39. Runde ihren **8-Zoll-Leichtbau-Reisedobson** im Wert von 1130 € als Preis ausgelobt. Zusammengepackt ist es ein nur 8 Kilogramm leichtes Handgepäckstück, aufgebaut ein leistungsstarker 8-Zoll-f/4-Newton in Gitterbauweise auf einer klassischen Dobson-Montierung. Das einfach zu handhabende Gerät ist stabil und solide aus Aluminium, Edelstahl und Birke-Multiplexholz gefertigt. Aus dem umfangreichen Zubehörprogramm erhält der Gewinner Zubehör im Wert von 230 €: einen Leuchtpunktsucher, ein Friktionssystem, einen 1,25-Zoll-Adapter und einen Laser-Kollimator. www.hofheiminstruments.com



2. Preis

Explore Scientific stiftet ihre Montierung EXOS2-Goto PMC8 im Wert von 799 €. Die Montierung besitzt eine völlig neu entwickelte GoTo-Steuerung. Sie besteht aus einer robusten WiFi-Controller-Einheit, welche alle notwendigen Schnittstellen bereitstellt. Die Steuerung unterstützt den Mikroschritt-Betrieb zur präzisen Nachführung. Zur Steuerung der Montierung per WiFi lassen sich Tablets, Notebooks und Desktop-PCs mit mindestens sieben Zoll großem Display verwenden. www.bresser.de

Ulugh Beg

er eines der größten Observatorien der Zeit errichten, einen großen Kuppelbau in Samarkand (»Gurchani Zidsch«). Hier erstellte er zusammen mit al-Kashi und weiteren Gelehrten einen frühen Sternenkatalog (»Zidsch-i-Sultani«, auf Grundlage eigener Beobachtungen), vermaß Planetenpositionen und das Erdjahr.

An der Führung seiner Amtsgeschäfte war er deutlich weniger interessiert. Dennoch übernahm er nach dem Tod seines Vaters 1447 das Gesamtreich in der neuen

Hauptstadt Herat, war jedoch mit der Führung überfordert und hatte schnell Mühe mit offen auftretenden Widersachern. Dazu gehörte auch sein ältester Sohn Abd-al-Latif (insgesamt hatte Ulugh Bek 13 Ehefrauen und von diesen zahlreiche Söhne und Töchter). Abd-al-Latif und mit ihm ein Teil der muslimischen Geistlichkeit erhoben sich in einer Verschwörung gegen ihn.

Vieles spricht dafür, dass Ulugh Beg gezielt hingerichtet wurde, vermutlich in seinem Observatorium. Das Gebäude selbst wurde zerstört. Der Astronom al-Kashi konnte jedoch einige Sterntafeln retten, die über viele Jahrzehnte in Gebrauch blieben, da sie überaus akkurat waren. Im 20. Jahrhundert wurde das Grab Ulugh Begs in Samarkand entdeckt. Die freigelegten Grundrisse seines Observatoriums wurden in den 1970er Jahren zur Besichtigung freigegeben und sind heute eine Hauptattraktion in der mittelasiatischen Metropole. Ulugh Beg gilt als einer der wichtigsten Astronomen und Astronomie-Förderer des damaligen Kulturkreises. Sein Name ist eigentlich eine Ehrenbezeichnung aus dem Turksprachlichen und bedeutet etwa »Großer Herrscher«. TINA HEIDBORN



Im usbekischen Samarkand genießt Ulugh Beg nach wie hohes Ansehen. Diese Statue steht vor dem Ulugh Beg Observatory.

Kreuzwörtertsel

Lösung aus SuW 7/2019: Rockerbox

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

Gewinner aus Heft 7/2019

Gewinnspiel: Buch »Jenseits von Einsteins Universum«: Stefan Rochel, Rahden. 214 richtige, 20 falsche Einsendungen. Lösung: 1c, 2c, 3a.

Wer war's?: Buch »Wanderer am Himmel«: Gerald Brettel, Schwarzenbek. 131 richtige, 1 falsche Einsendung.

Kreuzwörtertsel: Buch »Urknall, Sterne, Schwarze Löcher«: Thomas Kunzemann, Preußisch Oldendorf. 179 richtige, 1 falsche Einsendung.

Herzlichen Glückwunsch!