



Zum Nachdenken

Lösung zu »Verschmelzungsprodukt zweier Weißer Zwerge« aus SuW 1/2020

Aufgabe 1: Aus dem Winkeldurchmesser von $\varrho_N = 150''$ beziehungsweise $\varrho_H = 220''$ ergeben sich für den Nebel und den Halo Radien von $R_N = d \tan(\varrho_N/2) = 1,12$ pc und $R_H = d \tan(\varrho_H/2) = 1,64$ pc. Mit der Distanz $d = 3,07$ kpc und der Windgeschwindigkeit $v_W = 100$ km/s folgt das Expansionsalter zu

$$\tau_N = R_N/v_W = 10\,900 \text{ Jahre,}$$

$$\tau_H = R_H/v_W = 16\,000 \text{ Jahre.}$$

Aufgabe 2: Die Fluchtgeschwindigkeit des Verschmelzungsprodukts der beiden Weißen Zwerge folgt aus der Betrachtung der Gesamtenergie $E_{\text{ges}} = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}}$ eines Teilchens der unerheblichen Masse m . Sie muss im Unendlichen und beim Sternradius R_* gleich sein: $E_{\text{ges},\infty} = E_{\text{ges},R_*}$. Mit $E_{\text{kin}}(R_*) = \frac{1}{2} m v_{\text{esc}}^2$, $E_{\text{pot}}(R_*) = -G m M_*/R_*$ sowie $E_{\text{kin}}(\infty) = E_{\text{pot}}(\infty) = 0$ ergibt sich zu-

nächst $\frac{1}{2} m v_{\text{esc}}^2 = G m M_*/R_*$ und daraus sofort die Fluchtgeschwindigkeit:

$$v_{\text{esc}} = \sqrt{2 \frac{G M_*}{R_*}}.$$

Beim Sternradius $R_* = 0,15 R_\odot$ und einer Masse von $M_* = 1,5 M_\odot$ folgt daher

$$v_{\text{esc}} = 1953 \text{ km/s.}$$

Der vom Stern abströmende Wind hat demnach eine Geschwindigkeit von wenigstens rund 1950 km/s.

Aufgabe 3: a) In der Grafik der Aufgabenstellung in SuW 1/2020, S. 21, lässt sich für die fünffach ionisierte Sauerstoffemissionslinie die volle Breite $2 \Delta\lambda = 42,5$ nm ablesen. **b)** Die zentrale Wellenlänge der Linie liegt bei $\lambda_0 = 384,4$ nm. Unter der Annahme, dass die Emission von abströmen-

ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Hefts finden Sie auf Seite 23.



der Materie stammt, folgt deren Geschwindigkeit mit Hilfe des Doppler-Effekts $v = c \Delta\lambda/\lambda$. Mit der Lichtgeschwindigkeit $c = 299\,792,5$ km/s ergibt sich dann für die abfließende Materie, welche die OVI-Emissionslinie emittiert, die Geschwindigkeit

$$v = 0,0553 c = 16\,600 \text{ km/s,}$$

also rund sechs Prozent der Lichtgeschwindigkeit. **c)** Der Vergleich der Geschwindigkeit der abfließenden Materie mit derjenigen eines vom Neutronenstern-Verschmelzungsprodukt mit Fluchtgeschwindigkeit abströmenden Sternwinds mit $v/v_{\text{esc}} = 8,5$ zeigt, dass ein zusätzlicher Mechanismus erforderlich ist. Dieser kann möglicherweise in der Nachbeschleunigung des elektrisch geladenen Plasmas durch Magnetfelder bestehen. AXEL M. QUETZ

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Elisabeth Arnold, Essenbach; Andrea Blumenhofer, Johannisthal; Ilse Blümel, Obertraubling; Brigitte Lindner, A-Wien; Katrin Stauch, Coswig; Cornelia Wiberger, Werl; Margit Zink, Wendlingen; Noah Kirchhoff, Adelebsen; L. Ammersbach, Bad Kissingen; W. Balzer, Hattingen; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; O. Bechmann, Velpke; K. Beier, Reichling; I. Bischoff Montenegro, Karlsruhe; W. Blendin, Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, Augsburg; P. Borchardt, Augsburg; 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; R. Egger, CH-Adetswil; H. Fischer, A-Frauenkirchen; M. Fischer, Emskirchen; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; M. Geisel, Lörrach; H. Gers, Meschede; H. Göbel, Lörrach; F. Götte, Gummersbach; M. Gottschalk, Konstanz; M. Grasshoff, Schongau; B. Grosse, Brandenburg an der Havel; S. Große, Oldenburg; J. Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Zell u. A.; R. Guse, Peine; F. Hänel, Freiberg; J. Haller, Leverkusen; J. Hampp, Erlangen; D. Hansen, Langwedel; W. Hauck, Hagen; D. Hauffe, Frankfurt am Main; J. Haun, Bochum; H. Hauser, Ulm; F. Heimerl, Gilching; D. Henne, Köln; 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; Chr. Hollenbeck, Mönchengladbach; A. Huss, Stuttgart; T. M. Jung, Eurasburg; F. Kaul, Dittelbrunn; J. E. Keller, Ketsch; L. Kirschhock, Pommelsbrunn; M. Klein, Altdorf; N. Klingler, CH-Oerlingen; F.-G. Knell, Hanau; H. Knopf, Baden-Baden; M. Kobusch, Wendeburg; K.-M. Köppl, Krefeld; B. Kuhn, Sulzbach/Main; G. Kunert, Chemnitz; N. Kunte, Wildeshausen; O. G. Kunze, Marburg; H.-P. Lange, Massenhausen; J. Lange, Hamm; W. Lehmann, Muldestausee; B. Leps, Berlin; R. Lühmann, Allensbach; B. Matzas, Eching-Dietersheim; P. Matzik, Burscheid; S. Maurer, Backnang-

Maubach; Th. Meisner, Immenstaad; G. Minich, Reppenstedt; N. Moebis, Stuttgart; L. Mörbauer, A-Hainburg an der Donau; F. Morherr, Dresden; A. Moritz, Ehringshausen; K. Motl, Geretsried; A. Münch, Alteglofsheim; Z. M. Nagel, Mainz; J. Nendwich, A-Wien; Chr. Netzel, Aachen; B. Ohse, Tübingen; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; H. Pauthner, Großkrotzenburg; H. Pavlicek, Horb; Chr. Petersen, Drochtersen; G. Philipp, Jena; F. Pietsch, Schwülper; W. Polanec, CH-St. Stefan an der Gail; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänserndorf; H. Preisinger, Weismühl/Edenland; 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; R. H. Schertler, A-Braunau am Inn; M. Schiffer, Überlingen; A. Schirmer, Münster; Th. Schler, CH-Zürich; S. Schlund, Bad Homburg; S. Schlundt, Kiel; B. Schmalfeldt, Aumühle; R.-G. Schmidt, Recklinghausen; J. Schnichels, Euskirchen; G. Scholz, Essingen; H. Schreiber, Kerpen/Rheinl.; H.-J. Schreyer, Kehlbach; J. Schröder, Grevenbroich; E. Schroeder, Norderstedt; S. Schuler, Püttlingen; R. Schuster, Altenkunstadt; W. Schwab, Heidelberg; Th. Selmaier, Oberteuringen; K. Seng, Oberschleißheim; M. Senkel, Kirchseon; U. Seydel, Niedergörsdorf; D. Siefert, Hameln; M. Sipahi, Hameln; O. Slawitzki, Nürnberg; R. E. Stranzenbach, Witten; E. Streuerwitz, A-Wien; K. Teichmann, Timmendorfer Strand; U. Thiel, Kaiserslautern; P. Vogt, Sörup; G. Wahl, Erolzheim; A. Wankerl, Maisach; M. Watzdorf, München; H.-G. Wefels, Duisburg; S. Weidner, Fellbach; Chr. Weis, Scheidegg; K. Weisensee, Glauburg; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; L. Wiest, Walldorf; R. Windt, Beverstedt; N. Würfl, Sulzbach; A. Zeh-Marschke, Eggenstein-Leopoldshafen; M. Ziegler, A-Wien; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Körtal-Münchingen.

Insgesamt 161 Einsendungen

Er war's im Februar:

Es war der chinesische Astronom Guo Shoujing (auch: Khuo Shou-Ching), geboren im Jahr 1231 in der chinesischen Provinz Hebei und gestorben 1316. Aufgezogen wurde er von seinem Großvater, der seinerseits für seine Gelehrsamkeit bekannt war und der den Enkel – auf Grund von dessen auffälliger Begabung – bei dem Gelehrten Liu Binghonzon studieren ließ. Mit 14 Jahren konstruierte Guo Shoujing eine Wasseruhr; mit zwanzig trat er in den Dienst des Kublai Khan, für den er zunächst vor allem als Wasserbauingenieur tätig war. Als eine seiner ersten Großtaten galt die Wiedererrichtung einer zusammengebrochenen, beziehungsweise weggeschwemmten Steinbrücke in seiner Heimatprovinz.

Auf einer Rundreise lernte er außerdem die Bewässerungssysteme des Landes kennen. Innerhalb der Wasserverwaltung stieg er schnell auf und wurde bald verantwortlich für das Wassermanagement im nördlichen China. Wie man die Flüsse reguliert, wie man dem ständigen Hochwasser Herr wird – das waren drängende Fragen der damaligen

»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



Guo Shoujing

Zeit. Der Astronom ließ den nördlichen Teil des so genannten Kaiserkanals bauen, der die Hauptstadt Peking mit den südlichen Getreideprovinzen verband.

Guo Shoujing galt auch als einer der führenden Mathematiker und Astrono-

men seiner Zeit. Er baute beispielsweise Wasseruhren zur möglichst exakten Zeitmessung und Armillarsphären. Auch für den Khan fertigte er astronomische Gerätschaften und Kalender an. Im Jahr 1276 wurde er mit einer Kalenderreform beauftragt: Sein Kalender beruhte auf eigenen Beobachtungsdaten, war äußerst genau und gab die Länge eines Jahres auf 26 Sekunden korrekt an. Er blieb mehr als 350 Jahre in Gebrauch.

Kublai Khan ließ in seiner neuen Hauptstadt ein Observatorium errichten, dessen Direktor Guo Shoujing wurde. Der Khan errichtete außerdem ein Institut für muslimische Astronomie und holte persische und arabische Astronomen ins Land, mit denen unser gesuchter Mann in wissenschaftlichen Austausch trat. Kublai Khan war übrigens ein Enkel des großen Dschingis Khan. Er setzte sich gegenüber konkurrierenden Brüdern und Cousins durch, zog aus der Mongolei ins nördliche China und schlug seinen Hof im heutigen Peking auf. Hier empfing er auch Marco Polo, der Mitte der 1260er Jahre und dann noch einmal von 1271 bis 1295 am Hofe des Großkhans weilte. TINA HEIDBORN



Bronzebüste des chinesischen Astronomen Guo Shoujing (1231–1316)

Kreuzworträtsel

Lösung aus SuW 1/2020: Astronaut

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

Gewinner aus Heft 1/2020

Gewinnspiel: Buch »Kosmos Mars-Guide«: Rainer Urban, Rieseby. 258 richtige, 3 falsche Einsendungen. Lösung: 1b, 2b, 3a.

Wer war's?: Buch »Kosmos xxxtrem!«: Kerstin Rusch, Lübeck. 241 richtige, 1 falsche Einsendung.

Kreuzworträtsel: Buch »Unendliche Neugier«: Detlef Müller, Aurich. 271 richtige, 1 falsche Einsendung.

Herzlichen Glückwunsch!