



Zum Nachdenken

Lösung zu »Der Pulsarwind-Nebel

G141.2+5.0 im Cygnus-Arm« aus SuW 1/2015

Aufgabe 1: Der kürzlich entdeckte Pulsarwind-Nebel G141.2+5.0 zeigt sich unter dem Winkel $\delta_{\text{PWN}} = 3,5'$ am Himmel. Be trägt die aus plausiblen Annahmen ermittelte Entfernung zur Erde $d = 4,0$ kpc, so folgt daraus sein linearer Durchmesser:

$$D_{\text{PWN}} = d \tan \delta_{\text{PWN}} = 4,07 \text{ pc.}$$

Aufgabe 2: Den Pulsarwindnebel umgibt eine deutlich größere Wasserstoffblase (siehe Bild rechts). Aus deren Expansionsgeschwindigkeit $v = 6$ km/s und ihrem scheinbaren Durchmesser von $\delta_{\text{HI}} = 12'$ folgt der lineare Durchmesser zu:

$$D_{\text{HI}} = d \tan \delta_{\text{HI}} = 13,9 \text{ pc.}$$

Aufgabe 3: Das dynamische Alter t_{HI} der Wasserstoffblase ergibt sich aus der Größe des Hülle und ihrer derzeitigen Expansionsgeschwindigkeit. Weil die expandie-

rende Front gegen das umgebende Medium ankämpfen musste, wurde sie sukzessive abgebremst. Demnach beschreibt das Ergebnis nur einen groben oberen Wert für das Alter:

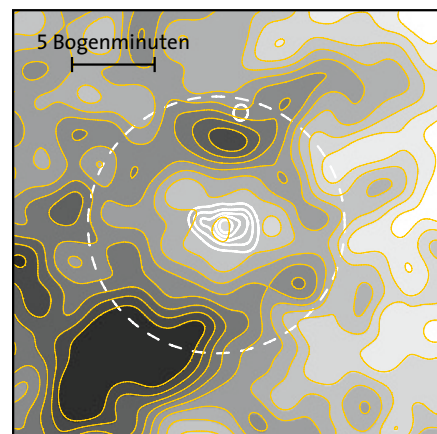
$$\begin{aligned} t_{\text{HI}} &= \frac{1}{2} D_{\text{HI}} / v \\ &= 3,59 \cdot 10^{13} \text{ Sekunden} \\ &= 1,14 \cdot 10^6 \text{ Jahre.} \end{aligned}$$

Aufgabe 4: Das den Pulsarwindnebel und die Wasserstoffblase umgebende interstellare Medium hat eine Dichte von $n_0 = 0,8 \text{ cm}^{-3}$. Die mit dieser Expansion der HI-Hülle verbundene Energie lässt auf die Energie der Supernova-Explosion schließen. Mit $\hat{n}_0 = n_0 / \text{cm}^{-3} = 0,8$, $\hat{v} = v / (\text{km/s}) = 6$ und $\hat{R} = \frac{1}{2} D_{\text{HI}} / \text{pc} = 6,98$ folgt sie zu:

$$\begin{aligned} E_0 &= 6,8 \cdot 10^{36} \hat{n}_0^{1,16} \hat{v}^{1,35} \hat{R}^{3,16} \text{ J} \\ &= 2,74 \cdot 10^{40} \text{ J.} \end{aligned}$$

ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Heftes finden Sie auf Seite 23.



Den Pulsarwind-Nebel umgibt eine Wasserstoffschale (weiße gestrichelte Linie).

Dies liegt um Größenordnungen unterhalb der typischen Energie $\sim 10^{44}$ bis 10^{46} Joule – von Supernova-Explosionen. AMQ

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Elisabeth Arnold, Essenbach; Andrea Blomenhofer, Redwitz a. d. Rodach; Mira Ennes, Rödentel; Brigitte Lindner, A-Wien; Sieglinde Übermayer, A-Weikendorf; Cornelia Wiberger, Werl; Margit Zink, Wendlingen; Astronomie-AG der HEBO-Privatschule, Bonn; G. Ackermann, Andechs; R. Albers, Lappersdorf; W. Balzer, Hattlingen; H. Baudisch, A-Wien; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; O. Bechmann, Weyhausen; K. Beier, Reichling; G. Berndt, Erfurt; T. Birk, Frankenberger; J. Birke, Handeloh; W. Blendin, Hünfelden-Kirchberg; A. Borchardt, Augsburg; A. Brandenberger, CH-Rorschacherberg; G. Breitkopf, Berlin; R. Burgmeier, Regensburg; K. Clausecker, Möckmühl; E. Companys, Langenau; A. Dannhauer, Illsenburg; J. Dewitz, Epenwörden; H.-P. Distler, Henstedt-Ulzburg; J. Döblitz, Stuttgart; M. Ebert, Erding; R. Egger, CH-Adetswil; H. Fischer, A-Frauenkirchen; M. Fischer, Emskirchen; P. Fischer, Falkenstein; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; A. Frey, Ginsheim; R. Friedemann, Chemnitz; M. Geisel, Lörrach; H. Gers, Meschede; J. Glatkowski, Dielheim; H. Göbel, Lörrach; F. Götz, Gummersbach; M. Gottschalk, Konstanz; R. Gottsheim, Dortmund; Chr. Grätz, Rosenheim; G. Grauf, Augsburg; K. Griebler, Gengenbach; J. Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Bad Boll; R. Guse, Peine; A. Haag, Rodgau; R. Hagelweide, Wörpswede; J. Haller, Levern; F. Hardt, Ehningen; W. Hauck, Nürnberg; D. Hauße, Frankfurt am Main; J. Haun, Bochum; H. Hauser, Ulm; U. Hermann, Bubesheim; A. Heuser, Euskirchen; J. Hingsammer, Altdorf; J. Hirsch, Östringen; J. Hochheim, Lutharstadt Eisleben; E. Hoffmeister, Bad Honnef; H. Holz, Neuried; T. M. Jung, Eurasburg; F. Kaul, Dittelbrunn; J. E. Keller, Ketsch; P. Kirsch, A-Linz; L. Kirschhock, Pommelsbrunn; M. Klein, Altdorf; F.-G. Knell, Hanau; H. Knopf, Baden-Baden; K.-M. Köppl, Krefeld; H. Krambeer, Wismar; M. Kretzler, Wilhelmsfeld; V. Künzel, Chemnitz;

B. Kuhn, Sulzbach/Main; G. Kunert, Chemnitz; O. G. Kunze, Marburg; H.-P. Lange, Massenhäuser; M. Leinweber, Wertenberg; B. Leps, Berlin; R. Lüthmann, Allensbach; W. Mahl, Ditzingen; B. Matzas, Eching-Dietersheim; P. Matzik, Burscheid; N. Mayer, Berlin; P. Mayer, Höslwang; S. Meißner, Duisburg; G. Minich, Reppenstedt; K. Mischke, Gärtringen; A. Moritz, Ehringshausen; F. Moser, Duisburg; A. Münch, Alteglofsheim; H. Münz, Aalen; L. Mürling, Schwarzenberg; M. Nagel, Mainz; J. Nendwich, A-Wien; Chr. Netzel, Aachen; A. Neumer, Ludwigshafen; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; M. Peters, Traunstein; Chr. Petersen, Drochtersen; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänsersdorf; H. Prange, Netphen; H. Preisinger, Weilmichl/Edenland; B. Quednau, Langenberg; J. Rahm, Münster-Sarmsheim; A. Reinders, Ravensburg; W. Rockenbach, Biebrich; K. Rohe, Glonn; A. Sauerwald, Bottrop; U. Schaefer-Rolfs, Rostock; F. Schauer, Kirchzarten; F. Schechter, Berlin; F. Scherie, Ennepetal; J. Schermer, Berlin; R. H. Schertler, A-Braunau am Inn; M. Schiffer, Überlingen; A. Schirmer, Munster; S. Schlundt, Kiel; B. Schmalfeldt, Aumühle; R.-G. Schmidt, Recklinghausen; J. Schnichels, Euskirchen; G. Scholz, Essingen; H.-J. Schreyer, Kehlbach; E. Schröter, Waghäusel; P. J. Schüngel, CH-Regensburg; S. Schuler, Püttlingen; R. Schuster, Altenkunstadt; W. Schwarze, Ronnenberg; M. Senkel, Kirchseeon; U. Seydel, Niedergörsdorf; G. Spindler, Waldshut-Tiengen; R. Spurny, A-Wien; K. Strauß, Ingolstadt; E. Streeruwitz, A-Wien; K. Teichmann, Timmendorfer Strand; A. Thiele, Aachen; F. Treisch, Würzburg; P. Vogt, Sörup; G. Wahl, Erolzheim; C. Wangen, L-Mertert; H.-G. Wefels, Duisburg; S. Weidner, Fellbach; K. Weisensee, Glauburg; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; N. Würfl, Sulzbach; M. Ziegler, A-Wien; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen.

Insgesamt 157 Einsendungen, Fehlerquote: 0 %

Er war's im Februar:

Es war Abu Ali al-Hasan ibn al-Haytham, im Westen bekannter in der latinisierten Namensform Alhazen (geboren etwa 965 in Basra im heutigen Irak, gestorben 1039 oder 1040 in Kairo). Auf Grund seiner Herkunft wird er bisweilen auch als al-Basri oder al-Misri (aus Kairo) bezeichnet. Folgt man der Autobiografie Alhazens, so interessierte er sich während seiner Jugendzeit in Basra vor allem für religiöse Bildung und bereitete sich auf den Eintritt in den Staatsdienst vor. Später wandte er sich jedoch den Naturwissenschaften zu und vertiefte sich in die Lehren klassischer Vorbilder.

Nach übereinstimmenden Quellen machte Alhazen den ägyptischen Kalifen Al-Hakim auf sich aufmerksam, als er vorschlug, wie die immer wieder auftretenden Nil-Überschwemmungen zu regulieren seien. Der Kalif beorderte ihn dazu nach Kairo. Während einer Erkundungsreise entlang des Nils gewann der Gelehrte jedoch die Einsicht, dass sein Plan nicht funktionieren könne und wurde nach seiner Rückkehr von Al-Hakim auf einen Verwaltungsposten abgeschoben.

»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.

Die 34. Runde

Mit dem Juni-Heft begann die neue Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Ausgabe im Mai-Heft 2015. 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 34. Runde

Die Firma Hofheim Instruments, Hofheim, hat erneut ihren **12-Zoll-Leichtbau-Reisedobson** im Wert von 2240 Euro als Preis ausgelobt. Als Weiterentwicklung seines Vorgängers weist dieses Gerät eine deutlich verbesserte Stabilität auf. Es lässt sich ganz leicht zerlegen und wieder aufbauen. Im Transportzustand füllt der leistungsstarke 12-Zoll-f/5-Newton in Gitterbauweise auf seiner klassischen Dobson-Montierung zwei handliche Trageboxen. Das aufgebaute Teleskop besitzt eine Masse von zwölf Kilogramm. Das Gerät ist stabil und solide aus Aluminium, Edelstahl und Birke-Multiplexholz gefertigt. www.hofheiminstruments.com



2. Preis

Keineswegs nur für Einsteiger geeignet ist der **achromatische Weitfeldrefraktor BRESSER Messier R-102 102/600** auf einer **GoTo-Montierung BRESSER Messier EXOS-2 mit Stativ** im Wert von 899 Euro. Mit diesem Paket wird ambitionierte Astrofotografie möglich. Gestiftet von Fa. Bresser GmbH, Rhede, Westfalen. www.bresser.de



Abu Ali al-Hasan Ibn al-Haytham oder Alhazen

Alhazen versuchte obendrein, sich dem Fatimiden-Herrscher Al-Hakim zu entziehen: Angeblich täuschte er vor, verrückt geworden zu sein und verbrachte die Jahre bis zum Tod Al-Hakims 1021 zurückgezogen in seinem Haus. Er vertiefte sich in Optik – vor allem Theorie des Lichts und des Sehens, Mathematik – vor allem Geometrie und Zahlentheorie – und Astronomie und verfasste vermutlich mehr als 90 Schriften, von denen etwa die Hälfte überliefert ist. Als Hauptwerk gilt sein siebenbändiges »Buch vom Sehen« (Kitab al-Manazir), erschienen 1021 auf Arabisch, in späterer lateinischer Übersetzung als »Opticae Thesaurus Alhazeni«.

In Versuchen erforschte Alhazen die Ausbreitung des Lichts sowie dessen Brechung und Spiegelung. Er baute sich dazu eine Camera obscura. Licht war nach seinen Erkenntnissen gleichartig, egal, von welcher Quelle es ausging, es brauchte Zeit zur »Ausdehnung« und konnte gebrochen und reflektiert werden. Auch das menschliche Sehen interessierte ihn; zumindest in Ansätzen erkannte er die Bedeutung der Augenlinse. Die Lichtbrechung spielte nach seinen

Erkenntnissen auch eine Rolle bei der Betrachtung der Sterne. Beim Problem der Mondtäuschung, der scheinbaren Größenveränderung des Mondes in Horizont- und Zenitnähe verwies Alhazen auf die Bedeutung der Erdatmosphäre. Zwielflicht in der Dämmerung erklärte er ebenfalls mit Brechung des Sonnenlichts an der Erdatmosphäre, wenn die Sonne bereits unter dem Horizont verschwunden war. Die irdische Atmosphäre berechnete er auf zehn Kilometer.

Das nach ihm benannte Alhazen-Problem zur Lichtquelle in sphärischen Spiegeln lässt sich reduzieren auf die Frage, an welchem Punkt auf der Bande eines kreisförmigen Billardtisches man eine gegebene Billardkugel auf dem Tisch reflektieren lassen muss, um damit eine zweite gegebene Kugel auf dem Tisch zu treffen. Die Lösung lässt sich als Schnitt eines Kreises mit einer Hyperbel beschreiben.

Nach dem Tod des Fatimiden-Herrschers Al-Hakim 1021 trat Alhazen wieder in die Öffentlichkeit, arbeitete als bezahlter Kopist und unbezahlter Naturforscher, bis er 1039/40 in Kairo starb. Von ihm sind keine Porträts überkommen. A.L.

Kreuzworträtsel

Lösung aus SuW 1/2015: Philae

S	E	S	Z
W	I	M	P
M	E	L	O
U	A	A	R
P	L	A	N
I	N	C	H
E	K	L	I
C	R	U	E
V	E	N	E
N	O	S	A

Gewinner aus Heft 1/2015

Gewinnspiel: Buch »Geheimnisvoller Kosmos«: Frank Bauer, 77886 Lauf. 142 richtige, 6 falsche/doppelte Einsendungen. Lösung: 1b, 2c, 3c.

Wer war's?: Dossier »Unser Planetensystem«: S. Schlundt, 24114 Kiel; A. Großmann, 52385 Nideggen; Klaus Gans, 85435 Erding. 80 richtige, 6 falsche Einsendungen.

Kreuzworträtsel: Kartonbausatz Newton Spiegelteleskop von AstroMedia: Charlotte Wortmann, 40764 Langenfeld. 78 richtige, 2 falsche Einsendungen.

Herzlichen Glückwunsch!