



Zum Nachdenken

Lösung der Aufgabe »Der Spirografnebel« aus dem Juli-Heft 2009

Aufgabe 1: Der Radius der Ionisationsfront ist im Zeitraum zwischen den beiden Radiobildern um den Betrag

$$\Delta\theta = \varepsilon \cdot \theta \\ = 0,12''$$

gewachsen.

Aufgabe 2: Die zwischen den beiden Aufnahmefotografen, 28. Juni 1986 und 6. November 2007, verstrichene Zeit beträgt laut www.timeanddate.com/date/duration.html $\Delta t = 7801$ Tage. Dann ist die Expansionsrate der Ionisationsfront:

$$\dot{\theta} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = 5,65 \text{ m''/a.}$$

Fünf Millibogensekunden pro Jahr entsprechen einer halben Bogensekunde pro Jahrhundert.

Aufgabe 3: Ist die Expansionsrate in der Himmelsebene äquivalent zu der gemessenen, spektroskopisch bestimmten Geschwindigkeit der Gase senkrecht zur Himmelsebene, dann folgt aus der in der Aufgabenstellung angegebenen Gleichung $\dot{r}/D = (\pi/180^\circ) \cdot \dot{\theta}$ die Distanz des Spirografnebels IC 418 zu:

$$D = \frac{180^\circ}{\pi} \frac{\dot{r}}{\dot{\theta}} = \frac{1''}{\text{AE}} \frac{v_{\text{exp}}}{\dot{\theta}} \text{ pc} \\ = 1121 \text{ pc.}$$

Dabei gilt wegen der geringen Größe der Winkel: $1 \text{ pc} = 1 \text{ AE}/\tan(1^\circ/3600) \approx (180^\circ/\pi) \cdot \text{AE}/1''$.

Aufgabe 4: Das aus der Expansionsrate der Ionisationsfront abgeleitete dynamische Alter des Spirografnebels beschreibt die Zeitspanne zum Erreichen der gegenwärtigen Ausdehnung der leuchtenden Region des Planetarischen Nebels:

ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Heftes finden Sie auf Seite 21.



$$\tau_{\text{dyn}} = \frac{\theta}{\dot{\theta}} = 1187 \text{ a.}$$

Aufgabe 5: Innerhalb der Zeit τ_{dyn} hat sich die Materie entlang des Sehstrahls auf den Radius

$$r_{\text{dyn}} = v_{\text{exp}} \tau_{\text{dyn}} \\ = 1,123 \cdot 10^{12} \text{ km} \\ = 7508 \text{ AE} = 0,0364 \text{ pc}$$

ausgedehnt. Dieser Wert gilt mit $r_\theta = D \tan \theta = 7508 \text{ AE}$ ganz entsprechend auch in der Himmelsebene für die Ionisationsfront, denn schließlich wurde bei der Bestimmung der dynamischen Zeit die Äquivalenz der Expansionsraten in der Himmelsebene und entlang des Sehstrahls vorausgesetzt. AMQ

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Lisa Bachmann, Heimbuchenthal; Ulrike Hellmann, Wuppertal; Maria Obst, Erlangen; Eva Ponick, Köln; Birgit Selhofer, A-Wien; Katrin Stauch, Coswig; Sieglinde Übermayer, A-Weikendorf; Cornelia Wiberg, Werle; Margit Zink, Wendlingen; S. Albrecht, Ludwigshafen; W. Balzer, Hattingen; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; K. Beier, Reichling; W. Blendin, Hüfelfeld-Kirberg; A. Borchardt, Augsburg; G. Breitkopf, Berlin; H. Breseler, Regensburg; M. Budach, Hanau; R. Burgmeier, Ingolstadt; K. Clausecker, Möckmühl; R.-R. Conrad, Lehrte; J. Dahl, Großheide; J. Dewitz, Epenwörden; M. Deye, Bergheim; J. Döblitz, Stuttgart; Chr. Druschky, Vilsbiburg; A. M. Dufter, Inzell; H. Duran, CH-Turgi; W. Dzieran, Bad Lipppringe; M. Ebert, Erding; R. Egger, CH-Wetzikon; E. Erhardt, Jülich; H. Fischer, A-Frauenkirchen; P. Fischer, Falkenstein; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; A. Frey, Ginsheim; M. Geisel, Lörrach; J. Glattkowski, Gaggenau; H. Göbel, Lörrach; F. Götze, Gummersbach; M. Grashoff, Schongau; K. Grießer, Gengenbach; J. Gruber, Gundelfingen; J. Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Boll; R. Guse, Peine; A. Haag, Rodgau; D. Haensch, Bad Bederkesa; R. Hagelweide, Worswede; J. Haller, Leverkusen; W. Hauck, Nürnberg; D. Hauffe, Frankfurt am Main; H. Hauser, Elchingen; M. Hentschel, Rhede; U. Hermann, Bubesheim; A. Heuser, Euskirchen; J. Hingsammer, Altdorf; J. Hochheim, Lutherstadt Eisleben; J. Hölscher, Bergheim; E. Hoffmeister, Bad Honnef; F. Hofmann, Hannover; B. Hubl, A-Nußbach; Th. Inghoff, Staufenberg; T. M. Jung, Türkenfeld; S. Kassam, Frankfurt/M.; M. Kaufmann, Wetter; J. E. Keller, Ketsch; P. Kirsch, A-Linz; L. Kirschhock, Sulzbach-Rosenberg; M. Klein, Altdorf; Chr. Klümper, Darmstadt; Chr. Kluge, Karlsruhe; F.-G. Knell, Hanau; K.-M. Köppl, Krefeld; M. Kretzler, Wilhelmsfeld; O. Kunze, Marburg; H.-P. Lange,

Massenhausen; J. Lange, Hamm; M. Leinweber, Wetzlar; A. Leonhardt, Burgthann; B. Leps, Berlin; R. Lüthmann, Singen; W. Mahl, Ditzingen; S. Marwinski, Königswinter; P. Matzik, Burscheid; N. Mayer, Berlin; P. Mayer, München; R. Melcher, Karlsruhe; M. Mendl, Grafing b. München; G. Minich, Reppenstedt; B. Mirwald, Kelheim; K. Mischke, Gärtringen; D. Möckel, Weisenheim am Berg; M. Mook, Bochum; B. Moor, CH-Basel; F. Moser, Duisburg; K. Motl, Geretsried; Chr. Netzel, Aachen; F. Noll, Cölbe; J. Nußbaum, München; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; H.-P. Patjens, Langwedel; M. Perner, München; Chr. Petersen, Drochtersen; R. Pitzl, A-Brunn/Gebirge; M. Plambeck, Hamburg; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänsersdorf; H. Prange, Netphen; I. Raap, Königsbrunn; J. Rahm, Münster-Sarmsheim; F. Reinhardt, Fischingen; Th. Reitmann, Augsburg; T. Röser, Korb; E. Rössler, Berlin; K. Rohe, Glonn; D. Sablowski, Mistelgau; A. Schäfer, Steinheim/Murr; F. Schauer, Kircharten; F. Schechter, Berlin; F. Scherie, Ennepetal; J. Schermer, Berlin; R. H. Schertler, A-Braunau am Inn; M. Schiffer, Überlingen; J. Schlickeisen, Hamburg; B. Schmalfeldt, Aumühle; R.-G. Schmidt, Recklinghausen; J. Schnichels, Euskirchen; G. Scholz, Essingen; P. J. Schüngel, CH-Regensdorf ZH; S. Schuler, Püttlingen; M. Senkel, Kirchseeon; F. Seybold, Augsburg; R. Stahlbaum, Braunschweig; M. Stecher, Bergisch Gladbach; S. Taube, Leimen; A. Thiele, Aachen; P. Vogt, Sörup; G. Wahl, Erolzheim; H.-G. Wefels, Duisburg; H. Weiland, Bonn; K. Weisensee, Glauburg; H. Wember, Hamburg; A. Wendt, Birkenau; S. F. Werhahn, Rössing; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; M. Ziegler, A-Bruckneudorf; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen; W. Zumach, Augsburg.

Insgesamt 154 Einsendungen, Fehlerquote: 0 %

Wer war's im August?

Es war Fritz Zwicky (geboren am 14. Februar 1898 in Varna, Bulgarien, gestorben am 8. Februar 1974 in Pasadena, USA). 1904 zog Zwicky nach Glarus in die Schweiz zu seinen Großeltern. Ab 1914 ging er an die Kantonsschule Zürich, Abteilung Industrieschule, gefolgt von einem Studium an der ETH Zürich, das er im Jahr 1920 als mathematisch-physikalischer Fachlehrer abschloss. Zwei Jahre später promovierte er bei Peter Debye mit einer Arbeit »Zur Theorie der heteropolaren Kristalle«.

1925 wechselte Zwicky als Research Fellow ans Caltech in Pasadena. Wenige Jahre später startet er mit ersten astrophysikalischen Arbeiten, die vor allem zusammen mit Walter Baade entstanden. Ab 1929 arbeitete er als Associate Professor am Caltech. 1933 erschien Zwickys wegweisender Aufsatz »Die Rotverschiebung von extragalaktischen Nebeln«, in dem er Supernovae als Quellen kosmischer Strahlung und indirekt die Existenz von Dunkler Materie postuliert. In den folgenden Jahren beschäftigte sich Zwicky verstärkt mit Su-

»Zum Nachdenken« im Web

Einige Tage vor der Auslieferung des gedruckten Heftes lässt sich das aktuelle »Zum Nachdenken« auf der Homepage von SuW www.astronomie-heute.de als PDF finden. Ältere Fassungen: → DAS MAGAZIN → Magazin-Archiv → Jahr.

Einsendungen

■ Lösungen werden als Brief, Fax (062 21-528-246) und **auch diesmal als PDF** an zum-nachdenken@astronomie-heute.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 29. Runde

Mit diesem Heft beginnt die neue Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Ausgabe im Mai-Heft 2010. 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 29. Runde

Firma Hofheim Instruments, Hofheim, hat erneut ihr **12-Zoll-Leichtbau-Reisedobson** im Wert von 2140 € als Preis ausgelobt. 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

Das transportable **Meade DS 2090** auf seiner GoTo-Montierung hat einen Wert von 399 €. Firma Meade Instruments Europe, Rhede/Westfalen, stiftet das Teleskop mit zwei Super-Plössl-Okularen der Serie 4000. www.meade.de

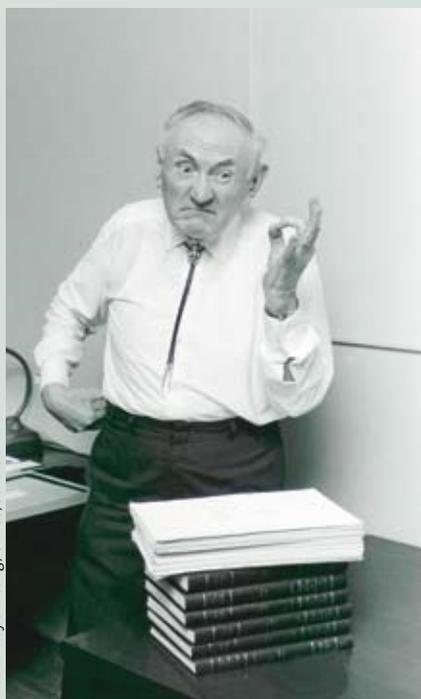


Fritz Zwicky

pernovae. Im Jahr 1937 entdeckte er seine ersten drei Supernovae; insgesamt sollte er im Laufe seines Lebens 123 finden. Im selben Jahr kam er zur Überzeugung, dass bei Galaxienhaufen der Gravitationslinseneffekt sichtbar sein müsste, den Einstein bereits vorausgesagt hatte.

Zwicky arbeitete in den folgenden Jahren nicht nur als Astronom – etwa bei der Erstellung eines Katalogs von Galaxien und Galaxienhaufen zwischen 1949 und 1961 –, sondern wandte sich auch der Wissenschaftstheorie zu. Unter dem Titel »Morphologie« entwickelte er Ideen zur systematischen Lösung wissenschaftlicher Probleme. Gastaufenthalte in der Schweiz und anderen europäischen Ländern wechselten sich mit Forschungsarbeit in Kalifornien ab. 1971 veröffentlichte er das Buch »Jeder ein Genie«. Daneben arbeitete er auch als Erfinder und erhielt mehr als 50 Patente, vor allem für Düsentriebwerke.

1968 emeritierte Zwicky als Professor. Im Jahr 1973 gründete er eine nach ihm benannte Stiftung, die heute seinen Nachlass verwaltet und die Forschung zur »Morphologie« fortsetzt. A.L.



Fritz Zwicky (1898 – 1974) in seinen späteren Jahren am California Institute of Technology in Pasadena.

Kreuzworträtsel

Lösung aus SuW 7/2009:
Opportunity

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

Gewinner aus Heft 7/2009

Gewinnspiel: 1. Preis: Armin Moritz, Ehrlingshausen; 2. Preis: Manfred Schlamp, Freising; 3. Preis: Thorsten Erbeling, Blieskastel. 224 richtige, 18 falsche und 6 ungültige Einsendungen. Die richtige Antwort lautete: 1b, 2a, 3c, 4a.

Wer war's: Friedrich W. Kriegeskorte, Hagen; Martin Hofmann, Bad Schönborn; Willi Erbeling, Blieskastel. 82 richtige, 1 falsche Einsendung.

Kreuzworträtsel: Sandra Götzl, Großkrotzenburg. 96 richtige, 1 falsche Einsendung. *Herzlichen Glückwunsch!*