



Zum Nachdenken

Lösung zu »Pulsar-Glitch« aus SuW 11/2012

Aufgabe 1: Die Gleichung für das Trägheitsmoment eines kugelförmigen Körpers $I = \frac{2}{5}MR^2$ lässt sich einfach nach der gesuchten Masse auflösen:

$$M = \frac{5}{2}I/R^2.$$

Mit dem bekannten Trägheitsmoment $I_P = 10^{38} \text{ kg m}^2$ des Pulsars J1838-0537 und seinem Radius $R_P = 10 \text{ km}$ folgt daher seine Masse zu:

$$M_P = 2,5 \cdot 10^{30} \text{ kg} = 1,26 M_\odot.$$

Sie liegt damit unter der Tolman-Oppenheimer-Volkoff-Grenze (TOV) von 1,5 bis 3 M_\odot , oberhalb derer anstelle eines Neutronensterns ein Schwarzes Loch entstanden wäre. Das Analogon zur TOV-Grenze ist für Weiße Zwerge die bekanntere, nach Subrahmanyan Chandrasekhar benannte Grenzmasse von rund 1,46 M_\odot , oberhalb

derer ein Kollaps zum Neutronenstern oder direkt zum Schwarzen Loch führt.

Aufgabe 2: Die beim Ruck freigesetzte Energie beschleunigt die Rotation des Pulsars von der Frequenz ν_1 auf ν_2 . Folglich dreht er sich innerhalb eines Tages rund drei mal mehr um die eigene Achse als zuvor: $\Delta N = 86400 \text{ s} (\nu_2 - \nu_1) = 3,26$.

a) Die Rotationsenergie folgt dann aus $E_{\text{rot}} = \frac{1}{2}I_P \omega^2 = 2\pi^2 I_P \nu^2$ zu:

$$E_{\text{rot},1} = 9,29736 \cdot 10^{40} \text{ J}$$

$$E_{\text{rot},2} = 9,29746 \cdot 10^{40} \text{ J}.$$

b) Die beim Ruck freigesetzte Energie $E_{\text{Ruck}} = E_{\text{rot},1} - E_{\text{rot},2}$ ist daher:

$$E_{\text{Ruck}} = -1,02 \cdot 10^{36} \text{ J}.$$

c) Die Rotationsenergie nach dem Ruck ist größer als vor dem Ruck. Sie rührt her aus

ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Heftes finden Sie auf Seite 31.



der Gravitationsenergie, die bei der mit dem Ruck einhergehenden Formänderung des Körpers freigesetzt wurde.

Aufgabe 3: Mit der Abbremsrate $\dot{\nu} = -2,18964 \cdot 10^{-11} \text{ Hz/s}$ ist die aus der Rotation gespeiste Leuchtkraft des Pulsars:

$$L_P = \dot{E}_{\text{rot}} = 4\pi^2 I_P \nu |\dot{\nu}| = 5,93 \cdot 10^{29} \text{ W} = 1543 L_\odot.$$

Aufgabe 4: Das charakteristische Alter ergibt sich zu:

$$\tau = -\frac{1}{2}(\nu/\dot{\nu}) = 1,57 \cdot 10^1 \text{ s} = 4966 \text{ a}.$$

Zusatzaufgabe: Mit der zeitlichen Ableitung $\dot{E}_{\text{rot}} = I_P \omega \dot{\omega} = 4\pi^2 I_P \nu |\dot{\nu}|$, $\dot{\nu} < 0$ folgt:

$$\frac{E_{\text{rot}}}{\dot{E}_{\text{rot}}} = \frac{2\pi^2 I_P \nu^2}{4\pi^2 I_P \nu |\dot{\nu}|} = -\frac{1}{2} \frac{\nu}{\dot{\nu}}$$

Axel M. Quetz

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Andrea Blomenhofer, Redwitz a. d. Rodach; Brigitte Lindner, A-Wien; Eva Ponick, Ratingen; Sieglinde Übermasser, A-Weikendorf; Cornelia Wiberg, Werl; Margit Zink, Wendlingen; R. Albers, Regensburg; S. Albrecht, Ludwigshafen; W. Balzer, Hattlingen; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; O. Bechmann, Weyhausen; K. Beier, Reichling; B. Bernhardt, Heidelberg; J. Birke, Handeloh; L. Biroth, Bad Homburg; W. Blendin, Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, Augsburg; G. Breitkopf, Berlin; H. Bresele, Steinach; U. Buchner-Eysell, Ettringen; R. Burgmeier, Regensburg; R. Burgstaller, CH-Niederteufen; W. Christ, Brigachtal; K. Clausecker, Möckmühl; E. Compans, Langenau; A. Dannhauer, Ilsenburg; J. Döblitz, Stuttgart; H. Duran, CH-Turgi; W. Dzieran, Bad Lippspringe; M. Ebert, Erding; R. Egger, CH-Adetswil; K. E. Engel, Erlangen; P. Englmaier, CH-Zürich; E. Erhardt, Jülich; H. Fischer, A-Frauenkirchen; M. Fischer, Emskirchen; P. Fischer, Falkenstein; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; A. Frey, Ginsheim; Hendrik und Volker Früh, Karlsruhe; M. Geisel, Lörrach; L. Geldmann, Ganderkesee; J. Glattkowski, Gaggenau; H. Göbel, Lörrach; F. Götz, Gummersbach; M. Grasshoff, Schongau; K. Grießer, Gengenbach; J. Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Bad Boll; R. Guse, Peine; A. Haag, Rodgau; R. Hagelweide, Worpsswede; J. Haller, Leverkusen; J. Hampf, Erlangen; F. Hardt, Ehningen; W. Hauck, Nürnberg; D. Hauffe, Frankfurt am Main; J. Haun, Bochum; F. Hauser, A-Reith bei Kitzbühl; H. Hauser, Elchingen; U. Hermann, Bubesheim; A. Heß, Offenbach/M.; A. Heuser, Euskirchen; J. Hingsammer, Altdorf; J. Hirsch, Östringen; J. Hochheim, Luthersstadt Eisleben; D. Höhne-Mönch, Mistelgau; E. Hoffmeister, Bad Honnef; H. Holz, Neuried; J. Holzappel, A-Mödling; Th. Inghoff, Staufenberg; T. M. Jung, Türkenfeld; Adam Kaczmarczyk, Brühl; M. Kaufmann, Wetter; J. E. Keller, Ketsch; P. Kirsch, Al-Linz; L. Kirschhock, Pommelsbrunn; M. Klein, Alt-

dorf; F.-G. Knell, Hanau; H. Knopf, Baden-Baden; K.-M. Köppl, Krefeld; H. Krambeer, Wismar; M. Kretzler, Wilhelmsfeld; O. Kunze, Marburg; H.-P. Lange, Massenhausen; M. Leinweber, Wetztenberg; B. Leps, Berlin; R. Lühmann, Allensbach; F. Mackebrandt, Brandenburg a.d.H.; W. Mahl, Ditzingen; Ph. Mason, CH-Giubiasco; P. Matzik, Burscheid; N. Mayer, Berlin; F. Mersch, Bottrop; W. Mielke, Freiberg a. N.; G. Minich, Reppenstedt; K. Mischke, Gärtringen; B. Moor, CH-Basele; A. Moritz, Ehringshausen; F. Moser, Duisburg; R. Moser, Landshut; K. Motl, Geretsried; Chr. Netz, Aachen; A. Neumer, Ludwigshafen; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; Chr. Petersen, Drochtersen; J. Piriti, H-Szepetnek; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänserndorf; H. Prange, Netphen; H. Preisinger, Weimichl/Edenland; I. Raap, Königsbrunn; A. Reinders, Ravensburg; Th. Reitmann, Augsburg; Chr. Riewenherm, Leverkusen; K. Rohe, Glonn; U. Schaefer-Rolffs, Rostock; F. Schauer, Kirchzarten; F. Schechter, Berlin; F. Scherie, Ennepetal; J. Schermer, Berlin; R. H. Schertler, A-Braunau am Inn; M. Schiffer, Überlingen; B. Schmalfeldt, Aumühle; R.-G. Schmidt, Recklinghausen; A. Schmuck, Hamburg; J. Schnichels, Euskirchen; G. Scholz, Essingen; Chr. Schramm, Gaimersheim; H.-J. Schreyer, Kehlbach; J. Schröder, Grevenbroich; P. J. Schüngel, CH-Regensdorf ZH; Th. Selmaier, Ravensburg; M. Senkel, Kirchseon; G. Spindler, Waldshut-Tiengen; R. Spurny, A-Wien; W. Stamberger, A-Ostermething; K. Strauß, Ingolstadt; E. Streeruwitz, A-Wien; G. Teichmann, Ilmenau; A. Thiele, Aachen; P. Vogt, Sörup; G. Wahl, Erolzheim; H.-G. Wefels, Duisburg; S. Weidner, Fellbach; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; K. Wiedemer, Siegen; N. Würfl, Sulzbach; V. Wussow, Bonn; A. Zeh-Marschke, Eggenstein-Leopoldshafen; M. Ziegler, A-Wien; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen.

Insgesamt 157 Einsendungen, Fehlerquote: 0 %

Wer war's im Dezember?

Es war William Alfred Fowler (geboren am 9. August 1911 in Pittsburgh, gestorben am 14. März 1995 in Pasadena) Fowlers Vater war ein Buchhalter, der in die Eisenbahnstadt Lima, Ohio, umsiedelte, als Fowler zwei Jahre alt war. Im Jahr 1933 erhielt er den Bachelortitel an der Ohio State University. Dann begann er am Caltech zu promovieren, wobei ihn der Kernphysikpionier Charles C. Lauritson betreute. Zeit seines Lebens erinnerte sich Fowler an diesen dänischstämmigen Physiker als seinen wichtigsten und prägenden Lehrer. Fowler begann sich zunächst mit induzierter Radioaktivität in leichten Elementen zu beschäftigen, später erforschte er die Wirkungsquerschnitte bei Protonen-Streuung an Fluor und Kohlenstoff. Ende der 1930er Jahre wurde der CNO-Zyklus in Sternen, der »Bethe-Weizsäcker-Zyklus«, bekannt, was für Fowler ein wichtiges wissenschaftliches Ereignis werden sollte.

Nach einem kurzen Ausflug nach Washington, D.C., wo er sich Anfang der 1940er Jahre zusammen mit Lauritson militärischer Forschung widmete, kehrten beide wieder an das Caltech zu-

»Zum Nachdenken« im Web

Einige Tage vor der Auslieferung des gedruckten Heftes lässt sich das aktuelle »Zum Nachdenken« auf der Homepage von SuW www.sterne-und-weltraum.de als PDF finden. Ältere Fassungen: → DAS HEFT → Ausgaben-Archiv → 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 32. Runde

Mit dem Juni-Heft begann die neue Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Ausgabe im Mai-Heft 2013. 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 32. Runde

Die Firma Hofheim Instruments, Hofheim, hat für die 32. Runde ihren **8-Zoll-Leichtbau-Reise-dobson** im Wert von 1080 Euro als Preis auslobt. 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 224 Euro: einen Leuchtpunktsucher, ein Friktionssystem, einen 1,25-Zoll-Adapter und einen Laser-Kollimator. www.hofheiminstruments.com



2. Preis

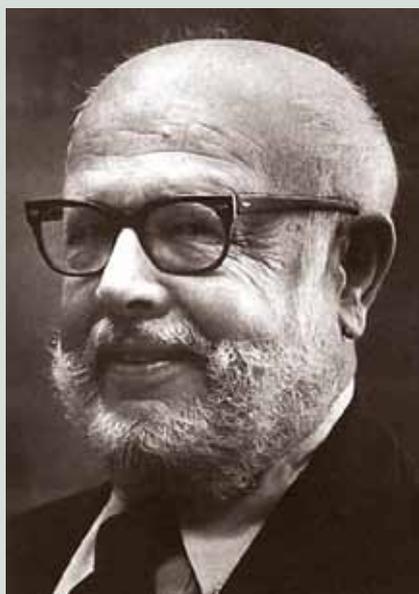
Für ambitionierte Einsteiger und Fortgeschrittene ist der **Refraktor Bresser Messier AR-102/1000** im Wert von 699 Euro geeignet. Die superstabile Montierung und die Benutzerfreundlichkeit setzen in dieser Preisklasse neue Maßstäbe. Gestiftet von Fa. Meade Instruments Europe, Rhede, Westfalen. www.meade.de

William Alfred Fowler

rück und arbeiteten dann kurzzeitig auch am Manhattan Project mit.

Nach dem Krieg widmete sich Fowler aber wieder der Untersuchung von Wirkungsquerschnitten. Dabei wurde allmählich klar, dass der CNO-Zyklus zumindest nicht allein für die Energieproduktion in der Sonne verantwortlich sein konnte. Das Heliumbrennen rückte daher in den Fokus des Teams um Fowler, und im Zuge dessen begann eine enge Zusammenarbeit mit dem britischen Astrophysiker und Kosmologen Fred Hoyle. In den Jahren 1954/55 verbrachte Fowler auf Einladung von Hoyle ein Jahr in Cambridge, wo er auch Geoffrey und Margaret Burbidge kennenlernte. Gemeinsam veröffentlichten die vier 1957 ihr B²FH-Paper über die Synthese und Verteilung von chemischen Elementen in Sternen. Zusammen mit Hoyle beschäftigte sich Fowler später mit der Produktion von Radiowellen in Quasaren und Ende der 1960er Jahre mit der Synthese der leichtesten Elemente beim Urknall.

Fowler befasste sich außerdem in späteren Jahren mit dem solaren Neutrinostrahl, eine Folge seiner Beschäftigung mit dem Heliumbrennen in der Sonne. Er



Archives of the California Institute of Technology

wurde vielfach geehrt, unter anderem mit dem Nobelpreis 1983, den er zusammen mit Subramanyan Chandrasekhar zwei Jahre vor seiner Emeritierung erhielt, und 1979 mit der Bruce Medal der Astronomical Society of the Pacific. Mit 78 Jahren heiratete Fowler Mary Dutcher. Es war seine zweite Ehe, nachdem im Jahr zuvor seine erste Frau Ardianne Olmstead gestorben war, mit der er 48 Jahre verheiratet war und zwei Töchter hatte. A.L.

Kreuzwörtertsel

Lösung aus SuW 11/2012: Schaltsekunde

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

Gewinner aus Heft 11/2012

Gewinnspiel: Buch »Die Kometenjäger«: Alexander Koch, 85116 Egweil. 181 richtige, 5 falsche Einsendungen. Lösung: 1a, 2c, 3b.

Wer war's: »Ahnerts Astronomisches Jahrbuch 2013«: Sandra Götzl, 63538 Großkrotzenburg; Walter Schall, 70439 Stuttgart; Matthias Kriegeskorte, 58041 Hagen; Ursula Schiebold, 79539 Lörrach; Olaf Bechmann, 38554, Weyhausen, 97 richtige, 14 falsche Einsendungen.

Kreuzwörtertsel: *Kopernikus-Planetarium* von AstroMedia: Uwe Dose, CH-8604 Volketswil. 88 richtige Einsendungen.

Herzlichen Glückwunsch!