Zum Nachdenken

Lösung zu »Die Sonne und ihr Geburtshaufen« aus SuW 5/2019

ZUM NACHDENKEN
Die Aufgabe dieses Hefts finden Sie auf Seite 20.

Aufgabe 1: Im betrachteten Szenario tritt mit der Sonne ein vorbeiziehender Stern ihres Geburtshaufens in Wechselwirkung und prägt ihr einen Impuls $I_\odot = \mathrm{M}_\odot\,\Delta v_\odot$ auf. Die gesuchte Geschwindigkeitsänderung $\Delta v_\odot$ der Sonne lässt sich aus der aufgenommenen kinetischen Energie $E_{\mathrm{kin},\odot} = {}^1/_2\,\mathrm{M}_\odot\,\Delta v_\odot\,v_\star$ und der gleichgroßen Potenzialenergie $E_{\mathrm{pot},\odot} = G\,\mathrm{M}_\odot\,M_\star/d$ folgern. Es ergibt sich:

$$\Delta v_\odot = 2\,\frac{G\,M_\star}{d\,v_\star} \qquad (1)$$

Dabei sind $M_\star$ die Masse des Sterns, $v_\star$ seine Geschwindigkeit relativ zur Sonne, und der Impaktparameter d der Abstand der Sternbahn zur Sonne.

Aufgabe 2: Für einen Kometen im Umlauf um die Sonne mit dem mittleren Abstand a gilt Gleichgewicht zwischen Gravitation $F_\mathrm{G} = G\,m\,\mathrm{M}_\odot/a^2$ und Zentrifugalkraft $F_\mathrm{Z} = m\,\omega^2\,a$. Gleichsetzen führt auf: $\omega^2 = G\,\mathrm{M}_\odot/a^3$. Die gefragte Bahngeschwindigkeit folgt dann zu:

$$v_\mathrm{B} = \omega\,a = \sqrt{\frac{G\,\mathrm{M}_\odot}{a}}. \qquad (2)$$

Objekte im Schwerefeld der Sonne mit einer Bahnhalbachse von $a = 5000$ AE besitzen demnach eine Bahngeschwindigkeit von

$$v_\mathrm{B} = 421\ \mathrm{m/s}.$$

Die Umlaufdauer liegt bei gut 353 000 Jahren. Die Oortsche Wolke umschließt das Sonnensystem und geht möglicherweise sanft in den Kuipergürtel über. Dann reicht sie von vielleicht 50 AE bis hin zu schon stellar zu nennenden Distanzen von 50 000 oder gar 100 000 AE. Zum Vergleich: Proxima Centauri ist rund 270 000 AE entfernt.

Aufgabe 3: Aus der Impulsänderung der Sonne ergibt sich mit Hilfe der Gleichungen (1) und (2) für $r = d = a$ wegen $[2\,G\,M_\star/(d\,v_\star)]^2 = G\,\mathrm{M}_\odot/a$ der Radius

$$r = 4\,\frac{G\,{M_\star}^2}{\mathrm{M}_\odot\,{v_\star}^2}.$$

Mit $v_\star = 1$ km/s und $M_\star = \mathrm{M}_\odot$ erhält man einen Radius von rund

$$r = 3500\ \mathrm{AE}.$$

Der Vorübergang eines Sterns, zum Beispiel aus dem Geburtshaufen unserer Sonne, hat demnach großen Einfluss auf die Stabilität praktisch der gesamten Oortschen Wolke, und nur ihr innerster Teil ist davon nicht betroffen. AMQ

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Elisabeth Arnold, Essenbach; Ilse Blümel, Obertraubling; Eva von Gemünden, Nürnberg; Brigitte Lindner, A-Wien; Eva Ponick, Lünen; Eva Spomer, Wetzlar; Katrin Stauch, Coswig; Cornelia Wiberg, Werl; Margit Zink, Wendlingen; W. Balzer, Hattingen; H. Baudisch, A-Wien; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; O. Bechmann, Velpke; K. Beier, Reichling; I. Bischoff Montenegro, Karlsruhe; W. Blendin, Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, Augsburg; Elias u. Jens Peter Bork, -Potsdam; A. Braig, Lappersdorf; A. Brandenberger, CH-Rorschacherberg; G. Breitkopf, Berlin; S. Christlmeier, Aschau am Inn; R.-R. Conrad, Hannover; T. Cremer, Frankfurt; A. Dannhauer, Ilsenburg; H.-P. Distler, Henstedt-Ulzburg; J. Döblitz, Stuttgart; H. Fischer, A-Frauenkirchen; M. Fischer, Emskirchen; P. Fischer, Falkenstein; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; M. Geisel, Lörrach; H. Gers, Meschede; H. Göbel, Lörrach; F. Götze, Gummersbach; M. Grasshoff, Schongau; G. Grauf, Augsburg; K. Grießer, Gengenbach; J. Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Zell u. A.; R. Guse, Peine; J. Haller, Leverkusen; J. Hampp, Erlangen; W. Hauck, Hagen; D. Hauffe, 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; F. Hofmann, Hannover; Chr. Hollenbeck, Mönchengladbach; C. Isenberg, Regensburg; T. M. Jung, Eurasburg; M. Kaschke, Oberkochen; F. Kaul, Dittelbrunn; J. E. Keller, Ketsch; P. Kirsch, A-Linz; M. Klein, Altdorf; N. Klingler, CH-Oerlingen; F.-G. Knell, Hanau; H. Knopf, Baden-Baden; M. Kobusch, Wendeburg; A. Koch, Berg; K.-M. Köppl, Krefeld; M. Kretzler, Wilhelmsfeld; B. Kuhn, Sulzbach/Main; G. Kunert, Chemnitz; N. Kunte, Wildeshausen; O. G. Kunze, Marburg; H.-P. Lange, Massenhausen; J. Lange, Hamm; B. Leps, Berlin; B. Matzas, Eching-Dietersheim; P. Matzik, Burscheid; G. Minich, Reppenstedt; N. Moebs, Stuttgart; F. Morherr, Dresden; F. Moser, Duisburg; K. Motl, Geretsried; A. Münch, Alteglofsheim; J. Nendwich, A-Wien; Chr. Netzel, Aachen; E. Nowotny, Konstanz; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; Chr. Petersen, Drochtersen; G. Philipp, Jena; F. Pietsch, Schwülper; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänserndorf; K. Prinz, Münzenberg; J. Rahm, Bingen; A. P. Rauch, Rosdorf; K. Rechthaler, A-Wien; H. Reich, München; A. Reinders, Ravensburg; A. Richter, Leonberg-Höfingen; W. Rockenbach, Biebern; K. Rohe, Glonn; A. Sauerwald, Bottrop; F. Schauer, Kirchzarten; F. Schechter, Berlin; F. Scherie, Ennepetal; R. H. Schertler, A-Braunau am Inn; M. Schiffer, Überlingen; A. Schirmer, Munster; 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; S. Schuler, Püttlingen; R. Schuster, Altenkunstadt; W. Schwab, Heidelberg; M. Senkel, Kirchseeon; D. Siefert, Hameln; M. Sipahi, Hameln; O. Slawitzki, Nürnberg; R. Spurny, A-Wien; R. E. Stranzenbach, Witten; E. Streeruwitz, A-Wien; A. Thiele, Aachen; G. Traupe, Lilienthal; R. Troppmann, Bamberg; 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; N. Würfl, Sulzbach; M. Ziegler, A-Wien; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen.

Insgesamt 149 Einsendungen

Er war's im Juni:

Es war Jakov Borisowitsch Zeldowitsch (geboren am 9. März 1914 in Minsk, gestorben am 2. Dezember 1987 in Moskau). Zeldowitschs Mutter arbeitete als Übersetzerin aus dem Französischen, sein Vater war ein anerkannter Rechtsanwalt. Die Familie zog früh von Minsk nach Petrograd (vordem Petersburg, später Leningrad), wo der 17-jährige am »Institut für mechanische Behandlung und Anreicherung von Mineralien« zu arbeiten begann. Sehr bald wechselte er ans Leningrader Physikalisch-Technische Institut, wo er in der Abteilung für chemische Physik arbeitete. Im Jahr 1932 begann er erste Arbeiten zu veröffentlichen, während er Kurse an der Universität nahm. Im Jahr 1936 wurde Zeldowitsch promoviert, drei Jahre später absolvierte er das Pendant zur Habilitation und erhielt so einen Doktortitel, ohne einen vorherigen Universitätsabschluss. Er veröffentlichte 1940 ein dreibändiges Werk über Explosionen und entwickelte 1939 eine Theorie zur Kettenreaktion bei der Uranspaltung.

Spätestens diese Arbeiten ließen ihn zu einer Größe im entstehenden sowjeti-

Die Gewinner der 38. Runde

Mit dem Mai-Heft dieses Jahres endete die 38. Runde »Zum Nachdenken«. Alle 156 Löser, die von den zwölf Aufgaben zwischen Juni 2018 und Mai 2019 wenigstens neun richtige Lösungen einsandten, wurden bei der Verlosung der Preise berücksichtigt. Die Gewinner folgen in der Reihenfolge ihrer Ziehung durch unsere Glücksfee Diane.

Hauptpreis: Den **12-Zoll-Leichtbau-Reisedobson** im Wert von 2350 € von Fa. Hofheim Instruments gewinnt: *Eva Ponick, Lünen*.
Wir gratulieren herzlich!
2. Preis: Die **92°-Okularserie mit 12 und 17 mm Brennweite** im Wert von 878 € von Fa. Bresser GmbH gewinnt die *Astro-AG am Otto-Hahn-Gymnasium, Göttingen*.
Wir gratulieren herzlich!
154 Notizbücher: *Albrecht Thiele, Jens Döblitz, Heinz Göbel, Ludwig Kirschhock, Olaf Gottfried Kunze, Günter Pannach, Günter Portisch, Peter Kirsch, Felix Schechter, Matthias Grasshoff, Wolfram Blendin, Tobias M. Jung, Bertram Kuhn, Christof Zorn, Fritz Schauer, Claus Zille, Hans-Gerd Wefels, Manfred Geisel, Klaus-Michael Köppl, Dieter Hauffe, Helmut Fischer, Joachim E. Keller, Josef Hingsammer, Günter Wahl, Katrin Stauch, Günter Scholz, Achim Güth, Gerhard Minich, Leo Hitzky, Iago Bischoff Montenegro, Frank Morherr, Carsten Isenberg, Jarno May, Jan Thimo Grundmann, Michael Senkel, Horst Gers, Ansgar Heuser, Jochen Schnichels, Peter Matzik, Paul Joachim Schüngel, Gerhard Forster, Christian Overhaus, Herbert Reich, Roman Prager, Jürgen Glattkowski, Ralf-Reiner Conrad, Franz-Georg Knell, Jürgen Hampp, Christoph Petersen, Reinhold Lühmann, Reinhard Schuster, Friedrich Moser, Manuel Schiffer, Hans-Peter Lange, Kurt Motl, Bernd Leps, Stefan Schuler, Hans-Jürgen Schreyer, Peter Vogt, Christian Weis, Andrea Blomenhofer, Werner Rockenbach, Michael Klein, Norbert Forbrig, Friedel Götze, Frank Scherie, Klaus Rohe, Joachim Hochheim, Klaus Weisensee, Manfred Bauer, Hermann Knopf, Alexander Reinders, Cornelia Wiberg, Walter Hauck, Walter Heydrich, Ralph Troppmann, Nicolas Moebs, Markus Noga, Michael Kobusch, Ekkehard Nowotny, Stefan Christlmeier, Christoph Hollenbeck, Erich Schroeder, Axel Richter, Gert Traupe, Johannes Nendwich, Ralf Edmund Stranzenbach, Brigitte Lindner, Andreas Münch, Helmut Baudisch, Andreas Schirmer, Norbert Würfl, Heinz Holz, S. Schlundt, Rainer Spurny, Zenon Max Nagel, Bernd Schmalfeldt, Bodo Wichert, Andreas Dannhauer, Heinrich Hauser, Jan Haller, Reiner Guse, Elmar Hoffmeister, Rolf-Günther Schmidt, Andre Borchardt, Robert H. Schertler, Kurt Beier, Georg Bauer, Margit Zink, Günter Breitkopf, Christian Netzel, Franz Heimerl, Manfred Ziegler, Raimund Burgmeier, Joachim Rahm, Armin Moritz, Wolfgang Balzer, Jens Haun, Ernst Streeruwitz, Helmut Preisinger, B. Matzas, Eva Spomer, Friedhelm Pietsch, Nick Klingler, Gerd Philipp, Ilse Blümel, Werner Lehmann, Alexander Wankerl, Heinz-Werner Richter, Albert Brandenberger, Gerd Kunert, Andres Sauerwald, Wolfgang Schwab, Heinz-Dieter Hettstedt, Michael Kaschke, Falk Hänel, Andreas P. Rauch, Tom Cremer, Erwin Franz, Andreas Braig, Per Schmid, Andreas Koch, Elisabeth Arnold, Joachim Schröder, Friedrich Kaul, Thomas Selmaier, Hans-Peter Distler, Thorsten Meisner, Olaf Bechmann, Martin Fischer, Heinrich Krambeer, Siegfried Weidner, Marcel Watzdorf, Nils Kunte.*
Herzlichen Glückwunsch! AXEL M. QUETZ

Jakow Borisowitsch Zeldowitsch

schen Atomprogramm werden. Über seine genaue Tätigkeit dabei ist wenig bekannt; klar ist, dass er ab 1938 das Labor am chemisch-physikalischen Institut leitete, dass er 1941 mit dem Institut nach Kazan evakuiert wurde und 1943 aus der Evakuierung nach Moskau kam. Von 1946 bis 1948 leitete er die theoretische Abteilung des Instituts, 1948 wurde er Professor für Physik an der Universität Moskau. Bis etwa 1965 arbeitete er an militärischer Forschung; danach war er bis 1983 Leiter des Instituts für angewandte Mathematik der Akademie der sowjetischen Wissenschaften.

Als Astronom wurde Zeldowitsch berühmt für seine Arbeiten zur Kosmologie und zu Schwarzen Löchern, in die auch seine langjährige Erfahrung aus der Kern- und Teilchenphysik einfloss. Er publizierte beispielsweise eine Arbeit über die Möglichkeit paritätsverletzender neutraler Ströme bei der schwachen Wechselwirkung, die bei der Formulierung der elektroschwachen Wechselwirkung eine Rolle spielen sollte. In der Astronomie diskutierte er zusammen mit Rashid Sunyaev die Möglichkeit für Anisotropien in der Mikrowellenstrahlung durch Comptonstreuung an energiereichem Plasma im All, etwas, das heute als Sunyaev-Zeldowitsch-Effekt bekannt ist. Er entwarf auch Modelle zur Entwicklung der Struktur des frühen Kosmos, zur Bildung von Akkretionsscheiben in Galaxien, zur Dynamik von Sternen und Supernovae und zur Strahlung Schwarzer Löcher. ANDREAS LOOS

Emilio Segrè Visual Archives / American Institute of Physics / Science Photo Library

Jakov Borisowitsch Zeldowitsch (1914–1987)

Kreuzworträtsel

Lösung aus SuW 5/2019: Aequinoktium

	A			V		E	E			I		
K	U	L	M	I	N	A	T	I	O	N		
	F		S	K	A	D	I		A	D	E	
E	L	F		I		S	E	I	S		I	
K	O	R	O	N	A		N		E	I	N	
	E	E		G	L	E	N	N		O	T	
	S	G	E		B		E	O	S		R	
Q	U	A	N	T	E	N		R			I	
	N	T	T		D	I	A	M	A	N	T	
	G		E	X	O	P	L	A	N	E	T	

Gewinner aus Heft 5/2019

Gewinnspiel: *Buch »Jost Bürgi, Kepler und der Kaiser«*: Carsten Isenberg, 93053 Regensburg, 220 richtige, 19 falsche Einsendungen. Lösung: 1a, 2b, 3c.
Wer war's?: *Buch »Was sehe ich am Himmel?«*: Eva Ponick, 44534 Lünen. 122 richtige, 4 falsche Einsendung.
Kreuzworträtsel: *Notizbuch Nobelpreis* von Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH: Mathias Störk, 79618 Rheinfelden. 164 richtige Einsendungen.

Herzlichen Glückwunsch!