



Zum Nachdenken

Lösung zu »Drehbewegung des galaktischen Warps« aus SuW 9/2020

Aufgabe 1: Unser Milchstraßensystem ist keine starre Scheibe, denn es besteht aus mehreren hundert Milliarden Sternen sowie Gas- und Staubwolken, die allesamt gravitativ aneinander gekoppelt sind. Damit unterliegt die Scheibe auch Störungen, die durch Zwerggalaxien hervorgerufen werden, die an unserer Galaxis vorbeiziehen oder sie gar durchqueren. Eine großräumige Folge solcher Ereignisse ist die Verbiegung unseres Milchstraßensystems und deren Präzessionsbewegung mit der Rate $\omega_W = 10,86 \text{ km s}^{-1} \text{ kpc}^{-1}$. Die Rotationsperiode beträgt dann:

$$\begin{aligned} P_W &= 2\pi/\omega_W \\ &= 1,79 \cdot 10^{16} \text{ s} \\ &= 566 \text{ Millionen Jahre.} \end{aligned}$$

Aufgabe 2: Bei der Distanz $R = 8,122 \text{ kpc}$ unseres Sonnensystems vom galaktischen

Zentrum ergibt sich die Geschwindigkeit der Präzession des galaktischen Warps in diesem Abstand zu:

$$v_{PR} = \omega_W R = 88,2 \text{ km/s.}$$

Aufgabe 3: Die Bewegung der Sonne und ihrer Nachbarn um das Zentrum der Galaxis erfolgt mit der Winkelgeschwindigkeit $\Omega_S = 28,2 \text{ km s}^{-1} \text{ kpc}^{-1}$. Die Umlaufperiode unseres Sonnensystems ist somit:

$$\begin{aligned} P_S &= 2\pi/\Omega_S \\ &= 6,88 \cdot 10^{15} \text{ s} \\ &= 218 \text{ Millionen Jahre.} \end{aligned}$$

Während eines vollständigen Umlaufs der galaktischen Verbiegung haben die Sonne und die Sterne ihrer Umgebung gut zweieinhalb Umläufe hinter sich gebracht.

Aufgabe 4: Der Bahnradius R und die Winkelgeschwindigkeit verraten die Ge-

ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Hefts finden Sie auf Seite 18.



schwindigkeit $v_{S,R}$ der Bewegung des Sonnensystems auf ihrer Bahn um das galaktische Zentrum:

$$v_{S,R} = \Omega_S R = 229 \text{ km/s.}$$

Hier zeigt sich im Vergleich mit der Geschwindigkeit v_{PR} der Präzession des galaktischen Warps in Sonnenentfernung vom galaktischen Zentrum das gleiche Verhältnis wie bei den Umlaufdauern.

Aufgabe 5: Da die aus den alten Wasserstoffmessungen abgeleiteten Verbiegungen nach Norden und Süden bei den galaktozentrischen Längen $\vartheta_{HN} = 85^\circ$ und $\vartheta_{HS} = 265^\circ$ liegen, ist **a)** der Phasenwinkel der zugehörigen Knotenlinie $\varphi_H = 355^\circ$. **b)** Mit $\varphi_W = 17^\circ$ liegt der moderne Phasenwinkel der Knotenlinie um rund 22° weiter im Drehsinn der galaktischen Rotation. Dies ist eine gute Übereinstimmung. AMQ

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Elisabeth Arnold, Essenbach; Andrea Blomenhofer, Johannisthal; Ilse Blümel, Obertraubling; Elisa Könnel, Kaiserslautern; Brigitte Lindner, A-Wien; Barbara Oettinger, Plüderhausen; Katrin Stauch, Coswig; Sieglinde Übermasser, A-Weikendorf; Carolin Weidinger, München; Cornelia Wiber, Werl; Margit Zink, Wendlingen; Noah Kirchoff, Adelebsen; L. Ammersbach, Bad Kissingen; F. Balzer, Flensburg; W. Balzer, Hattingen; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; O. Bechmann, Velpke; W. Becker, Am Ettersberg; K. Beier, Reichling; J. Bichler, Patersdorf; Th. Bichler, Patersdorf; 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; S. Christlmeier, Aschau am Inn; R.-R. Conrad, Hannover; T. Cremer, Frankfurt; R. Csukker, A-Wallern; A. Dannhauer, Ilseburg; H. Dippoldsmann, Osnabrück; H.-P. Distler, Henstedt-Ulzburg; J. Döblitz, Stuttgart; R. Egger, CH-Adetswil; K. E. Engel, Erlangen; M. Erhard, Braunschweig; H. Fischer, A-Frauenkirchen; M. Fischer, Emskirchen; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; E. Franz, Kleinwallstadt; M. Geisel, Lörrach; H. Gers, Meschede; G. Gigl, Wolzsch; Th. Gigl, Dietersheim; H. Göbel, Lörrach; F. Götz, Gummertsbach; M. Gottschalk, Konstanz; M. Grasshoff, Schongau; G. Grauf, Augsburg; S. Griesing, Olching; J. Groß, Barterode; B. Grosse, Brandenburg an der Havel; S. Große, Oldenburg; J. Th. Grundmann, Bremen; H. Günther, Chemnitz; A. Güth, Zell u. A.; R. Guse, Peine; F. Hänel, Freiberg; J. Haller, Leverkusen; D. v. Hansen, Langwedel; 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; J. Hirschinger, Neufahrn; L. Hitzky, L-Walferdange; J. Hochheim, Lutherstadt Eisleben; E. Hoffmeister, Bad Honnef; Chr. Hollenbeck, Mönchengladbach; T. M. Jung, Eurasburg; M. Kaschke, Oberkochen; F. Kaul, Dittelbrunn; J. E. Keller, Ketsch; P. Kirsch, A-Linz; L. Kirschhock, Pommelsbrunn; M. Klein, Altdorf; N. Klingler, CH-Oerlingen; F.-G. Knell, Hanau; H. Knopf, Baden-Baden; M. Kobusch, Wendeberg; K.-M. Köppl, Krefeld; M. Kretzler, Ingelheim; 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. Lettau, Friedberg; W. Liene, Mannheim; R. Lüthmann, Allensbach; B. Marker, Großkrotzenburg; P. Matzik, Burscheid; S. Maurer, Backnang-Maubach; J. May, Kerpen; J. Meier, Königsdorf; Th. Meisner, Immenstaad; J. Milthaler, Winsen (Luhe); G. Minich, Reppenstedt; F. Morherr, Dresden; A. Moritz, Ehringshausen; K. Motl, Gertsried; A. Münch, Altglofsheim; H. Münz, Aalen; Z. M. Nagel, Mainz; J. Nendwich, A-Wien; Chr. Netzel, Aachen; B. Ohse, Rottenburg; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; H. Pauthner, Großkrotzenburg; H. Pavliček, Horb; Chr. Petersen, Drochtersen; G. Philipp, Jena; F. Pietsch, Schwülper; J.-F. Pittet, Weyarn; W. Polanec, A-St. Stefan an der Gall; G. Portisch, Bretten; M. Prospe, Hamburg; R. Prager, A-Gänsersdorf; H. Preisinger, Weihmichl/Edenland; J. Rahm, Bingen; H. Reich, München; A. Reinders, Ravensburg; M. Reuter, Traunreut; A. Richter, Leonberg-Höfingen; H.-W. Richter, Dortmund; W. Rockenbach, Biebrich; R. Rohde, Stockelsdorf; 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; Th. Schler, CH-Zürich; S. Schlund, Bad Homburg; B. Schmalfeldt, Aumühle; P. Schmid, Pfintzal; R.-G. Schmidt, Recklinghausen; J. Schnichels, Euskirchen; W. Scholpp, Stuttgart; G. Scholz, Essingen; M. Schopferer, Frankfurt; H. Schreiber, Kerpen/Rheinl.; H.-J. Schreyer, Kehlbach; E. Schroeder, Norderstedt; P. J. Schüngel, CH-Regensdorf ZH; S. Schuler, Püttlingen; R. Schuster, Altenkunstadt; M. Schwab, Korntal-Münchingen; T. Schwab, Lohmen; W. Schwab, Heidelberg; K. Seng, Oberschleißheim; M. Senkel, Wolftrathausen; U. Seydel, Niedergörsdorf; D. Siefert, Hameln; M. Sipahi, Hameln; O. Slawitzki, Nürnberg; A. Smrcka, Winsen (Luhe); R. Spurny, A-Wien; E. Streeruwitz, A-Wien; G. Süß, Oberhaching; K. Teichmann, Timmendorfer Strand; P. Vogt, Sörup; G. Wahl, Erolzheim; M. Watzdorf, München; H.-G. Wefels, Duisburg; S. Weidner, Fellbach; Chr. Weis, Scheidegg; K. Weissensee, Glauburg; B. Wichert, Neu-Wulmsdorf; L. Wiest, Walldorf; N. Würfl, Sulzbach; A. Zeh-Marschke, Eggenstein-Leopoldshafen; M. Ziegler, A-Wien; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen.

Insgesamt 193 Einsendungen

Er war's im Oktober

Es war Carl August von Steinheil (geboren am 12. Oktober 1801 im Rappoltsweiler im Elsass, gestorben am 12. September 1870 in München). Der spätere Astronom und Instrumentenbauer Steinheil lebte als Schüler zwei Jahre lang bei Verwandten seiner Mutter in Frankreich.

Im Jahr 1835 wurde Steinheil nach einem Jurastudium in Erlangen und einem Astronomiestudium in Göttingen und Königsberg und einiger Zeit als Privatgelehrter auf eine Professur für Mathematik und Physik an die Universität München berufen. Zugleich wurde er Konservator der mathematisch-physikalischen Sammlung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Sein akademischer Lehrer und Doktorvater Friedrich Wilhelm Bessel übte Zeit seines Lebens einen großen Einfluss auf Steinheil aus, zwischen beiden bestand ein enger Briefwechsel. Steinheil stand auch in engem wissenschaftlichen Austausch mit anderen Größen seiner Zeit, beispielsweise mit Carl Friedrich Gauß.

Bedeutend war er als Instrumentenbauer und Erfinder: 1855 gründete er

»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, per Fax (06221 528-377) und als PDF an die E-Mail-Adresse zum-nachdenken@sterne-und-weltraum.de akzeptiert. ■ Notieren Sie Namen und Anschrift insbesondere auch auf dem Lösungsblatt! ■ Lösungen, die nach dem angegebenen Stichtag eintreffen, können leider nicht berücksichtigt werden.

Beginn der 40. Runde

Mit dem Juniheft 2020 begann die neue Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Ausgabe im Maiheft 2021. 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 40. Runde

Die Firma Spacewalk Telescopes, Karlsruhe, hat ihren **16-Zoll-Dobson »Infinity NL«** im Wert von 4880 Euro als Preis für die neue Runde von »Zum Nachdenken« ausgelobt. Das Teleskop gehört mit seinen 25 Kilogramm zu den absoluten Leichtgewichten. Das Herzstück bildet der 400 Millimeter große Hauptspiegel mit nur 25 Millimeter Randdicke und geringer Auskühlzeit. Jeder Spiegel ist ein Unikat und wird in Eigenarbeit in Deutschland gefertigt. Für Haupt- und Fangspiegel liegen interferometrische Prüfprotokolle bei. Das Teleskop lässt sich von einer Person mit nur wenigen Handgriffen werkzeuglos in unter zehn Minuten aufbauen. www.spacewalk-telescopes.de



2. Preis

Die Explore Scientific GmbH stiftet ihre neunteilige Okularserie »52° LER« mit Brennweiten von 3 bis 40 Millimeter im Wert von insgesamt 661 Euro. Die Okulare mit größerem Augenabstand für komfortablen Einblick eignen sich mit einem scheinbaren Gesichtsfeld von 52 Grad insbesondere sehr gut für Brillenträger. Sie weisen eine einzigartig hohe Randschärfe auf, haben eine patentierte Vergütung für maximalen Kontrast, sorgfältig geschwärzte Linsenkanten zur Vermeidung von Reflexionen und vieles mehr für höchsten Komfort und Qualität. www.explorescientific.de

Carl August von Steinheil

eine optische Werkstatt in Schwabing, in die später zwei seiner Söhne eintraten. Sehr früh baute die Werkstatt sehr gute Spiegelteleskope – wofür Steinheil Senior zuvor ein neuartiges Verfahren zur Verspiegelung von Glasflächen mittels einer hauchdünnen Silberschicht entwickelt hatte. Auch ein erstes Photometer konstruierte er.

Glaubt man Steinheils Briefen, so harderte er Zeit seines Lebens mit der

eigenen Unstetigkeit, die ihn aber auf vielen Gebieten sehr erfolgreich werden ließ: Er experimentierte mit Strom entlang der ersten Eisenbahnstrecke in Nürnberg. Auch die praktische Entwicklung der Telegrafie trieb er maßgeblich voran, nicht nur in Süddeutschland, sondern auch in Österreich und der Schweiz, wo er das Telegrafienwesen maßgeblich mitaufbaute. Er konstruierte eine Wurfzentrifuge, die jedoch – zum Glück – keine Kriegsanwendung fand und deren Verbesserung er dann auch nicht weiter anstrebte.

Das Privatleben des gesuchten Astronomen scheint weitgehend skandalfrei verlaufen zu sein. Auf dem väterlichen Gut im bayerischen Perlachseck, wohin der Astronom 1827 mit seiner Frau umsiedelte, zog das Paar sieben Kinder groß. Zwei der Söhne stiegen später in das Optikerunternehmen des Vaters ein, das als »Optisch-astronomische Anstalt C. A. Steinheil & Söhne« europaweit einen sehr guten Ruf genoss. Der Seniorchef besuchte zahlreiche renommierte Astronomen in Europa und starb mit Ende 60 im Spätsommer 1870 in München, seiner Wahlheimat.



Carl August von Steinheil (1801–1870)

TINA HEIDBORN

Kreuzwörtertsel

Lösung aus SuW 9/2020: Oumuamua

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

Gewinner aus Heft 9/2020

Gewinnspiel: Buch »Astronomie in Theorie und Praxis«: Philipp Lucas, Baiersdorf.

Lösung: 1c, 2a, 3b.

Wer war's?: DVD »Sternstunden. Landschaften im Rhythmus des Kosmos«: Philipp Lucas, Baiersdorf.

Kreuzwörtertsel: Buch »SuW-Notizbuch«: Reinhold Lühmann, Allensbach.

Herzlichen Glückwunsch!