



Zum Nachdenken

Lösung zu »Drehimpuls in protoplanetaren Scheiben« aus SuW 2/2018

Aufgabe 1: Die Aussage »bewegt sich das Gas auf Keplerbahnen um den Stern, so ist der Drehimpuls umso größer, je weiter entfernt es den Stern umkreist« lässt sich allein mit der Definition des Drehimpulses $L = r p$ nicht belegen. Nach ihr nimmt mit wachsendem Radius r der Drehimpuls L zwar zu, aber die Bahngeschwindigkeit der Scheibenteilchen nimmt ab. Daher ist ein genauer Blick auf den Impuls $p = m v_{\text{rot}}$ der Teilchen zu werfen, wobei die Teilchenmasse als konstant angenommen wird – obwohl sie gerade in Akkretionsscheiben durch Agglomeration, also das Zusammenballen von Teilchen, anwachsen könnte. Mit $P = 2 \pi r / v_{\text{rot}}$ folgt $L = r m 2 \pi r / P$, und mit dem dritten keplerschen Gesetz $(P/2 \pi)^2 = r^3 / (G M)$ ergibt sich $L = m r^2 (G M / r^3)^{1/2}$ beziehungsweise:

$$L = m \sqrt{r G M}.$$

In der Tat wächst der Drehimpuls der Teilchen demnach mit dem Abstand vom Gravitationszentrum gemäß:

$$L \propto \sqrt{r}.$$

Aufgabe 2: Für ein Teilchen in der Akkretionsscheibe herrscht beim Zentrifugalradius r_Z Gleichgewicht zwischen der Gravitationskraft F_G und der Zentrifugalkraft F_Z :

$$F_G = G m M / r_Z^2 = F_Z = m \omega^2 r_Z.$$

Unter Nutzung von $\omega = v_{\text{rot}} / r_Z$ folgt:

$$G M = r_Z v_{\text{rot}}^2.$$

Zusammen mit dem Drehimpuls $L = m (r_Z G M)^{1/2}$ und dem spezifischen Drehimpuls $\ell = L/m$ ergibt sich schließlich der gesuchte Zusammenhang:

$$r_Z = \ell^2 / G M.$$

Der Zentrifugalradius hängt tatsächlich nur von ℓ , G und M ab.

ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Hefts finden Sie auf Seite 23.



Aufgabe 3: Ist ein Scheibenteilchen bei seiner Wanderung nach innen an der Zentrifugalbarriere angekommen, so ist seine Geschwindigkeit in radialer Richtung auf null gesunken. Dann folgt aus $v_r = (2 G M / r_{ZB} - \ell^2 / r_{ZB}^2)^{1/2} = 0$ zunächst $2 G M / r_{ZB} = \ell^2 / r_{ZB}^2$ und daraus sofort der Radius der Zentrifugalbarriere:

$$r_{ZB} = \ell^2 / (2 G M).$$

Daher hängt auch r_{ZB} nur von ℓ , G und M ab.

Aufgabe 4: Die Zentrifugalbarriere in der Akkretionsscheibe des Herbig-Haro-Objekts HH 24 liegt bei $r_{ZB} = 44$ AE, und die Masse des Protosterns im Zentrum ist $M = 0,25 M_{\odot}$. Dann ist der spezifische Drehimpuls:

$$\begin{aligned} \ell_{\text{HH212}} &= 2,09 \cdot 10^{16} \text{ m}^2/\text{s} \\ &= 139,7 \text{ AE km/s.} \end{aligned}$$

AXEL M. QUETZ

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Elisabeth Arnold, Essenbach; Andrea Blomenhofer, Küps-Johannisthal; Ilse Blümel, Obertraubling; Eva Herrmann, Darmstadt; Anke Keidel, Berlin; Brigitte Lindner, A-Wien; Eva Spomer, Wetzlar; Katrin Stauch, Coswig; Sieglinde Übermasser, A-Weikendorf; Margit Zink, Wendlingen; W. Balzer, Hattingen; H. Baudisch, A-Wien; A. Bauer, Dresden; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; O. Bechmann, Velpke; K. Beier, Reichling; W. Blendin, Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, Augsburg; L. Born, CH-Bern; A. Brandenberger, CH-Rorschacherberg; K. Clausecker, Künzelsau; T. Cremer, Frankfurt; A. Dannhauer, Ilseburg; H.-P. Distler, Henstedt-Ulzburg; J. Döblitz, Stuttgart; M. Fischer, Emskirchen; P. Fischer, Falkenstein; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; E. Franz, Kleinwallstadt; M. Geisel, Lörrach; H. Gers, Meschede; G. Gigl, Wolnzach; Th. Gigl, Dietersheim; J. Glattkowski, Dielheim; H. Göbel, Lörrach; F. Götze, Gummersbach; M. Grasshoff, Schongau; J.-Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Zell u. A.; R. Guse, Peine; F. Hänel, Freiberg; J. Haller, Leverkusen; J. Hampp, Erlangen; F. Hardt, Ehningen; W. Hauck, Hagen; D. Hauffe, Frankfurt am Main; J. Haun, Bochum; H. Hauser, Ulm; F. Heimerl, Gilching; G. Hesse, Crailsheim; H.-D. Hettstedt, Isernhagen; A. Heuser, Euskirchen; W. Heydrich, Emmendingen; J. Hingsammer, Altdorf; L. Hitzky, L-Walferdange; J. Hochheim, Lutherstadt Eisleben; Chr. Hollenbeck, Mönchengladbach; A. Huss, Stuttgart; T. M. Jung, Eurasburg; M. Kaschke, Oberkochen; F. Kaul, Dittelbrunn; J. E. Keller, Ketsch; G. Kelly, GB-Aberystwyth; P. Kirsch, A-Linz; L. Kirschhock, Pommelsbrunn; M. Klein, Altdorf; N. Klingler, CH-Oerlingen; F.-G. Knell, Hanau; H. Knopf, Baden-Baden; K.-M. Köppl, Krefeld; G. Kottschlag, Siegen; H. Krambeer,

Wismar; M. Kretzler, Wilhelmsfeld; B. Kuhn, Sulzbach/Main; G. Kunert, Chemnitz; O. G. Kunze, Marburg; H.-P. Lange, Massenhausen; W. Lehmann, Muldestausee; B. Leps, Berlin; R. Lühmann, Allensbach; B. Matzas, Eching-Dietersheim; P. Matzik, Burscheid; G. Minich, Reppenstedt; K. Mischke, Gärtringen; F. Morherr, Dresden; A. Moritz, Ehringshausen; F. Moser, Duisburg; K. Motl, Geretsried; A. Münch, Alteglofsheim; Z. M. Nagel, Mainz; J. Nendwich, A-Wien; Chr. Netzel, Aachen; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; Chr. Petersen, Drochtersen; G. Philipp, Jena; F. Pietsch, Schwülper; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänserndorf; H. Prange, Netphen; H. Preisinger, Weihmichl/Edenland; J. Rahm, Bingen; A. P. Rauch, Rosdorf; H. Reich, München; A. Reinders, Ravensburg; A. Richter, Leonberg-Höfingen; H.-W. Richter, Dortmund; W. Rockenbach, Biebrich; K. Rohe, Glonn; A. Sauerwald, Bottrop; F. Schauer, Kirchzarten; F. Schechter, Berlin; 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; 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; U. Seydel, Niedergörsdorf; R. Spurny, A-Wien; E. Streeruwitz, A-Wien; A. Thiele, Aachen; P. Vogt, Sörup; G. Wahl, Erolzheim; A. Wankerl, Maisach; S. Weidner, Fellbach; H. Weiland, Bonn; Chr. Weis, Scheidegg; K. Weisensee, Glauburg; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; N. Würfl, Sulzbach; M. Ziegler, A-Wien; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Kornthal-Münchingen.

Insgesamt 147 Einsendungen

Er war's im März:

Es war David Gill (geboren am 12. Juni 1843 im schottischen Aberdeen, gestorben am 24. Januar 1914 in London). Gill entstammte einer Uhrmacherfamilie, ging nach der Schule und einem kurzen universitären Abstecher bei seinem Vater in die Lehre und übernahm das Geschäft. Nachdem er über seine von seiner Wohnung aus gemachten astronomischen Beobachtungen publiziert hatte, lud ihn Lord Lindsay ein, beim Aufbau der privaten Sternwarte in Dun-Echt zu helfen. Im Jahr 1874 reiste er mit ihm nach Mauritius, um bei einem Venusdurchgang die Sonnenparallaxe zu vermessen. Bei seinen Reisen machte er auch chronometrische Längengradbestimmungen, beispielsweise auf den Seychellen, Malta, und in Ägypten. Da Gill virtuos mit dem Heliometer hantierte, waren seine Winkelmessungen extrem exakt, so dass er später zum Beispiel die Astronomische Einheit – also den mittleren Abstand von der Erde zur Sonne – mit 149 469 000 Kilometern sehr genau und damals standardsetzend angeben konnte.

Im Jahr 1879 wurde er als »Her Majesty's Astronomer« an die Stern-

»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 37. Runde

Mit dem Juni-Heft begann die neue Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Ausgabe im Mai-Heft 2018. 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 37. Runde

Die Firma Hofheim Instruments aus Diez lobt für diese Runde wieder ihren 8-Zoll-Leichtbau-Reisedobson im Wert von 1130 Euro als Preis aus. Zusammengepackt ist es ein nur acht 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 für das bequeme Aufsuchen von Objekten am Nachthimmel zusätzlich ein Set drahtlose, digitale Teilkreise mit WLAN-Adapter im Wert von 790 Euro.

www.hofheiminstruments.com



2. Preis

Explore Scientific GmbH aus Rhede, Westfalen, stiftet ein mit einer hochkorrigierten Optik und Carbondubus ausgestattetes Maksutov-Newton-Teleskop (152 mm, 740 mm, f/4,8) im Wert von 999 Euro. In den USA ist es als David H. Levy Comet-Hunter bekannt. Es hat einen dimmbar beleuchteten 8×50-Sucher und eine Carbon-Tauschutzkappe. www.explorescientific.de

David Gill

warte am Kap der Guten Hoffnung in Südafrika berufen, wo er bis zu seiner Pensionierung blieb. In der damaligen britischen Kolonie setzte er seine Beobachtungen und Heliometer-Berechnungen am südlichen Sternhimmel fort. In den Jahren bis zu seiner Pensionierung baute er seine Sternwarte zu einem frühen und großen Zentrum der Astrofotografie aus. Dabei arbeitete er bei der Auswertung der Aufnahmen mit Jacobus Cornelius

Kapteyn in den Niederlanden zusammen: In den Jahren 1896 bis 1900 erschien der dreibändige »Cape Photographic Survey«, der mehr als 450 000 Sterne der südlichen Hemisphäre verzeichnete. Im Jahr 1887 initiierte er – gleichsam als nächst größeres Projekt – eine internationale Zusammenarbeit zur Durchmusterung des gesamten Himmels.

Zugleich begann David Gill, ganz im Sinn und im Dienst der britischen Kolonialverwaltung, mit der geodätischen Vermessung des afrikanischen Südens. Seine Vision einer Meridianbogenbestimmung über den ganzen Kontinent – vom Kap bis Kairo – scheiterte aus politischen Gründen.

Nach seiner Pensionierung 1907 kehrte David Gill mit seiner Ehefrau nach London zurück und wurde unter anderem Vorsitzender der Royal Astronomical Society. Gill, der mit einem deutlichen schottischen Akzent sprach, muss ein anregender und geselliger Gesprächspartner gewesen sein. Er starb Ende Januar 1914, angeblich hatte er sich auf der Beerdigung eines Kollegen eine Erkältung zugezogen.

TINA HEIDBORN / ANDREAS LOOS



David Gill (1843–1914)

Kreuzworträtsel

Lösung aus SuW 2/2018: Eigenzeit

V	L	F	G
E	I	D	E
A	N	S	N
F	A	S	T
L	U	N	A
C	A	T	M
T	H	E	M
I	O	N	Z
H	O	R	N
N	E	A	R

Gewinner aus Heft 2/2018

Gewinnspiel: Buch »Der große Kosmos 3D-Atlas des Sonnensystems«: Jürgen Groß, 10965 Berlin. 219 richtige, 8 falsche Einsendungen. Lösung: 1b, 2a, 3b.

Wer war's?: Buch »Fernrohr-Führerschein«: Klaus-Michael Köppl, 47805 Krefeld. 118 richtige, 1 falsche Einsendung.

Kreuzworträtsel: Das Tischplanetarium von AstroMedia: Egon Kaiser, 48429 Rheine. 143 richtige, 8 falsche Einsendungen.

Herzlichen Glückwunsch!