



Zum Nachdenken

Lösung zu »Tachokline und Gezeitenkraft« aus SuW 9/2013

Aufgabe 1: Die Gezeitenkraft ΔF , die ein Planet der Masse m auf eine kleine Masse μ in der Sonne ausübt, ergibt sich aus der Differenz der Gravitationskräfte zwischen den beiden Abständen r und $r + \Delta r$. Dort sind die Gravitationskräfte:

$$F_r = G \mu m \frac{1}{r^2}$$

$$F_{r+\Delta r} = G \mu m \frac{1}{(r + \Delta r)^2}$$

Dann gilt:

$$\Delta F = F_r - F_{r+\Delta r}$$

und es folgt:

$$\Delta F = G \mu m \varrho,$$

wobei ϱ gesetzt ist zu:

$$\varrho = \frac{1}{r^2} - \frac{1}{(r + \Delta r)^2} = \frac{(r + \Delta r)^2 - r^2}{r^2 (r + \Delta r)^2}$$

$$= \frac{r (2\Delta r + \Delta r \frac{\Delta r}{r})}{r^4 (1 + \frac{\Delta r}{r})^2}$$

Wegen $\Delta r \ll r$ gilt auch $\Delta r/r \ll 1$, und $\Delta r/r$ darf somit vernachlässigt werden. Daher bleibt im Zähler nur $r 2\Delta r$ stehen und im Nenner r^4 . Nach Kürzen ergibt sich:

$$\varrho \approx \frac{2 \Delta r}{r^3}$$

Der gesuchte Ausdruck für die Gezeitenkraft ist dann näherungsweise:

$$\Delta F \approx G \mu m \frac{2 \Delta r}{r^3}$$

Aufgabe 2: Mit $F = \mu a$ folgt für die Störbeschleunigung a zu:

$$a = F/\mu = G m \frac{2 \Delta r}{r^3}$$

ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Heftes finden Sie auf Seite 22.



Störbeschleunigung

	m [10^{24} kg]	r [AE]	a [10^{-12} m/s ²]
Merkur ☿	0,33	0,38	109
Venus ♀	4,87	0,72	247
Erde ☁	5,97	1,0	114
Mars ♂	0,64	1,52	3,47
Jupiter ♃	1899	5,2	258
Saturn ♄	569	9,58	12,4
Summe a_{Σ}			744

Aufgabe 3: In der Tabelle sind die Störbeschleunigungen in der Tachokline der Sonne beim Radius $d = 0,69 R_{\odot}$ für Merkur bis Saturn aufgelistet. Es ist schwer vorstellbar, wie eine winzige Beschleunigung, die in der Summe $7,44 \cdot 10^{-10}$ m/s² nicht überschreitet, für die Sonnenaktivität mitverantwortlich sein kann. AMQ

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Elisabeth Arnold, Essenbach; Andrea Blomenhofer, Redwiz a. d. Rodach; Christina Diehl, Münster; Mira Ennes, Röental; Victoria Haider, A-Feldkirchen an der Donau; Sabrina Lehmann, Berlin; Brigitte Lindner, A-Wien; Denise Miebach, Schönkirchen; Eva Ponick, Ratingen; Cornelia Wiberg, Werl; Margit Zink, Wendlingen; Astro-AG, Paul-Pfizing-Gymnasium, Hersbruck; R. Albers, Regensburg; M. Bauer, Wuppertal; O. Bechmann, Weyhausen; K. Beier, Reichling; S. Beißwenger, Preetz; J. Birke, Handeloh; W. Blendin, Hüfelfelden-Kirberg; G. Breitkopf, Berlin; U. Buchner-Eysell, Ettringen; W. Christ, Brigachtal; K. Clausecker, Möckmühl; E. Compans, Langenau; A. Dannhauer, Ilseburg; H.-P. Distler, Henstedt-Ulzburg; 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; R. Friedemann, Chemnitz; Hendrik und Volker Früh, Karlsruhe; M. Geisel, Lörrach; L. Geldmann, Ganderkesee; H. Göbel, Lörrach; F. Götz, Gummersbach; R. Gottsheim, Dortmund; M. Grashoff, Schongau; J. Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Bad Boll; R. Guse, Peine; R. Hagelweide, Worpsswede; J. Haller, Leverkusen; 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, Lutherstadt Eisleben; E. Hoffmeister, Bad Honnef; D. Hollinderbäumer, München; H. Holz, Neuried; T. M. Jung, Türkenfeld; M. Kaufmann, Wetter; F. Kaul, Dittelbrunn; J. E. Keller, Ketsch; P. Kirsch, A-Linz; L. Kirschhock, Pommelsbrunn; M. Klein, Altdorf; F.-G. Knell, Hanau; H. Knopf, Baden-Baden; K.-M. Köppl, Krefeld; H. Krambeer, Wismar; V. Künzel, Chemnitz; B. Kuhn, Sulzbach/Main; G. Kunert, Chemnitz; H.-P. Lan-

ge, Massenhausen; M. Leinweber, Wettenberg; R. Lühmann, Allensbach; F. Mackebrandt, Brandenburg a.d.H.; W. Mahl, Ditzingen; Ph. Mason, CH-Giubiasco; P. Matzki, Burscheid; N. Mayer, Berlin; P. Mayer, Höslwang; M. Mendl, Grafing b. München; F. Mersch, Bottrop; W. Mielke, Mannheim; G. Milassin, A-Leoben; G. Minich, Reppenstedt; K. Mischke, Gärtringen; B. Moor, CH-Basel; A. Moritz, Ehringshausen; F. Moser, Duisburg; R. Moser, Landshut; H. Münz, Aalen; J. Nendwich, A-Wien; Chr. Netzel, Aachen; A. Neumer, Ludwigshafen; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; Chr. Petersen, Drochtersen; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänserndorf; H. Prange, Netphen; H. Preisinger, Weihmichl/Edenland; B. Quednau, Langenberg; I. Raap, Königsbrunn; J. Rahm, Münster-Sarmsheim; A. Reinders, Ravensburg; Chr. Riewenherm, Leverkusen; W. Rockenbach, Biebrich; K. Rohe, Glonn; U. Schaefer-Rolffs, Rostock; 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; A. Schmuck, Hamburg; J. Schnichels, Euskirchen; Chr. Schöller, A-Wien; G. Scholz, Essingen; J. Schröder, Grevenbroich; P. J. Schüngel, CH-Regensdorf ZH; S. Schuler, Püttlingen; E. Schwarzbach, Baden-Baden; M. Senkel, Kirchseeon; P. Sereni, A-Salzburg; G. Spindler, Waldshut-Tiengen; R. Spurny, A-Wien; R. Stahlbaum, Braunschweig; W. Stammberger, A-Ostermietting; R. E. Stranzenbach, Witten; E. Streeruwitz, A-Wien; S. Taube, Königsbrunn; K. Teichmann, Timmendorfer Strand; A. Thiele, Aachen; P. Vogt, Sörrup; J. Wachsmund, Berlin; G. Wahl, Erolzheim; H.-G. Wefels, Duisburg; S. Weidner, Fellbach; S. F. Werhahn, Rheden; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; G. Woysch, Stuttgart; M. Ziegler, A-Wien; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen.

Insgesamt 154 Einsendungen, Fehlerquote: 0 %

Wer war's im Oktober?

Es war Sir Joseph Norman Lockyer (geboren am 17. Mai 1836 in Rugby, Warwickshire, gestorben am 16. August 1920 in Salcombe Hill, Devon). Sein Vater war Arzt und vielseitig naturwissenschaftlich interessiert. Lockyer nahm einen Verwaltungsjob im britischen Kriegsministerium an und betrieb Astronomie zunächst nebenbei. Dabei wandte er sich der Sonnenspektroskopie zu und untersuchte gezielt das Spektrum von Sonnenflecken. Er nannte dies »die Sonne in Einzelteile zerlegen«. Am 20. Oktober 1868 entdeckte er in einer Protuberanz die dicke gelbe Emissionslinie eines bis dahin unbekanntes Elements. Zwei Monate zuvor hatte der französische Astronom Pierre Jules Janssen im Nachgang einer Sonnenfinsternis bereits dieselbe Entdeckung gemacht. Lockyer und der befreudete Chemiker Edward Frankland kamen nach zahlreichen Laborversuchen zu der Annahme, ein bislang unbekanntes Gas entdeckt zu haben, das sie in Anlehnung an die Sonne »Helium« (von griechisch: helios = Sonne) nannten. Zum ersten Mal war damit ein Element entdeckt, das bis dato auf der Erde unbekannt war.

»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 33. Runde

Mit dem Juni-Heft begann die neue Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Ausgabe im Mai-Heft 2014. 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 33. Runde

Die Firma Hofheim Instruments, Hofheim, hat erneut ihren **12-Zoll-Leichtbau-Reisedobson** im Wert von 2240 Euro als Preis ausgelobt. Als Weiterentwicklung seines Vorgängers weist dieses Gerät eine deutlich verbesserte Stabilität auf. 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

Für ambitionierte Einsteiger und Fortgeschrittene ist der **Newton-Reflektor Mes-sier NT-130S/650 auf einer Montierung EXOS-1/EQ4** im Wert von 459 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

Sir Joseph Norman Lockyer

Im Jahr 1870 wurde Lockyer Sekretär einer staatlichen Bildungskommission, erst 1881 wechselte er in die Astronomie, wurde Professor am Royal Science College und vier Jahre später Direktor eines Sonnenobservatoriums in South Kensington, wo er bis zu seiner Pensionierung blieb. In seiner Tätigkeit als Herausgeber und Mitgründer von »Nature« machte sich Lockyer für eine bessere naturwissenschaft-

liche Bildung und mehr Interdisziplinarität stark. Seine Untersuchungen zur Sonnenausrichtung ägyptischer Tempelanlagen publiziert er 1894 unter dem Titel »The Dawn of Astronomy«. Auf Lockyer geht auch eine zeitlich relativ genaue Einschätzung der Kultstätte von Stonehenge zurück.

Im Jahr 1858 hatte der Astronom Winifred James geheiratet, mit der er neun Kinder hatte. Nach ihrem Tod, 1879, heiratete er 1903 erneut. Als Pensionär baute sich Lockyer auf einem Grundstück seiner zweiten Frau in Devon mit Hilfe von Spendengeldern ein eigenes Sonnenobservatorium. Nach seinem Tod übernahm sein Sohn James den Direktorenposten, das postum nach Lockyer benannte Observatorium existiert noch heute.

Für seine astronomischen Verdienste wurde Joseph Lockyer 1896 zum Ritter geschlagen. Er wurde Mitglied zahlreicher Akademien und vielfach ausgezeichnet. Nur die Goldmedaille seiner Heimatinstitution, der Royal Society, erhielt er nie, da er vielfach in wissenschaftliche Dispute verstrickt war und sich damit nicht nur Freunde gemacht hatte. A.L.



Joseph Norman Lockyer (1836 – 1920)

Kreuzworträtsel

Lösung aus SuW 9/2013: Staubsturm

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

Gewinner aus Heft 9/2013

Gewinnspiel: Buch »Astronomie – Die Wunder des Weltalls«: Michael Ebert, 85435 Erding. 200 richtige, 16 falsche/doppelte/verspätete Einsendungen. Lösung: 1a, 2b, 3a.

Wer war's: Buch »Stephen Hawking im 3-Minuten-Takt«: Jan Schmid, 92648 Vohenstrauß; Rüdiger Friedemann, 09126 Chemnitz; Monika Wenzel, 63538 Großkrotzenburg. 84 richtige, 4 falsche Einsendungen.

Kreuzworträtsel: *Kopernikus-Planetarium* von AstroMedia: Anton Geier, I-39044 Neumarkt. 85 richtige Einsendungen.

Herzlichen Glückwunsch!