



Zum Nachdenken

Lösung der Aufgabe »Enceladus' Gasfontänen« aus dem Februar-Heft 2010

Aufgabe 1: Zur Bestimmung der Fluchtgeschwindigkeit an der Oberfläche eines kugelförmigen Körpers müssen nur dessen Masse und Radius bekannt sein. Sie lässt sich aus dem Energieerhaltungssatz ableiten: Betrachtet man ein Teilchen, das aus dem Unendlichen kommend auf den Körper zufällt, dann müssen die Summen aus kinetischer und potenzieller Energie beim Radius R_E und für $r \rightarrow \infty$ gleich sein. Im Unendlichen konnte das Teilchen noch keine Geschwindigkeit aufnehmen, die kinetische Energie ist somit null. Dies gilt auch für das Potenzial. An der Oberfläche des Körpers, also im Abstand R_E vom Gravitationszentrum, besitzt das Teilchen die kinetische Energie $\frac{1}{2} m v_{\text{esc}}^2$, das Potenzial ist $-G m M_E/R_E$. Daraus folgt mit $m_E = 1,08 \cdot 10^{20}$ kg und $R_E = 252$ km für Enceladus:

$$v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2 G m_E}{R_E}} = 239 \text{ m/s.}$$

Dies ist im Vergleich zur Erde mit 11,2 km/s ein kleiner Wert.

Aufgabe 2: Die Temperatur eines Gases ist ein direktes Maß für die Geschwindigkeit der Gasteilchen. Sie gehorchen dabei der maxwellschen Geschwindigkeitsverteilung. Die mit dem Faktor $\sqrt{8/\pi}$ versehene Gleichung in SuW 2/2010, S. 24, der alle drei Raumrichtungen berücksichtigt, liefert die gesuchte thermische Geschwindigkeit der Wassermoleküle:

$$v_{\text{th}} = \sqrt{\frac{8}{\pi}} \cdot \sqrt{\frac{k_B T_E}{m_{\text{H}_2\text{O}}}} = 413 \text{ m/s.}$$

ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Heftes finden Sie auf Seite 21.



Dies ist deutlich höher als die Fluchtgeschwindigkeit. Die Gasteilchen können demnach problemlos von Enceladus abströmen. Unter www.schulphysik.de/java/physlet/applets/maxwell.html findet sich eine schöne Demonstration zur maxwellschen Geschwindigkeitsverteilung.

Aufgabe 3: Bei der Abströmrates $S_{\text{H}_2\text{O}} = 5 \cdot 10^{27}$ Wassermolekülen pro Sekunde in Form von Eiskristallen und Wasserdampf ergibt sich mit der Masse des Wassermoleküls $m_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg die gesamte Massenverlustrate \dot{m} von Enceladus zu:

$$\dot{m} = S_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m_{\text{H}_2\text{O}} = 149 \text{ kg/s.}$$

Dieser Wert kann laut der Cassini-Messungen bei verschiedenen Enceladus-Passagen deutlich schwanken. AMQ

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Andrea Blumenhofer, Bayreuth; Sina Gers, Meschede; Ulrike Hellmann, Wuppertal; Eva Ponick, Köln; Birgit Selhofer, A-Wien; Katrin Stauch, Coswig; Sieglinde Übermayer, A-Weikendorf; Cornelia Wiberg, Werl; Margit Zink, Wendlingen; S. Albrecht, Ludwigshafen; W. Balzer, Hattlingen; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; K. Beier, Reichling; W. Blendin, Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, Augsburg; G. Breitkopf, Berlin; H. Bresle, Regensburg; U. Buchner-Eysell, Ettlingen; W. Christ, Brigachtal; K. Clausecker, Möckmühl; J. Dewitz, Epenwörden; M. Deye, Bergheim; J. Döblitz, Stuttgart; E. Donde, Bad Fallingb. B. Druschky, Vilsbiburg; A. M. Dufter, Inzell; H. Duran, CH-Turgi; W. Dzieran, Bad Lippspringe; M. Ebert, Erding; E. Edler v. Malyevacz, Korntal-Münchingen; R. Egger, CH-Wetzikon; H. Fischer, A-Frauenkirchen; P. Fischer, Falkenstein; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; M. Geisel, Lörrach; J. Glattkowski, Gaggenau; H. Göbel, Lörrach; F. Götz, Gummersbach; M. Grasshoff, Schongau; K. Grießer, Gengenbach; J. Gruber, Gundelfingen; J. Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Boll; R. Guse, Peine; A. Haag, Rodgau; R. Hagelweide, Wörpswede; J. Haller, Leverkusen; J. Hampp, Erlangen; W. Hauck, Nürnberg; D. Hauffe, Frankfurt am Main; J. Haun, Bochum; F. Hauser, A-Reith bei Kitzbühl; H. Hauser, Elchingen; M. Hentschel, Rhede; H. Henzl, Bad Lauterberg; U. Hermann, Bubesheim; A. Heuser, Euskirchen; J. Hingsammer, Altdorf; J. Hochheim, Lutherstadt Eisleben; J. Hölscher, Bergheim; E. Hoffmeister, Bad Honnef; F. Hofmann, Hannover; B. Hubl, A-Nußbach; Th. Inghoff, Staufenberg; T. M. Jung, Türkenfeld; S. Kassam, Frankfurt/M.; M. Kaufmann, Wetter; J. E. Keller, Ketsch; R. Kersch, A-Graz; P. Kirsch, A-Linz; L. Kirschhock, Sulzbach-Rosenberg; M. Klein, Altdorf; F.-G. Knell, Hanau; H. Knopf, Baden-Baden; K.-M. Köppl, Krefeld; M. Kretzler, Wilhelmsfeld; O. Kunze, Marburg; H.-P. Lange, Massenhausen; J. Lange, Hamm; M. Lein-

weber, Wettenberg; A. Leonhardt, Burgthann; B. Leps, Berlin; R. Lühmann, Allensbach; W. Mahl, Ditzingen; S. Marwinski, Königswinter; P. Matzki, Burscheid; N. Mayer, Berlin; P. Mayer, München; R. Melcher, Karlsruhe; M. Mendl, Grafing b. München; G. Minich, Reppenstedt; K. Mischke, Gärtringen; M. Mook, Bochum; B. Moor, CH-Basel; F. Moser, Duisburg; K. Motl, Gertsried; Chr. Netzel, Aachen; B. Neuhaus, Aalen; F. Noll, Cölbe; J. Nußbaum, München; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; H.-P. Patjens, Langwedel; Chr. Petersen, Drochtersen; W. Porges, A-Wien; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänserndorf; H. Prange, Netphen; I. Raap, Königsbrunn; J. Rahm, Münster-Sarmsheim; K. Rechthaler, A-Wien; M. Reinbold, Augsburg; F. Reinhardt, Fischingen; Th. Reitemann, Augsburg; T. Röser, Korb; E. Rössler, Berlin; K. Rohe, Glonn; D. Sablowski, Mistelgau; A. Schäfer, Steinheim/Murr; F. Schauer, Kirchzarten; F. Schechter, Berlin; F. Scherie, Ennepetal; J. Schermer, Berlin; R. H. Schertler, A-Braunau am Inn; M. Schiffer, Überlingen; J. Schlickeisen, Hamburg; B. Schmalfeldt, Aumühle; R.-G. Schmidt, Recklinghausen; A. Schmieder, Lüdenscheid; J. Schnichels, Euskirchen; U. Schöke, Aachen; G. Scholz, Essingen; H.-J. Schreyer, Koblenz; P. J. Schüngel, CH-Regensdorf ZH; S. Schuler, Püttlingen; M. Senkel, Kirchseeon; F. Seybold, Augsburg; A. Simmendinger, Burladingen; M. Sonnenberg, Düsseldorf; M. Stecher, Bergisch Gladbach; S. Steuck, Düsseldorf; K. Strauß, Ingolstadt; E. Streeruwitz, A-Wien; S. Taube, Leimen; A. Thiele, Aachen; P. Vogt, Sörup; P. Volkmere, Braunschweig; G. Wahl, Erolzheim; H.-G. Wefels, Duisburg; K. Weisensee, Glauburg; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; K. Wiedemer, Siegen; M. Wischniewski, Wenningsen; O. Wolter, Gifhorn; M. Ziegler, A-Bruckneudorf; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen; W. Zumach, Augsburg.

Insgesamt 161 Einsendungen, Fehlerquote: 0 %

Wer war's im März?

Es war Friedrich Wilhelm Bessel (geboren am 22. Juli 1784 in Minden, gestorben am 17. März 1846 in Königsberg). Bessel wuchs als eines von neun Kindern eines Juristen in materiell bescheidenen Verhältnissen auf. Aufgrund seiner großen Abneigung gegen den Lateinunterricht verließ er mit 14 Jahren die Schule und nahm Privatunterricht. Mit 15 ging er nach Bremen und begann eine Ausbildung im renommierten Handelshaus Kulenkamp. Sein Ziel war es, Handelsagent zu werden: Als Vorbereitung darauf brachte er sich in seiner Freizeit Englisch und Spanisch bei und vertiefte sein Wissen in Astronomie und Mathematik – als Hilfswissenschaften für die Nautik, die ihn eigentlich interessierte.

Mit seinen Ergebnissen zum Kometen Halley trat er an den Astronomen Heinrich Wilhelm Olbers heran, der in Bremen als Arzt praktizierte. Olbers erkannte Bessels Talent und vermittelte ihm eine Stelle als Inspektor an der Sternwarte Lilienthal bei Bremen, um ihn für die professionelle Astronomie zu gewinnen. Das gelang: Wenige Monate vor

»Zum Nachdenken« im Web

Einige Tage vor der Auslieferung des gedruckten Heftes lässt sich das aktuelle »Zum Nachdenken« auf der Homepage von SuW www.astronomie-heute.de als PDF finden. Ältere Fassungen: → DAS MAGAZIN → Magazin-Archiv → Jahr.

Einsendungen

■ Lösungen werden als Brief, Fax (0 62 21-5 28-2 46) und als PDF an die E-mail-Adresse zum-nachdenken@astronomie-heute.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 29. Runde

Mit Heft 6/2009 begann die neue Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Ausgabe im Mai-Heft 2010. 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 29. Runde

Firma Hofheim Instruments, Hofheim, hat erneut ihr **12-Zoll-Leichtbau-Reisedobson** im Wert von 2140 € als Preis ausgelobt. 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

Das transportable **Meade DS 2090** auf seiner GoTo-Montierung hat einen Wert von 399 €. Firma Meade Instruments Europe, Rhede/Westfalen, stiftet das Teleskop mit zwei Super-Plössl-Okularen der Serie 4000. www.meade.de



Friedrich Wilhelm Bessel

Abschluss seiner siebenjährigen Handelsausbildung brach Bessel diese daraufhin ab und arbeitete bis zum Frühjahr 1810 als Assistent des Sternwartendirektors Johann Hieronymus Schröter in Lilienthal.

Nach der Ablehnung mehrerer Rufe ging der inzwischen berühmt gewordene Astronom 1810 nach Königsberg, wo er eine neue Sternwarte aufbauen sollte. Bis zu seinem Tod wirkte er hier, stattete die Sternwarte mit den neuesten Instrumenten aus, arbeitete an verschiedenen Sternkatalogen und Himmelsdurchmus-

terungen mit und unterhielt weitreichende Kontakte zu Kollegen, insbesondere nach Russland, speziell zu seinem Kollegen Struve in Dorpat.

Im Jahr 1838 gelang ihm die erste parallaktische Entfernungsbestimmung eines Fixsterns, 61 Cygni im Sternbild Schwan. Neben der Berechnung von Kometenbahnen und der Fixsternpositionen, die Zeit seines Lebens ein wichtiges Arbeitsfeld blieb, betrieb der Astronom auch geodätische Forschungen und beteiligte sich an Landvermessungen – ein Ergebnis: Das Bessel-Ellipsoid, ein Bezugssystem für die geodätische Vermessung Europas.

Er trieb auch die Mathematik voran, insbesondere bei der Berechnung von Bahnkurven. Dabei entdeckte er die heute nach ihm benannte Bessel-Funktion (neu). Zu Beginn seiner Königsberger Jahre heiratete Bessel Johanna Hagen, die Tochter eines Professorenkollegen, das Paar bekam drei Töchter und zwei Söhne. Mitte der 1840er Jahre erkrankte Bessel an bösartigen Magengeschwüren und starb nach einigem Leiden 1846 in Königsberg. A. L.



Friedrich Wilhelm Bessel (22. Juli 1784 bis 17. März 1846)

Kreuzworträtsel

Lösung aus SuW 2/2010: Perseiden

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

Gewinner aus Heft 2/2010

Gewinnspiel: 60-mm-Teleskop von Kosmos: Ria Hagelweide, 28355 Bremen. 154 richtige, 10 falsche oder doppelte Einsendungen. Richtige Antwort: 1b, 2c, 3c.

Wer war's: Buch »Das Ende der Nacht«: Jan Haller, 51379 Leverkusen; Anette Anastasakis, 69207 Sandhausen; Joachim E. Keller, 68775 Ketsch. 90 richtige Einsendungen, eine ohne Lösung.

Kreuzworträtsel: 32-mm-Okular von Astroshop.de: Ingo Eckern, 50679 Köln. 103 richtige Einsendungen.

Herzlichen Glückwunsch!