



Zum Nachdenken

Lösung der Aufgabe »Swingby-Manöver« aus dem September-Heft

Aufgabe 1: Kein erfolgreiches Swingby-Manöver kann dichter an einem Himmelskörper erfolgen als bis zu dessen Radius, denn sonst kommt es unweigerlich zu einer Kollision. Deshalb gilt:

$$r_{\min} = R.$$

Dabei bezeichnet R den Radius des Planeten oder sonstigen Himmelskörpers. Bei den Gasriesen ist derjenige Radius bei einem atmosphärischen Druck von einem Bar angegeben. Streng genommen gilt diese Untergrenze $r_{\min} = R$ natürlich nur für atmosphärelose Körper und deshalb ist der jeweils erreichbare Geschwindigkeitsgewinn als theoretische Obergrenze zu betrachten.

Aufgabe 2: Die Fluchtgeschwindigkeit v_{esc} von der Erde, dem Jupiter und von Uranus

Fluchtgeschwindigkeit

	Erde	Jupiter	Uranus
v_{esc} [km/s]	11,2	59,6	21,3

folgt bei $r = r_{\min} = R$ mit Hilfe der Gleichung $v_{\text{esc}} = (2GM/r)^{1/2}$ zu den in der ersten Tabelle notierten Werten.

Der gesuchte maximal mögliche Geschwindigkeitsgewinn Δv einer Sonde bei ihrem Vorbeiflug an einem Planeten oder einem anderen Himmelskörper folgt aus der angegebenen Beziehung:

$$\Delta v^2 = \frac{4 v_p v_{\infty}}{2 (v_{\infty}/v_{\text{esc}})^2 + 1} \cdot \cos \beta.$$

Mit $\beta = 0$ wird $\cos \beta$ maximal, nämlich $\cos \beta = 1$. Die Gleichung für den Ge-

ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Heftes finden Sie auf Seite 23.



Geschwindigkeitsgewinn

	Erde	Jupiter	Uranus
Δv [km/s]	14,3	22,1	14,2

schwindigkeitsgewinn vereinfacht sich damit zu:

$$\Delta v^2 = \frac{4 v_p v_{\infty}}{2 (v_{\infty}/v_{\text{esc}})^2 + 1}.$$

Mit den abgedruckten Zahlenwerten aus den Swingbys von Voyager 2 und Galileo folgen die in der zweiten Tabelle eingetragenen Ergebnisse. Offenbar ist der bei Uranus mögliche Gewinn von der gleichen Größenordnung wie der bei der Erde. Zwar ist Uranus' Masse viel größer als die der Erde, seine Umlaufgeschwindigkeit hingegen ist deutlich niedriger. AMQ

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Andrea Blumenhofer, Redwiz a. d. Rodach; Birgit Selhofer, A-Wien; Katrin Stauch, Coswig; Dorothee Werner, Sondershausen; Margit Zink, Wendlingen; S. Albrecht, Ludwigshafen; W. Balzer, Hattingen; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; K. Beier, Reichling; J. Birke, Handeloh; W. Blendin, Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, Augsburg; H. Bresele, Steinach; U. Buchner-Eysell, Ettringen; R. Burgmeier, Regensburg; R. Burgstaller, CH-Niederteufen; W. Christ, Brigachthal; K. Clausecker, Möckmühl; J. Dewitz, Epenwörden; M. Deye, Bergtheim; J. Döblitz, Stuttgart; E. Donde, Bad Fallingb. H. Dschida, Urbach; A. M. Dufter, Inzell; H. Duran, CH-Turgi; W. Dzieran, Bad Lipp-springe; M. Ebert, Erding; E. Edler v. Malyevacz, Korntal-Münchingen; R. Egger, CH-Wetzikon; E. Erhardt, Jülich; P. Fischer, Falkenstein; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; A. Frey, Ginsheim; M. Geisel, Lörrach; J. Glattkowski, Gaggenau; H. Göbel, Lörrach; F. Götze, Gummersbach; M. Grasshoff, Schongau; K. Grießer, Gengenbach; J. Gruber, Gundelfingen; J. Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Bad Boll; R. Guse, Peine; A. Haag, Rodgau 6; 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; U. Hermann, Bubesheim; A. Heuser, Euskirchen; J. Hingsammer, Altdorf; J. Hochheim, Lutherstadt Eisleben; E. Hoffmeister, Bad Honnef; B. Hubl, A-Nußbach; T. M. Jung, Türkenfeld; S. Kassam, Frankfurt/M.; M. Kaufmann, Wetter; J. E. Keller, Ketsch; P. Kirsch, A-Linz; L. Kirschhock, Sulzbach-Rosenberg; M. Klein, Altdorf; Chr. Klümper, Darmstadt; F.-G. Knell, Hanau; H. Knopf, Baden-Baden; K.-M. Köppl, Krefeld; M. Kretzler, Wilhelmsfeld; O. Kunze, Marburg; P. Lampl, A-Bad Gleichenberg; H.-P. Lange, Massenhausen; M. Leinweber, Wertenberg; J. Lenhardt, Bad Dürkheim; A. Leonhardt,

Burgthann; B. Leps, Berlin; S. Loibl, Regensburg; M. Maat, Schalksmühle; W. Mahl, Ditzingen; B. Marker, -Großkrotzenburg; P. Matzik, Burscheid; P. Mayer, Höslwang; R. Melcher, Karlsruhe; M. Mendl, Grafing b. München; G. Minich, Reppentstet; B. Mirwald, Regensburg; K. Mischke, Gärtringen; M. Mook, Bochum; B. Moor, CH-Basel; A. Moritz, Ehringshausen; F. Moser, Duisburg; R. Moser, W-Landshut; K. Motl, Geretsried; Chr. Netzel, Aachen; B. Neuhäuser, Aalen; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; Chr. Petersen, Drochtersen; J.-F. Pittet, Weyarn; W. Porges, A-Wien; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänserndorf; H. Prange, Netphen; H. Preisinger, Weismichl / Edenland; J. Rahm, Münster-Sarmsheim; A. Reinders, Ravensburg; F. Reinhardt, Fischingen; Chr. Riewenherm, Leverkusen; K. Rohe, Glonn; F. Sapp, A-Thalheim bei Wels; 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; S. Schlundt, Kiel; B. Schmalfeldt, Aumühle; R.-G. Schmidt, Recklinghausen; J. Schnichels, Euskirchen; G. Scholz, Essingen; P. J. Schüngel, CH-Regensdorf ZH; S. Schuler, Püttlingen; O. Schwarz, Prien am Chiemsee; M. Senkel, Kirchseeon; U. Seydel, Langenlisp-dorf; M. Stecher, Bergisch Gladbach; S. Steuck, Düsseldorf; E. Streeruwitz, A-Wien; M. Ströhrmer, Mittenwalde; G. Teichmann, -Ilmenau; A. Thiele, Aachen; R. Thiemann, A-Wels; P. Vogt, Sörup; H.-G. Wefels, Duisburg; S. Weidner, Fellbach; K. Weisensee, Glauburg; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; K. Wiedemer, Siegen; S. Wolf, Langenau; O. Wolter, Gifhorn; M. Ziegler, A-Bruckneudorf; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen; W. Zumach, Augsburg.

Insgesamt 151 Einsendungen, Fehlerquote: 0 %

Wer war's im Oktober?

Es war Olaus (Ole Christensen) Rømer (geboren am 25. September 1644 in Århus, gestorben am 19. September 1710 in Kopenhagen). Rømer entstammte einer Kaufmannsfamilie. Als er mit 18 Jahren sein Studium an der Kopenhagener Universität begann, nahmen ihn zwei Brüder aus der dänischen Wissenschaftlerdynastie Bartholin unter ihre Fittiche: Der Medizinprofessor Thomas Bartholin und dessen Bruder Erasmus, ein Mathematiker und Physiker. Sie ließen Rømer Manuskripte von Tycho Brahe zur Veröffentlichung vorbereiten.

Über Erasmus Bartholin kam Rømer 1671 in Dänemark mit Jean Picard zusammen, der ihn anschließend mit nach Paris nahm. Dort verbrachte er die nächsten neun Jahre und reiste zum Zwecke astronomischer Beobachtungen in die Provinz. In Paris beschäftigte sich der Däne auch mit der Frage, ob die Lichtgeschwindigkeit unendlich groß sei oder nicht.

Rømer mutmaßte, dass der Abstand zwischen Erde und Jupiter den Eintritt der Jupitermonddurchgänge beeinflusst.

»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 (062 21-528-246) 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 30. Runde

Im Juni-Heft begann die aktuelle Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Ausgabe im Mai-Heft 2011. 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 30. Runde

Die Firma Hofheim Instruments, Hofheim, hat erneut ihren **12-Zoll-Leichtbau-Reise-dobson** im Wert von 2140 € 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

Beobachtungserlebnisse der besonderen Art gestattet das **14-Millimeter-Weitfeldokular** mit 100 Grad Gesichtsfeld und Stickstofffüllung von Explore Scientific im Wert von 439 Euro, gestiftet von Fa. Meade Instruments Europe, Rhede, Westfalen. www.meade.de

Olaus (Ole Christensen) Rømer



te: Im September 1676 sagte er voraus, dass der nächste Durchgang von Io durch den Jupiter zehn Minuten später als nach den bis dahin erstellten Rechnungen beginnen würde, aufgrund des aktuellen Abstands Jupiter-Erde. Rømers Vorhersage bestätigte sich, und er veröffentlichte seine Theorie unter dem Titel »Démonstration touchant le mouvement de la lumière«.

Im Jahr 1681 kehrte Rømer in sein Heimatland zurück. Neben seiner Arbeit als

Astronom und Mathematiker erledigte er in den nächsten 30 Jahren viele unterschiedliche Aufgaben. Er revidierte die Maßeinheiten und den Kalender des Landes und half mit, die dänische Hauptstadt mit Straßen, Wasserwegen und Beleuchtung zu versorgen. Eine gewisse Wirkung zeigte auch Rømers Beschäftigung mit der Temperaturmessung. Im Jahr 1708 traf er mit Daniel Fahrenheit zusammen, und dieser übernahm etliche der rømerschen Ideen für den Thermometerbau; etwa den Siede- und Gefrierpunkt von Wasser als Fixpunkte.

Die meisten von Rømers Instrumenten sind leider nicht erhalten, und ein Großfeuer in Kopenhagen vernichtete im Jahr 1728 nahezu seine gesamten Schriften. Immerhin dokumentierte sein Schüler Peter Horrebrow Rømers Ideen in der Schrift »Basis astronomiae sive astronomiae pars mechanica« (1735). Rømer war zweimal verheiratet: Seine erste Frau Anna-Maria, geborene Bartholin, starb 1694, 1698 heiratete er erneut, angeblich eine Schwester seiner verstorbenen Frau. A.L.

Kreuzworträtsel

Lösung aus SuW 9/2010: Sonnenlicht

	E	N		H	S	
S	P	I	R	I	T	M
I	S	C	H	A	E	R
A	C	A	K	U	T	O
A	K	S	N	E	S	I
E	P	L	U	P	U	S
R	E	T	L	S	P	I
S	I	K	H	O	T	E
N	T	E	A	R	I	E
G	E	M	I	N	I	L

Gewinner aus Heft 9/2010

Gewinnspiel: Buch »Zauber der Sterne«: Ludwig Hechler, Mörfelden-Walldorf; Helmut Reiter, Feldkirchen; Uwe Asmus, Chemnitz; S. Schlundt, Kiel; Erika Ladurner, Friedrichshafen. Insgesamt 245 richtige Einsendungen und 21 falsche bzw. doppelte. Richtige Antwort: 1c, 2b, 3c.

Wer war's: Buch »Digitale Astrofotografie«: Hans Joachim Wenzel, Großkrotzenburg; Frank Raschem, Unterföhring; Peter Dietz, Waghäusel. Insgesamt 85 richtige Einsendungen und 3 falsche.

Kreuzworträtsel: 16-mm-Okular von Meade: Patrick Schmeer, Saarbrücken. 120 richtige Einsendungen.

Herzlichen Glückwunsch!