Zum Nachdenken

Lösung zu »Deuterium und die Herkunft der Ozeane« aus SuW 1/2012

ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Heftes finden Sie auf Seite 27.

Aufgabe 1: a) Das Volumen V eines erdumfassenden Ozeans mit einer gleichmäßigen Tiefe von $t = 4000$ Metern, der über einem glatten Erdkörper mit dem Radius $R = 6{,}374 \cdot 10^3$ m liegt, ist:

$$V = \frac{4\pi}{3}[(R+t)^3 - R^3].$$

Seine Masse m_{H_2O} folgt dann mit der Dichte $\varrho = 1000\ \mathrm{kg/m^3}$ des Wassers zu:

$$m_{H_2O} = V\varrho = 2{,}04 \cdot 10^{21}\ \mathrm{kg}.$$

b) Die Berechnung der Masse m_D des enthaltenen Deuteriums gelingt mit folgender Überlegung: In der Wassermasse m_{H_2O} sind N Wassermoleküle enthalten. Außerdem sind dort N Sauerstoffatome O und $2\,N$ Wasserstoff- beziehungsweise Deuteriumatome gebunden. Letztere Gruppe setzt sich zusammen aus $2\,N - 2\,N\,k_E$ Wasserstoffatomen und $2\,N\,k_E$ Deuteriumatomen. Die Masse der Atomsorten folgt damit zu:

$$\begin{aligned} \text{O:}\quad & m_O = u_O\, m_u\, N \\ \text{H:}\quad & m_H = u_H\, m_u\, 2\,N/(1+k_E) \\ \text{D:}\quad & m_D = u_D\, m_u\, 2\,N\,k_E/(1+k_E) \end{aligned}$$

Dabei steht m_u für die atomare Masseneinheit und $u_O = 15{,}999 \simeq 16$, $u_H = 1{,}008 \simeq 1$ sowie $u_D = 2{,}014 \simeq 2$ sind die relativen Atommassen. Als Bilanzgleichung ergibt sich:

$$\begin{aligned} m_{H_2O} &= m_O + m_H + m_D \\ &= \left[u_O + u_H\, 2\frac{1}{1+k_E} + u_D\, 2\frac{k_E}{1+k_E}\right]\cdot m_u\, N \\ &= 18{,}015\, m_u\, N. \end{aligned}$$

Andererseits ist die Masse des Deuteriums:

$$\begin{aligned} m_D &= u_D\, 2\,k_E/(1+k_E)\, m_u\, N \\ &= 6{,}27 \cdot 10^{-4}\, m_u\, N. \end{aligned}$$

Aus der Kombination der Resultate für m_{H_2O} und m_D folgt schließlich:

$$m_D = 7{,}12 \cdot 10^{16}\ \mathrm{kg}.$$

Aufgabe 2: Wäre das Wasser auf der Erde in der gleichen Menge mit der Konzentration des solaren Urnebels zusammengesetzt, so kommt man mit der gleichen Verfahrensweise auf die Deuteriummasse $m_{D,U} = 9{,}59 \cdot 10^{15}$ kg. Demnach musste die Differenz $m_U = m_D - m_{D,U} = 6{,}16 \cdot 10^{16}$ kg eingebracht werden.

Aufgabe 3: Die Masse von Deuterium in Hartley 2 ist $m_H = 1{,}08 \cdot 10^7$ kg, und die zur Anreicherung nötige Anzahl Kometen wäre $N = m_U/m_H = 5{,}7 \cdot 10^9$. Damit prasselte während des 500 Millionen Jahre dauernden Großen Bombardements monatlich ein Komet auf die Erde. AMQ

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Andrea Blomenhofer, Redwiz a. d. Rodach; Sina Gers, Meschede; Monika Hager, CH-Mittelhäusern; Eva Ponick, Köln; Birgit Selhofer, A-Wien; Sieglinde Übermasser, A-Weikendorf; Cornelia Wiberg, Werl; Margit Zink, Wendlingen; S. Albrecht, Ludwigshafen; Astronomie-AG, Helmholtz-Gymnasium, Heidelberg; W. Balzer, Hattingen; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; O. Bechmann, Weyhausen; K. Beier, Reichling; J. Birke, Handeloh; W. Blendin, Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, Augsburg; F. Brandl, Altdorf; G. Breitkopf, Berlin; H. Bresele, Steinach; U. Buchner-Eysell, Ettringen; R. Burgmeier, Regensburg; R. Burgstaller, CH-Niederteufen; K. Clausecker, Möckmühl; E. Compans, Langenau; A. Dannhauer, Ilsenburg; M. Deye, Bergtheim; H.-P. Distler, Henstedt-Ulzburg; A. M. Dufter, Inzell; H. Duran, CH-Turgi; W. Eberle, Ammerbuch; R. Egger, CH-Wetzikon; K. E. Engel, Erlangen; E. Erhardt, Jülich; S. Fiebiger, Bürstadt; H. Fischer, A-Frauenkirchen; M. Fischer, Emskirchen; P. Fischer, Falkenstein; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; M. Geisel, Lörrach; L. Geldmann, Ganderkesee; J. Glattkowski, Gaggenau; H. Göbel, Lörrach; F. Götze, Gummersbach; M. Grasshoff, Schongau; G. Grauf, Augsburg; K. Grießer, Gengenbach; J. Gruber, Gundelfingen; J. Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Bad Boll; R. Guse, Peine; A. Haag, Rodgau; R. Hagelweide, Worpswede; 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. Heuser, Euskirchen; J. Hingsammer, Altdorf; J. Hirsch, Östringen; J. Hirschinger, Neufahrn; E. Hoffmeister, Bad Honnef; F. Hofmann, Hannover; M. Hofstätter, A-Klein-Harras; H. Holz, Neuried; T. M. Jung, Türkenfeld; F. Kantz, Heppenheim; J. E. Keller, Ketsch; P. Kirsch, A-Linz; L. Kirschhock, Sulzbach-Rosenberg; M. Klein, Altdorf; F.-G. Knell, Hanau; H. Knopf, Baden-Baden; K.-M. Köppl, Krefeld; H. Krambeer, Wismar; M. Kretzler, Wilhelmsfeld; O. Kunze, Marburg; H.-P. Lange, Massenhausen; J. Lange, Hamm; M. Leinweber, Wettenberg; A. Leonhardt, Burgthann; B. Leps, Berlin; R. Lühmann, Allensbach; B. Luthardt, Meng.-Hämmern; W. Mahl, Ditzingen; P. Matzik, Burscheid; N. Mayer, Berlin; P. Mayer, Höslwang; Th. Meisner, Düsseldorf; R. Melcher, Karlsruhe; F. Mersch, Bottrop; L. Middendorf, Aachen; W. Mielke, Freiberg a. N.; G. Minich, Reppenstedt; K. Mischke, Gärtringen; B. Moor, CH-Basel; A. Moritz, Ehringshausen; F. Moser, Duisburg; R. Moser, Landshut; K. Motl, Geretsried; Chr. Netzel, Aachen; J. Nußbaum, München; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; Chr. Petersen, Drochtersen; M. Pieroth, Bensheim; W. Porges, A-Wien; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänserndorf; H. Preisinger, Weihmichl/Edenland; J. Rahm, Münster-Sarmsheim; A. Reinders, Ravensburg; F. Reinhardt, Fischingen; Th. Reitemann, Augsburg; Chr. Riewenherm, Leverkusen; U. Rinas, Berlin; K. Rohe, Glonn; Th. Sänger, Lörrach; F. Schauer, Kirchzarten; F. Schechter, Berlin; F. Scherie, Ennepetal; J. Schermer, Berlin; R. H. Schertler, A-Braunau am Inn; K. Schieber, Spiegelberg; M. Schiffer, Überlingen; S. Schlundt, Kiel; B. Schmalfeldt, Aumühle; Th. Schmid, Schriesheim; R.-G. Schmidt, Recklinghausen; G. Scholz, Essingen; H.-J. Schreyer, Koblenz; P. J. Schüngel, CH-Regensdorf ZH; L. Schütze, Dresden; M. Senkel, Kirchseeon; U. Seydel, Langenlipsdorf; G. Spindler, Waldshut-Tiengen; R. Spurny, A-Wien; W. Stammberger, A-Ostermiething; M. Stecher, Bergisch Gladbach; T. Steinpilz, Viersen; K. Strauß, Ingolstadt; E. Streeruwitz, A-Wien; G. Teichmann, Ilmenau; A. Thiele, Aachen; P. Vogt, Sörup; H.-G. Wefels, Duisburg; S. Weidner, Fellbach; K. Weisensee, Glauburg; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; O. Wolter, Gifhorn; N. Würfl, Sulzbach; V. Wussow, Bonn; M. Ziegler, A-Bruckneudorf; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen.

Insgesamt 161 Einsendungen, Fehlerquote: 0 %

Wer war's im Februar?

Es war Pierre-Simon Laplace (geboren am 23. März 1749 in Beaumont-en-Auge, gestorben am 5. März 1827 in Paris). Laplace entstammte wohl einer wohlhabenden Familie von Apfelbauern. Wie nicht unüblich in der damaligen Zeit besuchte er zunächst eine Klosterschule und plante dann auf Wunsch des Vaters eine Karriere als Geistlicher. Daher studierte er Theologie (aber auch

Pierre-Simon Laplace (1749 – 1817)

»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 MAGAZIN → 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 31. Runde

Mit dem Juni-Heft begann die neue Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Aufgabe im Mai-Heft 2012. 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 31. Runde

Die Firma Hofheim Instruments, Hofheim, hat ein weiteres Mal ihren **12-Zoll-Leichtbau-Reisedobson** im Wert von 2140 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 **Refraktor Bresser Messier AR-102/1000** im Wert von 749 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

Pierre-Simon Laplace

Mathematik) am Jesuitenkolleg in Caen. Aufgrund einer Empfehlung seiner Lehrer kam der Studienabbrecher Laplace aber ab 1769 in den Genuss der Unterstützung durch den Pariser Mathematiker Jean Le Rond d'Alembert (1717–1783), der ihm 1771 eine Stelle als Lehrer für Analysis und Geometrie an der École Militaire in Paris vermittelte. Laplace, der bereits in Caen mathematisch geforscht hatte, entwickelte sich wissenschaftlich weiter. Er veröffentlichte zahlreiche Arbeiten auf verschiedenen Gebieten der Mathematik und mathematischen Physik, darunter der noch jungen Wahrscheinlichkeitstheorie und der (theoretischen) Astronomie.

Im Jahr 1788 heiratete er, 1790 wurde er Mitglied eines Komitees der Akademie zur Standardisierung von Maßen und Gewichten, floh dann aber mit seiner Familie vor den Wirren der Französischen Revolution aus Paris. Nach seiner Rückkehr wurde Laplace 1795 Lehrer an der École Normale und bekam die Leitung des Pariser Observatoriums übertragen. Im Jahr 1799 wurde er sogar für sechs Wochen Innenminister.

Zusammen mit dem Chemiker Claude-Louis Berthollet begann er im Jahr 1806 chemische Experimente durchzuführen. Schon 25 Jahre zuvor hatte er mit Antoine Lavoisier mit Kalorimetern experimentiert. Laplace war bekannt dafür, seine Meinung den jeweils Mächtigen anzupassen: Er unterstützte zunächst Napoleon, später die Bourbonische Restauration und wurde in beiden Fällen unter anderem mit Adelstiteln belohnt. Dieses Verhalten trug ihm besonders gegen Ende seines Lebens mehr und mehr politische Feinde ein. AL/TH

Gewinner aus Heft 1/2011

Gewinnspiel: *»Das Kosmos-Buch der Astronomie«*: Ulrich Hartmann, 33813 Oerlinghausen. 158 richtige, 3 falsche Einsendungen. Lösung: 1c, 2b, 3c.

Wer war's: *»Ahnerts Astronomisches Jahrbuch 2012«*: Franz Hauser, A-6370 Reith bei Kitzbühel; Helmut Fischer, A-7132 Frauenkirchen; Jochen Eifler, 55768 Hoppstädten. 87 richtige Einsendungen.

Kreuzworträtsel: *Kopernikus-Planetarium* von AstroMedia: Jobst Brinkmann, 57319 Bad Berleburg. 91 richtige Einsendungen.

Herzlichen Glückwunsch!

Kreuzworträtsel

Lösung aus SuW 1/2012: Unendlichkeit

```
   H    L S    L I
T R A N S I T  R A N A
  O R I  B R U E C K
O S T E N  A  G U A M
  K  P  I N D U S  E
W O S C H O D  L  N S
  S T E     T U B U S
  M A  A T L A S  N I
F O U C A U L T  I K E
  S B  S C  A E G I R
```

Erratum

Das fehlerhafte Lösungsraster in Heft 2/2012 des Kreuzworträtsels aus SuW 12/2011 erscheint hier korrigiert:

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