



# Zum Nachdenken

Lösung zu »Fluchtgeschwindigkeit der Galaxis«  
aus SuW 9/2016

**Aufgabe 1:** Die Gleichung für die Fluchtgeschwindigkeit eines zentralsymmetrischen Körpers lässt sich nach der Beschreibung in der Aufgabenstellung in SuW 9/2016, S. 24, recht leicht aufstellen. Im Fall der Galaxis tragen alle ihre Konstituenten zum gemeinsamen Gravitationspotenzial bei, das für diese Aufgaben ebenfalls zentralsymmetrischen Charakter haben soll. Für einen aus dem Unendlichen kommenden Körper der Masse  $m$ , der mit der Anfangsgeschwindigkeit null in Richtung des Schwerzentrums der Masse  $M$  bis zum Abstand  $R$  von diesem Zentrum fällt und dabei beschleunigt wird, lautet der Energieerhaltungssatz:

$$(E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}})|_R = E_{\text{ges}} = (E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}})|_{\infty}$$

Mit den Energien  $E_{\text{kin}}|_{\infty} = E_{\text{pot}}|_{\infty} = 0$  ergibt sich sofort:  $E_{\text{kin}}|_R = -E_{\text{pot}}|_R$ . Durch Einsetzen von  $E_{\text{kin}}|_R = \frac{1}{2} m v_{\text{esc}}^2$  und  $E_{\text{pot}}|_R =$

$-G m M/R$  folgt schließlich nach Division von  $m$  sogleich:

$$v_{\text{esc}} = \sqrt{2 G M/R}. \quad (1)$$

Die Fluchtgeschwindigkeit ist demnach nur von der Zentralmasse und dem Abstand zum Zentrum abhängig (siehe Grafik).

**Aufgabe 2:** Mit dem (richtigen) Abstand  $R = 8,28$  kpc der Sonne zum galaktischen Zentrum ergibt sich zusammen mit der Masse der Galaxis  $M = 3 \cdot 10^{11} M_{\odot}$  aus Gleichung (1) unmittelbar die gesuchte Fluchtgeschwindigkeit unseres Milchstraßensystems:

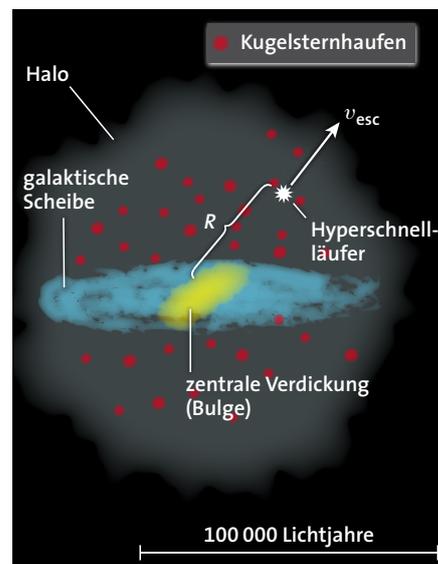
$$v_{\text{esc}} = 558 \text{ km/s.}$$

Diesen Wert haben einige Sterne, die so genannten Hyperschnellläufer, durchaus vorzuweisen.

AXEL M. QUETZ

## ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Hefts finden Sie auf Seite 24.



Hyperschnellläufer können die Fluchtgeschwindigkeit der Galaxis erreichen.

## Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Andrea Blomenhofer, Küps-Johannisthal; Ilse Blümel, Obertraubling; Anke Keidel, Berlin; Brigitte Lindner, A-Wien; Eva Ponick, Lünen; Selina Schube, Bad Dürkheim; Eva Spomer, Wetzlar; Katrin Stauch, Coswig; Cornelia Wiberg, Werl; Margit Zink, Wendlingen; Astronomie-AG der HEBO-Privatschule Bonn; R. Baier, Prenzlau; W. Balzer, Hattlingen; H. Baudisch, A-Wien; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; O. Bechmann, Velpke; C. Behl, Bad Kissingen; K. Beier, Reichling; K. Bichler, A-Wien; W. Blindin, Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, Augsburg; A. Brandenberger, CH-Rorschacherberg; G. Breitkopf, Berlin; R. Burgmeier, Regensburg; K. Clausecker, Künzelsau; E. Companys, Langenau; T. Cremer, Frankfurt; J. Dewitz, Epenwörden; H.-P. Distler, Henstedt-Ulzburg; J. Döblitz, Stuttgart; K. E. Engel, Erlangen; H. Fischer, A-Frauenkirchen; P. Fischer, Falkenstein; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; H. und V. Früh, Karlsruhe; M. Geisel, Lörrach; L. Geldmann, Ganderkesee; H. Gers, Meschede; J. Glattkowski, Dielheim; H. Göbel, Lörrach; F. Götz, Gummersbach; M. Gottschalk, Konstanz; R. Gottsheim, Dortmund; M. Grasshoff, Schongau; J. Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Zell u. A.; R. Guse, Peine; F. Hänel, Freiberg; A. Härtel, Mainz; R. Hagelweide, Worswede; F. Hahner, Hannover; J. Haller, Leverkusen; J. Hampf, Erlangen; F. Hardt, Ehningen; W. Hauck, Hagen; D. Hauffe, Frankfurt am Main; J. Haun, Bochum; H. Hauser, Ulm; H.-D. Hettstedt, Isernhagen; A. Heuser, Euskirchen; W. Heydrich, Emmendingen; J. Hingsammer, Altdorf; J. Hochheim, Lutherstadt Eisleben; Chr. Hollenbeck, Mönchengladbach; H. Holz, Neuried; M. Horst, Karlsruhe; A. Huss, Stuttgart; D. Imrich, A-Wien; T. M. Jung, Eurasburg; M. Kaschke, Oberkochen; F. Kaul, Dittelbrunn; J. E. Keller, Ketsch; P. Kirsch, A-Linz; L. Kirschhock, Pommelsbrunn; F.-G. Knell, Hanau; H. Knopf, Baden-Baden; K.-M. Köppl, Krefeld; G. Kottschlag, Siegen; H. Krambeer, Wismar; M. Kretzler, Wilhelmsfeld; Ø. Kristiansen, NO-Tonsberg; V. Künzel, Chemnitz; B. Kuhn, Sulzbach/Main; G. Kunert, Chemnitz; W. Kunz, A-Matzendorf; O. G. Kunze, Marburg; S. Kurz,

Altbach; H.-P. Lange, Massenhausen; B. Leps, Berlin; R. Lüthmann, Allensbach; M. Lugger, A-Villach; W. Mahl, Ditzingen; G. Marmitt, Bensheim; B. Matzas, Eching-Dietersheim; P. Matzik, Burscheid; Th. Meisner, Düsseldorf; R. Melcher, Bad Schönborn; G. Minich, Reppenstedt; K. Mischke, Gärtringen; M. Mook, Bochum; A. Moritz, Ehringshausen; F. Moser, Duisburg; K. Motl, Geretsried; A. Münch, Alteglofsheim; H. Münz, Aalen; 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; J. Piriti, H-Nagykanizsa; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänsersdorf; H. Prange, Netphen; H. Preisinger, Weihmichl/Edenland; M. Quast, Halle (Saale); B. Quednau, Langenberg; J. Rahm, Münster-Sarmsheim; A. Reinders, Ravensburg; A. Richter, Leonberg-Höfingen; H.-W. Richter, Dortmund; W. Rockenbach, Biebrich; E. Rössler, Berlin; K. Rohe, Glonn; A. Sauerwald, Bottrop; F. Schauer, Kirchzarten; F. Schechter, Berlin; F. Scherie, Ennepetal; 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; J. Schnichels, Euskirchen; G. Scholz, Essingen; J. Schröder, Grevenbroich; E. Schroeder, Norderstedt; P. J. Schüngel, CH-Regensdorf ZH; S. Schuler, Püttlingen; R. Schuster, Altenknecht; W. Schwab, Heidelberg; M. Senkel, Kirchseeon; U. Seydel, Niedergörsdorf; J. Späthe, Zittau; G. Spindler, Waldshut-Tiengen; R. Spurny, A-Wien; J. Squar, Uetersen; W. Stammberger, A-Ostermiething; E. Streuerwitz, A-Wien; K. Teichmann, Timmendorfer Strand; A. Thiele, Aachen; G. Traupe, Lilienthal; F. Treisch, Würzburg; P. Vogt, Sörup; G. Wahl, Erolzheim; A. Wankerl, Maisach; S. Weidner, Fellbach; Chr. Weis, Scheidegg; K. Weisensee, Glauburg; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; N. Würfl, Sulzbach; M. Ziegler, A-Wien; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen; zwei Einsendungen ohne Absender.

Insgesamt 174 Einsendungen, Fehlerquote: 0

## Er war's im Oktober:

Es war Gabriel Lippmann (geboren am 16. August 1845 in Hollerich, Luxemburg, gestorben am 13. Juli 1921 auf dem Atlantik). Lippmanns Großvater arbeitete eine Zeit als Hebräischlehrer und eröffnete dann eine Handschuhfabrik. Über Gabriels frühe Kindheit ist nur Widersprüchliches und wenig Genaues zu finden: Sein Vater Isaac zog drei Jahre nach der Geburt Gabriels nach Frankreich, vermutlich, um dort das großväterliche Geschäft weiterzuführen. Gabriel wurde möglicherweise zu Hause von der Mutter unterrichtet. Andere Quellen sprechen von einer öffentlichen Primarschule.

Sicher ist, dass Gabriel Lippmann ab 1858 das Lycée Napoléon in Paris besuchte; zehn Jahre später ging er an die École Normale und fiel dort durch die Prüfung, die ihn als Lehrer qualifiziert hätte. Indes erkannte man sein wissenschaftliches Interesse, besonders in Mathematik. So wurde er 1873 auf eine Mission nach Deutschland geschickt, um bei Hermann Helmholtz und Gustav Kirchhoff zu forschen. Besonders Kirchhoff ermunterte Lippmann, eine

## »Zum Nachdenken« im Web

Einige Tage vor der Auslieferung des gedruckten Heftes lässt sich unter [www.sterne-und-weltraum.de/aktuell/](http://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](mailto: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 36. Runde

Mit dem Juni-Heft begann die neue Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Ausgabe im Mai-Heft 2017. Löser mit mindestens neun richtigen Einsendungen nehmen an der Preisverlosung teil. Zu gewinnen sind wieder attraktive Hauptpreise (siehe rechts). Viel Spaß beim Nachdenken! AXEL M. QUETZ

## Hauptpreis der 36. Runde

Die Firma Hofheim Instruments hat erneut ihren **12-Zoll-Leichtbau-Reisedobson** im Wert von 2350 Euro als Preis ausgelobt. Das aufgebaute Teleskop besitzt eine Masse von zwölf Kilogramm. Es lässt sich für die Reise 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 Gerät ist stabil und solide aus Aluminium, Edelstahl und Birke-Multiplexholz gefertigt und kann für das bequeme Aufsuchen von Objekten am Nachthimmel auch mit drahtlosen, digitalen Teilkreisen ausgestattet werden. [www.hofheiminstruments.com](http://www.hofheiminstruments.com)



## 2. Preis

Das BRESSER Messier AR-127L/1200 Hexafoc EXOS-2/EQ5 ist ein klassischer Fraunhofer-Refraktor mit dem Öffnungsverhältnis  $f/9,4$ . Mit dabei: Rohrschellen mit Tragegriff, Kamerahalterung, 1,25-Zoll-Zenitspiegel, 8×50-Sucher, Edelstahlrohr-Stativ. Gestiftet von Fa. Bresser GmbH, Rhede, Westfalen. [www.bresser.de](http://www.bresser.de)

## Gabriel Lippmann

Doktorarbeit über Elektrokapillarität zu schreiben, die jener 1875 an der Sorbonne einreichte und die sehr gut bewertet wurde.

Im Jahr 1883 wurde Gabriel Lippmann Professor für Theoretische Physik in Paris, drei Jahre später erhielt er den Lehrstuhl für Experimentalphysik an der Sorbonne,

den er bis zu seinem Tod 1921 innehatte.

Er wurde dort für seine physikalischen Erfindungen bekannt, vor allem für das Lippmann-Verfahren zur Farbfotografie, zu dem er 1891 erste Ideen veröffentlichte. Im Jahr 1894 war seine Theorie dazu abgeschlossen. Ein Jahr später publizierte er die nächste Idee, den Coelostaten, eine Spiegelanordnung, mit der sich Langzeitbelichtungen des Sternenhimmels durchführen lassen. Im Jahr 1908 wurde Lippmann mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet.

Gabriel Lippmann hatte drei Dokorkinder: Paul Langevin, Marie Skłodowska und Pierre Curie; Pierre und Marie heirateten später. In unserem Rätsel wurde fälschlicherweise behauptet, Marie Curie sei die einzige Person mit zwei Nobelpreisen gewesen. Tatsächlich wurden jedoch auch Linus C. Pauling zwei dieser Auszeichnungen zuteil (Chemie und Frieden).

Lippmann starb bei der Rückkehr aus Kanada auf einem Passagierschiff, als Mitglied einer Delegation unter Leitung von Marshal Émile Fayolle, die sich für Kanadas Unterstützung für Frankreich im Ersten Weltkrieg bedankte. A.L.

## Kreuzworträtsel

Lösung aus SuW 9/2016: Sally Ride

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

## Gewinner aus Heft 9/2016

**Gewinnspiel:** Buch »Verborgenes Universum«: Gerhard Palme, 86830 Schwabmünchen. 209 richtige, 18 falsche Einsendungen. Lösung: 1c, 2b, 3b.

**Wer war's?:** Buch »Zyklen der Zeit«: Herbert Kuhl, 56112 Lahnstein. 116 richtige, 1 falsche Einsendung.

**Kreuzworträtsel:** Das Newton-Spiegelteleskop von AstroMedia: Christian Knauth, 15236 Frankfurt (Oder). 101 richtige, 2 falsche Einsendungen.

Herzlichen Glückwunsch!



Gabriel Lippmann (1845–1921)