

Irdische Naturgesetze auch im fernen Universum gültig

Grenzwerte für Naturkonstante durch Moleküllinienbeobachtungen bei hoher Rotverschiebung

Die bei uns auf der Erde gültigen Naturgesetze haben ebenso Bestand in den Tiefen des Universums. So das Resümee eines Forschungsprojekts, durchgeführt von einem internationalen Astronomenteam, zu dem auch Christian Henkel vom Bonner Max-Planck-Institut für Radioastronomie (MPIfR) gehört. Das Ergebnis ihrer Arbeit, die heute im Fachmagazin „Science“ veröffentlicht wird, zeigt, dass eine der fundamentalen Naturkonstanten in der Physik, nämlich das Massenverhältnis zwischen Proton und Elektron, in einer Galaxie in ca. 6 Milliarden Lichtjahren Entfernung nahezu exakt den gleichen Wert aufweist wie in irdischen Laboratorien: 1836,15 zu 1.

Das ist ein wichtiges Resultat, da zahlreiche Wissenschaftler eine Variabilität von Naturgesetzen und Naturkonstanten zu unterschiedlichen Zeiten und an unterschiedlichen Orten im Universum in Betracht ziehen. „Wir haben nun zeigen können, dass ein bestimmtes physikalisches Gesetz gleichermaßen in einer Galaxie auf halbem Weg quer durch das gesamte Universum gilt wie hier bei uns auf der Erde“, so Michael Murphy, Astrophysiker an der australischen Swinburne-Universität und Erstautor der Studie.

Die Ableitung dieses Resultats wird ermöglicht durch den zeitlichen Rückblick auf einen Quasar, das energiereiche Zentrum einer fernen Galaxie mit dem Katalognamen B0218+367. Das Licht des Quasars war über eine Laufzeit von ca. 7,5 Milliarden Jahre unterwegs, und wurde auf diesem Weg teilweise von Ammoniak-Molekülen in einer dazwischen liegenden Galaxie absorbiert. Die spektroskopische Beobachtungen des Ammoniak-Moleküls wurden mit dem 100-m-Radioteleskop Effelsberg bei 2 cm Wellenlänge (rotverschoben von 1,3 cm Wellenlänge) durchgeführt. Ammoniak ist nicht nur ein wichtiger Bestandteil diverser Produkte zur Reinigung von Badezimmern, sondern es stellt auch ein ideales Testmolekül dar, um physikalischen Vorgängen im fernen Universum nachzuspüren. Die speziellen Wellenlängen, bei denen das Ammoniak-Molekül Radioenergie aus der Strahlung des dahinter liegenden Quasars absorbiert, ermöglichen die direkte Ableitung einer bestimmten kernphysikalischen Größe, nämlich des Massenverhältnisses von Proton zu Elektron.

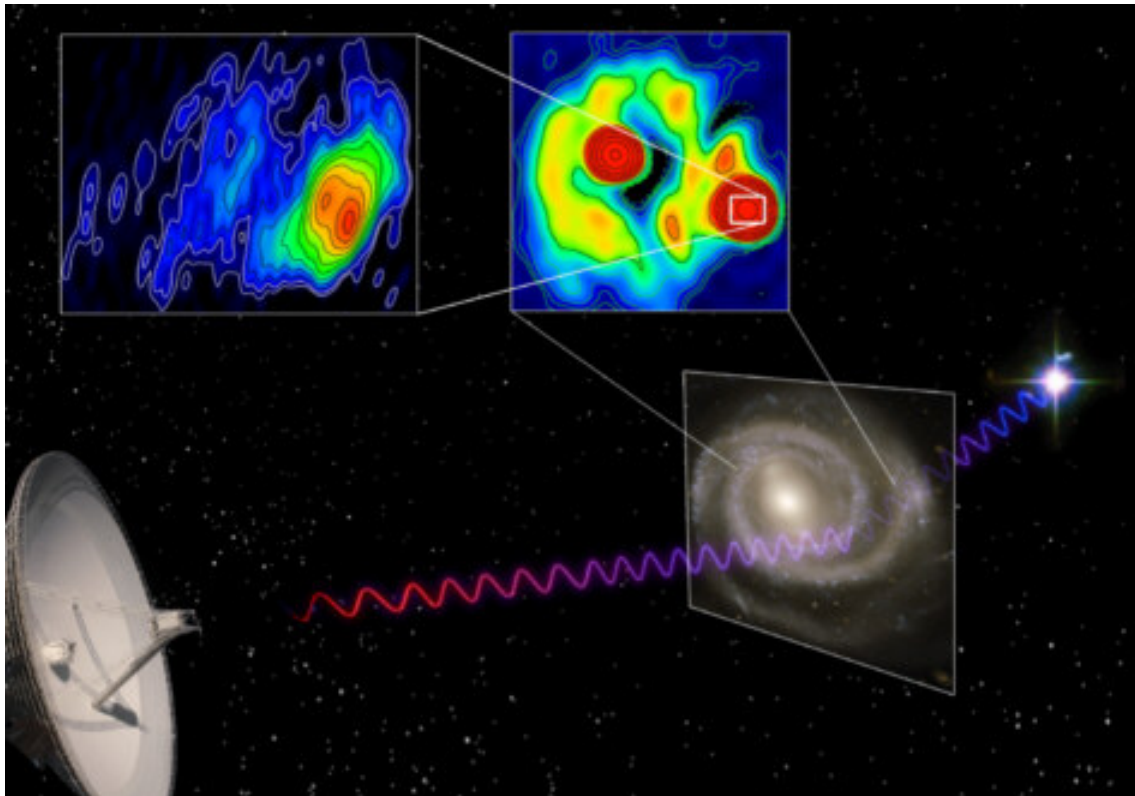


Abbildung 1: Die Untersuchung von Moleküllinienabsorption in entfernten Galaxien erfolgt über die Strahlung von genau dahinter liegenden Quasaren. Während das vom Quasar ausgehende Licht sich Richtung Erde bewegt, expandiert das Universum weiter und die Wellenlänge der Strahlung wird demzufolge verlängert (bzw. rotverschoben). Das sehr hoch aufgelöste Radiobild zeigt verschiedene Komponenten des Quasars – neben der Kernquelle (dem hellsten Teil des Falschfarbenbildes) wird eine zusätzliche Jetkomponente sichtbar. Moleküllinienabsorption kann allerdings nur in Richtung der Zentralquelle beobachtet werden.

Bilder: Radioteleskop: N. Junkes, MPIfR; Radiokarten: A. Biggs; absorbierende Galaxie: NASA, ESA, STScI & W. Keel; Quasar: NASA, ESA, STScI & E. Beckwith (Bitte Anklicken für höhere Auflösung).

„Durch den Vergleich der Absorption durch das Ammoniak-Moleküls mit derjenigen von anderen Molekülen war es uns möglich, den genauen Wert des Proton-Elektron Massenverhältnisses in dieser fernen Galaxie abzuleiten und zu bestätigen, dass es mit dem auf der Erde gültigen Wert übereinstimmt“, sagt Christian Henkel vom MPIfR, ein Experte für kosmische Molekülspektroskopie, der als Koautor an der Untersuchung beteiligt ist.

Ziel des Forschungsprojekts ist es, die Gültigkeit der Naturgesetze in so vielen unterschiedlichen Bereichen von Raum und Zeit wie möglich auszuloten, um zu sehen, wie weit es sich wirklich um unveränderliche und allgemeingültige Naturgesetze handelt. Dazu ist es erforderlich, weitere Galaxien zu identifizieren, bei denen diese Art von Molekülabsorption untersucht werden kann. Bisher ist B0218+367 das einzige untersuchte Beispiel. Es muss weit mehr Galaxien dieser Art geben, die ebenso untersucht werden können, sobald die entsprechenden Teleskope zu ihrer Identifikation zur Verfügung stehen.

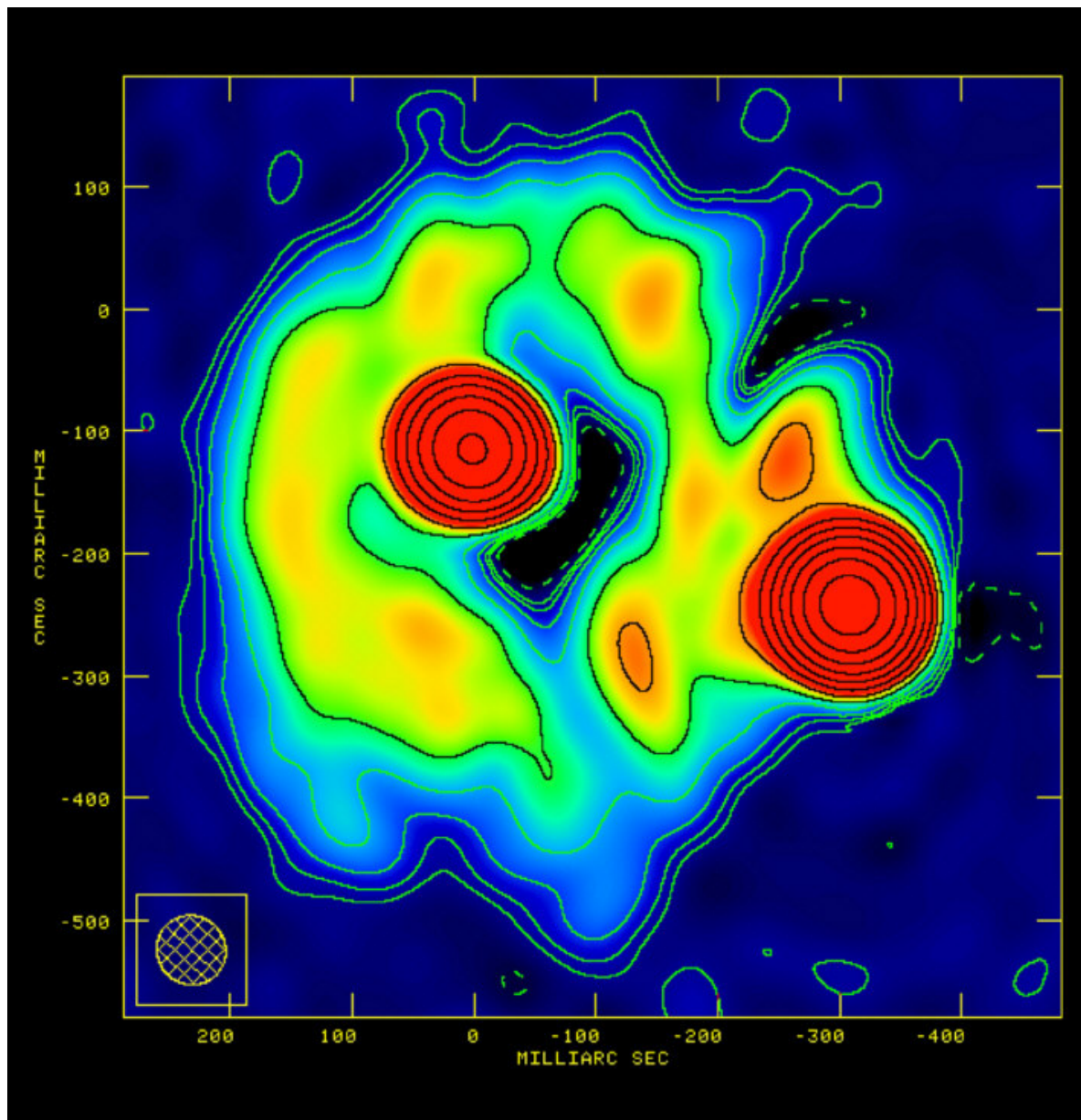


Abbildung 2: Radiokonturkarte des Quasars B0218+367 in ca. 7,5 Milliarden Lichtjahren Entfernung. Die zwischen Quasar und Beobachter liegende Galaxie, in der sich die absorbierenden Ammoniakmoleküle befinden, ist ca. 6 Milliarden Lichtjahre entfernt. Der Gesamtausdehnung des Bildes in der Entfernung der absorbierenden Galaxie beträgt 19000 Lichtjahre.

Bild: Andy Biggs (MERLIN-Bild. Bitte Anklicken für höhere Auflösung).

Michael Murphy zufolge stellt das zukünftige "Square Kilometre Array" (SKA) ein ideales Instrument für die Identifikation von solch absorbierenden Galaxien dar. „Das SKA ist das größte und anspruchsvollste Teleskopprojekt, das bisher angegangen wurde. Nach seiner Fertigstellung wird es mit seiner enormen Sammelfläche und hohen Empfindlichkeit eine Reihe von weiteren Galaxien zur Untersuchung liefern.“ Der Standort für das SKA wird entweder in Westaustralien oder im südlichen Afrika liegen. Die endgültige Entscheidung dafür wird innerhalb der nächsten beiden Jahre stattfinden.

Durch die detaillierte Erforschung der Naturkonstanten erhoffen sich die Forscher auch Zugang zu weiteren Raumdimensionen, deren Existenz von theoretischen Physikern vorhergesagt wird.

Originalveröffentlichung:

Strong Limit on a Variable Proton-to-Electron Mass Ratio from Molecules in the Distant Universe, Michael T. Murphy, Victor V. Flambaum, Sébastien Muller, Christian Henkel, Science, 2008, June 20 issue.

Weitere Informationen:

Projektseite an der Swinburne-Universität mit Bildern und zusätzlicher Information.

Millimeter- und Submillimeter-Astronomie am MPIfR.

100-m-Radioteleskop Effelsberg

Swinburne University of Technology, Australia.

University of New South Wales, Australia.

Institute of Astronomy and Astrophysics, Academia Sinica, Taiwan.

MERLIN-Radiointerferometer (Bild des Quasars B0218+367).

Square Kilometer Array (SKA).

Kontakt:

Dr. Christian Henkel,
Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn.
Fon: +49-228-525-305
Fax: +49-228-525-229
E-mail: chenkel (at) mpifr-bonn.mpg.de

Dr. Norbert Junkes,
Öffentlichkeitsarbeit,
Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn.
Fon: +49-228-525-399

Fax: +49-228-525-438

E-mail: njunkes (at) mpifr-bonn.mpg.de