

چند خبر

• سیم‌لوله‌های ریز برای تراژد - شاره‌ها و اجسام - ریز روی تراشه‌ها.

در الکترونیک، فتونیک، و علوم زیستی، گاه لازم است اجسام بسیار ریزی را، که ممکن است جامد یا مایع باشند، در مسیرهایی، مثلاً روی تراشه‌ها، حرکت دهند. قاسم رمضان و هم‌کاران اش در سنگاپور برای این کار ریزسیم‌لوله‌های مغناطیسی‌ای ساخته‌اند و آن‌ها را در بستری از سیلیسیم قرار داده‌اند¹. این سیم‌لوله‌ها عبارت‌اند از رساناهایی نامتقارن و ستون‌هایی فرّومغناطیس که از یک آلیاژ مغناطیسی ساخته شده‌اند (NiCoP). این آرایه‌ها میدان‌هایی مغناطیسی با گرادین بسیار زیاد می‌سازند که می‌تواند مهره‌های مغناطیسی را جذب کند. با روشن کردن جریان در این ریزسیم‌لوله‌ها به ترتیب، می‌توان مهره را در مسیر دل‌خواه حرکت داد.

احمد شریعتی
¹Qasem Ramadan, C. Yu, V. Samper, D. P. Poenar: "Microcoils for transport of magnetic beads" *Applied Physics Letters*, vol. 88, 032501 (16 Jan 2006)

• رفتار ملکول‌های دواتمی در فشارهای زیاد.

پیوند بین اتم‌های یک ملکول در فشار و دما، زیاد چه‌گونه است؟ پژوهش‌گران ی در آمریکا با سندان الماسی چنین وضعیت‌هایی را ایجاد کرده‌اند و طیف ملکول‌ها در این وضعیت‌ها را مطالعه کرده‌اند¹ (سندان الماسی عبارت است از دو الماس که می‌توان آن‌ها را دور به هم فشرد، و در بین آن دو فشار را بسیار زیاد کرد). ایشان ملکول‌های H_2 و D_2 را در فشار 50 GPa و دما ی 1600 K، و ملکول‌های N_2 را در فشار 50 GPa و دما ی 2000 K قرار داده‌اند. همه ی این ملکول‌ها یک وجه نوسانی دارند که گذار بین ترازهای آن منجر به گسیل یک طیف رامان می‌شود. این پژوهش‌گران دیده‌اند که اختلاف بسامد این حالت‌ها با افزایش فشار کم می‌شود، که یعنی انحراف پتانسیل بین دواتم از پتانسیل یک نوسان‌گر هم‌آهنگ با افزایش فشار کم می‌شود. به این ترتیب این ملکول‌ها در فشار و دما ی زیاد کلاسیک‌تر می‌شوند، به این معنی که نیروی بین دواتم این ملکول‌ها به قانون هوک² نزدیک‌تر می‌شود. ضمناً، با افزایش فشار، پهنا ی خط‌ها هم زیاد می‌شود، که نشان می‌دهد عمق پتانسیل کم می‌شود، و این یعنی نزدیک شدن به شکست ملکول.

احمد شریعتی

¹A. G. Goncharov, J. C. Crowhurst: "Raman Spectroscopy of Hot Compressed Hydrogen and Nitrogen: Implications for the Intramolecular Potential", *Physical Review Letters*, vol. 96, 055504 (2006), ²Hook,

• هسته ای به شکل دَمپِل.

گروه ی از پژوهش گران با تاباندن هسته ها ی ${}^6\text{He}$ به اتم ها ی ${}^4\text{He}$ هسته ها ی ${}^{10}\text{Be}$ برانگیخته ای ساخته اند که کروی نیستند، بل که دَمپِلی شکل اند — دو ذره ی آلفا (یعنی هسته ی ${}^2\text{He}$) که دو نوترون بین آن ها پیوند ی به وجود آورده اند⁽¹⁾. طول این کوچک ترین دَمپِل ی که تا کنون دیده شده حدود $1\text{ fm} = 10^{-15}\text{ m}$ است، و عمر اش حدود 10^{-21} s است. به این ترتیب هسته ی ${}^{10}\text{Be}$ ، در این حالت برانگیخته، شبیه ملکول O_2 است — ملکول O_2 از دو یون O^+ تشکیل شده که دو الکترون ظرفیت در یک اربیتال ملکولی آن دو را به هم پیوند داده است. احمد شریعتی

¹⁾M. Freer *et al.*: “ $\alpha : 2n : \alpha$ Molecular Band in ${}^{10}\text{Be}$ ”, *Physical Review Letters*, vol. 96, 042501 (2006),

• نتیجه ها ی جدید WMAP⁽¹⁾.

در سال 2001 ماه واره ای به نام WMAP در مدار ی به دور خورشید قرار گرفت، و از آن موقع تا کنون به نقشه برداری از تابش زمینه ی کیهانی مشغول است (در دوّمین نقطه ی لاگرانژ سیستم زمین - خورشید که $1.5 \times 10^9\text{ m}$ از زمین فاصله دارد). نخستین داده ها ی این ماه واره، که تقریباً 3 سال پیش منتشر شد، مؤید وجود ناهمگنی ها یی در تابش زمینه ی کیهانی بود. از این داده ها، معلوم شد که سن جهان $(13.7 \pm 0.2) \times 10^9\text{ y}$ است، و معلوم شد 73% کیهان انرژی ی تاریک است. (ر.ک. گاما، ش 1، زمستان 2004، ص 3). پژوهش گران WMAP از آن زمان تا کنون سخت کوشیده اند که دَقّت داده ها را بیش تر کنند، و اکنون پس از سه سال، اطلاعات دقیق تر ی از WMAP منتشر شده است. این اطلاعات شامل نقشه ها یی است از دما و قطبش تابش زمینه ی کیهانی. دَقّت سنجش دما به $2 \times 10^{-7}\text{ K}$ رسیده، و نقشه ای از قطبش تابش زمینه ی کیهانی منتشر شده که حاوی ی اطلاعات ی بسیار مهم در باره ی ساختار کیهان است. بخش ی از قطبش یادگار وقت ی است که تابش به وجود آمده است، و بخش ی یادگار پراکنده گی اش در عبور از گازها ی یونیده ی هیدروژن ی است که پس از تشکیل ستاره ها، و بر اثر تابش فرابنفش نخستین نسل از ستاره ها به وجود آمدند. از داده ها ی اخیر WMAP چنین بر می آید که نخستین ستاره ها تقریباً $4 \times 10^8\text{ y}$ پس از مه بانگ به وجود آمده اند. این 2 برابر زمان ی است که پیش تر تصوّر می شد. مهم ترین نتیجه ی این داده ها (تا کنون) این است که به این ترتیب مدل تورمی ی کیهان به نحو بسیار دقیق تر ی تأیید می شود. احمد شریعتی

¹⁾Wilkinson Microwave Anisotropy Probe,

• در جست و جو ی آکسیون⁽¹⁾.

وقت ی نور ی قطبیده از خلاء می گذرد، قطبش اش ثابت می ماند. اگر از یک محیط مادی بگذرد، گاه ی بیضی ی قطبش اش تغییر می کند، مثلاً اگر دایره ای قطبیده بوده بیضی قطبیده می شود، و گاه ی بیضی ی قطبش اش می چرخد. یک مثال وقت ی است که نور قطبیده از پلاسما یی

بگذرد که در آن یک میدان مغناطیسی باشد. در این صورت بیضی ی قطبش نور می چرخد⁽²⁾ (چرخش فارادی⁽³⁾). اینک فرض کنید نور قطبیده ای از خلاء ی عبور کند که در آن یک میدان مغناطیسی هست. آیا باز هم انتظار داریم که قطبش نور تغییر کند؟ یا بچرخد؟ از دیدگاه کلاسیک هیچ کدام. اما از دیدگاه کوانتمی، به علت افت و خیزها ی خلاء، یعنی به علت خلق و فنا ی دائمی ی ذره ها ی مجازی، خلاء واقعاً خالی نیست، به نحو ی مثل یک پلازما است، و یک میدان مغناطیسی ی قوی می تواند باعث تغییر بیضی ی قطبش یا چرخش بیضی ی قطبش (یا هر دو) شود. به تعبیر ایتیکی، خلاء ی که در آن یک میدان مغناطیسی ی قوی هست، هم محیط ی دوشکستی است، یعنی سرعت انتشار نور بسته گی به جهت دارد، هم محیط ی دورنگی (یا دوجذبی) است، یعنی جذب اش بسته گی به راستا ی قطبش نور دارد. در این جا، جذب فتون به این معنی است که در برهم کنش فتون حقیقی با ذره ها ی مجازی ی خلاء ذره ای حقیقی هم به وجود می آید که بخش ی از انرژی و تکانه ی زاویه ای ی فتون را با خود می برد، و به این ترتیب نور جذب می شود و بیضی ی قطبش اش می چرخد. این که در یک میدان مغناطیسی ی خاص جذب نور چه قدر است، و بیضی ی قطبش نور چه قدر می چرخد، بسته گی دارد به این که تولید چه ذره ها یی ممکن است. در مدل استاندارد ذره ها ی بنیادی این ذره ها عبارت اند از فتون، لپتون ها ی سبک و سنگین، کوارک ها، گلوئون ها، Z و W^\pm ، و هیگز. پس از فتون سبک ترین این ذره ها الکترون است ($m_e c^2 = 5 \times 10^5 \text{ eV}$). اما، در مدل ها ی فراتر از مدل استاندارد، ذره ای به نام آکسیون هم هست. این ذره (یا میدان) را سال ها پیش، رُبرتو پیچه ئی⁽⁴⁾ و هیلن کویین⁽⁵⁾ پیش نهاد دادند تا توضیح بدهند که چرا برهم کنش ها ی قوی تقارن CP را نمی شکنند. مدل پیش نهاد ی ایشان با آزمایش نمی خواند. استیون واینبرگ⁽⁶⁾ و فرتک ویلچک⁽⁷⁾ پیش نهاد ایشان را کم ی تغییر دادند، و حاصل اکسیون ی شد که امروز به دنبال اش می گردیم. اگر میدان آکسیون را با ϕ نشان بدهیم، در لاگرانژی ی برهم کنش ها ی بنیادی، برهم کنش اش با میدان الکترومغناطیسی با جمله ی $g \phi \sqrt{\frac{\hbar}{c}} \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \cdot \vec{B}$ داده می شود. در این فرمول g یک ثابت جفت شده گی با بُعد عکس انرژی است، و \vec{E} و \vec{B} میدان ها ی الکتریکی و مغناطیسی اند. از این فرمول پیدا است که وقت ی نور ی قطبیده از یک میدان مغناطیسی ی خارجی می گذرد، مؤلفه ای از نور که قطبش اش در راستا ی میدان مغناطیسی ی خارجی است بیش ترین برهم کنش را با میدان ϕ دارد، و اگر $m_\phi c^2$ از انرژی ی فتون $(h\nu)$ کم تر باشد، این امکان هست که ذره ی ϕ تولید شود، و بنا بر این تعداد فتون ها یی که قطبش آن ها در راستا ی میدان مغناطیسی ی خارجی است به مرور کم می شود، و به این ترتیب بیضی ی قطبش نور در یک میدان مغناطیسی ی قوی، در خلاء، می چرخد.

پژوهش گران تیم PVLAS در ایتالیا آزمایش ی انجام داده اند و مدعی شده اند که اگر نور قطبیده با $\lambda = 1064 \text{ nm}$ در خلاء $(P \sim 10^{-8} \text{ mbar} = 10^{-6} \text{ Pa})$ از یک میدان مغناطیسی ی عمود بر امتداد انتشار، به شدت 5 T بگذرد، بیضی ی قطبش اش در هر متر

از مسیر به اندازه ی $(3.9 \pm 0.5) \times 10^{-12}$ Rad می‌چرخد⁽⁸⁾. یک توضیح معقول این چرخش این است که آکسیون وجود داشته باشد، و $1.7 \times 10^{-6} \text{ GeV}^{-1} < g < 1.0 \times 10^{-5} \text{ GeV}^{-1}$ ، و $0.7 \times 10^{-3} \text{ eV} < m_\phi c^2 < 2.0 \times 10^{-3} \text{ eV}$ باشد⁽⁹⁾.

اگر آکسیون وجود داشته باشد، بخش ی از ماده ی تاریک کیهان را توجیه می‌کند. به این ترتیب، کشف آکسیون هم فیزیک ذره‌ها ی بنیادی و هم کیهان‌شناسی و اخترفیزیک را متحوّل می‌کند. البته آکسیون ی که گروه PVLAS مدّعی اش شده اند، با حدها یی که از مشاهده‌ها ی اخترفیزیکی به دست آمده است منافات دارد⁽¹⁰⁾، زیرا این مشاهده‌ها می‌گویند که $g < 10^{-7} \text{ GeV}^{-1}$ است⁽¹¹⁾، اما با تغییر در مدل‌ها راه‌ها ی گریز ی هست⁽¹²⁾. به این ترتیب، مسئله ی مهم ی که اینک پیش روی فیزیک‌پیشه‌ها است این است که نتیجه‌ها ی آزمایش PVLAS را به روش‌ها یی دیگر چک کنند، و خود آزمایش را هم تکرار کنند. پیش‌نهاد دادن آزمایش‌ها ی جدید بلافاصله شروع شده، از جمله در مقاله ای که بلافاصله پس از مقاله ی گروه PVLAS، در فیزیکال ریویو لیترز چاپ شده است⁽¹³⁾، آزمایش ی با پرتوها ی ایکس حاصل از تابش سنکروترون حاصل از یک لیزر الکترون آزاد پیش‌نهاد شده است که اگر انجام شود می‌تواند حدها ی گروه PVLAS روی g و m_ϕ را بیازماید و دقیق‌تر کند.

احمد شریعتی

¹⁾axion, ²⁾J. D. Jackson: *Classical Electrodynamics*, 3^{ed} ed., Wiley, 1999, pp. 345-346 (problem 7.15), ³⁾Faraday, ⁴⁾Roberto D. Peccei, ⁵⁾Helen Quinn, ⁶⁾S. Weinberg: "A New Light Boson?", *Physical Review Letters*, vol. 40, p. 223 (1978); ⁷⁾F. Wilczek: "Problem of Strong P and T Invariance in the Presence of Instantons", *Physical Review Letters*, vol. 40, p. 279 (1978). ⁸⁾E. Zavattini *et al.* (PVLAS collaboration): "Experimental Observation of Optical Rotation Generated in Vacuum by a Magnetic Field", *Physical Review Letters*, vol. 96, 110406 (2006). ⁹⁾E. Zavattini *et al.* (PVALS Collaboration): "PVLAS: probing vacuum with polarized light", arXiv:hep-ex/0512022, ¹⁰⁾G. G. Raffelt: *Stars As Laboratories For Fundamental Physics: The Astrophysics of Neutrinos, Axions, and other Weakly Interacting Particles*, University of Chicago Press, Chicago, 1996. ¹¹⁾S. Weinberg: *The Quantum Theory of Fields*, vol. II, Cambridge, 1996, p. 461, ¹²⁾E. Masso, J. Redondo: "Evading Astrophysical Constraints on Axion-Like Particles", *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics* vol. 09, p. 015 (2005). ¹³⁾Raúl Rabadá, Andreas Ringwald, Kris Sigurdson: "Photon Regeneration from Pseudoscalars at X-Ray Laser Facilities", *Physical Review Letters*, vol. 96, 110407 (2006).

• در دوردست‌ها ی منظومه ی شمسی .

در منظومه ی شمسی، فراتر از نپتون اجرام ی هست که منجم‌ها به آن‌ها اجسام - کمر بند - کویپر⁽¹⁾ می‌گویند. پلوتون، که قطر اش 0.67 - قطر - ماه - زمین است و به عنوان - سیاره ی - نهم شناخته می‌شود یک ی از این اجسام، و احتمالاً یک ی از بزرگ‌ترین - آن‌ها است. پلوتون تنها نیست، ماه ی نسبتاً بزرگ به نام - خاژن (یا شارن)⁽²⁾ دارد، و چند ماه - بسیار کوچک‌تر. علاوه بر پلوتون، چندین جسم - بزرگ - دیگر هم در کمر بند - کویپر پیدا شده است. سه تا از این اجسام - بزرگ با نام‌ها ی - 2003 EL61، 2003 UB313، و 2005 FY9 شناخته می‌شوند (عدد - سمت - چپ در نام - این اجسام سال - کشف - آن‌ها را نشان می‌دهد). بعضی‌ها به 2003 UB313 سیاره ی - دهم می‌گویند، و اخیراً بعضی ی از کاشفین اش آن را زینا⁽³⁾ و بزرگ‌ترین ماه اش را گابریل⁽⁴⁾ نامیده اند (این نام‌ها هنوز رسمیت نیافته اند). برای - این چند جسم، به علاوه ی - پلوتون، سیدنا، و کوئتار، پارامترها ی - مداری ی - و قطر - آن‌ها، در جدول - زیر آمده (در مورد - سیدنا رک. - گاما، ش 2، بهار - 1383، ص 6). در این جدول a نیم‌قطر - بزرگ - بیضی ی - مدار، T دوره ی - گردش - مداری، ϵ خروج از مرکز، t میل - صفحه ی - مداری نسبت به صفحه ی - مداری ی - زمین، و D قطر - جسم است.

نام - رسمی	نام - خاص	a/AU	T/y	ϵ	t	D/km
پلوتون		39.48	247.91	0.249	17.14°	2360 ± 70
2003 EL61		43.34	285.11	0.189	28.2°	1380 ± 60
کوئتار	(50000) Quaoar	43.55	287.18	0.035	8.0°	1260 ± 190
2005 FY9		45.71	308.79	0.155	29.0°	1650 ± 550
زینا	2003 UB313	67.67	556.28	0.442	44.2°	$3000 \pm 400(?)$
سیدنا	2003 VB12	489	10806	0.844	11.9°	1125 ± 675

from: <http://www.johnstonsarchive.net/astro/pluto.html>

این که یک ی از این اجسام، مثلاً 2003 UB313 را دهمین سیاره بدانیم یا نه، تا حدود ی قراردادی است، و هنوز اتحادیه ی - جهانی ی - منجمین⁽⁵⁾ در این مورد تصمیم نگرفته است. فعلاً قرارداد این است که پلوتون را سیاره می‌نامند و بقیه را اجسام - فرانپتونی .

با معلوم بودن - فاصله ی - جسم (X) تا خورشید (S)، فاصله ی - زمین (E) تا خورشید، و زاویه ی - جسم - خورشید - زمین (ZESX)، و این فرض که سفیدی ی - جسم A است، می‌توان از سنجش - درخشندگی ی - سیاره (همان که منجم‌ها قدر می‌نامند) قطر - جسم را به دست آورد. (سفیدی، A ، یعنی نسبت - «شدت - نوری که از جسم باز می‌تابد» به «شدت - نوری که به جسم تابیده»). در مورد - زینا، اگر $A = 0.9$ باشد، این قطر 2330 km می‌شود که حدود - 2% بیش از قطر - پلوتون است. اگر سفیدی ی - زینا مثل - پلوتون $A = 0.6$ باشد، این قطر می‌شود 2860 km، که 1.25 - قطر - پلوتون است. تا چند ی پیش با این فرض که زینا هم باید تقریباً به اندازه ی - پلوتون سفید باشد، تصوّر بر این بود که

قطر - زینا 1.25 - قطر - پلوتون است. اخیراً هم گروه ی دیگر، به سرپرستی ی - فرَنک پرتولدی⁽⁶⁾ در آلمان به روش ی دیگر (بی آن که سفیدی را مفروض بگیرند) مدعی شده اند که قطر - این جسم 400 ± 3000 km است⁽⁷⁾. از طرف ی، چند ی پیش تله‌سکُپ - هابل⁽⁸⁾ از زینا عکس‌ها یی دقیق گرفت. مایکل براؤن⁽⁹⁾ (یک ی از کاشفین - زینا) بر اساس - تحلیل - این عکس‌ها مدعی است که قطر - زینا تنها حدود - 1% بیش از قطر - پلوتون است⁽¹⁰⁾. اگر این اندازه درست باشد، زینا یک ی از سفیدترین اجسام - شناخته‌شده ی - منظومه ی - شمسی خواهد بود ($A = 0.92$) و این سؤال مطرح می‌شود که «چرا زینا تا این حد سفید است؟»

از بین - مواد ی که انتظار داریم سیاره‌ها از آن‌ها ساخته شده باشند، فقط برف - کاملاً تازه تا این حد سفید است، بنا بر این باید سطح - زینا پوشیده از برف - تازه باشد. جسم - دیگری که تا این حد سفید است یک ی از ماه‌ها ی - کیوان، به نام - اینسیلادوس⁽¹¹⁾ است. با اطلاعات ی که از برنامه ی - فضایی ی - کاسینی/هویجنس⁽¹²⁾ به دست آورده ایم، دانش - مان از اینسیلادوس بیش‌تر و دقیق‌تر شده است⁽¹³⁾. اینسیلادوس به علت - اصطکاک - درونی ی - ناشی از نیروها ی - کشندی (کشند - کیوان و ماه‌ها یش)، درون اش گرم می‌شود و H_2O و CO_2 و CH_4 و N_2 از نقطه ای در قطب - جنوب اش به بیرون می‌پاشد⁽¹⁴⁾؛ درست مانند - چشمه‌ها ی - آب‌گرم ی که در بعض ی از نقاط - زمین هست. بخش ی از این فشانه به دام - گرانش - کیوان می‌افتد، و بخش ی به صورت - برف بر سطح - اینسیلادوس می‌نشیند. پس تعجب ی ندارد اگر اینسیلادوس برف - تازه داشته باشد و تا این حد سفید باشد. اما زینا چه طور؟ آیا زینا هم فعالیت - زمین‌شناختی دارد؟ آیا جسم - دیگری نزدیک - زینا هست که کشند اش درون - زینا را گرم کند؟

از قرار زینا (و برخ ی اجسام - دیگر - فرانپتونی) ماه‌ها یی دارند⁽¹⁵⁾ (ر.ک. ص ۷)، و پژوهش‌گرها می‌کوشند با تعیین - دوره ی - مداری ی - این منظومه‌ها جرم - منظومه‌ها را تعیین کنند.

احمد - شریعتی

¹⁾Kuiper, ²⁾Charon, ³⁾Xena, ⁴⁾Gabrielle, ⁵⁾International Astronomical Union (IAU),
⁶⁾Frank Bertoldi, ⁷⁾F. Bertoldi, W. Altenhoff, A. Weiss, K. M. Menten, and C. Thum:
 "The Trans-neptunian Object UB313 is Larger than Pluto", *Nature*, vol. 439, p. 563
 (2 Feb 2006), ⁸⁾Hubble Space Telescope, ⁹⁾Michael Brown, ¹⁰⁾R. Iron: "New Hubble
 Image Cuts the "10th Planet" Down to Size", *Science*, vol. 311, 7 Feb 2006, p. 589,
¹¹⁾Enceladus, ¹²⁾Cassini/Huygens, ¹³⁾*Science*, vol. 311, pp. 1389-1428, ¹⁴⁾J. S. Kargel:
 "Enceladus: Cosmic Gymnast, Volatile Miniworld", *Science*, vol. 311, pp. 1389-1391
¹⁵⁾E. M. Brown *et al.*: "Satellites of the largest Kuiper belt objects", *The Astrophysical
 Journal*, vol. 639, 1 Mar 2006, pp. L43-L46.