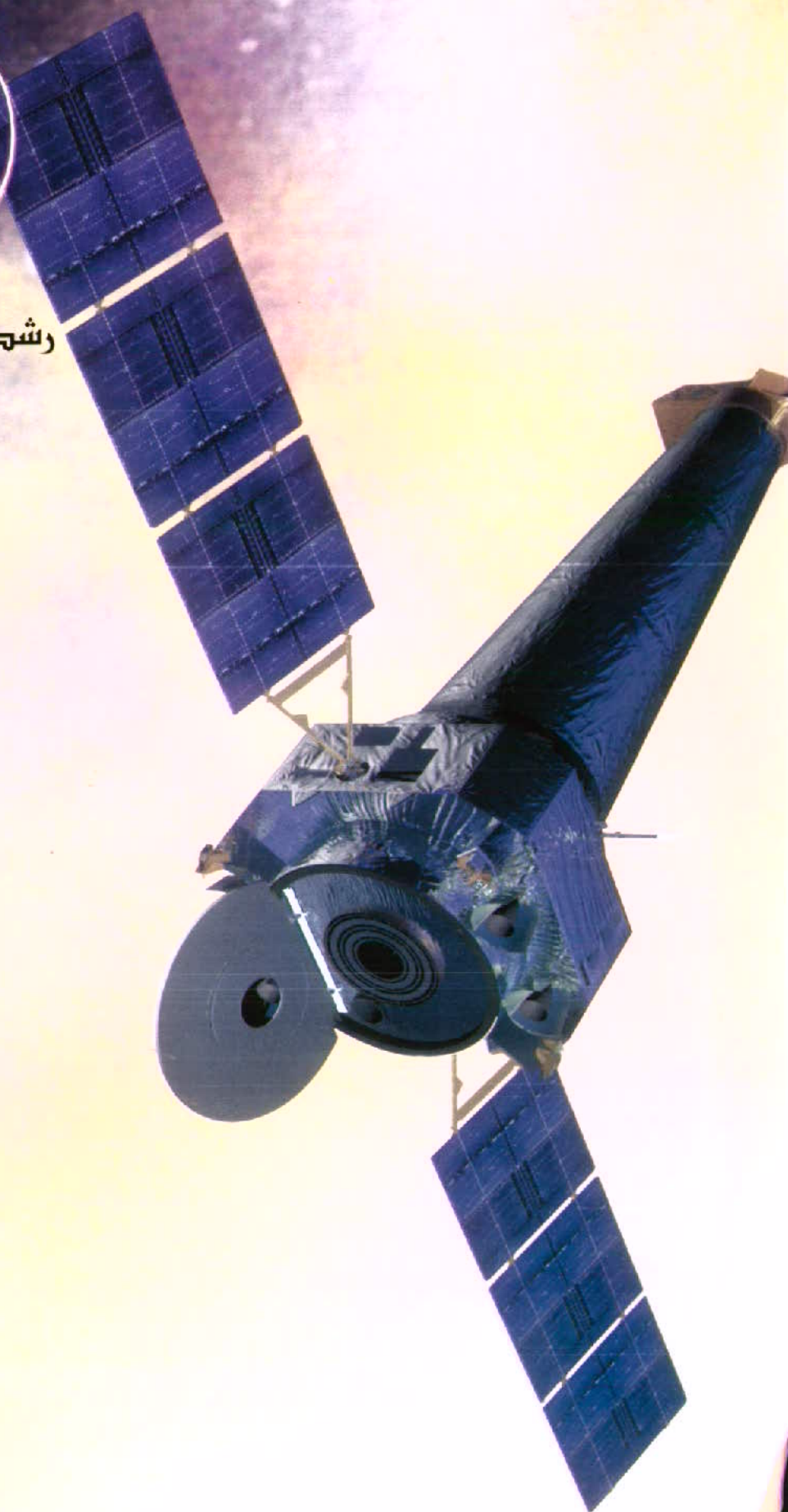




رشد آموزش

۵۳

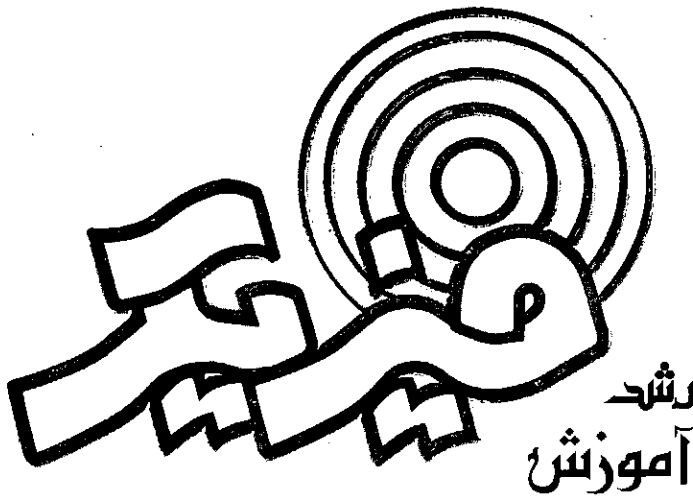
سال پنجاه و سوم - بهار ۱۴۰۰ تومان



آشکارساز پرتوهای X کیهانی (چاندارا)



غروب آفتاب در تنگه لانک ایسلند



رشد آموزش

مدیر مسئول: سید محسن گلدان ساز

سرمدیر: دکتر منیژه رهبر

مدیر داخلی: احمد احمدی

طراح گرافیک: علی موسوی

اعضا: هیئت تحریریه: محمدرضا اجتهادی،

احمد احمدی، روح الله خلیلی، پروجنی،

محمد علی سعادت بخت، منیژه رهبر،

سید جعفر مهر داد،

دوره انتشار: تابستان ۷۹

♦ دفتر انتشارات کمک آموزشی، این مجلات را نیز منتشر می کند:

رشد کودک (ویژه پیش دبستان و دانش آموزان کلاس اول دبستان) رشد نوجوان (برای دانش آموزان کلاس دوم و سوم دبستان) رشد دانش آموز (برای دانش آموزان کلاس چهارم و پنجم دبستان) رشد نوجوان (برای دانش آموزان دوره راهنمایی) رشد جوان (برای دانش آموزان دوره متوسطه) مجلات رشد معلم، تکنولوژی آموزشی، آموزش ابتدایی، آموزش معارف اسلامی، آموزش شیمی، آموزش زبان و ادب فارسی، آموزش زبان، آموزش راهنمایی تحصیلی، آموزش ریاضی، آموزش زیست شناسی، آموزش جغرافیا، آموزش تاریخ (برای دبیران، آموزگاران، دانشجویان تربیت معلم، مدیران مدارس و کارشناسان آموزش و پرورش)

♦ مجله رشد آموزش فیزیک نوشته ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت، ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان را، در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط با موضوع مجله باشد، می پذیرد. ♦ مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته و در صورت امکان تایپ شود. ♦ شکل قرار گرفتن جدولها، نمودارها و تصاویر ضمیمه باید در حاشیه مطلب نیز مشخص شود. ♦ نثر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه های علمی و فنی دقت لازم مبذول گردد. ♦ مقاله های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز ضمیمه مقاله باشد. ♦ در متناهای ارسالی باید تا حد امکان از معادلهای فارسی واژه ها و اصطلاحات استفاده شود. ♦ زیرنویسها و منابع باید کامل و شامل نام اثر، نام نویسنده، نام مترجم، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شماره صفحه مورد استفاده باشد. ♦ مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله های رسیده مختار است. ♦ آرای مندرج در مقاله ها، ضرورتاً مبنی نظر دفتر انتشارات کمک آموزشی نیست و مسؤولیت پاسخگویی به پرسشهای خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است. ♦ مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی شود، معذور است.

نشانی دفتر مجله: تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵

تلفن امور مشترکین: ۸۸۳۹۱۸۶

چاپ: شرکت افست (سهامی عام)

تلفن مجله: ۸۸۳۱۱۶۱۰۹ داخلی: ۲۷۱

تلفن مجله: (داخلی ۲۷۱) ۸۸۳۱۱۶۱۰۹

♦ اهمیت و جایگاه فیزیک در کشور و نقش آموزش و پرورش در آن، ۲/۱۳۸۵

سوالات تفکر برانگیز ♦ شایسته خردمند - شریعتی، ۳/۱۳۸۵

ذخیره اطلاعات در محیط های مغناطیسی ♦ روح الله خلیلی، ۷/۱۳۸۵

ناپایداری ریلی-تیلور در پهای جذاب به ... ♦ واپرسته، ۱۳/۱۳۸۵

آشکارسازی پرتوهای X کیهانی ♦ محمدرضا خورشید، ۲۰/۱۳۸۵

فلسفه و آموزش فیزیک ♦ سید جعفر مهر داد، ۲۳/۱۳۸۵

سرعت و منبع الکترونها در یک مدار ♦ پاشلی، ۳۴/۱۳۸۵

چگونه می شود شعاع زمین را در کنار دریا اندازه ... ♦ نظری، ۳۷/۱۳۸۵

مدار RC - یک آزمایش چند منظوره، ۳۹/۱۳۸۵ معمای تخم مرغ چرخان ♦ هریز، ۳۸/۱۳۸۵

طرح های ارزش قیمت برای مطالعه دستگاه های دورانی ♦ سید جعفر مهر داد، ۴۰/۱۳۸۵

فیزیک مالیدی و رزنی در گذشت زمان ♦ هیوید، ۴۴/۱۳۸۵

نگاشت عالم ♦ سید جعفر مهر داد، ۴۷/۱۳۸۵

پرواز فضایی امروز ♦ پاشلی، ۵۲/۱۳۸۵

به طوری که آموزش صحیح آن می تواند آهنگ تغییر نگرش افراد یک جامعه را سرعت بخشد، زیرا این علم بر منطق، استدلال و تجربه مبتنی است و اگر نگرش افراد یک جامعه چنین شود، اندیشه آنها مبتنی بر خرد، گفتگوی آنها مبتنی بر منطق و عمل آنها مبتنی بر قانون خواهد شد.^۱

تقویت حس کنجکاوی افراد نسبت به طبیعت و پدیده های آن، آشنایی با نظم موجود در پدیده های طبیعی و پی بردن به خالق آنها و تقویت روحیه ارزش گذاری به منابع طبیعی و استفاده بهینه از آنها در مسیر این تغییر نگرش ها صورت می پذیرد.

در چند دهه اخیر هیچ یک از موضوعات علمی به اندازه علوم دستخوش تغییر و تحول نشده است.^۲ آنچه توجه دست اندرکاران آموزش را در علوم به خود معطوف داشته این است که امروز چه چیزهایی را باید به فراگیرنده (دانش آموز) آموزش دهیم تا در زندگی آینده - آینده ای که تا حد بسیار زیادی برای ما روشن نیست - برای او مفید باشد؛ زیرا بسیاری از مسائلی که افراد در آینده با آنها مواجه خواهند شد، هم اکنون یا اصلاً وجود ندارند یا چندان هم به نظر مهم نمی آیند. براین اساس، گروه فیزیک دفتر برنامه ریزی و تألیف شیوه آموزش فیزیک را بر پایه «آموختن روش آموختن» بنا گذاشته است و به این موضوع توجه داریم که علم را باید به عنوان یک فرایند به فراگیرندگان عرضه نمایم و به فراورده های آن بسنده نکنیم. ما معتقدیم که راه پیشرفت علوم (فیزیک) در کشورمان، توجه به آموزش فیزیک در مدارس و از پایه های ابتدایی است و باید همزمان با پرورش جنبه های دینی، فرهنگی و اجتماعی، به ایجاد یک جهان بینی علمی در دانش آموزان کمک کنیم.

زیرنویس:

۱- یادگیری ای که در آن فراگیرنده خود در خلق یک مفهوم نقش اساسی دارد.

۲- اشاره به سخنان ریاست محترم جمهوری اسلامی ایران در یکی از سخنرانی هایشان.

۳- مطابق آخرین اعلام یونسکو هر سه سال حجم اطلاعات بشر دو برابر می شود و طبق پیش بینی تا سال ۲۰۲۰ میلادی، این مدت زمان، به حدود ۷۰ روز خواهد رسید.

پیش گفتار

«اهمیت و جایگاه فیزیک در کشور و نقش

آموزش و پرورش در آن»

در جهان امروز، علوم در ایجاد و حفظ توسعه پایدار در جوامع نقش مؤثری دارند. کشور ایران، برای دست یابی به توسعه پایدار، باید با تکیه بر علم و فن آوری و همراهی دو جانبه این دو و نیز با پشتوانه اعتقادات مذهبی به سوی افق های روشن گام بردارد.

فن آوری بدون پشتوانه علمی محکوم به شکست است و قطع نظر علوم پایه - بالاخص فیزیک - در جامعه به قدر کافی رشد نکند، موجبات توسعه پایدار فراهم نخواهد شد. بدون شک در جهان امروز، استقلال سیاسی بدون استقلال اقتصادی، صنعتی و ... میسر نیست. فن آوری ای که دنیای امروز بر آن متکی است، حاصل کاربرد علوم مختلف به ویژه فیزیک است. توجه داریم زمانی که اروپاییان سرگرم روزگاری ها بودند، دانشمندان اسلامی و ایرانی همچون خوارزمی، خواجه نصیر طوسی، خیام و ... در آزمایشگاهها در حال تحقیق و تفحص بودند. بطوریکه بیشتر دانشمندان منصف در گذشته و حال اقرار کرده اند که مسلمانان در پیدایش دورفرنسانس در اروپا، نقش اساسی داشتند.

نگاه تیزبینانه به گذشته خویش و شرایط کنونی جهان، ما را به این جهت راهنمایی می کند که باید در آموزش فیزیک به دنبال، تحولات اساسی باشیم. به همین جهت دفتر برنامه ریزی و تألیف کتب درسی در این مسیر گامهایی اساسی برداشته و در حال ایجاد تغییراتی در شیوه های آموزش علوم است با این هدف که فراگیرندگان از طریق یادگیری فعال^۱ به سطح بالاتری از درک و فهم دست یابند. در ضمن به این مهم نیز باید توجه شود که گام دیگر در اعتلای آموزش علوم در کشورمان تربیت متخصصان آموزش علوم می باشد. علم فیزیک در تغییر نگرش ها نقش مؤثری دارد،

سوالات تفکر برانگیز

هشتمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران - تبریز - مرداد - ۷۸

سخنرانان

شاهرخ لقائی - فریبا سهرابی

اعضاء گروه فیزیک اداره کل آموزش و پرورش

شهرستان های استان تهران

با همکاری:

۱- آقای محمود امانی

۲- آقای محمدعلی پز شپور

۳- خانم بتول فرنوش

مقدمه

ما عادت داریم هر کالایی را که لازم داشته باشیم از مغازه ها و فروشگاهها بخریم، ما طرز استفاده از کالاها را بزودی یاد می گیریم، این خود هنری است. ما کاری نداریم که این کالا چگونه ساخته می شود و اساس عملکرد درونی آن بر چه ساز و کاری استوار است، ما جهان سومی هستیم، ما مصرف کننده ایم.

ما اندیشه هایی را که لازم داریم مانند کالای بسته بندی شده و آماده تهیه می کنیم. می رویم از مراکز آموزشی می گیریم.

ما طرز استفاده از نظریه ها را نیز بزودی یاد می گیریم و یاد می دهیم. نظریه ها هم مانند کالاها بعضی ها خوش فرم اند. بعضی ها بدقلق. نظریه ها را برای ما طبقه بندی و سطح بندی می کنند، آنرا خوش فرم می کنند و به ما می فروشند.

ما می رویم و آنها را می خریم، طرز استفاده از نظریه ها را زود یاد می گیریم و شاگرد اول می شویم. ما خوب بلدیم دیکته بنویسیم. ما یاد گرفته ایم که نظریه ماکسول را خوب دیکته

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

با کسب اجازه از محضر اساتید گرانقدر و دانش پژوهان بزرگوار و باتشکر از انجمن فیزیک ایران که این فرصت گرانبها را در اختیار ما قرار دادند تا بتوانیم پیامی هر چند کوچک به نظام آموزشی کشور ارائه کنیم.

در تبریز، بوی خوش شهریار به مشام می رسد. ما نیز با این شعر آغاز می کنیم

آب از بالا به دریا می رود

تا که روزی سر زند از ابرها

ابرها بارد به هر پست و بلند

تا پدید آرد بسی جویبارها

آب می چرخد چنین بالا و زیر

تا بیاراید بسی گلزارها

بنویسیم و شاگرد اول دوره لیسانس و فوق لیسانس شویم. ما در یک کشور جهان سومی شاگرد اول هستیم. ما عادت نداریم فکرمان را خسته کنیم و به دنبال راه های تازه بگردیم. ما عادت نداریم فکر شاگردان خود را خسته کنیم که نظریه های تازه، حال هر چند کوچک و بد قلق بسازند. آخر ما نمی توانیم در مقابل نظریه های زیبای دیگران رقابت کنیم. زیرا ما از اول یاد نگرفته ایم که چشمه باشیم. ما عادت کرده ایم برکه باشیم آن هم برکه ای با دیواری غیر قابل نفوذ. یعنی اولش قابل نفوذ بودیم، نظام آموزشی زحمت کشید و دیوارهای داخلی مغز ما را بتونی کرد.

به ما گفت کاری نداشته باشید که نیوتن چگونه قوانین طبیعت را فرمول بندی کرد. یعنی وقت آن را نداریم. آخر شما کجا و نیوتن کجا، شما یاد بگیرید که قوانین نیوتن را بکار برید. این خود هنری است، آخر استخراج آب و برکه های بزرگ هم برای خود کاربرد زیادی دارد. اصلاً چشمه می خواهیم چکار کنیم ما آب را وارد می کنیم، توی برکه های بتونی جمع می کنیم و به کار می بریم. مغزهای دانش آموزان را مانند برکه های آب از دانش های شسته و رفته پر می کنیم. ما معلم خوبی هستیم زیرا تنها نظریه نیوتن را خوب تحویل دانش آموزان می دهیم. حتی همه مسئله های نمونه ای را که امکان دارد توی امتحان بیاید به او یاد می دهیم. می ماند فقط انشای مسئله که آنهم مانعی ندارد.

ما معلم نمونه هستیم زیرا دانش آموزان ما درصد قبولی خوبی دارند. آخر ما طوری مطالب را به دانش آموز می دهیم که در مغزش نفوذ نکند بلکه در حافظه اش خوب ذخیره شود تا موقع امتحان آنرا تحویل ورقه امتحانی دهد.

آخر اگر در معزش نفوذ کند و راه تازه ای برای حل مسئله بنویسد آن وقت مصحح نگاه می کند. می بیند پاسخ دانش آموزان مانند کلید سؤالات نیست و آن را غلط می گیرد. معلم خوب و نمونه که قبولی خوبی می دهد کسی است که از نمونه سؤالات امتحانی و کنکور خط می گیرد.

اما نتیجه نهایی چیست؟

دیپلمه های ریاضی ما پس از ۴ الی ۵ سال بعد از تحصیل اغلب شان حتی جمع و ضرب اعداد اعشاری را نمی دانند چرا؟ چون برکه های مغزشان تبخیر شده است.

کودکان ما قبل از دبستان بسیار کنجکاو تر از دیپلمه های ما هستند. کودکی دو روز پس از خرید یک اسباب بازی کوکی

آنرا خراب کرد، دل و روده آنرا بیرون ریخت. از او سؤال شد: چرا آنرا خراب کردی؟ گفت: می خواستم ببینم توی آن چی هست که خودش راه می رود. البته پدرش او را تربیت کرد تا مانند برادر بزرگترش بچه خوبی باشد و توی اشیاء دنبال چیزی نرود.

ما هنر بزرگی داریم. بخش خلاقه مغز را خاموش می کنیم و حافظه را می پروریم. همه ما حافظه را خوب می شناسیم. اهرمهای تقویت و پرورش حافظه را نیز خوب می دانیم. حتی کسی که معادلات ماکسول را در شرایط خاص، خوب به کار می برد از این حافظه تعمیم یافته خوب برخوردار است. نه از قدرت خلاقه خوب.

کسی از قدرت خلاقه خوب برخوردار است که بتواند برای حل مسئله، خود را به روش نیوتن یا لاگرانژ محدود نسازد. بلکه دنبال راههای تازه ای باشد. و این از کودکی شروع می شود. در ابتدایی یک روش جمع به دانش آموز یاد می دهیم و بعد دست و پایش را محدود می کنیم که از راههای دیگر نرود این همان بتونی کردن مغز است و حافظه پروری. البته منظور این نیست که روش های خوش فرم و جاذبه را کاملاً کنار بگذاریم. بلکه در کنار روش های جاذبه جایی هم برای روش های نو برای دانش آموزان باز بگذاریم و این را در امتحانات بطور جدی مورد توجه قرار دهیم.

خلاقیت چیست؟

از خلاقیت سخن به میان آوردیم اما خلاقیت چیست و اهرمهای آن کدام است؟

حضرت علی (ع) می فرماید «اندیشیدن را بیاموزید نه اندیشه ها را» و این پیام خود محور نظریه فراشناخت است نظریه فراشناخت نیز می گوید «چگونه فکر کردن را باید آموخت. چگونه چشمه شدن را باید آموخت نه چگونه برکه شدن را».

ما می پرسیم خلاقیت چیست؟

خلاقیت تفکر جریان یافته است و حافظه خزانه اندیشه ها. ما علوم را چنان از هم جدا کردیم که دانش آموز ما اصلاً نفهمد که علوم مختلف، خویش یکدیگرند و زاده یک مادر. آن چنان علوم در شاخه های مختلف، تخصصی شده است که ما حتی خویشی بخشهای مختلف فیزیک را نیز کم کم فراموش کرده ایم.

ما نمی آموزیم که مکانیک شاره ها و الکترومغناطیس از

بنیادهای نظری واحدی می توانند برخوردار باشند.

ما فراموش کرده ایم که آنها از تشابهات و تقارنهایی زیبا برخوردارند. ما مروج واگرایی علم شده ایم نه همگرایی آن. دیروز مطالب جالبی درباره رشد سرسام آور اندیشه های علمی سخن گفته شد و این سؤال مطرح شد کدام مبحث یا مباحث را باید در کتب درسی برگزید.

گفته شد باید انسانی را تربیت کنند که همیشه یادگیرنده باشد.

سؤال می کنیم انسانی که همیشه با حافظه اش اندیشه ها را می آموزد یا انسانی که خود مولد اندیشه است.

انسانی که کم می خواند اما در آنچه می خواند تعمق می کند. از واگرایی علم گفتیم و از رشد سرسام آور اندیشه ها. خوشبختانه در فن آوری این واگرایی تا حدودی به همگرایی مبدل شده است.

به عنوان مثال پنیوماتیک، هیدرولیک و الکترونیک از پایه های نظری یکسانی برخوردارند.

روز گذشته آقای دکتر هادی زاده از مانستگي ترمودینامیک و مکانیک سخن گفتند.

واقعاً هم اجزای مختلف علم فیزیک به لحاظ بنیادهای تئوریک مانسته یکدیگرند.

امروز خالقان فیزیک نوین کشف قوانین جدید را در تقارن ها و تشابه ها جستجو می کنند.

باز می پرسیم انسان خلاق کیست؟

انسان خلاق کسی است که بتواند اجزای هر سیستم را خوب طبقه بندی کند تقارن ها و تشابه های عناصر آن را بشناسد. قوانین و روابط حاکم آن را دریابد و آن را تعمیم دهد. مگر قوانین نیوتن تنها روش حل مسئله مکانیک است.

مگر نمی توان به روش لاکرانژ یا هامیلتون و یا امثال آن مسائل مکانیکی را حل کرد.

هامیلتون تربیت کردن یک چیز است و هامیلتونی شدن یک چیز دیگر.

باید به دانش آموزان یاد دهیم که چگونه سیستم ها را بشناسند چگونه آنها را طبقه بندی کنند و چگونه تشابه ها و تقارن ها را دریابند و قوانین و روابط آنرا تعمیم دهند اینها ابزار خلاقیت اند.

توان طبقه بندی - توان تقارن و تشابه یابی - توان کشف قوانین یا باز کشف آن و توان تعمیم قوانین.

ما باید اینها را در مغز دانش آموزانمان پروریم.

چگونه می توان تفکر را برانگیخت؟

اندیشه بشری با پرسش آغاز شد. پرسش زیبا اندیشه پرور است و شکوفنده. سؤال اگر بر جان نشیند انقلاب پیا می کند و تفکر را متحول می سازد. تحول مولوی از یک سؤال آغاز شد. فیزیکدانان می گویند جهان ما زیباست ما جهانی داریم: متقارن، متوازن و متناسب که با آهنگی دلپذیر به پیش می رود. به دانش آموزان مان باید بیاموزیم که این جلوه ها را دریابند.

گفتیم اندیشیدن با سؤال شروع می شود.

سؤالات نمونه

اجازه دهید با هم به فصل خازن ها از کتاب فیزیک ۳ مراجعه کنیم.

ابتدا از سؤالاتی ساده شروع می کنیم تا دانش آموزان را با مفاهیم خازن ها آشنا سازیم. سؤالاتی که دانش آموز ابتدا بتواند با تلاش کمتر به پاسخ برسد و امیدوار شود. آنگاه سؤالات را به سطوح بالاتر سوق می دهیم.

مثلاً می توان پرسید:

آیا قوانین حاکم بر خازن های الکتریکی را می توان به خازن های آب تعمیم داد. چگونه؟ چه تشابه هایی را می بینید؟ چه تفاوت هایی وجود دارد؟

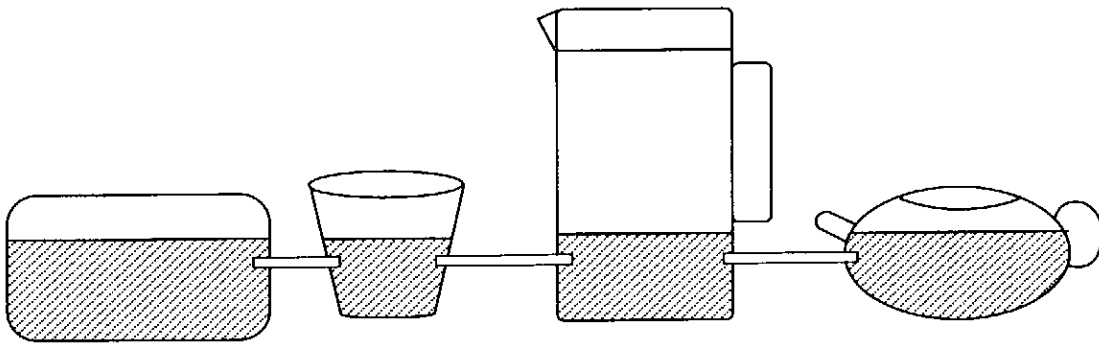
دانش آموزی که با این سؤال درگیر می شود. به چالش های فکری درمی افتد.

به آرامی پاسخ های اولیه ظاهر می شوند گرچه کامل و زیبا نیست اما می توان پرورد.

ممکن است ظرفیت خازن را با حجم ظرف آب متناظر بدانند و یا بگویند ظرفیت خازن آب عبارت است از نسبت جرم آب به پتانسیل گرانشی اختلاف دو سطح بالایی و پایینی آب و پاسخ هایی از این قبیل. باید دید کدام پاسخ ارزش عملی و کاربردی بیشتری دارد.

برخی از دانش آموزان ضریب دی الکتریک خازن الکتریکی را با ضریب کشسانی دیواره ظرف آب تشبیه می کنند همچنین خازن های موازی را متشابه ظروف مرتبطه که به یک منبع آب متصل شده اند متناظر می دانند.

در این صورت جرم کلی جابجا شده برابر مجموع جرمهاست.



$$C = \frac{\text{جرم } m}{\text{پتانسیل } v} \text{ ظرفیت}$$

و ظرفیت کل برابر مجموع ظرفیت ها

$$m = m_1 + m_2 + m_3$$

اینکه پاسخها تا چه حدود سودمند و کاربردی است یک طرف قضیه است.

طرف دیگر آن است که او در می یابد با تشبیه خازنهای می تواند درک و فهم خود را توسعه داده و تعمق بخشد. او باید به کمک این روش بتواند در صحنه هایی که آشنایی قبلی ندارد نفوذ کرده و به راحتی قواعد آن را بیابد. البته ممکن است تفاوت هایی هم میان خازنهای الکتریکی و خازنهای آب وجود داشته باشد مثلاً مفهوم القای بار خازنهای الکتریکی در خازنهای آب مصداق ندارد. ولی مفهوم القای خود می تواند زمینه سؤال دیگری باشد چگونه می تواند القای الکتریکی یا القای مغناطیسی را در مکانیک شاره ها همسازی کرد.

نمونه دیگری از این نوع سؤالات این است: چه شباهتی میان جریان الکتریکی با جریان آب در لوله ها وجود دارد؟ مثلاً جریان الکتریکی در محل گره تقسیم می شود دقیقاً شبیه تقسیم جریان آب در یک سه راهی آب است. و یا مقاومت الکتریکی شبیه لوله ای است که درون آن کاملاً ناهموار است و در مقابل جریان آب مقاومت ایجاد می کنند و فشار آب را کاهش می دهند.

به عنوان نمونه ای دیگر این سؤال را مطرح می کنیم: جسمی را درون ذغال در حال سوخت قرار می دهیم، دمای جسم تا چه میزان می تواند افزایش یابد.

آیا امکان دارد ذغال در حال سوخت از محیط گرم دریافت نماید؟

چه شرایطی را برای این امکان لازم می دانید؟

آیا برای دریافت و مبادله گرمای دو منبع می توان رابطه ای شبیه قانون کولن نوشت؟

در این سؤال ما می خواهیم، دید دانش آموز را در مورد منابع گرمایی تعمق دهیم.

ضمن آنکه ذهن او را در زمینه طبقه بندی اجزای مختلف فیزیک تقویت می کنیم و از تشابه این پدیده با پدیده های دیگر استفاده می کنیم.

خلاصه کنیم ما می خواهیم از مفاهیم ملموس و روزمره شروع کنیم آنگاه نگرش او را تقویت کنیم تا بتواند اجزای یک سیستم را طبقه بندی کند از تقارن ها و تشابهات بهره برداری کند و قوانین حاکم بر اجزای سیستم را دریابد و قوانین به دست آمده را تعمیم بخشد.

ما باید علاوه بر تدریس خازن الکتریکی سیستمهای خازن مانند را نیز به او بیاموزیم.

در این صورت است که دانش آموز ما کتاب های نخوانده را تولید می کند البته شاید برای برخی این سخن عجیب باشد ولی باید باور کنیم. که قابل انجام است بگذارید این بحث را با یک شعر به پایان ببریم.

من از این برکه های سرد و خاموش تفکر
سخت دلگیرم

بیا تا چشمه ای هرچند کوچک
ولی جوشان شویم آخر
بیا تا مولوی باشیم
هزاران بوعلی سازیم.



ذخیره اطلاعات در محیط های مغناطیسی

روح الله خلیلی بروجنی

چکیده: در این مقاله پس از معرفی مواد از لحاظ مغناطیسی و بیان ویژگیهای آنها، مواد مغناطیسی مناسب را برای ذخیره اطلاعات معرفی و روش ذخیره اطلاعات را بر روی این مواد مورد بررسی قرار می دهیم.

مواد مغناطیسی

مواد با توجه به رفتار آنها در یک میدان مغناطیسی خارجی به پنج نوع دیامغناطیس، پارامغناطیس، فرومغناطیس، آنتی فرومغناطیس و فری مغناطیس تقسیم بندی می شوند. به طور کلی سه عامل در منشاء مغناطیسی شدن یک ماده مؤثر است [۲]:

- الف - گشتاور اسپینی الکترونها
- ب - گشتاور مداری الکترونها
- ج - گشتاور القایی ناشی از میدان مغناطیسی خارجی که دو مورد اول در خاصیت پارا، فرو، آنتی فرو و فری مغناطیسی مواد نقش اساسی دارد و مورد سوم در خاصیت دیامغناطیسی مواد.

۱- دیامغناطیس

هرگاه یک ماده در معرض یک میدان مغناطیسی خارجی قرار بگیرد برهم کنش بین الکترونهای هر اتم و میدان مغناطیسی خارجی باعث القای یک گشتاور مغناطیسی در اتم می شود، این پدیده را دیامغناطیس می نامند. از آنجائی که همه مواد از اتم تشکیل شده اند، این پدیده در تمام مواد

پیشرفت شتابان علم و فن آوری در جهان امروز و به تبع آن افزایش خیره کننده اطلاعات و دانش بشر [۱]، نیاز به محیطهایی که بتوان در آنها اطلاعات را ذخیره نمود مورد توجه خاص قرار گرفته است. زیرا ذخیره اطلاعات به طریق سنتی نیاز به فضا و زمان زیادی برای ذخیره و بازیابی دارد. محیطهای مغناطیسی، یکی از محیطهای مناسب برای این منظور می باشند. دو ویژگی مهم این محیطها به شرح زیر است:

- ۱- ذخیره مقدار زیادی اطلاعات در یک فضای کوچک برای مدت زمان طولانی.
- ۲- بازیابی (بازخوانی) این اطلاعات در کمترین زمان ممکن، با کمترین توان مصرفی و کمترین واپسچش^۱. محیطهای مغناطیسی عموماً از جنس مواد فرو و فری مغناطیسی می باشند. به همین منظور در ابتدا نگاهی خواهیم داشت به تقسیم بندی مواد از لحاظ مغناطیسی و پس از آن به شرح روشهای ذخیره اطلاعات بر روی این مواد خواهیم پرداخت.

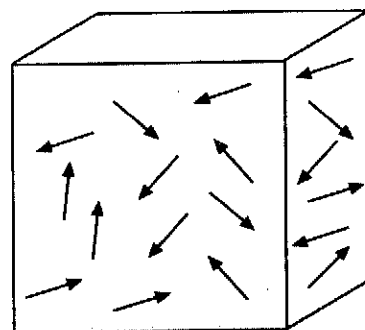
رخ می دهد. اما این ساختار الکترونی اتم است که در وجود یا عدم وجود یک گشتاور مغناطیسی دائم یا غیردائم در اتم نقش دارد. پدیده دیامغناطیس در اتمهای با پوسته بسته که در آنها جمع برداری گشتاورهای مداری و اسپینی صفر است بیشتر نمایان می شود. جهت گشتاورهای مغناطیسی القایی در ماده، مطابق قانون لنز، در جهتی است که با حضور میدان مغناطیسی خارجی مخالفت می کند. بیسموت، بریلیم، متان، دی اکسید کربن، شیشه و ... چند ماده دیامغناطیس هستند.

۲- پارامغناطیس

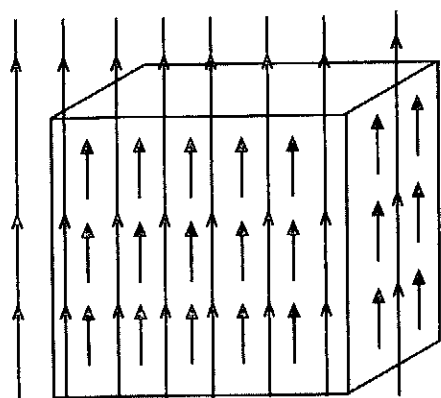
مواد پارامغناطیس موادی با ویژگیهای زیر می باشند:
الف - پوسته الکترونی اتمهای آنها بسته نمی باشد، بنابراین اتمهای آنها دارای یک گشتاور مغناطیسی دائم اند که منشاء آن همانطور که گفته شد گشتاور اسپینی و مداری الکترونهاست.

ب - در غیاب میدان مغناطیسی خارجی، جهت گشتاورهای دائمی اتمهای آنها به طور کاتوره ای در داخل ماده توزیع شده اند. زیرا نیرویی که باعث جفت شدگی بین این گشتاورها در داخل ماده می شود ضعیف است این نیرو به نیروی تبادلی^۲ موسوم است و منشاء آن کوانتومی است [۳].

ج - اگر این مواد در معرض یک میدان مغناطیسی خارجی قرار بگیرند، علاوه بر القای یک گشتاور مغناطیسی در اتمهای آنها (پدیده دیامغناطیس)، تعدادی از گشتاورهای مغناطیسی دائم اتمها در جهت میدان قرار می گیرند به طوری که با افزایش شدت میدان تعداد بیشتری از آنها با میدان هم راستا می شوند. اگر میدان مغناطیسی خارجی خیلی قوی باشد همه گشتاورهای مغناطیسی ماده در جهت میدان قرار می گیرند. با حذف میدان مغناطیسی خارجی دوباره جهت گشتاور مغناطیسی اتمهای جسم به حالت کاتوره ای باز می گردند.



شکل ۱- الف
یک ماده پارامغناطیس
را در غیاب میدان
مغناطیسی خارجی
نشان می دهد.



شکل ۱- ب
یک ماده پارامغناطیس در حضور یک میدان
مغناطیسی خارجی قوی

منگنز، پلاتین، آلومینیوم، هوا و ... جزء مواد پارامغناطیس محسوب می شوند.

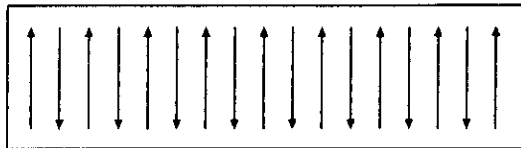
۳- فرو، آنتی فرو و فری مغناطیس

اگر برهم کنش و نیروی تبادلی بین گشتاورهای مغناطیسی (ناشی از حرکت مداری و اسپینی الکترونها در اتمهای با پوسته باز) قوی باشد جفت شدگی بین گشتاورهای مغناطیسی افزایش می یابد. مواد با توجه به نوع جهت گیری این گشتاورها به سه نوع فرو، آنتی فرو و فری مغناطیس تقسیم می شوند.

در مواد فرومغناطیس گشتاورهای مغناطیسی اتمهای ماده به صورت موازی و در یک جهت قرار می گیرند. این مواد در حالت عادی (در غیاب میدان مغناطیسی خارجی) دارای خاصیت مغناطیسی نیستند. زیرا هر ماده فرومغناطیس از حوزه های مغناطیسی زیادی تشکیل شده است که توسط دیواره هایی به نام دیوار بلوخ^۳ از یکدیگر جدا شده اند [۴]. به طوری که جهت گیری گشتاورهای مغناطیسی در هر حوزه مغناطیسی یکسان می باشد ولی در

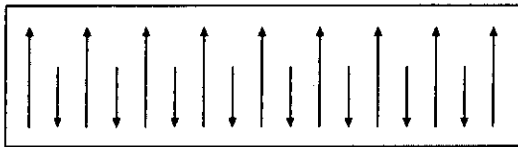
مجموع گشتاور مغناطیسی برآیند کل نمونه (مغناطاش نمونه) برابر صفر است.

مواد پاد(آنتی) فرومغناطیس نیز از حوزه‌هایی تشکیل شده‌اند که هر حوزه نیز از شبکه‌هایی شامل دو زیر شبکه A و B تشکیل شده است به طوری که جهت گشتاورهای مغناطیسی در زیر شبکه‌های A و B به صورت پاد موازی یکدیگرند. (شکل ۳). موادی مانند FeO, MnS, MnO ... جز مواد پاد فرومغناطیس هستند.



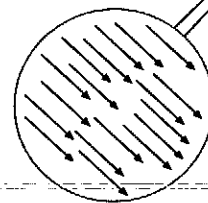
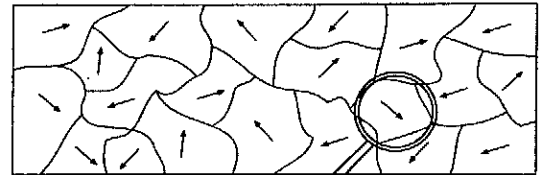
شکل ۳. یک حوزه مربوط به یک ماده پاد فرومغناطیس
بنابراین در مواد پاد فرومغناطیس برآیند گشتاورهای مغناطیسی در هر شبکه صفر می باشد.

مواد فری مغناطیس نیز مشابه مواد پاد فرومغناطیس می باشند با این تفاوت که اندازه گشتاورهای مغناطیسی در زیر شبکه‌های A و B برابر نمی باشد و در نتیجه برآیند گشتاورهای مغناطیسی در هر شبکه و حوزه مخالف صفر است. (شکل ۴)



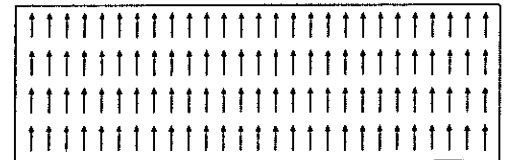
شکل ۴. یک حوزه مغناطیسی مربوط به یک ماده فری مغناطیس
بنابراین در مواد فری مغناطیس برآیند گشتاورهای مغناطیسی در هر شبکه مخالف صفر است.

هر گاه یک ماده فری مغناطیس در برابر یک میدان مغناطیسی خارجی نسبتاً قوی قرار بگیرد برآیند همه گشتاورهای مغناطیسی آنها در راستای میدان قرار می گیرند. ویژگی مهم این مواد این است که با حذف میدان مغناطیسی خارجی دیگر گشتاورهای مغناطیسی (حوزه‌ها) به حالت اولیه بازمی گردند و جسم خاصیت مغناطیسی را به صورت دائم در خود حفظ می کند (برخلاف مواد فرومغناطیس نرم که با حذف میدان، خاصیت مغناطیسی خود را از دست می دهند). این مواد در صنعت و فن آوری



شکل ۲. الف

یک ماده فرومغناطیسی در غیاب میدان مغناطیسی



شکل ۲. ب

یک ماده فرومغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی

حال اگر یک ماده فرومغناطیس را در معرض یک میدان مغناطیسی خارجی قرار دهیم، گشتاور مغناطیسی حوزه‌هایی که در جهت (یا تقریباً در جهت) میدان هستند هم جهت با آن قرار می گیرند به طوری که با افزایش شدت میدان به تدریج گشتاورهای مغناطیسی حوزه‌های دیگر نیز در جهت میدان ردیف می شوند و در نهایت ماده به یک تک حوزه مغناطیسی تبدیل می شود. با حذف میدان، پس از گذشت زمان کوتاهی ماده دوباره به حالت اولیه خود بازمی گردد و خاصیت مغناطیسی خود را از دست می دهد. آهن، کبالت، نیکل، گادولیم و دیسپزیوم جزء مواد فرومغناطیس محسوب می شوند.

از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند به طوری که به اختصار آنها را فریت می‌نامند. رابطه شیمیایی این مواد به صورت $M_0Fe_2O_3$ است، که در آن M یک کاتیون دوظرفیتی است و غالباً Zn ، Fe ، Ni ، Cd و Cu و یا Mg می‌باشد. [۵] معمولاً این مواد را فرومغناطیس سخت می‌نامند.

ویژگی مهم مواد فرو و فری مغناطیس

یکی از بارزترین مشخصات این مواد، منحنی مغناطیدگی یا چرخه پسماند^۴ می‌باشد. که در آن تغییرات مغناطیدگی جسم M (گشتاور مغناطیسی ماده در واحد حجم یا جرم) را بر حسب میدان مغناطیسی خارجی H رسم می‌کنند [۶]. دلیل وجود این چرخه ناشی از وجود حوزه‌های مغناطیسی در این مواد است. برآیند گشتاورهای مغناطیسی در هر حوزه مخالف صفر است ولی باتوجه به اینکه گشتاورهای حوزه‌های مختلف در جهت‌های متفاوتی می‌باشند، گشتاور برآیند نمونه صفر است. (نقطه O در شکل ۵). حال اگر این مواد را در یک میدان مغناطیسی قرار دهیم و میدان را بتدریج افزایش دهیم، ابتدا حجم حوزه‌هایی که گشتاور مغناطیسی آنها با میدان هم جهت (یا تقریباً هم جهت) است زیاد می‌شود و با افزایش شدت میدان، گشتاورهای حوزه‌های دیگر نیز به تدریج می‌چرخند و در جهت میدان قرار می‌گیرند و سرانجام در یک میدان مغناطیسی نسبتاً قوی گشتاور مغناطیسی تمام حوزه‌ها با میدان مغناطیسی هم جهت می‌شوند و کل نمونه به صورت یک تک حوزه مغناطیسی درمی‌آید. اکنون اگر میدان مغناطیسی خارجی را به تدریج کاهش دهیم گشتاورهای حوزه‌های مغناطیسی به حالت اولیه خود بازمی‌گردند، یعنی در غیاب میدان مغناطیسی، مغناطیدگی ماده صفر نمی‌شود و به عبارتی ماده از خود پسماند مغناطیسی نشان می‌دهد. در عمل به جای رسم منحنی $M-H$ ، منحنی $B-H$ را (که در آن B القای مغناطیسی درون ماده است) را رسم می‌کنند.

در این نمودار B پسماند مغناطیسی در ماده است و H میدان وادارنده جسم است که خاصیت مغناطیسی را در جسم حفظ می‌کند که معمولاً به آن نیروی وادارندگی^۵ می‌گویند. در مواد فرومغناطیس نیروی وادارنده H کوچک است به همین دلیل با حذف میدان مغناطیسی خارجی جسم پس از مدت زمانی کوتاه به حالت اولیه خود بازمی‌گردد. در حالی که در مواد فری مغناطیس نیروی وادارنده H بزرگ است و مانع آن می‌شود که در غیاب میدان خارجی جسم خاصیت (باقیماندگی) مغناطیسی خود را از دست بدهد. آن بخش از منحنی پسماند را که در ناحیه دوم قرار دارد (خط پیوسته در شکل ۵) منحنی و امغناطیدگی جسم می‌نامند.

چرا مواد فرو مغناطیس برای ذخیره اطلاعات مناسب‌اند؟

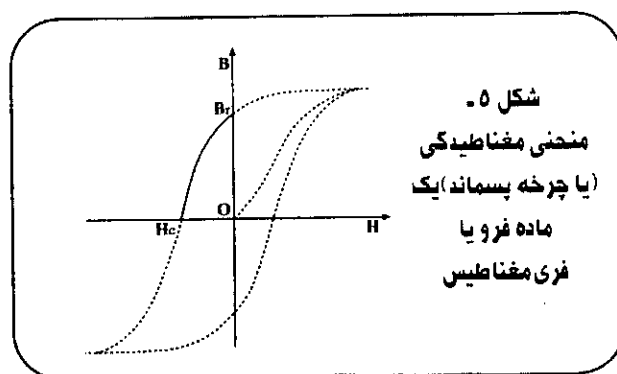
باتوجه به آنچه گفته شد یک محیط مناسب برای ذخیره اطلاعات باید دارای شرایط زیر باشد:

(الف) ذخیره مقدار زیادی اطلاعات در یک فضای کوچک (B بزرگ)
(ب) حفظ این اطلاعات برای یک مدت زمان طولانی (H بزرگ)

(ج) ذخیره و بازیابی اطلاعات با توان مصرفی کم
سه ویژگی بالا در مواد فرو مغناطیس وجود دارد و از این جهت این مواد برای ذخیره اطلاعات مناسب‌اند.

تاریخچه ضبط (ذخیره) مغناطیسی

ضبط مغناطیسی با استفاده از تبدیل نوسانات صوتی به نوسانات الکتریکی (توسط میکروفن و تقویت کننده) و تبدیل این جریان الکتریکی به یک میدان مغناطیسی توسط یک هد (که باید از جنس یک ماده فرومغناطیس باشد) و اعمال این میدان مغناطیسی بر روی یک محیط مغناطیسی مناسب (از جنس یک ماده فرو مغناطیس) امکان پذیر است. ضبط صدای انسان نخستین بار در سال ۱۸۹۸ میلادی توسط پولسن (Poulsen) ابداع گردید. ایشان نوسانات صوتی را توسط یک الکترومگنت که به یک میکروفن وصل شده بود بر روی یک میله استیل (آهن با ۱ درصد کربن) ذخیره نمود. مجموعه دستگاهی که ایشان فراهم نموده بود به تلگرافون موسوم بود. عیب عمده این



دستگاه نوفه (Noise) زیاد در هنگام بازیابی اطلاعات ذخیره شده بود.

در سال ۱۹۲۰ با افزایش کیفیت آمپلی فایرها، بازیابی اطلاعات با نوفه کمتری همراه شد. در سال ۱۹۲۱ با اختراع روش ضبط (ac biasing method) این نوفه ها به میزان قابل توجهی کاهش یافت.

نوارهای ضبط شنیداری ATR نخستین بار با آغشته کردن یک نوار کاغذی مخصوص با یک مایع فری مغناطیس در سال ۱۹۲۷ توسط یک شرکت آمریکایی ابداع گردید و همزمان در آلمان این نوارها با استفاده از نوار کاغذی آغشته به پودر آهن ساخته شدند. در سال ۱۹۴۷ با همکاری سه شرکت آمریکایی نوارهای اکسید آهن ابداع گردیدند و در سال ۱۹۵۰ نوارهای ضبط دیداری VTR و همچنین درایوهای دیسک مغناطیسی MDD ساخته شدند. در اواخر دهه ۱۹۶۰ میلادی نوارهایی از جنس دی اکسید کروم و در

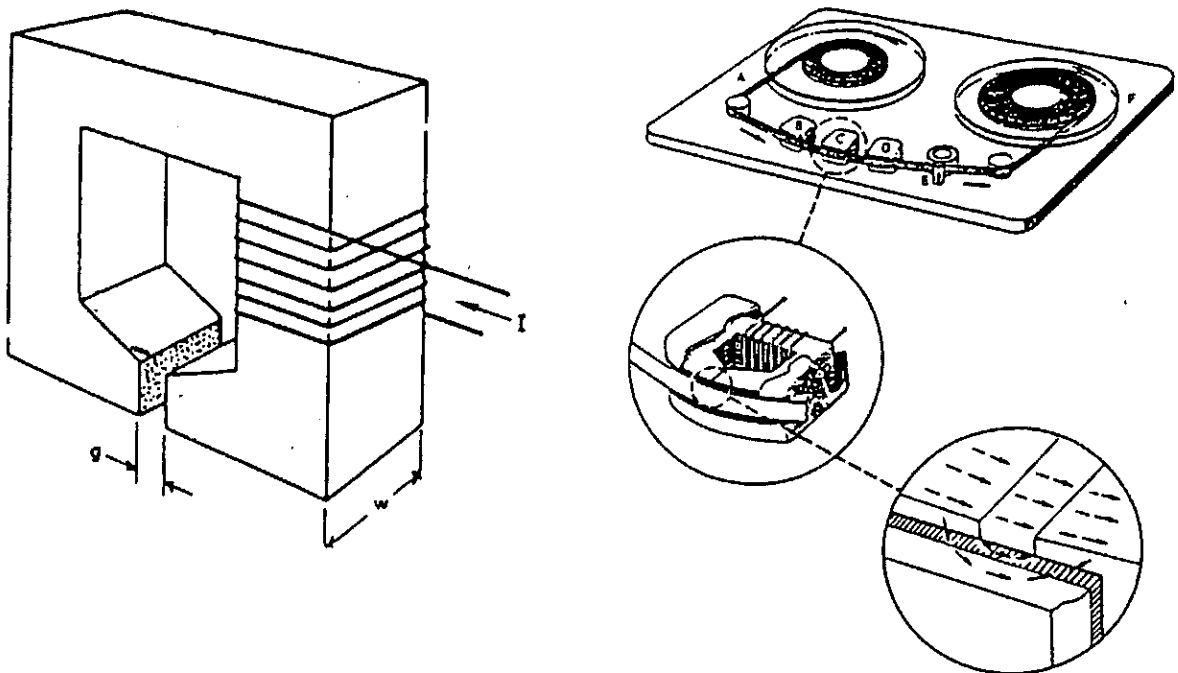
اوایل دهه ۱۹۷۰ نیز نوارهایی از جنس اکسید آهن تعمیم یافته با کبالت ساخته شدند. در اوایل دهه ۱۹۸۰ نیز نوارهای متال از جنس ذرات بسیار ریز فلزی (پودر آهن) به بازار عرضه شدند. [۷]

فرآیند ذخیره و بازیابی اطلاعات از محیطهای مغناطیسی همانطور که گفته شد عمل ذخیره سازی مغناطیسی (اعم از صوت و تصویر) با تبدیل نوسانات صوتی (تصویری) به نوسانات الکتریکی و تبدیل این جریان الکتریکی به یک میدان مغناطیسی توسط هد و اعمال این میدان بر روی یک محیط مغناطیسی مناسب امکان پذیر است. (شکل ۶)

برای بازیابی اطلاعات فرآیند بالا عکس می شود. یعنی نوار را از مقابل یک هد مغناطیسی عبور می دهند، در نتیجه

شکل ۶-

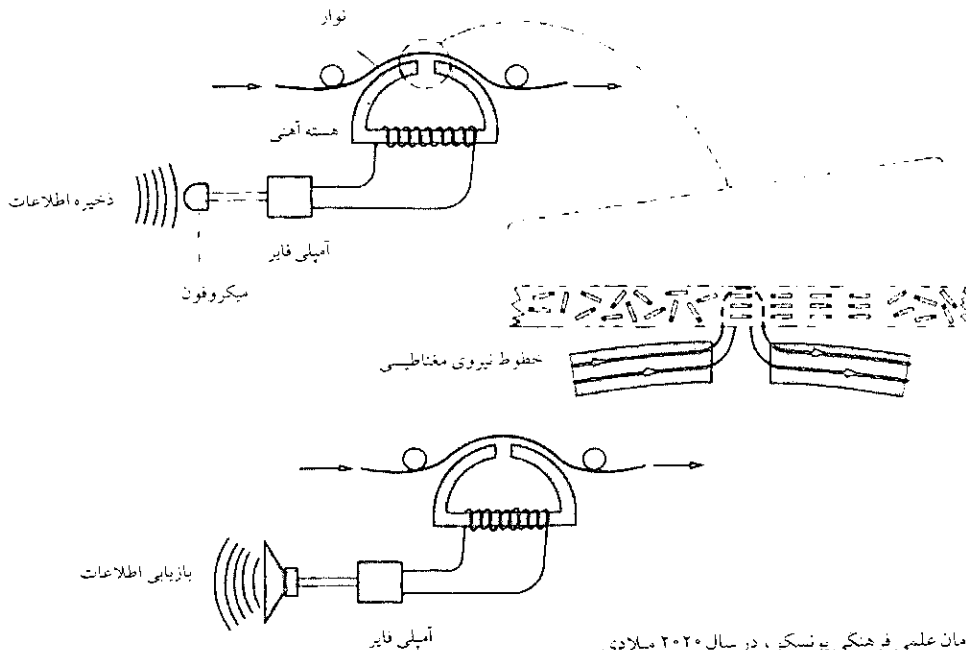
ساختمان یک هد مغناطیسی را نشان می دهد



بر اثر خاصیت مغناطیسی نوار، یک میدان مغناطیسی در هد القاء می شود و این میدان مغناطیسی باعث ایجاد یک جریان الکتریکی می شود که توسط یک مبدل به نوسانات صوتی تبدیل می شود. (شکل ۷)

شکل ۷.

فرآیند ذخیره و بازخوانی اطلاعات را نشان می دهد



یادداشتها و مراجع

[۱]. طبق برآورد سازمان علمی فرهنگی یونسکو، در سال ۲۰۲۰ میلادی هر ۷۸ روز یک بار حجم اطلاعات بشر دو برابر می شود. به تعبیری دیگر نیمه عمر دانش بشر در زمانی نه چندان دور به کمتر از ۴۰ روز می رسد. [۲]. چارلز کتیل - «آشنایی با فیزیک حالت جامد» - فصل ۱۴ - مرکز نشر دانشگاهی - ۱۳۶۷

[۳]. Cullity B. D., «Introduction to Magnetic Materials», Chp. 4, page. 131, Addison Wesley, Inc. (1972).

[۴]. دیوار بلوخ حوزه های مغناطیسی مجاور را که جهت گشتاورهای مغناطیسی در آنها متفاوت است را از یکدیگر جدا می کند. زیرا تغییر جهت در گشتاورهای مغناطیسی اتمهای یک حوزه و حوزه مجاور آن به صورت یک برش ناپیوسته بر روی یک تک صفحه اتمی رخ نمی دهد. بلکه به طور تدریجی بر روی تعداد زیادی از صفحات اتمی صورت می گیرد (شکل ۸). می توان نشان داد وقتی این تغییر بر روی تعداد زیادی از گشتاورهای اتمی توزیع می شود، انرژی تبادل پائین تر و در نتیجه سیستم پایدارتر است. محاسبه نشان می دهد ضخامت این دیوار برای آهن حدود ۳۰۰۸ (یعنی تقریباً ۱۲۰ صفحه اتمی) می باشد. برای شرح بیشتر به فصل پنجم مرجع شماره [۳] و یا فصل پانزدهم مرجع شماره [۲] مراجعه کنید.

[۵]. بیش از نیمی از تولید آهنرباهای جهان از نوع آهنرباهای فریتی یا سرامیکی می باشد که فرمول شیمیایی آنها به صورت Mo.Fe.O می باشد که در این فرمول M یکی از عناصر استرانسیوم (Sr)، باریوم (Ba)، سرب (Pb) و یا مخلوطی از آنها می باشد، و n نیز بین ۵ تا ۶ تغییر می کند. به دلیل آنکه حدود ۹۰ درصد ماده اولیه این آهنرباها ماده ارزان قیمت اکسید آهن سه ظرفیتی می باشد، هزینه تولید آنها بسیار کم می باشد. پروژه کارشناسی ارشد نگارنده این مسطور تحت عنوان «تهیه و مطالعه آهنربای فریت استرانسیوم» در گروه فیزیک دانشگاه اصفهان انجام شده است.

$$\vec{B} = \mu_0 (\vec{H} + \vec{M}) \quad [۶]$$

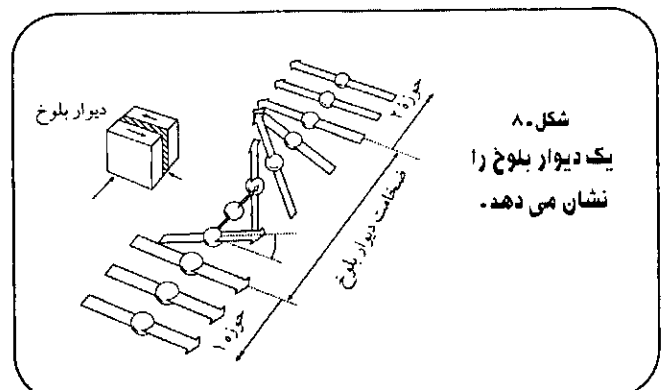
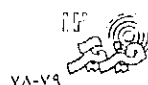
در این رابطه $\vec{H}$ میدان مغناطیسی خارجی، $\vec{M}$ مغناطش ماده و $\vec{B}$ القای مغناطیسی می باشد. در خلاء $\vec{M} = 0$ و در نتیجه خواهیم داشت:

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H}$$

[۷]. برای شرح بیشتر درباره تاریخچه ضبط مغناطیسی به مقاله «صد سال حافظه مغناطیسی» مندرج در شماره ۵۲ رشد فیزیک مراجعه کنید.

زیرنویس:

1. Distortion
2. Exchange Forces
3. Bloch Walls
4. Hysteresis Loops
5. Coercive Force



نایب‌داری ریلی-تیلور در یچه ای

جذاب به مطالعه

دینامیک شاره‌ها

رابرت. اف. بنیامین
مترجم: پروین غفاریان

تاریخچه

آنچه اکنون به نام نایب‌داری ریلی-تیلور معروف است (RTI) از جمله پدیده‌های دوبار کشف شده در فیزیک است. لرد ریلی (جان ویلیام استروت، ۱۸۴۲-۱۹۱۹) حدود ۱۲۰ سال پیش این اثر را در جریان لایه لایه شدن و ابرها کشف کرد. یافته‌های او به مدت نیم قرن نهفته ماند تا جفری. ا. تیلور (۱۸۸۶-۱۹۷۷) در طول جنگ دوم جهانی آن را دوباره کشف و همراه با آزمایش‌های تأیید کننده در سال ۱۹۵۰ منتشر ساخت. تحقیقات تیلور به منظور عملی مشخص کردن انفجارهای زیرآبی صورت می‌گرفت؛ همچنین در طراحی اولین بمب اتمی تأثیر داشت. در خلال سالهای ۱۹۵۰ به این اثر در نشریات علمی به عنوان نایب‌داری ریلی ارجاع می‌شد زیرا تیلور از کار قبلی ریلی آگاه نبود. پس از رساله جامع چاندراشکر درباره نایب‌داریها در سال ۱۹۶۱ اصطلاح نایب‌داری ریلی-تیلور رواج یافت.

مطالعه شاره‌ها برای اغلب محصلان یک موضوع خشک و بی روح است. وقتی که جوانان به سن کالج یا دبیرستان می‌رسند معلومات علمی آنها از شاره‌ها عموماً شامل معلومات سطحی از چگالی، فشار شاره و کشش سطحی بوده و ممکن است معلومات سطحی از ارشمیدس، برنولی یا شناوری داشته باشد. علاقه دانشجویان به یادگیری چیزهایی درباره شاره‌ها اغلب چندان زیاد نیست، ولی تجربه روزمره آنها درباره شاره‌ها نسبتاً وسیع است. آنها می‌توانند ارزش زیبایی شناختی جریانات پیچیده، از قبیل آشناری از شاره‌های ناپایدار را احساس کنند. با این حال آنها از علم و کاربردهای دینامیک شاره‌ها آگاهی ندارند. متأسفانه، تجربه و درک علمی ارتباط چندان با هم ندارند و اهمیت علمی

دینامیک شاره‌ها اغلب احساس نمی‌شود. به هر حال این موضوع تأثیر زیادی در زندگی ما دارد که شامل سرعت حرکت یک هواپیمای جت تا چگونگی خروج آب از شیر می‌شود.

من دریافته‌ام که مطالعه کمی موجکها و پخش می‌تواند عامل مؤثری در به هم پیوستن تجربه و مفاهیم کلاسی درس حتی برای بچه‌های جوان باشد. فعالیت‌هایی که در این مقاله شرح داده شده‌اند، در ابتدا برای کلاسهای ۵ تا ۹ طرح مشترک بین آزمایشگاه ملی لوس آلاموس و مؤسسه آموزشی آیمز^۱ (AIMS)، (فعالیت‌های یکپارچه سازی ریاضی و علوم) بودند. شرکت کننده‌ها در کارگاه (معلمها و محصلان و غیره) متوجه شدند که چطور آزمایش‌ها به راستی با ویژگی‌های اصلی شاره‌ها ارتباط دارند. میان بعضی از آزمایش‌های «فیزیک آشپزخانه» و پدیده‌هایی بزرگ مقیاس از قبیل دینامیک اقیانوسها، همچنین مسائل کاربردی از قبیل طرح ظروف تجارتنی، ارتباط برقرار شده است. شرکت کننده‌ها، درک عمیقی از چگالی و فشار را با کنار آمدن با رویدادهایی به ظاهر «نامرتب» کسب می‌کنند. تجربه‌های فیزیکی که از کارگاه به دست آوردم، مرا قانع کرد که فعالیت‌های انجام شده در اینجا برای سطوح دبیرستان و کالج بسیار مناسب هستند. مهمترین امتیاز این آزمایش‌ها کم هزینه بودن، ارزش و سادگی آنهاست. انجام دادن آنها به عنوان فعالیت‌هایی برای گروه‌های ۲ الی ۶ نفره آسان است، اگرچه اغلب می‌توانند نمایش‌های تک نفری جالب توجهی نیز باشند. بهتر است که آزمایش‌های بر مبنای آب را روی یک دستشویی انجام دهیم تا باعث آلودگی اطراف

نشود.

استفاده نکنید، تا مانع از تغییرات فشار آب بر اثر فشار دادن ظرف شوید. (قطر دهانه ظرف باید بیش از ۲۰ میلیمتر باشد. دهانه ظرف را با یک مقوا بپوشانید (برای مثال کارت بازی) و ظرف را معکوس کنید در حالی که کارت را نگه داشته اید تا آب درون ظرف باقی بماند. حدود ۱۵ ثانیه صبر کنید تا جریانه‌های آب داخل ظرف میراث شوند و سپس با دقت کارت را بردارید. مشاهده می کنید که آب دستشویی زیر آن می ریزد. بنابراین، وقتی که ما سعی می کنیم یک فصل مشترک هوا و آب بالای آن را ایجاد کنیم، فصل مشترک ناپایدار است و شبیه به سطح پایدار حوض نیست. موجکها در سطح آب ظرف وارونه به سرعت در سراسر هوای زیرین جریان می یابند. هنگامی که سعی می کنیم، حوض را با جایگزین کردن آب در بالای هوا معکوس کنیم، فصل مشترک هوا و آب بالای آن سریعاً از شکل واقعی خارج می شود و آب از ظرف به بیرون می ریزد (شکل ۱ را ببیند).

آزمایشها

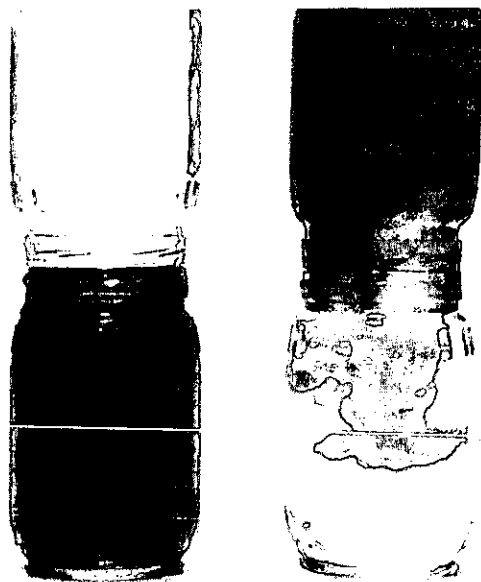
گسترش موجکهای کوچک به موجکهای بزرگ در فصل مشترک افقی میان دو شاره، در حالی که شاره با چگالی زیاد در بالا قرار گرفته است همان ناپایداری ریلی-تیلور (RTI) است. ' یک «فصل مشترک شاره»، مرز میان دو شاره است، مانند سطح یک استخر که مرز میان یک مایع (آب) در زیر یک گاز (هوا) است.

آزمایش ۱

به فصل مشترک یک شاره پایدار که برای همه ما آشناست نگاه کنید. در یک روز آرام در کنار لبه های یک حوض بایستید، سطح آب مانند شیشه کاملاً صاف است. یک سنگ به داخل حوض پرتاب کنید، موجکها و گسترش آنها را در یک طرح دایره ای وسیع به سمت خارج مشاهده می کنید. موجکها کم می شوند و بعد از یک زمان کوتاهی از بین می روند و سطح حوض دوباره مانند شیشه صاف می شود. به سطح آب به عنوان فصل مشترک آب در زیر و هوای بالای آن نگاه کنید. این تضعیف طبیعی موجکها علامت آن است که سطح آب یک فصل مشترک شاره پایدار است. (برخلاف، موجکهای فصل مشترک شاره ناپایدار که بزرگتر می شوند) فصل مشترک پایدار حوض، شاره با چگالی بزرگتر (آب) را در پایین و شاره با چگالی کوچکتر (هوا) را در بالا دارد. در سطح، فشار آب مساوی فشار هوا است، گرچه آب و هوا چگالیهای کاملاً متفاوتی دارند.

آزمایش ۲

آزمایش ۲، یک سطح ناپایدار شاره را مورد بررسی قرار می دهد. آزمایش ۱ را اکنون با حوض در بالا تکرار کنید، یعنی آب در بالای هوا است. از آنجا که ما نمی توانیم حوض را وارون کنیم. یک آزمایش «فیزیک آشپزخانه ای» را با یک ظرف دهان گشاد آب انجام می دهیم. یک ظرف شیشه ای را از آب پر کنید (برای این آزمایش و آزمایشهای بعدی از ظرف شیشه ای استفاده کنید و از ظرف پلاستیکی



شکل ۱- این نمودار طرح وارده گسترش موجکها را (که ناپایداری ریلی-تیلور است) در فصل مشترک هوا و آب بالای آن هنگامی که یک مایع از ظرف بیرون می ریزد را نشان می دهد. شکل واقعی موجکها تحت تأثیر کشش سطحی است.

اکثر محصلان و معلمان با مشاهدات آزمایش ۲ توافق دارند، اما با توضیح اینکه ریخته شدن آب، نتیجه‌ای از گسترش موجکها در فصل مشترک هوا و آب بالای آن است، موافق نیستند. معمولاً آنها می‌گویند که آب سنگین‌تر از هوا است، یعنی اینکه هوای زیر ظرف معکوس آب، نمی‌تواند آب را تحمل کند. برای اینکه فشار آب بیشتر از فشار هوا است، یا ممکن است آنها بگویند که جاذبه، نه موجکها، باعث می‌شود که آب بیرون بریزد. مطمئناً جاذبه عامل مهمی است، اما آیا موجکها مهم نیستند؟

آزمایش ۳

آزمایش ۳، تلاشی برای به دام انداختن آب ظرف معکوس با مسدود کردن موجکهاست. آزمایش ۲ را انجام دهید، اما بعد از اینکه ظرف معکوس شد و جریانها در آب از بین رفت کارت را در جای خود باقی بگذارید. به تدریج کارت را حرکت دهید به طوری که همچنان دهانه ظرف را بپوشاند، مشاهده می‌کنید که کارت در جای خود باقی می‌ماند و آب را نگه می‌دارد! بسیاری از محصلان این فعالیت را به صورت شعبده‌بازی دیده بودند، اما در مورد آن فکر نکرده بودند. این مشاهدات تردیدهایی را به وجود می‌آورد که ریزش آب در آزمایش ۲ بدین دلیل رخ می‌دهد که فشار آب بیشتر از فشار هوا است یا اینکه آب سنگین‌تر از هوا است. توانایی کارت برای نگه داشتن آب درون ظرف معکوس دال بر آن است که فشار آب در بالای کارت تقریباً مساوی با فشار زیر کارت است. حتی با وجود اینکه آب در سطح دریا ۸۰۰ برابر چگالتر از هوا است، فشار سطح اقیانوسها (فقط نزدیک هوا یا درست در داخل آب) مساوی با یک جو است. فشار هوای سطح دریا حقیقتاً مساوی با فشار در زیر یک ستون باریک به ارتفاع ۱۰ متر است، بنابراین ظرف آب می‌تواند بیشتر از ۳ برابر این ارتفاع، موجودی داشته باشد و کارت باید به راحتی آب را نگه دارد. توجه کنید که کارت عملاً مانع از گسترش موجکهای آب در فصل مشترک آب/کارت می‌شود.

چسبیدن کارت به لبه ظرف، نکته‌ای از آزمایش ۳ است. یک قطره باریک آب میان کارت و لبه ظرف تشکیل می‌شود که می‌توان آن را مشاهده کرد. نیروی مربوط به این چسبندگی کوچک است، و می‌توان آن را به طور تجربی

با زدن ضرباتی که آن را از ظرف جدا کند تعیین کرد و بدین وسیله آب بیرون می‌ریزد. بنابراین، این چسبندگی باعث می‌شود که فشار در سطح آب در تماس با کارت اندکی بیشتر از فشار هوا شود.

یک مدل برای شرح آزمایش ۳ این است که هوای بالای آب دارای یک خلأ جزئی است و این فشار کاهش یافته آب را در ظرف نگه می‌دارد. اگر این توضیح کامل بود، می‌توانستیم کارت را برداریم و آب در ظرف باقی می‌ماند. اما در آزمایش ۲، دیدیم که آب از ظرف بیرون می‌ریزد، فشار در فضای هوای بالای آب اندکی کمتر از فشار محیط است. اما این باقی ماندن آب در بالای کارت را توجیه نمی‌کند. گزارش توجیه «خلأ جزئی» همه داستان نیست.

آزمایش ۴

آزمایش ۴، مشکل چسبندگی آب با کارت را برطرف می‌کند، و نمایش جالبتری از نقش موجکها در ریختن آب در اختیار ما می‌گذارد. ظرف را با آب پر کنید و با یک پارچه بپوشانید، بگذارید تا پارچه تر شود. پارچه را به آرامی سوراخ کنید تا ببینید که چقدر شکننده است یا چه نیروی کمی برای پاره کردن آن لازم است. پارچه را بردارید و ظرف پر از آب را با پارچه دیگری بپوشانید و دوباره بگذارید تا پارچه مرطوب و صاف شود. برای راحتی، یک کش را برای بستن بقایای پارچه‌ای که در اطراف ظرف است به کار برید تا آویخته و شل نباشد. سپس یک کارت را روی دهانه پوشش پارچه‌ای قرار دهید و سپس ظرف را معکوس کنید، بگذارید جریان آب میرا شود و کارت را بردارید. جالب توجه است که پارچه، آب درون ظرف را نگه می‌دارد! پارچه مرطوب کاملاً شکننده است، بنابراین نیروی کمی برای تحمل آب درون ظرف دارد. مشاهده می‌کنید که پارچه به سمت پایین آویزان نشده (شکم نداده)، بلکه به شکل یک گنبد هموار به طرف بالای ظرف امتداد یافته است. پارچه در واقع از تشکیل موجکها در فصل مشترک آب/پارچه/هوا جلوگیری می‌کند. در واقع پارچه باعث می‌شود که کشش سطحی آب، سطح را صاف نگه دارد. جلوگیری از تشکیل موجکها، از ریزش آب جلوگیری می‌کند!

آزمایش ۵

این آزمایش نقش موجکها را بیشتر بررسی می کند. این بار از مانعی استفاده کنید که از پارچه پر منفذ تر باشد. پارچه آزمایش ۴ را با یک تکه تور عوض کنید. یک بسته نوارهای پانسمان ۲ در ۲ وسیله مناسبی است. بسته را باز کنید و پارچه پشتیبان را بردارید. بنابراین شما یک تکه تور دارید که اندازه منافذش میلیمتری است. همانند پارچه، تور را روی دهانه ظرف ببندید و آن را با یک کش محکم کنید. حالا آب را از وسط تور به داخل ظرف بریزید به وضوح مشاهده می کنیم که آب در تور نفوذ می کند. سپس روی تور را با یک کارت بپوشانید و در این موقع ظرف را معکوس کنید. حدود ۱۵ ثانیه صبر کنید و با دقت کارت را بردارید، می بینید که تور آب را در ظرف نگه می دارد، ممکن است چند قطره آب بیرون بچکد، اما بیشترین آب درون ظرف باقی می ماند. شما می توانید مقداری آب را با تکان دادن یا کج کردن ظرف، که باعث تولید موجکهایی می شود که ناپایداری ریلی - تیلور را تولید می کنند بیرون بریزید.

مثل قبل توضیح آن است که ناپایداری ریلی - تیلور (RTI) باعث گسترش موجکها در فصل مشترک هوا و آب بالای آن و ریزش آب به بیرون می شود. تور در ترکیب با کشش سطحی، موجکها را سرکوب می کند بنابراین مانع ناپایداری ریلی - تیلور می شود و آب داخل ظرف معکوس شده، باقی می ماند. تکان دادن یا کج کردن ظرف موجکهای خیلی بزرگی تولید می کند که کشش سطحی نمی تواند از گسترش یافتن آنها جلوگیری کند، بنابراین آب بیرون می ریزد. کشش سطحی تمایل سطح به داشتن رفتاری مانند پوست یا لایه است. کشش سطحی آب خالص برای فرونشانی موجکهای کوچک روی دهانه ظرفی که قطرش بیشتر از ۱۰ میلی متر باشد کافی است. کشش سطحی اکثر مایعات دیگر کمتر از آب است، بنابراین ظرفهایی با دهانه کوچکتری مانع از ریزش آنها می شود. برای خروج مایع بطریهای جاشنی سس و فلفل تند ما باید سربطری را بجر خانیم و تکان دهیم تا RTI (ناپایداری ریلی - تیلور) به وجود آید، زیرا این بطریها طوری ساخته شده اند که از ریخته شدن محتویاتشان به بیرون جلوگیری شود. دانش آموزان متوجه ارزش آزمایش ۵ به عنوان یک دیسود شماره ای سحرآمیز نیز خواهند شد. زیرا آب درون ظرف از

تور وارد بطری می شود، اما وقتی ظرف عمودی است (کج نشده) از آن خارج نمی شود. این «شگرد» مانند به دام انداختن آب در یک نی نوشیدنی با پوشاندن نی با یک انگشت قبل از بلند کردن آن از یک لیوان پر از آب است.

آزمایش ۶

آزمایش ۶، ادامه، آزمایش ۵ است و محدودیت کشش سطحی را برای فرونشانی مژکها می آزماید. یک تکه پارچه حصیری را به جای تور قرار دهید. پارچه حصیر جسم بافته شده ای است در حالی که تور چنین نیست (اگر توری که در آزمایش ۵ از آن استفاده کرده اید بافته شده است نیازی به آزمودن پارچه حصیری نیست). در ابتدا، آزمایش ۵ را تکرار کنید و مطمئن شوید که بافت پارچه کاملاً محکم است که ظرف محتوی آب معکوس شده را نگه دارد، سپس طرف راست ظرف را بالا ببرید و یک مداد یا جسم نوک دار را برای به حرکت در آوردن تارهای پارچه حصیری به کار ببرید به طوری که فاصله بین تار و پودها را افزایش دهد. (برای مثال، تار و پودها را طوری حرکت دهید که به جای سوراخهای ۲ در ۲ میلیمتری که مشخصه پارچه حصیری است، سوراخهای ۳ در ۳ میلیمتری ایجاد شود). حالا آزمایش را تکرار کنید و ببینید آیا آب داخل ظرف می ماند، اگر چنین باشد ظرف را کج کنید و تکان دهید تا استحکام فصل مشترک را تعیین کنید. توجه کنید که شکنندگی فصل مشترک هوا و آب بالای آن، با بزرگتر شدن دهانه افزایش می یابد. ما به حد قابلیت کشش سطحی برای فرونشانی موجکها نزدیک می شویم. آزمایش را با پارچه حصیری که سرخ هایش بزرگتر شده است تکرار کنید تا به حد فرونشانی موجکها توسط کشش سطحی برسید. این حد به کشش سطحی آب بستگی دارد که تابع منبع آب است (برای مثال، آب شیر، آب پخش شده، آب بدون یون، آب در بطری) چون ناخالصیها در کشش سطحی مؤثرند. این آزمایش به ما کمک می کند تا بفهمیم چطور ناپایداری ریلی - تیلور (RTI) در ساختن بطریهای مایعات خاص از فیصل سس سوی اساسی است. آیا مهندسان (سازندگان) بطریها درباره RTI چیزی می دانند؟ در عمل بله، به لحاظ نظری شاید نه.

آزمایش ۷

شماره با چگالی پائین است.

آزمایش ۷، اثرات کشش سطحی را بررسی می کند. ما دریافته ایم که کشش سطحی می تواند با فرونشانی موجدکها مانع از به وجود آمدن ناپایداری ریلی-تیلور (RTI) شود. بنابراین، اکنون کشش سطحی آب را با افزودن کمی صابون مایع به آب کاهش می دهیم و آزمایش ۵ و ۶ را تکرار می کنیم. نتایج متفاوتی را خواهیم یافت. زیرا کشش سطحی کاهش یافته تأثیر کمتری برای فرونشانی قرار دادن موجدکها دارد. برای مثال، بیشترین اندازه دهانه سوراخ پارچه حصیری حصیر که آب را محدود می کند، برای آب صابون کوچکتر از آب شیر است.

آزمایش ۸

آزمایش ۸، فصل مشترکهای را به جز آب/هوا بررسی می کند. به ویژه دوشاره ای که چگالیهایشان به هم نزدیک باشد. یک فصل مشترک را که کشش سطحی ندارد بررسی می کنیم (فصل مشترک آب/هوا چنین نیست). فصل مشترک (آب شیرین) و آب نمک یک موضوع خوبی است برای اینکه تهیه آن در آزمایشگاه یا آشپزخانه آسان است، و نتایجش به ما کمک خواهد کرد تا مخلوط شدن آب شیرین و آب نمک را در جایی که رودخانه به دریا یا اقیانوس می ریزد را بفهمیم. به دوتا ظرف شیشه ای مشابه یکی برای آب شیرین و دیگری برای آب شور نیاز داریم. ظرف غذای بچه یا بطری آب میوه ۱۰ اونس برای این کار مناسب هستند. یکی از شیشه ها را با $\frac{1}{8}$ قاشق غذاخوری از نمک (حدود ۷/۰ گرم)، یا محتوای بسته نمکی که در هواپیما استفاده می شود برای این کار مناسب است. برای تشخیص دادن آب شور از آب شیرین، یک قطره رنگ غذا را به آب نمک اضافه کنید.

رنگی که اضافه کرده ایم نباید چگالی را تغییر دهد. نمک و رنگ را برای به دست آوردن یک محلول یکنواخت از آب نمک و رنگ مخلوط کنید. این ظرف حاوی شماره با چگالی بالاتر است و می توان آن را چنین علامت گذاری کرد. ظرف دیگر را با آب شیرین پر کنید، یعنی اینکه از آب شیر و بطری بدون گاز استفاده کنید. این ظرف حاوی

آزمایش ۸، بخش اول

این قسمت شامل آزمایش پایداری فصل مشترک آب شیرین روی آب نمک و سپس آزمایش فصل مشترک آب نمک روی آب شیرین است. مطمئن شوید که هر دو ظرف تا لبه پر هستند و سپس ظرف محتوی آب شیرین را با یک کارت بپوشانید. ترجیحاً از کارت های پلاستیکی بازی یا کارت های ورقه ای استفاده کنید.

ظرف آب شیرین را در حالی که کارت سر جای خود است معکوس کنید و به دقت این ظرف را روی ظرف آب نمک قرار دهید. ظرفها را طوری روی هم قرار دهید که وقتی کارت را برمی دارید لبه ها باهم مماس باشند. بعد از اینکه ظرفها را روی هم گذاشتید حدود ۱۵ ثانیه صبر کنید تا جریانهای آب از بین بروند. کارت را طوری بردارید که ظرفها کاملاً عمودی روی هم قرار گرفته باشند. این کار در ابتدا مشکل به نظر می رسد، اما هنگام آزمایش کردن می بینیم که این کار به آسانی انجام می شود، چون کشش سطحی آب مهر لغزندگی مؤثری را میان لبه ها و کارت به وجود می آورد که نشت را کمینه می کند. بعد از اینکه کارت را برداشتید در فصل مشترک آب نمک و آب شیرین روی آن، پایداری مشاهده خواهید کرد. برای اینکه اندازه گیری مشخصی داشته باشیم از آب رنگی استفاده کرده ایم. همچنین شما خواهید دید که آب شیرین در بالا و آب نمک رنگی در پائین می ماند و هیچ آمیختگی شدید وجود ندارد، اگرچه ممکن است اختلاط مختصری در فصل مشترک به عمق یک یا دو میلی متر به واسطه جریان برشی حاصل از برداشتن کارت به وجود آید. بگذارید سیستم آب نمک و آب شیرین برای چندین دقیقه باقی بماند، اما هیچ آمیختگی اضافی را مشاهده نخواهید کرد. من این سیستم را به مدت دوهفته کنار گذاشتم و هیچ آمیختگی مشاهده نکردم، دانش آموزان شاید بخواهند که این سیستم را برای یک رنگ یا تا پایان شب داشته باشند تا متقاعد شوند که آب نمک و آب شیرین روی آن، پایدار است. این نتایج با این اصل که یک شماره با چگالی کم روی یک شماره با چگالی بالا به لحاظ دینامیک شماره ها پایدار است سازگاری دارد خواه این شماره هوای بالای یک حوض باشد یا

آب شیرین بالای آب نمک. هر موجک یا آشننگی در فصل مشترک باید از بین برود، بنابراین آمیختگی اندکی صورت می گیرد.

آزمایش ۸، بخش دوم

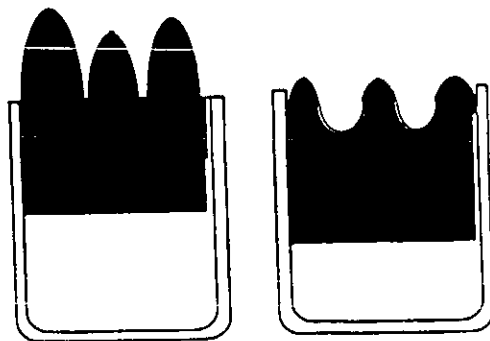
این قسمت، آزمایش بررسی فصل مشترک آب نمک در روی آب شیرین است. چون شاره با چگالی زیادتر (آب نمک) در بالا خواهد بود. ما انتظار ناپایداری ریلی-تیلور را داریم. ناپایداری به صورت آمیختگی نمک و آب شیرین نمایان می شود، یک روش انجام کار این است که ظروف اضافی از آب نمک و آب شیرین تهیه کنیم. همان طور که در ابتدا، در بخش ۱ انجام دادیم و سپس ظرف آب نمک را روی ظرف آب شیرین قرار می دهیم. این روش اجازه می دهد که در آزمایش آب شیرین و آب نمک روی آن را در حالی که قسمت ۲ انجام می شود مشاهده کنیم، به ۲ تاسیستم ظرف از بخش ۱ نیاز داریم. روش دیگر قرار دادن کارت بین دو ظرف قسمت ۱ و جدا کردن آنها توسط کارتی است که آب را در ظرف بالایی محدود کند و سپس قرار دادن ظرف آب نمک روی آن است. در هر دو روش، ظرف آب نمک را با کارت بپوشانید و روی ظرف آب شیرین قرار دهید. ظرفها را به صورت عمودی روی هم قرار دهید، حدود ۱۵ ثانیه صبر کنید و سپس با دقت کارت را بردارید. مشاهده می کنید که رنگ آب نمک به داخل آب شیرین سرازیر می شود و ستونها اشکال انگشت مانند از جریان آب رنگی را به وجود می آورد. (شکل ۲ را ببینید).

نشان نمی دهد. ظرفهای سمت راست نتایج بخش ۲ (آب شیرین و آب نمک بالای آن) را نشان می دهد. عکس حدود ۱۰ ثانیه پس از برداشتن کارت گرفته شده است. ناپایداری ریلی-تیلور باعث آمیختگی زیاد آب نمک با آب شیرین است.

آب شیرین بر اثر شناوری بالا می رود و شدت رنگ را در آب نمک کاهش می دهد. حدود ۳۰ ثانیه بعد هر دو ظرف دارای رنگ یکنواخت می شوند که نشان می دهد آب نمک و آب شیرین کاملاً مخلوط شده اند. برداشتن کارت باعث ایجاد موجکهای کوچکی در فصل مشترک آب شیرین و آب نمک روی آن می شود و سپس ناپایداری ریلی-تیلور (RTI) باعث گسترش موجکها می شود. موجکهای در حال رشد آمیختگی را آغاز می کنند برخلاف فصل مشترک آب هوا، هیچ کشش سطحی در فصل مشترک آب نمک/آب شیرین وجود ندارد که موجکها را فرو نشاند. جریانهای مشاهده شده که همرفت یا پهن رفت نامیده می شوند، بر اثر گسترش موجکهای ناپایداری ریلی-تیلور (RTI) به وجود آمده اند. بنابراین می بینیم که اختلاف چگالی آب نمک و آب شیرین باعث یک رویداد دینامیکی آمیختگی مایعها می شود. در حالی که تفاوت چگالی که به صورت «استاتیک» برداشت می شود به معنی شناوری است. اگر چه این آزمایشها را به دفعات انجام داده ام، اما هر بار تحت تأثیر این موضوع قرار می گیرم که چه شوری کمی برای آغاز ناپایداری ریلی-تیلور (RTI) لازم است که به سرعت به آمیختگی کارآمد می انجامد.

آزمایش ۹

آزمایش ۹ تکرار آزمایش ۸ با آب سرد به عنوان شاره چگالی زیاد و آب گرم به عنوان شاره با چگالی کمتر است. همچنین می توانیم محلولی چون شکر را به آب سرد اضافه کنیم که چگالی آب سرد را بالاتر ببرد. ناپایداری ریلی-تیلور (RTI) یک اثر فیزیکی است، نه شیمیایی، بنابراین فقط به اختلاف چگالیهایی بین فرمهای دوشاره در فصل مشترک توجه می کنیم. پیامدهای ژئوفیزیکی آزمایشهای ۸ و ۹ مهم هستند. جایی که یک رودخانه (آب شیرین) داخل یک اقیانوس (آب نمک) می شود، تلاطم و تحرک زیاد جریانها، اغلب باعث می شود آمیختگی صورت گیرد. اگر



شکل ۲ شاره تیره آب نمک و شاره زلال آب شیرین است. ظرفهای سمت چپ، نتایج آزمایش ۸، بخش ۱ را نشان می دهند. عکسها که پس از ۱۰ دقیقه گرفته شده اند آمیختگی قابل توجهی را

جریان رودخانه آرام باشد، آمیختگی بر اثر تلاطم مهم نیست، پس آب شیرین می تواند به آرامی روی آب نمک حرکت کند و یک لایه آب شیرین را روی آب شور به وجود آورد. این آزمایشها نشان می دهند که لایه شناور آب شیرین باید به مدت طولانی تداوم داشته باشد، که برای حرکت های دیگر که باعث آمیختگی می شوند چنین نیست. اما آیا آب شیرین یک رودخانه می تواند زیر آب نمک برود و به صورت و لایه ای از آب نمک بالای آب شیرین را به وجود آورد؟ آزمایش ۸ نشان می دهد که پاسخ این پرسش «نه» است چون ناپایداری ریلی-تیلور (RTI) یک سازوکار مؤثر آمیختگی است. آیا می توانیم انتظار داشته باشیم یک لایه طبقه طبقه ای از آب شیرین را زیر سطح دریا ببایم؟ جواب این سؤال به دلیل ناپایداری ریلی-تیلور (RTI) نه است، مگر اینکه آب شیرین خیلی سرد و آب نمک سطحی خیلی گرم باشد به طوری که آب سطحی واقعاً چگالی کمتری از آب شیرین زیر سطح داشته باشد.

دینامیک اقیانوسها موضوع پیچیده ای است و ناپایداری ریلی-تیلور (RTI) یک نقش ناشناخته اما مهمی را ایفا می کند. هردو عامل، دما و شوری، چگالی آب دریا را تغییر می دهند، بنابراین جریانهای عمودی در اقیانوسها به هردو ویژگی، حساس هستند. به طوری که بر اثر برهم کنش باعث اثر مهمی می شوند که به ناپایداری ترموهالین یا ناپایداری پخشی دوتایی معروف است. جریانهای عمودی معمولاً به عنوان «همرفت» مشخص می شوند. اگر یک سیستم منطقه ای طبقه طبقه باشد، وارونگی چگالی به وجود آید (بر اثر تغییرات دما یا شوری). به طوری که شاره ای که چگالی بیشتری دارد در بالا قرار می گیرد و ناپایداری ریلی-تیلور (RTI) آمیختگی را آغاز می کند. به هر حال، اقیانوس شناسان فیزیکی (فیزیک دریا) به جریانهای حاصل توجه دارند و نه گسترش اولیه موجکها، بنابراین ناپایداری ریلی-تیلور (RTI) بندرت در اقیانوس شناسی مطرح می شود. ناپایداری ریلی-تیلور (RTI) رشد موجکهای کوچک به موجکهای بزرگ است که به صورت جریانهای همرفتی درمی آیند که اقیانوس شناسان مطالعه می کنند.

آزمایش ۱۰

آزمایش ۱۰، یک نمایش زیبا از طرحهای جریان در رابطه با ناپایداری ریلی-تیلور (RTI)، جریان همرفتی و ارتباط ناپایداری شاره هاست. یک ظرف بلند (که حداقل ۲۰ سانتی متر ارتفاع داشته باشد) را با آب شیرین پر کنید و بگذارید آب به مدت ۱۰ دقیقه یا بیشتر در داخل ظرف بماند، سپس یک قطره رنگ غذا را داخل آب بچکانید. قطره را از ارتفاع چند میلی متری بالای سطح آب رها کنید، قطره معمولاً چند سانتی متر زیر سطح آب به حلقه و سپس به یک حلقه چین و شکن دار (ناپایداری ویدنال) و سپس به یک آبشار شاخه شاخه، که ظاهر یک اختاپوس یا ستاره دریایی را دارد تبدیل خواهد شد.

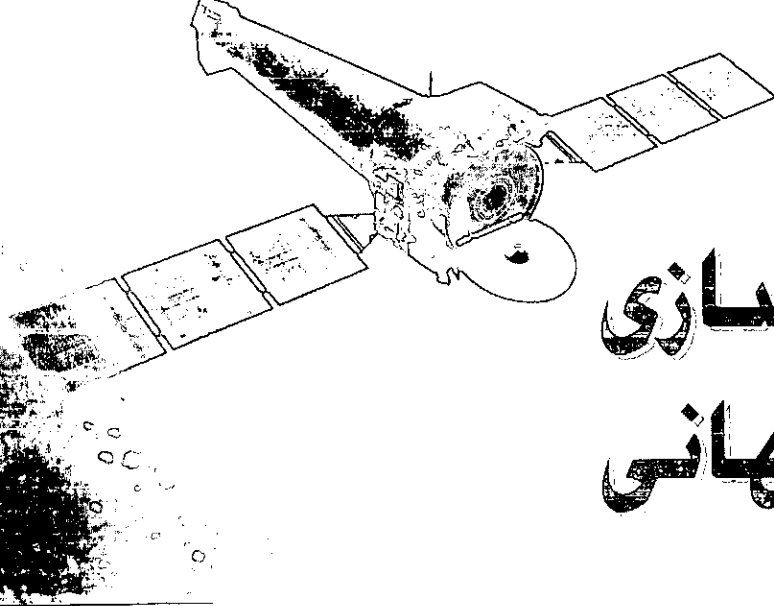
ملاحظات

ناپایداری ریلی-تیلور در طول ۲۰ سال اخیر موضوع تحقیقات فعالی بوده است. اگر چه این مقاله به معرفی کیفی ناپایداری ریلی-تیلور (RTI) پرداخته است، برخوردهای کمی نیز وجود دارند. دانش آموزان با مهارت در زمینه جبر می توانند از این منابع استفاده کنند تا آهنگ رشد آشفتگیها (موجکها) را در هردو فرآیند اولیه و نهایی آمیختگی بررسی کنند. نتایج جالب توجه ناپایداری ریلی-تیلور (RTI) در دینامیک شاره ها را می توان به آسانی و با هزینه اندک مطالعه کرد.

منبع:

The physics Teacher, Vol 37, Sep 99.

1. Activities Integrating Math and Scienic



آشکار سازی پرتوهای X کیهانی

محمد رضا خوش بین خوش نظر

- چرا ما کیهان را با تلسکوپهای مختلف مشاهده می کنیم؟
در واقع بسیاری از اجسام را حتی با قویترین تلسکوپ های نوری که قادر به آشکار سازی تابشهای مرئی هستند، نمی توانیم مشاهده بکنیم. تلسکوپهای رادیویی و فروسرخ ما را قادر به مشاهده ابرهای سرد گازی و غباری می کنند که تلسکوپهای نوری قادر به آشکار سازی آنها نیستند. تلسکوپ های پرتو X نیز قادر به آشکار سازی مواد بشدت داغ با دماهای چند میلیون درجه هستند. بدون داشتن انواع تلسکوپ، اطلاعات مهمی را درباره کیهان از دست می دهیم.

- آیا یک تلسکوپ پرتو X، در کیهان پرتوهای X گسیل می کند؟

خیر؛ تلسکوپهای پرتوهای X مثل ماشینهای پرتوی X پرتو شناسی مطب پزشکان کار نمی کنند. یک تلسکوپ پرتو X، پرتو X تولید نمی کند. تلسکوپهای پرتوهای X، پرتوهای X را از کیهان جمع آوری و بر روی آشکار سازها متمرکز می کنند. آنگاه بر اساس داده های این آشکار سازها، تصاویری از چشمه های پرتو X کیهانی باز سازی می شود.

- آیا می شود چند مثال از چشمه های پرتو X کیهانی بزنید؟
پرتوهای X یا می توانند از آبر نواخترها و یا از موادی که دمای آنها در نزدیکی یک سیاهچاله یا ستارهای نوترونی به میلیونها درجه رسیده است، گسیل شوند.

- شما از سیاهچاله ها و آبر نواخترها صحبت کردید. آیا می شود درباره آنها توضیح بدهید؟
بله؛ البته از سیاهچاله آغاز می کنم. نظریه نسبیت عام اینشتین پیشگویی می کند که وقتی جرم ستاره رُمبیده ای بیش از سه برابر جرم خورشید باشد، رُمبش تا تشکیل یکی از

در تابستان گذشته مراحل ساخت تلسکوپ AXAF که جهت آشکار سازی کیهان پرتو ایکسی طراحی شده بود به پایان رسید. AXAF در واقع سومین مشاهده گر بزرگ ناسا پس از مشاهده گرهای پرتوی گامای کامپتون و تلسکوپ هابل است. پس از آنکه AXAF در مدار زمین قرار بگیرد، قادر به آشکار سازی چشمه های پرتوهای ایکسی خواهد بود که مربوط به میلیارد ها سال نوری پیش هستند و تصاویری با وضوحی ۲۵ برابر بیشتر از بهترین تلسکوپ پرتو X کنونی تولید خواهد کرد. این امر مرا بر آن داشت که با مکاتبه با ناسا، اطلاعات بیشتری در مورد این تلسکوپ در خواست بکنم و خوشبختانه این سازمان نیز با ارسال توضیحات جامعی که پیوست پوستری از این تلسکوپ بود، در خواست مرا بی جواب نگذاشت. با مطالعه این توضیحات، متوجه شدم که بخشی از آن به پرسش و پاسخهای ساده ای می پردازد، که قابلیت طرح در مجله رشد فیزیک را دارد، که در زیر ترجمه گزیده ای از آن بخش را تقدیم می دارم.

- کیهان پرتو ایکسی چیست؟

نوری که از مواد در فضا منتشر می شود به صورت امواج رادیویی، تابش فروسرخ، نور مرئی، تابش فرابنفش، پرتوهای X و پرتوهای گاما هستند. ستارگان درخشانی که ما شبها در آسمان می بینیم نورهای مرئی گسیل می کنند. منظور ما از کیهان پرتو ایکسی آن جهانی است که با تلسکوپ های پرتو X قابل رویت است. به طور مشابه می توانیم از کیهان رادیویی یا کیهان مرئی صحبت کنیم. اینها کیهانهای مجزایی نیستند. آنها در واقع روشهای مختلف مشاهده کیهانی واحد هستند.



شکل-۱
ذرات غباری و گازی
شکل به صورت
چرخشی به داخل
سیاهچاله ای فرضی
کشیده می شوند.

بالا تر و بالاتری چگالیده می شود. تحت این شرایط بحرانی، واکنشهای هسته ای انرژی زای بیشتری با شدت هر چه تمام تر رخ داده و همیش مدام تکرار می شود. با همجوشی عناصر سنگینتر موج شوکی گرما هسته ای که درخشندگی آنها 10^9 بیلیون برابر نور خورشید است، گسیل می شود.

- چرا ابرنواخترها برای هستی ما مهم هستند؟
بدون ابرنواخترها بسیاری از عناصر لازم برای زندگی بر روی زمین موجود نبود. عناصری از قبیل کربن، نیتروژن، و اکسیژن در داخل ستارگان ساخته می شوند. این عناصر تا زمانی که یک ابرنواختر آنها را در کهکشان پخش نکرده، در داخل ستارگان محفوظ می مانند.
عناصر سنگینتر از آهن، مثل طلا یا ید نمی توانند از واکنشهای هسته ای داخل ستارگان معمولی تولید شوند.
یک ابرنواختر تنها فرآیندی در کیهان است که انرژی کافی برای ساختن چنین عناصری را داراست.
- چرا تلسکوپ های پرتو X برای مشاهده اثرات ابرنواختری مفید هستند؟

در سطح ماده ای که از داخل آن ابرنواخترها بیرون می زنند، حبابهای گازی با حرارت چند میلیون درجه تولید می شود. این گازهای داغ، منبسط می شوند و برای هزاران سال پرتوهای X تولید می کنند. AXAF، مطالعه بهتری از کربن، نیتروژن، اکسیژن، سیلیکون، کلسیم، آهن و سایر عناصر پخش شده از ابرنواخترها را ممکن می سازد.
- آیا کهکشانها به طور یکنواخت در فضا توزیع شده اند؟
نه؛ اغلب کهکشانها به صورت دسته ای و در گروههای مجزایی قرار دارند. یک گروه از کهکشانها می توانند شامل تعداد معدودی و یا هزاران کهکشان باشد. گروههای بزرگتر را خوشه های کهکشانی می نامند. بیش

مرموزترین پدیده های کیهانی، یعنی سیاهچاله ادامه می یابد. یک سیاهچاله فاقد سطح متعارفی مثل سطوح جهان ماست. هیچ نوری قادر به فرار از سطح سیاهچاله نیست، و لذا ما قادر به مشاهده مستقیم یک سیاهچاله نیستیم. مرز بین آنچه که می توانیم ببینیم و آنچه که نمی توانیم ببینیم را اصطلاحاً «افق رویداد» می نامند.
- پس دانشمندان چگونه می توانند یک سیاهچاله را مشاهده بکنند؟

در واقع دانشمندان قادر به مشاهده مستقیم سیاهچاله ها نیستند. آنها فقط قادر به مشاهده نوری هستند که به شکل پرتوهای X از ماده ای که به صورت چرخشی به داخل سیاهچاله کشیده می شود گسیل می شود.
- چرا ماده ای که به داخل سیاهچاله می افتد، پرتوهای X گسیل می کند؟

همین که ذرات غباری و گازی شکل به سمت سیاهچاله ای کشیده شوند، سرعت آنها بالا می رود و به شکل یک دیسک تخت در می آیند. برخورد های بین ذرات، آنها را تا دمای فوق العاده زیادی داغ می کند و این دمای چند میلیون درجه ای برای تولید پرتوهای X کافی است. یک تلسکوپ پرتو X تنها وسیله ای است که قادر به آشکارسازی این فرآیند است و تلسکوپ AXAF با حساسیت فوق العاده اش دانشمندان را قادر به مشاهده جزئیاتی از این فرآیند می کند که تا پیش از این قابل دستیابی نبود.
- آیا سیاهچاله ها با فرو افتادن مواد در داخلشان، بزرگتر می شوند؟

بله؛ ممکن است جرم یک سیاهچاله در مرکز کهکشانی که مملو از ستاره هایی در کنار هم است تا میلیاردها برابر جرم خورشید رشد کند.
- قرار بود راجع به ابرنواخترها هم توضیح بدهید.

یک ابرنواختر، حاصل از انفجار فاجعه آمیز ستاره ای پر جرم است. در کهکشان ما، به طور متوسط در هر ۵۰ سال یک انفجار از این نوع رخ می دهد.
- چه عاملی باعث انفجار فاجعه آمیز ستاره ای جرم دار می شود؟

وقتی که ستاره ای جرم دار به کرات از سوخت هسته ای اش استفاده کند، می رمبد. همین که دمای ستاره ای به بیلیونها درجه برسد، داخل آن به چگالیهای



شکل ۲.

تصویر نوری خوشه کپکشانی A1367 (سمت چپ) و تصویر پرتوی ایکسی از همان خوشه (سمت راست) که گاز داغی که مابین کپکشانها را پر کرده است نشان می دهد.

* و حالا چند پرسش *

۱. اگر چشمان ما به طریقی بتوانند پرتوهای X را ببینند، آیا ما قادر به دیدن استخوانهای مردم خواهیم بود؟ اگر ما یک تصویر AXAF از شخصی بگیریم، آیا قادر به دیدن استخوانهایش خواهیم بود؟ چرا بله و چرا نه؟

۲. سرعت متوسط ذرات در دمای 10^8 میلیون درجه سلسیوس حدود ۲ میلیون مایل بر ساعت است. فکر می کنید چرا گاز اطراف یک سیاهچاله باید خیلی داغ باشد؟ (راهنمایی: یک سیاهچاله گرانی بسیار زیادی دارد.)

۳. از جدول تناوبی عناصر، عناصر سنگین تر از آهن را بیابید. می دانیم اگر آبرنواختری نبود، این عناصر هم هرگز آفریده نمی شدند. فکر می کنید بی وجود این عناصر، زندگی ما چه تفاوتی می کرد؟

۴. اخترشناسان نمی توانند مستقیماً خواص ماده تاریک را مطالعه کنند. فرض کنید شما بخواهید بی آنکه به بیرون خانه بروید، هوای بیرون را توصیف کنید. چند روش خلاّقانه را که با آنها می توانید سرعت باد، دما، و مقدار باران یا برف را از داخل خانه تان محاسبه کنید، ارائه نمایید.

برای دستیابی به اطلاعات بیشتر در مورد AXAF می توانید یا از طریق اینترنت به وب سایت زیر مراجعه کنید.

<http://Xtrpub.harvard.edu>

و یا با آدرس پستی

AXAF Science Center (ASC)
Smithsonian Astrophysical observatory
60 Garden Street MS6
Cambridge MA 02138

مکاتبه نمایید.

پانوش:

1. The Advanced X-ray Astrophysical Facility.

تلسکوپ AXAF در نهایت به نام چاندرا نامگذاری شد و در تاریخ ۲۳ جولای سال ۱۹۹۹ توسط فضایی رفت و برگشت کلمبیا که فرماندهی آن با خانم آبلین کالینز بود در مدار مورد نظر قرار گرفت. و جالب آنکه وجود نقص فنی کوچکی در موتورهای اصلی فضایی باعث شد تا کلمبیا ذخیره سوخت هیدروژن رازودتر از حد معمول بسوزاند و ۱۱ کیلومتر مانده به مدار مورد نظر متوقف شود، که البته این فاصله هم برای استقرار چاندرا کافی بود.

از نیمی از تمامی کپکشانها اعضای از گروهها یا خوشه های کپکشانی هستند. کپکشان راه شیری ما بخشی از گروه کپکشانهای است که گروه موضعی خوانده می شوند.

- چرا آشکار سازی پرتوهای X خوشه های کپکشانی ممکن است موجبات تعجب و غافلگیری ما را فراهم سازند؟

آشکار سازهای پرتوهای X، پرتوهای X ای را که گازهای داغ بین کپکشانها از خود گسیل می کنند آشکار می سازند. جرم این گازها در هر خوشه به میزان حیرت انگیزی از جرم ستارگان موجود در خوشه های کپکشانی بزرگتر است. یک خوشه از کپکشانهای که شامل گازهایی چند میلیون درجه ای است معملاً مهمی را طرح می کند. نیروی گرانشی ناشی از گازهای داغ منبسط شده و کپکشانها به حدی نیست که مانع از فرار گازها بشود. لذا دانشمندان بر این باورند که مقداری ماده غیر قابل مشاهده که آن را اصطلاحاً «ماده تاریک» می نامند باید موجود باشد تا با افزایش نیروی گرانشی، گاز را در داخل خوشه های کپکشانی حفظ کند.

- چه مقدار ماده تاریک برای نگه داری گازهای داغ در یک خوشه کپکشانی لازم است؟

مقدار بینهایت زیادی. چیزی حدود سه تا ده برابر مجموع جرمهای مشاهده شده در کیهان. اغلب مواد موجود در کیهان، ممکن است به شکل ماده تاریک باشند!

- ماده تاریک از جنس چه چیزهایی می تواند باشد؟

ماده تاریک می تواند از جنس ستاره های رُمبیده و یا سیاهچاله ها باشد. و یا می تواند ذرات ریز اتمی ای باشد که برخلاف ذراتی که مواد طبیعی را می سازند، هیچ نوری را تولید نمی کنند و تنها از طریق نیروی گرانشی شان قابل آشکار سازی هستند. در حال حاضر، طبیعت واقعی ماده تاریک به یک راز می ماند. اندازه گیری های دقیق اندازه و دماهای ابرهای گازی داغ در خوشه های کپکشانی با AXAF، ما را در پرده برداشتن از حجاب ماده تاریک یاری خواهد داد و به دانشمندان کلیدهای تازه ای برای گشودن معماهای ناگشوده تکوین، تکامل و سرانجام هستی ارائه خواهد داد.

فلسفه و آموزش فیزیک

هشتمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران

تبریز ۱۲ تا ۱۴ مرداد ۱۳۷۸

سید جعفر مهرداد

است.

معمولاً عالمان به وجه کمی فکر می کنند و فیلسوفان مسائل فلسفی را به لحاظ کیفی مورد بررسی قرار می دهند. محور تفکر علمی عموماً «شیء» و محور تعقل فلسفی «شخص انسان» و ارتباط اشیاء با انسان است.

ملتهای مختلف عالم زبان علمی مشترک دارند ولی بر هر قومی بسته به صفات مشخصه او فلسفه خاصی غالب است.

هر فیلسوف بیان و اصطلاح ویژه خود را دارد ولی زبان علم مجموع و دقیق و مفهوم واژه های علمی مورد توافق کلی عالمان است.

در مقدمه کتاب المبدء والمعاد صدرالدین محمدالشرازی متوفی ۱۰۵۰ هـ. ق می خوانیم: «... معلم اول گفته است هر کس بخواهد علوم ما [فلسفه] را آغاز کند باید فطرتی دیگر به هم رساند... ادراک آن نیاز به لطف شدید و تجرد تام دارد و این فطرت دوم است... برای اذهان خلق ادراک معقولات محض در فطرت اول ممکن نیست...»^۱

هر تعریف و توضیحی که درباره علم و فلسفه بگوییم، علم و فلسفه همسایه یکدیگرند. جدایی این دو از هم هر دو را دچار فقر می کند و ارتباط آنها با هم به غنای هر دو می افزاید.



به اختصار اصطلاح فلسفه علم Philosophy of Science توضیح داده می شود. به عنوان مثال هرگاه علم فیزیک به منزله یک موجود خارجی مورد مطالعه قرار گیرد و تولد و رشد و روش تحقیق و نظریه های آن بررسی شود، دانشی

«... يُؤْتِي الْحِكْمَةَ مَنْ يَشَاءُ وَمَنْ يُؤْتِي الْحِكْمَةَ فَقَدْ أُوتِيَ خَيْرًا كَثِيرًا...» (بقره ۲۶۹)

۱- اندیشه و احساس

روح بشر دارای اندیشه و احساس است. احساس شعر و هنر می آفریند. اندیشه بشر کنجکاوی دارد. کنجکاوی یعنی میل به دانستن.

به روایت قرآن کریم، شیطان آدم را وسوسه کرد تا به او درخت جاودانگی (= شجرة الخلد) و سلطنت بی انقراض (= مَلِكٍ لَا يَلِي) را نشان دهد. آدم و حوا از میوه ممنوعه خوردند. آدم از امر پروردگارش سرپیچی کرد و گمراه شد «... وَعَصَى آدَمُ رَبَّهُ فَغَوَى» (طه ۱۲۱)

بزرگان گفته اند: این سرپیچی و گمراهی از کنجکاوی بی تعهد نشأت گرفته و شیطان همان میل درونی بی قیدوبند آدمی است.

۲- علم و فلسفه

کنجکاوی یا میل به دانستن ما را به سوی علم و فلسفه می کشد. علم ریشه در کنجکاوی عملی بشر و فلسفه منشأ در کنجکاوی عقلی بشر دارد.

کارگاه عالمان، آزمایشگاه، مزارع، حیات جانداران و آسمان پرستاره و مانند آنهاست در حالی که کارگاه فیلسوفان مغز متفکرشان است.

ابزار اصلی علم، مشاهده علمی، آزمایش، استقرار کشف قوانین، روش ریاضی برای تبیین آنهاست. کار فلسفه تعقل و برهان و تفسیر مسائل کلی و عمومی عالم هستی

دیگر این آثار بعد از فیزیک تنظیم و به همین مناسبت به متافیزیک یا مابعدالطبیعه موسوم شد. (متا به معنی بعد است). بدین ترتیب این بعدیت به معنی زمانی است نه بعدیت تعلیمی و نه بعدیت منطقی و نه بعدیت در درجات و مراتب هستی.^۲

اولین کتابهای فیزیک فارسی با عنوان کتاب فیزیک یا حکمت طبیعی چاپ و نشر یافته است.

در قلمرو علوم طبیعی «فیزیک» از همه دقیقتر و در مسائل فلسفی «متافیزیک» از همه گسترده تر است. و این دو به ترتیب پیشگامان علم و فلسفه اند.

در آغاز علم و فلسفه از هم جدا نبودند. بررسی پدیده های طبیعی مانند رعد و برق و صاعقه و رنگین کمان^۳ آمیخته با بررسی عقلی و برهان فلسفی بود.

اگرچه از زمان ارسطو کم کم فیزیک از متافیزیک فاصله گرفت ولی باید توجه کنیم، حتی وقتی که درباره یک موضوع معمولی مانند ماشین ساده سخن می گوئیم بی گفتگو با یک تفکر فلسفی روبه رو هستیم.

به عنوان مثال، تعریف آرمانی یک ماشین ساده کامل منشأ یک تفکر فلسفی است ماشین کامل وجود ندارد و فقط می توانیم آن را در ذهن خود مجسم کنیم. در بحث های آینده چند مسأله فیزیکی - فلسفی را مورد بررسی قرار می دهیم.

۴ - پارادوکس زنون

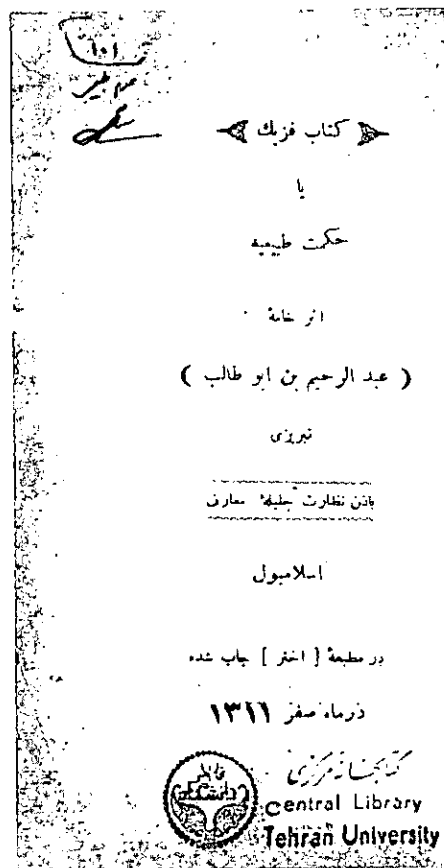
پارادوکس (=متناقض نما = شبهه) زنون از قرن پنجم پیش از میلاد مطرح شده و هنوز هم بحث بر سر آن ادامه دارد.

زنون با برهان عقلی امر مشهود و محسوس حرکت را انکار می کرد.

مشهورترین پارادوکس حرکت زنون، پارادوکس آشیل و لاک پشت است.

خلاصه شبهه این است که هرگاه آشیل چابکترین و سریعترین مرد افسانه ای یونان بخواهد در پی لاک پشتی بدود هیچگاه به آن نمی رسد. ساده ترین بیان این شبهه به قرار زیر است.

به عنوان مثال و سهولت استدلال فرض کنید فاصله مابین لاک پشت و آشیل ۱۰۰۰ متر و سرعت آشیل ده برابر

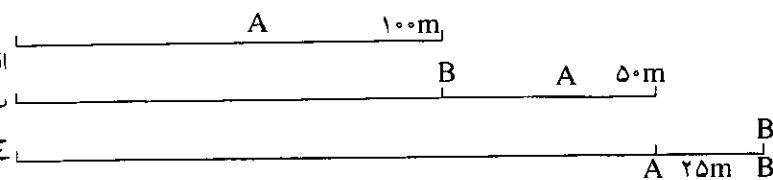


به نام فلسفه علم فیزیک یا به طور مختصر فلسفه فیزیک خواهیم داشت. به همین ترتیب دانشهایی مانند فلسفه ریاضی، فلسفه تاریخ، فلسفه زبان و ... به طور کلی فلسفه علم به وجود آمده است. شناخت روش علوم را منطق علمی یا فلسفه علمی (The Scientific Philosophy) نیز می نامند.

۳ - فیزیک و متافیزیک

آثار ارسطو (۳۸۴ تا ۳۲۲ ق.م) شامل دو قسمت است. یک قسمت درباره علوم طبیعی است. در این قسمت خواص یک شیء مادی مثلاً از لحاظ حرکت و سکون بررسی شده است. قسمت دوم آثار ارسطو مربوط به تحقیقات فلسفی مجرد و گفتگو از خدا، بقای نفس و احکام عام راجع به وجود است.

تنظیم کنندگان این آثار ابتدا قسمت علوم طبیعی را مرتب کردند و آن را فیزیک (=طبیعت) نامیدند. قسمت



شکل - ۳

با استدلال زنون همواره وقتی A به آخرین مکان خود می‌رسد متحرک B را پیش روی خود می‌بیند بنابراین هیچگاه به او نمی‌رسد. ولی ما می‌دانیم که مسافت کل طی شده متحرک A عبارت است از:

$$D = 100 + 50 + 25 + \frac{25}{2} + \frac{25}{4} + \dots$$

$$D = 150 + 25 \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \dots\right)$$

در رشته اخیر هر جمله نصف جمله پیشین و تعداد جمله‌های آن بی‌نهایت و مجموع این رشته دارای اندازه معینی برابر ۲ است.

$$D = 150 + 25 \times 2 = 200 \text{ m}$$

بنابراین حد مجموع مسافتهای پیموده شده به وسیله متحرک A برابر ۲۰۰ متر تا رسیدن به B است.

کوشش در گشودن شبهه فلسفی زنون سرانجام به یافتن حد تعداد بی‌نهایت جمله و پیدایش شاخه‌ای در ریاضیات به نام حساب انتگرال یا حساب جامعه منتهی شده است. نکته مهم این است که زنون و همفکران او جلو افتادن آشیل از لاک پشت را انکار نمی‌کردند ولی مدعی بودند که این امر محسوس یک نمود صرف است و حرکت واقعی ندارد و پندار محض و خلاف عقل است.

می‌گفتند، استدلال عقلی نشان می‌دهد که تندروتر نباید از کندروتر پیشی بگیرد. این گروه با چنین برهانهایی نتیجه می‌گرفتند که هستی ثابت و غیرمتبدل و ساکن است. علم حقیقی و قابل اطمینان تنها به وسیله عقل تحصیل می‌شود نه حواس.

۶- حرکت مکانیکی از دیدگاه فلسفه قدیم

تعریف حرکت و بررسی اقسام آن از مطالب مهم فلسفه قدیم است.

در فصل تقسیم حرکت از حیث فاعل در منظومه

سرعت لاک پشت است.

وقتی آشیل ۱۰۰۰ متر را طی می‌کند لاک پشت ۱۰۰ متر جلوتر رفته است وقتی آشیل این ۱۰۰ متر را طی می‌کند لاک پشت ۱۰ متر جلوتر است. هنگامی که آشیل این ۱۰ متر را نیز بپیماید لاک پشت ۱ متر جلوتر رفته است. به همین ترتیب الی آخر ...

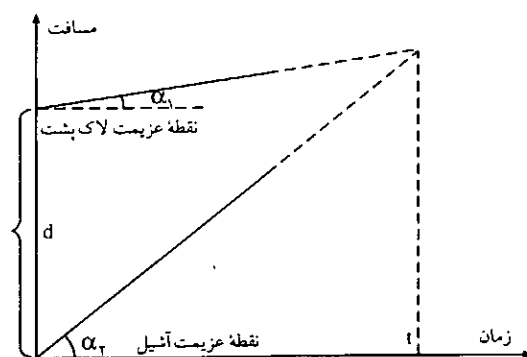
سرانجام آشیل پاهای خود را تا نزدیک گردن لاک پشت می‌رساند اما هرگز از آن پیشی نمی‌گیرد. این شبهه به راههای گوناگون فلسفی و ریاضی و در سالهای اخیر به صورت بسیار جالب از لحاظ آموزشی رد شده است.^۴

۵- رد شبهه زنون

فرض می‌کنیم فاصله اولیه لاک پشت و آشیل d و سرعت آنها به ترتیب V_1 و V_2 است. بنابراین آشیل پس از زمان $t = \frac{d}{V_2 - V_1}$ به لاک پشت می‌رسد.

مثال ساده عددی:

شکل - ۲



مطابق شکل ۳- الف متحرک تندرو A به فاصله ۱۰۰ متری در پی متحرک کندرو B قرار دارد. فرض می‌کنیم سرعت B نصف سرعت A است.

مطابق شکل ۳- ب وقتی A مسافت ۱۰۰ متر را می‌پیماید B در همان مدت مسافت ۵۰ متر پیموده است. و بنابه شکل ۳- ج هرگاه A مسافت ۵۰ متر را طی کند B به اندازه ۲۵ متر جلوتر است به همین ترتیب اگر A این مسافت ۲۵ متر را بپیماید B $\frac{25}{2}$ متر جلوتر خواهد بود ... تا آخر.

سبزواری می‌خوانیم: «عرضیه و ماذاتیه - طبیعت، شوقیه، قسریه» شرح مختصر آنها به قرار زیر است.

حرکت عرضی: حرکتی است که عروض آن بر جسم در واقع معلول عروض آن بر شئی دیگری است مثل حرکت مسافر کشتی به واسطه حرکت کشتی.

حرکت ذاتی: حرکتی است که عارض ذات جسم می‌شود و بر سه قسم است. حرکت طبیعی، حرکت شوقیه یا حرکت ارادی، و حرکت قسری (به فتح قاف و سکون سین)

حرکت طبیعی: آن حرکتی است که از ذات متحرک و میل طبیعی آن به وجود می‌آید و معلول انگیزه خارجی نیست و با شعور و اراده انجام نمی‌گیرد مانند حرکت سنگ به طرف پایین و بالا رفتن دود. حرکت هر چیز معلول میل طبیعی آن چیز به «مکان طبیعی» خود در عالم است.

حرکت شوقی: حرکت شوقی یا ارادی آن است که از ذات متحرک و اراده یعنی شوق مؤکد او بروز کند مانند رفتن حیوان به سوی فرزند و یا به سوی آب و دانه.

حرکت قسری: حرکت قسری آن است که قوه به حرکت درآوردن جسم برخلاف میل طبیعی متحرک است و از خارج استفاده می‌شود مانند سنگی که به طرف بالا پرتاب می‌شود. (قصر در مقابل طبع و مرادف یا جبر است).

علت این گونه حرکت قسری چیست؟ این حرکت چگونه تفسیر می‌شود.

۷- تفسیر حرکت قسری

وقتی سنگی به بالا پرتاب می‌شود بالا رفتن آن به سبب طبیعت نیست چون خلاف حرکت طبیعی است و به اراده هم نیست چون سنگ اراده ندارد و محرکی نیز همراه سنگ نیست تا آن را به بالا ببرد. پس سنگ چگونه بالا می‌رود؟ در تفسیر این قسم از حرکت قسری که متحرک از محرک جدا می‌شود چهار مذهب قابل ذکر است.

مذهب دفع:

در این نظریه عامل بالا رفتن سنگ عامل بیرونی در نظر گرفته شده است. وقتی سنگ به بالا پرتاب می‌شود هوایی

که رانده می‌شود به پشت جسم پرتاب شده بر می‌گردد و در آنجا جمع می‌شود و سنگ را دفع می‌کند و به بالا می‌راند این نظریه منسوب به ارسطو است. بنابر فیزیک ارسطویی لازم است که متحرک پیوسته بانروی به پیش رانده شود.

مذهب جذب:

این نظریه هم عامل بالا رفتن سنگ را عامل بیرونی می‌داند ولی می‌گوید وقتی سنگ به بالا پرتاب می‌شود چون هوا لطیفتر و قبولش برای حرکت بیشتر است هوای جلوی سنگ متحرک پیش می‌رود و سنگ را به طرف خود جذب می‌کند و با خود می‌برد.

مذهب تولید حرکت:

بنابر این نظریه علت حرکت سنگ به بالا درونی است نه بیرونی. وقتی سنگ را به بالا پرتاب می‌کنیم مقداری حرکت در ابتدا به وسیله دست در سنگ ایجاد می‌شود وقتی سنگ از دست جدا شد حرکت جسم خود حرکت دیگری تولید می‌کند و آن حرکت هم حرکت دیگر به دنبال دارد و به همین ترتیب حرکت ادامه می‌یابد و حرکت تولید کننده حرکت است.

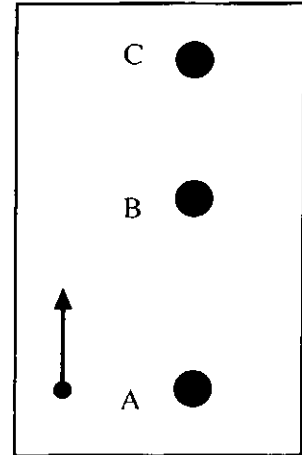
مذهب میل:

مطابق این نظریه علت بالا رفتن سنگ نه دافعه هوا و نه جاذبه هوا و نه تولید حرکت به وسیله حرکت است. بلکه وقتی سنگ را به طرف بالا پرتاب می‌کنیم در سنگ یک اقتضای طبیعتی به وجود می‌آید و این باز هم طبیعت سنگ است که آن را بالا می‌کشد. مطابق این نظر، فاعل حرکت قسری امر بیرونی نیست بلکه طبیعت مفسور (جسم متحرک) است.

جسم متحرک از محرک چیزی به عاریت می‌گیرد که «میل» نامیده می‌شود. این میل به تدریج در مقابله با مقاومت به مصرف می‌رسد و زمانی این میل تمام می‌شود و حرکت قسری پایان می‌پذیرد. این مذهب منسوب به ابن سیناست.^۲

این عقیده شیخ که پایه قانون حرکت گالیله را دربر دارد از مهمترین اکتشافات تاریخ علم فیزیک است.^۳

۸- بررسی پرسش و پاسخی درباره نیرو و حرکت



شکل - ۴

مطابق شکل ۴ گلوله ای در راستای قائم به بالا پرتاب شده است. این گلوله از نقطه A به نقطه B و سرانجام به نقطه C می رسد.

چه نیروهایی بر گلوله وارد می شود؟ (از نیروی مقاومت هوا چشم پوشی شده است).

الف- وزن جسم در راستای قائم به طرف پائین
ب- نیرویی که در راستای قائم به طرف بالا بر گلوله وارد می شود و حرکت گلوله را حفظ می کند.

ج- وزن گلوله به طرف پایین و یک نیروی ثابت به طرف بالا بر گلوله وارد می شود.

د- وزن گلوله به طرف پایین و یک نیروی کاهنده به طرف بالا بر گلوله وارد می شود.

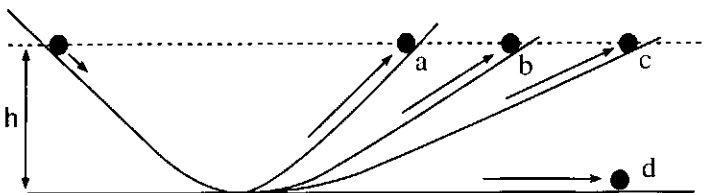
ه- بر گلوله یک نیرو به طرف بالا به تنهایی تا مدتی وارد می شود و سپس نیرویی به طرف پایین به آن افزوده می شود.

حاصل بررسی تعداد زیادی پاسخ به این پرسش به قرار زیر است. ۸۸٪ پاسخ دهندگان غیر از الف و ۸۲٪ از این ۸۸٪ در اختیار کردند. قسمت د بیان می کند که علاوه بر وزن گلوله بر طرف پایین یک نیروی کاهنده به طرف بالا نیز بر گلوله وارد می شود.

نتیجه این است که بسیاری از دانش آموزان به غلط باور داشتند که برای ادامه حرکت گلوله به طرف بالا وجود یک نیرو به طرف بالا ضرورت دارد. باید توجه کنیم که با پرتاب گلوله در راستای قائم و با چشم پوشی از اثر هوا گلوله سرعت اولیه ای به طرف بالا پیدا می کند که بر اثر نیروی وزن وارد بر گلوله به تدریج کاهش می یابد و در نقطه اوج سرعت گلوله به صفر می رسد.

۹- بررسی فیزیکی و فلسفی قانون اول نیوتون

مطابق شکل ۵ دو سطح شیبدار را کنار هم قرار می دهیم



شکل - ۵

و از روی یکی گلوله ای را رها می کنیم تا پایین بیاید گلوله با سرعتی که کسب می کند روی سطح دوم به اندازه ارتفاع h که از آن پایین آمده است بالا خواهد رفت.

هرگاه زاویه سطح دوم را رفته رفته نسبت به افق کمتر کنیم مسافتی که گلوله روی صفحه افقی می پیماید بیشتر و بیشتر خواهد شد و می توان گفت گلوله روی سطح افقی بی اصطکاک برای همیشه حرکت راستخط یکنواخت خواهد داشت.

می دانیم: در نبود نیرو گرایش اجسام به حفظ حالت سکون یا حرکت راستخط یکنواخت با قانون لختی یا قانون اول نیوتون بیان می شود.

برخی از این قانون نتیجه می گیرند که:

«حرکت در تداوم خود نیازمند به محرک نیست».

و این نتیجه را منافی و مخالف قاعده فلسفی می دانند

که می گوید:

«معلول حدوثاً و بقاءً نیازمند به علت است».

در پاسخ به این اشکال گفته شده است که:

قانون اول نیوتون با قاعده فلسفی مذکور تعارض و

منافیاتی ندارد.

زیرا:

کلاسیک و اولین عالم فیزیک جدید است. نظریه های مهم فیزیک جدید در جدول ملاحظه می شود. چند مورد از مباحث فیزیکی - فلسفی این نظریه ها را متناسب با وقت این جلسه کنفرانس به اختصار مورد بررسی قرار می دهیم.

(به جدول صفحه ۳۳ رجوع شود)

۱۱- اصل موضوع پلانک

طیف تابش گرمایی که با فیزیک کلاسیک قابل توجیه نیست با استفاده از اصل موضوع پلانک به خوبی تفسیر می شود.

بنا به اصل موضوع پلانک در یک نوسان کننده با بسامد ν تنها اندازه های انرژی عبارت است از:

$$E = 0, h\nu, 2h\nu, \dots \Rightarrow E = nh\nu$$

$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ و یک ثابت جهانی به نام ضریب ثابت پلانک است.

بدین ترتیب نوسان کننده هماهنگ تنها مجاز است یکی از انرژیهای انفصالی یا گسسته $2h\nu, h\nu, 0$ و ... را داشته باشد.

حالت های انرژی مجاز را **حالت های کوانتومی** می نامند کوانتوم (quantum) واژه لاتینی و به معنی مقدار اندک و جمع آن کوانتا (quanta) است.

در فیزیک کلاسیک هر حالتی از احوال عالم معلوم تام حالت بی نهایت نزدیک در فضا و زمان قبل و متصل یا پیوسته با آن است. ولی بنا به اصل پلانک دگرگونیهای جهان ناشی از حرکت پیوسته نیست بلکه این تغییرات به نحوی گسسته انجام می گیرد. ملاحظه می کنیم که این نوع ادراک از انرژی بسیار بدیع و تازه است و با اصول و قوانین فیزیک کلاسیک مطابقت ندارد.

۱۲- اصول موضوع بور (ساختمان اتم)

در سال ۱۹۱۳ میلادی بور مدلی از اتم ارائه داد که بر اصول موضوع زیر بنا نهاده شده است.

- ۱- الکترون درون اتم، زیر تأثیر ربایش کولنی میان الکترون و هسته، در یک مدار دایره ای به دور هسته حرکت می کند و این حرکت تابع قوانین مکانیک کلاسیک است.
- ۲- برای الکترون تنها این امکان وجود دارد که در

اولاً- قانون اول نیوتون حاصل استدلال عقلی نیست تا بتوانیم از آن یک نظریه فلسفی نتیجه بگیریم. این قانون تفکر محققانه ای است که با مشاهدات حاصل از تجربه سازگار است.

ثانیاً- این قانون در مورد علت مستقیم حدوث حرکت ساکت است و در آن علت تداوم حرکت نیز بیان نشده است.

* * *

در مورد تجربه مربوط به قانون اول نیوتون چند نکته زیر قابل تأمل و اشاره است.

الف- با آزمایش درستی قانون اول نیوتون را بررسی می کنیم و حرکت گلوله را بر سطح افقی بی اصطکاک یکنواخت می یابیم. می پرسند چرا این حرکت یکنواخت است؟ پاسخ می گوئیم چون بر آن نیرویی وارد نشده است. سؤال می کنند از کجا فهمیدیم بر آن نیرویی وارد نشده است. پاسخ می گوئیم چون حرکت آن یکنواخت است. این بیان یک دور مصرح است زیرا توقف میان دو امر است به نحویکه هریک متوقف بر دیگری است.

ب- قانون اول بر اساس تجربه است. بنابراین باید جسمی در اختیار داشته باشیم که نیرویی بر آن وارد نشود یعنی جسمی که از همه اجسام دیگر عالم به دور باشد و این امری است ناشدنی.

ج- وقتی در این قانون سخن از حرکت راستخط یکنواخت می گوئیم، می توانیم پیرسیم منظور از خط راست چیست؟^۹

بدین ترتیب قانون اول نیوتون در حد تجربه معمول دقیق و قابل قبول است اما نمی توانیم از آن یک نظریه فلسفی نتیجه بگیریم.

۱۰- فیزیک جدید و فلسفه

فیزیک کلاسیک که غالباً به فیزیک پیش از سال ۱۹۰۰ میلادی گفته می شود عموماً بر دو پایه مکانیک نیوتون و نظریه الکترومغناطیسی ماکسول قرار دارد.

فیزیک جدید بر دو پایه نظریه کوانتومی و نظریه نسبیت بنا نهاده شده است. اساس نظریه کوانتومی بر اصل موضوع پلانک مستقر است. پلانک آخرین دانشمند فیزیک

مدارهای مجاز مخصوصی با شرائط کوانتومی خاص حرکت کند.

۳- الکترون متحرک در چنین مدار مجازی (allowed orbit) انرژی الکترومغناطیسی تابش نمی کند و انرژی کل آن ثابت باقی می ماند. بور هریک از این حالتها را یک حالت مانا نامیده است.

۴- وقتی الکترونی از مداری با انرژی بالاتر E_i به مداری با انرژی پایین تر E_f می جهد، بسامد تابش الکترومغناطیسی از رابطه زیر به دست می آید.

$$v = \frac{E_i - E_f}{h}$$

* * *

بور برای پژوهش درباره ساختمان اتم و تابش آن در سال ۱۹۲۲ جایزه نوبل فیزیک را دریافت کرد.

گفته شده است که نظریه بور بیش از آنچه مبنای ریاضی داشته باشد دارای جنبه شهودی است و احتمالاً الهام بخش او نوشته های فیلسوف و مثاله هموطن او «کی یر کگار» (۱۸۱۳ - ۱۸۵۵ م) بوده است.

مدل اتمی بور شبیه مدل کی یر کگار برای «مراحل زندگی» است.

«کی یر کگار» از پیشروان نهضت فکری اصالت وجود (=اکزیزتانسیالیسم) است. بنابه نوشته او و همفکرانش انسان روزی که متولد می شود استعدادی بیش نیست و نمی توان برای او ماهیتی فرض کرد. چیزی که هنوز کامل نشده است معلوم نیست که چه خواهد شد. این انسان است که ماهیت و حقیقت خود را می سازد و خود تاریخ خویش را به وجود می آورد.

برای این انسان در زندگی سه مرحله ناپیوسته وجود دارد مرحله زیباشناختی - مرحله اخلاقی - مرحله مذهبی. هر مرحله دوره مستقل است و تحول از یک مرحله به مرحله دیگر جهش دار صورت می گیرد.

مرحله زیباشناختی: در این مرحله انسان از چیزهایی که او را مقید و محدود می کند گریزان است و می خواهد طعم همه تجارب را بچشد.

مرحله اخلاقی: انسان در این مرحله به زندگی خود شکل و حدود می بخشد و برای او یک رشته قوانین و مقررات وجود دارد سقراط نمونه مجسم مرحله اخلاقی

است.

مرحله مذهبی: در این مرحله انسان خود را در ارتباط بی واسطه با امری والا می بیند. ابراهیم پیغمبر در اجرای دستور قربانی کردن فرزند خود قهرمان گذار از مرحله اخلاقی به مرحله مذهبی است.^۹

حدیث ابراهیم پیغمبر را از زبان قرآن کریم بشنویم:
«... قال یا بُنِیَّ اِنِّیْ اَرِیْ فِی الْمَنَامِ اَنِّیْ اَذْبَحُکَ فَانظُرْ مَا ذَا تَرِیْ قَالَ یَا اَبَتِ افْعَلْ مَا تُؤْمَرُ...» (صافات ۱۰۲)
[ابراهیم] گفت ای فرزند من در خواب دیده ام که سر تو را می بزم. بنگر [در این کار] چه می بینی؟ [اسماعیل] گفت پدر جان آنچه فرمانت داده اند، انجام بده...

خداوند چیزی را از ابراهیم می خواهد که از دیدگاه اخلاقی ممنوع است. و در همین جاست که شخص خود باید تصمیم بگیرد گفتیم که مطابق مدل بور یک اتم دارای حالات ماناست و اگر از یک حالت مانا به حالت مانای دیگری برود تابش می کند. اتم در حالتها مانا شبیه مراحل زندگی در دیدگاه «کی یر کگار» است.

«کی یر کگار» می گوید عبور از دیدگاه زیباشناختی به دیدگاه اخلاقی و از دیدگاه اخلاقی به دیدگاه مذهبی غیر قابل توجه و بدون هیچ توصیف علی است و انسان در جهش از یکی از این مراحل به مرحله دیگر مختار است. بور نیز جهش از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر در اتم را از توصیف علی دور می بیند و آن را اختیاری می داند.

۱۳- اصل مکمل بودن

در آزمایشهای نور هندسی خصلت موجی انتشار نور آشکار نمی شود زیرا ابعاد دستگاه مورد استفاده در این آزمایشها در مقایسه با طول موج نور بسیار بزرگ اند و انتشار پرتو نور در نور هندسی شبیه مسیر ذرات کلاسیک است. ولی در تداخل و پراش نور سرشت موجی انتشار نور نمایان است چون ابعاد دستگاه اپتیکی با توجه به طول موج نور که از آن می گذرند بسیار کوچک اند.

فهم مسأله دوگانگی سرشت ماده و تابش دشوار و به نظر می رسد که دو مدل ذره و موج با یکدیگر متناقض است. بوهر با اصل مکمل بودن مسأله را حل کرده است. خلاصه این اصل این است که:

مدلهای موجی و ذره ای مکمل یکدیگرند و نوع مدل

مورد استفاده را طبیعت اندازه گیری تعیین می کند.

باید توجه کنیم: آزمایشی که تابش را به آشکار ساختن سرشت موجی آن وادار می کند سرشت ذره ای آن را قویاً پنهان می سازد و اگر آزمایش سرشت ذره ای را نمایان کند سرشت موجی آن پنهان می شود. تابش و ماده همچون سکه اند می توان ترتیبی داد تا سکه هر یک از دو روی را که ما می خواهیم به نمایش گذارد ولی نمایش همزمان هر دو روی سکه ممکن نیست. مفاهیم موجی و ذره ای یکدیگر را نمی کنند بلکه مکمل یکدیگرند.

درباره رسیدن بور به اندیشه اصل مکمل بودن گزارشهای گوناگونی داده شده است. احتمال بیشتر این است که بور در طرح این اصل از اندیشه های «ویلیام جیمز» (۱۸۴۲ - ۱۹۴۰م) و کتاب اصول روانشناسی او بهره گرفته است.

«ویلیام جیمز» در این کتاب فصلی دارد به نام (بیهوشی در اشخاص مبتلا به هیستری). در آنجا می گوید: در این گونه اشخاص گاهی شنوایی یا بویایی به طور کامل یا ناقص از بین می رود. در برخی از افراد مبتلا به هیستری این زمینه وجود دارد که میدان توجهشان خیلی محدود است و نمی توانند در یک زمان به بیش از یک مطلب فکر کنند. آنها وقتی با یک فرد صحبت می کنند تمام چیزهای دیگر را از یاد می برند. در این کتاب از بیماری سخن رفته است که وقتی با کسی صحبت می کرد تا در نبود شخص دیگری را ببیند و اگر کسی پشت سر او و یا در پیش روی او قرار می گرفت و به او اشیایی را نشان می داد بیمار به هیچوجه متوجه این اشیاء و آن اشخاص نمی شد.

«جیمز» بر اساس این قبیل آزمایشها نتیجه گرفت که لافل در بعضی اشخاص مجموعه آگاهیها و شعورشان به دو بخش تجزیه می شود که با هم وجود دارند.

ولی یکدیگر را نادیده می گیرند و تمام آگاهیها را بین خود تقسیم می کنند اینها مکمل یکدیگرند. اگر شی را به یکی از دو بخش شعور بدهیم آن را از شعور دیگر حذف می کنیم.

تعمیم اصل مکمل بودن:

بور و دیگران کوشیدند قلمرو کاربرد اصل مکمل بودن

را از حوزه محدود اولیه اش به زیست شناسی و سایر دانش انسانی تعمیم دهند. عنوانهایی مانند مکمل بودن مطالعه فرهنگهای ساده و فرهنگهای پیشرفته - مکمل بودن قدرت سازمان ملل متحد و حق حاکمیت ملتها - مکمل بودن ماده و روح، علم و مذهب، محبت و عدالت مورد بررسی و بحث قرار گرفت. بور گفته است یکبار یکی از فرزندانش مرتکب خطایی نابخشدنی شده بود. او نمی دانست چگونه مجازاتی برای فرزندش در نظر بگیرد و این مطلب او را به یاد اصل مکمل بودن انداخته بود که:

«نمی توانیم یک نفر را تماماً از دید محبت و دید عدالت بشناسیم.»

بور معتقد بود که در مسائل اجتماعی و اخلاقی اعتقاد به اصل مکمل بودن موجب تحمل آراء دیگران می شود.^۱

استعاره ای در جهان ماکروسکوپی:

برای تصور و تجسم دوگانگی موجی - ذره ای می توانیم با تمثیل از الگوهای ماکروسکوپی استفاده کنیم. در شکل ۶ - الف جام پایه داری را می بینید که از دو نیمرخ آدمی در برابر هم ساخته شده است. شکل ۶ - ب یک تصویر دو چهره را نشان می دهد. چهره زن جوان و چهره زن پیر. بینی و چشم سمت چپ زن پیر به ترتیب چانه و گوش زن جوان است. شکل ۶ - ج یک تابلوی نقاشی است که از طرفی بازار برده فروشان و از طرف دیگر مجسمه بالاتنه ولتر را نشان می دهد.^۲

۱۴ - در جستجوی حقیقت

گفته شده است: چهار فرقه از مردم در صدد معرفت برآمدند و این چهار فرقه از سایر مردم ممتاز شدند به اینکه حقایق اشیاء را به فکر جستجو می کنند و این وجه امتیاز آنهاست و آن چهار فرقه عبارت اند از حکیم، متکلم، عارف، صوفی^۳

حکیم: یا فیلسوف کسی است که می خواهد از راه دلیل و برهان حقایق اشیاء را بنهد.

متکلم: کسی است که حقایق اشیاء را از روی دلیل و برهان با ملاحظه و مطابقت با شرع درک می کند.

عارف: می خواهد با شهود و اشراق و ترکیب نفس حقایق اشیاء را دریابد.



صوفی: کسی است که با ملاحظه و مطابقه با شرع ریاضت می کشد و می خواهد با طی طریقت حقایق اشیاء را کشف کند.

قریب به هزار سال پیش غزالی (۴۵۰-۵۰۵ هـ. ق) متکلم معروف ادعا کرد که فلسفه قادر به کشف حقایق مابعدالطبیعه نیست و کتاب معروفش تهافت الفلاسفه را نوشت. یک معنی تهافت تناقض گوئی است و تهافت الفلاسفه یعنی

تناقض گوئی فیلسوفان. در مقدمه این کتاب می خوانیم «... فان خبطهم طویل و نزاعهم کثیر وآرائهم منتشره و طرفهم متباعده...»^{۱۳}

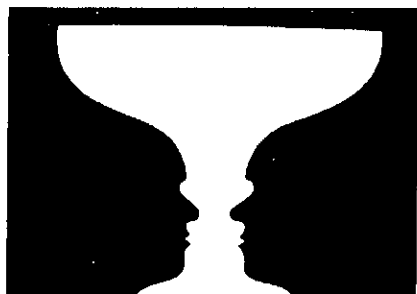
در قرن ما فیلسوف ریاضی دان تجربی مشرب برتراند راسل هم می گوید «آن چه می دانیم علم است و آن چه نمی دانیم فلسفه». در پی غزالی شاعر تقریباً همروزگار او خاقانی شروانی (۵۲۰-۵۹۵ هـ. ق) فلسفه را جهل مستدل می نامد و می سراید.

چشم بر پرده امل منهید
جرم بر کرده ازل منهید
فلسفه در سخن میامیزید
وانگهی نام آن جدل منهید
مرکب دین که زاده عرب است
داغ یونانش بر کفل منهید
حرم کعبه کز هبل شد پاک
باز هم در حرم هبل منهید
قفل اسطوره ارسطو را
بر در احسن الملل منهید
نقش فرسوده فلاطون را
بر طراز بهین حلال منهید
فلسفی مرد دین مپندارید
خیر را جفت سام یل منهید
گل علم اعتقاد خاقانی است
خارش از جهل مستدل منهید

است:

علم رسمی سربه سر قیبل
است و قال

نه از او کیفیتی حاصل نه حال
علم نبود غیر علم عاشقی
ما بقی تلبیس ابلیس شقی
چند چند از حکمت یونانیان
حکمت ایمانیان را هم بخوان



سخن بر سر این است که آیا ما حق داریم بنای معرفت و علم را ویران سازیم تا برای ایمان جایی باز کنیم و یا حق داریم کاخ ایمان را خراب کنیم تا برای علم جایی باز کنیم؟ پاسخ این سؤال این است که میان دانش و دریافت عرفانی و ایمان دینی ناسازگاری و تعارضی نیست بلکه مکمل یکدیگرند.

هایزنبرگ گفته است که شاگردان چینی و ژاپنی او به آسانی تفکرشان را با روشهای نظریه کوانتومی تطبیق می دادند در حالی که ورود و آشنایی دانشجویان اروپایی با این نظریه به سبب تلقی خاص آنها از جهان مادی و روحی خالی از اشکال نبود.

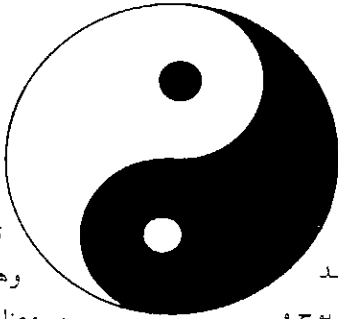
کشف شگفت انگیز نظم و تقارن جهان بی نهایت کوچک ذرات بنیادی در قرن بیستم بسیاری از دانشمندان را به سوی عرفان کشانده است.

در شکل ۷ نشان مجله فیزیک انجمن فیزیک ایران را ملاحظه می کنیم که از فلسفه چینی گرفته شده است و

و چند قرن بعد شیخ بهایی (۹۵۳-۱۰۳۱ هـ. ق) گفته

شکل - ۶

شکل - ۷



مطلقاً

تنهایی

و هیچ

بی معنایی

و در زندگانی گاه بی اختیار از مشکل گشای نادیده گشایش طلب می کنند.

عرفان و ایمان دینی در یک نقطه به هم نزدیک و پیوسته می شوند زیرا این هر دو نظر به فرا سوی جهان فیزیکی دارند و به وجودی نامتناهی و ازلی و ابدی چشم دوخته اند.

گویی سخنان دلنشین و امیدبخش آن بزرگ بزرگواران، گوشه نشین غار حرا، به مکتب نرفته و خط ننوشته و نزد هیچ معلمی درسی فرا نگرفته، به گوش دل شنیده می شود: «هو الاول و الآخر و الظاهر و الباطن و هو بکل شیء علیم» (حدید ۳).

و در جانمان می نشینند: «لَا تَهِنُوا وَلَا تَحْزَنُوا وَالْأَعْلُونَ إِن كُنتُمْ مُؤْمِنِينَ» (آل عمران - ۱۳۹). سستی نورزید، اندوهگین مباشید چرا که شما اگر اهل ایمان باشید برترید. شما را به خدا می سپارم. برای همه سلامت و عزت آرزو می کنم. خدا حافظ شما باد.

یادداشت:

۱- المبدء و المعاد من منشورات مكتبة المصطفوی بقم ص ۵

۲- دکتر مهدی حائری، متافیزیک، ص ۲، تهران ۱۳۶۰

۳- رشد آموزش فیزیک شماره ۱۶-۱۵ ص ۲۸ رنگین کمان

۴- همان مأخذ شماره ۱۴-۱۳ ص ۳۵ پارادوکس زنون

۵- ابن سینا، الطبيعيات من الشفاء - المقالة الرابعة - الفصل الرابع عشر فی الحركة القسریة.

۶- نصر، سید حسین، نظر متفکران اسلامی درباره طبیعت، خوارزمی ۱۳۵۹ ص ۳۵۲

The Physics TEACHER NOVEMBER 1990

- ۸

THE Project Physics course Text 1970, P. 93

۹- دکتر گلشنی، مهدی - دیدگاههای فلسفی فیزیکدانان معاصر، ص ۹۴ انتشارات امیرکبیر - ۱۳۶۹.

۱۰- همان ص ۹۶.

۱۱- رشد آموزش فیزیک شماره ۱۲-۱۱ ص ۴۶ دوگانگی موجی - ذره ای.

۱۲- فاضل تونی، شیخ محمدحسین - حکمت قدیم - انتشارات مولی ۱۳۶۰ مقدمه.

۱۳- غزالی، مقدمه تهافت الفلاسفة، قاهره، دارالمعارف بمصر ۱۹۶۱ ص ۱۹.

۱۴- فریتوف کاپرا - تائوی فیزیک - ترجمه حبیب الله دادفرما - انتشارات کیهان - ۱۳۶۶ ص ۱۱۴ و ۱۵۰ و ۲۵۵.

مفاهیمی فیزیکی و فلسفی و عرفانی را بیان می کند. بور چنان به این نشان دل بسته بود که آن را به عنوان نشان خانوادگی خود اختیار کرد.

در این نشان بین (سمت سایه ای) و یانگ (سمت آفتابی) دامنه های یک کوه در تفکر چینی است.

بین قوای منفی جهانی و یانگ قوای مثبت جهانی و همه چیز محصول متقابل این دو عامل است. زندگی عبارت است از هماهنگی و ترکیب «یین» و «یانگ» و این ترکیب نوعی ادراک اشراقی از طبیعت، همراه شناخت فیزیکی را نشان می دهد. این دو عامل در لباس نور و ظلمت، نور و ماده، فعلیت و انفعال، سخت و نرم بالا و پایین، حرکت و سکون نمودهای آفرینش را به معرض نمایش گذاشته است. دو دایره کوچک درون «یین» و «یانگ» گویای این هستند که پیش از آنکه هر یک از این دو نیرو به پایان مسیر خود برسد در بطنش تخمی از نیروی مخالف کاشته می شود...^{۱۱}

اندیشه علمی و احساس عارفانه:

علم بدون عرفان و ایمان دینی لنگ است و ایمان بدون علم کور. حرکات منظم منظومه ها، جهان نظم و توازن و تقارن درون اتم، شگفتیهای حیات و وجود انسانی، انگیزه هایی برای ایمان و اعتقاد به معقولیت نظام عالم است.

هیچگاه نمی توانیم کل واقعیت این جهان بزرگ را به جنبه های فیزیکی آن محدود کنیم و واقعیت قابل وصول را تنها از طریق علوم تجربی میسر بدانیم و قسمتی از واقعیت را تمام واقعیت عالم هستی تصور کنیم. به قول «اقبال لاهوری»:

درون سینه ما سوز آرزو زکجاست

سبو زماست ولی باده سبو زکجاست

گرفتم این که جهان خاک و ما کف خاکیم

به ذره ذره ما درد جستجو زکجاست

نگاه ما به گریبان کپکشان افتد

جنون ما زکجا شور و های و هو زکجاست.

بی تردید در جهان آفرینش بسیاری بوده اند و هستند که در این عالم مخاطب مهربان و توانایی دارند و به سبب



طرح نظریه های فیزیک جدید (۱۹۰۰ - ۱۹۲۷)

نام دانشمند	سال میلادی طرح نظریه	رابطه (نظریه)	نام نظریه
پلانک	۱۹۰۰	$E = nh\nu, n = 0, 1, 2, \dots$	اصل موضوع پلانک
اینشتین	۱۹۰۵	$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \dots, E = mc^2$	نسبیت خاص
اینشتین	۱۹۰۵	$E_k = h\nu - W$	اثر فوتوالکتریک
اینشتین	۱۹۱۶	اصل هم ارزی دستگاههای مرجع تساوای جرم لختی و جرم ثقلی	نسبیت عام
بور	۱۹۱۳	$\nu = \frac{E_i - E_f}{h}$	اصول موضوع بور (ساختمان اتم)
بور	۱۹۲۳	در شرایط مناسب رفتار سیستم های کوانتومی یا رفتار پیش بینی شده فیزیک کلاسیک مطابقت دارند	اصل تطابق
بور	۱۹۲۷	مدلهای موجی و ذره ای مکمل یکدیگرند	اصل مکمل بودن
کامپتون	۱۹۲۳	کشف کاهش انرژی فوتون در برخورد با الکترون $E = h\nu, P = \frac{h}{\lambda}$	اثر کامپتون
دوبروی	۱۹۲۴	کشف طبیعت موج گونه ماده (الکترون) $E = h\nu, \lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{mV}$	اصل موضوع دوبروی
هایزنبرگ	۱۹۲۷	$\Delta P_x \Delta x \geq \frac{h}{4\pi}, \Delta E \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$	اصل عدم قطعیت

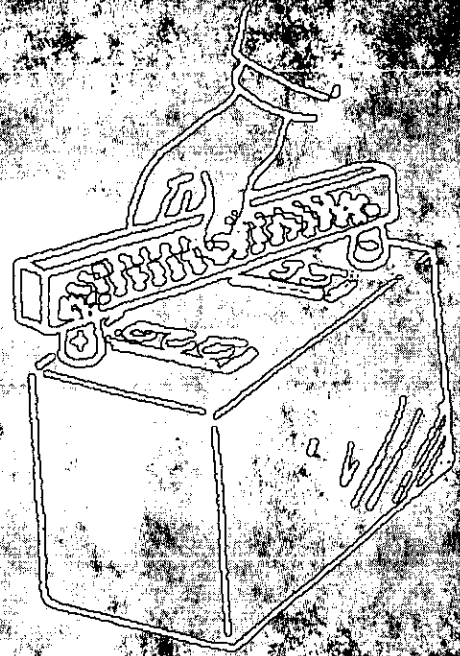
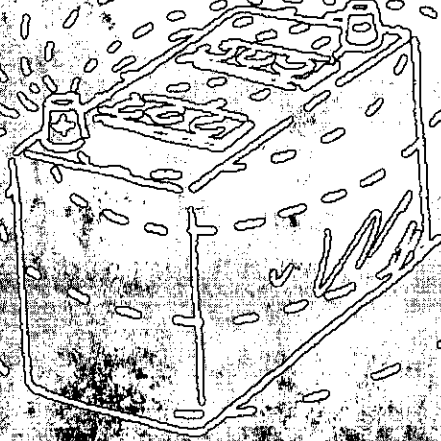
هنگامی که کالید یک مدار الکتریکی را می بینیم مدار کامل می شود و لامپ فوراً روشن می شود. هنگامی که مکالمه تلفنی راه دور انجام می دهیم به نظر می رسد که سیگنال الکتریکی با سرعت نامحدودی در سیمهای اتصال صدای ما را منتقل می کند. در واقع، انرژی الکتریکی در رساناها با سرعتی نزدیک به سرعت نور منتقل می شود.

اگرچه الکترونها در یک مدار با سرعت نور حرکت نمی کنند، اما آنها در فواصل در فضای معمولی سرعت متوسطی در حدود 10^8 سانتی متر در ثانیه دارند. چون الکترونها در تمام جهات حرکت می کنند در رساناها جریان الکتریکی تولید نمی کنند و هیچ جریان خالصی در جهت مشخصی وجود ندارد. هنگامی که باتری یا مولد الکتریکی در یک مدار کار می کند در رسانا میدان الکتریکی ایجاد می شود و الکترونها به حرکت کاتوره ای خود ادامه می دهند اما در اثر این میدان در جهت پایانه مثبت شعاعدار هم می شوند. در واقع میدان الکتریکی است که با سرعتی در حدود سرعت نور سیر می کند. سیمهای رسانا به عنوان واسطه برای خطوط میدان الکتریکی که در دو سر منبع تولید ولتاژ ایجاد شده اند عمل می کنند شکل (۱)، اگر منبع انرژی ولتاژ مستقیم تولید کند خطوط میدان الکتریکی در سیمها همواره در یک جهت معین هستند و الکترونها ازادی که با این میدان مواجه می شوند در جهت خطوط میدان شعاعدار می شوند. پیش از آنکه الکترونها در سیم سرعت زیادی بگیرند با اینهمه انرژی که در مسیرشان قرار گرفته اند مواجه می شوند و پاره ای از انرژی جنبشی خود را به آنها می دهند که این عمل باعث افزایش فضای سیم ها می شود. بر خوردهای مداوم الکترونها باعث قطع حرکت آنها می شود به طوری که در جهت میدان پراکند سرعت متوسط آنها بسیار کوچک است. بنابراین در یک مدار جریان مستقیم نمونه مثلاً سیستم الکتریکی یک اتومبیل، پراکند سرعت متوسط الکترونها کمتر از دو صدم سانتی متر در ثانیه است. بنابراین اگر الکترونها با این آهنگ حرکت کنند سالها طول می کشد تا یک مدار الکتریکی بین قاره ای راه طی کند. در نتیجه مکالمه تلفنی راه دور کار بسیار طاقت فرسایی می شود.

تصور فادرسنی است اگر جریان الکتریکی را جریانی بدانیم که در اثر بر خوردهای الکترونها به یکدیگر در طول سیمهای رسانا به وجود می آید، یعنی این تشابه بسیار حقیقت ندارد که روش انتقال یک تپ الکتریکی را مشابه روش انتقال تپ صفحات کج شده بازی دومینو بدانیم که در طول ردیفی از دومینوهای ساکن نزدیک به هم صورت می گیرد. مثال بازی دومینو الکتری خوبی برای روش انتقال صوت است اما برای انتقال انرژی الکتریکی واقعیت ندارد. الکترونها آزاد در یک رسانا در اثر اعمال میدان الکتریکی، نه بر خورده به یکدیگر، حرکت شعاعدار پیدا می کنند درست است که الکترونها به یکدیگر و دیگر اتمها بر خورده می کنند اما این بر خوردهها حرکت آنها را کند می کند و متفاوتی است در برابر حرکشان. در یک مدار جریان متناوب الکترونها رسانا جانی نمی روند بلکه آنها در مکانهای ثابتی با حرکت رفت و برگشت تکان می خورند. هنگامی که شما با فردی مکالمه تلفنی راه دور دارید این انرژی حرکت رفت و برگشتی است که تقریباً با سرعت نور در کشور

سرعت و منبع الکترونها در يك مدار*

بائول جی هوبت
مترجم: احمد نو حیدی



خطوط میدان الکتریکی میان پایانه‌های یک باتری از داخل یک رسانا که پایانه‌ها را به هم متصل می‌کند می‌گذرد. میله‌ای فلزی در شکل نشان داده شده است. الکترون‌ها معمولاً یک مدار الکتریکی است.

گسترده می‌شود. الکترون‌ها تقریباً در طول سیم‌ها با ضرب آهنگ الگوی سیار نوسان می‌کنند.

این وضعیت باعث تصور نادرست دیگری نسبت به الکتریسیته می‌شود. بسیاری از مردم فکر می‌کنند که پریزها در خانه آنها منبع الکترون‌ها هستند یعنی الکترون‌ها نخست از کارخانه برق به خطوط انتقال و سپس به وسیله پریزها به خانه آنها جریان پیدا می‌کنند. در واقع هیچ الکترونی از خطوط انتقال یا پریز برق به وسایل برقی که دو شاخه آنها متصل به پریزها است جریان پیدا نکرده است.

پریزها در خانه جریان متناوب دارند. هنگامی که دو شاخه متصل به یک لامپ را به پریز می‌زنید، انرژی الکتریکی از پریز به لامپ جریان پیدا می‌کنند نه الکترون‌ها. میدان الکتریکی حامل انرژی است که سبب حرکت نوسانی الکترون‌هایی می‌شود که تقریباً در رشته سیم‌های لامپ وجود داشته‌اند. اگر لامپی را به ولتاژ ۲۲۰ ولت متصل کنید، آنگاه ۲۲۰ واحد انرژی به هر واحد بار الکتریکی موجود در جریان الکتریکی داده‌اید. بیشتر انرژی الکتریکی به گرما و قسمتی از آن به نور تبدیل می‌شود. هنگامی که با یک شوک الکتریکی تکان می‌خورید، سرچشمه الکترون‌های سازنده جریان بدن شما است. الکترون‌ها نخست از سیم‌ها به بدن شما نیامده و سپس به زمین نرفته‌اند. البته انرژی الکتریکی چنین است. انرژی الکتریکی به سادگی الکترون‌های آزاد بدن شما را به طور هم‌آهنگ به نوسان واداشته است که می‌توانند زیانمند باشند.

* The speed and Source of Electrons in a Circuit.

مرجع:

Paul G. Hewitt, Conceptual Physics, Little, Broeun and Company, Boston, 1974.

چگونه می شود شعاع زمین را در کنار دریا اندازه گرفت؟

زاجری اج. لوین^۱

مترجم: صمد غلامی

محاسبه کرد. یعنی فاصله استوائی قطب شمال ۱۰^۷ متر است. مقدار متر از آن زمان تاکنون باز تعریف شده است. اما در سطح دقت کار ما در نظر گرفتن آن ضروری نیست. پس شعاع زمین برابر خواهد بود با:

$$R = \frac{4 \times 10^7}{2\pi} = 6366 \text{ km}$$

ارتفاع مشاهده گر در قله پایکس با احتساب مسطح بودن زمین:

$$3/3 \text{ km} - 1 \text{ km} = 2/3 \text{ km}$$

یک مثلث غول آسا بین مشاهده گر،

مرکز زمین و افق به وجود می آید. در افق فاصله شخص ناظر تا خط دیده مماس با سطح زمین است. شعاع زمین R است. این خطوط یک زاویه قائمه می سازند. فاصله بین مشاهده گر تا مرکز زمین، همان وتر مثلث به اندازه R+h است. h در اینجا ارتفاع مشخص تا مرکز زمین است. به کمک قضیه فیثاغورس در مثلث قائم الزاویه خواهیم داشت:

$$(R+h)^2 = R^2 + l^2 \quad (1)$$

یا

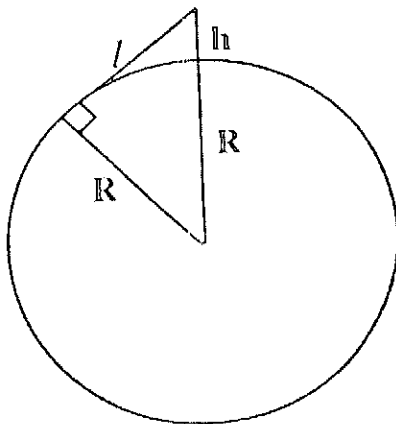
$$l = (2Rh + h^2)^{1/2} \approx (2Rh)^{1/2} \quad (1)$$

البته R >> h است.

برای من در قله پایکس فاصله نا افق

$$l \approx (2 \times 6366 \text{ km} \times 3/3 \text{ km})^{1/2} \approx 205 \text{ km}$$

این طور به نظر می رسد که نمی توانید داخل ایالت کانزاس را ببینید. اما جو مثل یک عدسی عمل می کند که خط افق را ۱۰ درصد برای این مشاهده ویژه دورتر می برد. ادعای راهنمای تور در حالی که مورد تردید است، به جزئیات جو و آن ناحیه بخصوص می پردازد.



آیا این امکان وجود دارد که ایالت کانزاس^۱ را از قله پایکس^۲ در کلرادو مشاهده کرد؟ آیا می توانید دو غروب را در یک روز در شهر کیز^۳، واقع در ایالت فلوریدا مشاهده کنید؟

این پرسشها برای دانشجویان فیزیک بسیار کنجکاوی برانگیز است. به طوری که می توان با یک مداد، یک فرمول اساسی و کمی خلاقیت آن را حل کرد.

فاصله تا افق:

یک سوم شرقی کلرادو که ۲۵۰ کیلومتر به سمت غرب امتداد یافته و تا مرز کانزاس پیش می رود، هنوز هم جزء دشت بزرگ به شمار می رود. سپس کوههای راکی کلرادو ناگهان سر می کشند و تشکیل یک صخره واقعی با چشم اندازی وسیع به سمت شرق را به وجود می آورند. یک بار از طریق راه آهن به بالای قله پایکس رفتیم که ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۴/۳ کیلومتر است. این مقدار با سطح دشت پایین که ۱ کیلومتر از سطح دریا بالاتر بود، قابل مقایسه است. در قله کوه غلظت هوا آنقدر کم است که اکسیژن را در مغازه ها می فروشند.

راهنمای تور سیاحتی برای ما شرح داد که منظره آنجا بسیار زیباست. شما می توانید همه مسیر کانزاس را از آنجا مشاهده کنید. باید جالب باشد.

من پیش از این در شهرهای کلرادو، بنراسکا^۴، میسوری^۵ و اوکلاهاما^۶ بوده ام. اما تابحال به کانزاس نرفته بودم. آیا گفته های راهنمای ما حقیقت داشت؟ سرانجام فیزیک به کمک آمد.

همان طور که در شکل ۱ مشخص شده است، فاصله تا افق را می توان با آگاهی از میزان ارتفاع مشاهده گر و شعاع زمین به دست آورد. شعاع زمین را می توان با استفاده از تعریف متر که اولین بار در جریان انقلاب فرانسه تعریف شد



شعاع زمین

$$\Delta l = \frac{2\pi R t}{T} \quad (3)$$

نقطه افق هر روز یک بار و با سرعت ثابت مرز زمین را می‌پیماید. با ترکیب رابطه ۱ و ۳ خواهیم داشت:

$$R = \frac{(H^{\frac{1}{2}} - h^{\frac{1}{2}})^2}{2\pi^2} \frac{T^2}{t^2} \quad (4)$$

تأثیر جو به عنوان یک عدسی در آپارتمان بسیار کمتر از قله پایکس بود. در ساحل اختلاف بین شکستهای ثبت شده از سطح دریا تا بالای ساختمان تنها یک قسمت در هر یک میلیون است. که این فقط به تصحیح ۱ درصد برای زاویه می‌انجامد.

اما در مورد اندازه‌گیریها، این اندازه‌گیریها بهترین نبودند. خورشید را می‌دیدیم که در افق پایین می‌رود. سپس پاهایمان را از ماسه‌ها شستیم. از حال به سوی آسانسورها دویدیم. به آپارتمان رسیدیم به بالکن رفتیم و ۴ دقیقه و ۵ ثانیه بعد دیدیم که خورشید مدتی است غروب کرده. پس محاسبات ما حد پایین تر است. شعاع زمین در نهایت ۱۵۰ کیلومتر در قطر است. و شاید کمی بیشتر.

قدر دانی:

این کار با حمایت بخش علم مواد وزارت انرژی انجام شد.

* Zachary H. Levine

زیرنویس:

1. Kansas.
2. Pike's Peak.
3. Keys.
4. Nebraska.
5. Missouri.
6. Oklahoma.
7. Longboat Key.
8. Mexico.

The physics teachers Vol. 37. Oct. 1993
P. 440-1

پانزده سال بعد به لانگ بوت کسی^۶ فلوریدا رفتیم و در آنجا به انتظار غروب، به غرب می‌نگریستم. آپارتمان طبقه سیزدهم ما بالکنی مشرف به خلیج مکزیک^۸ بود، یعنی حدود ۴۰ متر بالاتر از سطح دریا داشت.

یک روز عصر که کنار دریا بودیم، به افراد گروه‌هم پیشنهاد کردم به محض غروب خورشید در ساحل، با دویدن و بالا رفتن از آپارتمان می‌توان غروب را دوباره مشاهده کنیم. اما چه دیدیم؟

برای ما که در ساحل ۲ متر بالاتر از سطح دریا ایستاده بودیم، فاصله تا افق را می‌شد با رابطه شماره ۱ محاسبه کرد. یا می‌توانیم بگوییم:

$$\frac{1}{2} = 5 \text{ km} \quad (2 \times 6366 \text{ km} \times 0.002 \text{ km})^{\frac{1}{2}}$$

و در آپارتمان:

$$\frac{1}{2} = 23 \text{ km} \quad (2 \times 6366 \text{ km} \times 0.04 \text{ km})^{\frac{1}{2}}$$

پس تفاوتی حدود ۱۸ کیلومتر بین این دو افق وجود دارد.

نقطه روی افق با چه سرعتی حرکت می‌کند. برای سادگی، فرض کنید حالا در استوا اعتدال شب و روز است. این یک تقریب ۲۰ درصدی است. در اینجا برخی حقایق ساده‌تر را یادآوری می‌کنیم. زمین کروی است و روزی یکبار به دور خود می‌چرخد. باتوجه به تعریف متر، سرعت افق ۴۰۰۰۰ کیلومتر در روز یا ۴۶/۰ کیلومتر بر ثانیه است. بنابراین خورشید در آپارتمان باید ۳۹ ثانیه دیرتر از سطح زمین غروب کند. اینها اطلاعات اولیه و اساسی هستند. پس می‌توان زمان بین دو غروب را پیش‌بینی کرد. البته در صورتی که اطلاعات عکس را به ما داده باشند. می‌توان شعاع زمین را پیش‌بینی کرد. تفاوت فاصله تا افق یعنی Δl را می‌توان به دو صورت نوشت:

از رابطه شماره ۱:

$$\Delta l = (2R)^{\frac{1}{2}} (H^{\frac{1}{2}} - h^{\frac{1}{2}}) \quad (2)$$

منبع:

در این رابطه ارتفاع ساختمان و h ارتفاع فرد ناظر از سطح دریاست. یعنی درست جایی که شخص در ساحل ایستاده است. T را زمان روز و t را زمان بین دو غروب می‌گیریم. پس:

مدار RC - یک آزمایشی چند منظوره

هربرت وود (Herbert Wood)

مترجم: محمد حسین شمس

$$\varepsilon = RI_L + \frac{Q}{C} \quad (2)$$

$$\varepsilon = RI_L + RI_C \quad (3)$$

دانش معادله (۲) معادله جریانی (فولت) کرده است. و دو معادله دیگر معادلات ولتاژ (فولتین حلقه) هستند. از معادله (۲) می‌گیریم:

$$I = \frac{dI}{dt} + \frac{1}{C} I_L \quad (4)$$

بنابراین جریان شاخه‌های مدار را با حل کردن معادله‌های ۱ و ۳ و ۴ می‌توان بدست آورد. جریان I_L را می‌توان از معادله‌های ۱ و ۳ بصورت تابعی از I_L نوشت.

$$I_L = \frac{R+r}{R} I_L + \frac{\varepsilon}{R} \quad (5)$$

بنابراین معادله (۴) تبدیل می‌شود به:

$$\frac{dI_L}{dt} + \frac{R-r}{rRC} I_L = \frac{\varepsilon}{rRC} \quad (6)$$

جواب این معادله دیفرانسیل بصورت زیر است:

$$I_L = \frac{\varepsilon}{R-r} \left[1 - e^{-\frac{R-r}{rRC} t} \right] \quad (7)$$

اگر بدقت به معادله (۷) نگاه کنیم، می‌بینیم که:

$$I_L = \frac{\varepsilon}{R-r} \quad (8) \quad \text{به ازای } t=0$$

$$I_L = \frac{\varepsilon}{R+r} \quad (9) \quad \text{و به ازای } t=\infty$$

این نتایج با تحلیل اولیه مدار مطابقت دارد.

با جایگذاری عبارتی که از معادله (۷) برای I_L بدست می‌آید در معادله (۵)، معادله زیر برای I_L بدست می‌آید.

$$I_L = \frac{\varepsilon}{r} e^{-\frac{R-r}{rRC} t} \quad (10)$$

اکنون می‌توان حدود $I_L = 0$ و $I_L = \infty$ را در معادله (۱۰) جایگذاری کرد.

مراحل بعدی استفاده از معادله‌های (۱) و (۵) و (۱۰) جریانی که از شاخه‌ای که شامل مقاومت است عبور می‌کند (۱۱) را می‌توان پیدا کرد.

در خیلی از کتب فیزیک برای دوره‌های مقدماتی معادله دیفرانسیل بردار شده و با تخیله شدن مدار ساده RC به دست می‌آورند. من از یک مدار ساده که طرح بسیار جالب و آموزنده دارد استفاده می‌کنم. این مدار در ابتدا طریقه استفاده از فولتین کیر شیف در تجزیه و تحلیل مدارهای الکتریکی را می‌آموزد. و در مرحله بعد حل یک معادله دیفرانسیل خطی غیر همگن را دربردارد که اندکی به معادله متعارف برای مدار ساده RC متفاوت است.

مدار

مداری را که استفاده کردم در شکل ۱ نشان داده شده است. I_L و I_1 و I_2 جریانی‌هایی هستند که از شاخه‌های مدار می‌گذرند. مزیت این مدار این است که دانش آموزان خودشان تشخیص خواهند داد که به محض وصل کردن کلید، خازن بطور مؤثری اتصال کرده برقر می‌کند. و بنابراین در ابتداء ولتاژ دو سر مقاومت R و جریانی که از R می‌گذرد صفر خواهد بود. بعد از مدت طولانی خازن پر خواهد شد و تمام جریان از شاخه‌ای که مقاومت R در آن قرار دارد عبور خواهد کرد.

تجزیه و تحلیل ولتاژ و جریان‌های مدار بوسیله قوانین کیرشیف بصورت زیر است:

$$I = I_1 + I_2 = \quad (11)$$

$$I_r = \frac{\epsilon}{r+R} \left[1 - e^{\frac{-R+r}{TrRc}t} \right] \quad (11)$$

اگر حدود $t=0$ و $t=\infty$ را در معادله (۱۱) جایگذاری کنیم مقادیری که برای I_r بدست می آید، با نتایج مورد انتظار مطابقت دارد.

آزمایش

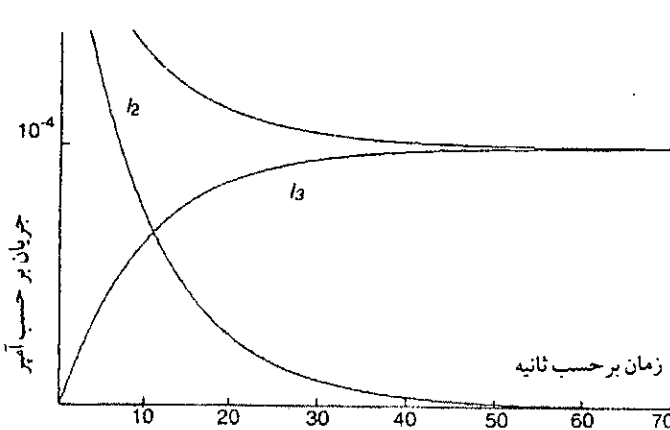
اگر ضریب t در توان معادلات (۷)، (۱۰)، (۱۱) را معکوس کنیم آهنگ افزایش جریان را می توان بدست آورد. این ثابت زمانی مدار است. یعنی مدت زمانی که طول می کشد تا جریان به اندازه $36/8$ درصد جریان نهائی افزایش یا کاهش داشته باشد. بنابراین ثابت زمانی بصورت زیر است:

$$t_c = \frac{TrRc}{r+R} \quad (12)$$

استفاده از مقاومت $10/000$ اهمی و خازن یک میلی فاراد راحت است. در این صورت ثابت زمانی 108 خواهد شد. این ثابت زمانی به اندازه کافی طولانی است. تا دانش آموزان بتوانند جریان را در هر پنج ثانیه اندازه گیری کنند. با استفاده از ولتاژ $2/5V$ جریان در هر شاخه مدار در محدوده میکروآمپر خواهد بود.

اگر خازن را تخلیه کنیم و آزمایش را چندین بار انجام دهیم. می توان جریان را حتی در فواصل یک ثانیه ای اندازه گیری کرد. این نتایج با پیشگویی های معادله های (۷) و (۱۰) و (۱۱) قابل مقایسه خواهد بود. شکل (۲) جریان های I_1 و I_2 و I_r را بصورت تابعی از زمان نشان می دهد.

نمایش جالب و هیجان آوری از عملکرد مدار و حل معادله دیفرانسیل را می توان با استفاده از ماشین حسابهای که توانایی ترسیم دارند بدست آورد. (تجهیزات تکراس مدل ۸۱ برای این موضوع بسیار مناسب است). اگر معادلات (۷) و (۱۰) و (۱۱) را در ماشین حساب برنامه ریزی کنیم. و مقادیر مناسبی برای مقاومت و خازن جایگذاری کنیم و ترسیم هم زمان هر معادله نسبت به زمان را مشاهده کنیم. خواهیم دید نتایج بدست آمده از نظر ریاضیات و فیزیک برای دانش آموزان بسیار روشنگر است. در پایان می توان مقادیر عددی برای مقاومت و ظرفیت خازن را تغییر داد و پاسخ مدار را بررسی کرد.



شکل ۲- نمودار تغییرات شدت جریان شاخه های مدار بر حسب زمان

معمای تخم مرغ چرخان

مارتین گاردنر

مترجم: محمدحسین شمس

هرکس می داند چگونه خام بودن یا آب پز بودن یک تخم مرغ را تشخیص دهد. تخم مرغ را روی یک سطح صاف و سفت قرار می دهیم و می چرخانیم. تخم مرغ پخته براحتی می چرخد و تخم مرغ خام به سختی می چرخد.

اکنون یک تخم مرغ خام انتخاب می کنیم. و با ایجاد یک چرخش قوی روی دیواره اش آن را می چرخانیم و فوراً با قرار دادن نوک انگشت روی تخم مرغ مانع چرخیدن آن می شویم. سپس به سرعت انگشت خود را برمی داریم. اگرچه فشار انگشت باعث می شود تخم مرغ بطور کامل متوقف شود. اما موقعی که انگشت خود را برمی داریم تخم مرغ به آرامی چرخش خود را دوباره آغاز می کند!

دلیل این امر بسیار ساده است. وقتی که تخم مرغ از چرخش باز می ایستد. مایع درون آن به حرکت خود ادامه می دهد. زیرا لختی زیادی دارد. و این لختی برای شروع مجدد چرخش تخم مرغ کافی است.

طرح های آوزان قیمت برای مطالعه دستگاه های دورانی

سه یوان ماک و دین یان ییپ (Se-yuen Mak and Din-yan yip)

مترجم: امینه عابری

دورانی شامل تعدادی نمایشهای بدیع را هنگامی که از صفحه گردان گرامافون استفاده می کنیم می توان انجام داد و مشاهده کرد.

صفحه گردان گرامافون با فن آوری بسیار دقیقی ساخته می شود و این مزیت دیگری است که صفحه گردان نسبت به محصولات تجاری دارد. زیرا در صفحه گردان تلاش شده است با استفاده از بالشتک هوا از اصطکاک کاسته شود، اما در تولیدات تجاری از ساچمه استفاده شده است.

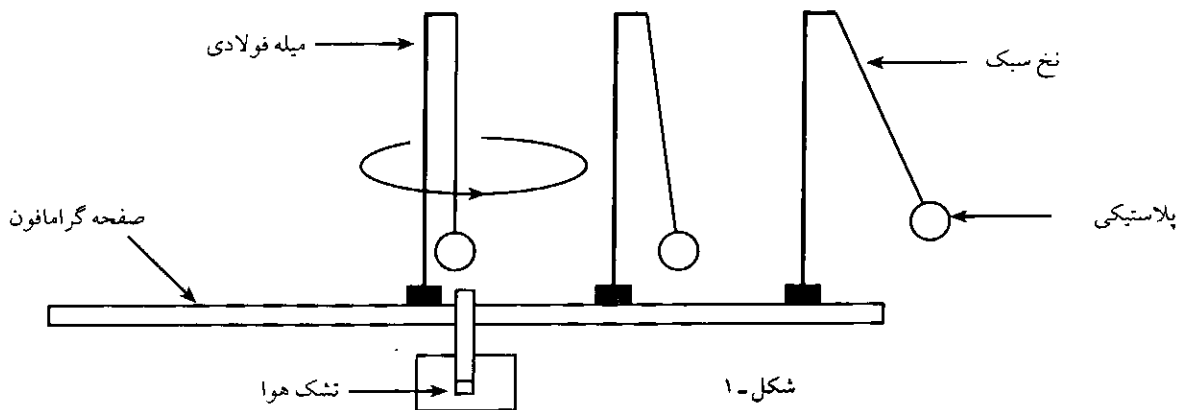
گشتاور نیروی اصطکاک که روی دیواره محور دوران یک صفحه گردان متعادل شده اعمال می شود بسیار پایین و تا حدی مستقل از وزن آن است. محور دوران بوسیله یک موتور به حرکت درمی آید و لازم است تحت یک سرعت زاویه ای ثابت بچرخد، یا به راحتی به حالت دوران آزاد یک چرخ طیار متصل می گردد. در نتیجه صفحه گردان گرامافون از بعضی محصولات تجاری برای نشان دادن حرکت دورانی بهتر است.

در این مقاله چهار آزمایش را توصیف می کنیم تا نشان دهیم چگونه می توان از صفحه گردان در آزمایشگاه فیزیک استفاده کرد، هر کدام از این چهار آزمایش و دستگاه های آنها بوسیله معلمان دانشجو دانشگاه چینی هنگ کنگ بعنوان یک تکلیف پروژه در دیپلم برنامه آموزشی فوق لیسانس (PGDE) تحت نظارت مؤلفان طراحی شده اند. اگرچه لوازم و تجهیزات مورد نیاز برای هر دستگاه را می توان از روی یک صفحه پلاستیک نصب کرد، اما فقط یک صفحه گردان برای انجام تمامی فعالیت ها کافی است.

آزمایش ۱- یک نمایش کیفی از نیروی جانب مرکز:
تعدادی گلوله پلاستیکی خیلی سبک را به نخهای بسیار سبکی به طول ۱۵ سانتیمتر می بندیم و نخها را از میله های فولادی آویزان می کنیم. این میله های فولادی

صفحه گردان گرامافون های معمولی یک راه آوزان قیمت برای بدست آوردن یک سیستم دورانی در بازار است چهار آزمایش شامل اندازه گیری لختی دورانی یک جسم حول یک محور ثابت را توصیف می کنیم تا نشان دهیم چگونه صفحه گردان را می توان تغییر شکل داد تا جوابگوی نیازهای آموزشی باشد.

نقش اصلی آزمایشگاههای دبیرستانها این است که به دانش آموزان یک تجربه عملی بدهند به طوریکه بتوانند مطالب درسی را با انجام دادن بیاموزند. البته به طور طعنه آمیز باید گفت که معلمان علوم خودشان به ندرت علم و مطالب درسی را تجربه می کنند. کمبود منابع و نبود وقت کافی باعث می شود تا تعداد کمی از معلمان فیزیک فرصت یا انگیزه بیابند تا دستگاه خود را بسازند و تحقیقات اصلی آن را خود طراحی کنند. در مدارس بیشتر آزمایش ها با تجهیزات تجاری انجام می شوند. این اسباب های تجاری برای استفاده مناسب هستند و نتایج کلیشه ای و قابل اعتمادی را بدست می دهند. لاکن این وسایل گران هستند، مخصوصاً اگر از آنها فقط یک یا دو بار در سال استفاده شود. این مقاله یک سری فعالیتهای جدید و بدیع برای مطالعه دستگاه های دورانی را تشریح می کند. صفحه چرخان گرامافون که یک جزء بسیار مهم در دستگاه گرامافون است یک وسیله بسیار خوب از وسایل زائد و قدیمی است که برای بررسی حرکت دورانی در آزمایشگاه مدارس بسیار مفید است. اگرچه صفحه گردانهایی که برای مطالعه حرکت دورانی شبیه دستگاه دورانی پاسکو (پاسکو ۱۹۹۷) طراحی شده اند را می توان از تهیه کنندگان لوازم آزمایشگاهی با قیمت نسبتاً زیادی خریداری کرد ولی این موضوع تعدادی از مدارس متوسط را از خرید یک سیستم کامل بعلاوه کامپیوتر و لوازم جانبی آن باز می دارد. با کمی تغییرات درمی یابیم که بیشتر آزمایشهای روی دستگاه های



به یک موتور الکتریکی متصل شده است را می توان بعنوان پروانه بزرگ در نظر گرفت. البته باید محور دوران پروانه بزرگ و صفحه گردان برهم منطبق باشد. از یک پنکه اسباب بازی بعنوان پروانه کوچک می توان استفاده کرد. این پروانه را در انتهای یک خط کش نصب می کنیم و خط کش را روی صفحه گردان می چسبانیم. یک جعبه باتری را روی صفحه گردان قرار می دهیم تا هم نیروی محرکه برای دو موتور الکتریکی را تأمین کنند و هم باعث تعادل صفحه گردان شود. وقتی صفحه آکرلیک (پروانه بزرگ چرخ بال) به تنهایی بچرخد بر طبق اصل پایستگی اندازه حرکت زاویه ای صفحه گردان (بدنه چرخ بال) در جهت مخالف پروانه بزرگ خواهد چرخید. اگر پنکه اسباب بازی (پروانه کوچک چرخ بال) را روشن کنیم تا تحت یک سرعت مناسب دوران کند صفحه گردان ثابت می شود و دیگر به دور خود دوران نخواهد داشت.

آزمایش ۳ - اندازه گیری سرعت زاویه ای:

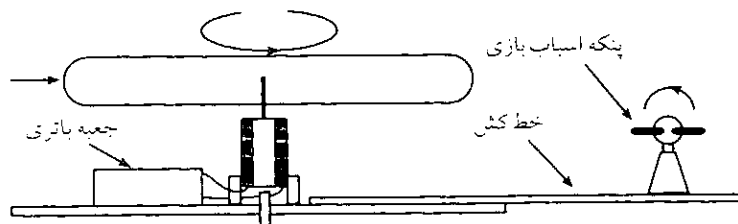
روی یک قطعه نوار پلاستیکی نازک و کدر سوراخهایی با فاصله های مساوی ایجاد می کنیم. سپس آنرا گرداگرد لبه صفحه گردان می چسبانیم. یک حس گر نوری (شبهه یک LDR در یک مدار مستقیم پتانسیل) را در زیر صفحه گردان نزدیک نوار پلاستیکی قرار می دهیم. حس گر را به یک اسکالر (دستگاه افزاینده مقدار ورودی) که می تواند بطور پیوسته فرکانس آنها را در فواصل منظم مثلاً هر ثانیه ثبت کند متصل می کنیم، پرتوهای نور یک چراغ قوه، از میان سوراخها عبور می کند و روی حس گر می افتد. البته اگر بوسیله فاصله بین سوراخها قطع نشوند. اگر گرامافون را روشن کنیم تا صفحه گردان با سرعت ثابت شروع به دوران کند هربار که باریکه نوری از یک روزنه عبور کند اسکالر

فاصله های مختلفی از مرکز یک صفحه گرامافون بزرگ نصب شده اند. صفحه گرامافون را روی صفحه گردان قرار می دهیم و گرامافون را روی یک سرعت ثابت تنظیم می کنیم (شکل ۱). بعد از مدت کوتاهی نوسانات اولیه گلوله ها متوقف خواهد شد. هنگامی که تعادل برقرار می شود و نخها بخاطر تأمین کردن نیروی جانب مرکز برای دوران گلوله ها، با محور عمودی زاویه می سازند. این زاویه برای گلوله ای که درست در مرکز صفحه گرامافون قرار دارد صفر است و برای گلوله هایی که دورتر از مرکز قرار دارند این زاویه بزرگتر است، یعنی با دور شدن از مرکز صفحه گرامافون زاویه ای که گلوله با محور عمودی می سازد افزایش می یابد، زیرا نیروی جانب مرکز با افزایش شعاع مدار، افزایش می یابد. حال اگر سرعت دوران صفحه گردان را زیاد کنیم زاویه هر کدام از نخها زیاده تر خواهد شد و نتیجه می گیریم که با افزایش سرعت زاویه ای، نیروی جانب مرکز افزایش می یابد و تمام این نتایج با رابطه $F = mr\omega^2$ سازگار است.

آزمایش ۲ - مدل چرخ بال: متعادل کردن دو اندازه حرکت زاویه ای در جهت های مخالف:

بیشتر چرخ بالها نیاز به دو پروانه دارند. پروانه اصلی در بالای چرخ بال برای بلند کردن و جلو بردن است. پروانه کوچکتر که در انتهای دم چرخ بال قرار دارد برای متعادل نگه داشتن بدنه و جلوگیری از چرخش به دور خود است. البته در بعضی از چرخ بالها از گازهای خروجی برای دستیابی به این واقعیت استفاده می کنند. طرح ارائه شده در شکل (۲) به دانش آموزان کمک می کند تا نقش پروانه کوچکتر را بهتر درک کنند. صفحه گردان را می توان بعنوان بدنه چرخ بال در نظر گرفت. یک صفحه بزرگ آکرلیک که

صفحه آکرلیک متصل به موتور
مماس با قرقره بزرگ باشد.



شکل - ۲

وزنه نیروی لازم برای دوران
صفحه گردان را تأمین می کند. از قانون
انرژی مکانیکی می توانیم بگوییم،
کاستی انرژی پتانسیل وزنه برابر افزایش
انرژی جنبشی دستگاه بعلاوه اندازه کار
نیروی اصطکاک است بنابراین می توان
نوشت:

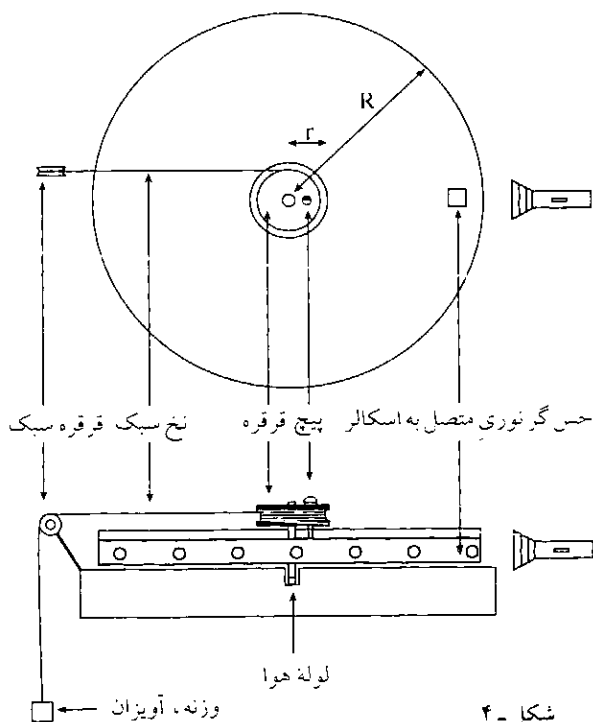
$$mgh = \frac{1}{2}(mv^2 + I\omega^2) + \Delta W$$

$$= \frac{1}{2}(mr^2\omega^2 + KMR^2\omega^2) + \Delta W$$

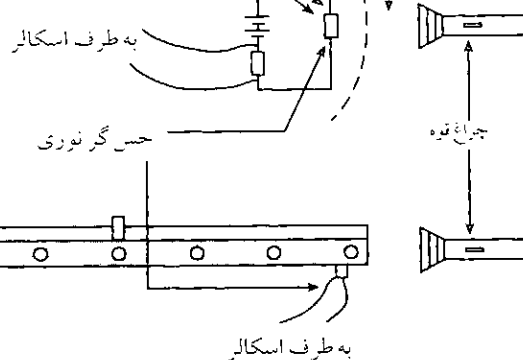
در اینجا M جرم صفحه گردان، m
جرم وزنه آویزان و h ارتفاع سقوط
است. v سرعت نهائی وزنه و ω سرعت
دورانی و ω سرعت زاویه ای نهائی
صفحه گردان است. r و R به ترتیب
شعاعهای قرقره و صفحه گردان هستند

و ΔW کار نیروی اصطکاک است.

مقدارهای m و M و r و R به ترتیب $0/1 \text{ Kg}$ و 1 Kg



شکل - ۴



شکل - ۳

یک تپ ثبت خواهد کرد، اگر تعداد سوراخهای
صفحه را اندازه گیری کنیم سرعت زاویه ای را
می توان از فرکانس تنهایی ثبت شده (تعداد تپها در
واحد زمان) محاسبه کرد.

آزمایش ۴- اندازه گیری لختی دورانی:

ترتیب آزمایش ۳ را تغییر می دهیم و آنرا به یک
ماشین آتوود افقی تغییر می دهیم تا بتوانیم لختی
دورانی صفحه گردان را محاسبه کنیم (شکل ۴).
یک قرقره سبک را بصورت هم محور روی
صفحه گردان می چسبانیم و نخ سبک و غیر قابل
ارتجاع به طول $7m$ را به دور آن می پیچیم. یک
قرقره سبک و روان را به بدنه گرامافون می چسبانیم
به طوریکه قرقره کوچک در کنار لبه صفحه گردان
قرار گیرد. سر آزاد نخ را از روی قرقره سبک عبور
می دهیم و به یک وزنه متصل می کنیم.

جهت دوران و ارتفاع قرقره کوچک را
به گونه ای تنظیم می کنیم که قسمت افقی نخ دقیقاً

۱ cm و ۱۰ cm هستند. بنابراین می توانیم بگوییم چون $m \ll R$ و $\tau \ll K$ حدود ۵/۰ (کمی بیشتر یا کمتر) است.

انرژی جنبشی که وزنه می گیرد تقریباً دو مرتبه کوچکتر از انرژی جنبشی دورانی است که صفحه گردان می گیرد. بنابراین با یک تقریب خوب می توان گفت:

$$mgh \approx \frac{1}{2} I \omega^2 + \Delta w = \frac{1}{2} I \omega^2 + m'gh$$

که m' جرم مورد نیاز برای اینکه صفحه گردان به آرامی و با سرعت ثابت دوران کند یا تصحیحی برای گشتاور ناشی از نیروی اصطکاک با واحد جرم است.

بنابراین معادله انرژی بصورت زیر درمی آید:

$$(m - m')gh = \frac{1}{2} I \omega^2 \quad (1)$$

لختی دورانی صفحه گردان I ، را می توان با جاگذاری مقادیر m و m' و h و ω بدست آورد. حداکثر سرعت زوایه ای است که در آزمایش ۳ بوسیله اسکالر اندازه گیری شده بود.

مقدار m' برای یک صفحه گردان خوب بیشتر از ۳ گرم نیست. m را بزرگتر از m' انتخاب می کنیم مثلاً ۱۰۰ گرم. اگر دقت بالا مورد نیاز نباشد می توان از جمله تصحیح صرف نظر کرد.

برخلاف چرخ طیار عمودی (فشین ۱۹۹۵)، لختی دورانی هر جسم متقارن (یا هر دو جسم که تقارن ایجاد کنند) حول محور دوران را می توان براحتی با قرار دادن جسم روی صفحه گردان (یا قرقره افقی) تعیین کرد. از آنجا که چرخ طیار صفحه گردان یک گرامافون بوسیله بالشتک هوا که در ته میله دوار آن ایجاد می شود تحمل می شود گشتاور نیروی اصطکاک از گرانش روی دیواره محور ایجاد می شود.

اگر صفحه گردان کاملاً متعادل باشد می توان گفت گشتاور مستقل از وزن بار روی صفحه گردان است. آزمایش را بار دیگر با همان وزنه آویزان شده m انجام می دهیم: نیروی اصطکاک وارد بر دیواره قرقره کوچک تقریباً با حالت قبل مساوی است. بنابراین جمله تصحیح اصطکاک و m' تقریباً با آزمایش قبل مساوی است و معادله انرژی را می توان بصورت زیر نوشت:

$$(m - m')gh = \frac{1}{2} I \omega^2 \quad (2)$$

از مقایسه معادلات (۱) و (۲) می بینیم که:

$$I \omega^2 = I_1 \omega_1^2$$

در اینجا I_1 مجموع لختی دورانی صفحه گردان و جسم نامعلومی است که روی آن قرار دارد و ω_1 سرعت زوایه ای در اندازه دوم است.

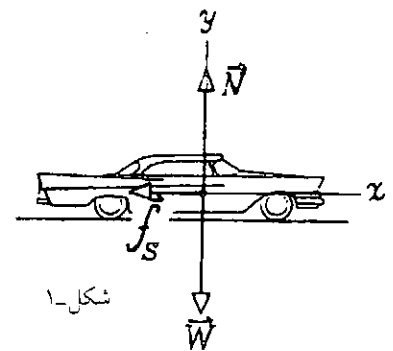
به منظور اختصار تنها چهار آزمایش را تشریح کردیم تا نشان دهیم چقدر می توان از گرامافونهای قدیمی استفاده کرد. خوانندگان می توانند با کمی زحمت، با استفاده از تصورات خودشان یا با مراجع به کاتالوگ دستگاه های آزمایشگاهی و منابع آموزشی در نمایش فیزیکی آزمایش ها (ولسو ۱۹۹۲) کاربردهای دیگری برای صفحه گردان گرامافون بیابند. اگر شما یا دوستانتان یک گرامافون دارید آنرا از زیرزمین یا اتاق انباری بیرون بیاورید و به آزمایشگاه فیزیک ببرید. شما می توانید، یک صفحه گردان قدیمی و اسقاط شده را به یک شیء ارزشمند برای آموزش فیزیک مبدل کنید.

مرجع:

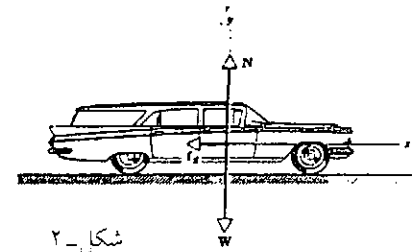
Physics Education 34(1) Jan 1999.

فیزیک هالیدی و رزیک در گذشت زمان

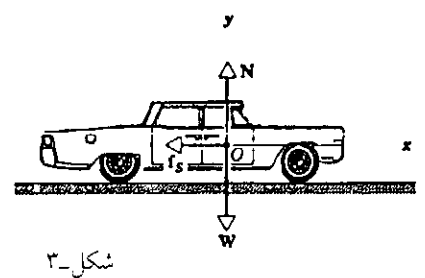
دیوید ال. والچ
مترجم: صمد غلامی



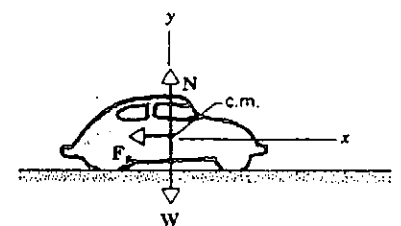
شکل-۱



شکل-۲



شکل-۳



شکل-۴

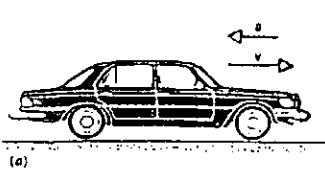
در طی ۳۵ سال گذشته من از همه چاپ های فیزیک هالیدی و رزیک و نیز مبانی فیزیک استفاده کرده ام. آغاز این استفاده از چاپ مقدماتی کلاسوری شروع شد. هنگامی که در رنسلر، دانشجو بودم از آنجا که ما برای بررسی تأثیر رابرت رزیک در تدریس فیزیک مقدماتی گردهم آمده بودیم، فکر کردم یک تحول جالب را که در خلال استفاده از هر ویراست به دست آورده ام، برای شما شرح دهم. این موضوع نه تنها چیزهایی را درباره نویسنده ها، موفقیت موضوع های آنان و تدریس فیزیک در طی سه دهه و نیم گذشته آشکار می کند، بلکه چیزهایی را نیز درباره اولویتهای ملی نشان می دهد.

همه ما می دانیم که کتابهای امروزی نسبت به سالهای پیش مطالب و مسائل بیشتری دارند و به همان نسبت در ارائه بعضی موضوع ها، پیشرفت هایی داشته اند. به هر حال آیا به تصاویر زیر و تحول مربوط به آنها نگاه دقیقی داشته اید؟! بگذارید تاریخچه دوتصویر را بررسی کنیم.

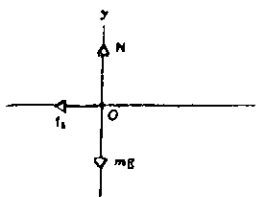
یکی از مثالهایی که در هر کتاب فیزیک مقدماتی کاربرد داشت، مثال اتومبیلی بود که در یک جاده صاف به دلیل اصطکاک متوقف شده بود. در چاپ های مصور منتشر شده در سال ۱۹۵۸ یک ماشین پلیموت دو در با سقف ثابت مدل ۱۹۵۷ را نشان داده بودند. (شکل ۱). دو سال بعد، کتابهای صحافی شده به بازار آمدند. در این چاپ ماشین پلیموت به بیوک واگن مدل ۱۹۵۹ تبدیل شده بود (شکل ۲). بدون شک یکی از نویسندگان که یک استادیار جوان بود، دارای خانواده در حال گسترش بود و موفقیت مادی را در مقابل خود می دید. بعد از چاپ اول صحافی شده که بی تردید موفقیت آمیز بود، در دومین ویرایش در سال ۱۹۶۶، از اتومبیل لینکلن کانتینال استفاده شد. (شکل ۳) اگر چه تصویر به دلیل قراردادن در پاک ماشین در طرف غلط اتومبیل، مخدوش شده است. البته مادر آن روزها خودمان بنزین نمی زدیم. این شکل دقیقاً همین طور در چاپ اول مبانی فیزیک در سال ۱۹۷۰ چاپ شد، و نیز در سومین چاپ کتاب یعنی در سال ۱۹۷۸.

بر اثر بحران به وجود آمده که شرکتهای نفتی آن را به تحریم کشورهای عربی برای عدم صدور نفتشان در سال ۱۹۸۱ نسبت دادند، ویرایش دوم کتاب مبانی با اتومبیل کم مصرف فولکس واگن منتشر شد (شکل ۴). در سال ۱۹۸۸ سومین ویرایش کتاب مبانی با تصویر یک ماشین معمولی منتشر شد که دانشجویانم قادر به شناسایی آن نبودند. (شکل ۵) این نوع اتومبیلهای عام امروزه در فروشگاهها به وفور یافت می شوند. اکنون که نویسندگان به لحاظ مالی تأمین هستند می بینیم که انتخاب آنها برای ویرایش چهارم فیزیک در سال ۱۹۹۲ یک مرسدس است (شکل ۶). به نظر می رسد سالی که ویرایش چهارم کتاب مبانی منتشر شد، نویسندگان بازنشسته شده یا در حال بازنشستگی بودند. به گفته کتاب اتومبیل جگوار است ولی شاگردانم می گویند که پورشه است (شکل ۷).

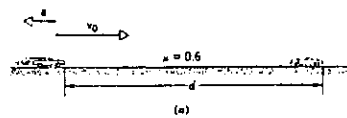
مثال دیگر من، معرف وجدان اجتماعی نویسنده است. یکی از مشکلات اساسی حرکت پرتابه ها، محاسبه



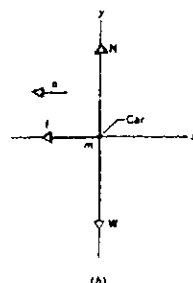
(a)



شکل-۵



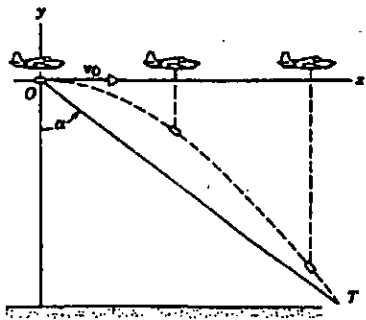
(a)



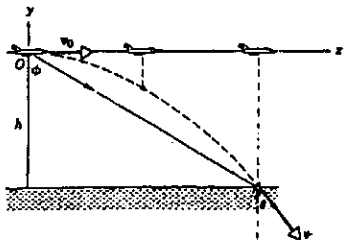
(b)

شکل-۶

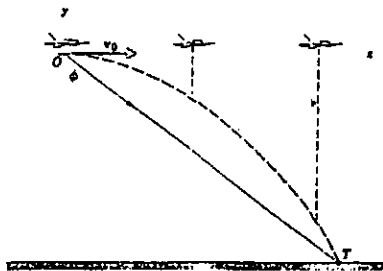




شکل-۱۲



شکل-۱۱



شکل-۱۰

زاویه دید، در زمان رهاشدن بمب از هواپیمایی است که به طور افقی پرواز می کند تا بتواند به طور معجزه آسایی کشش یا خیزی به بمب وارد نکند. البته این یک مسئله ساده شده برای دانشجویان سال اول است که آقاي نوردن در بمب اندازی خود به طور تمام و کمال در زندگی واقعی خود به انجام رسانید. ویرایشهای اولیه تصویری از یک B.25 شش موتوره همراه با یک بمب با جزییات کامل و یک نیروگاه بود (شکل ۸).

همگام با پیشرفتهای جهانی، در اولین چاپ صحافی شده و یک B.52 هشت موتوره نشان داده شده بود و باز هم همان بمب با جزییات و همان نیروگاه، که قبلاً شرح داده شد (شکل ۹). تصویر منتشر شده در سال ۱۹۶۶ یک جت را نشان می داد که بسیار شبیه فانتوم اف ۴ است. اما نه بمب و نه هدفش، هیچ کدام مشخص و واضح نبودند (شکل ۱۰).

هم اکنون وارد دوران جنگهای ویدئویی می شویم. بمبها و هدفها با نقطه مشخص شده اند. همین تصاویر در سال ۱۹۷۰ مجدداً مورد استفاده قرار گرفتند. بعد از یک دهه پراکنش نظامی، دوباره همان تصویر چاپ شد، اما آنچه که پرتاب می شد به یک بسته نجات تبدیل شده بود که به سوی شخصی که با آب دریا در تقلا بود، رها می شد. اما بعدها این تصویر پیشرفته تر شد تا شخص را بهتر نشان دهد (شکل ۱۱).

این تحول در سال ۱۹۹۲ کامل شده است که در آن مسابقه ای برقرار است تا دریابد چه کسی می تواند بسته نجات را به فرد در حال غرق شدن، نزدیک تر پرتاب کند (شکل ۱۲).

با توجه به علاقه مشهور رزینیک به اشعار پنج پاره، اجازه بدهید کار مروری خود را با افکار اولین استاد فیزیک خود در کالج به پایان برسانم.

اگر شما مؤلف یک کتاب هستید،

بهتر آن است از کاری که می کنید آگاهی داشته باشید.

شکلهایی را می کشید،

که فکر می کنید بی نقص اند،

تا وقتی که چشم دانش آموزی که نگاه می کند به آنها بیفتد.

منبع:

۱. Rensselaer.

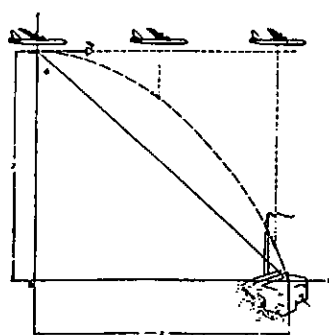
۲. Plymouth.

۳. Lincoln Continental.

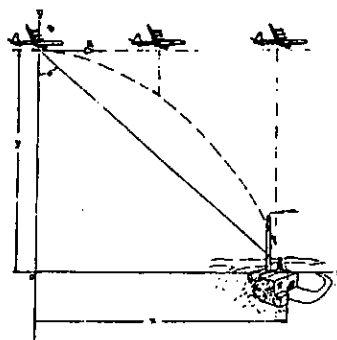
۴. Jaguar.

۵. Porsche.

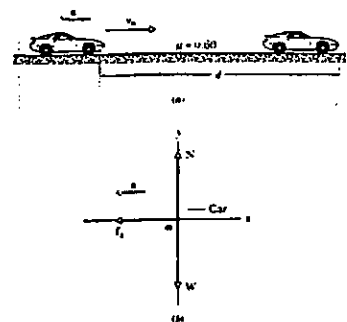
The physics Teaches Vol. 31. Nov. 1993. P. 506-7



شکل-۹



شکل-۸



شکل-۷

با استفاده از روش‌های جدید، ششده تا خوشه‌های غولپسند، به وسیله ستاره‌شناسان، مشغول مطالعه ای هستند که چگونه کهکشانها به طور فزاینده در گره‌های بزرگتری شکل می‌گیرند.

نگاشت عالم

استیفن دی. لندی
مترجم: محمد فرخی

در مقیاسهای کوچکتر سازگاری داشته باشد.

در خلال چند سال گذشته، پیشرفتهای فن آوری ستاره‌شناسان و کیهان‌شناسان را قادر ساخته است تا آرایش کهکشانها را در فاصله‌های بسیار دور بکاوند. به جای این تصور ساده لوحانه که کیهان در مقیاس معینی یکنواخت می‌شود این فکر مطرح شده است که ساختار بزرگ مقیاس عالم را باید برحسب فرآیندهای اتفاقی فهمید. اگرچه عالم هنوز همگن و همسانگرد در نظر گرفته می‌شود، ولی این امر فقط به مفهوم ضمنی و آماری صحیح است. این شناخت به حل بعضی از دشوارترین معماها در کیهان‌شناسی کمک می‌کند: عالم در آغاز زمان چه شکل بوده است؟ چگونه رشد کرد و به صورت چیزی درآمده است که اکنون در آن زندگی می‌کنیم؟ شامل چه شکل‌هایی از ماده عادی و غیرعادی است؟

کارهای اخیر ادامه دو دهه کشفهای هیجان‌انگیز هستند. در اواخر دهه ۱۹۷۰ و اوایل دهه ۱۹۸۰، کیهان‌شناسان شروع به نگاشت کهکشانها به روشی سازمان یافته کردند [رجوع کنید به:

"Superclusters and Voids in the Distribution of Galaxies," by Stephen A. Gregory and Laird A. Thompson; SCIENTIFIC AMERICAN, March 1982].

برای انجام این کار، آنها درصدد اندازه‌گیری توزیع تمام مواد، از جمله «مواد تاریک» بین کهکشانی که، برخلاف کهکشانها، نور از خود گسیل نمی‌کنند، برآمدند. (این فرض که کهکشانهای تابان جرم کل عالم را تشکیل می‌دهند اکنون تقریبی بیش نیست، اگرچه فرضیه سودمندی است؛ دیگر پژوهشها درصدد کمی کردن نتایج هستند.)

یک کهکشان، حتی برای اغلب ستاره‌شناسان، چیز قابل ملاحظه‌ای است - ازدحامی از صدها میلیارد ستاره که توسط ابرهای عظیم الجثه، متشکل از گاز و غبار، در ناحیه‌ای به عرض صدها هزار سال نوری به یکدیگر متصل شده‌اند. ولی برای کیهان‌شناسان، آنهایی که طبیعت را در بزرگترین مقیاس‌اش مطالعه می‌کنند، یک کهکشان یکای اساسی بحث است. میلیاردها کهکشان، عالم قابل رؤیت را تشکیل می‌دهند. آنها در خوشه‌هایی به عرض سه میلیون سال نوری یا بیشتر گردهم می‌آیند، که اینها به نوبه خود به طور فزاینده‌ای مجموعه‌های بزرگتری را تشکیل می‌دهند. تاکنون در تمام مقیاسهای مشاهده شده توسط ستاره‌شناسان، به نظر می‌آید که دسته‌بندی و شکل کهکشانها دارای ساختار پیچیده‌ای باشد - احتمالاً به واسطه فرآیند فیزیکی‌ای که در طول انبساط اولیه عالم حکمفرما بوده است و بعداً تحت تأثیر، برهم‌کنشهای گرانشی قرار گرفته است.

ولی پارادوکسی نیز وجود دارد. انباشتگی کهکشانها برخلاف یکی از اعتقادات اساسی در کیهان‌شناسی جدید یعنی اصل کیهان‌شناسی انجام می‌شود؛ این موضوع که عالم به طور کلی همگن و همسانگرد است، این که هیچ مکان یا جهتگیری خاصی ندارد. هرگاه کیهان‌شناسان راجع به ویژگیهای عمومی عالم، همانند چگالی میانگین، سرعت و شکل انبساط آن بحث می‌کنند، آن را با توجه به این اصل انجام می‌دهند. در بزرگ مقیاس، همانند مقیاس عالم قابل رؤیت به شعاع ۱۵ میلیارد سال نوری، توزیع این خال‌های کهکشانی باید به یکنواختی نزدیک شود. ولی چگونه یکنواختی ماده در مقیاس غایی می‌تواند با غیریکنواختی ماده

Very Large Structure in the Universe," by Jack O. Burns; SCIENTIFIC AMERICAN, July 1986].

یک بررسی با تفکیک زیاد باعث آشکار شدن یک «دیوار بزرگ» از کهکشانها به طول ۷۵۰ میلیون سال نوری، به عرض بیش از ۲۵۰ میلیون سال نوری، و ضخامت ۲۰ میلیون سال نوری شد. یک فرآیند نوفه ای نمی تواند یک چنین ساختار عظیم الجثه و همدوسی را به سادگی توضیح دهد. این کشفیات انگیزه طرح نگاشت بزرگتری از جمله نقشه برداری در لاس کامپاناس ردشفت شد که من و همکاران ام از ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۴ آن را اجرا کردیم.

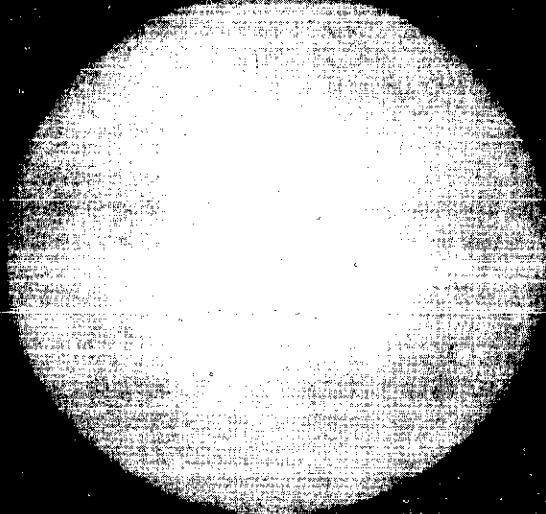
ورقه ورقه کردن عالم

از آن جایی که هدف بررسی لاس کامپاناس اندازه گیری توزیع کهکشانها در مقیاسی چندین برابر مطالعات قبلی بود، از این رو طرح با مشکلات رصدی مواجه شد. دورترین کهکشانها کم نور بودند، به طوری که عکسبرداری از آنها نیاز به زمان نوردهی طولانی داشت. حجم بزرگی نقشه برداری باعث افزایش تعداد اجسام مورد مشاهده شد. در مجموع، باید تعداد اجسام بیشتری را با زمان نوردهی طولانی تر و با زمان محدود تلسکوپ رصد کنیم. به این دلایل، تصمیم گرفتیم که نقشه ای با عمق خیلی زیاد (تا دو میلیون سال نوری) و عریض (۸۵ درجه در امتداد آسمان) ولی باریک (۱/۵ درجه) تهیه کنیم. در واقع نمونه برداری

نقشه بردارهای کیهان کشف کرده اند که در مقیاسهای تا ۱۰۰ میلیون سال نوری، کهکشانها به صورت یک فراکتال^۱ با بعد بین یک و دو هستند. آرایش فراکتالی مواد برای اصل کیهان شناسی اگر به مقیاسهای بزرگتر تعمیم یابد، یک مسئله بسیار بغرنج خواهد بود زیرا که توزیع فراکتالی هیچگاه همگن و همسانگرد نیست. برخلاف مثلاً اجتماعی از انسانها، فراکتال، هنگامی که از فاصله دور به آن نگاه شود، به همگنی نزدیک نمی شود؛ مانند خط ساحلی که در هر مقیاسی ناهموار به نظر می آید. در عالم فراکتالی با بُعد دو، جرمی که در یک حجم کروی به مرکز یک کهکشان کاتوره ای انتظار داریم به جای توان سوم شعاع با مجذور شعاع افزایش می یابد. در یک چنین عالمی، چگالی میانگین تابعی از مقیاس است، و سایر پارامترهای عمومی همانند سرعت انبساط کیهانی معنی خود را از دست می دهند. خلاصه این که، به نظر می آید که یافته های فراکتالی زیر پای کیهان شناسی مدرن را خالی می کنند.

لیکن نقشه برداری های بعدی نشان دادند که در مقیاس صدها میلیون سال نوری، سرشت فراکتالی فرو می ریزد. توزیع وسیع کهکشانها را می توان بر حسب یک فرآیند ساده آماری با میانگین و واریانس خوش تعریف، یعنی یک فرآیند نوفه ای، توصیف کرد. اصل کیهان شناسی نجات یافت. ولی در اواخر دهه ۱۹۸۰ معماهای جدیدی آن را تهدید کردند. [رجوع کنید به:

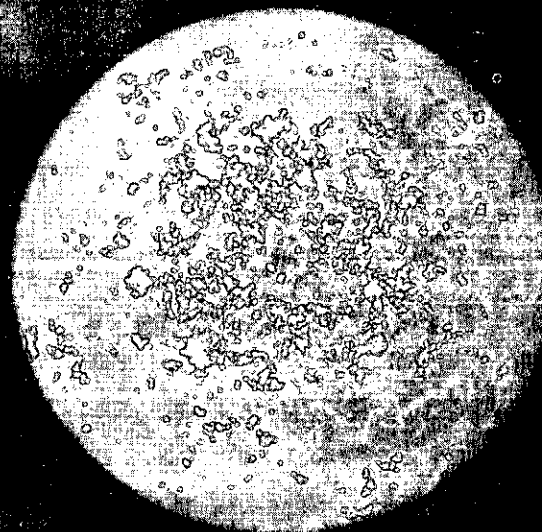
سه میلیون کهکشان. هر کدام شامل میلیاردها ستاره. در ۱۵ درصد آسمان به مرکز صورت فلکی بیکر تراش. نمایان شده اند. اگر چه کهکشانها آسمان را پر می کنند. و باعث می شوند تقریباً از هر جهت یکسان به نظر رسند. ولی تمایل به خوشه ای، دسته ای، و زنجیره ای شدن را دارند. این نقشه. که در آن روشنائی هر نقطه متناسب با تعداد کهکشانهای است که آن نقطه نمایش می دهد. توسط نقشه برداری از کهکشانها به کمک اندازه گیری صفحه خودکار از روی عکس های سیاه و سفید از تلسکوپ U.K. Schmidt به دست آمده است. در این نوع رنگی شده. نقاط آبی. سبز و قرمز به ترتیب نشان دهنده کهکشانهای پرنور، متوسط. و کم نور هستند. تکه های سیاه. مناطقی در اطراف ستاره های نورانی هستند که نقشه برداری قادر به اندازه گیری آنها نبوده است.



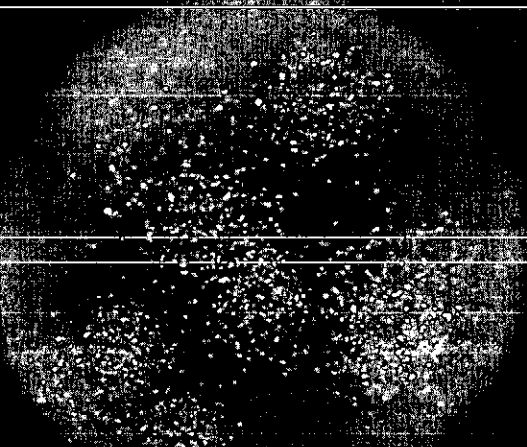
۱۰۰ سال نوری
عالم

ساختارهای با

با خارج شدن ناظر از کمکشان راه شیری به کل عالم قابل رویت. انباشتگی جای خود را به یکنواختی می دهد. هر کره ای ده برابر عریض تر - و بنابراین ۱۰۰۰ بار حجیم تر - از قبلی است. یک کمکشان توده ای از ستارگان، گاز، غبار، و اجسام سیاه طیفه بندی نشده است. با سایر کمکشانها تشکیل خوشه های کمکشانی. بزرگترین مجموعه در عالم که با کرانی به یکدیگر متصل شده اند. را می دهد.



۱۰۶ سال نوری
دیوارها و حفره ها



۱۰۷ سال نوری
خوشه

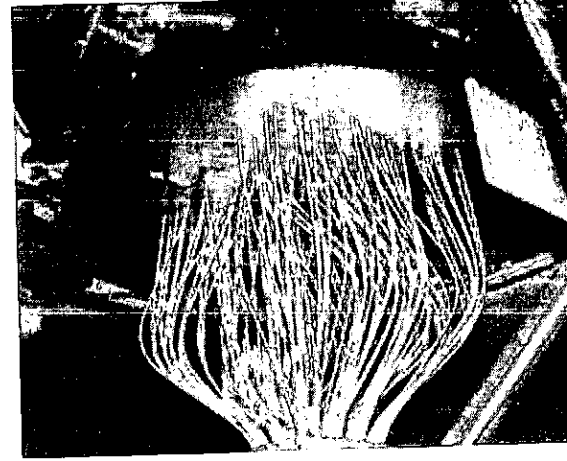
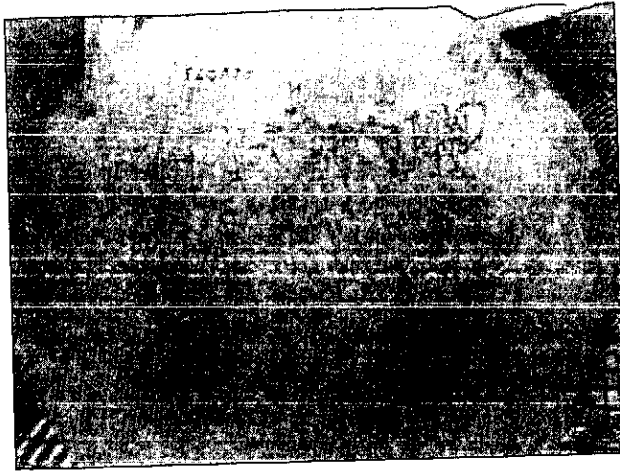
۱۰۵ سال نوری
کمکشان

۱۰۶ سال نوری
دسته کمکشانما

مقیاس بزرگ در عالم

خوشه‌ها به نوبه خود با یکدیگر به شکل ابرخوشه‌ها و دیوارها، که توسط فضاهاى تقریباً خالی میان - کمکشانى از یکدیگر مجزا شده اند، انباشته مى شوند. تا مقیاس معینی، تصور شده است که تقریباً تا ۱۰۰ میلیون سال نوری، این ساختارهای فزاینده بزرگتر به شکل الگوهای فراکتالی درمی آیند - یعنی در هر مقیاسی به طور یکسان توده شده اند. ولی مابین این مقیاس و اندازه عالم قابل رویت، انباشتی جای خود را به تقریباً یکنواختی می دهد.

۱۰۴ سال نوری
ابرخوشه‌ها



آنها
وشولیدگی
شبه کهکشانی
آنها انتخاب
شدند.
سرانجام، این
نقاط نورانی را

با یک طیف نگار در تلسکوپ ۲/۵ متری du Pont در لاس کامپاناس رصد کردیم. طیف نگار، نور را به طیفی از رنگ ها تجزیه می کرد، که از روی آن انتقال به سرخ هر کهکشان، یعنی معیاری برای فاصله آن، را محاسبه کردیم. چون گردآوری نور به مقدار کافی برای اندازه گیری طیف یک کهکشان در این نقشه برداری تقریباً دو ساعت وقت می گرفت، بنابراین اگر در هر بار فقط یک کهکشان را رصد می کردیم، نقشه برداری در این ابعاد غیرممکن می بود. ولی شگتمن دستگاه با چند فیبرنوری را برای اندازه گیری همزمان طیف ۱۱۲ کهکشان اختراع کرد. این دستگاه به این ترتیب کار می کرد: هنگامی که کهکشانهای مورد نظر را انتخاب کردیم، سوراخ هایی در یک صفحه فلزی، که در کانون تلسکوپ سوار می شد، ایجاد کردیم. این سوراخها در محل کهکشانهای در آسمان قرار داشت. در داخل این سوراخها کابلهای فیبرنوری قرار داشتند، که نور را از هر کهکشان به کانالهای مجزا بر روی طیف نگار می برد. حتی با این پردازش همزمان، ۶۰۰ ساعت رصد در بیش از ۱۰۰ شب، وقت صرف شد تا این که تمام طیف ها اندازه گیری شد.

گمانه زنی در عالم

با نگاه کردن به نقشه حاصل از این نقشه برداری، این موضوع شگفت انگیز به چشم می خورد که کهکشانهای به طور کاتوره ای توزیع نشده اند، بلکه دور هم جمع شده اند [نگاه کنید به شکل صفحه پیش]. ولی باید در مورد آنچه می بینید با احتیاط قضاوت کنید. مغز ما اغلب به دنبال طرحهایی می گردد که وجود ندارند. اگرچه در این حالت، روشهای آماری وجود خوشه ای شدن را رد می کنند.

ساده ترین راه برای اندازه گیری خوشه ای شدن استفاده از توابع همبستگی است که تعداد جفت اجسام را بر حسب

ما از توزیع کهکشانهای فقط دو بُعدی بود. اگرچه نازکی باعث سیگنال می شد، ولی باعث نظری اجمالی به سازماندهی عالم در مقیاس چندین میلیارد سال نوری می شد.

با این نقشه برداری شش نقشه جداگانه رسم کردیم و موقعیت بیش از ۲۶۰۰۰ کهکشان را ثبت کردیم. داده ها در رصدخانه های کارنگی در سیر لاس کامپاناس در صحرای آتاکاما در شیلی گردآوری شدند. این اطلاعات را استیفن ای شگتمن از رصدخانه کارنگی، رابرت پی کیرشتر و هوآن لین از مرکز اخترفیزیک هاروارد - اسمیت سونین، آگوستوس اوملر و داگلاس ال تاکر از دانشگاه ییل، پاول ال شیتز از انستیتو تکنولوژی ماساچوست و من تجزیه و تحلیل کردیم.

این نقشه برداری شامل چندین مرحله بود. اول، رصدهای نورسنجی را انجام دادیم - یعنی اساساً عکسهای بسیار حساس از آسمان را با دوربین مخصوص CCD که بر روی تلسکوپ یک متری Swope در لاس کامپاناس سوار شده بود تهیه کردیم. برای کارائی حداکثر، از روش مخصوصی به نام نورسنجی رانه - پوشی استفاده کردیم، که در آن تلسکوپ را به طرف نقطه شروع میدان نقشه برداری گرفتیم و سپس محرک اتوماتیک آن را خاموش کردیم. تلسکوپ ساکن ماند در حالی که آسمان از مقابل می گذشت. رایانه ها اطلاعات را از آشکار ساز CCD دقیقاً با همان سرعت چرخش زمین خواندند، که باعث ایجاد یک تصویر طولیل پیوسته در عرض جغرافیائی سماوی ثابت شد. تکمیل نورسنجی در مجسوع ۴۵۰ ساعت وقت گرفت.

دوم، نوارها را تجزیه و تحلیل کردیم تا تعیین کنیم که کدام نقاط نورانی احتمالاً کهکشان و مناسب برای در نظر گرفتن در نقشه برداری هستند. کاندیداها بر اساس روشی

برای سرعت بخشیدن به نقشه برداری بیش از ۲۶۰۰۰ کهکشان، استیفن ای شگتمن وسیله سنجشی را طراحی کرده که قادر به اندازه گیری ۱۱۲ کهکشان به طور همزمان بود. در یک صفحه فلزی (چپ - دور) وی سوراخ هایی، مطابق با موقعیت کهکشانهای در آسمان، به وجود آورد. کابل های فیبرنوری (چپ - نزدیک) نور را از هر کهکشان به یک کانال جداگانه بر روی طیف نگار در تلسکوپ ۲.۵ متری du Pont در رصدخانه های کارنگی در سیر لاس کامپاناس در شیلی منتقل کردند.

گوش انسان تحلیل مشابهی را از نوسانهای فشار - یعنی صوت - انجام می دهد. نوسانها را می توان به مجموعه ای از نتهای خالص، هر کدام با شدت معینی، در نظر گرفت. حلزونهای گوش ما نوسانها را به نتهای (یا بسامدهای) تشکیل دهنده آن تجزیه می کنند. سیگنال ارسالی به مغز، شدت (یا دامنه) هر نث را توصیف می کند.

طیف توان معیاری است از شدت نوسانهای فشار بر حسب بسامد. این همان چیزی است که برابر ساز گرافیکی^۱ یک استریو نمایش می دهد. آلات موسیقی بزرگ، همانند ویلن سل یا توبا، بخش عمده ای از توان خود را در طول موجهای بلند، که با بسامدهای پایین، گسیل می کنند. صدای شکستن شیشه عمدتاً از بسامدهای بالا تشکیل می شود.

نوفه کاتوره ای حالت ویژه ای است، زیرا که می توان

فاصله آنها نمایش می دهد. برای مثال، توزیع گوزن در یک جنگل در کوچک مقیاس، مثلاً حدود چند ده متر، شدیداً خوشه ای است. در انتخاب گوزن به طور کاتوره ای در جنگل، متوجه می شوید که احتمال یافتن یک گوزن دیگر در فاصله چند متری بسیار بیشتر از چند صد متری، است. تابع همبستگی، یک سیگنال مثبت قوی را در مقیاس چند ده متری و یک سیگنال ضعیف یا منفی را در مقیاس چند صد متری نشان خواهد داد. این تابع به صورت ریاضی این حقیقت به خوبی شناخته شده را نشان می دهد که گوزن تمایل به حرکت در گروههای کوچک دارد.

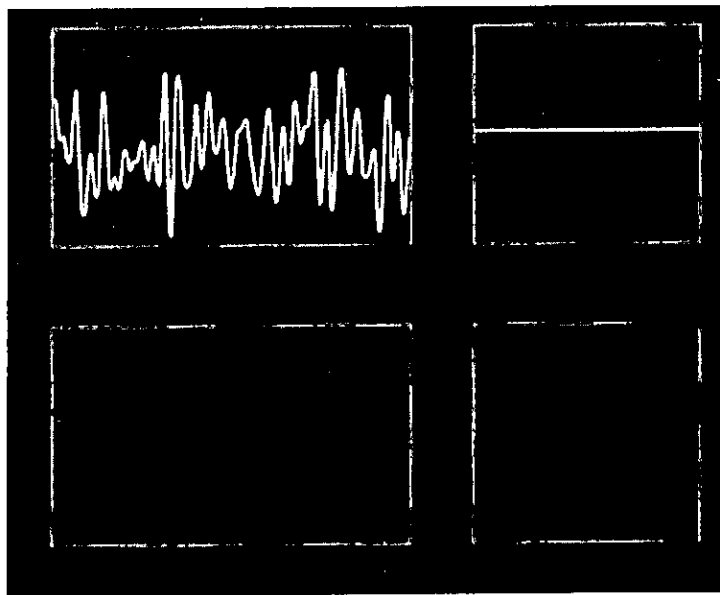
تحلیلی مشابه را می توان بر روی کلهکشانها انجام داد، که به خوبی در مقیاسهای بسیار کوچکتر از اندازه نقشه برداری کار می کند. ولی در مقیاسهای بزرگتر چندان سودمند نیست. مسئله این است که تعداد کلهکشانها - و

بنابر این تعداد جفت کلهکشانها - از قبل تعیین شده است. اگر یک جفت اضافی در فاصله کم وجود داشته باشد، باید کمبودی از جفتها در فاصله های بزرگتر وجود داشته باشد، چون تعداد کل جفت ها ثابت است. این بازی مجموع صفر باعث آلودگی سیگنال خوشه ای شدن در مقیاسهای بزرگتر می شود.

خوشبختانه، یک روش مکمل می تواند خوشه ای شدن را در بزرگ مقیاس به صورت قابل اعتمادی اندازه گیری کند: تحلیل هماهنگ که تحلیل طیف توان نیز خوانده می شود. تحلیل هماهنگ، همان طور که از اسم آن برمی آید، با مطالعه صوت ارتباط نزدیک دارد. در واقع، تحلیل ریاضی

توزیع کلهکشانها و نوفه کاتوره ای یکسان اند. (طیف توان به لحاظ مفهومی وابسته ولی به طور فیزیکی متفاوت از طیفی که ستاره شناسان معمولاً مطالعه می کنند، یعنی طیف نور است.)

بسیاری از پدیده های متداول، همانند امواج سطح دریا و نوسانات فشار هوا در یک اتاق را در طبعی ترین حالت می توان بر حسب طیف توان آنها توصیف کرد. در واقع،



آن را به طور کامل بر حسب طیف توان آن توصیف کرد. [رجوع کنید به:

Mathematical Games, by Martin Gardner; SCIENTIFIC AMERICAN, April 1978].

دو نفر را در نظر بگیرید که با چند دقیقه فاصله به تماشای یک آبشار می روند. هر کدام چند دقیقه از صدا را ضبط می کند. اگر چه ضبط آنها یکسان نخواهد بود - یعنی صدای

نوفه سفید و صوتی ما را احاطه کرده اند. نوفه سفید. صدای دلخراش پارازیت در رادیو یا تلویزیون با تنظیم بد، کاملاً اتفاقی است. این صدا بدون هیچگونه الگویی از یک لحظه به لحظه نوسان می کند (بالا). نوفه صوتی، صدای آبشار یا برخورد امواج در ساحل، فراکتالی است (پائین). این وجه تمایز در طیف توان بازتاب می یابد (نمودارهای سمت راست). نوفه سفید دارای توان برابر در تمام بسامدها است. ولی نوفه صوتی در دارای توان بیشتری در صداهای بم نسبت به صداهای زیر. به نسبت عکس بسامد، است.

بسامده به توان منفی سه، یک طیف نوفه صورتی، مسدود می‌شود به دست آوردند.

هریسن و زلدویچ هر دو استدلال کردند که اغلب نیروهای طبیعی، از جمله گرانی، دارای مقیاس طولی ذاتی نیستند؛ آنها قوانین توان هستند. بنابراین، طیف توان اولیه باید به شکلی از قانون توان بر حسب بسامد باشد تا این که هیچ مقیاس طولی بخصوصی را کنار نگذارد. آن‌ها همچنین به نقش اندازه افق در تکامل عامل پی بردند. اندازه افق برابر است با فاصله ای که یک باریکه نور می تواند از زمان مهبانگ تا هر لحظه خاصی پیموده باشد. چون رانی نیز با سرعت نور حرکت می کند، بنابراین دو نقطه در عالم فقط در صورتی می توانند بر هم کنش گرانشی داشته باشند که فاصله آنها کوچکتر یا برابر با اندازه باشد. با پیر شدن عالم، اندازه افق بزرگ می شود. بنابراین، اندازه افق یک مقیاس طول طبیعی را تعریف می کند که گرانی در آن می تواند عمل کند.

هریسن و زلدویچ متوجه شدند که اگر طیف قانون توان اولیه دقیقاً بسامد به توان منفی سه نبود، در این صورت یکی از دو چیز ممکن بود رخ دهد. اگر قانون توان شیب بیشتری داشت - مثلاً، به صورت بسامد به توان منفی چهار بود - در این صورت نوسانها در مقیاسهای بسیار کوچک بزرگتر بود. در محاسبه نوسانهای چگالی در تاریخ اولیه عالم، هنگامی که اندازه افق کوچک بود، آنها دریافتند که بسیاری از مناطق حاوی چنان چگالی عظیمی از ماده بودند که سریعاً فرومی ریختند و کیهان را پر از سیاهچاله می کردند. خوشبختانه این واقعه رخ نداد. وجود خود ما وجود یک چنین طیف توانی را رد می کند. از طرف دیگر، اگر قانون توان شیب کمتری داشت، در زمانهای بعد چگالی در مقیاسهای بزرگ به مقدار بسیار زیادی نوسان می کرد. چنین نوساناتی وجود ندارد.

اگرچه این استدلال برای کیهان شناسان بسیار قاعده کننده است، ولی نمی گوید که چگونه چنین طیفی به وجود آمده است. تورم کیهان شناختی توضیحی در اختیار می گذارد که موفقیت اولیه ای برای فرضیه، و همچنین یکی از محدود پیامدهای آزمودنی آن، بود [رجوع کنید به:

"The Inflationary Universe," by Alan H. Guth and Paul J. Steinhardt; SCIENTIFIC AMERICAN, May 1984].

تولید شده توسط آشبار همواره تغییر می کند - ولی هر دوی آنها صدای مشخصه آشبار را ضبط می کنند. اگر این ناظران بر روی نوارهای خود تحلیل هماهنگ انجام دهند، هر کدام از آنها طیف توان یکسانی را خواهند یافت. ویژگیهای آماری هر دو نوار همانند است.

رنگ صوت

نوفه با طیف توان مسطح، یعنی با توان برابر در تمام بسامدها، نوفه سفید نامیده می شود. این واژه از مقایسه با رنگ به دست می آید. هر رنگی دارای بسامد متفاوتی است؛ اگر تمام رنگها را به طور یکسان با هم جمع کنید، در این صورت رنگ سفید به دست خواهید آورد. بر حسب صوت، نوفه سفید، پارازیت بین ایستگاههای رادیویی است. صدای آن کاملاً کاتوره ای است؛ در هر لحظه، صدا می تواند با صدائی که قبلاً به دست آمده است مرتبط یا بی ارتباط باشد. یک طیف توان ویژه دیگر مربوط به نوفه صورتی است، که در آن هر گام صدا توان یکسانی دارد [نگاه کنید به شکل زیر]. آشبار نوفه صورتی تولید می کند.

تحلیل هماهنگ می تواند اصل کیهان شناسی را با خوشه ای شدن ماده آشتی دهد. اگر عالم همگن و همسانگرد باشد، در این صورت ناظران روی سیارات در کهکشانهای جداگانه باید خصوصیات یکسانی را برای عالم در بزرگترین مقیاسهای آن اندازه گیری کنند. البته آنها توزیع متفاوتی از کهکشانها را می بینند، همان طور که برشهای نقشه برداری لاس کامپاناس متفاوت اند. ولی با داشتن نقشه های کافی، با نقشه ای به اندازه کافی بزرگ، دو ناظر باید نوسانهای آماری یکسانی را اندازه گیری کنند. این نوسانها، شبیه به نوسانهای صدای آشبار، را می توان بر حسب طیف توان توصیف کرد.

با انبساط یافتن و تکامل عالم، فرآیندهای فیزیکی مختلف باعث تغییر طیف توان در ساختار بزرگ مقیاس آن می شوند. کیهان شناسان به طور کلی معتقدند که نوسانهای کوانتوم - مکانیکی باعث ظاهر شدن طیف توان بلافاصله بعد از شروع مهبانگ شد.

در اواخر دهه ۱۹۶۰ فیزیکدان انگلیسی ادوارد آر هریسن و فیزیکدان روسی یاکف بی زلدویچ شکلی برای این طیف توان آغازین - یعنی قانون توان به شکل تابعی از



تعداد زیادی دیوارهای بزرگ

طیف توان عالم امروزه بسیار متفاوت از طیف آغازین هریسن زلدوویچ است. گرانی، نوسانهای اولیه را تقویت کرده و باعث ساختارهایی چون خوشه های کهکشانی شده است. در زمانهای اولیه، رشد نوسانها در مقیاسهای ویژه، با توجه به اینکه ماده بر عالم مسلط بوده است یا تابش و اینکه آیا ذرات بنیادی سبک و سریع بوده اند یا سنگین و کند، زیاد شده یا به تأخیر افتاده است. یکی از مسائل بزرگ کیهان شناسی جدید این است که چگونه طیف توان اولیه به صورت طیف مشاهده شده امروزی درآمده است. فقط در چند سال گذشته، مشاهداتی چون توزیع کهکشانها و تابش زمینه کیهانی، داده های کافی در اختیار گذاشته اند تا بتوان این نظریه ها را آزمود.

مدلهای به اصطلاح ماده تاریک سرد اکنون بهترین توضیحات را درباره رشد ساختار می دهند. بنا به این مدلها بیشتر جرم موجود در عالم که در نوع نسبتاً سنگین و غیر قابل رؤیتی (بنابراین، «تاریک») از ذرات متمرکز است. این ماده به خاطر سنگین بودن و آهسته حرکت کردن آن، «سرد» است. ذره ای که با ماده معمولی فقط از طریق نیروی گرانی بر هم کنش می کند می تواند جوابی برای جرم گم شده در کهکشانها و خوشه های کهکشانی باشد [رجوع کنید به:

"Dark Matter in the Universe," by Lawrence M. Krauss; SCIENTIFIC AMERICAN, December 1986].

یکی از نتایج شگفت آور از نقشه برداری ما انحراف آن از مدل ماده تاریک سرد در مقیاسهای حدود ۶۰۰ میلیون سال نوری است. در مقیاسهای کوچکتر، پیش بینی مدل با یافته های ما مطابقت دارد، ولی چیز عجیب و غریبی مقیاسهای بزرگ را رد می کند [تصویر سمت راست را ببینید]. نقشه برداری های قبلی یک چنین اختلافی را مطرح کرده بودند، و یکی از نتایج اساسی لاس کامپاناس، اثبات آن بود. با توجه به مقدار انحراف و اندازه نقشه برداری، احتمال دیدن یک چنین انحرافی را بر حسب تصادف به مقدار یک در چند هزار محاسبه کردیم.

نکته بسیار جالب توجه درباره این انحراف آن است که می توان آن را تا ساختارهای بسیار عظیم رؤیت شده در توزیع کهکشانها دنبال کرد [نگاه کنید به شکل صفحه مقابل]. این ساختارها با حدود، رشته ها و حفره های کاملاً

واضح در نقشه کهکشانها مشخص می شوند. عرض بزرگترین آنها تقریباً سه میلیارد سال نوری، چندین برابر اندازه دیوار بزرگ، است. ارتباط این دیوارها و حفره ها با انحراف در طیف توان، یک یافته قطعی نقشه لاس کامپاناس است. این بدان معناست که در این مقیاس نمی توان توزیع کهکشانی را به طور کامل با استفاده از ریاضیات نوفه کاتوره ای مشخص کرد. بلکه فرآیندهای فیزیکی دیگری باید در کار باشد تا این مقیاس مشخصه را برای نوسانهای چگالی به وجود آورد.

در واقع این ناسازگاری همان است که اجازه می دهند این دیوارها و حفره ها به طور صحیح ساختار نامیده شوند. چه چیزی می تواند مسئول دیوارها و حفره های عظیم باشد؟ گرانی ممکن است توضیح خوبی باشد بجز اینکه گرانی باعث می شود که نوسانها در مقیاسهای کوچکتر سریعتر از بین بروند، فقط به این خاطر که گرانی زمان کمتری برای جمع کردن ماده در مقیاسهای کوچک صرف می کند. اگر گرانی مقصر می بود، خوشه شدن کهکشانها می بایست در مقیاسهای کوچک شروع می شد و سپس به مقیاسهای بزرگ ادامه می یافت. در دو دهه گذشته، یک چنین سناریوی از پائین به بالائی، معروف به خوشه ای شدن سلسله مراتبی، الگویی برای توضیح ساختار در مقیاسهای کوچکتر از تقریباً ۱۵۰ میلیون سال نوری بوده است. ولی انحرافها در نقشه ما در مقیاسهای بسیار بزرگتر شروع به ظاهر شدن کردند. خوشه ای شدن سلسله مراتبی ممکن است در مقیاسهای کوچک کاربرد داشته باشد، ولی نمی تواند توضیحی بر دیوارها و حفره ها در مقیاسهای بزرگتر باشد.

موسیقی جدید افلاک

فرضیه های چندی پیشنهاد شده اند، ولی هیچکدام نمی توانند با تمام داده ها سازگار باشند. اوکین آنها عبارت است از سناریوی ماده تاریک داغ که در آن ذرات سبک سریع مانند نورترینوها بر عالم تسلط دارند. حاصل، یک پیشروی از بالا به پائین در شکل گیری ساختار با شروع از مقیاسهای بزرگ است. متأسفانه این نظریه دارای اثر نامطلوب مردود شمردن ساختار در مقیاسهای کوچک است، به طوری که

طیف توان کیهان،
که از روی نقشه
لاس کامپاناس
اندازه گیری شده است
(خط آبی)، به طور کلی
پیش بینی مدل ماده
تاریک سرد (خط صورتی)
را دنبال می کند. ولی
توان در مقیاسهای ۶۰۰
تا ۹۰۰ میلیون سال نوری
به طور فاحشی افزایش
می یابد. این اختلاف
بدان معنی است که
عالم، فشرده تر از
مقیاسهای است که
فرضیه های کنونی
می تواند توضیح دهند.

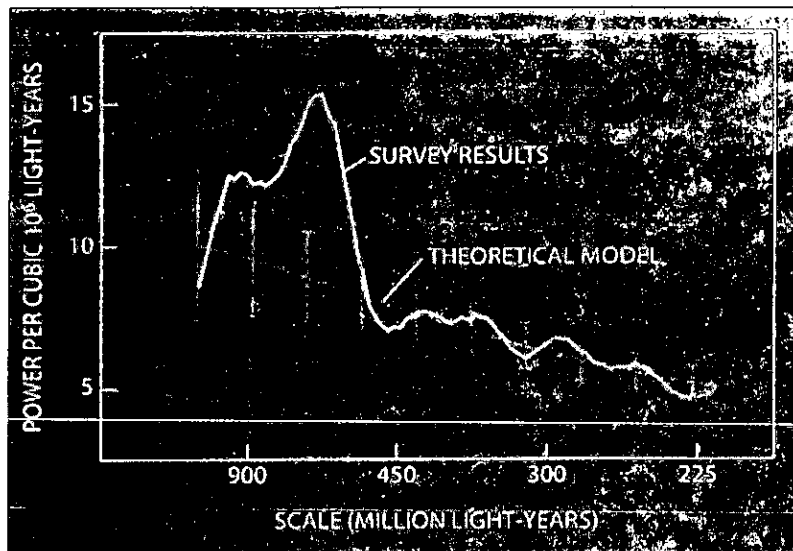
این فرضیه در به حساب آوردن خوشه ای شدن کهکشانها در مقیاسهای کوچک با شکست مواجه می شود.
بنابراین فرضیه دوم، عالم کمتر از آنچه که کیهان شناسان تصور می کنند چگال است. قسمت عمده این کاهش چگالی به خاطر ماده تاریک نامتعارف است. از این رو ذرات معمولی همانند پروتونها و الکترونها دارای اثر نسبتاً بزرگتری هستند. آنها باید شاره چسبنده ای را در عالم اولیه تشکیل داده باشند. قبل از این که عالم به اندازه کافی خنک شود تا پروتونها و الکترونها بتوانند با یکدیگر ترکیب شده و به شکل اتم درآیند، امواج صوتی در این مایع طنین انداختند. هنگامی که پروتونها و الکترونها با یکدیگر ترکیب شدند، امواج صوتی تا اندازه معینی سبب خیز و فروریزش گرانشی در مقیاسهای خاص شدند. جالب توجه است که عالم با چگالی کم می تواند سایر معماهای کیهان شناسی را نیز حل کند [رجوع کنید به:

تغییر شدیدی باید به احتمال قوی به گونه ای بر روی طیف توان تأثیر گذاشته باشد. توضیح نهائی هر چه که باشد، ممکن است که منجمان مشغول آشکارسازی بزرگترین مقیاس طولی یکتا، مربوط به هر نوع فرآیند فیزیکی باشند. حتی نقشه برداری در اندازه لاس کامپاناس فقط شامل تقریباً ۵۰ اندازه گیری مستقل از طیف توان در این مقیاسهای بزرگ است. نقشه برداریهای بزرگتری لازم است، و در حال حاضر تعدادی از آنها یا در مراحل توسعه اند یا در دست اقدام. یک کنسرسیوم انگلیسی - استرالیایی به نام نقشه برداری ۲DF در حال نقشه برداری از بیش از ربع میلیون کهکشان است. به زودی نقشه برداری آمریکایی - ژاپنی Sloan Digital Sky شروع به اندازه گیری فاصله های تا تقریباً یک میلیون کهکشان در نیمی از آسمان خواهد کرد، یعنی نمونه برداری در حجمی ۲۰ برابر بزرگتر از نمونه برداری نقشه لاس کامپاناس.

این مطالعات، اولین موارد استفاده از تحلیل هماهنگ در تاریخ ستاره شناسی نیستند. ابتدا فیثاغورث برای اولین بار در قرن ششم قبل از میلاد تحلیل موسیقایی را برای حرکت خورشید، ماه، ستارگان و سیارات به کار برد. به اعتقاد وی اجسام آسمانی حفره هایی در مجموعه ای از افلاک بلورین بودند که از آنها نورهای آسمانی می تابید. بنابه استدلال او حرکت این افلاک باید صوت تولید می کرد. فواصل و سرعت آنها باید به همان نسبت هماهنگیهای موسیقایی باشند. این اولین «موسیقی افلاک» بود.

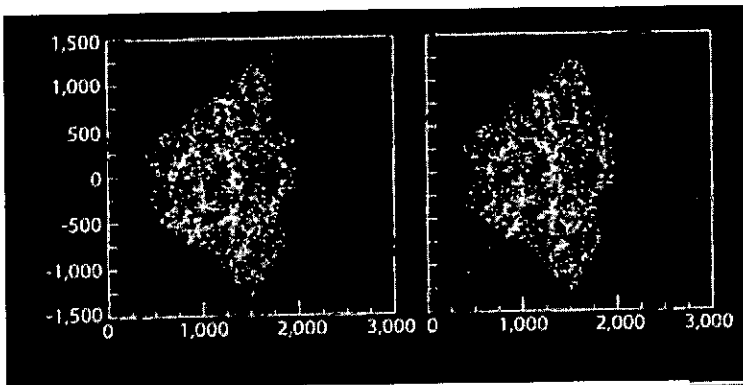
در قرن هفدهم یوهان کپلر، قبل از این که قوانین مشهور خود را در مورد حرکتهای آسمانی فرمولبندی کند، تصور می کرد که می توان مدار سیاره ها را برحسب افلاک سماوی، محاط شده بین پنج چند وجهی فیثاغورثی کامل، توصیف کرد. وی استدلال کرد که نسبت هماهنگیهای موسیقایی ممکن است از این اجسام استخراج شده باشند، و از این رو ادعای یک رابطه اساسی مابین مدار سیارات و این هماهنگیها را مطرح کرد. این دومین موسیقی افلاک بود.

امروز، تصور ما از تحلیل هماهنگ کاملاً متفاوت است. این تصور براساس تحلیل مؤلفه های هماهنگ توزیعیهای اتفاقی استوار است، و صوت بیشتر شبیه به ریزش



"Inflation in a Low-Density Universe," by Martin A. Bucher and David N. Spergel; SCIENTIFIC AMERICAN, January.

فرضیه سوم خاطرنشان می کند که ۶۰۰ میلیون سال نوری تقریباً فاصله افق در زمانی است که چگالی میانگین ماده در عالم بر چگالی میانگین تابش غلبه کرد. یک چنین



دو برش از عالم (راست)، که در طول نقشه برداری لاس کامپاناس رصد شدند، انباشته‌گی عالم در مقیاس بزرگ را آشکار کرد. نقاط نورانی، که هر کدام نشان دهنده چند هزار کهکشان اند، به طور یکنواخت توزیع نشده اند، آنها به طرف دیوارها گردهم می آیند (خطوط نقطه چین در نقشه کوچکتر)، که تقریباً به اندازه ۳۰۰ میلیون سال نوری از هم فاصله دارند.



pages L1-L4; January 1, 1996. Preprint available at xxx. lanl. gov/abs/astro-ph/9510146 on the World Wide Web.

THE LAS CAMPANAS REDSHIFT SURVEY. Stephen A. Shectman et al. in Astrophysical Journal, Vol. 470, pages 172-188; October 10, 1996. Preprint available at xxx. lanl.gov/abs/astro-ph/9604167 on the World Wide Web.

THE LARGE-SCALE SMOOTHNESS OF THE UNIVERSE. Kelvin K.S. Wu, Ofer Lahav and Martin J. Rees in Nature, Vol. 397, pages 225-230; January 21, 1999.

The Las Campanas Redshift Survey site is available at manaslu. astro. utoronto. ca/-lin/crs. html on the World Wide Web .

The Sloan Digital Sky Survey site is available at www. sdss. org on the World Wide Web.

- (1) Fractal
- (2) charge - coupled device
- (3) drift - scan photometry
- (4) graphic equalizer
- (5) big bang

آبشار است تا صدای ادوات الهی . اگر چه این کوشش جدید ممکن است نه به خوشایندی کوششهای قدیمی به نظر رسد و نه به معنویت آنها ، ولی مفهوم عالم همسانگرد توأم با مفهومی از میدانهای اتفاقی اکنون این فرصت را به ما می دهند تا یک بار دیگر به موسیقی افلاک گوش فرادهیم .

نویسنده

استیفن دی . لندی برای اولین بار هنگامی به کیهان شناسی علاقه مند شد که شبی در جنگل گم شد و هیچ کاری جز خیره شدن به ستارگان را نداشت . وی بعد از دریافت دکترئی فیزیک از دانشگاه جانز هاپکینسنز در ۱۹۹۴ ، تحقیقات فوق دکترئی خود را در رصدخانه های کارنگی در پاسادنای کالیفرنیا ، و در دانشگاه کالیفرنیا ، برکلی ، به انجام رساند . وی در حال حاضر یک دانشمند میهمان در کالج ویلیام و مری است .

مطالعه بیشتر

PRINCIPLES OF PHYSICAL COSMOLOGY. P.J.E. Peebles. Princeton University Press, 1993.

THE TWO-DIMENSIONAL POWER SPECTRUM OF THE LAS CAMPANAS REDSHIFT SURVEY: DETECTION OF EXCESS POWER ON 100H-1 Mpc SCALES. Stephen D. Landy et al. in Astrophysical Journal Letters, Vol. 456,



پرواز فضایی امروز

تفاوت رباتها و انسانها برای تحقیقات فضایی چه کسی بهتر است؟

پال دی استیونز
مترجم: مرسته خاکرانی

سازمان ملی فضانوردی آمریکا «ناسا»^۱ با مشکلاتی مواجه است. مالیات دهندگان آمریکایی باید متقاعد شوند که برای کاوشهای فضایی هزینه سالانه‌ای به میزان ۱۳/۶ میلیارد دلار مورد نیاز است. برای رسیدن به این منظور، روابط عمومی این سازمان تلاشهای گسترده‌ای می‌کند که

شبهه به برنامه‌های تبلیغاتی شرکت‌های بزرگ آمریکایی است. «ناسا» درس با ارزشی درباره بازارهای تبلیغاتی در دهه نود آموخته است: آنها باید برای پیشبرد برنامه هایشان تبلیغات بصری و داستانی با شخصیت‌های مهیج تهیه کنند. «ناسا» به همین دلیل بطور مداوم گزارشات مطبوعاتی و تصویری از برنامه سفر فضایی فضانوردان، منتشر می‌کند.

پرتاب هر کدام از سفینه‌های شاتل در رسانه‌ها خبرساز است. «ناسا» فضانورد هایش را قهرمانانی همیشه حاضر نمایش می‌دهد حتی زمانی که نقش آنها در فضا دیگر چیز جدیدی برای گفتن نداشته باشد. شاید جسورانه‌ترین تبلیغ روابط عمومی ناسا این بود که «جان گلن»^۲، اولین آمریکایی که در مدار زمین قرار گرفت را سال گذشته همراه شاتل «اس تی اس ۹۵»^۳ به فضا فرستاد. بازگشت «گلن» ۷۷ ساله به فضا، «اس تی اس ۹۵» را پرسروصداترین مأموریت فضایی از

تحقیقات فضاپیماهای بی سرنشین از تحقیقات انجام شده از سوی فضانوردها در منظومه شمسی بهتر و ارزان‌تر است.

«فرانسیس اسلیکی»^۴

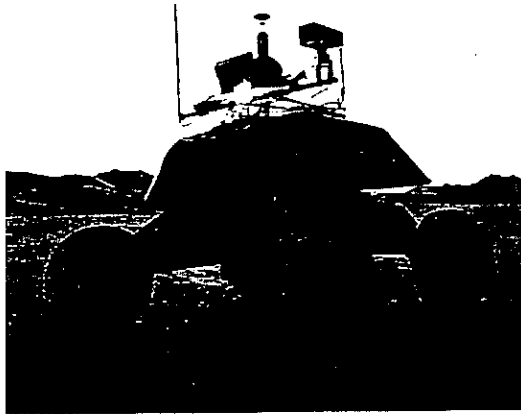


در تصویر: فضانورد
ساخته (تصویر)
ربات
در حال کار روی مدار
در حال کار روی مدار
در حال کار روی مدار



فضاپیمای

بی سرنشین بیش از
پیش متنوع تر
منش شوند. در
مأموریت «دیب
اسپیس ۳» که قرار
است در سال ۲۰۰۲
پرتاب شود، سه
فضاپیمادر آراشیمای
پرواز خواهند کرد که
یک «تداخل منبع»
نوری را بوجود بیاورند
که بوسیله آن بتوان
ستارگان دور را با
تحلیل بهتری مشاهده
کرد. فضاپیماها با
فاصله صد متر تا یک
کیلومتر از هم حرکت
خواهند کرد.



۴۱٫۰۰۰ فزیکدان این آزمایشات را مورد بررسی قرار داد و سپس تصمیم به ساخت این ایستگاه فضایی بین المللی گرفت. بیشتر این مطالعات شامل مکانیک سیارات در محیط ریز جاذبه ایستگاه بود. سایر آزمایشات پیشنهاد شده روی رشد بلورهای پروتئین و کشت یاخته متمرکز می شد. در هر حال این مجمع فیزیکی نتیجه گرفت این آزمایشات از نظر علمی آنقدر مفید نیست که بتواند توجیهی برای ساخت این ایستگاه باشد. سیزده مؤسسه علمی دیگر، از جمله انجمن شیمی آمریکا و انجمن بلورشناسی آمریکا، نیز همین نتیجه را گرفتند.

از آن موقع این ایستگاه از نو طرح ریزی شد و لیست آزمایشها نیز تغییر کرد ولی جامعه علمی همچنان در جبهه مخالف قرار دارد. تا این تاریخ، حداقل بیست سازمان علمی از سراسر دنیا مصمم هستند که این آزمایشات در زمینه مربوط به خودشان، اتلاف پول و زمان محسوب می شود. نظر تمامی آنها اینست که تحقیقات فضایی بوسیله فرستادن رباط و تلسکوپ انجام شود.

این دانشمندان دلایل مختلفی برای مخالفتشان دارند. خیلی ساده می توان گفت این ایستگاه برای محققین در علم مواد بی ثبات است. ارتعاشاتی که از حرکت فضاوردان و دستگاهها بوجود می آیند، روی آزمایشات حساس اثر نامطلوب باقی می گذارند. همین ارتعاشات باعث می شود فضاوردان بسختی بتوانند افلاک را مشاهده کنند و همینطور متخصصین آب و هوا با همین مشکل در مورد مطالعه سطح زمین مواجه هستند در حالیکه این دشواریها در مورد

زمان فرود «آپولو» روی سطح ماه، ساخت «ناسا» ادعا کرد که «گلن» در راه علم به فضا رفت. او به مانند یک خوکچه هندی تحت چندین آزمایش پزشکی قرار گرفت. ولی این روشن بود که هدف اصلی «گلن» در همراهی شاتل، تبلیغاتی بوده است نه علمی.

دانشمندان مشغول آزمایش اولین مدل در مناطق دارای آب و هوای نامایم روی زمین هستند تا بتوانند رهنورد پیشرفته ای برای مأموریتهای فضایی بی سرنشین آینده، بسازند.

«ناسا» هنوز هم حرف اول را در انجام پژوهشات فضایی می زند ولی به جای فضاوردان از رباتها استفاده می کند. در سالهای اخیر «رهنورد رهیاب»^۹ سطح مریخ را جستجو کرده است، و فضاپیمای «گالیله»^{۱۰}، «مشتی»^{۱۱} و ماههای آن را مورد مطالعه قرار داده است. تلسکوپ فضایی «هابل»^{۱۲} و سایر ماهواره های تحقیقاتی تصاویری از لحظات آغاز خلقت به زمین می فرستند. ولی باید توجه داشت که رباتها قهرمان نیستند. هیچ کس در جشن شادی ریختن کاغذهای رنگی بر سر تلسکوپها از پنجره شرکت نمی کند. پروازهای فضایی فضاوردان داستانهای خلق می کند که ناسا آنها را به عموم می فروشد. و این اصلی ترین دلیلی است که «ناسا» نزدیک یک چهارم از بودجه خود را صرف پرتاب حدود نیم دوجین سفینه شاتل در سال می کند. اکنون «ناسا» اقدام به تأسیس یک ایستگاه فضایی بین المللی که یک آزمایشگاه مداری بلندمدت است، کرده است. «ناسا» ادعا می کند این ایستگاه می تواند سکویی برای تحقیقات فضایی باشد و به پیدا کردن راهایی برای چگونگی زندگی و کارایمن در فضا، کمک کند. این دانش می تواند راهی بسوی سفر فضاوردان به مریخ و ساخت پایگاهی روی ماه بگشاید. ولی این توجیهات برای ساخت پایگاه بیشتر به افسانه می ماند. در این مورد حقایق در دست است که به اندازه روز روشن است: ایستگاه فضایی بین المللی پایگاهی برای لبه بران علم نیست. تحقیقات فضایی رباتها ارزانتر و دقیق تر از کاوش فضاوردان است. و مهاجرت به ماه در سرنوشت ما انسانها نوشته شده است.

«افسانه علم»

در سال ۱۹۹۰ یک مجمع فیزیک آمریکایی متشکل از

ماهواره های بی سر نشین صادق نیست . انجام آزمایشاتی که به خلأ احتیاج دارند در اطراف ایستگاه به خاطر ابری از گازهای خارج شده از آن ، تقریباً دچار اختلال می شود . و آخر اینکه ، این ایستگاه در مداری چهار صد کیلومتر بالاتر از زمین قرار می گیرد و تنها ناحیه ای از فضا را تحت پوشش قرار می دهد که قبلاً به دقت مورد مطالعه قرار گرفته است . با وجود مخالفت این مجمع علمی ، «ناسا» قصد دارد که آزمایش های پیشنهادی را در ایستگاه فضایی انجام دهد . این سازمان به خصوص به پرورش بلورهای پروتئین در محیط ریز جاذبه علاقمند است . «ناسا» ادعا می کند که این مطالعات ممکن است به توسعه داروسازی سرعت ببخشد . ولی در ژوئیه ۱۹۹۸ انجمن زیست سلولی آمریکا ، خیلی صریح تقاضای فسخ برنامه بلورشناسی را کرد . میزگرد نشریه این انجمن نتیجه گرفت که انجام این آزمایشات در ارتقاء دانش ساختار

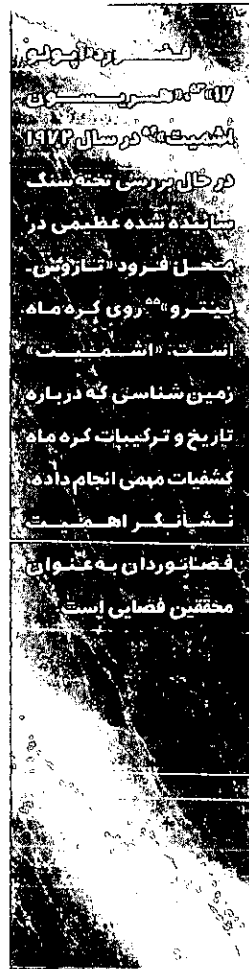
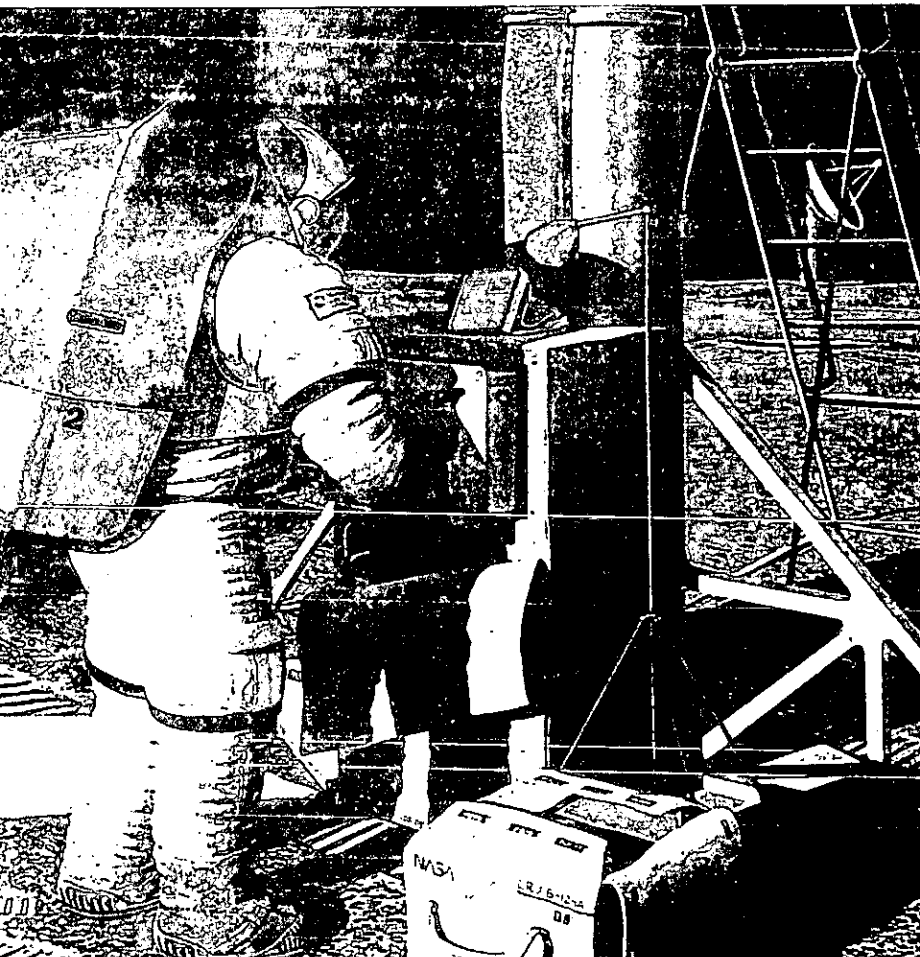
پروتئین ، خیلی مؤثر نیست .

«افسانه سودآوری اقتصادی»

پرواز انسان به فضا بسیار پرهزینه است . تنها پرواز یک سفینه شاتل چیزی حدود ۴۲۰ میلیون دلار هزینه دربردارد . ظرفیت حمل بار یک شاتل حداکثر ۲۳/۰۰۰ کیلوگرم است و این فضاپیما می تواند ۱۴/۵۰۰ کیلوگرم بار به زمین برگرداند . اگر بار رفت این سفینه را کاغذ ، رنگی تزئینی فرض کنید ، حتی اگر هر کیلوگرم این کاغذ رنگی را به طور معجزه آسایی در طول سفر به یک کیلوگرم طلا

تبدیل شود ، این مأموریت همچنان ضرری به اندازه ۲۷۰ میلیون دلار به دنبال خواهد داشت . درست همین اقتصاد وحشتناک در ایستگاه فضایی بین المللی حاکم است . در پانزده سال گذشته طراحی ایستگاه پنج بار عوض شده است و همین مسئله باعث شد ناسا یازده سال از برنامه اش عقب بیفتد . «ناسا» تا بحال دو برابر هشت بیلیون (میلیارد) دلاری که قرار بود تمامی هزینه ها را دربرگیرد خرج کرده است . اکنون بودجه ساخت آن بالای ۴۰ بیلیون دلار تخمین زده شده است و اداره حسابرسی آمریکا پیش بینی می کند که تمامی هزینه ها برای ایستگاه فضایی با عمر ۱۰ سال بالای صد بیلیون دلار برود .

«ناسا» امیدوار است تولیدات فضایی در ایستگاه بتواند تا حدودی این هزینه را جبران کند . در تئوری ، تولید داروهای خاص و نیمه هادی ها در محیطی ریز جاذبه به



مأموریت «دیتا استیجس ۴» امتحان فرود ماشینی
مصنوعی روی یک ستاره دنباله دار خواهد بود. فضاپیما
قرار است در سال ۲۰۰۳ با ستاره دنباله دار «تمیل ۱»^{۵۲}
برخورد کند و ماشینی تحقیقاتی روی هسته مرکزی آن
بنشاند و نمونه های لایه سطح آن برگرداند.



شیرجه، فرستادن فضاوردان به مریخ است. هزینه چنین
سفری احتمالاً دست کم به اندازه هزینه ساخت خود ایستگاه
تمام می شود؛ حتی خوشبین ترین متخصصین تخمین
می زنند فرستادن فضاوردان به «سیاره سرخ»^{۱۶} دهها بلیون
دلار خرج دربر خواهد داشت. بعضی تخمین های دیگر تا
حد یک «تریلیون» دلار بالا می رود. تنها فایده اقتصادی
سفر به مریخ محصولات جانبی آن است که تاریخ نشان داده
این محصولات توجیه قابل قبولی برای سرمایه گذاری در
این برنامه های سنگین فضایی نیستند.

«ناسا» در ژانویه ۱۹۹۳، تکنولوژی محصولات جانبی
سفرهای قبلی را مورد مطالعه قرار داد.

بر پایه این مطالعه «شهرت انتقال تکنولوژی» «ناسا» روی
نمونه های معروفی از جمله «ولکرو»^{۱۷} «تنگ»^{۱۸} و «تفلون»^{۱۹}
است. برخلاف عقیده عموم، «ناسا» تولیدکننده هیچ کدام
از این محصولات نیست «گزارشگر نتیجه می گیرد طی سه
دهه اخیر، به ندرت می توان گفت «ناسا» موفقیتی در تولید
چنین محصولاتی داشته است.

«افسانه سرنوشت»

اکنون وقت آنست که موضوع شخصی شود. وقتی
هفت ساله بودم پوستری از فضاوردان «آپولو» روی دیوار
اتاقم نصب کرده بودم. قهرمانان من متهورانه قدم روی کره
ماه گذاردند و سوار بر بالهای موفقیت به زمین بازگشتند.
آنها باعث شدند زمین اندکی کوچکتر به نظر بیاید؛ آنها باعث
شدند اندکی چشمهایم گشوده تر شود. در آن زمان مطمئن
بودم یکروز در ادامه راهشان به مریخ پا می نهم.

بعد از آن چه اتفاقی افتاد؟ سه بار به مریخ سفر کردم.
دو بار به همراه «وایکینگها»^{۲۰} در دهه هفتاد و آخرین بار هم
همراه «رهیاب مریخ» در ژوئیه ۱۹۹۷. من تنها نبودم:
میلیونها نفر مرا در ردیف جلو تماشاچیان همراهی می کردند
تا ناظر «رهگذر»^{۲۱} توئمند «رهیاب» که به زحمت روی سطح
مریخ به جلو می رفت، باشیم. من همچنین همراه
فضاپیمای «گالیله» به قمرهای «ژوپیتر» سفر کرده ام و
علائمی از اقیانوس مایع روی «یوروپا»^{۲۲} دیده ام. در سال
۲۰۰۴ همراه کاوش «کاسینی»^{۲۳} به «زحل»^{۲۴} خواهم رفت و
تصویری نزدیک گودالهای سیاره را خواهم دید.

در سالهای اخیر گامهای چشمگیری در ارتقاء

زمین مزیت دارد. ولی هزینه بالای فرستادن هر چیزی به
ایستگاه، شرکتها را حتی از فکر در این موضوع، منصرف
می کند تا بحال تنها روسیه، یکی از شرکای آمریکا در این
طرح، توانسته است استفاده اقتصادی بسبرد. سال
گذشته «ناسا» اعلام کرد ۶۶۰ میلیون دلار برای اتمام
قسمتهای کلیدی ایستگاه بابت چهار سال، به سازمان
فضایی روسیه می پردازد. پرداخت این پول برای جبران
هزینه ها ضروری بود چرا که تهیه آن برای روسها به خاطر
بحرانهای اقتصادی کشورشان ممکن نبود. «جیمز
سنسبرنر»^{۲۵} عضو کنگره «ویسکونسین»^{۲۶} آمریکا و
کمیته «هاوس ساینس»^{۲۷} از این پول پرداخت شده، به تلخی
به عنوان «پول حیاتی» برای روسیه، یاد کرد.

و اما درباره فایده اقتصادی طولانی مدت چه؟ به
گفته «ناسا» هدف نهایی ایستگاه فضایی مانند یک تخته

تواناییهای فضاییهای بی سر نشین مشاهده شده است. برنامه «دیسکوری»^{۲۵} «ناسا» انگیزه ای برای طراحی پژوهشهایی جامع و کامل و کم هزینه بوده است؛ پژوهشهایی که بتواند اندازه گیریهای دقیق و تصاویری با کیفیت بالا بفرستد. بطور مثال «ره یاب» مریخ تنها با ۲۶۵ میلیون دلار، گنجینه ای از اطلاعات و تصاویر فرستاد. و برنامه «هزاره جدید»^{۲۶} «ناسا» بررسی تکنولوژی پیشرفته به وسیله فضاییهایی همچون پژوهشگر کوچک «دیپ اسپیس»^{۲۷} است. این وسایل دو کیلوگرمی که اکنون درون فضاییهای «مارس پولارلندر»^{۲۸} که اوایل امسال به فضا پرتاب شد، هستند به سطح مریخ شلیک می شوند و تا عمق

دو متر به زیر زمین فرو رفته، و در آنجا نمونه های خاک را تجزیه کرده و به جستجوی زیر سطح یخی مریخ می پردازند. البته این فضاییها همچنان به رهبری انسان نیاز خواهند داشت، دانشمندان و مهندسانی در اتاقهای کنترل روی زمین. برخلاف فضانوردان، از دانشمندی که این سفرها را کنترل می کنند معمولاً در مطبوعات قدر دانی نمی شود. ولی آنجا مکانی است که اگر کاشفینی چون «لویس»^{۲۹} و «کلارک»^{۳۰} اکنون زنده بودند در آن جا می نشستند. آنها علاقه ای به اینکه وقتشان به بستن پیچ و مهره در ایستگاه فضایی حذف شود علاقمند نبودند.

ساخت پایگاهی برای

فضانوردان روی کره ماه از این هم بی معنی تر به نظر می رسد. همانطور که پژوهش «لورن پراسپکتور»^{۳۱} اخیراً نشان داده است، فضاییهای بی سر نشین در مطالعه کره ماه از فضانوردان بسیار تواناترند. استقرار روی کره ماه در سرنوشت ما انسانها نوشته نشده است همانطور که ما برای

راه رفتن روی دستهایمان آفریده نشده ایم.

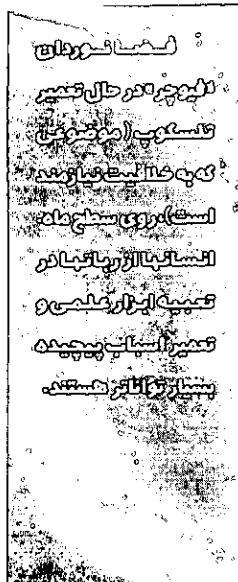
«بعد چه می شود؟»

در حال حاضر به نظر می رسد «ناسا» می خواهد صرف نظر از تمام هزینه ها برنامه پرواز فضایی فضانوردانش را حفظ کند. اما در دهه بعد احتمالاً «ناسا» در خواهد یافت که داستانهای تبلیغاتی به فضانوردان نیاز ندارند. «ره یاب» مریخ اثبات کرد که مأموریت های بی سر نشین همانقدر می تواند برای مردم مهیج باشند که پروازهای همراه سر نشین.

«پایگاه جهانی اطلاع رسانی»^{۳۲} ره یاب در یکسال ۷۲۰ میلیون مراجعه کننده داشت. شاید در نهایت رباتها بتوانند جای قهرمانان را بگیرند.

اکنون بچه ها بجای خیره شدن به پوستر فضانوردان، با مدل های اسباب بازی «ره گذر» بازی می کنند. ماجراجویان فضای نسل بعد با این دانش بزرگ می شوند که می توان بدون سوار شدن به فضاییما به سیاره ای دیگر رفت. چند دهه دیگر وقتی این بچه ها بزرگ شدند، تعدادی از آنها پیشرو، انجام تحقیقات بزرگ بعدی در مورد منظومه شمسی خواهند بود. آنها در حالیکه در اتاقهای کنترل ساکت نشسته اند دستوراتی به دستگاههای دوردست می فرستند و نهایت تلاش خود را می کنند تا ما به ستارگان دست یابیم.

«فرانسیس اسلیکلی» استاد فیزیک در دانشگاه «جورج تاون»^{۳۳} و رئیس موضوعات اجتماعی «جامعه فیزیک آمریکا» است. او دکترای خود را در فیزیک از دانشگاه «ایلینویز»^{۳۴} دریافت کرد و تحقیقات او روی خواص بصری ابررساناهای دمای بالا بود. او درباره



سیاست علم مقاله می نویسد و سخنرانی می کند و نظرات او را می توان در «نیویورک تایمز»^{۳۵} و «واشینگتن پست»^{۳۶} یافت.

تحقیقات فضانوردان در علم فضا مؤثرتر از رباتها است. «پال دی. اسپادیس»^{۳۷} انتقاد از پرواز انسان به فضا دلایل زیادی دارد. بعضی منتقدین به هزینه سفرهای فضانوردان اشاره می کنند. آنها ادعا می کنند که سازمان ملی فضانوردی آمریکا وظایف بسیاری دارد و پرواز انسان به فضا هزینه های مأموریت های مهمتر را به خود اختصاص می دهد. سایر منتقدین ارزش علمی فرستادن مردم به فضا را زیر سؤال می برند. بحث آنها اینست که پرواز انسان به فضا یک «شیرین کاری» گران قیمت است و هدفهای علمی با فضاپیماهای بی سرنشین آسانتر و رضایت بخش تر برآورده می شود.

اما تجربه های واقعی فضانوردان و کیهان نوردان طی ۳۹ سال اخیر محققاً مزیت انسانها را به عنوان کاوشگران فضا نشان داده است. توانایی های انسان برای نصب و نگهداری کردن از وسایل پیچیده علمی در فضا و انجام تحقیقات میدانی در فضا مورد نیاز است این کارها نیازمند انعطاف، تجربه و قضاوت انسان است. آنها نیازمند توانایی هایی هستند که در آینده نزدیک از عهده ماشین های مصنوعی برنمی آید. برای موضوعات علمی مهمی که ایجاب می کنند سیارات جزء به جزء مورد مطالعه قرار گیرند، برنامه تحقیقاتی انجام شده تنها بوسیله رباتها کافی نیست. بسیاری از وسایل علمی که در فضا فرستاده می شوند، برای اینکه به خوبی کار کنند نیازمند تعیین محل نصب دقیق و تنظیم هستند. فضانوردان وسایلی را با موفقیت در مدار زمین - به طور مثال تلسکوپ فضایی هابل - و روی سطح روبرو زمین کره قرار داده اند. در مورد تلسکوپ فضایی باید گفت اعضای سفینه شاتل با مهارت کامل توانستند خرابی اولیه دستگاه را برطرف کنند و شرایط ادامه کار آن را مهیا کردند. فضانوردان «آپولو» از تاریخ ۱۹۶۹ تا ۱۹۷۲، آزمایشات متفاوتی را روی سطح ماه تنظیم کرده و انجام دادند و این آزمایشات به کمک اندازه گیری فعالیت زمین لرزه ای و جریان گرما به دانشمندان امکان تهیه عکسی از داخل کره ماه با جزئیات کامل را داد. این آزمایشات به مدت هشت سال بی هیچ

خطایی ادامه داشت تا در سال ۱۹۷۷ به دلایل مالی نه فنی، تعطیل شد.

فن آوری های پیچیده دستگاههای مصنوعی باعث شده دانشمندان درباره تعیین محل نصب دستگاهها روی سیارات و ماه ها از راه دور به خیالپردازی بپردازند. به طور مثال «رهگذران» سطح کرات می توانند با دقت تمام شبکه ای ارتباطی از مونتورهای مربوط به زمین لرزه را راه بیندازند. ولی این فن آوری ها باید در عملیات فضایی واقعی نشان داده شود. رباتها با حرکات زمخت خود در حرکت دادن دستگاههای بسیار حساس، باعث خرابی آنها می شوند. بنابراین در مقایسه با برپایی شبکه های ارتباطی بوسیله فضانوردان، شبکه های نصب شده بوسیله رباتها از توانایی ها و حساسیت کمتری برخوردار هستند.

اهمیت انسانها در فضا وقتی بیشتر معلوم می شود که تجهیزات پیچیده ای در آنجا خراب شود. فضانوردان در چندین مورد با تعمیر سخت افزاری در فضا از از بین رفتن اطلاعات گرانبهای علمی مأموریت جلوگیری کرده اند. وقتی در سال ۱۹۷۳ «اسکای لب»^{۳۸} به فضا پرتاب شد، سپر حرارتی آن پاره شد و آزمایشگاه یکی از صفحات خورشیدی خود را از دست داد. صفحه خورشیدی دیگر، به سفینه گره خورده و آزاد نمی شد. ولی اعضای «اسکای لب» - فضانوردان «پت کنراد»^{۳۹}، «جو کروین»^{۴۰} و «پال ویتز»^{۴۱} - اول سپر حرارتی جدیدی نصب کردند و صفحه خورشیدی گیر کرده را جاسازی کردند. تلاشهای قهرمانانه آنها نه تنها باعث ادامه مأموریتشان شد بلکه کل برنامه «اسکای لب» را حفظ کرد.

البته بعضی نقایص آنقدر پیچیده است که نمی توان آنها را در فضا برطرف کرد، مثل خسارتی که از انفجار مخزن اکسیژن فضاپیما «آپولو ۱۳» در سال ۱۹۷۰ بوجود آمد. اما در بیشتر موارد وقتی تجهیزات فضاپیما بدرستی کار نمی کنند، فضانوردان قادر هستند موضوع را تحلیل کنند و قضاوت های به موقع کنند و با ابداع راه حلی، مشکل را حل کنند. ماشینهای مصنوعی معمولاً با اتصال به سیستم یدکی قادر هستند تا حد محدودی خود را تعمیر کنند و تجهیزات معیوب را تعویض کنند، ولی آنها انعطاف یک انسان را دارا نیستند. می توان ماشینها را برای حل مشکلات قابل پیش بینی طراحی کرد ولی تا بحال تنها انسانها توانایی حل مشکلات غیر قابل پیش بینی را از خود نشان داده اند.

«فضانوردان محقق محسوب می شوند»

پژوهش دارای دو مرحله است: شناسایی و تحقیقات میدانی. هدف شناسایی بدست آوردن دیدی وسیع از ترکیبات و فرآیند و تاریخ منطقه یا سیاره مورد نظر است. سؤالاتی که در مرحله شناسایی مطرح می شوند، عمومی هستند. بطور مثال، چه چیزی آنجا وجود دارد؟ ماهواره ای که از سطح سیاره ای نقشه بر می دارد و ماشینیه که روی سطح سیاره مشغول اندازه گیری ترکیبات شیمیایی خاک آن است نمونه هایی از شناسایی جغرافیایی محسوب می شوند.

اهداف تحقیق میدانی جدی تر هستند. هدف درک فرآیندهای سیاره و تاریخ آن همراه با جزئیات است. این نیازمند مطالعه در موضوع و داشتن تصویری از منطقه و دستورسازی و امتحان فرضیه هاست. بعضی مواقع لازم است چندین بار به نقطه ای خاص از سیاره رفت. تحقیق میدانی کاری بی انتها و در حال پیشرفت است؛ موضوعاتی روی زمین یافت می شوند که دانشمندان بیشتر از ۱۰۰ سال روی آنها مطالعه مداوم داشته اند و هنوز به موارد مهم و جدیدی درباره آنها دست پیدا می کنند. تحقیق میدانی به سادگی جمع آوری اطلاعات نیست؛ بلکه نیازمند حضور دائمی و ذکاوت بشری است. جامع و کامل نگه داشتن حجم زیاد اطلاعات به وجود انسانها در صحنه نیاز دارد.

رفتن از مرحله شناسایی به مرحله تحقیق میدانی مبهم است. در هر پژوهشی شناسایی در مراحل اولیه صورت می گیرد. بخاطر اینکه مرحله شناسایی بر پایه سؤالات گسترده و وظایف ساده و از پیش تعیین شده است؛ به راحتی می تواند بوسیله رباتها انجام شود. ماهواره ها می توانند اطلاعات عمومی درباره فضای اطراف سیاره، خصوصیات سطح آن و میدانهای مغناطیسی آن، جمع آوری کنند. «رهگذران» می توانند با راه رفتن روی سطح سیاره، خواص فیزیکی و شیمیایی خاک آن را آزمایش کرده و نمونه هایی را برای فرستادن به زمین جمع آوری کنند.

ولی مرحله تحقیق میدانی، پیچیده، وسیع و نیازمند تفسیر است. روش حل مسائل علمی سریع پیدا نمی شود بلکه با فرمول بندی کردن، امتحان کردن و تغییر دادن در طی مطالعه بدست می آید. اکثر موضوعات تحقیقاتی تقریباً

همیشه با کشف موارد غیرمنتظره همراه است. این کشف شگفت انگیز ممکن است دانشمندان را به اتخاذ روش تحقیقاتی جدید یا به انجام مطالعات متفاوت دیگری برانگیزد. ولی تحقیقات رباتها در سیاره ای دورافتاده، برای مطالعه پدیده های غیرقابل پیش بینی، نمی تواند از نو طراحی شود. اگرچه رباتها می توانند اطلاعات علمی را جمع آوری کنند ولی تحقیقات علمی در فضا نیازمند دانشمندان است.

این درست است که فرستادن رباتها به فضا از فضانوردان کم هزینه تر است، ولی به نظر من از کارایی کمتری برخوردار است. از فضاپیماهای بی سرنشین «لونا ۱۶»، «۲۰» و «۲۴» فضاپیماهای پرتاب شده از سوی شوروی در دهه ۱۹۷۰، غالباً به خاطر برگرداندن نمونه های خاک از کره ماه با حداقل هزینه، تمجید می شود. ولی نتایج این مأموریتها بدون در نظر گرفتن نتایج بدست آمده از مأموریت فضانوردان «آپولو» واقعاً مبهم است. طی مأموریت «آپولو» فضانوردانی که آموزش جغرافیایی دیده بودند توانستند شاخص ترین نمونه های محل را انتخاب کرده و صخره های جالب یا مرموز را تشخیص داده و روی آنها تحقیق کنند. در حالیکه نمونه های «لونا» بدون هیچ تبعیضی با چنگک رباتها جمع آوری شد. اطلاعات ترکیب جغرافیایی و ساختاری محلهایی که «آپولو» در آنجا استقرار یافته است کاملتر از اطلاعات فضاپیماهای بی سرنشین «لونا» است.

مأموریت «رهباب» مریخ را به عنوان جدیدترین مثال در نظر بگیرید، که همه جا از موفقیت آن بصورت جدی یاد می شود. اگرچه «رهباب» صخره ای غیر معمول با بافتی غنی از سیلیس یافت. ولی به خاطر محدودیتهای کاوش ما نمی دانیم که این ترکیب سنگ آتشفشانی است یا صخره ای فشرده با تیزیهای فراوان یا یک سنگ رسوبی. اهمیت جنس این سنگها در این است که وجود هر کدامشان دلالت بر تاریخی کاملاً متفاوت از دو مورد دیگر در مریخ دارد. برای اینکه بافت زمین شناسی نمونه مجهول است، این کشف ارزش علمی ناچیزی دربردارد. زمین شناسی آموزش دیده طی چند دقیقه می توانسته است هویت ترکیبی سنگ را مشخص کرده و با تجزیه شیمیایی ترکیب اطلاعات علمی این کشف را از پایه محکمتر کند.

«آمیزه ذهن و ماشین»

زبردستی و ذکاوت انسان اساس تحقیق میدانی است. ولی آیا واقعاً به حضور فیزیکی آنها نیاز است؟ «حضور از دور»^{۲۳} - فرا فکنی توانایی های انسان از راه دور به یک ماشین - ممکن است مرحله تحقیق میدانی را از خطرات و مشکلات منطقی پرواز انسان به فضا رهایی بخشد. در «حضور از دور» حرکات اپراتور، روی زمین از طریق الکترونیکی به رباطی منتقل شده و باعث می شود او همان حرکات را روی سطح سیاره ای دیگر انجام دهد. اطلاعات بصری و لامسه ای از گیرنده های رباط به اپراتور مخابره می شود و به او کمک می کند تا از طریق رباط تصویری از سطح سیاره داشته باشد. امتیاز رباتها به عنوان جانشین انسان در این است که آنها قدرت، بردباری و حساسیت بالایی از انسان دارند.

اگر «حضور از دور» چنین عقیده عظیمی است پس چرا ما به انسان در فضا احتیاج داریم؟

دلیل اول اینست که تکنولوژی آن هنوز در دست نیست. حس بینایی مهمترین حسی است که در تحقیق میدانی استفاده می شود، و سرعت هیچ سیستمی مانند سیستم بینایی انسان، در گرفتن داده ها و پس دادن نتایج آن نیست. تحلیل حس بینایی انسان ۲۰ مرتبه سریعتر از صفحه ویدئو است. ولی تکنولوژی مهمترین مانع «حضور از دور» نیست بلکه بزرگتر از آن مشکل روانی مطرح است. روشنی که دانشمندان برای تحقیق در موضوع پیش می گیرند، به آسانی قابل فهم نیست و انجام کاری که تفهیم شده است ممکن نیست.

آخرین مشکل مهمی که وجود دارد، تأخیر زمانی است. حداقل این تأخیر در «حضور از دور» مربوط به زمان بین صدور دستور اپراتور، اجرای دستور و مشاهده نتیجه می شود. فواصل در فضا آنقدر طولانی است که دریافت جواب آتی مقدور نیست. طول زمانی رفت و برگشت علامتی بین زمین و کره ماه ۲/۶ ثانیه است. این تأخیر زمانی بین زمین و مریخ ۴۰ ثانیه است و این کنترل از راه دور به معنی واقعی کلمه آن را محال می کند. پژوهشات رباتها در مریخ باید در مدار انتقالی شلوغی از داده ها صورت بگیرد که باعث می شود اپراتور بیشتر جنبه های عملیات فیزیکی خود را در نظر بگیرد نه جنبه های تحقیقاتی آن را.

«همکاری رباتها و انسانها»

اخیراً تأکید «ناسا» روی ساخت ایستگاه فضایی بین المللی است. در هر حال، ایستگاه مقصود نهایی نیست، مکانی است برای آموختن اینکه چطور و متی شود دور ترها را گشت. اگر چه آنجا تحقیقات علمی انجام می شود، ارزش واقعی ایستگاه به این خواهد بود که در آنجا فضانوردان خواهند آموخت چطور می شود در فضا زندگی و کار کرد. فضانوردان باید آنچنان به کارکرد وسایل مداری مسلط شوند که بتوانند برای سفرهای بین سیاره ای وسایل پیچیده ای بسازند. در دهه های آینده ثابت خواهد شد که ماه از مایشگاه مناسبی نیز خواهد بود. فضانوردان می توانند برای رسیدن به قدمت و گذشته منظومه شمسی روی کره ماه رصدخانه دایر کرده و جغرافیای محل را مورد مطالعه قرار دهند. همچنین آنها می توانند برای کاوش مناطقی از کره ماه که شرایط جوی ناملایمی دارند، از «حضور از دور» استفاده کرده و بیاموزند که چطور می توان برای اهداف علمی از عملیات رباتها در کنار انسانها استفاده کرد.

انگیزه های کاوش و جستجو هم احساسی هستند و هم منطقی. اشتیاق برای کشف قلمروی جدید، بالا رفتن از تپه ای برای دیدن فراسوی آن، از انگیزه های طبیعی انسان است. اساس این انگیزه نیز منطقی است: اکتشافات با وسعت دادن به تخیلات و مهارتهای گونه بشر، شانس بقای طولانی مدت او را بیشتر می کند. استفاده درست از رباتها و فضاپیماهای بی سر نشین خطرات احتمالی را کاهش و تأثیر پژوهشات فضایی را افزایش می دهد. اما رباتها هرگز جانشینان انسان نخواهند بود. بعضی دانشمندان معتقد هستند نرم افزارهای هوش مصنوعی می توانند تواناییهای تحقیقات رباتها را بالا ببرند، اما این تواناییها، از تواناییهای لازم در ساده ترین فرم یک «مرحله تحقیق میدانی» نیز کمتر است.

برای جواب دادن به سوال «انسان بهتر است یا رباط؟»، ابتدا باید نوع کار را مشخص کرد. اگر هدف پژوهش فضایی رفتن به دنیایی جدید و درک جهان در بیشترین جزئیات مربوط به آن است، پس هم رباتها و هم انسانها مورد نیاز خواهند بود. توانایی های هر کدام جبرانی برای نقاط ضعف دیگری است. با استفاده از یک کدام از آنها ما خود را از

31. Lunar Prospector
32. World wide web site
33. Georgetown
34. Illinois
35. Newyork Times
36. Washington post
37. Paul D. Spudis
38. Hubble space Telescope
39. Sky lab
40. Pelse conrad
41. Joe kerwin
42. Paul weitz
43. Luma
44. Tele presence
45. Paul D. Spudis
46. Houston
47. Arizona state
48. astrogeology
49. Geological sarvey
50. The once and Future Moon
51. Smith sonian
52. Deep space 3
53. Interferometer
54. Tempel 1
55. Apollo 17
56. Harrison schmitt
57. Taurus-littrow
58. Future

بهترین شکل مجموعه دو دنیای متفاوت محروم می کنیم :
دخالت ذکاوت و انعطاف بشر و همکاری مفید رباتها .

۵ «پال دی . اسپادیس»^{۴۴} دانشمند عضو مؤسسه تحقیقات در مورد کره ماه و سیارات در «هوستن»^{۴۵} است .
او دکترای خود را در سال ۱۹۸۲ از دانشگاه «اریزونا استیت»^{۴۶} در زمینه زمین شناسی ، دریافت کرد . و تا سال ۱۹۹۰ در شاخه «زمین شناسی ستارگان»^{۴۷} برای سازمان «بررسی زمین شناسی»^{۴۸} آمریکا کار کرد . تأکید مطالعات او روی تاریخ زمین شناسی ماه و فعل و انفعالات آتشفشانی و فشار دهانه های حاصله از آنها روی سیارات است . او عضو کمیته های بسیاری بوده که کارشان پیشنهاد استراتژی های تحقیقاتی برای ناسا بوده است و همچنین نویسنده «وانس و فیوچرمون»^{۴۹} (نشریه مؤسسه «اسمیتسونین»^{۵۰} ، ۱۹۹۶) است .

مرجع :

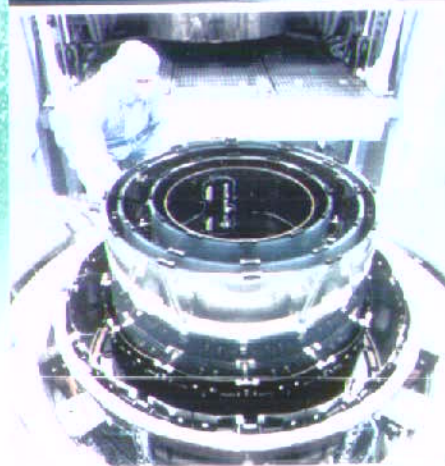
Scientific American Presents P. 24-3

زیر نویس :

1. Francis slakey
2. Nasa
3. John Glenn
4. STS-95
5. Apolo
6. Nomad Rover
7. Garnegie Hellon
8. Antarctica
9. Pathfinder
10. Galileo
11. Jupiter
12. Hubble
13. James sensenbrenner
14. Wisconsin
15. House science
16. Red Planet
17. Velcro
18. Tang
19. Teflon
20. Viking
21. Sojourner rover
22. Europa
23. Cassini
24. Saturn
25. Discovery
26. New Millennium
27. Deep space 2
28. Mars Polar Lander
29. Lewis
30. Clark

با چکاندن یک قطره رنگ غذا بر روی سطح آب،
قطره پس از مدتی در چند سانتی متری زیر سطح
آب به یک آبشار شاخه شاخه که ظاهر یک
اختاپوس یا ستاره دریایی را دارد تبدیل می شود.





مراحل راه اندازی چاندرا

