ISSN 1606-917X

آتش بازی در آسمان شب

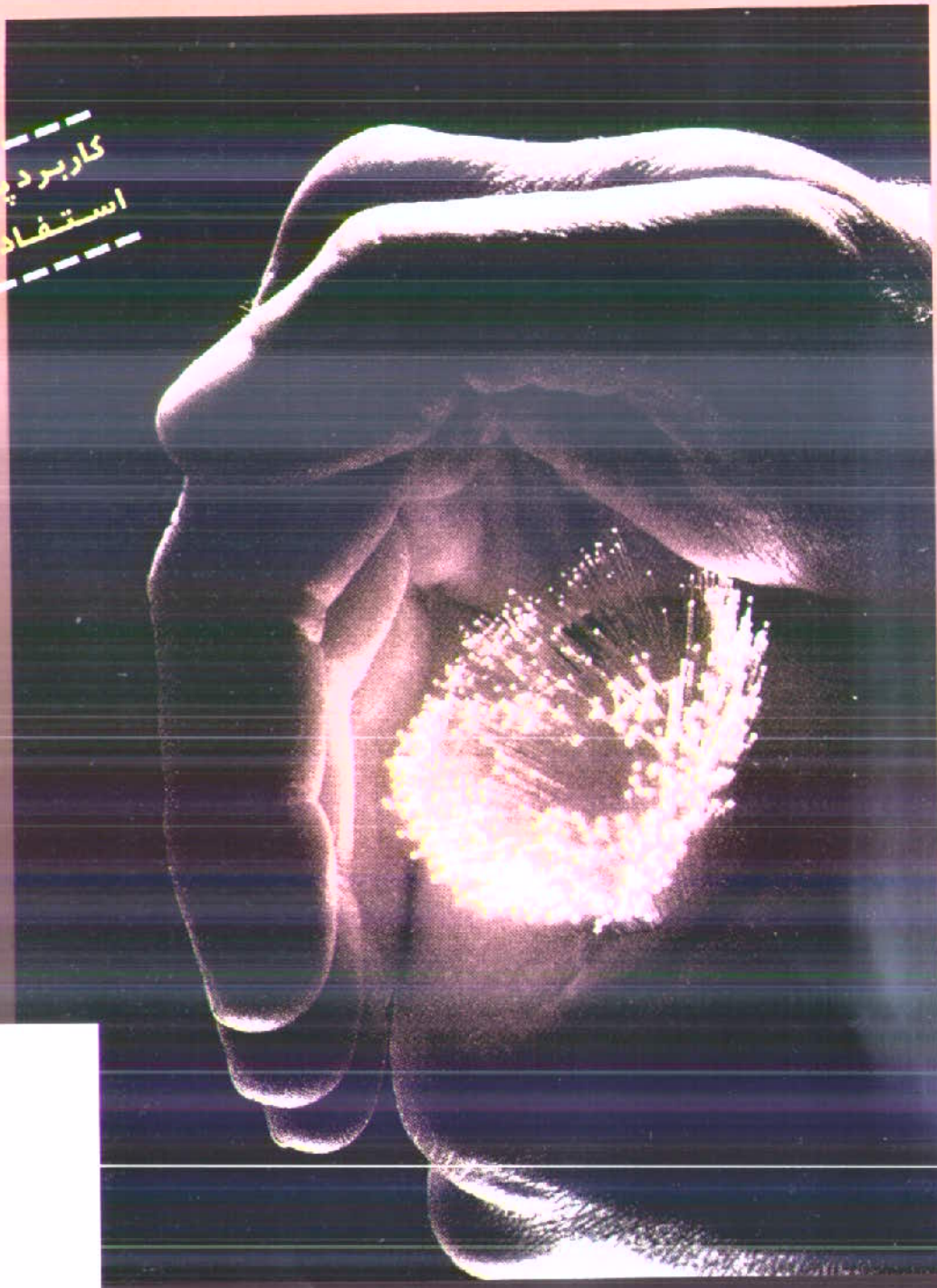
DD

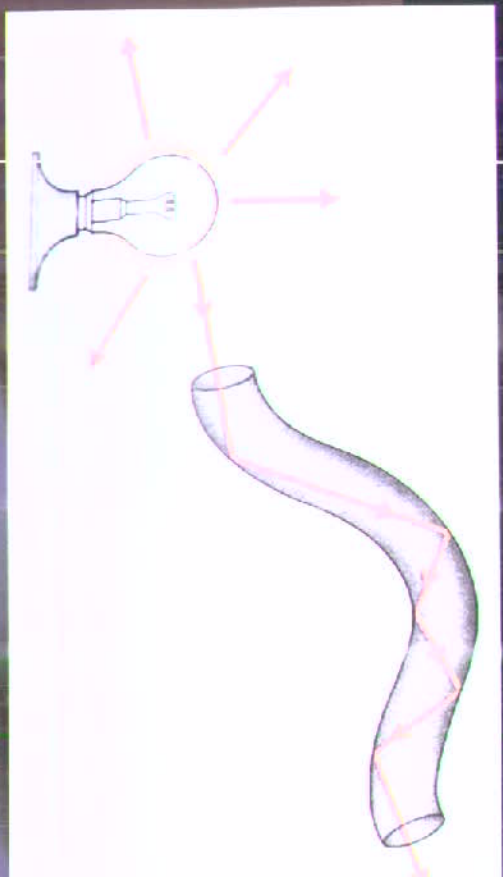
فیزیک

آموزش

سال سیزدهم، بهار ۱۳۸۵

کاربرد پدیده بازتابش کلی برای استفاده در انتقال اطلاعات





ISSN 1606-917X

بسم الله الرحمن الرحیم

رشد آموزش فیزیک

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
دفتر انتشارات کمک آموزشی
دوره انتشار: زمستان ۱۳۷۹

سال امام علی(ع) ❖ جعفر مهرداد/ ۲
هشتمین کنفرانس فیزیک کشور ❖ سخنرانی وزیر محترم آموزش و پرورش / ۷
مدل، نظریه، قانون ❖ جان لوئی/ ۱۱
ژنراتور واندوگراف ❖ محمد فرهاد رحیمی / ۱۲
مدارهای خازن ایده‌آل و پایستگی انرژی ❖ کی. مینا وام. بوفایدا / ۱۴
شمایل کیهانی شیوا و ساختار ابرخوشهٔ کهکشانی ❖ احمد بردبار/ ۱۷
نوترینو، ذرهٔ شگفت‌انگیز ❖ مایک ریورمان/ ۲۲
ابن‌هیثم، پاسخی به تدریس علوم چندفرهنگی ❖ نورانس قبانی و عبدالحسین بصیره/ ۲۶
اخبار علمی ❖ ماکس شولتز / ۳۲
نمودارهای P-V فوائد بسیاری دارند ❖ کاوه وی پکنم / ۳۷
طرح درسی بر اساس یاددهی- یادگیری فعال ❖ آزیتا شوریابی و.../ ۴۰
اخلاق علمی در پرسش و پاسخ بین دانش‌پژوه و معلم ❖ جهانگیر ریاضی/ ۴۸
بیست‌وهفتمین المپیاد بین‌المللی فیزیک / ۵۰
کشف بلور ویگنز/ ۵۹
بررسی میکروسکوپی قانون لنز ❖ محمدرضا خوش‌نیت خوش‌نظر/ ۶۰
مشاهدهٔ بلورهای برفد ❖ امی کاکاوا / ۶۲

مدیر مسؤول: علیرضا حاجیان‌زاده
سردبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
طراح گرافیک: پروانه هادی‌پور
هیأت تحریریه:
احمد احمدی، روح‌الله خلیلی بروجنی،
محمدعلی سعادت‌بخت، منیژه رهبر،
سیدجعفر مهرداد.

نشانی دفتر مجله: تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
تلفن امور مشترکین: ۸۸۳۹۱۸۶
تلفن دفتر مجله: ۹-۸۸۳۱۱۶۱ داخلی: ۲۷۱
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)
تیراژ: ۶۵۰۰ نسخه

❖ دفتر انتشارات کمک آموزشی، این مجلات را نیز منتشر می کند:
رشد کودک (ویژهٔ پیش دبستان و دانش‌آموزان کلاس اول دبستان) رشد نوآموز (برای دانش آموزان کلاس دوم و سوم دبستان) رشد دانش‌آموز (برای دانش آموزان کلاس چهارم و پنجم دبستان) رشد نوجوان (برای دانش‌آموزان دورهٔ راهنمایی) رشد جوان (برای دانش آموزان دورهٔ متوسطه) مجلات رشد معلّم، تکنولوژی آموزشی، آموزش ابتدایی، آموزش معارف اسلامی، آموزش شیمی، آموزش زبان وادب فارسی، آموزش زبان، آموزش راهنمایی تحصیلی، آموزش ریاضی، آموزش زیست شناسی، آموزش جغرافیا، آموزش تاریخ، آموزش تربیت بدنی (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 حاشیهٔ مطلب نیز مشخص شود. ❖ نثر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه‌های علمی و فنی دقت لازم مبذول گردد. ❖ مقاله های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز ضمیمهٔ مقاله باشد. ❖ در متنهای 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 صفحهٔ مورد استفاده باشد. ❖ مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله های رسیده مختار است. ❖ آرای مندرج در مقاله ها، ضرورتاً مبین 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.

The Physics Teacher september 2000 تصویر روی جلد برگرفته از:

سال امام علی(ع)

سید جعفر میهرداد

علی آن یافت زتشریف که زو روز غدیر
شد چو خورشید درخشنده در آفاق شهیر
شرف خیر به هنگام پدید آید از و
چون پدید آمد تشریف علی روز غدیر

ناصرخسرو(۳۹۴ـ۴۸۱ هـ.ق)

شنبه ۶ فروردین و چهارشنبه ۲۴ اسفند درسال۱۳۷۹، هجری شمسی، با دو عید سعید غدیر خم مقارن است. به برکت فرخنده و شرف این خیر مبارک، دوستداران امام پرهیزکاران و امیرمؤمنان، سال امام علی(ع) را با شوکت و سرافرازی و امید فراوان به آیندهٔ درخشان، برگزار می کنند.

غدیر به معنی **آبگیر** است که آب باران و سیل در آن جمع می شود و **غدیر خُم**، موضعی میان مکهٔ معظمه و مدینهٔ منوره است که روز هجدهم ذیحجه، سال دهم هجرت (حَجةالوداع) حدیث «**هر کس من مولای اویم، علی مولای اوست!**» صادر شد.

حجةالوداع، آخرین حج پیغمبر اسلام است که آن را **حجةالاسلام**، **حجةالبلاغ** و **حجةالتمام** نیز می گویند. در این سفر، نود هزار و برخی می گویند صد و چهارده هزار تن همراه او بودند؛ برخی بیش تر آورده اند.

هنگامی که حضرت محمد(ص) در این مکان منزل گزید، فرمود تا در سایهٔ درختان، پالان های شتران را جمع ساختند و روی یکدیگر نهادند. رسول(ص) بر بالای آن پالان ها برآمد. **علی مرتضی** نیز به فرمودهٔ آن حضرت بالا

رفت و طرف راست ایشان ایستاد. رسول خدا پس از حمد و ثنای باری تعالی، مردم را از انتقال خویش به عالم دیگر آگاه ساخت و پس از وداع فرمود: «میان شما دو امر عظیم می گذارم؛ **قرآن و اهل بیتم.**»

آن گاه دست علی را گرفت و گفت: «**من کنت مولاه فهذا علی مولاه...**».

علی بن ابی طالب، ملقب به **مرتضی**، **اسدالله**، **حیدر**، **حیدر کرار**[سخت حمله کننده در جنگ]، **شاه مردان**، **شاه ولایت و مولای متقیان** است. مسلمانان شیعی مذهب، تنها به حضرت او لقب **امیرالمؤمنین** می دهند و او را امامِ اول خود می دانند.

امام علی(ع) در ۱۳ رجب سال ۲۲ قبل از هجرت در کعبه متولد شد و مادرش او را **حیدر** به معنی **شیر** نام داد. لقب هایش فراوان و کنیهٔ مشهور او، **ابوالحسن** است. پیغمبر(ص) او را **علی** نامید و لقب **اسدالله** و کنیهٔ **ابوتراب** بدو داد.

علی از کودکی در خانهٔ پیغمبر(ص) می زیست و در بیش تر غزوه های حضرت شرکت داشت. او پرچم مسلمانان را حمل می کرد. آن گاه که رسول اکرم(ص)، مسلمانان مهاجر و انصار را به برادری فرمان داد، خودِ آن حضرت، علی بن ابی طالب را به **برادری** برگزید.

محبوبیت علی(ع) و فرزندان او در نزد مسلمانان جهان، بخصوص ایرانیان بی نظیر است. این ارادت از توجه دقیق علی(ع) به اجرای قوانین اسلام، فضیلت ها و صفات عالی حضرت او نشأت می گیرد. به مبارکی این سال خجسته، برخی از آنها را به اختصار بازگو می کنیم.

ایثار علی(ع)

در شب هجرت پیغمبر(ص) از مکه، علی(ع) با خفتن در بستر پیغمبر، جان خود را در گرو حفظ جان رسول الله(ص) قرار داد.

شجاعت علی(ع)

شجاعت علی(ع) در **غزوهٔ خندق** یا **غزوه احزاب** در سال پنجم پس از هجرت، به عنوان نمونه، گویا و کافی است. علی(ع)**عمربن عبدود**، قهرمان نامی عرب را در نبرد تن به تن به خاک انداخت. خواهر عمربن عبدود شجاعت مردانهٔ کشندهٔ برادر خود را تنها مایهٔ تسلی خویش خواند و گفت: «برادر! اگر جز به دست این پهلوان کشته شده بودی، سراسر عمر بر مرگ تو می گریستم ...»

جوانمردی علی(ع)

عموم مورخان مسلمان و غیرمسلمان اتفاق دارند که علی(ع) با همه توانایی و نیرومندی، هیچ گاه بر دشمن پیش دستی نکرد. مولای مسلمانان جهان به فرزندش حسن(ع) توصیه کرد: «... هرگز کسی را به مبارزه طلب مکن! ولی اگر دشمن تو را به جنگ خواند، روی مگردان ...»

در جنگ با معاویه، آب بر سپاهیان علی(ع) بسته شد. هنگامی که لشکریان علی(ع) با حمله و فداکاری آب را بازپس گرفتند، امام شیعیان فرمان داد که راه آب را بر دشمن باز کنند. گروهی از سربازان علی(ع) به اعتراض زبان گشودند و از حضرت ایشان پاسخ شنیدند که: «... **ما جنگ می کنیم تا کسی روی کسی نان و آب را نبندد** ...»

هنگامی که سپاهیان علی(ع) در تعقیب دشمن و درصدد انتقام از جنایت خصم بودند، مکرر از ایشان فرمان می رسید که: «... هرگز آنها را که زخم خورده اند، به قتل نرسانید ...»

در سراسر تاریخ جهان، جز از **علی**(ع)، از کسی شنیده نشده است که دربارهٔ قاتل خود سفارش به نیکویی و مهربانی کند.

« ... به این مردی که در بند شماست، از همان شیری که من می نوشم، بنوشانید. اگر جان به در برد، خود می دانم و اگر از ضربت او به سرای دیگر رفتم و خواستید قصاص کنید، او را با یک ضربت بکشید ... . »

پیشوایی که ز شوق دیدار
می کند قاتل خود را بیدار
می زند پس لب او کاسه شیر
می کند چشم اشارت به اسیر
چه اسیری که همان قاتل اوست
تو خدایی مگر ای دشمن دوست

اخلاص عمل علی(ع)

نمونه ای از اخلاص عمل علی(ع) را **جلال الدین مولوی** در دفتر اول مثنوی به رشتهٔ نظم کشیده است.

علی(ع) در جنگی بر پهلوانی دست یافت و شمشیر بر او کشید. پهلوان مبارز، روی علی(ع) آب دهان انداخت. در این هنگام، علی(ع) شمشیر را برزمین افکند. دشمن از این عمل حیران شد: گفت بر من تیغ تیز افراشتی
از چه افکندی مرا بگذاشتی

و شرمسارانه پرسید: ***در محل قهر این رحمت ز چیست؟***

امیر مؤمنان، پرسش از سبب افکندن شمشیر را چنین پاسخ داد:

گفت من تیغ از پی حق می زنم
بندهٔ حقم، نه مأمور تنم
شیر حقم نیستم شیر هوا
فعل من بر دین ما باشد گوا
کَه نیم، کوهم ز صبر و حلم و داد
کوه را کی در رباید تندباد
آن که از بادی رود از جا خسی است
زان که باد ناموافق خود بسی است

تقوا و اخلاص علی(ع) در جنگ جمل سال ۳۶ هـ با ناکثین (پیمان شکنان) و جنگ صفین سال ۳۷ هـ با قاسطین (ستمگران) و جنگ نهروان سال ۳۹ هـ با مارقین (از دین خارج شدگان، خوارج) زینت بخش تاریخ اسلام و موجب سرافرازی آزادگان جهان است.

حکومت علی(ع)

در خطبه ای از **نهج البلاغه** می خوانیم:

عبدالله پسر عباس گفت: زمان رفتن به جنگ جمل در نزدیک بصره، بر امیرالمؤمنین(ع) وارد شدم. هنگامی که او نعلین خود را پینه می زد، پرسید: «بهای این نعلین چند است؟»

گفتم: «بهایی ندارد.»

فرمود: «به خدا این را از حکومت شما دوست تر دارم، مگر آن که حقی را برپا سازم یا باطلی را براندازم.»

امام در خطبه ای دیگر به مناسبت ملک و آب و زمینی که به ناحق به کسانی بخشیده شده بود، فرمود: « ... **به خدا، اگر ببینم [چنین اموالی] به مهر زنان رفته باشد، آن را به صاحبانش باز می گردانم که در عدالت گشایش است** ... . »

صفات کم نظیر علی(ع) به حدی است که موجب شده است فرقه هایی او را تا حد خدایی بالا ببرند.

نه خدا توانمش خواند، نه بشر توانمش گفت
متحیرم چه نامم، شه ملک لافتی را

کلام علی(ع)

نهج البلاغه، دائرةالمعارفی از فرهنگ اسلامی است و آن را کتابی خوانده اند که: «**فروتر از کلام خدا و فراتر از سخن بشر**» است.

نهج البلاغه، شامل خطبه ها، نامه ها و کلمات قصار حضرت امام علی بن ابیطالب است که به دست سیدرضی (۳۵۹ـ۴۰۶ هـ. ق) گردآوری شده است.

این کتاب به جهت آن که سخنان امام اول شیعیان را دارد، در میان شیعه اهمیت و رواج فوق العاده ای یافته است و آن را بعد از قرآن مجید، مهم ترین کتاب می دانند. فصاحت و بلاغت بی مانند آن مورد توجه عالمان فرقه های گوناگون اسلامی و ادیبان عرب قرار گرفته است و بسیاری از دانشمندان غیرشیعی نیز بر آن شرح و تفسیر نگاشته اند.

علم علی(ع)

در تاریخ و فرهنگ اسلامی و دیدگاه های همه فرقه های مسلمان ـ از صدر اسلام تاکنون ـ **علم علی** مشهور و زبانزد است.

علی مرتضی(ع) کاتب وحی و از نویسندگان رسول(ص) خدا بود که آیات قرآنی نازل به رسول(ص) را می نوشتند.

بی تردید تا زمین هست و زمان باقی است، روایت **علم علی به قرآن و معرفت به خدا و دین** و حکایت عمل علی به آنها بر زبان ها جاری است. عموماً خوانده ایم، شنیده ایم و می گوییم:

منم شهر علم و علی ام در است
یقین این سخن گفت پیغمبر است

کمیل پسر **زیاد نخعی** از یاران علی(ع) گفت که: امیر مؤمنان علی(ع) دست مرا گرفت و به بیابان برد. چون به صحرا رسید، آهی دراز کشید و گفت: «**ای کمیل!** ... مردم سه دسته اند: **عالمی** که شناسای خداست؛ **متعلمی** که در راه رستگاری کوشاست؛ و **فرومایگانی** رونده به چپ و راست که درهم آمیزند و پی هر بانگی را گیرند و با هر باد به سویی خیزند. نه از روشنی دانش فروغی یابند و نه به سوی پناهگاهی استوار شتابند.

کمیل! دانش به از مال است که دانش تو را پاسبان است و تو مال را نگهبان. مال با هزینه کردن کم آید و دانش با پراکنده شدن بیفزاید ....

کمیل! گنجورانِ مال ها مرده اند؛ گرچه زنده اند و **دانشمندان چندان که روزگار پاید، پاینده اند ...**.»

***

درباور و حافظهٔ تاریخی جامعهٔ مسلمانان جهان و بخصوص ایرانیان مسلمان، الگویی از شخصیت علی(ع) ترسیم و مجسم شده است که به حق عارفانِ آگاه، او را از مقرب ترین بندگان درگاه باریتعالی و ولی و مولای مطلق خویش می شناسند و اعمال مدعیان را با معیار کردار و رفتار امام علیه السلام می سنجند.

ای علی که جمله عقل و دیده ای
شمه ای واگو ازآنچه «دیده ای»[1]
تیغ حلمت جان ما را چاک کرد
آب علمت خاک ما را پاک کرد

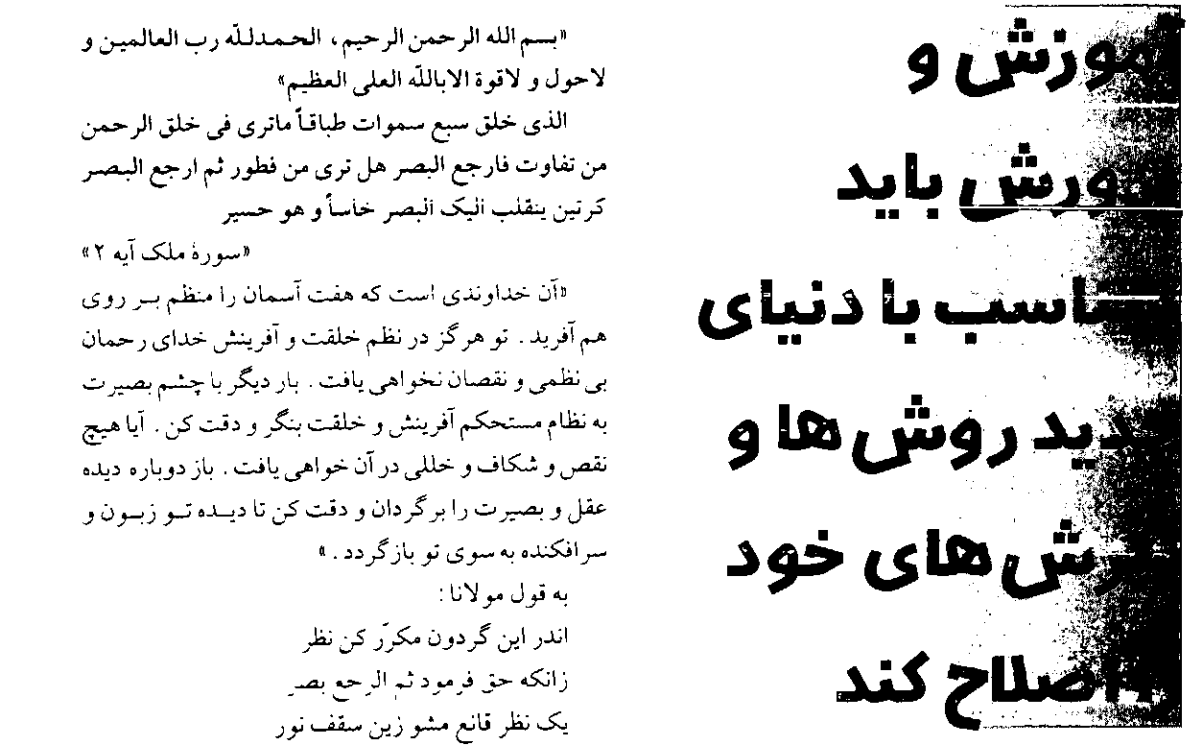
زیرنویس:
۱. اشاره به حدیث علوی است که فرمود: «لم اعبد ربا لم ازه ...».

سخنرانی وزیر محترم آموزش و پرورش در مراسم اختتامیه

دهمین کنفرانس آموزش

غیزیک کشور

تبریز - مرداد ۱۳۷۸



«بسم الله الرحمن الرحیم، الحمدلله رب العالمین و لاحول و لاقوة الاباللّه العلی العظیم»

الذی خلق سبع سموات طباقاً ماتری فی خلق الرحمن من تفاوت فارجع البصر هل تری من فطور ثم ارجع البصر کرتین ینقلب الیک البصر خاسأً و هو حسیر

«سورهٔ ملک آیه ۲»

«آن خداوندی است که هفت آسمان را منظم بر روی هم آفرید. تو هرگز در نظم خلقت و آفرینش خدای رحمان بی نظمی و نقصان نخواهی یافت. بار دیگر با چشم بصیرت به نظام مستحکم آفرینش و خلقت بنگر و دقت کن. آیا هیچ نقص و شکاف و خللی در آن خواهی یافت. باز دوباره دیده عقل و بصیرت را برگردان و دقت کن تا دیده تو زبون و سرافکنده به سوی تو بازگردد.»

به قول مولانا:

اندر این گردون مکرّر کن نظر
زانکه حق فرمود ثم الرجع بصر
یک نظر قانع مشو زین سقف نور

بارها بنگر به هل من فطور

با سلام به همه شهدای عزیز و درود به روح مقدس حضرت امام(ره) و آرزوی سلامتی و سربلندی برای مقام معظم رهبری و همه خدمتگزاران این نظام الهی بویژه رئیس جمهور عزیز و فرزانه و عرض سلام و ادب به محضر حضار محترم، استادان گرامی، همکاران سختکوش خود در آموزش و پرورش، اندیشمندان، پژوهشگران و میهمانان گرامی این جلسه علمی.

بسیار خوشحالم که توفیق شرکت در این اجتماع باشکوه اهل اندیشه و علم و دانش نصیب بنده شده و می توانم دقایقی در محضر شما عزیزان باشم. عزیزانی که برای ارج نهادن به مقام علم و دانش و پژوهش و تحقیق از اقصی نقاط کشورمان در این مجمع حضور یافته اند.

دوستان در این جمع توصیفاتی از بنده کردند که شایستگی آن را ندارم. معلم کوچکی هستم در پهنه وسیع آموزش و پرورش و در جمع بزرگوارانی اندیشمند و افتخارم این است که خدمتگزار این عرصه مقدسم و ملتمس دعا تا در مدت کوتاهی که توفیق خدمتگزاری یافته ام موفق باشم.

من از دوستان استدعا می کنم که با مبالغه در معرفی بنده، روح مرا آزرده نکنند. ما افتخارمان این است که معلم ساده ای هستیم و همکار بزرگوارانی چون شما.

انسانها در قرون متمادی برای کسب علم و دانش و شناخت هستی زحمتهای فراوانی کشیده اند. چه عمرها که در این مسیر صرف و چه جانها که در این راه فدا نشده و بشر اگرچه به شهادت تاریخ در این مسیر موفق بوده لیکن هنوز حقایق کشف نشده بسیاری باقی است که نشان می دهد انسان در رهگذر علم هنوز اندر خم یک کوچه است.

امیدوارم این نشست مبارک و مقدس هم دریچه تازه ای برای حصول به حقایق علمی به روی همکاران عزیز ما بگشاید و حتماً چنین است. چرا که امروز، روز اختتامیه این گردهمایی است و باید معرفتی به دیگر معارف همکاران عزیز ما افزوده شود. تحقق این امر نیز در گرو سؤال و پرسش و نقد و بررسی و آشنایی با نظرات مختلف و تعامل فکر و اندیشه در چنین اجتماعاتی است.

به طور کلی سؤالات اساسی و بنیادی همیشه برای بشر وجود داشته که جواب دادن به این سؤالات ضروری است. سؤالاتی از قبیل پرسش از مبداء و علیت اشیاء، از مقصد و منتهای آنها، از رابطه موجودات با همدیگر، از حقیقت انسان، از کمال نهایی او و از اینکه آیا ذهن انسان می تواند به واقعیات و حقایق آنگونه که هست دسترسی پیدا کند؟

اولین گروهی که به این سؤالات پاسخ داده اند سوفسطائیان بودند؛ کسانی اهل دانش که در امکان شناخت و معرفت انسان شک کردند. آنها معتقد بودند که باید در همه چیز شک کرد. چون معتقد بودند که اولاً هیچ چیز وجود ندارد و این گمان انسان هاست که چیزی وجود دارد. ثانیاً اگر چیزی وجود داشته باشد قابل شناختن نیست و انسان نمی تواند بشناسد و حقایق را کشف کند. اگر هم قابل شناخت باشد قابل انتقال به دیگری و قابل آموزش نیست. استدلال و استنادشان هم به خطای حواس بود و تعارضات عقل و به این ترتیب آنها تمام حقایق و رسیدن به حقایق را نفی می کردند. سقراط اولین کسی بود که با آنها به مبارزه برخاست و به نقد افکارشان اقدام کرد و خود را دوستدار حکمت نامید که همان معنای فیلاسوفیست است.

سقراط معتقد بود انسان همه چیز را می داند؛ فقط این سؤال و جوابهاست که باعث می شود انسان نسبت به دانسته های خودش آگاهی پیدا کند و به حقیقت رهنمون شود. افلاطون، شاگرد سقراط، بعد از او معرفت را به سه بخش تقسیم کرد: حسی، خیالی و عقلی. او نیز دو بخش حسی و خیالی را خطاپذیر می دانست و بر معرفت عقلی تأکید می نمود و اصلاً معرفت حقیقی را همان معرفت عقلی می دانست.

بعد از افلاطون نیز ارسطو در معرفت شناسی تلاش بسیاری کرد ولی تلاش او بیشتر در توصیف علم بود و توجیه امکان وجود علم. البته ارسطو نیز ارزش ادراکات حسی را با ادراکات عقلی برابر نمی دانست و معتقد بود که ادراکات حسی به اصول نمی پردازند بلکه به جزئیات می پردازند و از این رو نمی توانند کاشف حقیقت باشند. او معتقد بود که دقیق ترین علم آن است که انسان را به اصول برساند.

«فارابی»، «ابن سینا»، «بیرونی»، «غزالی»، «رازی»، «شیخ طوسی» و بسیاری دیگر که همه از اندیشمندان و افتخارات کشور هستند و در شکوفایی علم سهم بزرگی داشتند.

این نظریات متعدد که دربارهٔ کشف حقیقت و ابزاری که به کشف حقیقت می انجامد اعم از حواس، خیال و عقل ـ که بیشترشان هم تأکید بر عنصر عقل داشتند ـ از پنج قرن قبل از میلاد تا پنج قرن بعد از میلاد به منظور کشف حقیقت ابراز می شد که در تاریخ علم و دانش آن را دوران شکوفایی علم و دانش می شناسند. متأسفانه از قرن پنج تا پانزدهم میلادی یعنی دوران حاکمیت کلیسا درگیری بین اربابان کلیسا و صاحبان علم و اندیشه و ابتکار به اوج خود رسید تا به جایی که کشیشان رهبران علمی را ضد دین قلمداد کردند و آنها را مداخله گران در کار خدا دانستند. جهالت، تباهی و تحجّر به جایی رسید که بسیاری از دانشمندان و پژوهشگران را یا به دار آویختند و یا به سیاهچال ریختند و این وضع تا قرن چهارده میلادی ادامه یافت. یعنی ده قرن کشف حقیقت و تلاش علمی متوقف شد. علم و عالمان را در مسلخ کلیسا ذبح کردند و نسبت به آن بی توجه شدند و وضع اسفناکی در اثر توقف پیشرفت علم و تمدن به وجود آمد.

از قرن ۱۵ به بعد در دنیا و بیشتر در غرب تحول همگانی ایجاد شد و مجدداً با گرایش به علم و دانش حقیقت جویی آغاز گردید و آن را تجدید حیات و شکوفایی مجدد علم نامیدند و مسائل علمی مجدداً از مسائل روز جامعه آن روزگار شد. اما این وضعیت متأسفانه با یک رویکرد جدید به علم یعنی ضدیت با دین آغاز شد و مسأله تعارض علم و دین به نحو جدی مطرح شد. از این رو شکوفایی علم متأسفانه انزوای دین را به همراه داشت. البته دین آن روزگار دین کلیسا بود و دینی بود که با علم تعارض داشت و مشکلاتی را ایجاد می کرد. مردم هم گمان کردند که همه بدبختی هایشان و عقب ماندگی هایشان ناشی از دین است و همه پیشرفت و تمدن خودشان را در گرو پیشرفت علم دانستند. درنتیجه علم و دین در مقابل یکدیگر قرار گرفتند و برخوردهای خشن و متعصبانه بسیار شدید بین طرفداران علم و دین آغاز شد و در نهایت علم گرایان به پیروزی رسیدند و از عرصه زندگی فردی و اجتماعی دین زدایی کردند. این مسیر هم چون یک بعدی و انحرافی بود، باعث شد علمی که می بایست کشف حقیقت می کرد و در خدمت رشد و تعالی انسان قرار می گرفت به جایی رسید که تحت تأثیر آن در قرن هفده فرانسیس بیکن فلسفه علم برای قدرت را مطرح کرد. تحریفی بزرگ در ماهیت علم که به یک فاصله عظیم بین علم و دین انجامید و مسیر علم را تغییر داد.

البته شاید آن زمان کسی فکر نمی کرد که این نظریه آثارش این باشد که انسانیت در راستای شکوفایی علم این همه لطمه ببیند و اخلاق، معنویت، کرامت و تعالی انسان قربانی این پیشرفت شود تا به جایی که علم به ابزار قدرت برای قدرتمندان، تخریب انسانها و نابود کردن محیط زیست تبدیل شود. اوضاع و احوالی که امروز دنیای جدید با آن روبروست.

به موازات آنچه که از تاریخ علم در غرب گفته شد در شرق و مشرق زمین اوضاع علمی و حقیقت جویی وضع دیگری داشت و یک تلاش بسیار انسانی و عمیق

علمی در مشرق زمین جاری بود.

آنچه که موجب شکوفایی علم در مشرق زمین شد و در عین حال توانست دین و معنویت و اخلاق را هم در کنار خود رشد بدهد؛ تلاشی بود که در قرون اولیه اسلامی آغاز شد و در قرن چهار و پنج به اوج فعالیتهای علوم عقلی رسید. این پیشرفتها باعث شد که اروپائیان نیز بیدار شوند و بازنگری در روش و منش خود داشته باشند.

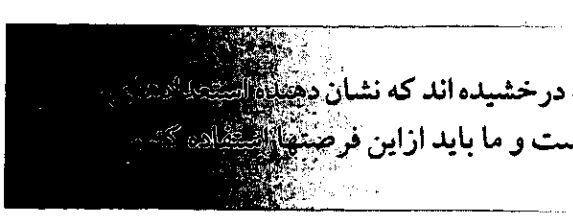
در قرن سوم هجری آثار علمی و پژوهشی و گرایش به علم و دانش به حدی بود که نوشته اند در شهر قرطبه ۸۰مدرسه عمومی در حد دانشکده تأسیس شده بود و کتابخانه ای با ۶۰۰ هزار جلد کتاب در آن شهر وجود داشت. ایران نیز جزو کشورهایی بود که از نظر علمی دستاوردهای بسیاری داشت و سرآمد بود. **با نگاهی به تاریخ علوم و فنون بشری کراراً به نامهایی برمی خوریم که سهم بزرگی در پیشرفت و عمل و تمدن بشری داشته اند: «فارابی»، «ابن سینا»، «بیرونی»، «غزالی»، «رازی»، «شیخ طوسی» و بسیاری دیگر که همه از اندیشمندان و افتخارات کشور هستند و در شکوفایی علم سهم بزرگی داشتند.**

«ابن خلدون» در مقدمه خود از تلاش های علمی ایرانیان یاد کرده و حدیثی را در این زمینه از رسول خدا(ص) ذکر می کند. همان حدیث معروفی که «لو تعلق العلم باکناف السماء لناله قوم من اهل الفارس» یعنی اگر دانش بر گردن آسمان درآویزد. قومی از اهل فارس هستند که آن را به چنگ می آورند.

اصولاً مشرق زمین مهد اندیشمندان و فرزانگان فراوانی بود که تلاشهای علمی آنها زیر ساخت و زیربنای تحولات علمی امروز است و این افتخاری است برای ایران و مشرق زمین.

جابربن حیان یکی از همان مفاخر است. کسی که به مشاهده و دقت در شناخت پدیده های علمی اهمیت می داد و تجربه را شرط اساسی علم می دانست. او معتقد بود دانشمند واقعی کسی است که تجربه پیشه کند. این دانشمند بزرگ روش شناختی در علوم تجربی را در آن زمان مطرح کرد که امروزه در روش شناختی علوم تجربی معاصر مطرح است و با آن خیلی فاصله ندارد. مثل مشاهدات الهام بخش فرضیه، استنتاج تئوری و نهایتاً عرضه نتایج و واقعیتها. **«ابن هیثم» دانشمند دیگری بود که در علم نورشناسی در قرون میانه یگانه بود، در ریاضی هم تبحر خاصی داشت.** او انعکاس آئینه مقعر با برشهای کروی و مخروطی را مطالعه و محاسبه کرد و قانون نورافکن را کشف کرد. او معتقد بود که اشعه ای که از چشم خارج می شود و به اجسام برخورد می کند باعث دیدن اجسام می شود. درخصوص تاریکی معتقد بود که تاریکی نبود کامل نور است و سایه، نبود برخی از نورها و وجود بعضی دیگر است. اینها نمونه هایی است از دهها تن از دانشمندان و اندیشمندانی که در مشرق زمین درباره علوم مختلف طبیعی، تجربی، ریاضی، طب، اخترشناسی و ... در دنیا سرآمد بودند و علم و تحقیق و پژوهش برایشان بسیار مهم بود.

متأسفانه در آن دوران شکوفایی، عزت و سربلندی، فرزانگی علمی در مشرق زمین استمرار پیدا نکرد و از قافله



جوانان ما در عرصه های بین المللی خوب درخشیده اند که نشان دهنده استعداد بسیارمثبت و نبوغ فوق العاده جوانان ما است و ما باید ازاین فرصتها استفاده کنیم

تمدن و پیشرفت عقب ماند. خوشبختانه باز در عصر جدید تحول دیگری پیش آمد. بویژه در ایران اسلامی به برکت انقلاب اسلامی و خون شهدا، رویکردی به علم همراه با دین آغاز شد که ان شاءالله در آینده با شکوفایی علم و تلاشهای علمی در جامعه تحولی بنیادی در همه حوزه های معرفتی میان جوانان و فرهیختگان ایجاد خواهد کرد. نشانه های آن هم بوضوح قابل مشاهده است. امروز می بینید جوانان ما در عرصه های بین المللی **خوب درخشیده اند که نشان دهنده استعدادهای علمی بسیار مثبت و نبوغ فوق العاده جوانان ما است و ما باید از این فرصتها استفاده کنیم**. امیدواریم این اجلاس ها و کنفرانس ها در شکوفا کردن اندیشه نسل جوانمان مؤثر باشد.

امروز علم فیزیک یکی از علوم پایه و بنیادین است و بسیاری از مفاهیم علوم دیگر را دربرمی گیرد و نقش مؤثری در توسعه پایدار ایفا می کند. چون توسعه پایدار لازمه اش همراهی دوجانبه علم و فن آوری است که فیزیک مجمع این دو است. علمی که ماهیت ماده و انرژی و رابطه بین آنها را بررسی می کند. تکنولوژی و علوم کاربردی که در زندگی مردم بویژه در عصر حاضر تأثیر می گذارد رابطه بسیار نزدیکی با علم فیزیک دارد و نقش بسیار مهمی در افزایش معرفت انسان و شناخت انسان نسبت به هستی ایفا می کند.

آموزش و پرورش هم طبعاً از این جلسات و این اجتماعات استقبال و حمایت می کند. البته هنوز در آغاز راه هستیم و من از برادر عزیز معاون محترم آموزشی اداره کل تربیت معلم از کم و کیف این جلسات و این کنفرانس ها سؤال کردم و متوجه شدم خیلی کاستی دارد و آموزش و پرورش باید سهم بیشتری در این زمینه داشته باشد. نامه هایی را هم از این عزیزان دیدم که بسیاری از آنها انتظارات درستی است و ما باید از این ظرفیت علمی بسیار مغتنم در مجموعه آموزش و پرورش توسط معلمان و استادان و دبیرانمان استفاده کنیم. و متأسفانه باید گفت که هنوز استفاده از تجربیات و اطلاعات این قشر عظیم و معلم و استاد در آموزش و پرورش نهادینه نشده و معلمان کمتر در فرایند تعلیم و تربیت سهیم هستند و مسائل آموزش و پرورش هنوز یکطرفه است. باید این وضع اصلاح و ابعاد مختلف ایجاد شود هم در نظام اداری و هم در سیستم آموزشی.

آموزش و پرورش باید متناسب با دنیای جدید ما روشها و نگرش های جدید خودش را اصلاح کند تا بتواند نسل جوانش را با پیشرفتهای علمی همراه سازد و آنها را آماده کند برای ساختن ایرانی آباد و آزاد و عزتمند و شرافتمند؛ همانطور که رهبر عزیزمان می خواهند. همانطور که رئیس جمهور فرهنگ دوستمان در این زمینه تمام تلاش و همت خود را به کار گرفته اند تا موجب سرافرازی کشور شوند.

در پایان از این که حوصله کردید سپاسگزارم، از تصدیعی که دادم عذرخواهی می کنم و برای همه عزیزان آرزوی موفقیت می نمایم. از عزیزانی که برای تشکیل این گردهمایی زحمت کشیدند از مدیرکل محترم استان، همکارانشان، از اداره کل تربیت معلم و از حوزه معاونت نیروی انسانی تشکر و قدردانی می کنم. بویژه از شما استادان و اندیشمندان عزیز و پژوهشگران عزیز که انصافاً با عشق و علاقه در این جلسات می آیند با هزینه خودتان، با سختی راه و بسیاری مشقات و مشکلات دیگر؛ تا آموزش و پرورش و نسل جوان را یاری برسانید و برای ارتقای علمی آنها تلاش کنند. تلاشی قابل تقدیر و سپاسگزاری. مجدداً از همه عزیزان تشکر و قدردانی می کنم.

والسلام علیکم و رحمة الله و برکاته

داگلاس سی جیان کولی
مترجم: احمد توحیدی

مدل، نظریه، و قانون[1]

هنگامی که دانشمندان می کوشند تا مجموعهٔ ویژه ای از پدیده ها را درک کنند، غالباً از *مدل* استفاده می کنند. *مدل* از نظر علمی، نوعی مقایسه یا تصویر ذهنی از پدیده ها با چیزی است که اغلب با آن آشنا هستیم؛ مثلاً *مدل موجی نور*. برخلاف امواج آب، امواج نوری را نمی بینیم؛ اما خوب است فکر کنیم نور هم از امواج ساخته شده است؛ زیرا آزمایش ها دلالت برآن دارند که از بسیاری جهات نور هم شبیه امواج آب عمل می کند.

هدف از ارائه مدل، به دست آوردن تصویری تقریباً ذهنی یا عینی است؛ یعنی چیزی را مجسم کردن. هنگامی که نمی توان دید واقعاً چه اتفاقی روی می دهد، اغلب مدل ها با مقایسه با یک دستگاهِ آشنا (برای مثال، امواج آب) به ما بینش ژرف تری می دهد که می تواند آزمایش های جدیدی را مطرح کند و یا اندیشه هایی را دربارهٔ دیگر پدیده های وابسته به وجود آورد که شاید روزی به وقوع بپیوندند.

شاید از تفاوت های میان *نظریه* و *مدل* شگفت زده شوید؛ زیرا بعضی اوقات این واژه ها به صورت مترادف هم به کار می روند؛ اما *مدل* معمولاً ساده است و مقایسه ای ساختاری برای پدیده های مورد بررسی در اختیارمان می گذارد؛ در صورتی که نظریهٔ گسترده تر و بسیار مُفصل است و اغلب می تواند پیش بینی های کمّی آزمون پذیری را با دقت هرچه تمام تر ارائه دهد. بعضی اوقات یک مدل را بسط می دهند و اصلاح می کنند تا با آزمایش های انجام شده در گسترهٔ وسیعی از پدیده ها مطابقت نزدیکی داشته باشد. در این حال، شاید بتوان آن را به عنوان یک نظریه تلقی کرد.

مدل ها می توانند بسیار سودمند باشند؛ زیرا اغلب به نظریه های مهمی می انجامند؛ امّا آنچه اهمیت دارد این است که نظریه یا مدل را با خودِ دستگاه های واقعی و پدیده ها اشتباه نکنیم.

دانشمندان، عنوانِ *قانون* را به گزاره های مُوجز و فراگیر دربارهٔ چگونگی رفتار طبیعت نسبت می دهند (برای مثال، پایستگی انرژی). گاهی این گزاره ها به شکل رابطه یا معادله میان کمیت ها بیان می شوند (مانند قانون دوم نیوتون F=Ma).

قانون، گزاره ای است که آزمایش پذیری آن در گسترهٔ بزرگی از پدیده های مشاهده پذیر به اثبات رسیده باشد. از این رو، قانون میان بسیاری از پدیده های مشاهده شده وحدتی ایجاد می کند. برای گزاره های کم تر فراگیر اغلب اصطلاح *اصل* به کار می رود (مانند *اصل ارشمیدس*). البته مرز میان قانون و اصل اختیاری است و در این باره همواره هماهنگی وجود ندارد.

قوانین علمی با قوانین سیاسی تفاوت دارند. قوانین سیاسی تجویزی هستند و چگونگی رفتار ما را تعیین می کنند؛ در حالی که قوانین علمی توصیفی اند و چگونگی رفتار طبیعت را نه آن طور که باید باشد، بلکه آن طور که هست، توضیح می دهند. قوانین نیز مانند نظریه ها نمی توانند به طور نامحدود و متنوع در همهٔ مواردِ ممکن آزموده شوند. بنابراین، نمی توان گفت که یک قانون به طور مطلق صحیح است. اصطلاح *قانون* را هنگامی به کار می بریم که اعتبار آن در گسترهٔ بزرگی از موارد آزموده، و محدودیت های اعتباری آن به روشنی درک شده باشد. با این حال، همین که اطلاعات جدیدی به دست بیاید، بعضی از قوانین اصلاح یا کنار گذاشته می شوند.

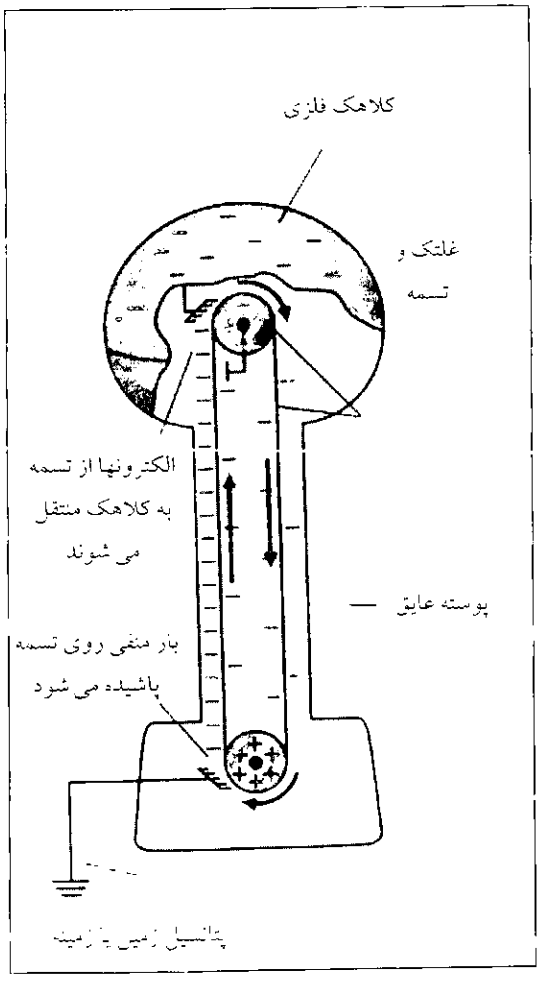
معمولاً دانشمندان به تحقیقات خود طوری ادامه می دهند که گویا قوانین و نظریه ها همواره صحیح هستند. اما آنها مجبورند ذهن خود را در هر مورد آزاد بگذارند تا پذیرای اطلاعات جدیدی باشد؛ اطلاعاتی که ممکن است اعتبارِ قانون را تغییر دهد.

1. Models, Theories, and Laws

مرجع
- Douglas c.Giancoli/Physics, 5th ed. (psentice Hall International, Inc.), pp5-6.

محمدفرهاد رحیمی
بخش فیزیک دانشکده علوم مشهد

ژنراتور واندوگراف



با تماس (اصطکاک) بین تسمه و غلتک در حال چرخش با تسمه، بار الکتریکی جدا می شود. بار مثبت روی این قرقره جمع می شود. این قرقره عایق است و نوعی پارچهٔ خز یا پشمی روی سطح رانشی خود دارد. بعد از آنکه تسمه شروع به چرخش کرد، بار مثبت روی سطح قرقره جمع می شود تا اینکه پتانسیل به بیشینهٔ خود برسد. مقدار بار منفی مساوی نیز درعین حال روی سطح داخلی تسمه جمع می شود، که تراکمش کمتر است. از این رو یک توزیع بار مثبت خالصی در ناحیهٔ قرقرهٔ پایین تر وجود دارد. این بار خالص مثبت روی قرقره، الکترونها را از زمین جذب می کند و آنها را از طریق شانه پایین تر روی قسمت خارجی تسمه جمع آوری می کند. و یک چگالی بار منفی زیاد روی قسمت خروجی تسمه ایجاد می کند.

گنبد فلزی به صورت یک قفس فاراده عمل می کند، به طوری که وقتی الکترونها در سراسر فاصلهٔ بین تسمه و شانه بالایی خالی می شوند، به طور خود به خود به سمت خارج گنبد می روند (برطبق قانون گأوس، بدون اشباع پذیری پتانسیل). دشارژ یا جرقه زدن وقتی رخ می دهد که تسمه چگالی الکترون آن قدرزیادی پیدا کند تا بتواند مولکولهای هوای بین گنبد بزرگ و گنبد کوچک را یونیده کرده و ایجاد جرقه در هوا بشود. اگر این عمل دشارژ انجام نشود، پتانسیل بطور خطی با افزایش توان زیاد می شود. اگر جریان ثابتی از باردار شدن

توسط تسمه ثابت باشد [جریان دشارژ برابر جریان شارژ منحنی ولتاژ برحسب زمان، به مانند سرعت برحسب زمان برای جسمی است که در هوا سقوط می کند و به سرعت حد می رسد]. و آنرا به I_c نمایش دهیم. اگر ظرفیت گنبد برابر C باشد

$$V = I_c R\left(1 - e^{-\frac{1}{RC}t}\right)$$

پس یک پتانسیل بیشینهٔ نظری وجود دارد که گنبد واندوگراف می تواند به آن برسد. میدان الکتریکی کره $E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ (برای هر شعاعی بیشتر از شعاع کره) می شود. ظرفیت یک کره منفرد به شعاع a می شود $C = 4\pi\varepsilon_0 a$. بنابراین در شعاع a کره، و با استفاده از $Q = CV$ داریم:

$$E = \frac{CV}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{V}{a} \rightarrow V = Ea$$

پتانسیل بیشینه V_B برای گنبد یا پتانسیل جرقه، به قدری است که مولکولهای هوا دیگر نمی توانند میدان الکتریکی خود را در سطح گنبد حفظ کنند و جرقه زده می شود. برای هوای خشک و فشار و دمای معمولی، حداکثر میدان الکتریکی قابل دوام برای مولکولهای هوا ۳۰۰۰۰V/cm است.

$$V_{max} = ۳۰۰۰۰\ Va$$

که a شعاع گنبد به سانتیمتر است.

این رابطه ساز و کاری را نشان می دهد که توسط آن الکترونها توسط تسمه از شانهٔ پائینی جمع آوری می شوند و از تسمه به گنبد توسط شانهٔ بالایی خالی می شوند.

پتانسیل نسبتاً زیاد روی سطح قرقرهٔ پائین باعث القای الکترونهایی می شود که از زمین به شانه می روند. پس یک میدان الکتریکی زیاد بین قرقره و گنبد وجود دارد. چون شعاع نوک سیمهای شانه بسیار کوچک است پتانسیل جرقه زن پائین است و از این رو یک افشانه از الکترونها، شانه را ترک می کنند و روی سطح خارجی تسمه می نشینند.

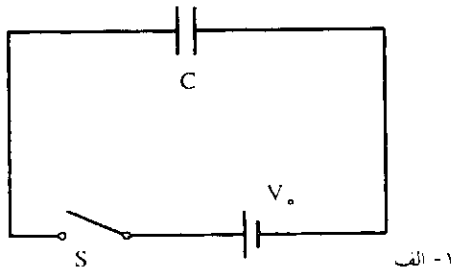
برعکس یک نوع میدان الکتریکی بین تسمه و شانهٔ بالایی برقرار است و ازاین رو الکترونها از تسمه به شانهٔ بالایی افشانه می شوند [اگر میدان الکتریکی آن قدر باشد تا جرقه بزند]. مکان شانه پائینی نسبت به قرقره بسیار مهم است.

باید توجه کرد که قرقرهٔ پائینی تمیز باشد به طوری که بار مثبت روی سطح آن بماند. تسمه باید تمیز باشد به طوری که بار در پتانسیل زیاد نزدیک از پشت کره به پتانسیل کمتر در پایهٔ مولد جریان پیدا نکنند.

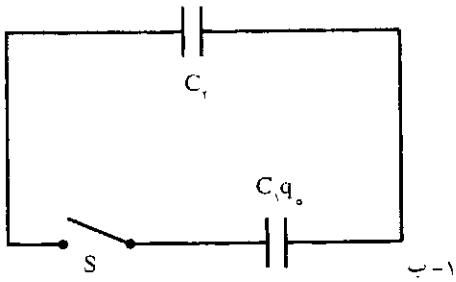
بار نباید از خارج به داخل تسمه جریان یابد زیرا مانعی برای شانهٔ پائین تر می شود و نمی گذارد تسمه باردار شود. باردار شدن و خالی شدن از بار شانه باید متناسب با اندازه و شکل و نزدیک به تسمه باشد تا دشارژ مؤثر الکترونها به تسمه و از آن رخ دهد و افت پتانسیل در این فاصله کمینه باشد.

مدارهای خازن ایده‌آل و پایستگی انرژی

کی. میتا وام. بوفایدا
مترجم: سعیده شعاری نژاد



۱ - الف



۱ - ب

در برخی از کتاب های درسی فیزیک مقدماتی به این موضوع اشاره می شود که در فرآیند شارژ در مدار خازنی شکل ۱ . الف ، انرژی گمشده وجود دارد . در بعضی از کتاب های دیگر ، مسأله ای ارائه می شود که در آن ، بخشی از بار الکتریکی از یک خازن کاملاً شارژ شده به یک خازن خالی منتقل می شود شکل ۱ . ب . در هر مورد ، در نهایت نیمی از انرژی مدار پس از بستن کلید S از بین می رود . روش معمول برای توجیه این مشکل ، وارد کردن مقدار کمی مقاومت در سیم های رابط است که اتلاف انرژی به شکل گرمایی را بیان می کند . در عین حال که این استدلال صحیح به نظر می رسد ، اما برخی از موارد همچنان حل نشده باقی می مانند . از دست رفتن انرژی در مدارهای شکل های ۱ . الف و ۱ . ب به نظر عجیب می آید . همچنین این سؤال پیش می آید که : «چرا وارد کردن مقاومت ، پدیدهٔ انرژی گم شده را توجیه می کند؟ آیا این تنها راه برای حل این مشکل است؟»

ما در این مقاله ، به دنبال یافتن پاسخ این سؤالات و ارائهٔ شرایط عمومی هستیم که تحت آن . انتقال انرژی به یک خازن ، به طور کامل و بدون از دست رفتن انرژی صورت گیرد .

به طور حتم و بی شک ، شکل های ۱ . الف و ۱ . ب حالت های ایده‌آل و تقریبی مدارهای فیزیکی واقعی هستند ؛ به نحوی که می توان این وضعیت ها را با ریاضیات ساده ای توصیف کرد . برای مثال ، در شکل ۱ . الف ، سیم های رابط بدون مقاومت هستند و از مقدار کم تابش ناشی از وجود بارهای شتابدار صرف نظر می شود . یک خازن واقعی ، تشدیدها و اتلاف هایی متناظر با مقاومت ظاهری و مقاومت حقیقی است . با در نظر گرفتن این عوامل ، با مشکل انرژی گمشده روبه رو نخواهیم شد . اما در دروس فیزیک ، ما اغلب با مدارهای ایده‌آل سر و کار داریم و بنابراین در این جا ، توجه اصلی ما به تحقیق و بررسی ویژگی مدارهای خازنی ایده‌آل با در نظر گرفتن پایستگی انرژی معطوف می باشد .

ابتدا دو مدار سادهٔ ایده‌آل دیگر را که در آنها مشکل انرژی گمشده وجود ندارد ، بررسی می کنیم . در شکل های ۲ . الف و ۲ . ب به ترتیب مدارهای مقاومت ظاهری و حقیقی ساده نشان داده شده اند . از مقایسهٔ این دو مدار با مدار خازنی ، می توانیم سرنخی برای پاسخ به این سؤال که : «چرا مدارخازنی دارای ویژگی مذکور می باشد؟» بیابیم .

برای مدار مقاومتی ، یک معادلهٔ دیفرانسیلی ساده داریم :

$$R \, dq/dt = v_0 \qquad (۱)$$

که در آن $q(t)$ بار الکتریکی است که از مقاومت R ، از زمان $t = 0$ تا زمان دلخواه t می گذرد و v_0 ولتاژ باتری است . هنگامی که کلید S در لحظهٔ $t = 0$ بسته می شود ، داریم : $q = v_0 t / R$ و از آن جا که :

$$\int_0^t v_0 \, i \, dt = \int_0^t R i^2 dt = q v_0 \qquad (۲)$$

انرژی داده شده توسط باتری با اتلاف ژول در R معادل

است . برای مدار خود القا، معادلهٔ دیفرانسیلی به صورت :

$$L\,\frac{d^2q}{dt^2} = v_0 \qquad (۳)$$

با جواب خصوصی $q = \frac{v_0 t^2}{2L}$ در می‌آید . با توجه به این که :

$$\int_0^t v_0\,\dot{q}\,dt = \frac{1}{2} L\,\dot{q}^2 = q\,v_0 \qquad (۴)$$

انرژی داده شده توسط باتری با انرژی مغناطیسی ذخیره شده در L در لحظهٔ t برابر است .

در هر یک از این دو مورد، معادله به صورت دیفرانسیلی است و بار q به صورت تابعی با افزایش یکنواخت و پیوسته از زمان می‌باشد؛ یعنی دریافت بار از باتری تدریجی است . از طرف دیگر، برای مدار خازنی، معادله به صورت دیفرانسیلی نیست و بار ذخیره شده در خازن، $q = cv_0$ ، به صورت یک تابع پله‌ای ناگهان در لحظهٔ $t = 0$ زیاد می‌شود . انرژی که باتری به مدار می‌دهد qv_0 است و انرژی ذخیره شده در خازن $\frac{1}{2} qv_0$ می‌باشد . این حقایق مبین آن هستند که شاید انرژی گمشده ناشی از شارژ لحظه‌ای خازن باشد . از دید مکانیکی، شکل ۱ . الف با یک فنر ایده‌آل بدون جرم و اصطکاک و با ثابت فنری k، معادل است . وقتی یک نیروی ثابت F به طور ناگهانی به این فنر اعمال شده و فنر به اندازهٔ d فشرده یا کشیده شود، نتیجه همان وضعیت خواهد بود . یعنی کار انجام یافته توسط این نیرو Fd است؛ در حالی که انرژی ذخیره شده در فنر $kd^2/2 = Fd/2$ می‌باشد . در هر دو مورد، انرژی گمشدهٔ ناشی از ایده‌آل سازی بیش از حد سیستم واقعی است که در یک فرایند لحظه‌ای رخ می‌دهد .

از نظر ریاضی، فرایند شارژ لحظه‌ای در شکل ۱ . الف را می‌توان به صورت :

$$q = cv_0\,\theta(t) \qquad (۵)$$

بیان کرد که در آن $\theta(t)$ تابع پله‌ای هوی ساید (Heaviside) است که با :

$$\theta(t) = \begin{cases} 1 & , \quad t > 0 \\ 0 & , \quad t < 0 \end{cases} \qquad (۶)$$

تعریف می‌شود . در این صورت، انرژی داده شده توسط باتری عبارت خواهد بود از :

$$E_B = \int_{-\infty}^{\infty} v_0\,\theta(t)\,\dot{q}\,dt = cv_0^2 \int_{-\infty}^{\infty} \theta(t)\,\delta(t)\,dt \qquad (۷)$$

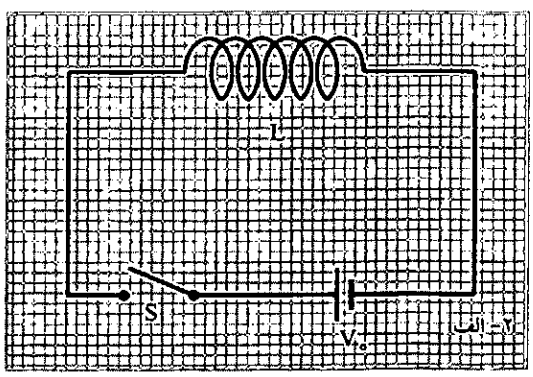
که در آن، $\delta(t)$ تابع دلتای دیراک است و به دلیل طبیعت این توابع، گسترهٔ انتگرالگیری $(-\infty, \infty)$ گرفته ایم . در این جا، ما با یک مشکل روبه رو هستیم . برای این که انتگرال مقدار معینی داشته باشد، $\theta(t)$ باید در $t = 0$ پیوسته باشد . اما به دلیل برقرار نبودن شرایط فوق، انتگرال وجود ندارد . این مسأله نشان می‌دهد که معرفی تابع δ برای تحلیل این پدیدهٔ تکین خاص، به دلیل ناپیوستگی تابع پله‌ای، سودمند نیست . در این حالت، وضعیت غیرعادی ایجاد شده ناشی از ایده‌آل سازی، به وسیلهٔ ریاضیات قابل اصلاح نمی‌باشد .

چنان که می‌دانیم، انرژی از دست رفته را می‌توان با وارد کردن یک مقاومت کوچک R_W برای سیم‌های رابطه در مدار خازنی که در شکل ۱ . الف نشان داده شده است، توجیه کرد . در این صورت، معادلهٔ مربوط به بار q عبارت خواهد بود از :

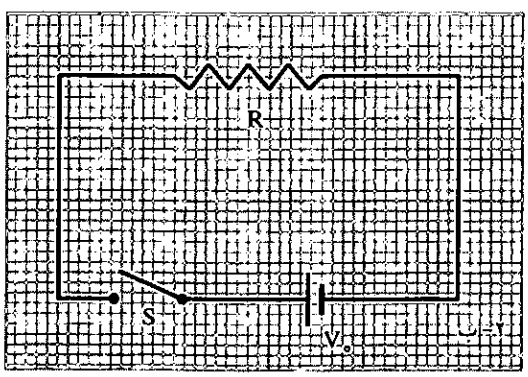
$$R_W\,\dot{q} + \frac{q}{c} = v_0 \qquad (۸)$$

که یک معادلهٔ دیفرانسیلی است . در نتیجه، بار ذخیره شده در خازن، $q(t)$ در مدت زمان متناهی افزایش می‌یابد؛ هرچند که این مدت زمان، ممکن است بسته به متغیر R_W کوتاه باشد .

البته این تنها راه توجیه انرژی گمشده نیست . حال یک خودالقای کوچک L_C در مدار بسته وارد، و R_W را حذف



۲ـ الف



۲ـ ب

می‌کنیم. با جایگزین کردن $L_C \dot{q}$ به جای $R_W \dot{q}$ در معادله ۸، داریم:

$$L_C \ddot{q} + q/C = v_0 \qquad (۹)$$

جواب خصوصی معادلهٔ (۹)، که در لحظهٔ $t = 0$ در شرط $q = \dot{q} = 0$ صدق می‌کند، با:

$$q = cv_0 (1 - \cos wt) \quad , \quad w = 1/\sqrt{L_C C} \qquad (۱۰)$$

داده می‌شود. زمان t_1 که در آن بار ذخیره شدهٔ خازن به مقدار q به بار لحظهٔ اولیه می‌رسد، عبارت است از:

$$t_1 = \cos^{-1}(1 - q_0 / cv_0) / w \qquad (۱۱)$$

در این زمان، جریان الکتریکی با wq_0 برابر است و انرژی مغناطیسی ذخیره شده در خود القا عبارت است از:

$$E_L = L_C i^2/2 = q_0 v_0 / 2 \qquad (۱۲)$$

که با انرژی از دست رفته برابر است.

در هر یک از دو مثال مذکور، با وارد شدن R_W یا L_C اختلاف پتانسیل دو سر خازن، از تابع پله‌ای به تابع پیوسته‌ای از زمان تغییر می‌یابد و خازن یکباره شارژ نمی‌شود. این موضوع در صورت استفاده از هر دو عامل R_W و L_C صادق است. با در نظر گرفتن مدار به شکل واقعی‌تر، مشکل انرژی گمشده از بین خواهد رفت.

در یک ایده‌آل سازی دیگر می‌توان تغییرات بیش‌تری را در مدار خازنی شکل ۱. الف در نظر گرفت که در آن، انتقال انرژی به خازن بدون اتلاف رخ دهد. در این جا، باتری با نوع خاصی از منبع تغذیه تعویض می‌شود. هینریش (Heinrich) نشان داد که در مدار RC، وقتی v_0 به N پله کوچک‌تر مساوی تقسیم شود، اتلاف انرژی در مقاومت در مقایسه با فرایند شارژ تک مرحله‌ای کم‌تر است و در حد $N \to \infty$، اتلاف انرژی در مقاومت به سمت صفر میل می‌کند. برای این کار باید ثابت زمانی خازن، Rc، در مقایسه با فاصلهٔ زمانی هر پله، t_1 / N، کوچک باشد؛ که در آن t_1 زمان کل لازم برای شارژ است. این یعنی که در حد $N \to \infty$، اختلاف پتانسیل دو سر خازن به صورت:

$$v = v_0 t / t_1 \quad , \quad 0 \le t \le t_1 \qquad (۱۳)$$

می‌باشد و: $R \to 0$. در این صورت، انرژی داده شده توسط منبع تغذیه از رابطهٔ:

$$E_{ps} = \int_0^{t_1} v\, \dot{q}\, dt = \frac{1}{2} cv_0^2 \qquad (۱۴)$$

به دست خواهد آمد که با انرژی ذخیره شده در خازن برابر است. توجه کنید که ناپیوستگی توابع پله‌ای در حد $N \to \infty$ از بین می‌رود.

حال این موضوع را تعمیم می‌دهیم. در مدار خازنی شکل ۱. الف باتری را با یک منبع تغذیه عوض می‌کنیم که ولتاژ:

$$v = v_0 f(t) \qquad (۱۵)$$

را تأمین می‌کند. در آن $f(t)$ هر تابع پیوسته‌ای از زمان است که به طور یکنواخت افزایش می‌یابد و برای فاصلهٔ زمانی $0 \le t \le t_1$، خصوصیت‌های:

$$f(0) = 0 \quad , \quad f(t_1) = 1 \qquad (۱۶)$$

را دارد. عامل t_1 ممکن است متناهی یا نامتناهی باشد. به این ترتیب در لحظهٔ t_1، انرژی ذخیره شده در خازن برابر $cv_0^2/2$ و انرژی تأمین شده توسط منبع تغذیه برابر است با:

$$E_{ps} = \int_0^{t_1} v\, \dot{q}\, dt = cv_0^2$$

$$\int_0^{t_1} f(t) \dot{f}(t) dt = cv_0^2 \int_0^1 f\, df = \frac{1}{2} cv_0^2 \qquad (۱۷)$$

که در آن، $f(t)$ در بازهٔ $[0, t_1]$ مشتق‌پذیر فرض می‌شود. هرگاه تابع $f(t)$ در بازهٔ $[0, t_1]$ ناپیوستگی داشته باشد، معادلهٔ (۱۷) دیگر صادق نخواهد بود و انتقال انرژی از منبع تغذیه به خازن به طور کامل صورت نمی‌گیرد.

با توجه به معادلهٔ (۷)، حال با ساده‌سازی ریاضی و استفاده از تابع پله‌ای:

$$\theta(t) = \lim_{n \to \infty} \frac{1}{2}(1 + \tanh nt)$$

بدون گرفتن حد، برای n بزرگ و متناهی، تابع پله‌ای یک تابع پیوسته با مقدار $\frac{1}{2}$ در زمان $t = 0$ و $E_B = cv_0^2/2$ خواهد بود. اما این کار صرفاً یک ابتکار ریاضی است و امکان دارد به حل مسأله کمکی نکند.

نتیجه را به طور کلی می‌توان به این صورت بیان کرد که چون ولتاژ یک خازن تابع پیوسته و مشتق‌پذیری از زمان است، بنابراین، انرژی انتقال یافته به آن، کامل و بدون اتلاف خواهد بود و مدارهای ایده‌آل در شکل‌های ۱. الف و ۱. ب استثنا به شمار می‌آید.

مرجع

- American Journal of Physics, Aug 1999. P. 737-739

اسطوره باستانی شرق و ابرخوشهٔ کهکشانی

احمد بردبار

مقدمه

هزاران سال است که انسان به آسمان نگریسته و این گنبد زیبای فیروزه ای با خورشید درخشان روزهای روشن و ماه و ستارگان زیبای شبهای تیره اش ستایش او را برانگیخته است. با اینکه هزاران سال حضور انسان بر روی کرهٔ زمین در مقابل عمر میلیاردها سالهٔ کیهان چشم بر هم زدنی بیش نیست، امّا پیشرفت های بشرطی چند صد سال اخیر باعث شده است تا به آسمان به گونه ای دیگر چشم بدوزد.

شاید اولین کاربرد عملی انسان از آسمان، استفاده از ستارگان برای جهت یابی در شب، گاه شماری با استفاده از تغییرات ماه در آسمان و تقسیم بندی ساعتهای روز و شب با استفاده از حرکت خورشید و ماه در آسمان بوده است. در گذشته های دور که دستگاههای پیشرفته بی سیم و ماهواره ای ارتباطی برای تعیین جهت و مسیر حرکت وجود نداشت، ستارگان در دشت، صحرا، دریا و کوهستان اولین کاربرد خود را برای یافتن مسیر و جهت حرکت به بشر عرضه نمودند.

در مرحلهٔ بعد، انسان برای استفادهٔ دقیق از ستارگان، اولین نقشه های ابتدایی از آسمان را رسم کرد. این نقشه ها در ابتدا همان گونه که او با چشم غیرمسلح آسمان را مشاهده می کرد رسم شده بودند. در این نقشه ها، آسمان به منطقه هایی تقسیم شده بود، و تعدادی از ستارگان به شکل صورتهای فلکی ای همچون دب اکبر، دب اصغر، اسد و ... تشکیل ساختارهای شناخته شده ای را برای انسان دادند.

این نقشه ها کاربردهای زیادی داشتند و به تدریج نقشه های فعلی که کاملتر و دقیقتر هستند در ادامهٔ همان نقشه ها ترسیم شدند. ساده ترین و مهمترین کاربرد این نقشه ها و صورتهای فلکی این بود که گنبد دوّار آسمان را ناحیه بندی می کرد. یعنی همان گونه که ما دیسکتهای رایانه را جهت دست یابی سریع به اطلاعات تقسیم بندی می کنیم، این صورتهای فلکی نیز آسمان را به مناطقی مجزا برای مطالعه و جهت یابی ناحیه بندی می کرد.

این روند از آن روز تاکنون که بشر ابزارهای دقیقی برای

اندازه گیری و تصویربرداری اختراع کرده ادامه داشته است. برای مثال نامگذاری سحابی کله اسبی به لحاظ شباهتی که وجود دارد و موارد دیگر از این قبیل.

بشر اکنون پس از فراغت از مساحی دقیق کرهٔ زمین و نقشه برداری توسط ماهواره ها با فراغت بیشتری به بررسی و مساحی سیارات پرداخته است. در این زمینه اکنون ابزارهای مناسبی نیز در اختیار دارد. انسان به اسمان به عنوان یک زمینه فعالیت جدید چشم دوخته است. بررسیها بسیار جدیتر شده و رازهای ستارگان و کهکشانها بیشتر مورد توجه قرار گرفته اند. ما به کرات نزدیک منظومهٔ خود به عنوان مکان مناسب برای ایجاد پایگاه و در صورت لزوم برای زندگی خود در آینده می نگریم، به کهکشان نیز به عنوان خاستگاه اولیهٔ خود و بستر اسرار وجود جهان. به همین منظور نیاز به دانسته های بسیاری داریم.

تاکنون به پرسشهای زیادی پاسخ داده شده و پرسشهای زیادی همچنان بی پاسخ باقی مانده است. در پاسخ به بعضی پرسشها نیز فرضیه هایی مطرح شده که بعضی اثبات، بعضی رد و بعضی همچنان به صورت فرضیه باقی است. گاه پاسخ به هر پرسش سیل پرسشهای جدیدی را به همراه داشته است.

از جمله پرسشهایی که مقابل ما قرار دارد عبارت است از: این جهان چگونه به وجود آمده؟ حرکت جهان و انبساط ساختارها تابع چه قاعده ای است؟ جهان چه شکلی دارد؟ تولد و مرگ کهکشانها از چه اصلی پیروی می کند؟ و ... برای رسیدن به پاسخ این پرسشها همواره دو راه پیش روی ما وجود داشته است:

۱ ـ روش بررسی «جزء به کل» پدیده ها

۲ ـ روش بررسی قانونمندی ها از طریق «کل به جزء»

هر کدام از روشهای بالا دارای محاسن و معایبی هستند. حسن روش اول عملی و در دسترس بودن آن است و اشکال آن این است که در صورت زیاد بودن تعداد اجزاء و یا غیرقابل دسترس بودن آنها یا گوناگونی شان ساختار کل درست تشخیص داده نمی شود.

حسن روش دوم این است که در صورت پی بردن به ساختار کلی، بسیاری از قانونمندی ها و روابط حاکم بر اجزاء کشف می شوند(مانند آنچه در مورد جدول عناصر مندلیف دیده شد که وجود بسیاری عناصر قبل از کشف آنها پیش بینی شده بود) و اشکال این روش این است که پی بردن به ساختار کلی نیاز به دید وسیع و گاه شهودی دارد. گرچه هیچکدام از این دو روش ناقض یکدیگر نیستند امّا در پاره ای موارد روش «جزء به کل» برای ذهن قیاسی انسان آشناتر است و در بعضی موارد که بررسی اجزاء مقدور نیست اهمیت دارد که از روش «کل به جزء» ـ استقرایی استفاده کنیم

اخترشناسی

در اخترشناسی نیز همانند سایر علوم مهم است که در هر مورد، مورد بررسی «ساختار کلی» یافت شود حال یا از طریق «کل به جزء» یا از طریق «جزء به کل». دانستن چارچوب قانون حاکم بر پدیده ها بسیاری از نکات مبهم را روشن خواهد کرد.

در بعضی موارد مثلاً کیهان شناسی، به علت گستردگی و وسعت اجزاء، رسیدن به کل ساختار حاکم و قوانین آن بسیار مشکل خواهد بود. تاکنون که نهایت و مرزی برای جهان شناخته نشده است چگونه می توان شکل جهان را(در صورت وجود شکل برای جهان) یافت؟ در فرضیه های علمی قاعده چنین است که اگر ۹۹ درصد دلایل در تأئید یک فرضیه ارائه شوند دلیل اثبات فرضیه علمی نمی شود و در صورت یافتن تنها ۱ مورد نقض فرضیه، کل فرضیه باطل اعلام خواهد شد. بنابراین روش «جزء به کل» روش صددرصد موفقی در کیهان شناسی نخواهد بود. حال اگر از روش «کل به جزء» به گونه ای بتوان ساختار حاکم بر اجزاء و قاعدهٔ کلی را مشخص کرد حتی هر یک مورد تأئید نیز قابل توجه و استفاده و استناد است. تک تک این موارد گوشه های کل را بتدریج مشخص می کند و مانند تکه های یک عکس در کنار هم قرار می گیرند تا تصویر کلی را شکل دهند.

مثلاً در مورد یک پازل؛ مشخص است که نمی توان یک عکس بزرگ و پیچیده را بدون دیدن تصویر کلی فقط با در کنار هم قرار دادن اجزاء آن به دست آورد. حال آنکه در صورت داشتن تصویر کلی می توان هر قطعه را در جای خود قرار داد تا تصویر درست موردنظر به دست آید.

در صورت دانستن ساختار و تصویر کلّی حتی اگر اشتباهی هم پیش آید به زودی یافته و برطرف خواهد شد. بدون دانستن ساختار کلی درست کردن تصویر درهم ریخته بسیار مشکل و گاه بعید است زیرا شخص نمی داند باید به دنبال چه بگردد و معمولاً راهی نیز برای تشخیص اشتباهات وجود ندارد.

در روش «کل به جزء» گاه ساختار کلی ظاهراً به صورت اتفاقی یافت می شود مانند آنچه در ادامه مقاله در خصوص ساختار کلی ابر خوشهٔ کهکشانی در شباهت با یکی از اسطوره های باستانی مشرق زمین گفته می شود. این مطلب نتیجه گیری های علمی فراوان و پرسشهای بسیاری را می تواند به دنبال داشته باشد.

مشاهده ساختار ابر خوشه کهکشانی

در ابتدا تصوّر می شد که تمام کهکشانها به صورت یکنواخت و همگن در فضا گسترده شده اند و دارای ساختار منظمی نیستند. امّا تحقیقات نشان داد که این تصوّر صحیح نیست و کهکشانها در خوشه های کهکشانی و آنها نیز در ساختار عظیم ابر خوشه های کهکشانی دارای نوعی سازماندهی هستند.

چگونگی شکل گیری این ساختارهای عظیم و پیچیده در حال حاضر کاملاً شناخته شده نیست. زیرا گسترهٔ این ابرخوشه ها بسیار عظیم است و ابعاد آن در تصور نمی گنجد. ردیابی کهکشانهای بسیار دور و یافتن ارتباط آنها در ساختار عظیم و سه بعدی کیهانی حتی به وسیلهٔ دستگاههای بسیار جدید امروزی کار ساده ای نیست. چون فاصله ها گاه به هزاران میلیون سال نوری بالغ می گردد.

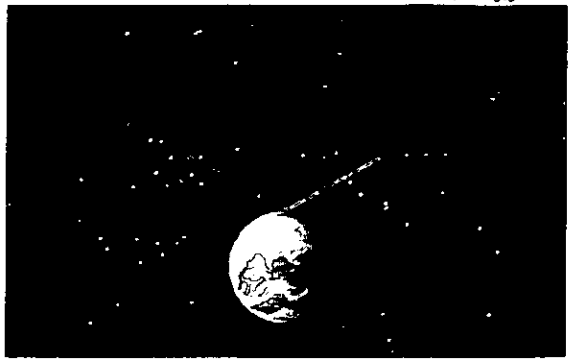
در سال ۱۹۸۵ تحقیق بسیار جالبی در زمینهٔ تهیه نقشهٔ سه بعدی فضا توسط چند تن از دانشمندان هاروارد به نامهای خانم مارگارت گلر و آقای جان هوچرا و آقای رن مارزکی در مورد مختصات سه بعدی ابرخوشه های کهکشانی انجام گردید که در زمستان ۱۳۷۵ به صورت سلسله برنامهٔ اخترشناسان از شبکه چهار جمهوری اسلامی پخش شد. نتیجهٔ تحقیقات در شماره آوریل ۱۹۹۳ مجلهٔ Astrology تحت عنوان "A new map of the universe" چاپ شد. در اینجا پس از بیان خلاصه ای از این تحقیقات نتیجه گیری نگارنده این مقاله در خصوص وجود شباهت بین آن طرح و یکی از اسطوره های قدیمی شرقی بیان می شود. در صورتی که با دید و نگرش «کل به جزء» به این شباهت که به صورت سه بعدی وجود دارد بنگریم می توانند نتیجه گیری های فراوانی را در اختیار قرار دهد و زمینه ای جهت تحقیقات و بررسی های بیشتری بر ما بگشاید.

تا قبل از سال ۱۹۸۵ میلادی تصاویر کهکشانها در فضا عمدتاً به صورت دو بعدی ترسیم می شد امّا در این سال به واسطهٔ دسترسی به رایانه های پرقدرت و نرم افزارهای نجومی و تلسکوپهای بسیار مدرن امکان تصویر و تصوّر سه بعدی کهکشانها برای اخترشناسان میسّر شد. پیشگامان این روش (سه دانشمند مذکور) در مرکز دانشگاهی "Harvard Smithsonian Center for Astrophysics" منطقه ای از آسمان را که طی یک برش فرضی از زمین شروع می شد به صورت خیالی رسم کردند(تصویر شماره یک و دو).

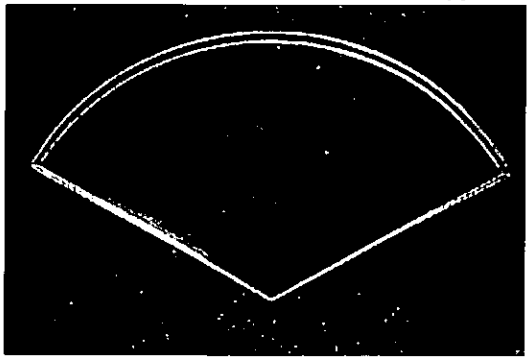
در این برش آنان هزاران میلیون سال نوری در اعماق فضا به پیش رفتند به گونه ای که این برش هزاران کهکشان را دربر می گرفت. آنان مختصات کهکشانهایی که در این ناحیه قرار داشتند را در رصدخانه Stewart واقع در کوههای آریزونا به دقت محاسبه کردند و سپس این مختصات را برای ساختن تصویر سه بعدی از توزیع کهکشانها به رایانه دادند.

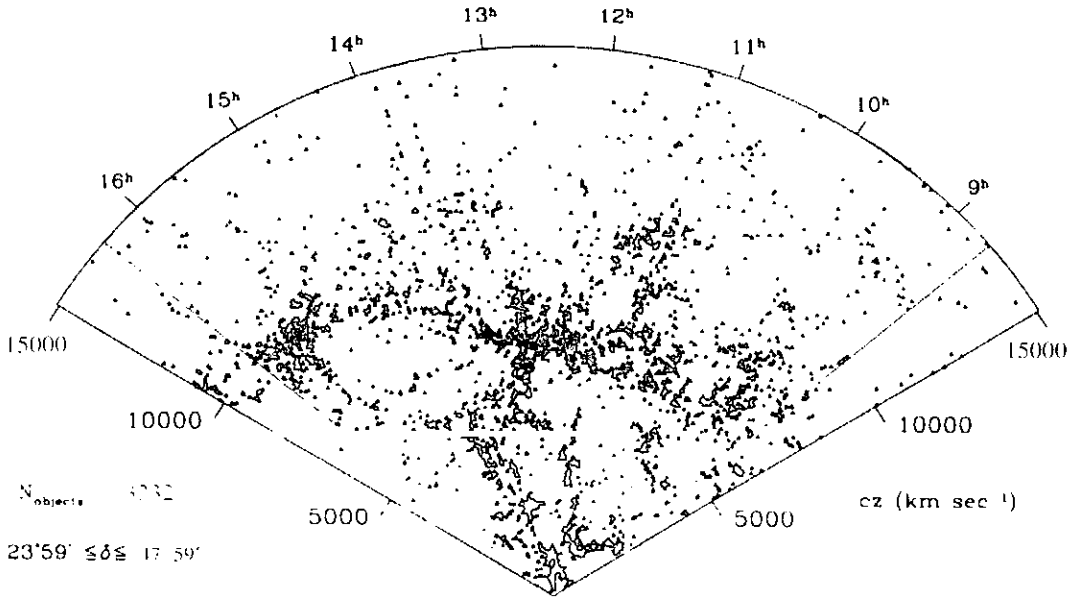
پس از اینکه اولین برش در سال ۱۹۸۵ تکمیل شد طرحی قابل توجه به دست آمد(تصویر شماره سه) و اخترشناسان را با طرح پیچیده و غیرمعمول خود شگفت زده کرد. آنها در این طرح از نقطه ای در روی زمین به نقطه ای

▼ (تصویر شماره یک)



▼ (تصویر شماره دو)





▲ (تصویر شماره سه)

در فاصله ۴۵۰ میلیون سال نوری خود نگاه می کردند. هر کدام از نقطه هایی که در تصویر دیده می شود کهکشانی است به اندازه راه شیری که شامل میلیاردها میلیارد ستاره است.

خانم گلر در این مورد می گوید: آنگاه ما توانستیم ببینیم که یک طرح قابل توجه روی نقشه به دست آمد که نشان می داد کهکشانها به طور اتفاقی پراکنده نشده اند. خیلی ها می گفتند این طرح به شکل یک آدم کوچک است.

این اخترشناسان به نقشه های اصلی برشهای دیگری افزودند. برشهای جدید نشان داد که این طرح و ساختار تا عمق بسیار عظیمی در فضا گسترده شده است(تصویر شماره چهار).

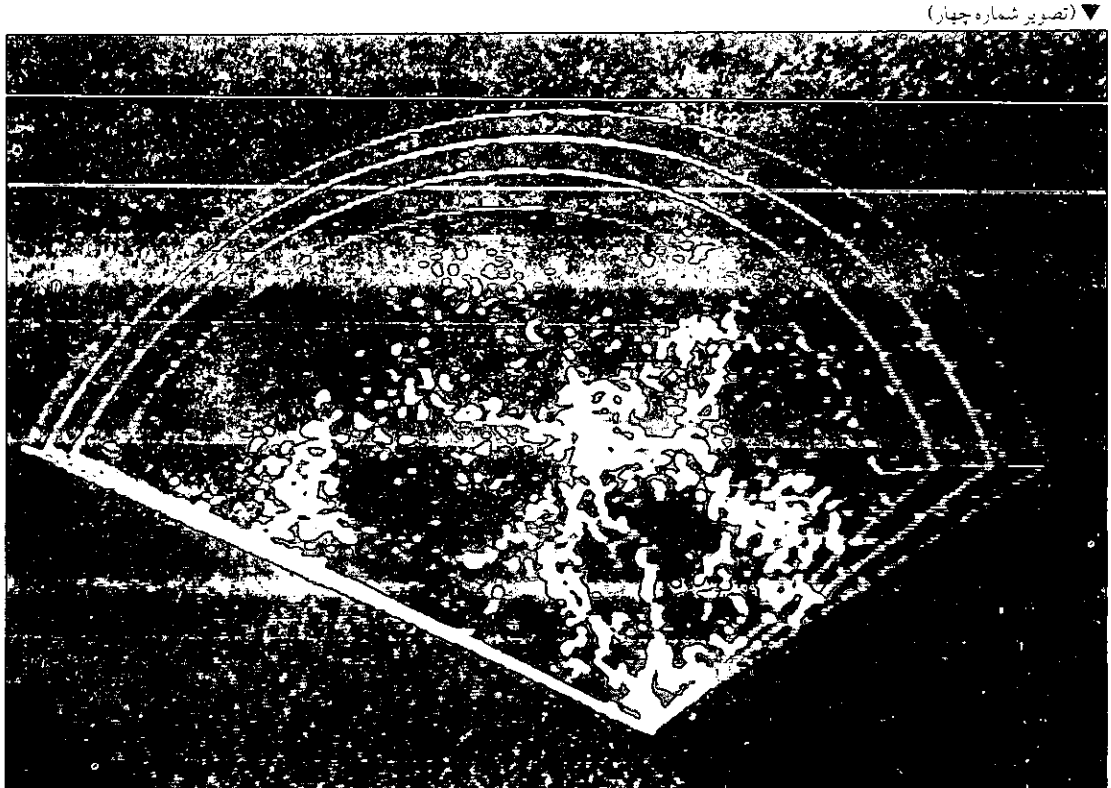
حاصل تلاش جمعی این دانشمندان ساختار سه بعدی منطقه ای از آسمان را در اختیار ما گذارده است. آنان برای درک بهتر از ساختار ابرخوشه کهکشانی این ساختار به دست آمده را توسط رایانه به چرخش درآوردند.

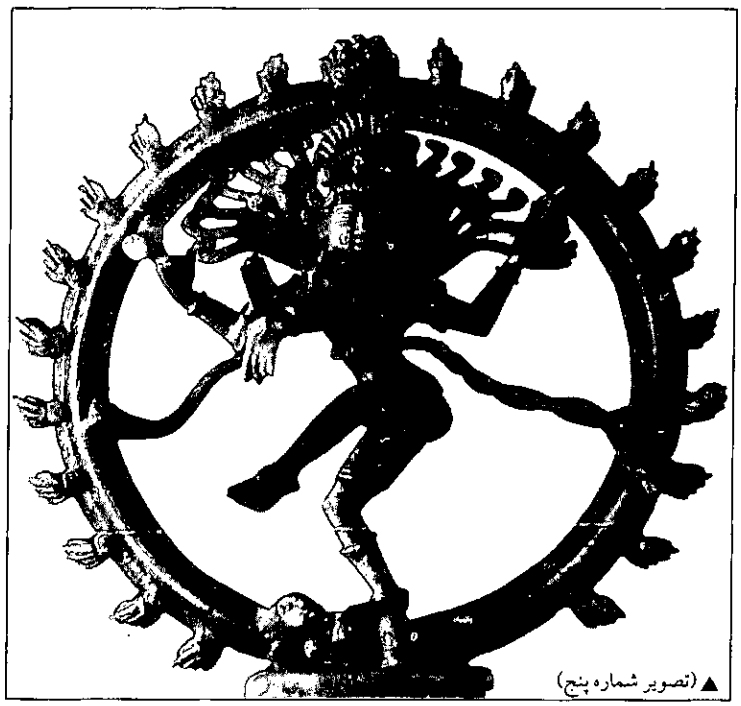
گزارش شباهت موجود

نکتهٔ جالب این است که در بین اسطوره های قدیمی شرقی به پیکره ای از شیوا به عنوان "Maha deva" برمی خوریم که به صورت سه بعدی کاملاً با ساختار سه بعدی ابرخوشه مذکور مطابقت دارد به گونه ای که هنگامی که فیلم تهیه شده توسط دانشمندان هاروارد که از ساختار مذکور در حال چرخش گرفته شده با فیلمی که از پیکره مذکور در حالت چرخش گرفته شده با هم مطابقت می کنیم دو ساختار کاملا برهم منطبق می شوند.

این اسطوره آریایی در این حالت خود به نام«ناتاراجا»

▼ (تصویر شماره چهار)





▲(تصویر شماره پنج)

یا رقصندهٔ کیهانی شناخته می شود(تصویر شماره پنج). او در فرهنگ«دراویدی»ها که از اولین فرهنگ های شناخته شدهٔ بشر است(پنج تا ده هزار سال پیش از میلاد) به نام "Rudra" بسیار مورد توجه بوده است. در زیر مختصری از اعتقادات آنان در خصوص شیوا آورده می شود:

«شیوا» یا «رودرا» را سرکردهٔ سالکان طریقت و مظهر چشم پوشی از دنیا می دانستند، به تعبیری، او مظهر اصل آنتروپی در کل جهان؛ و نیرویی است که جهان را به منظور آماده شدن برای زایش دوباره و برای ساخته شدن از نو برهم می زند. جهان همواره در تکامل است و ذرات را قالبهای نو لازم می آید و قالبهای کهنه و فرسوده باید به کناری نهاده شود. این اصل زایش و ترمیم و بازسازی در سلولها و ذرات نیز قابل مشاهده است. به اعتقاد گذشتگان«دراویدی»، او جاذب انرژی های مخرّب جهان است و این نیروها را در خود هضم کرده و تحلیل می برد.

سخن آخر

در این مقاله وارد جزئیات هیچ کدام از دو فاز علمی یا فلسفی فوق نمی شویم. در باب فاز علمی آن صاحبنظران اخترشناسی حاصل تحقیقات خود را بیان کرده اند و در فاز فلسفی یا عرفانی آن نیز صاحبنظران این رشته هزاران سال است دانش خود را در این خصوص ابراز داشته اند. این مقاله قصد دفاع یا توضیح هیچ کدام از این نظریه ها و یا چرائی آنها ندارد بلکه بیانگر وجود تشابه سه بعدی بین این ساختار ابرخوشهٔ کهکشانی و این پیکرهٔ آریایی است. با توجه به اینکه این اسطوره میراثی است از گذشتگان، در صورتی که پرده های خرافی را به کناری بزنیم فصل مشترک این دو دیدگاه، به عنوان یک ساختار«کل به جزء» می تواند روشنگر حقایق نهفته بسیاری باشد.

بنظر نگارنده مقاله بی مناسبت نیست اگر ابرخوشهٔ فوق به نام این اسطورهٔ آریائی نامگذاری گردد.

فهرست منابع

۱. مجلهٔ Astronomy ـ آوریل ۱۹۹۳ ـ بخش Cosmology مقاله A new map of the universe

۲. انبساط جهان ـ استیون واینبرگ ـ ترجمه محمدرضا خواجه پور ـ انتشارات دنا ۱۳۶۲

۳. آشنایی با رصدخانه های دنیا ـ زیگفرید مارکس ـ ورنر فاو ـ ترجمهٔ ملک عبدالی ـ انتشارات آستان قدس ۱۳۷۱

۴. اوپانیشاد ـ سراکبر ـ ترجمه محمد داراشکوه از سانسکریت در قرن ۱۱ هجری ـ ناشر کتابخانه ظهوری ۱۳۵۶ بخش یاجورودا

۵. ریگ ودا (گزیدهٔ سرودها) ترجمهٔ جلالی نائینی چاپ تابان ۱۳۴۸

۶. ادیان و مکتب های فلسفی هند ـ تألیف داریوش شایگان ـ انتشارات امیرکبیر ۱۳۶۲ جلد اول

۷. ادیان آسیا ـ فرایدلم هاردی ـ ترجمه دکتر عبدالرحیم گواهی ـ دفتر نشر فرهنگ اسلامی سال ۱۳۷۷ فصل پنجم

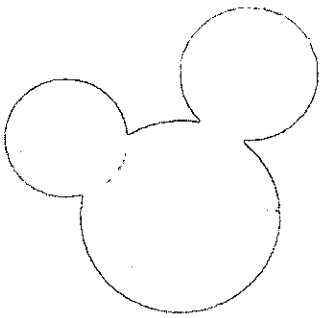
۸. حکمت و هنر معنوی (مجموعه مقالات) دکتر غلامرضا اعوانی ـ انتشارات گروس ۱۳۷۵ بخش سوم فصل پنجم

9. SHIVA (An introduction), by (Devdutt Pattanaik) Vakils, and Simons Ltd. 1997 Fefler

10. SHRIMAD BHAGAVATAM, Translation from Sanskrit: Shrila Prabhupada - Bhaktivdanta Book Trust, 1972 Canto 8 Chapter 7

نوترینو، ذرهٔ شگفت انگیز!

مایک ریوردان
مترجم: محسن شادمهری و
فاضله خواجه نبی



در سال گذشته فیزیکدانان ذرات بنیادی به کشفی حیرت انگیز دست یافتند. آنها موفق شدند به طور تجربی ثابت کنند که نوترینوها جرم دارند؛ این تحول شگرف چه پیامدهایی به دنبال خواهد داشت؟

گاهی اوقات نشانه های کوچک، پیش درآمد بزرگترین تغییرات محسوب می شوند. در خرداد ماه سال گذشته پژوهشگران ژاپنی ـ آمریکایی آزمایشگاه *آبرکامیوکانده* اعلام کردند که دست کم یکی از سه نوع نوترینوی شناخته شده دارای جرم است؛ شاید کمتر از یک میلیونیم جرم یک الکترون! البته همین مقدار جرم اندک می تواند نتایجی بسیار ژرف و عمیق در فیزیک ذرات بنیادی به دنبال داشته باشد.

فیزیکدانی به نام ژول پریماک از دانشگاه کالیفرنیا می گوید: «این مهمترین نتیجهٔ جالبی است که طی یک دهه اخیر برای فیزیک ذرات بنیادی حاصل شده است.» در مدل استاندارد فیزیک ذرات هیچ یک از سه نوع نوترینو جرم ندارند.

اما اگر مدل استاندارد غلط باشد، آیا برای آن جای گزینی داریم؟ پاسخ این سؤال بستگی به این دارد که هر یک از نوترینوها جرمشان چقدر باشد. جرم آنها دربارهٔ نسل بعدی نظریه های بنیادی گفتنیهای بسیاری خواهد داشت. به علاوه این مسئله در کیهانشناسی نیز اهمیت بسزائی دارد؛ زیرا جرم دار بودن نوترینو بر مسیر تحولی عالم تأثیر می گذارد. حتی نوترینوها می توانند نامزد بسیار مناسبی برای «مادهٔ تاریک» باشند.

ولی چگونه می توان جرم نوترینو را اندازه گیری کرد؟ خوشبختانه فیزیکدانان روش خوبی برای تعیین جرم نوترینو دارند. بنابه قوانین مکانیک کوانتومی، اگر نوترینو جرم دار باشد، باید از یک نوع به نوع دیگر (و برعکس) «نوسان» کند. این واقعه در صورتی رُخ می دهد که نوترینوهای فیزیکی ترکیبی از دو یا چند حالت کوانتومی باشند که به علت تفاوت جرمشان با سرعتهای مختلف حرکت می کنند. همین مسئله باعث می شود نوترینو در صورت جرم دار بودن، دائما از یک نوع به نوع دیگر نوسان کند.

فیزیکدانان برای کشف این نوسانها از مخازن عظیم زیرزمینی استفاده می کنند. این مخازن که محتوی مایع مخصوصی اند را آشکارسازهای حساس نور احاطه می کنند. نوترینو با ماده به طور ضعیف بر هم کنش می کند. به همین دلیل نوترینوها به راحتی می توانند بدون برهم کنش از کرهٔ زمین عبور کنند. البته پس از بر هم کنش تعداد اندکی از نوترینوها با مادهٔ معمولی، ذرات بارداری به وجود می آیند که می توانند تابش کنند.

البته سالهاست که در آزمایشهای مربوط به نوترینو، شواهدی مبنی بر وجود نوسانهای نوترینوها به دست آمده است. مثلاً چند دهه است که نوترینوهای الکترونی ناشی از فرایندهای همجوشی هسته ای در اعماق خورشید، آشکار شده اند. اما مقدار نوترینوهای آشکار شده در روی زمین خیلی کمتر از مقدار پیش بینی شده است. این مسئله معمایی است که هنوز حل نشده است. امروزه گروههای بسیاری از پژوهشگران در تلاش اند تا «معمای نوترینوهای خورشیدی» را حل کنند. برخی از پژوهشگران معتقدند که شاید نوترینوهای الکترونی خورشید قبل از رسیدن به زمین، به نوع دیگری تبدیل می شوند؛ درنتیجه این «نوسان» نوترینو باعث شده میزان نوترینوهای خورشیدی آشکار شده کمتر از مقدار پیش بینی شده باشد.

چندی پیش گروهی از فیزیکدانان در آزمایشگاه ملی لوس آلاموس با استفاده از یک شتابدهندهٔ ذرات، نوترینو تولید کردند بعد تلاش کردند این نوترینوها را آشکارسازی کنند. در سال ۱۹۹۶ آنها ادعا کردند که موفق شدند تبدیل نوترینوهای میونی را به نوترینوهای الکترونی مشاهده کنند. جالب است که گروه دیگری از پژوهشگران در آزمایشگاهی در انگلستان همین آزمایش را انجام دادند؛ ولی آنها چنین «نوسان نوترینویی» را مشاهده نکردند!

در این شرایط در ژاپن آزمایشهای سرنوشت سازی انجام می شد. آزمایشگاه «آبَرکامیوکانده» در واقع یک آشکارساز نوترینو است که در اعماق زمین قرار دارد. قسمت اصلی آبَرکامیوکانده، مخزن بزرگی محتوی ۵۰۰۰۰ تُن آب فوق خالص است. این آشکارساز به دنبال نوترینوهای میونی و الکترونی است که پرتوهای کیهانی هنگام برخورد با جوّ زمین تولید می کنند.

تعداد آن دسته از نوترینوهای میونی که به طور عمودی از بالای آشکارساز، وارد آن می شوند تقریباً با آن چه پیش بینی شده یکسان است. اما تعداد بقیهٔ نوترینوهای میونی که از طرف دیگر ـ یعنی از سمت زمین ـ وارد آشکارساز می شوند، نصف مقدار پیش بینی شده است. به نظر می رسد این دسته از نوترینوها که قطر زمین را طی کرده اند آن قدر فرصت داشته اند تا به نوع دیگری تبدیل شوند. احتمالاً این نوترینوها به نوع «تاو» و یا یک نوع ناشناخته دیگر تبدیل می شوند که آشکارساز آبَرکامیوکانده نمی تواند آنها را به دام اندازد. به این ترتیب براساس نظریه های فیزیک نتیجه فوق العاده مهم و حیرت انگیزی به دست می آید: دست کم یک نوع از انواع نوترینوها دارای جرم است! این نخستین شکست انکارناپذیر مدل استاندارد است؛ نظریه ای که ۲۰ سال بر قلمرو فیزیک فرمانروایی کرده است. البته این به معنای آن نیست که این مدل باید کنار گذاشته شود؛ بلکه برعکس می توان آن را گسترش داد.

فیزیکدانان سالهاست به دنبال نظریه ای هستند که بتواند چهار نیروی بنیادی طبیعت را یکی کند. تعدادی از این نظریه های «وحدت بزرگ» وجود نوترینوی جرم دار را ضروری می دانند.

در برخی از این نظریه ها، ذرهٔ جدیدی به نام N وجود دارد. این ذرهٔ فوق سنگین جرمی معادل هزاران میلیارد برابر جرم هر نوع اتم دارد. برطبق نظریه، هریک از سه نوع نوترینو، در کسر بسیار کوچکی از زمان به صورت این ذرهٔ فوق سنگین هستند. این زندگی دو گانه باعث می شود هر نوترینو اندکی جرم داشته باشد. جرم سه نوع نوترینو بیانگر جرم ذرهٔ N است.

این ذرات سنگین اغلب در نظریه های وحدت بزرگ که براساس ویژگی «ابرتقارن» استوارند، ظاهر می شوند. این نظریه ها وجود انبوهی از ذرات ابرمتقارن را ایجاب می کند. این ذرات همزاد ذرات بنیادی شناخته شده به شمار می روند. برخی از این ذرات که هم اکنون فیزیکدانان با استفاده از شتابدهنده های ذرات به دنبال آنها هستند، ممکن است بخش اعظم ماده تاریک در عالم را تشکیل دهند. به ویژه آن بخش از مادهٔ تاریک که در اطراف کهکشانها وجود دارد، احتمالاً از این نوع است.

در نظریه های دیگر ذراتی وجود دارند به نام «نوترینوهای بی اثر» این ذره بسیار سبک همزاد N به شمار می رود. نوترینوهای بی اثر حتی نیروی ضعیف را نیز احساس نمی کنند؛ بنابراین آنها با مادهٔ معمولی فقط از طریق گرانش برهم کنش می کنند.

نظریه پردازی از دانشگاه مریلند به نام رابیندرا موپاترا می گوید که شاید چنین ذراتی در جهانی کاملاً مجزا از عالم ما، وجود داشته باشند. در برخی نظریه های ابَر ریسمان که در تلاش است همهٔ نیروهای طبیعت و از جمله گرانش را وحدت ببخشند، وجود نوعی «جهان آینه ای» مجاز شمرده می شود. این جهان که اندکی پس از مهبانگ به وجود آمده با عالم بالا از طریق گرانش برهم کنش دارد.

در سال ۱۹۹۵ میلادی موپاترا و زوراب برزیانی از ایتالیا اعلام کردند که چنین جهان آینه ای می تواند دارای سه نوترینوی بی اثر ـ تصاویر آینه ای نوترینوهای عالم ما ـ باشد. ممکن است ابرهایی از نوترینوهای بی اثر، کهکشانهای مرئی را احاطه کرده باشند. اما چون آنها فقط به گرانش پاسخ می دهند، ممکن است آشکارسازی شان به طور مستقیم تقریباً غیرممکن باشد.

این واقعیت که نوتریتوها جرم دارند به آن معناست که آنها در توزیع کهکشانها در عالمی که امروزه می بینیم تأثیر داشته اند. تعداد بسیار زیادی نوترینو در فضا وجود دارد. احتمالاً در عالم آغازین، نوترینوهای حرم دار سریع، شکل گیری کهکشانها و خوشه ها را اندکی به تأخیر انداخته اند.

هرچه نوترینوها سنگین تر باشند، عالم کندتر شکل گرفته است. البته قبلاً شواهدی مبنی بر وجود نوترینوی سنگین به دست آمده است. شبیه سازی هایی که پریماک و همکارانش برای ساختار عالم انجام دادند، جرم نوترینو را حدود چند الکترون ولت به دست می دهد. اکنون برای اندازه گیری دقیق جرم نوترینوها مطالعات بسیار گسترده ای بر روی کهکشانها انجام می شود. مثلاً اگر یک نوع نوترینو دارای جرمی معادل نیم الکترون ولت باشد، این بررسی ها می تواند تأثیرش را بر توزیع کهکشانها در فضا نشان دهد.

نتیجهٔ جدید ابَرکامیوکانده نمی تواند چنین احتمالاتی را تأیید کند. زیرا نوسانهای نوترینو فقط می تواند اطلاعاتی دربارهٔ اختلاف جرم دو نوع نوترینو به دست دهد. براین اساس به نظر می رسد اختلاف جرم نوترینوی میونی با نوترینویی که به آن تبدیل می شود (تاو یا بی اثر) بسیار کم باشد.

معمای نوترینوهای خورشیدی را می توان براساس نوسانهای نوترینوهای الکترون توجیه کرد. اما این امر ایجاب می کند که اختلاف جرم، دست کم ده برابر کمتر از آن چیزی باشد که ابرکامیوکانده برای نوترینوهای جوّی به دست آورده است.

در مقابل براساس نتایج کار گروه لوس آلاموس نوترینوهای میونی بسیار سنگینتر ـ شاید حدود چند الکترون ولت ـ از نوترینوهای الکترون هستند. این نوترینوی سنگین دقیقاً همان چیزی است که نظریه پردازان ساختار عالم به آن نیاز دارند.

دیوید کادول، فیزیکدانی از دانشگاه کالیفرنیا می گوید که اگر نتایج کار گروه لوس آلاموس درست باشد، آنگاه تصویری کمکی به دست می آید که برای مشاهدات کیهانشناختی و آزمایشهای نوسان نوترینوها بسیار راهگشا خواهد بود. در این مدل چهار نوترینوی مختلف وجود

دارد: نوترینوهای میونی و تاو با جرم یکسان ۲ تا ۳ الکترون ولت؛ و نوترینوی الکترون و بی اثر که جرمی تقریباً نزدیک به صفر دارند. نوسان بین زوج سنگینتر نتایج آبَرکامیوکانده را به دست می دهد؛ درحالی که تبدیلهای بین زوج سبکتر نتایج مشاهدهٔ نوترینوهای خورشیدی را توضیح می دهد. تبدیل نوترینوهای میونی به نوترینوهای الکترونی نتایج کار گروه لوس آلاموس را توجیه می کند. اگر همهٔ اینها ناشی از پدیدهٔ نوسانهای نوترینو باشند، وجود نوترینوی بی اثر یک ضرورت است.

به هرحال همه چیز به نتایج کار بحث انگیز گروه لوس آلاموس بستگی دارد. اگر آنها اشتباه کرده باشند، وجود نوترینوی بی اثر چندان لازم به نظر نمی رسد. در این صورت معماهای نوترینوهای خورشید و جوّی از نوسانهای بین سه نوع نوترینوی شناخته شده ناشی می شود. در این صورت همهٔ آنها باید نوترینوهای بسیار سبکی، با جرمی کمتر از ۰٫۱ الکترون ولت باشند.

اما چگونه می توان فهمید که کدام یک از این دو تصویر از عالم درست است؟ آزمایشگاه رادرفورد آپلتون در انگلستان طی یک سال آینده به بررسی نتایج گروه لوس آلاموس ادامه خواهد داد. و به علاوه هم اکنون آزمایش دیگری در آزمایشگاه شتابدهنده ملی فرمی در نزدیکی شیکاگو، تدارک دیده می شود. طی چند سال آینده باید بفهمیم که آیا نوترینوهای بی اثر وجود دارند یا نه.

سایر گروهها به تلاشها برای اندازه گیری جرم می پیوندند. چند ماه پیش فیزیکدانان آزمایشگاه ملی فیزیک انرژی بالا در نزدیک توکیو، پرتویی از نوترینوهای میونی را از فاصلهٔ ۲۵۰ کیلومتری آبَرکامیوکانده به سمت این آشکارساز نشانه رفتند. انرژی این نوترینوها معادل نوترینوهای پرتوی کیهانی است؛ اما در این حالت منبع نوترینوها کاملاً شناخته شده است. از طرف دیگر ۲۵۰ کیلومتر آن قدر زیاد نیست که نوترینوها بتوانند نوسان کنند. در آزمایش جاه طلبانهٔ دیگری قرار است پرتوی نوترینوای با شدت زیاد از آزمایشگاه فرمی نزدیک شیکاگو به سمت آشکارسازی واقع در معدن آهنی درمینه سوتاشمالی تابانده شود. رئیس این پروژه می گوید که نوترینوهای میونی هنگام پیمودن فاصلهٔ ۷۳۰ کیلومتری می توانند نوسان کنند. و چون این گروه تحقیقاتی از نوترینوهایی استفاده می کنند که ده برابر پُرانرژی ترند، ممکن است حتی بتوانند ظهور نوترینوهای تاو را در آشکارساز ببینند.

و اما دربارهٔ نوترینوهای خورشیدی؛ سال گذشته آشکارساز رصدخانهٔ نوترینوی سادبری (کانادا) با ۱۰۰۰ تن آب سنگین پُر شد. این آشکارساز برخلاف سایر آزمایشهای نوترینوهای خورشیدی، می تواند نوترینوهای میونی و تاو را نیز آشکار کند. بنابراین اگر نوترینوهای الکترونی خورشید به یکی از دو نوع دیگر نوترینو تبدیل شود، این آشکارساز می تواند آنها را آشکار کند. اما اگر نوترینوی بی اثر تولید شود، همچنان از دید این آشکارساز پنهان خواهد ماند.

از سوی دیگر اخترشناسان در آسمانها به دنبال سرنخهایی برای تعیین جرم نوترینوها هستند. طی چند سال آینده قرار است طی دو طرح بزرگ، مکان میلیونها کهکشان در فضا مشخص شود؛ براین اساس دقیقترین اطلس عالم مرئی به دست خواهد آمد. اخترشناسان براساس نحوهٔ توزیع کهکشانها و اندازه گیری دقیق سایر پارامترهای کیهانشناختی ممکن است بتوانند جرم سنگینترین نوترینو را تعیین کنند.

و سرانجام نوترینوها تصویری از فیزیک ارائه خواهند کرد که ورای مدل استاندارد است. حتماً طی چند سال آینده به نتایج شگفت انگیزی دست خواهیم یافت؛ از جمله شاید به نظریه ای بنیادی دست یابیم که بتواند رفتار خانوادهٔ نوترینو، این ذرات شگفت انگیز را توضیح دهد.

مأخذ: New Scientist, 13 March 1999

ابن هیثم، پاسخی به تدریس علوم چندفرهنگی

لورنس تبانی، از دانشگاه گنت
و عبدالحسن بصیره، عضو هیأت علمی
دانشگاه کردستان

«ابن هیثم (مشهور به الحسن ۳۵۴ ش / ۹۶۵ م ـ ۴۳۰ ش / ۱۰۴۰ م) دانشمندی عرب، خلاق و پویا بود که آثارش توجه بیش تری را می طلبد. ترجمهٔ مختصر اثر بزرگ نورشناسی او، یعنی کتاب **المناظر** (کتاب اپتیک) به انگلیسی، سهم مهمی از تاریخ علم را در بر می گیرد. در این مقاله، می خواهم تلاش های مهم او را در مبحث نورشناسی بررسی کنم تا مشخص شود که چگونه تلاش ها و شخصیت تاریخی او به مباحثات معمول در مورد تدریس علم چندفرهنگی مربوط است.»

اخیراً، به مطالعات علوم اسلامی علاقهٔ بسیاری به وجود آمده است. طرح های بین المللی، نمایشگاه ها و گروه های پژوهشی علوم اسلامی زیادی تشکیل شده است. به علاوه، آثار و نوشتارهای قدیمی که اخیراً ترجمه شده و انتشار بسیاری از آثار متأخرین ـ هم از نظر علمی و هم از نظر آموزشی ـ سبب پیشرفت خارق العاده ای در تاریخ مطالعات علمی شده است.

شکل ۱

ابن هیثم (شکل ۱)، مثال بارزی از یک فیزیکدان بزرگ عرب است که در عصر طلایی علوم اسلامی ـ عربی زندگی می کرد. کتاب ماندگارش، نورشناسی، در پیشرفت علوم در اروپای قرون وسطا بسیار مؤثر بود؛ همان طور که برای بسیاری از دانشمندان غربی هم اثر محرکی محسوب می شد.

مشکلات فلسفی که همواره در تدریس علوم چند فرهنگی دیده می شود، در این مقاله نمود بیش تری می یابد. این باور وجود دارد که دانش وسیع و مؤثر یک معلم در حوزهٔ تاریخ و فلسفهٔ علم، سبب روشن شدن ابهامات و یافتن راه حل هایی در این حوزهٔ آموزشی که حوزه ای مسأله ساز است، خواهد شد.

◆ منشأ و ماهیت علوم اسلامی

علوم اسلامی ابتدا از ادغام و آمیزش دانش علمی و تمدن بزرگ یونان باستان با فرهنگ اسلامی به وجود آمد. این امر در حدود دویست سال پس از آغاز و گسترش اسلام (قرن نهم میلادی) اتفاق افتاد و تا اواخر قرن چهاردهم میلادی ادامه یافت. در این برهه از زمان، جامعهٔ اسلامی، فراتر از غرب و چین، مرکز پیشرفته ترین فعالیت های علمی در جهان بود.

اعراب از قرن هشتم میلادی به بعد، به میراث علمی یونان دسترسی فراوانی داشتند. در این عصر، آثار بزرگ یونان و فرهنگ های دیگر به عربی ترجمه و نگهداری شدند. هرچند که نادرست است، اگر بگوییم: «علوم اسلامی صرفاً متأثر از باستانیان به وجود آمده است.» اما نباید از یاد ببریم که گرایش به یادگیری و فراگرفتن دانش در این قوم از قبل یک واقعیت بود و وجود داشت؛ زیرا قرآن (مجید)، کتابی است که همواره ایمان آورندگان (به اسلام) را به مشاهدهٔ طبیعت، تفکر و تأمل در آن دعوت می کند.

اغلب این باور اشتباه وجود دارد که اسلام فقط مانند پلی بین عقاید کهن عهد باستان و اروپای قرون وسطا عمل کرده است. اغلب کتاب های تاریخ علم (به جز آثار **جورج سارتن ۱۹۲۷ـ۱۹۴۸م**) به دستاوردهای علوم اسلامی ـ عربی اشاره های محدود و گذرایی دارند. با آن که برخی کتاب های درسی یا کتاب های عامه فهم در این زمینه وجود دارد، اما یک تحقیق عمیق و جالب توجه در مورد علوم اسلامی هنوز در دسترس نیست و سهم دقیق دستاوردهای جهان عرب در علم تقریباً ناشناخته مانده است.

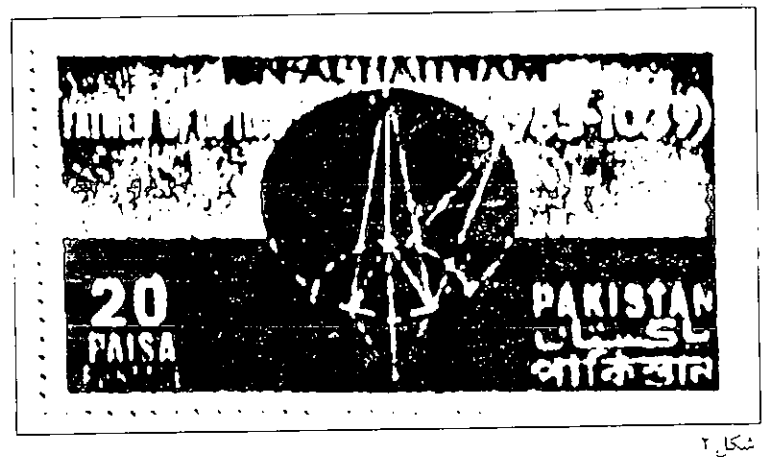
علوم اسلامی از میان اصول اسلام نشأت گرفت و رشد کرد. در این علوم، استفاده از استدلال ستوده می شود؛ اما استدلالی که بر پایهٔ مکاشفه استوار شده باشد. بنابر این، اخلاق و اصول اخلاقی در ذات و ماهیت علوم اسلامی وجود دارد و باید به عنوان راهنمایی برای همهٔ علوم نظری و تجربی مورد توجه قرار گیرد. علوم نوین غرب امروزه بیش از آن که بر پایهٔ فهم پدیده های طبیعت تکیه کنند، بیش تر تسلط را تمرین می کنند؛ یعنی: سرد و بااحترام، کم و یا هیچ احترامی برای شیء مورد مطالعه، روش شناسی متکبرانه بدون فروتنی نسبت به حدود آن مبتنی بر تجربه.و خرد کردن به جای ترکیب و کل گرایی.

در این جا نمی خواهم به این اتهامات پاسخ دهم؛ بلکه می خواهم دیدگاهی را بررسی کنم که بنا بر قاعده، باید در بطن هر مقوله ای که ادعا می کند علمی است و بر پایهٔ نوعی جهانشمولی مبتنی است، نهفته باشد. اثر علمی ابن هیثم، مثالی قدیمی است که بررسی روشی مبتنی بر معرفت شناسی (epistemological) را مهیا می سازد.

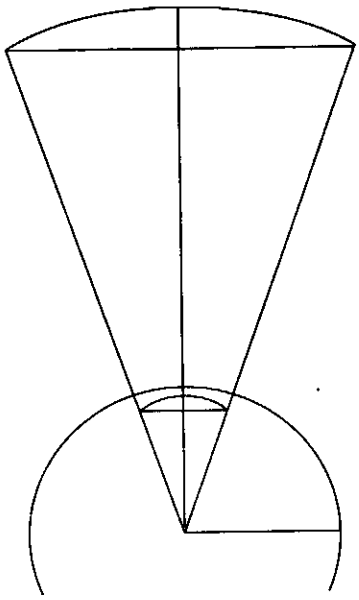
◆ زندگی ابن هیثم

ابن هیثم (معروف به **الحسن**) در بصره متولد شد. هرچند او زندگینامه ای برای خود نوشت، ولی این اثر بیش تر به رشد و پیشرفت فکریش مربوط می شود تا زندگی خصوصی او. از زندگی خصوصی او اطلاع کمی در دست است؛ اما با این حال ـ حداقل با توجه به یک حادثه در زندگیش ـ مطالعهٔ آن می تواند تا حدودی سرگرم کننده باشد.

او به دلیل تیزهوشی در ریاضیات و دانش وسیعی که داشت، مدعی شده بود که می تواند با تعبیه ساختمانی مناسب روی رود نیل جریان آب آن رود را تنظیم کند و به این ترتیب، **خلیفه الحاکم (بِأمرالله)** را تحت تأثیر این ادعا قرار دهد. ولی این کار چنان عظیم بود که فراتر از توانایی او به حساب می آمد. پس ناچار باید آن را رها می کرد. ابن هیثم تصمیم گرفت که به خلیفه حقیقت را بگوید و با وجود آن که خلیفه او را به یک سِمَت اداری گماشته بود، چون خود را از خشم خلیفهٔ خون آشام و متلون المزاج در امان نمی دید، تظاهر به دیوانگی کرد و از این رو تا زمان



شکل ۲



شکل ۳

مرگ خلیفه خانه نشین شد. پس از مرگ خلیفه، او از دیوانه نمایی دست برداشت. در نزدیکی **دانشگاه الازهر** که یک مرکز بزرگ علمی بود، اقامت گزید و باقی عمر خود را به تألیف و استنساخ متون علمی و تدریس سپری کرد.

ابن هیثم دانشمندی جامع الاطراف بود. متأسفانه نوشته های او دربارهٔ منطق، اخلاق، شعر، موسیقی، الهیات و ارسطوشناسی دیگر موجود نیست و فقط آثاری از او در دسترس است که دربارهٔ نورشناسی، ستاره شناسی و ریاضیات می باشد.

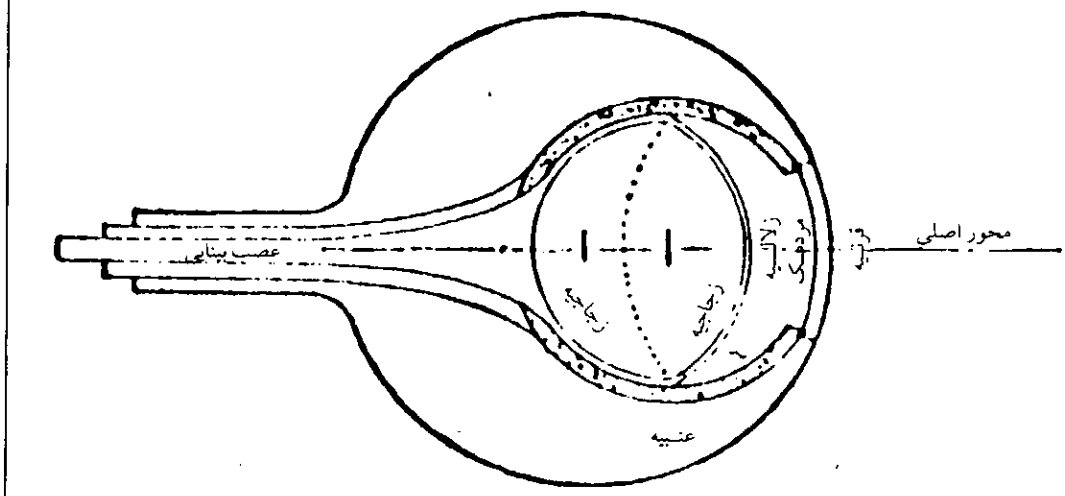
◆ نور شناخت (المناظر)

کتاب «المناظر» او شامل هفت مقالهٔ عمیق و گسترده است. این اثر یک تحقیق وسیع و استادانه مبتنی بر اصول ریاضی و تجربی در بررسی خواص و عملکرد و ماهیت نور، رنگ، مفاهیم نورشناسی و از جمله بینایی است. این اثر مفاهیم علمی نوینی در حوزهٔ تجارب علمی مطرح ساخت. هدف ابن هیثم در این اثر، بررسی علم نورشناسی و بینایی به روشی بدیع و تازه و سیستماتیک، بدون کمک گرفتن های غیرضروری از عقاید گذشتگان و پایه ریزی آن بر اصول جدید بود.

نقطهٔ آغاز کتاب «المناظر» بررسی دقیق و موشکافانهٔ تجربی و نظری انتشار مستقیم الخط نور همراه با رد نظریهٔ قدیمی هزارسال پیش بینایی **بطلمیوس** بود که به نظر او مهمل می آمد؛ با این باور که انتقال نور و مسأله بینایی تابعی از کارکرد چشم است. بنابه نظریهٔ **بطلمیوس**، گسیل پرتوها از چشم و برخورد آنها به یک شیء منجر به رؤیت آن شیء می شود. در صورتی که در نظریهٔ بینایی ابن هیثم، به وضوح بیان می شود که رؤیت یک شیء در اثر مخروط پرتوهای بازتابیده از آن و ورود آنها به چشم رخ می دهد. این نظریه بعدها به وسیلهٔ هنرمندان اروپایی به عنوان اساس مطالعهٔ پرسپکتیو مورد استفاده قرار گرفت(شکل ۳). نظریهٔ مهم دیگری که در پیشرفت اپتیک بسیار مؤثر بود، آشنایی با مفهوم پرتو فیزیکی می باشد که در مقالهٔ چهارم «المناظر» مطرح شده است.

شرط اساسی برای نظریه بینایی ابن هیثم، داشتن دانش دقیق از کارکرد چشم است. وی با طرح هندسی مناسبی از ساختمان چشم (شکل ۴) توانست نظریهٔ بینایی خود را بخوبی مطرح سازد و شکل یک شیء قابل رؤیت را در چشم ارائه دهد. ابن هیثم به این ترتیب، مهارت خود را هم در طب و هم در فیزیک با توصیف کار چشم و کارکرد اجزای اصلی تشکیل دهندهٔ آن، و این که چگونه بخش های مختلف آن در فرایند بینایی به هم مربوط هستند و با هم سازگاری دارند، به نمایش گذارد.

ابن هیثم برای توضیح بازتاب و شکست نور، یک نظریهٔ مکانیکی ارائه داد. وی توضیح داده است که پدیدهٔ **بازتاب نور** به ماهیت ذاتی جسم بازتاب دهنده بستگی دارد و آن وجود یک «نیروی رانش» یا «نیروی مقاومت» در خود جسم است. ظرفیت یک سطح در بازتاب نور، به میزان پیوستگی سطح ماده و صاف بودن آن بستگی دارد. ابن هیثم با در نظر گرفتن اثر برخورد و تأثیر حرکت یک جسم سنگین با سطحی با درجات مختلف **سختی**، به یک شبیه سازی در زمینه بازتاب نور دست یافت. اکنون به جای



کالبدشناسی چشم از دیدگاه ابن هیتم

کلمهٔ **سختی**، کلمهٔ **نرمی** جایگزین می شود. می دانیم که یک نیروی مایل را می توان بـه **مؤلفه های قائم** و **افقی** در نقطـهٔ برخورد تجزیه کـرد. **مؤلفه قائم** ثابت می مانـد؛ درحالی که مؤلفه افقی روی سطح تـصویـر مـی شـود. بنابراین «زاویهٔ فرود با زاویهٔ بازتاب برابر می شود.» و بـه این ترتیب، ابن هیثم اولین قانون بازتاب را بنا نـهـاد. او این قانون را به طریق تجربی نیز اثبات کرد.

ابن هیثم برای پدیدهٔ شکست نیز از شبیه سازی استفاده کرد. برای این منظور، یک توجیه ریاضی را بـا آزمـایـش دقیقی ارائه داد. او یک کرهٔ برخوردکننده با یک صفحهٔ نازک را که سوراخ بزرگی در یک ورقـهٔ آهنی می پوشاند، مورد بررسی قرار داد. حرکت قائم کره به احتمال قوی صفحه را می شکند؛ در حالی که حرکت دینامیکی مورب کره موجب یک حرکت لغزشی در طول سطح می شود. از نـظـر ابـن هیثم، حرکت قائم قوی تر است. یک لایهٔ ضخیم نسبت به یک لایهٔ نازک، مقاومت بیش تری در برابر نور از خود نشان می دهد. بنابراین، نور ساده ترین مسیر را طی می کند و به سمت خط عمود متمایل می شود. بدون در نظر گـرفـتـن گامی به سوی **قانون اسنل**، ابن هیثم معتقد بود که نـور در حرکت خود، قادر به تغییر سرعت نیـز هـسـت. او ایـن استنباط را از گونه ای شبیه سازی مکانیکی نتیجه گرفـت و استنباط کرد که یک حرکت فرودی، ترکیبی از دو مؤلـفـهٔ عمود بر هم است که می توان با روش متوازی الاضلاع آن را تجزیه کرد. این نظریه برای اغلب محققان و نویسندگانِ قرن سیزدهم تا هفدهم (میـلادی) نـوعـی ابـهـام دربـارهٔ نورشناسی به وجود آورد.

◆ تأثیر «المناظر»

کتاب «المناظر» مهم ترین نوشتـهٔ قابل توجه در تاریخ نورشناسی از زمان «اُپتیکا» (Optica) ی بطلمیوس در قـرن دوم میلادی است. «المناظر» تا اوایـل قـرن سـیـزدهـم (میلادی) ناشناخته مانده یا فراموش شده بود تا این که ترجمهٔ لاتینی آن تحت عنوان «پرسپکتیوا» (Perspectiva) ارائه شد و تأثیر عظیمی بر دانشمندان و متفکران اروپایی گذاشت. کتاب **ابن هیثم** مرجع اولیهٔ ایجاد انگیزه برای نوشتـه هـای نورشناسی **راجر بیکن** و **ویتلو** بود. چاپ لاتین این کتاب را که درسال ۱۵۷۲ .م در **بال** منتشر شد، به وسیله ریسـنر آن را به طرز قابل استفاده ای ویرایش کرد. این نسخه بعدها با استقبال ستایش آمیزی توسط اِسنل، **کپلر**، **بارو**، **فرما** و **هویگنس** مورد استفاده قرار گرفت.

آیا **نیوتون** تحت تأثیر ابن هیثم قرار گرفته بود؟

هرچند که **صبرا** در مورد پیشرفت تاریخی نظریهٔ **بازتاب** و **شکست** چنین اظهار می کند که شواهد آشکـاری دال بـر تأثیر مستقیم ابن هیثم بر نیوتن وجود ندارد، ولی **نیوتون** و **اسحاق بارو** با هم همکار بودند و نیوتون مدام از کتابخانـهٔ بارو استفاده می کرد؛ به طوری که نسخـه ای از ویـرایـش **ریسنر** را نیز داشت.

◆ دیگر مطالعات نورشناسی

علاوه بر «المناظر»، آثار دیگر ابن هیثم ـ هرچنـد کـه کوچک هستند ـ نیز نبوغ و تفکر وسـیـع او را در زمـیـنـهٔ نورشناسی نشان می دهد. تحقیقات او در زمینه های نظری **بازتاب نور**[۷] (Catoptrics) و **آینه های کروی**، مقدمهٔ کشف

ابیراهی های کروی شد. او در این تحقیقات، آینه های سوزاننده شلجمی کشف کرد که برای تحقیقاتش بسیار مؤثر بودند؛ چون تمام پرتوهای بازتابیده در یک نقطه متمرکز می شدند. ابن هیثم با مطالعهٔ مسیر پرتوهای موازی از درون یک شیشه کروی، کوشید تا فاصلهٔ کانونی را به دست آورد و از آن حد محدد به ابیراهی کروی پرداخت. او تمییز بین سایه و نیمسایه را بازگو کرد و برای توصیف تاریکخانه ای شبیه به تاریکخانهٔ دوربین عکاسی، دستگاهی ساخت که آرایش عدسی ها و آینه ها روی آن نمایان بود.

نبوغ ابن هیثم در توصیف نظریه شکست، او را قادر ساخت تا پدیده های دیگر شکست نور را در جوّ تجزیه و تحلیل کند. برای مثال، وقتی نور از ستاره ای در دوردست به طور عمود وارد جوّ می شود، تفاوت بین جهت حقیقی و ظاهری آن ناچیز و قابل چشم پوشی است. اما وقتی ستاره به افق نزدیک می شود، این تفاوت افزایش می یابد. این استدلال او را به این مسأله هدایت کرد که دریابد به هنگام شفق، وقتی غروب پایان می پذیرد، خورشید نوزده درجه زیر افق است. ظاهر بیضی شکل خورشید در هنگام غروب و تغییر ظاهری در افطار ماه و خورشید در افق، همگی به وسیلهٔ ابن هیثم توضیح داده شده است.

◆ تدریس علوم چندفرهنگی

محور بحث انگیز این جریان در مورد آموزش علوم چندفرهنگی بر این ادعا تأکید دارد که: «... بعضی علوم، چه علوم غربی و چه علوم متعلق به اقوام و فرهنگ های دیگر وجود دارند که بسیار خوب هستند و از درجهٔ اعتبار و اهمیت یکسانی برخوردارند. بنابراین در مدارس و دانشگاه ها باید در یک سطح با آنها برخورد شود. یا در شرایط و موقعیت های معینی علوم متعلق به اقوام و فرهنگ های دیگر جایگزین علوم غربی در مدارس و دانشگاه ها شوند ...» (ماتیوس ۱۹۹۴ . م، ص ۱۷۹)

ماتیوس در جای دیگر می گوید:

«... از دیدگاه فرهنگی این بحث مطرح می شود که یا علوم رسمی صرفاً وابسته به فرهنگ غربی هستند، یا این ادعا که علوم غربی به دلیل چارچوب فلسفی اش، دارای دیدگاهی وسیع تر و در نتیجه جذاب تر است ...» (ماتیوس ۱۹۹۴ . م، ص ۱۸۴)

از دیدگاه معرفت شناختی، یکی از ویژگی هایی که علوم غربی را به آن توصیف می کنند، جهانشمولی (Universalism) آن است. این دیدگاه، حداقل در اصل، علم را به عنوان یک حرکت پویای فرهنگی می شمارد و تلاشی می داند برای کشف حقیقت فراتر از مرزهای فرهنگی و بدون تأثیر از مسائلی مانند قومیت، مذهب، طبقه، نژاد و جنس. هرچند که می دانیم فرهنگ هر قومی، اندیشه و خلاقیت و زندگی یک دانشمند را تحت تأثیر قرار می دهد و مسلماً یک شرط لازم برای هر فعالیت علمی است؛ اما اینها در نهایت، حقیقت علم را تعیین نمی کنند. برای مثال، قدرت ویرانگری یک زلزله برای اقوام و نژادهای مختلفی که بدبختانه در مسیر گسل زلزله هستند، فرقی نمی کند. پیروان نظریه های جهانشمول مشاهده و قضاوت خواهند کرد که صحت و درستی دانش زلزله شناسی ما توسط خود زلزله تعیین می شود و نه توسط کسانی که نظریه های زلزله شناسی را ارائه می دهند.

از دیدگاه معرفت شناختی، چند فرهنگی ضرورتاً جزء نسبیت گرایی است و بر این امر تأکید دارد که هیچ سیستمی از دانش اندوزی، معتبرتر یا نامعتبرتر از دیگر سیستم ها نیست. اندیشمندان علوم اسلامی نیز تأکید دارند که علوم غربی بی اثر نیستند؛ بلکه بسیار با ارزش اند؛ اما ضروریات و نیازهای طبیعی، فرهنگی و روانی جوامع اسلامی را برآورده نمی سازند. (سردار ۱۹۸۹ . م، ص ۱۰۴).

این، صحنهٔ مغشوش و پیچیده ای از این مناظره است. در این جا هدف، نشان دادن و به نقد کشیدن ارزش های نظریهٔ جهانشمول است تا علم در ارزیابی قابلیت های نهفته اش همچنان خلاق و نامحدود بماند و یک دانشمند توانایی استفاده از قابلیت ها و اندیشهٔ باز و آزاد و خلاق خود را داشته باشد.

بعد از پیشرفت های باشکوه پنج قرن، چرا اعراب نتوانستند آن شکوه و عظمت علمی خود را حفظ کنند و به دانش نوین روز نایل شوند؟ برای مثال، در نجوم، ابزار و مدل های نجومی آنها از پیشرفته ترین ابزار و مدل ها در جهان بود. **ابن هیثم**، منجمان دیگر عرب را تشویق کرده بود تا یافته های **بطلمیوس** را زیر سؤال ببرند؛ یافته هایی را که او فکر می کرد غلط هستند. ولی چرا اعراب نتوانستند به نظریهٔ **مرکزیت خورشید** دست یابند؟ نظریه ای که انقلاب علمی

غرب را در قرن هفدهم به وجود آورد؟

دانشمندان مسلمان باید در چارچوب مفاهیم و اصولی کار می کردند که اسلام معین کرده است. پس از طبیعت گرایی علوم در سطح جهان و نفوذ متافیزیک در اسلام در قرون وسطا، اعراب در آن عصر نیازمند دانشمندی جسور (همچون **برونو** یا **گالیله**) بودند که اندیشه و تفکری آزاد و خلاق را در نظم «مذهبی ـ متافیزیکی» حاکم بر آنان به وجود آورند.

کیهان شناسی اسلامی (به معنی نجومی آن) با یک جهان بینی اسلامی به وجود آمد و در یک جوّ جامعه شناسی رشد کرد که در تعارض با نظریهٔ جهانشمولی بود. نظریهٔ **خورشید مرکزی** اگرچه یک اصل بدیهی و مسلم بود، ولی مطرح شدن و رشد آن در آن جوّ، غیرممکن به نظر می رسید. عجیب آن که در جوّ حاکم و بر آن پایهٔ فرهنگی، دانشمندان بزرگ عرب که در چنین حوزه ای کار می کردند، خود باعث افول این نظریه شدند.

آثار ابن هیثم مانند دیگر آثار دانشمندان بزرگ عرب در عصر طلایی (نظیر **کِندی**، **بیرونی**، **خازنی**) به جهانشمولی معروف اند. این آثار دانش جهانی و علمی نوین بودند. بنابراین، نه غربی بودند، نه شرقی و نه حتی باستانی.

موقعیت فعلی علم در جهان عرب اسفبار است (قدیر ۱۹۹۰ . م، ص ۱۹۰). تلاش های انجام شده برای دوباره شناساندن علوم اسلامی اصلاً موفق نبوده است. **دُن کاپیت** که یک دانشمند افراطی در الهیات است، گوید: «اسلام قادر نیست از تقدیری که مسیحیت بر آن غلبه کرده است، بگریزد و به خلق یک علم اسلامی آزاد از سلطهٔ شکاکیت مذهبی ـ که مشخصهٔ علوم غربی است ـ دست یازد. چالش های جدیدی که مردم در فرهنگ های سنتی با آن روبه رو هستند، توسط علم نوین به خوبی قابل حل است. بازگشت به تسبیت گرایی های مبهم و نامعلوم، یا بازسازی علوم اسلامی، به تدریس مفید و ثمربخش علم در حوزه های چندفرهنگی کمکی نمی کند.

با تمام این اوصاف، ابن هیثم یک مسلمان متدین است. شاید آخرین رویداد طعنه آمیز زندگیش، مخالفت سرسختانهٔ او با **معتزله** (گروهی مسلمان آزاد از اصول و بدعت گذار) باشد، اما در هرحال او به یک مدرسهٔ رقیب و مخالف به نام «الشریعه» (که مخالف شدید استفاده از استدلال بود) کمک کرد. نتیجهٔ نهایی، پیدایش نوعی تقلید بود. بنابراین، بذر اولیه برای عمومیت یافتن این تفکر کاشته شد؛ تفکری که تمایزی بین بعضی آیین های مقدس و کفرآمیز قائل نمی شد؛ لذا افول علوم اسلامی عملاً قطعی شد.

سرانجام **راتانسی** درسال ۱۹۸۹ . م این بحث جالب را مطرح کرد که: «ممکن است تدریس علوم مدرسه ای در یادگیری کشف ویژه ای به طور غیرارادی، یک چهرهٔ منفی از جوامع و فرهنگ های غیرغربی ارائه دهد. روش اکتشافی که دانش آموزان یا دانشجویان به عنوان محور فرایند یادگیری برای خود برمی گزینند، ممکن است سبب مهیا شدن پیش زمینه ای برای یک طرز تلقی منفی نسبت به علوم غیرغربی و نه چندان جدید، و سرانجام چندفرهنگ شود.»

روش شناسی علمی که اخیراً در کلاس های علمی امروز ما مطرح می شود، تصویری غلط از لیاقت و توانایی های دانشمندان پیشین به نمایش می گذارد که در نهایت، نوعی سلطهٔ فرهنگی غلط به علم امروزمان می بخشد. روش علمی بسیار موفقی که امروزه می توان در اختیار دانش آموزان و دانشجویان قرار داد، این است که شکست انسان ها را در گذشته و یا در فرهنگ های دیگر مورد سؤال و تأمل قرار دهند تا بتوانند مشکلاتی را که آنها اکنون در یک درس ساده (مثلاً انتشار راستخط نور) دارند، حل کنند. دانشمندان گذشته، از نظر تفکر و اندیشه مثل ما پیشرفته نبودند. چه بسا این فرهنگ ها با گونه ای جهالت و خرافه پرستی، ذهن و اندیشهٔ آنها را بسته و محدود بار آورده اند.

این سوءتفاهم ها فقط توسط مدرسان علومی می توانند زدوده شوند که دانش وسیعی از تاریخ و فلسفه علم دارند. این، یک بخش لازم و ضروری در آموزش مدرسان علوم است. حال با توجه به وجود یک گروه فرهنگی سنتی، باید اذعان کرد که نقش ابن هیثم، ما را با یک **شخصیت تاریخی و یک نابغهٔ جهانی** جامع الاطراف آشنا می سازد.

* پی نویسی مترجم، از زندگینامهٔ علمی دانشمندان اسلامی استخراج شده است.

مرجع

- Physics Education, vol 30, No4, July 1995, PP 247-252

پایان راه برای سیلیسیم

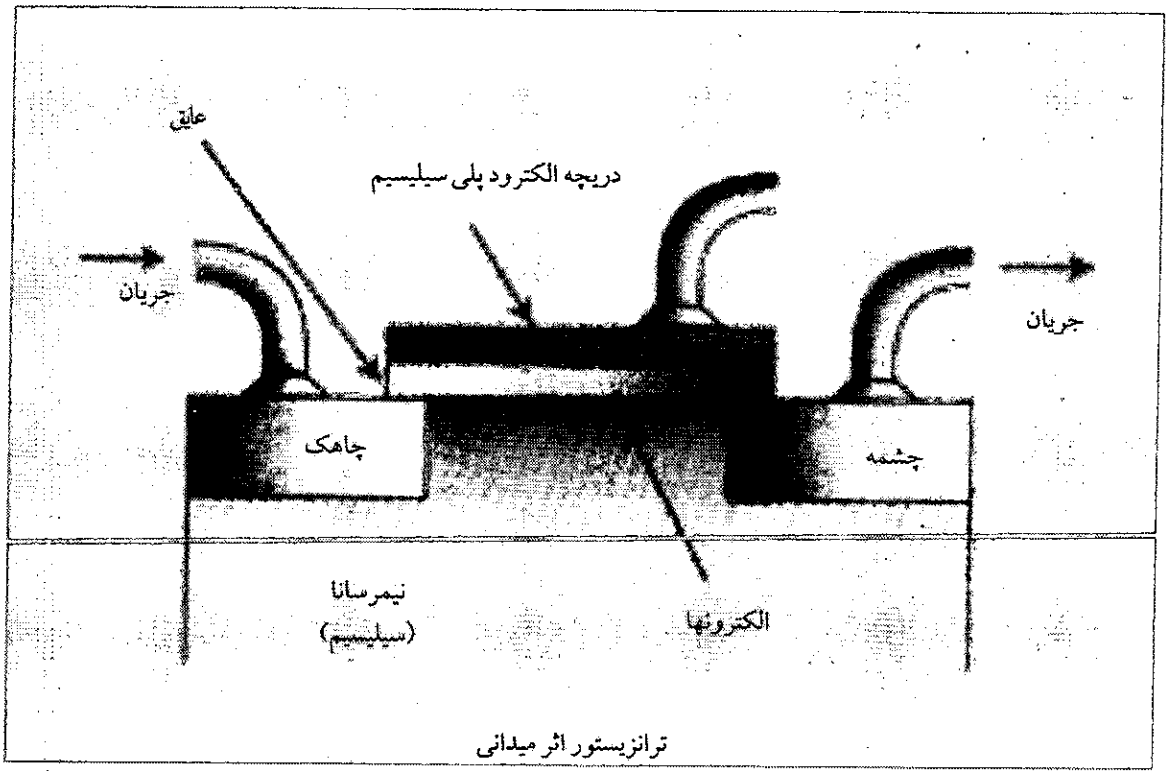
ماکس شولتز
مترجم : منیژه رهبر

تراشه های رایانه ای هر روز کوچکتر می شوند. اما کشف اینکه یک لایهٔ سیلیسیم دیوکسید حداقل باید به ضخامت پنج اتم باشد تا بتواند به عنوان عایق عمل کند نشان می دهد که میکروتراشه های بر مبنای سیلیسیم در اوایل قرن آینده به حد فیزیکی مینیاتوری شدن خواهد رسید.

قطعات میکروالکترونیکی بر مبنای سیلیسیم در سه دههٔ اخیر جهان را متحول ساختند. مدارهای یکپارچه، که از چندین قطعه سیلیسیمی (مانند ترانزیستورها و دیودها) بر روی یک تراشه ساخته شده اند، همه چیز را از اتومبیل تا تلفن کنترل می کنند، اینترنت که جای خود را دارد. عطش برای حافظهٔ الکترونیکی ارزانتر، و پردازنده های سریعتر و با توان بیشتر، هنوز فرونشانده نشده است. هر سال تراشه های با توان بیشتر را با اندازه های کوچکتر می بینیم که آنها را هوشمندتر و ارزانتر می سازد. پیش بینی شده است که مینیاتوری شدن قطعات الکترونیکی در مدارهای یکپارچه در صنایع نیمرسانا در سال ۲۰۱۲ به ابعاد اتمی برسد، در این زمان باریکترین قطعات سیلیسیمی ـ دریچه اکسیدی ـ به حد بنیادی فیزیکی خود خواهد رسید. در یک ترانزیستور، دریچهٔ اکسیدی الکترود ولتاژ را از الکترودهای حامل جریان جدا می سازد (شکل ۱).

در ضخامت کمتر از لایه سیلیسیم به ضخامت چهار اتم، جریان در دریچه دیوکسید نفوذ و تراشه را خراب می کند.

در سال ۱۹۲۵، لیلنفلد اولین قطعه با اثر میدان (که در آن عبور جریان با اعمال یک ولتاژ تعدیل می شود) بر مبنای سیلیسیم را به ثبت رساند، اما به احتمال زیاد نتوانست آن



ترانزیستور اثر میدانی

شکل ۱

را به کار اندازد. در سال ۱۹۶۰ که کهنگ و اتالا اولین ترانزیستور اثر میدان نیمرسانای اکسید فلزی[1] (MOSFET) را به نمایش گذاشتند، ابزار ساده‌ای که در آن سیلیسیم نیمرسانا نقش اساسی دارد (شکل ۱). این قطعه الکترونیکی صنعت الکترونیک را متحول ساخت زیرا تعداد زیادی MOSFET و اتصال بین آنها را می‌شد بر روی سطح یک تراشهٔ سیلیسیمی ساخت.

فقط ده سال بعد، اولین مدار یکپارچه ـ تراشه‌ای با حافظهٔ یک کیلوبیت و یک پردازندهٔ ۷۵۰ کیلوهرتزی به عنوان «اولین قطعهٔ یکپارچه در مقیاس بزرگ»، با ۱۰۰ تا ۵۰۰۰ قطعه در یک تراشه به بازار آمد. از آن پس، تکامل پیوسته تعداد اجزای موجود در یک تراشه را با ضریب ۶۴۰۰۰ به یک تراشهٔ حافظهٔ ۶۴ مگابیتی افزایش داده است، که در آن بیش از صد میلیون قطعه الکترونیکی وجود دارد. کوچک کردن اندازهٔ قطعات نه تنها تعداد ترانزیستورها در هر تراشه را زیاد کرده است، بلکه سرعت مدار را نیز تا ۶۰۰ مگاهرتز در رایانه های شخصی کنونی افزایش داده است.

پیشرفت تاکنون را می‌توان به خوبی با قانون مور، توصیف کرد. گوردون مور در سال ۱۹۶۵ پیش بینی کرد که برای هر نسل جدید تراشهٔ حافظه و پردازنده در بازار، اندازهٔ قطعه ۳۳٪ کاهش و اندازهٔ تراشه ۵۰٪ افزایش می‌یابد و تعداد قطعات موجود بر روی تراشه در هر سه سال چهار برابر می‌شود. تاکنون در این روند نشانه‌ای از توقف مشاهده نشده است.

ویژگی اصلی سیلیسیم، که آن را نیمرسانای مناسب برای MOSFET می‌سازد اکسید آن است. دیوکسید سیلیسیم (Sio_2) یک عایق کامل با مقاومت ویژهٔ بیش از $10^{16}\Omega cm$ است. لایه های عایق Sio_2 که روی سیلیسیم رشد یافته باشد هموار و همدوس و بدون هیچ حفره‌ای تا گستره به ضخامت تقریباً یک اتم هستند. پیوندگاه آن با سیلیسیم دارای شیب تند است و ناکاملیهای الکتریکی اندکی در آن وجود دارد. اکنون می‌توان در آزمایشگاه MOSFET

و مدارهای یکپارچه را با دریچه های اکسیدی به ضخامت کمتر از ده اتم تولید کرد. این لایه های نازک برای حفظ پاسخ جریان ترانزیستور به ولتاژهای پایین تر در الکترود دریچه ضروری هستند. سازندگان باید منبع تغذیه هر جزء را پایین بیاورند تا بتوانند قطعات بیشتری را در یک تراشه بگذارند. عملکرد دریچه اکسیدی برای قطعه اهمیت بسیار دارد، به طوری که دریچه های اکسیدی فوق العاده نازک به صورت گسترده ای بررسی شده اند.

انجمن صنایع نیمرسانا در امریکا قانون مور را به آینده برون یابی کرده است تا نقشه ای برای پیش بینی تحولات آینده میکروالکترونیک بر اساس قطعات سیلیسیمی تهیه کند. این نقشه هدفهای سالانه برای عملکرد مدارهای یکپارچه تعیین و پیشرفتهای لازم در فن آوری نیمرسانا را برای رسیدن به این هدفها مشخص می کند. شکل ۲ پیش بینی سال ۱۹۹۷ را برای چند نسل آیندهٔ تراشه نشان می دهد. در این نمودار نسلها با یک اندازهٔ بحرانی قطعه تعریف شده اند که هدف آن کاهش قطعه از ۲۰۰ nm به ۵۰ nm در ۱۲ سال آینده است. دریچهٔ اکسیدی نیز باید به نوبهٔ خود از ۲۵ اتم سیلیسیم کنونی به ۵ اتم در سال ۲۰۱۲ کاهش یابد به هدف مورد نظر برسد. بدیهی است که باید حدی برای این کوچک شدن وجود داشته باشد زیرا ضخامت دریچهٔ اکسیدی سرانجام به صفر می رسد. پایان راه برای دریچهٔ SiO_2 عایق در اوایل قرن آینده پیش بینی می شود.

کار مولر و همکاران از شرکت لوسنت یک دلیل تجربی این حد بنیادی فیزیکی برای اندازه دریچهٔ اکسید است. آنها با استفاده از یک میکروسکوپ الکترونی همراه با تحلیل میکروسکوپی ترازهای انرژی الکترون در پیوندگاه C Si-SiO_2 نشان دادند که توابع موج الکترونی از هر دو پیوندگاه در لایه اکسید فوق العاده نازک نفوذ می کنند. این به معنای آن است که عایق الکتریکی دریچه اکسیدی برای ضخامت کمتر از ۰/۷ nm، یا چهار لایه اتم سیلیسیم از میان می رود. چنین لایه ای عملاً به ضخامت دو اتم است، زیرا دو اتم سیلیسیم موجود در مرزهای اکسید عملاً اکسید نشده اند (شکل ۲). در عمل، دریچه اکسیدی باید اندکی ضخیم تر از حد نظری؛ مثلاً در حدود پنج لایهٔ اتمی باشد، زیرا پیوندگاه در مقیاس اتمی ناهموار است.

در گذشته، محدودیتهای فن آورانه بسیاری بر روی قانون مور پیش بینی شده بود. تحولات اخیر بر همهٔ این محدودیتها فائق آمده است، که منجر به پیدایش مواد سیلیسیمی با کیفیت بی سابقه شده است. پردازش این قطعات در اتاقهای تمیز انجام می گیرد که ذرات گرد و غبار آن کمتر از یک ذره در متر مکعب است. اجزاء مدار یکپارچه معمولاً با لیتوگرافی ساخته می شوند که حک کردن طرحی در سیلیسیم با استفاده از نور آبی است.

با کوچک شدن پیوسته قطعات روشهای لیتوگرافی به طول موجهای کوتاهتر نور مریی متمایل شده اند، و تراشه های امروزی از چشمه های نور فرابنفش (۱۹۳ nm) استفاده می کنند. قطعات آینده به ساختارهای کوچکتر از طول موج نور نیاز دارند، ولی ممکن است با استفاده از روشهای تضاد-فاز بتوان از این مسئله اجتناب کرد. تاکنون مانعی در راه توسعه مداوم تراشه های میکروالکترونیک وجود نداشته است.

اما، حد جدید در مورد ضخامت اکسید بنیادی است، زیرا نمی توان با تحولات فن آورانه بر آن غلبه کرد. پایان کار SiO_2، به عنوان عایق دریچه بنا به نقشه پیشرفت فن آوری سیلیسیم در سال ۲۰۱۲ فرامی رسد. جامعه علمی و صنعت نیمرسانا باید تدابیر جدیدی برای اجتناب از این گلوگاه در رشد بیندیشد. یک راه حل ممکن استفاده از لایهٔ عایق با ثابت دی الکتریک بیش از SiO_2 است. ثابت دی الکتریک زیاد، استفاده از لایه عایق ضخیم تری را مجاز می دارد. متأسفانه، همهٔ موادی که تاکنون مطالعه شده اند به خوبی SiO_2 نیستند. یافتن جایگزینی برای SiO_2 یا اصلاح ترکیب آن برای افزایش ثابت دی الکتریک آن دشوار است. اما، تاکنون همهٔ مسائل فن آوری نیمرسانا حل شده است. من تقریباً مطمئن هستم که بر این مانع نیز غلبه خواهیم کرد، اما این بار راه حل چیزی سوای نازکتر کردن اکسید است. شاید قطعاتی با ساختار پیچیده تر از MOSFET روزی ضروری باشد.

برای ۱۲ سال آینده، مدارهای میکروالکترونیک بر مبنای فن آوری سیلیسیم اساس «الکترونیکی کردن» بیشتر

جهان ما را فراهم می سازد. به تقاضای روزمره برای وسایل الکترونیکی می توان در کوتاه مدت پاسخ داد. فن آوری سیلیسیم هنوز قابل اعتمادترین و کارآمدترین روش ساخت مدارهای میکروالکترونیکی بزرگ است. تقریباً باورنکردنی است که به پایان عصر سیلیسیم نزدیک می شویم، اما قبل از آن تراشه های سیلیسیم بهتر می شوند. سرانجام، علم و صنعت راههای جدیدی برای ساختن رایانه های بزرگتر و سریعتر خواهد یافت.

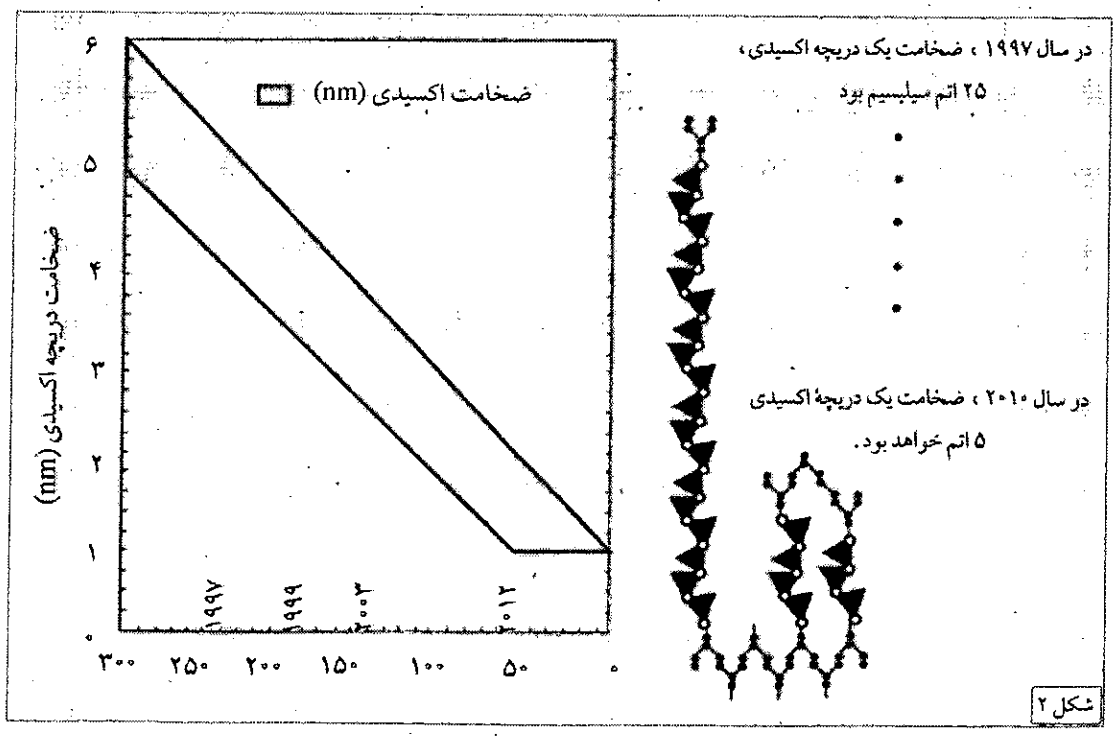
شکل ۱ ـ یک ترانزیستور اثر میدان (FET)، مانند آنچه در تراشه های حافظهٔ رایانه به کار می رود. FET متشکل از اتصالهای کانال چشمه و چاهک است، و یک الکترود دریچهٔ پلی سیلیسیم از سیلیسیم نیمرسانا با عایق Sio_2 جدا شده است. وقتی ولتاژ دریچه مثبت است، الکترونها در سطح نیمرسانا جمع می شوند و کانال میان چشمه و چاهک رسانا می شود و ترانزیستور از حالت قطع به حالت وصل می رود.

شکل ۲ ـ نقشهٔ مسیر صنعت نیمرسانا. پیش بینی های ضخامت دریچهٔ اکسید (Sio_2) برای نسلهای آیندهٔ فن آوری، که با اندازه بحرانی قطعه تعریف شده است. دریچهٔ اکسیدی به اندازه ای نازک است که می توان آن را در مقیاس اتمی رسم کرد (نگاه کنید به طرف راست نمودار). دایره های پر اتمهای سیلیسیم را در ساختار اکسید نشان می دهند. در سال ۲۰۱۲ ضخامت دریچهٔ اکسیدی فقط ۱٫۳ nm یا پنج لایه اتم سیلیسیم خواهد شد. دو تا از این اتمها در پیوندگاه به سیلیسیم بلوری متصل اند، به طوری که تودهٔ اکسید فقط متشکل از سه لایهٔ اتمی است، که اکنون مولر و همکارانش نشان داده اند که درست برای فراهم ساختن لایه عایق کافی است.

منبع:

Nature/ Vol 399/ 24 June 1999, pp 229-730

1. Metal Oxide Semiconductor Field effect Transistor



شکل ۲

نمودارهای P-V فوائد بسیاری دارند.

گاوین وی پکهام
مترجم: احمد احمدی

در کتابهای درسی در مورد ترمودینامیک مقدماتی بحث می کند، معمولاً مبانی و مقدمات قانون اول به همراه تعدادی از موارد کاربرد، شامل فرآیندهای گاز ایده آل را نشان می دهد. معمولاً این فرآیندها به وسیله نمودارهای P-V ی مناسب شرح داده می شوند. با این حال استفاده از این نمودارها در غالب موارد به چهار مورد ساده زیر محدود می شود. انبساط با فشار ثابت یا برگشت پذیر تحت شرایط همدما و انبساط با فشار ثابت و یا برگشت پذیر تحت شرایط بی دررو.

در اینجا به چند مورد از کاربرد نمودارهای P-V، اشاره می شود.

انواع فرآیندهای ترمودینامیکی

تعریف تحت اللفظی و اختصاصی هر یک از فرآیندهای هم فشار (فشار ثابت dp = ۰)، همدما (dT=۰) بی دررو (Q=۰) و هم حجم (dV=۰) را به آسانی دانش آموزان درک می کنند.

شکل ۱، یک روش مفید برای نشان دادن تفاوت واضح بین این چهار فرآیند است. همچنین بر این نکته تأکید می کند که گاز ایده آلی که دستخوش فرآیندهایی می شود در بیشتر موارد به دمای مختلفی می رسد. این مسئله موضوع مهمی است که در تعریف های تحت اللفظی مشخص نمی شود.

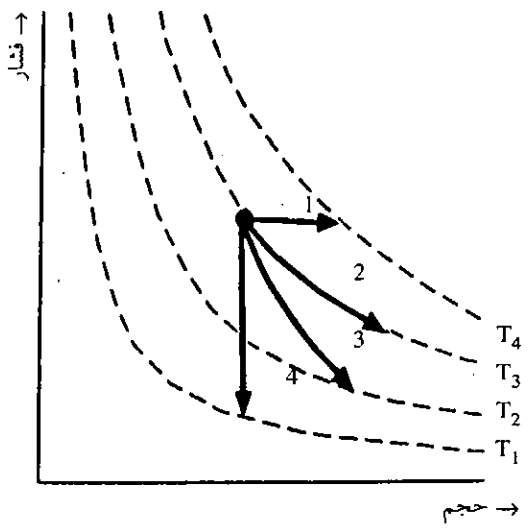
رسم هر چهار فرآیند بر روی یک نمودار P-V، از لحاظ آموزشی (ارزشمند) است، زیرا نه تنها فرآیند را تعریف می کند بلکه به طور همزمان تفاوت هر فرآیند را با فرآیندهای دیگر نشان می دهد.

چگونه می توان از C_p برای فرآیندهای هم حجم استفاده کرد؟

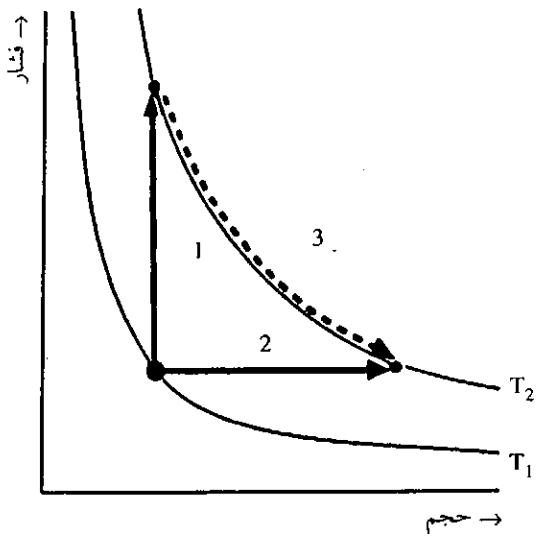
دانش آموزان به راحتی می پذیرند، زمانی که یک گاز ایده آل در حجم ثابت گرم می شود $\Delta U = C_v \Delta T$ است، اما هنگامی که فرآیند در فشار ثابت انجام می شود به سختی درک می کنند که نمی توان C_p را به جای C_v جایگزین کرد. شکل ۲، توضیح بصری ساده ای را نشان می دهد که اگر گازی طی یک فرآیند هم حجم متحول شود (پیکان ۱) $\Delta U = C_v \Delta T$ می شود. از طرف دیگر اگر گازی طی یک فرآیند هم فشار متحول شود (پیکان ۲) برای نشان دادن این که ΔU در این حالت نیز برابر $C_v \Delta T$ است کافی است به خاطر بیاوریم که ΔU یک تابع حالت است و توجه کنیم که:

$$\begin{aligned} \Delta U &= \Delta U' + \Delta U'' \\ &= \Delta U_V + \Delta U_T \\ &= C_V \Delta T + 0 \\ &= C_V \Delta T \end{aligned}$$

بنابراین در هر دو فرآیند هم حجم و هم فشار $\Delta U = C_V \Delta T$ است و همچنین در هر دو فرآیند $\Delta H = Cp\Delta T$ است.



شکل ۱ ـ فرآیندهای ترمودینامیکی مختلف. ۱ ـ هم فشار (قانون چارلز) ۲ ـ همدما (قانون بویل) ۳ ـ بی دررو (بدون انتقال گرما) ۴ ـ هم حجم (قانون آمونتون)



شکل ۲ ـ در هر دو فرآیند هم حجم (۱) و هم فشار (۲) $\Delta U = C_V \Delta T$ است.

فرآیندهایی که در آن همهٔ پارامترهای p، V و T تغییر می کنند.

نمودارهای P-V ی استفاده شده در کتابهای درسی همواره به فرآیندهایی که در آن یک متغیر خاص ثابت نگه داشته می شود، محدود است. مانند شکل ۱ و ۲. این یک روش مناسب برای آشنا کردن دانش آموزان با مفاهیم اصلی است، هم چنین مواردی که در آنها هیچ یک از متغیرهای اصلی ثابت نیستند نیز برای برقراری ارتباط بین فرآیندهای مختلف کاملاً مفید هستند. (شکل ۳).

چنین نمونه هایی بر این حقیقت تأکید می کنند که تغییرات توابع حالت فقط به حالتهای اولیه و نهایی دستگاه بستگی دارد و به مسیر بین این دو حالت بستگی ندارد.

در شکل ۳، پیکان ۱ فرآیندی است که در آن P، V و T همگی تغییر می کنند و از حالت T_1، V_1 و P_1 به حالت T_2، V_2 و P_2 می رسد، برای چنین موردی داریم:

$$\Delta U_1 = \Delta U_2 + \Delta U_3 = \Delta U_V + \Delta U_T = C_V \Delta T + 0 = C_V \Delta T$$

یا

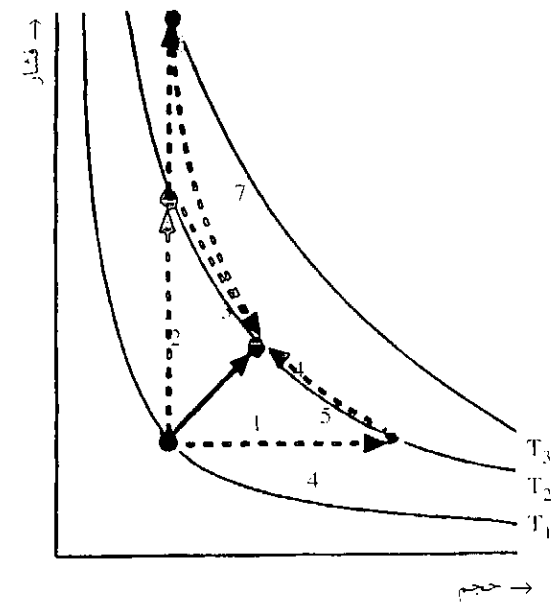
$$\Delta U_1 = \Delta U_4 + \Delta U_5 = \Delta U_p + \Delta U_T = C_V \Delta T + 0 = C_V \Delta T$$

و به طور مشابه:

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3 = \Delta H_4 + \Delta H_5 = Cp\Delta T$$

شکل ۳، مرحله دوّم (۳ یا ۵) نمودارهای همدما را نشان می دهد که مشخص کننده آسانترین و راحت ترین روش است. اگر مرحلهٔ دوّم را بی دررو انتخاب کنیم عدم وابستگی فرآیند به مسیر بهتر به تصویر کشیده می شود و علیرغم تغییر مسیر همان نتیجه به دست می آید یعنی:

$$\Delta U_1 = (\Delta U_2 + \Delta U_4) + \Delta U_V$$
$$= \Delta U_V + \Delta U \quad \text{(بی در رو، برگشت پذیر)}$$
$$= C_V(T_2 - T_1) + C_V(T_2 - T_2)$$
$$= C_V(T_2 - T_1)$$
$$= C_V \Delta T$$

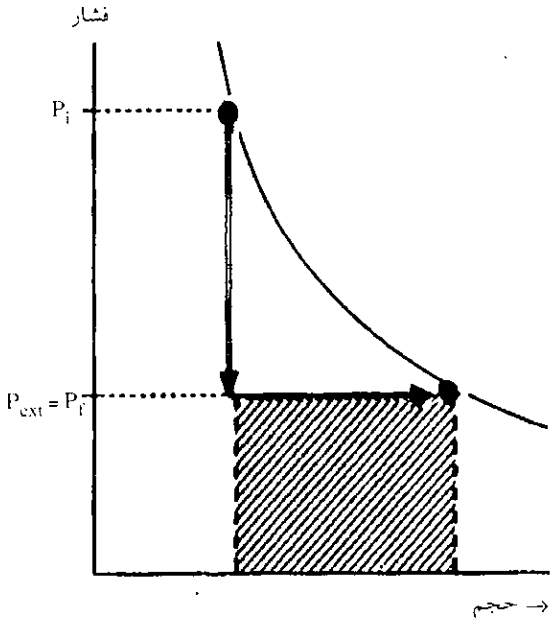


شکل ۳ ـ فرآیندی که در آن P، V و T همگی تغییر می کنند.

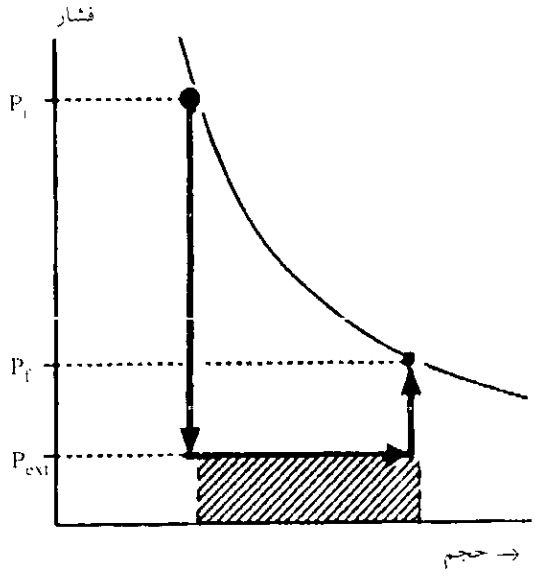
فشاری که بر اثر آن گاز منبسط می شود، لزوماً فشار نهایی گاز نیست

معمولاً کتابهای درسی و معلمان برای توضیح این مطلب که کار انجام شده در اثر انبساط دستگاه به فشار دستگاه بستگی ندارد، بلکه به فشار خارجی که در اثر آن دستگاه منبسط می شود بستگی دارد، احتیاط می کنند. بدین ترتیب این طور تفهیم می شود که در بیشتر مثالها و در تمام نمودارهای P-V ای مربوطه، دستگاه در اثر فشاری که دقیقاً مساوی با فشار نهایی دستگاه است، منبسط می شود (شکل ۴ ـ الف). این مطلب درست است. اما به دانش آموزان اجازه می دهد که نتایج درست را با استفادهٔ نادرست از P (نهایی) به جای P (خارجی) به دست آورند. با استفاده از مثالهایی که به وسیلهٔ نمودار P-V نشان داده شده مانند شکل ۴ ـ ب که در آن P (خارجی) < P (نهایی).

از این روش تا آنجا که ممکن است باید اجتناب شود.



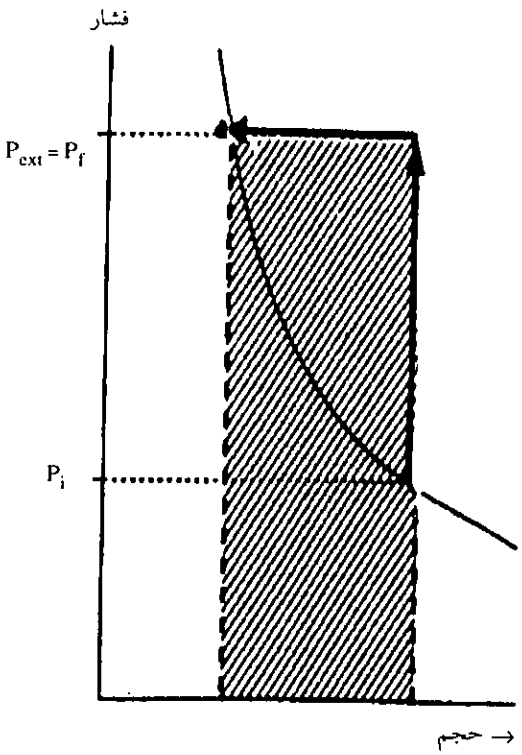
شکل ۴ ـ الف ـ انبساط همدما در اثر یک فشار خارجی که مساوی با فشار نهایی دستگاه است.



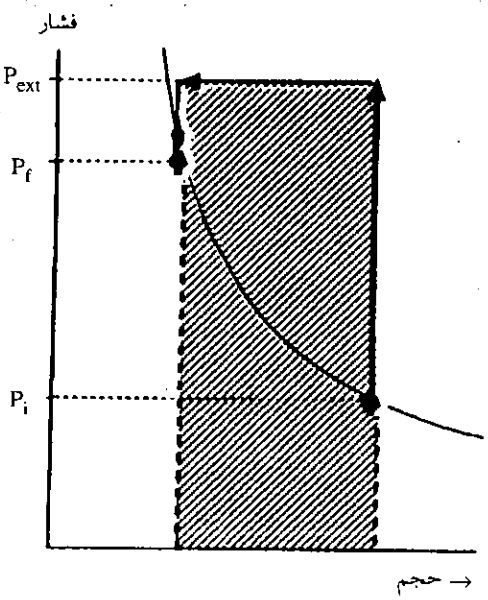
شکل ۴ ـ ب ـ انبساط همدما در اثر یک فشار خارجی که کمتر از فشار نهایی دستگاه است.

دربارهٔ تراکم چه می دانید؟

تعداد بسیاری از نمودارهای P-V فقط فرآیند انبساط را نشان می دهند، یادآوری این موضوع به دانش آموزان که «فرآیند تراکم نیز به همان اندازه مهم است» حائز اهمیّت است. استفاده از نمودارهای P-V مانند شکل ۵ (در ارتباط با شکل ۴) یکی از چندین روشی است که در آن برای نشان دادن نقطه نظر اشاره شده در جمله قبلی از نمودارهای P-V استفاده می کنند. همچنین با مقایسه شکل ۴ و ۵ مشخص می شود که کار انجام شده (قسمت هاشور خورده) توسط دستگاه همیشه کمتر از (یا در مورد فرآیندهای برگشت پذیر، مساوی است با) کار مورد نیاز برای ذخیره مجدد دستگاه نسبت به حالت اصلی است.



شکل ۵ ـ الف ـ تراکم همدما در اثر فشار خارجی که مساوی با فشار نهایی دستگاه است.



شکل ۵ ـ ب ـ تراکم همدما در اثر فشار خارجی که بزرگتر از فشار نهایی دستگاه است.

نتیجه

درک صحیح از طریق حمایت از یک ایده (تقویت یک ایده) و دسترسی به آن از چند زاویهٔ مختلف، یک اصل آموزشی است. بنابراین تعدادی از مفاهیم علمی که به صورت تحت اللفظی تعریف می شوند به کمک یک معادله یا نمودار مناسب تقویت و از طریق محاسبهٔ مناسبی نشان داده می شوند. نمودارها، خصوصاً توسط دانش آموزانی که ضرب المثل «یک تصویر به اندازه یکصد کلمه ارزش دارد» را شنیده باشند، مورد توجه قرار می گیرد. در نتیجه نمودارهای P-V، کاملاً مفید و سودمندند اما آنها یک وسیلهٔ کمک درسی اند که خیلی مورد استفاده قرار نمی گیرند، این یادداشت برای افزایش سودمندی آنها پیشنهاداتی را ارائه می کند.

مرجع:
THE PHYSICS TEACHER VOL. 35. JAN. 1997

طرح درسی براساس یاددهی ـ یادگیری فعال

آزیتا تقوایی ـ مولود فرنوش ـ بتول فرنوش

مقدمه : تئوری جنبشی گازها یکی از مباحث بحث برانگیز و نسبتاً مشکل کتاب فیزیک ۱ پیش دانشگاهی ریاضی می باشد. با توجه به اینکه دانش آموزان زمینهٔ قبلی از این درس ندارند معلم در تدریس این قسمت بیشتر نقش سخنران پیدا می کند. طرح ارائه شده براساس یاددهی ـ یادگیری فعّال می باشد تا دانش آموزان تا حدودی در رسیدن به مفاهیم سهیم باشند. برای این کار درس با انجام آزمایش و طرح سؤال شروع می شود تا در دانش آموزان ایجاد انگیزه و آمادگی ذهنی برای ورود به درس کند. در مراحل تدریس با طرح سؤال دانش آموزان وادار به فکر کردن می شوند و در رسیدن به مفاهیم درس با معلم همراهی کرده و از این بابت احساس رضایت دارند. آنها ضمن به کار بردن آموخته های قبلی و یادگیری آموخته های جدید خود را ارزیابی می کنند. طرح درس براساس کار گروهی نوشته شده تا روحیه همکاری ـ مسئولیت پذیری ـ احترام به نظرات دیگران تقویت شود. همچنین با طرح سؤالها و فعالیتها زمینهٔ تقویت قوهٔ خلاقیت و ابتکار در دانش آموزان ایجاد می شود. ارزشیابی دانش آموز براساس دانش و مهارت و نگرش آنها خواهد بود.

اهداف:

الف ـ دانش

دانش آموزان :

۱ـ با استفاده از ویژگیهای میکروسکوپیک گاز کامل رفتار ماکروسکوپیک گاز را توصیف کنند.

۲ـ تعریف میکروسکوپیک فشار را بیان کنند و به سازگاری آن با تعریف ماکروسکوپیک برسند.

۳ـ تعریف میکروسکوپیک گاز کامل را بیان کنند و به سازگاری آن با تعریف ماکروسکوپیک برسند.

۴ـ فشار گاز کامل را با استفاده از تعریف میکروسکوپیک آن محاسبه کنند.

۵ـ بتوانند نشان دهند که در برخورد مولکولهای گاز به دیواره فقط مؤلفه ای از سرعت که در راستای عمود بر دیواره است تغییر جهت می دهد.

۶ـ دریابند که برخورد مولکولهای گاز به دیوارهٔ ظرف کشسان است یعنی اندازهٔ سرعت آن تغییر نمی کند.

۷ـ بتوانند نتیجه بگیرند که دربرخورد مولکولها با دیواره به علت تغییر جهت مؤلفه ای از سرعت که در راستای عمود بر دیواره است نیروی وارد بر ذره فقط در این راستا می باشد.

۸ـ با استفاده از تئوری جنبشی گازها به تعریف میکروسکوپ دما برسند.

۹ـ معادلهٔ حالت گاز کامل را با استفاده از نظریهٔ جنبشی گازها بدست آورند.

۱۰ـ با استفاده از تئوری جنبشی گازها تعریف $V_{rms} = \sqrt{\frac{3KT}{m}}$ را نتیجه بگیرند.

ب ـ مهارت

۱ـ برخورد یک توپ تخم مرغی و کاغذ مچاله شده به دیوار کلاس را مشاهده کند و مقایسه کند. (مشاهده کردن)

۲ـ چگونگی برخورد مولکولهای گاز کامل با دیواره ظرف با دو برخورد فوق مقایسه کرده و پیش بینی کند که شبیه به کدام است؟ (پیش بینی کردن)

۳ـ پر شدن بادکنک از هوا و آب را مقایسه کند نتیجه گیری کند که مولکولهای هوا در تمام جهات و به طور یکسان به دیواره نیرو وارد می کنند. (تفسیر کردن)

۴ـ طرحی ارائه کند که نشان بدهد برخورد مولکولها با تعداد زیاد و برخورد مولکولها با تعداد کم را بتوان مشاهده کرد و تفاوت بین دو حالت را بیان کند و از طریق آن گاز کامل را تعریف کند.

۵ـ با رسم یک مکعب مؤلفه های بردار سرعت برخورد و برگشت یک مولکول به دیواره مکعب را در سه بعد نشان دهد و نتیجه گیری کند که فقط مؤلفه عمود بر دیواره تغییر جهت می دهد. (برقراری ارتباط)

ج ـ نگرش

ضوابط کار گروهی را رعایت کند.

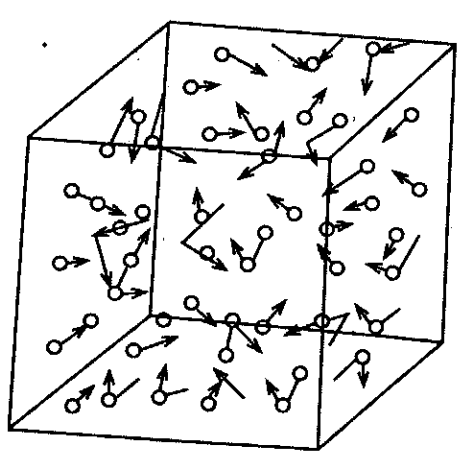
۱ـ اجازه صحبت به دیگران دادن

۲ـ خوب گوش کردن

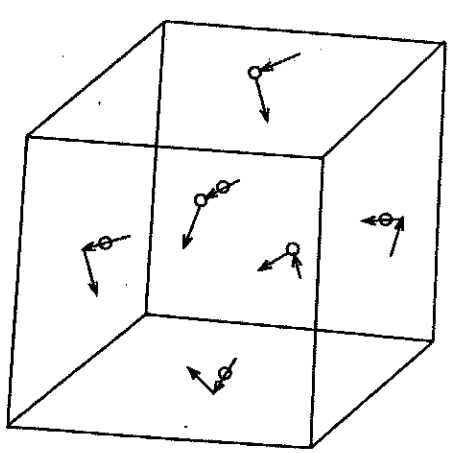
۳ـ ایجاد روحیه مسئولیت پذیری

۴ـ ایجاد تفکر نقّاد

۵ـ احترام به عقاید دیگران



شکل ۱



شکل ۲

مقایسه حرکت مولکولها در گاز کامل گاز غیر کامل

مدل کلاسی: گروه های ۶-۴ نفره **موضوع: تئوری جنبشی گازها فیزیک ۱ پیش دانشگاهی رشته ریاضی**

مراحل تدریس	فعالیت معلّم	فعالیت دانش آموزان	نتایج فعالیت معلم و دانش آموز
آماده سازی ۱	ـ یک توپ تخم مرغی و یک کاغذ مچاله شده را به دیوار در جهات مختلف زده و از دانش آموزان بخواهد تا این دو برخورد و بازگشت آنها از دیوار رامشاهده کرده و با هم مقایسه کنند. ـ معلم بعد از بحث با دانش آموزان نتیجه صحیح را بیان کند.	دانش آموزان در گروه نتیجهٔ مشاهده و مقایسه خود را با مشورت یکدیگر توضیح دهند.	ـ اندازه سرعت توپ در موقع برگشت تقریباً ثابت می ماند امّا اندازه سرعت کاغذ مچاله شده تغییر می کند. ـ برخورد توپ با دیوار تقریباً کشسان است و برخورد کاغذ مچاله شده کشسان نیست.
۲	ـ سؤال شود فکر می کنید برخورد مولکولهای گاز به دیواره ظرف شبیه به کدام یک از دو برخورد فوق می باشد؟	بعد از بحث در گروه خود پاسخ دهند	شبیه به برخورد توپ به دیوار است
۳	ـ از دانش آموزان خواسته شود دو بادکنک مشابه پرشده از مقداری هوا و آب را با هم مقایسه کنند و علت آن را توضیح دهند.	بعد از مقایسه و بحث در گروه خود پاسخ دهند.	مولکولهای هوا در تمام جهات بطور یکسان به دیواره بادکنک نیرو وارد می کنند مولکولهای آب فقط در محدودهٔ حجمی که اشغال می کنند نیرو وارد می کنند.
۴	ـ تعریف میکروسکوپیک گاز کامل را بیان کند و از دانش آموزان سؤال شود آیا این تعریف با تعریف ماکروسکوپیک آن سازگار است؟	تعریف ماکروسکوپیک و میکروسکوپیک گاز کامل را مقایسه می کنند.	تعریف میکروسکوپیک و ماکروسکوپیک گاز کامل با هم سازگار است.
۵	مسیر حرکت یک ذره را در داخل یک مکعب که در دستگاه مختصات سه بعدی رسم شده است رسم کند. از دانش آموزان بخواهد بردار سرعت یک ذره به هنگام برخورد و برگشت آن از دیوارهٔ عمود بر محور Xها را رسم کنند و سه مؤلفهٔ هریک را نشان دهند و سؤال کند کدام یک از مؤلفه ها تغییر جهت می دهد؟	دانش آموزان در گروه خود با رسم مکعب و بردار سرعت ذره هنگام برخورد و بازگشت از دیواره مؤلفه های سرعت در دوحالت را رسم کنند. و جهت مؤلفه های سرعت در دو حالت را مقایسه و نتیجه گیری کنند.	فقط مؤلفه ای از سرعت که در راستای محور X است تغییر جهت می دهد سایر مؤلفه ها تغییر جهت نمی دهند. ش ۳ ، ۴ ، ۵
۶	سؤال کند با توجه به تغییر جهت مؤلفه سرعت فقط در راستای X نیروی وارد بر ذره در کدام جهت است؟	پاسخ دانش آموزان	در راستای محور Xها مطابق با قانون دوّم نیوتن
۷	با کمک دانش آموزان رابطهٔ نیروی وارد بر یک ذره را روی تخته بنویسید. $F=\frac{m\Delta Vx}{\Delta t}=\frac{-2mVx}{\Delta t}$ و با به کار بردن رابطه زمان رفت و برگشت ذره بین دو وجه رابطه $F=-m\frac{2V^2x}{2l}$ را بدست آورند.	پاسخ به معلم	$F=m\frac{\Delta Vx}{\Delta t}=-m\frac{2Vx}{\Delta t}$ $\Delta t=\frac{2l}{Vx}$ $F=-m\frac{2Vx}{\frac{2l}{Vx}}=-m\frac{V^2x}{l}$ نیروی ذره به دیواره طبق قانون سوم نیوتن $F=m\frac{V^2x}{l}$
۸	ـ سؤال شود اگر این ذره با ذره های دیگر برخورد کند مسیر حرکت نسبت به حالتی که برخوردی با ذرات دیگر صورت نمی گیرد چه فرقی دارد؟	دانش آموز بعد از بحث در گروه پاسخ می دهد.	اگر با ذره های دیگر برخورد داشته باشد مسیر آن مستقیم نمی شود (حرکت کاتوره ای)
۹	دانش آموزان نیروئی که N ذره به دیوار وارد می کند را بنویسند و رابطهٔ فشار وارد بر دیواره را بدست آورند.	نوشتن رابطه نیروی وارد بر N ذره و فشار وارد بر دیواره	$F=\frac{m}{l}(V^2_{1x}+V^2_{2x}+\cdots+V^2_{Nx})$ $P=\frac{F}{l^2}=\frac{m}{l^3}(V^2_{1x}+V^2_{2x}+\cdots+V^2_{Nx})$

لیست ارزشیابی

	مهارت	نگرش	زمان	ارزشیابی درضمن تدریس :	شماره گروه	عالی	بسیار خوب	خوب	متوسط	ضعیف
	مشاهده ـ مقایسه	رعایت ضوابط کار گروهی اجازه صحبت به دیگران دادن احترام به نظرات دیگران	۵ دقیقه	۱ـ آیا دانش آموزان مقایسه را انجام داده اند و به نتیجه گیری صحیح از این مقایسه رسیده اند؟	۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ...					
	پیش بینی کردن	رعایت ضوابط کار گروهی مسئولیت پذیری	۵ دقیقه	۲ـ آیا پیش بینی صحیح انجام داده اند؟	۱ ۲ ۳ ...					
	مقایسه کنید	رعایت ضوابط کار گروهی مسئولیت پذیری	۵ دقیقه	۳ـ آیا بعد از مقایسه به نتیجه گیری صحیح رسیده اند؟	۱ ۲ ۳ ...					
	بحث کنید	رعایت ضوابط کار گروهی مسئولیت پذیری	۵ دقیقه	۴ـ آیا سازگاری تعریف میکروسکوپیک با تعریف ماکروسکوپیک گاز کامل را بیان می کنند؟	۱ ۲ ۳ ...					
	برقراری ارتباط	رعایت ضوابط کار گروهی مسئولیت پذیری	۱۰ دقیقه	۵ـ آیا مؤلفه های بردار سرعت یک ذره هنگام برخورد و بازگشت از دیواره را درست کشیده است؟ آیا تشخیص داده است کدام مؤلفه تغییر جهت پیدا می کند؟	۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ...					
×		رعایت ضوابط کار گروهی مسئولیت پذیری	۵ دقیقه	۶ـ آیا جهت نیروی وارد بر ذره از طرف دیواره را درست تشخیص می دهد؟	۱ ۲ ۳ ...					
×		رعایت ضوابط کار گروهی مسئولیت پذیری	۱۰ دقیقه	۷ـ آیا رابطه نیروی وارد بر ذره را صحیح بدست آورده اند؟	۱ ۲ ۳ ...					
	مقایسه کنید	رعایت ضوابط کار گروهی مسئولیت پذیری	۵ دقیقه	۸ـ آیا تغییر مسیر حرکت ذره در حالی که با ذره های دیگر برخورد می کند را تشخیص داده است؟	۱ ۲ ۳ ...					
×		رعایت ضوابط کار گروهی مسئولیت پذیری	۵ دقیقه	۹ـ آیا دانش آموزان در محاسبه فشار با معلم همکاری دارد؟	۱ ۲ ۳ ...					

مراحل تدریس	فعالیت معلّم	فعالیت دانش آموزان	نتایج فعالیت معلم و دانش آموز
۱۰	معلم به کمک دانش آموزان میانگین مربع مؤلفه x سرعت N ذره را بنویسد و با استفاده از آن مقدار مجموع مربع مؤلفه x سرعت N ذره را بدست آورده در رابطه فشار قرار دهد. (پاسخ و پرسش)	کمک در بدست آوردن رابطه فشار با میانگین مربع سرعتها در راستای x برای N ذره $P = \frac{m}{l^3} N \overline{V_x^2}$	رسیدن به رابطه $P = \frac{m}{L^3} N \overline{V_x^2}$
۱۱	ـ معلم سؤال کند آیا می توان میانگین مربع مؤلفه های سرعت در هر راستا را یکسان درنظر است چرا؟ $\overline{V_x^2} = \overline{V_y^2} = \overline{V_z^2}$	در گروه مشورت کرده و به سؤال پاسخ دهند.	چون ذره ها در جهت های مختلف حرکت می کنند و هیچ جهتی بر جهت دیگر برتری ندارد در نتیجه میانگین مربع مؤلفه های سرعت با یکدیگر برابرند $\overline{V_x^2} = \overline{V_y^2} = \overline{V_z^2}$
۱۲	ـ با نوشتن رابطه $\overline{V^2} = \overline{V_x^2} + \overline{V_y^2} + \overline{V_z^2}$ و استفاده از نتیجه فوق رابطه $\overline{V_x^2} = \frac{1}{3}\overline{V^2}$ را در $P = Nm\frac{V_x^2}{L^3}$ قرار دهد.	جایگذاری رابطه $\overline{V_x^2} = \frac{1}{3}\overline{V^2}$ در رابطه فشار	بدست آوردن رابطه $PV = \frac{m}{3} N \overline{V^2}$
۱۳	ـ از دانش آموزان بخواهد رابطهٔ PV با انرژی جنبشی را بدست آورده و با معادلهٔ حالت گاز کامل مقایسه و ارتباط بین آنها را بنویسند.	بدست آوردن رابطه PV با انرژی جنبشی و مقایسه با معادله حالت	بدست آوردن رابطهٔ $PV = \frac{2}{3} N(\frac{1}{2} m \overline{V^2})$ و مقایسهٔ آن با رابطهٔ زیر $PV = NKT$
۱۴	ـ با استفاده از رابطه $PV = \frac{2}{3} N(\frac{1}{2} m \overline{V^2})$ و مقایسه با معادله حالت یک تعریف میکروسکوپیک برای دما ارائه دهد. $\frac{1}{2} m \overline{V^2} = \frac{3}{2} KT$	با مقایسهٔ رابط $PV = \frac{2}{3} N(\frac{1}{2} m \overline{V^2})$ و معادله حالت گاز کامل، تعریف میکروسکوپیک برای دما ارائه دهد.	دما متناسب با انرژی جنبشی متوسط هر ذره است. $T = \frac{2K}{3}(\frac{1}{2} m \overline{V^2})$
۱۵	ـ با استفاده از رابطه $\frac{1}{2} m \overline{V^2} = \frac{3}{2} KT$ سرعت V_{rms} (جذر میانگین مربع سرعت) را به کمک دانش آموزان بدست آورد.	در بدست آوردن رابطه V_{rms} به معلم کمک کنند.	$V_{rms} = \sqrt{\frac{3KT}{m}}$

ضعیف	متوسط	خوب	بسیار خوب	عالی	شماره گروه	ارزشیابی درضمن تدریس :	زمان	نگرش	مهارت	
					۱ ۲ ۳ . . .	۱۰ـ آیا دانش آموزان در محاسبه و بحث با معلم همکاری دارند؟	۵ دقیقه	رعایت ضوابط کار گروهی مسئولیت پذیری		
					۱ ۳ . . .	۱۱ـ آیا دانش آموزان پاسخ درست داده اند؟	۵ دقیقه	رعایت ضوابط کار گروهی مسئولیت پذیری	فکر کنید	
					۱ ۲ ۳ . . .	۱۲ـ آیا دانش آموزان رابطهٔ فشار را درست بدست می آورند؟	۵ دقیقه	رعایت ضوابط کار گروهی مسئولیت پذیری		
					۱ ۲ ۳ . . .	۱۳ـ آیا مقایسه بین رابطه $PV = \frac{۲}{۳}N(\frac{۱}{۲}m\overline{V^۲})$ را با معادله حالت صحیح انجام داده است؟	۵ دقیقه	رعایت ضوابط کار گروهی مسئولیت پذیری		
					۱ ۲ ۳ . . .	۱۴ـ آیا تعریف صحیح میکروسکوپیک برای دما ارائه می دهد .	۵ دقیقه	رعایت ضوابط کار گروهی مسئولیت پذیری		
					۱ ۲ ۳ . . .	۱۵ـ آیا رابطه V_{rms} را صحیح بدست آورده است؟	۵ دقیقه	رعایت ضوابط کار گروهی مسئولیت پذیری		

نمونه سؤالات در پایان درس

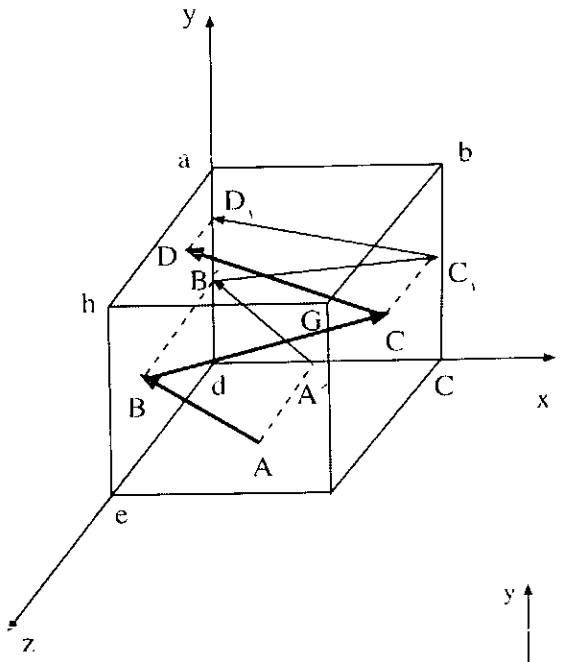
۱ـ سؤالاتی در مورد مقایسه V_{rms} دو گاز کامل در دو دمای متفاوت.

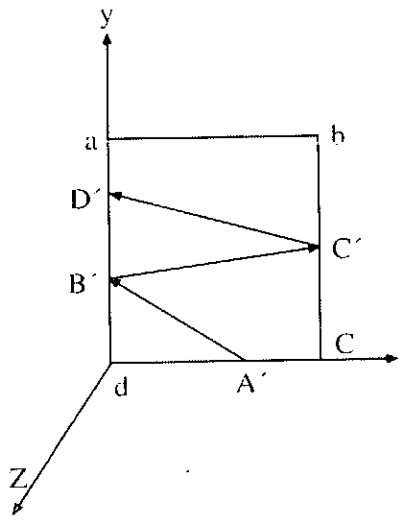
۲ـ رسم نمودار انرژی جنبشی با دماهای متفاوت (به طور کیفی) و تعیین شیب آن و مقایسه $\frac{1}{2}\overline{mv^2} = \frac{3}{2}kT$

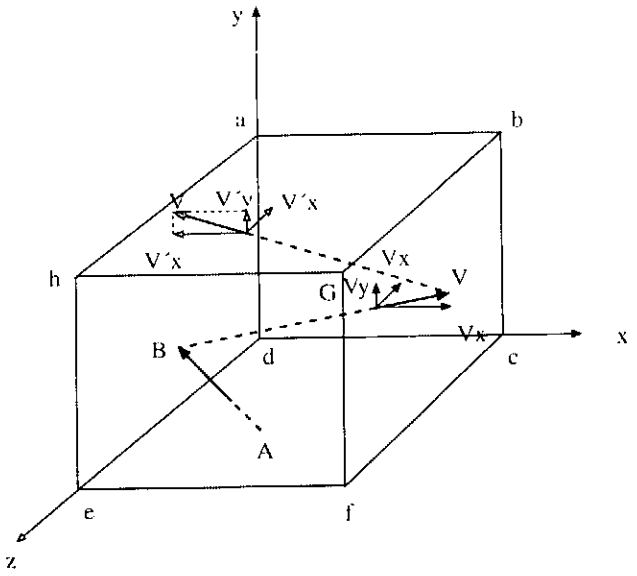
۳ـ طرحی را ارائه دهند تا برخورد مولکولها با تعداد زیاد و با تعداد کم را بتوان با انجام آزمایش مقایسه کرد.

۴ـ در پایان درس دانش آموزان در گروه خود دو سؤال طرح کنند.

۵ـ تحقیق کنید چرا در محاسبه نیروئی که یک ذره به دیواره وارد می کند: $(\frac{\Delta P}{\Delta t})$، زمان رفت و برگشت یک ذره بین دو دیواره را قرار می دهیم؟







نقد و بررسی محتوی درس فیزیک ۱ پیش دانشگاهی رشته ریاضی

فصل سوّم	موضوع : تئوری جنبشی گازها	براساس روش ویلیام رومی

	فراوانی
الف : متن درس (حفظی)	
a ـ بیان حقایق	۷
b ـ جملات سؤالی که بلافاصله جواب آن داده می شود .	۲
c ـ جملاتی که به صورت نتیجه گیری بیان شده است .	۳
d ـ جملات تعریفی	۶
ب : متن درس (تحلیلی)	
e ـ جملاتی که به نحوی از فراگیر می خواهد تا تعبیر و تفسیر انجام دهد .	۰
f ـ سؤالاتی که در آن بلافاصله جواب داده نمی شود .	۱
g ـ جملاتی که فراگیر را به فعالیت دعوت می کند .	۰
h ـ پرسشها و تمرینها و جملاتی که پاسخ آنها مستلزم به آزمایش و تحقیق است .	۰

شماره تحلیل	h	g	e	f	d	c	b	a
فراوانی	۰	۰	۱	۰	۶	۳	۲	۷

ضریب درگیری $I = \frac{e+f+g+h}{a+b+c+d} = \frac{\text{جملات تحلیلی}}{\text{جملات حفظی}} = \frac{۱}{۱۸} = ۰/۰۵$

ضریب درگیری بین ۰/۴ تا ۱/۵ باشد خوبست .

تجزیه و تحلیل پرسشهای آخر فصل	براساس روش ویلیام رومی

	فراوانی
الف : پرسشهای حفظی	
a ـ پاسخ آنها را می توان در کتاب پیدا کرد .	۳
b ـ مربوط به نقل تعاریف است .	۰
ب : پرسشهای تحلیلی :	
c ـ آنچه را در درس آموخته برای نتیجه گیری در مسائل جدید بکار ببرد .	۱
d ـ مسأله بخصوصی را حل کند .	۰

ضریب درگیری $I = \frac{c+d}{a+b} = \frac{۱}{۳} = ۰/۳$

ضریب درگیری بین ۰/۴ تا ۱/۵ خوبست

تجزیه و تحلیل تصاویر و نمودارها	براساس روش ویلیام رومی

a ـ تصویر برای بیان و موضوع خاصی در کتاب آمده است .	۲
b ـ تصویر دانش آموز را به انجام آزمایش وادار می کند .	۰

ضریب درگیری $\rightarrow I = \frac{b}{a} = \frac{۰}{۲} = ۰$

ضریب درگیری بین ۰/۴ تا ۱/۵ خوبست

«اخلاق علمی» در پرسش و پاسخ بین دانش پژوه و معلم.

جهانگیر ریاضی

فرهنگ و آداب پرسش و پاسخ، یکی از مسائل بنیادی در آموزش بوده و بی تردید رابطهٔ تنگاتنگ با مجموعهٔ باورها و نگرش های کلی جامعه نسبت به علم و نقش و جایگاه روحیهٔ «پرسش گری» دارد.

کنجکاوی و پرسش گری به صورتی بالقوه از ویژگی های دانش پژوه جوان است و شکوفایی چنین روحیه ای مستلزم برخورد مناسب، با حوصله و هدایت گر از جانب مربی است.

دانش پژوه جوان گاه خود را در محاصره بسیاری پرسش ها که انسجام معینی ندارند می بیند و به دنبال گرفتن پاسخ برای هر یک، بدون توجه به زمان، مکان و مجموعهٔ شرایط مناسب یا نامناسب، آنها را با معلم مطرح می کند.

در بسیاری موارد هم نوعی «ناشکیبایی» و «شتابزدگی» توأم با اشتیاق و هیجان دست یابی به پاسخ نهایی و قطعی در این جوان مشاهده می شود. با آنکه منشاء طرح چنین پرسش هایی عموماً «اشتیاق به بیشتر دانستن» است ولی ممکن است نظم معینی در مجموعهٔ پرسش ها مشاهده نشود. در برخورد با این افراد شیوهٔ مناسب تر آن است که با حوصله و شکیبایی، دانش پژوه جوان را با آداب و فرهنگ درست اندیشیدن و درست پرسیدن آشنا کنیم. هیجانات و احساسات در پرسش گری می توانند نوعی محرک محسوب شوند، ولی اگر به یک منطق جهت دار و هدایت گر مجهز نباشند، مطلوبیت لازم را در کار علمی ایجاد نمی کنند.

مفید است که این دانش پژوه به موارد زیر هدایت شود:

۱). هدف از طرح پرسش و گرفتن پاسخ آن، برای او روشن باشد.

۲). بین پرسش ها حتی الامکان نظمی نسبی برقرار شود که در نهایت پاسخ آنها باعث تقویت «اندیشهٔ علمی» در فرد شود.

۳). در صورتی که نتوان بلافاصله به پاسخ مناسب دست یافت، باید شیوهٔ داشتن حوصله و تأمل و به کار گرفتن تمام روش ها و امکانات دست یابی به پاسخ لازم را آموخت.

۴). هدف پرسش گر از طرح سئوال نباید «آزمودن معلم» و نهایتاً قضاوت کردن در مورد او باشد. چه در این صورت، پرسش از محتوای علمی و هدفمند خود خارج و صرفاً به یک تقابل فردی تبدیل می شود. جنبهٔ دیگر موضوع، نحوهٔ پاسخگویی به پرسش هاست. معیارها و اصولی که یک معلم باید در پاسخگویی به آنها معتقد باشد و آنها را به کار گیرد.

در واقع در این کنش متقابل بین دانش پژوه و معلم، این معلم است که نقش اصلی مدیریت و هدایت محیط پرسش و پاسخ را به عهده می گیرد. اشراف داشتن به این

پرسش و پاسخ بین دانش پژوه و معلم

نقش و حس تعهد در فرد، بسیار تعیین کننده است.

در اینجا، معلم ضمن پاسخ گویی به پرسش مورد نظر، باید اولویت ها و ضرورت ها را به دانش پژوه گوشزد کند. بروز این احساس در پرسش گر که گویا معلم از پاسخ دادن شانه خالی می کند و یا پاسخ گویی را به زمانی غیرمشخص موکول می کند، می تواند فضای اعتماد بین معلم و دانش پژوه را از بین ببرد.

در این وضعیت اگر معلم نتواند بلافاصله پاسخ مناسب را ارائه کند، روش مناسب این است که یا دانش پژوه به کتاب و مرجع مشخصی ارجاع داده شود یا پاسخ گویی به «زمانی مشخص» موکول شود. برای حفظ فضای اعتماد، مناسب تر است در حدود موعد مقرر، پرسش مورد نظر را بررسی کرد.

در عین حال نباید پرسش ها به گونه ای پاسخ داده شود که نوعی تنبلی و انفعال در دانش آموز رشد کند و به خود زحمت پی گیری و مطالعه را ندهد. این یکی از آفاتی است که معمولاً فضای پرسش و پاسخ را ناسالم می کند. به این صورت که دانش پژوه «صرفاً» به دنبال یک «پاسخ مشخص» به پرسش خود است و در این راستا نوعی شتابزدگی نیز مشاهده می شود. این آفت متأسفانه دامنگیر جامعه معلمین نیز می شود. معلمی که خود بارها تحت فشار و تنش این نوع پرسش ها بوده است، در فضایی که خود بتواند «پرسش گر» باشد، آگاه یا ناآگاه به همین شیوهٔ غیرعلمی، عمل می کند و مربی را شدیداً در تنگنای پرسش ها قرار می دهد و او هم صرفاً دنبال پاسخی کوتاه است که نهایتاً در مصاف با دانش آموز، آن را ارائه کرده و مغلوب عرصهٔ پرسش و پاسخ نشود. راه برون رفت از این روش غیرعلمی و دفع این آفت برای معلم، داشتن پشتکار در مطالعه و استمرار در مطالب از منابع مختلف: کتاب، مجلات و مقالات علمی و شرکت در همایش های علمی و ... و با علم روز تا حد امکان همگام شدن است. و دفع این آفت برای دانش پژوهان، به عهدهٔ نقش هدایت گر معلم است که آنها را با اخلاق علمی و فضای اعتماد متقابل آشنا کند و با رفتار صحیح خود، این فضا را به وجود آورد.

در کل باید بیاموزیم که علم گستره ای بیکران از مطالب متنوع است که هیچکس نمی تواند حتی در یک شاخهٔ کوچک از آن جوابگوی تمام پرسش ها باشد. و برای دست یابی به پاسخ ها، باید روش استفاده صحیح و بجا از تمام امکانات را آموخت. یکی از اساسی ترین مؤلفه ها در این موضوع، «عادت به مطالعه» است. دانش پژوه و معلم هر دو باید بپذیرند که پاسخ تمام موضوعات و پرسش ها صرفاً در کلاس خلاصه نمی شود. باید پذیرفت که یک مطلب باید از مراجع مختلف مطالعه شود، بحث شود و از هر مرجعی، گوشه ای از مطلب را بهتر درک کرد. و البته این همه، همت می طلبد و کوشش و ایمان محکم. به بیان دیگر، معلمی می تواند الگوی اخلاق علمی در محیط پرسش و پاسخ باشد که خود برای درک مفاهیم تلاش لازم را داشته و بر مفاهیم تا حد امکان اشراف داشته باشد. تنها در چنین حالتی است که می تواند گامی اساسی در جهت جلب اعتماد پرسش گر، بردارد.

بیست و هفتمین المپیاد بین المللی فیزیک

اوسلو، نروژ ۱۹۹۶

مسابقه نظری، زمان ۵ ساعت

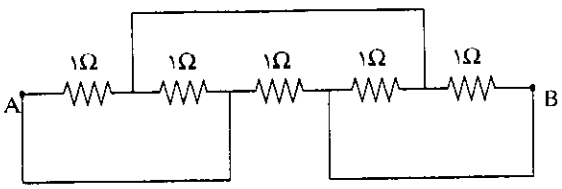
ترجمه: روح الله خلیلی بروجنی

rkhalili @ physicist. net

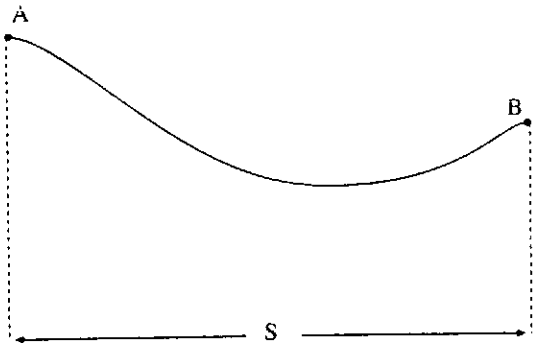
مسئله ۱

(این مسئله شامل ۵ قسمت مستقل از یکدیگر است.)

الف) پنج مقاومت یک اهمی مطابق شکل به هم وصل شده اند. اگر مقاومت سیمهای رابط ناچیز باشد، مقاومت معادل R را بین دو نقطه A و B به دست آورید.



ب) اسکی بازی از حال سکون در نقطه A بر روی تپه ای شیبدار بدون توقف یا چرخش، به طرف پائین حرکت می کند. هنگامی که اسکی باز در نقطهٔ B متوقف می شود، جابه جایی افقی او برابر S است. اختلاف ارتفاع بین دو نقطه A و B با فرض وجود اصطکاک چقدر است؟ (سرعت اسکی باز به قدری کم است که می توان از فشار اضافی ناشی از انحنای مسیر وارد بر برف صرف نظر کرد. هم چنین می توان اصطکاک هوا و بستگی آن به سرعت اسکی باز را نادیده گرفت.)



ج) یک قطعهٔ فلز که به لحاظ گرمایی عایقبندی شده است، توسط یک گرمکن الکتریکی با توان ثابت P، گرم

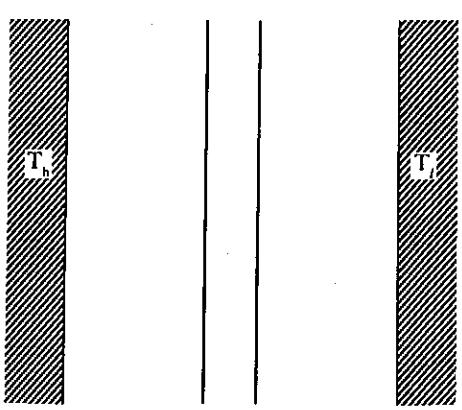
می شود. دمای مطلق این قطعهٔ سربی برحسب زمان به صورت زیر افزایش می یابد:

$$T(t) = T_0[1 + a(t - t_0)]^{\frac{1}{4}}$$

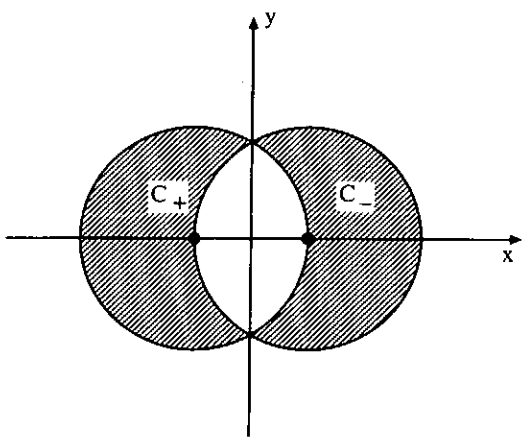
در اینجا a، t_0 و T_0 مقادیر ثابتی هستند. ظرفیت گرمایی $C_p(t)$ این فلز را به دست آورید (دما به گسترهٔ دمایی آزمایش بستگی دارد).

د) یک صفحهٔ مسطح سیاه با دمای ثابت زیاد T_h به طور موازی با یک صفحهٔ مسطح سیاه دیگر با دمای ثابت کم T_l قرار دارد. فضای بین صفحه ها خلاء است. گرما به طریق تابش کاهش می یابد، یک حفاظ گرمایی شامل دو صفحهٔ نازک سیاه، که به لحاظ گرمایی نسبت به هم عایقبندی شده اند، به طور موازی بین صفحه های گرم و سرد قرار گرفته اند. بعد از مدتی به یک وضعیت مانا می رسند. حفاظ گرمایی با چه ضریبی جریان گرما را در این حالت مانا کاهش می دهد؟

از اثرهای لبه ای ناشی از اندازهٔ محدود سطوح چشم پوشی کنید.

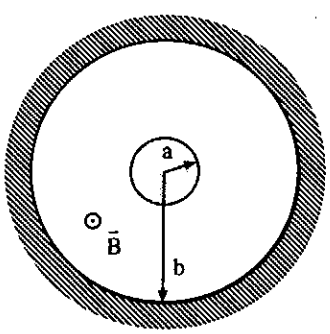


هـ) از دو رسانای مستقیم و طویل غیرمغناطیسی C_+ و C_- که نسبت به یکدیگر عایقبندی شده اند جریان I به ترتیب درجهت مثبت و منفی محور Z می گذرد. سطح مقطع هر رسانا (قسمت هاشور خورده در شکل) با دایره ای به قطر D در صفحهٔ x-y محدود شده است به طوری که فاصلهٔ بین مراکز آنها $D/2$ است. در این صورت مساحت سطح مقطع هر رسانا برابر $(\frac{1}{12}\pi + \frac{1}{8}\sqrt{3})D^2$ است. جریان در سطح مقطع هر رسانا به طور یکنواخت توزیع شده اند. میدان مغناطیسی $B(x,y)$ را در نقطه ای بین فضای رساناها حساب کنید.



مسئله ۲

فضای بین دو رسانای استوانه ای هم محور تهی است. شعاع استوانهٔ داخلی a و شعاع داخلی استوانهٔ بیرونی b است، که در شکل زیر نشان داده شده است. استوانهٔ بیرونی که آند نامیده می شود، می تواند به پتانسیل مثبت V نسبت به استوانهٔ داخلی، وصل شود. هم چنین میدان مغناطیسی همگن $\vec{B}$ موازی با محور استوانه، عمود بر صفحهٔ شکل به طرف خارج، وجود دارد. بارهای القایی روی رساناها را نادیده بگیرید. می خواهیم دینامیک الکترونهای به جرم m و بار e- را که روی سطح استوانهٔ داخلی آزادانه حرکت می کنند بررسی کنیم.



الف) در ابتدا فرض کنید پتانسیل V وصل است اما $\vec{B}=0$ است. الکترونی آزاد که سرعت آن روی سطح استوانهٔ داخلی ناچیز است را درنظر بگیرید. سرعت V این الکترون را هنگامی که به آند برخورد می کند را به دست آورید. پاسخ را برای دو حالت نانسبتی و نسبتی به دست آورید.

برای قسمتهای دیگر این مسئله حالتهای نانسبتی را در نظر بگیرید.

ب) حال فرض کنید $V=0$ و میدان مغناطیسی همگن $\vec{B}$ حضور دارد. الکترونی به طور شعاعی و با سرعت اولیه v_0 از سطح استوانهٔ داخلی به طرف آند حرکت می کند. برای یک میدان مغناطیسی بزرگتر از میدان حدی B_c، الکترون به آند نمی رسد. مسیر حرکت الکترون را در حضور میدان مغناطیسی B که اندکی از B_c بزرگتر است، رسم کنید. B_c را به دست آورید.

برای قسمتهای دیگر مسئله هم پتانسیل V و هم میدان مغناطیسی همگن $\vec{B}$ حضور دارند.

ج) تکانهٔ زاویه ای غیر صفر L نسبت به محور استوانه ناشی از میدان مغناطیسی به الکترون داده می شود. معادله ای برای آهنگ تغییر تکانه زاویه ای، $\frac{dL}{dt}$، بنویسید. و نشان دهید که $L - KeBr^2$ در طول حرکت ثابت است، که در آن K یک عدد حقیقی معین و r فاصله از محور استوانه است. مقدار K را به دست آورید.

د) الکترونی را در نظر بگیرید که باسرعت ناچیز از سطح استوانه داخلی جدا و به آند نمی رسد ولی به فاصله بیشینه برابر r_m از محور استوانه می رسد. سرعت الکترون، v، را در این فاصلهٔ بیشینه برحسب r_m به دست آورید.

هـ) می خواهیم با استفاده از میدان مغناطیسی جریان منظمی از الکترون را به طرف آند برقرار کنیم. برای B بزرگتر از میدان مغناطیسی حدی B_c، الکترونی که با سرعت ناچیز از سطح استوانه داخلی جدا می شود، به آند نمی رسد. B_c را به دست آورید.

و) اگر به استوانهٔ داخلی گرما دهیم الکترونها با یک سرعت غیرصفر از سطح استوانهٔ داخلی جدا می شوند. v_0 مؤلفهٔ سرعت اولیهٔ موازی $\vec{B}$، v_z (در جهت شعاع) و v_φ (در جهت قطبی یعنی عمود بر جهت شعاعی) مؤلفه های عمود بر $\vec{B}$ می باشند.

میدان مغناطیسی حدی B_c برای رسیدن الکترونها به آند را در این حالت حساب کنید.

مسئله ۳

در این مسئله می خواهیم برخی از صورت های آشکار اندازهٔ جزر و مدهای میان اقیانوسی روی زمین را بررسی کنیم. برای سادگی مسئله فرض های زیر را بکار ببرید:

(I) زمین و ماه به صورت دو سیستم مستروی فرض شده اند.

(II) فاصله بین ماه و زمین ثابت فرض شود،

(III) همهٔ سطح زمین را اقیانوسی از آب فرا گرفته است،

(IV) دینامیک حرکت چرخشی زمین به دور محور خودش را نادیده بگیرید، و

(V) هنگام محاسبهٔ نیروی جاذبهٔ گرانشی زمین، همهٔ جرم زمین را در مرکز آن در نظر بگیرید.

داده های دیگر به قرار زیر است:

جرم زمین : $M = 5/98\times10^{24}\ kg$

جرم ماه : $M_m = 7/3\times10^{22}\ kg$

شعاع زمین : $R = 6/37\times10^{6}\ m$

فاصله بین مرکز زمین و مرکز ماه : $L = 3/84\times10^{8}\ m$

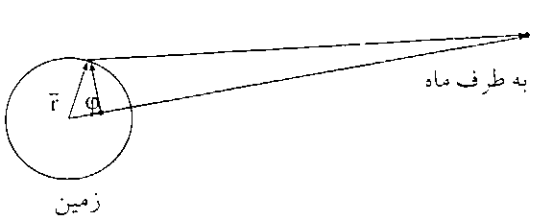
ثابت گرانش : $G = 6/67\times10^{-11}\ m^3 kg^{-1} S^{-2}$

الف) ماه و زمین با سرعت زاویه ای حول مرکز جرم مشترک شان، C، می چرخند. فاصلهٔ C از مرکز زمین چقدر است؟ (این فاصله را با l نشان دهید).

مقدار عددی l را حساب کنید.

حال از چارچوب مرجعی استفاده می کنیم که در آن ماه و مرکز زمین با یکدیگر حول C می چرخند. در این چارچوب مرجع شکل مایع روی سطح زمین ایستاست.

برای نشان دادن موقعیت جرم نقطه ای m روی سطح مایع زمین همانطور که در شکل نشان داده شده است از مختصات قطبی r که از مرکز جرم C می گذرد و در صفحه P [صفحهٔ کاغذ] و عمود بر محور چرخشی است استفاده می کنیم.

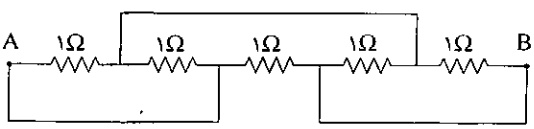


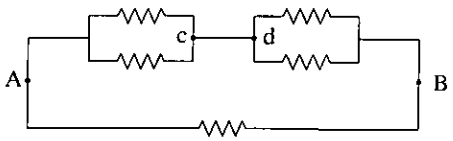
پاسخ بیست و هفتمین المپیاد بین المللی فیزیک

اوسلو، نروژ ۱۹۹۶

حل مسئله ۱

الف) مدار شامل مقاومتها را همانگونه که در شکل دیده می شود، می توان دوباره رسم کرد:





مدار معادل رسم شده نشان می دهد که مقاومت معادل بین نقطه C و A برابر ۰/۵ ، و بین نقطه d و نقطه B نیز همان است. در نتیجه مقاومت معادل بین دو نقطه A و B ، که شامل دو مقاومت متوالی ۰/۵ اهمی و یک مقاومت ۱ اهمی که به طور موازی به یکدیگر وصل شده اند؛ برابر است با:

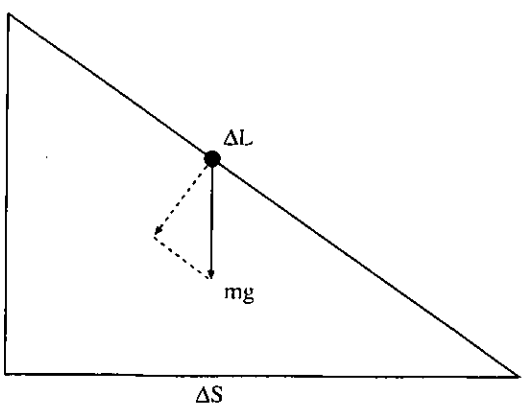
$$R = 0/5\Omega$$

ب) برای یک مسافت به حد کافی کوچک ΔS می توان مسیر را مستقیم درنظر گرفت. اگر جزء طول متناظر با این مسیر را با ΔL نشان دهیم، نیروی اصطکاک برابر است با:

$$\mu mg\frac{\Delta S}{\Delta L}$$

و کار انجام شده توسط نیروی اصطکاک برابر حاصل ضرب این نیرو در جابه جایی است:

$$\mu mg\frac{\Delta S}{\Delta L}.\Delta L = \mu mg\Delta S$$



با جمع مقدار بالا در تمام مسیر کار کل انجام شده توسط نیروی اصطکاک برابر خواهد شد با :

$$mgs$$

مطابق اصل پایستگی انرژی این کارکل انجام شده باید برابر کاهش انرژی پتانسیل اسکی باز باشد. یعنی :

$$h = \mu.S$$

ج) افزایش دما را در یک بازه کوچک زمان dt برابر dT در نظر بگیرید. درطی این بازهٔ زمانی فلز انرژی Pdt را به دست می آورد. ظرفیت گرمایی برابر است با نسبت انرژی داده شده به افزایش دما :

$$C_p = \frac{Pdt}{dT} = \frac{P}{dT/dt}$$

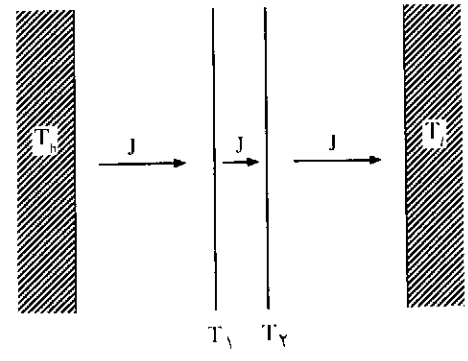
نتایج تجربی متناظر است با :

$$\frac{dT}{dt} = \frac{T_.}{۴}\, a[۱ + a(t - t_.)]^{-\frac{۳}{۴}} = T_.\frac{a}{۴}\left(\frac{T_.}{T}\right)^{۳}$$

از این رو :

$$C_p = \frac{P}{dT/dt} = \frac{۴P}{aT_.^{۳}}T^{۳}$$

(اشاره : در دماهای کم، اما نه خیلی کم، ظرفیت گرمایی فلزات متناسب با $T^{۳}$ تغییر می کند.)



د) در شرایط مانا جریان گرمای خالص از هر قسمت برابر است با :

$$J = \sigma(T_h^{۴} - T_۱^{۴})$$
$$J = \sigma(T_۱^{۴} - T_۲^{۴})$$
$$J = \sigma(T_۲^{۴} - T_l^{۴})$$

با جمع سه معادله بالا داریم :

$$۳J = \sigma(T_h^{۴} - T_l^{۴}) = J_.$$

$J_.$ گرمای منتقل شده در غیاب حفاظ گرمایی است. بنابراین داریم :

$$\xi = J/J_. \quad و \quad \xi = \frac{۱}{۳}$$

هـ) میدان مغناطیسی برآیند از بر هم نهی میدانهای دو رسانای استوانه ای به دست می آید، به طوری که اثر جریانهای ناشی از فصل مشترک [دو رسانا] یکدیگر را خنثی می کنند. هرکدام از رسانه ها حامل جریان بزرگتر I' هستند، اما کسری از این جریان، یعنی I، ازسطح مقطع واقعی هرکدام از رساناها عبور می کند (سطح ماه شکل).

نسبت جریانهای I' و I برابر نسبت سطح مقطع آنهاست :

$$\frac{I}{I'} = \frac{(\frac{\pi}{۱۲} + \frac{\sqrt{۳}}{۸})D^{۲}}{\frac{\pi}{۴}D^{۲}} = \frac{۲\pi + ۳\sqrt{۳}}{۶\pi}$$

هرگاه از یک رسانای استوانه ای جریان I عبور کند، بنابر قانون آمپر در فاصلهٔ r ازمحور آن، مؤلفهٔ قطبی میدان برابر است با :

$$B_\varphi = \frac{\mu_.}{۲\pi r}\frac{I'\pi r^{۲}}{\frac{\pi}{۴}D^{۲}} = \frac{۲\mu_. I' r}{\pi D^{۲}}$$

و مؤلفه های دکارتی در مختصات قائم آن برابر است با :

$$B_x = -B_\varphi \frac{y}{r} = -\frac{۲\mu_. I' y}{\pi D^{۲}}$$

$$B_y = B_\varphi \frac{x}{r} = \frac{۲\mu_. I' x}{\pi D^{۲}}$$

برای میدانهای برهم نهاده شده، در محل $x = \frac{D}{۴}$ روی محور استوانه ها جریان ها برابر I هستند.

جمع مؤلفه های x برابر صفر می شود، در صورتی که حاصل مؤلفه های y برابر است با:

$$B_y = \frac{2\mu_0}{\pi D^2}\left[I'\left(x+\frac{D}{4}\right) - I'\left(x-\frac{D}{4}\right)\right]$$

$$= \frac{\mu_0 I'}{\pi D} = \frac{6\mu_0 I}{(2\pi + 3\sqrt{3})D}$$

که یک مقدار ثابت است و جهت آن در امتداد مثبت محور y است.

حل مسئله ۲

الف) انرژی پتانسیل eV به انرژی جنبشی تبدیل شده است. بنابراین:

$$\frac{1}{2}mv^2 = eV \qquad \text{(نانسبیتی)}$$

$$\frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - mc^2 = eV \qquad \text{(نسبیتی)}$$

در این صورت:

$$v = \begin{cases} \sqrt{\frac{2eV}{m}} & \text{(نانسبیتی)} \\ C\sqrt{1-\left(\frac{mc^2}{mc^2+eV}\right)^2} & \text{(نسبیتی)} \end{cases} \qquad (1)$$

ب) هرگاه $V = 0$ باشد الکترون در یک میدان مغناطیسی همگن حرکت می کند. نیروی مغناطیسی لورنتس عمود بر سرعت الکترون اثر می کند و حرکت الکترون روی یک دایره خواهد بود و سرعت اولیهٔ آن مماس براین دایره است. با مساوی قرار دادن نیروی جانب مرکز و نیروی لورنتس شعاع مداری R (شعاع سیکلوترونی) به دست می آید:

$$eBv_0 = \frac{mv_0^2}{R}$$

$$B = \frac{mv_0}{eR} \qquad (2)$$

با توجه به شکل مشاهده می شود که در حالت حدی شعاع مداری R در رابطه زیر صدق می کند.

$$\sqrt{a^2 + R^2} = b - R$$

با مربع کردن طرفین این معادله داریم:

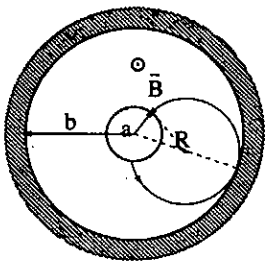
$$a^2 + R^2 = b^2 - 2bR + R^2$$

و یا:

$$R = \frac{(b^2 - a^2)}{2b}$$

با قرار دادن این مقدار در معادلهٔ (۲)، میدان حدی برابر است با:

$$B_C = \frac{mv_0}{eR} = \frac{2bmv_0}{(b^2 - a^2)e}$$



ج) هرگاه گشتاوری بر یک جسم اثر کند، تکانهٔ زاویه ای جسم نسبت به زمان تغییر می کند. بنابراین مؤلفه قطبی F_φ نیروی لورنتس $\vec{F} = (-e)\vec{B} \times \vec{v}$، باعث ایجاد گشتاور $F_\varphi r$ می شود. تنها مؤلفهٔ شعاعی سرعت الکترون $v_r = \frac{dr}{dt}$ باعث ایجاد مؤلفهٔ قطبی نیروی لورنتس می شود.

از این رو:

$$\frac{dL}{dt} = eBr\frac{dr}{dt}$$

که می توان آن را به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\frac{d}{dt}\left(L - \frac{eBr^2}{2}\right) = 0$$

در این صورت:

$$C = L - \frac{1}{2}eBr^2 \qquad (3)$$

که در مدت حرکت ثابت است. بنابراین عدد بدون بعد k درصورت مسئله برابر $k = \frac{1}{2}$ است.

د) اکنون ثابت c را در معادلهٔ (۳)، روی سطح داخلی استوانه $(r = a)$ و در بیشترین فاصله $(r = r_m)$ حساب می کنیم.

$$0 - \frac{1}{2}eBa^2 = mvr_m - \frac{1}{2}eBr_m^2$$

و خواهیم داشت:

$$v = \frac{eB(r_m^2 - a^2)}{2mr_m} \qquad (4)$$

راه حل دیگر : ابتدا پتانسیل الکتریکی $V(r)$ را برحسب فاصلهٔ شعاعی به دست می آوریم . در مختصات استوانه ای میدان با نسبت عکس r فرو می افتد ، به طوری که پتانسیل از رابطهٔ $V(r) = C_1 Lnr + C_2$ به دست می آید . با توجه به اینکه $V(a) = 0$ و $V(b) = V$ ، با به دست آوردن دو ثابت C_1 و C_2 داریم :

$$V(r) = V \frac{Ln(r/a)}{Ln(b/a)}$$

با تبدیل همه انرژی پتانسیل الکتریکی در $r = r_m$ به انرژی جنبشی داریم

$$\frac{1}{2}mv^2 = eV \frac{Ln(r_m/a)}{Ln(b/a)}$$

درنتیجه

$$v = \sqrt{\frac{2eV}{m} \frac{L_n(r_m/a)}{L_n(b/a)}} \qquad (۵)$$

همان طور که دیده می شود پاسخ های (۴) و (۵) متفاوت اند . این تنها به این خاطر ظاهر می شود که r_m یک پارامتر مستقل نیست ، بلکه توسط B و v تعیین می شود ، بنابراین دو جواب یکتا هستند .

هـ) برای میدان مغناطیسی حدی ، بیشینهٔ فاصله r_m برابر b ، شعاع استوانهٔ خارجی یعنی b می باشد ، و سرعت در نقطهٔ بازگشت برابر است با :

$$v = \frac{eB(b^2 - a^2)}{2mb}$$

از این رو نیروی لورنتس کاری انجام نمی دهد ، و انرژی جنبشی $\frac{1}{2}mv^2$ برابر eV است (سئوال الف) :

با توجه به دو معادلهٔ اخیر خواهیم داشت :

$$\frac{eB(b^2 - a^2)}{2mb} = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$$

میدان مغناطیسی حدی برای جریان قطع برابر است با :

$$B_c = \frac{2b}{b^2 - a^2} \sqrt{\frac{2mV}{e}}$$

و) نیروی لورنتس هیچ مؤلفه ای موازای میدان مغناطیسی ندارد ، و درنتیجه مؤلفه سرعت v_B در هنگام حرکت ثابت است .

جابه جایی موازی متناظر با محور استوانه ارتباطی با مسئله رسیدن به آند ندارد .

سرعت قطبی نهایی الکترونی را که به سختی به آند می رسد را با v نشان می دهیم . پایستگی انرژی تضمین می کند که :

$$\frac{1}{2}m(v_R^2 + v_\varphi^2 + v_z^2) + eV = \frac{1}{2}m(v_R^2 + v^2)$$

و از آنجا داریم :

$$v = \sqrt{v_i^2 + v_\varphi^2 + \overline{2eV/m}} \qquad (۶)$$

با محاسبهٔ ثابت C در معادله (۳) برای هر دو سطح استوانه درحالت حدی خواهیم داشت :

$$mv_\varphi a - \frac{1}{2}eB_C a^2 = mvb - \frac{1}{2}e B_C b^2$$

با قراردادن مقدار سرعت v از معادلهٔ (۶) ، برای میدان حدی خواهیم داشت :

$$B_C = \frac{2m(vb - v\varphi a)}{e(b^2 - a^2)}$$

$$= \frac{2mb}{e(b^2 - a^2)} \left[\sqrt{v_i^2 + \overline{v_\varphi^2 + 2eV/m}} - v_\varphi \overline{a/b} \right]$$

حل مسئله ۳

الف) با قرار دادن مبداء روی مرکز زمین ، مرکز جرم c′ در محل $\bar{l}$ خواهد بود . و فاصله l از رابطهٔ زیر به دست می آید

$$Ml = M_m(L - l)$$

که خواهیم داشت :

$$l = \frac{M_m}{M + M_m} L = 4/63 \times 10^6 m \qquad (۱)$$

که کمتر از R ، و درنتیجه درون زمین است .

نیروی مرکز گریز باید با نیروی جاذبهٔ گرانشی بین ماه و زمین متعادل شود :

$$M\omega^2 l = G\frac{MM_m}{L^2}$$

و از آنجا به دست می آوریم :

$$\omega = \sqrt{\frac{GM_m}{L^2 l}} = \sqrt{\frac{G(M + M_m)}{L^3}} \qquad (۲)$$

$$= 2/67 \times 10^{-6} S^{-1}$$

(که با دورهٔ: (روز) ۲۷/۲ = $\frac{۲\pi}{\omega}$ متناظر است.)

برای حذف l از معادلهٔ (۱) استفاده کرده ایم.

ب) انرژی پتانسیل جرم نقطه ای m شامل سه قسمت است:

(۱) انرژی پتانسیل ناشی از چرخش (با چرخش در چارچوب مرجع، صورت مسئله را ببینید)،

$$-\frac{۱}{۲}m\omega^۲ r_۱^۲$$

که در آن $r_۱$ فاصله از C است. این متناظر است با نیروی مرکزگریز $m\omega^۲ r_۱^۲$ که در جهت بیرون از C است.

(۲) جاذبهٔ گرانشی زمین،

$$-G\frac{mM}{r}$$

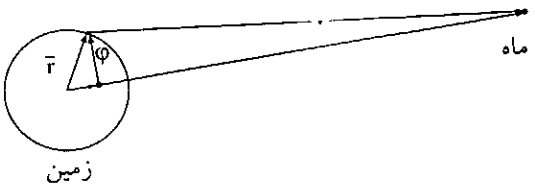
(۳) جاذبهٔ گرانشی ماه،

$$-G\frac{mM_m}{r_m}$$

که در آن r_m فاصله از ماه است.

با درنظر گرفتن مکان m در دستگاه مختصات قطبی r، در صفحهٔ متعامد به طرف محور چرخش (شکل را ببینید)، خواهیم داشت:

$$r_۱^۲ = (r-l)^۲ = r^۲ - ۲rl\,Cos\varphi + l^۲$$



با جمع سه قسمت مربوط به انرژی پتانسیل، خواهیم داشت:

$$V(r) = -\frac{۱}{۲}m\omega^۲(r^۲ - ۲rl\,Cos\varphi + l^۲) - \frac{GmM}{r} - \frac{GmM_m}{|L-r|} \qquad (۳)$$

در اینجا l از معادلهٔ (۱) به دست می آید و

$$|r_m| = \sqrt{(L-r)^۲} = \sqrt{L^۲ - ۲Lr + r^۲}$$
$$= L\sqrt{۱ + (r/L)^۲ - ۲(r/L)Cos\varphi}$$

ج) چون نسبت $a = \frac{r}{L}$ خیلی کوچک است، می توانیم از بسط زیر استفاده کنیم:

$$\frac{۱}{\sqrt{۱ + a^۲ - ۲a\,Cos\varphi}} = ۱ + a\,Cos\varphi + \frac{a^۲}{۲}(۳Cos^۲\varphi - ۱)$$

$$V(r,\varphi)/m = -\frac{۱}{۲}\omega^۲ r^۲ - \frac{GM}{r} - \frac{GM_m r^۲}{۲l^۳}(۳Cos^۲\varphi - ۱) \qquad (۴)$$

در اینجا از رابطهٔ زیر استفاده شده است:

$$m\omega^۲ rl\,Cos\varphi - G_m M_m \frac{r}{L^۳}Cos\varphi = ۰$$

هرگاه از رابطهٔ (۲) به جای $\omega^۲$ در معادله بالا جای گذاری کنیم، به این نتیجه می رسیم.

شکل مایع روی سطح زمین به گونه ای است که یک جرم نقطه ای m در هرکجای آن سطح دارای انرژی V است. (این معادل آن است که بگوئیم هیچ نیروی خالص مماس بر سطح وجود ندارد). با قرار دادن:

$$r = R + h$$

که در آن h برآمدگی جذر و مدی خیلی کوچکتر از R است، بنابراین به طور تقریبی خواهیم داشت:

$$\frac{۱}{r} = \frac{۱}{R+h} = \frac{۱}{R}\frac{۱}{۱ + (h/R)} \cong \frac{۱}{R}\left(۱ - \frac{h}{R}\right) = \frac{۱}{R} - \frac{h}{R^۲}$$

همچنین:

$$r^۲ = R^۲ + ۲Rh + h^۲ \cong R^۲ + ۲Rh$$

با جای گذاری این مقادیر و هم چنین مقدار به دست آمده در رابطهٔ (۲) داخل رابطهٔ (۴) خواهیم داشت:

$$V(r,\varphi)/m = -\frac{G(M+M_m)R}{L^۳}h + \frac{GM}{r}h - \frac{GM_m r^۲}{۲l^۳}(۳Cos^۲\varphi - ۱) \qquad (۵)$$

دوباره از یک مقدار ثابت چشم‌پوشی شده است.

اندازهٔ اولین جملهٔ طرف راست معادلهٔ (۵) ضریبی است از:

$$\frac{(M+M_m)}{M}\left(\frac{R}{L}\right)^{۳} \cong ۱۰^{-۵}$$

که از جمله دوم کوچکتر و در نتیجه قابل چشم‌پوشی است. اگر دو جمله آخر را برابر یکدیگر قرار دهیم خواهیم داشت:

$$h=\frac{M_m r^{۲} R^{۲}}{۲ML^{۳}}\left(۳Cos^{۲}\varphi-۱\right)$$

بنابراین جرم نقطه‌ای m در هر نقطه روی سطح زمین دارای همان انرژی است. در اینجا با اطمینان می‌توان به جای $r^{۲}$، مقدار تقریبی $R^{۲}$ را قرار داد، برای برآمدگی جذر و مدی به دست می‌آوریم:

$$h=\frac{M_m R^{۴}}{۲ML^{۳}}\left(۳Cos^{۲}\varphi-۱\right)$$

که بیشترین مقدار آن برای $\varphi=۰$، برابر $h_{max}=\frac{M_m R^{۴}}{ML^{۳}}$ خواهد بود، در جهت یا خلاف جهت ماه، در صورتی که کمترین مقدار آن برای $\varphi=\pi/۲$ یا $\pi/۲$ برابر $h_{min}=-\frac{M_m R^{۴}}{۲ML^{۳}}$ خواهد بود.

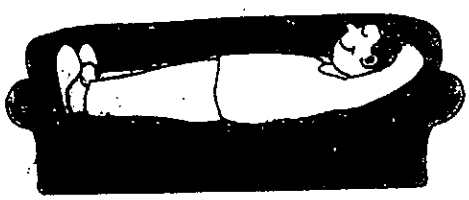
به علاوه اختلاف بین کمترین و بیشترین جزر و مد برابر است با:

$$h_{max}-h_{min}=\frac{۳M_m R^{۴}}{۲ML^{۳}}=۰/۵۴m$$

(کمترین و بیشترین مقدار جذر و مد با یک مقدار ثابت که باید افزوده شود تعیین می‌شود، اما اختلاف بین آنها مستقل از آن مقدار ثابت است).

درک فیزیک

وقتی بدون حرکت روی یک کاناپه می‌خوابید، کاناپه به شما نیرویی وارد می‌کند که درست برابر با وزن شماست. وقتی بی‌حرکت روی زمین می‌خوابید، زمین به شما نیرویی وارد می‌کند که درست برابر با وزن شماست. این نیرو با نیروی وارد از طرف کاناپه به شما تفاوتی ندارد. پس چرا خوابیدن روی کاناپه، راحت‌تر از خوابیدن روی زمین است؟



کشف بلور ویگنر

مترجم: محمد علی سعادت بخت

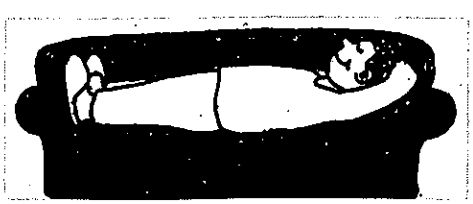
روز جمعه پنجم فوریه نوعی از ماده را که یوجین ویگنر (Eugene Wigner) در سال ۱۳۱۳ (۱۹۴۳م) پیش بینی کرده بود در دماهایی به طور غیر معمولی زیاد بود کشف شد. در بیشتر فلزها، الکترونها مانند یک گاز رفتار می کنند و درون ساختار آن به طور کاتوره ای حرکت می کنند. اما ویگنر پیش بینی کرد که وقتی چگالی الکترون به اندازهٔ کافی کم باشد، گاز الکترونی در یک شبکه با ویژگیهای فرومغناطیسی منجمد خواهد شد. بر طبق شبیه سازیهای کامپیوتری این بلورهای ویگنر فقط باید در دماهای زیر ۱۰۰ کلوین یا در این حدود تشکیل شوند، اما اولین بلور ویگنر که به طور تجربی مشاهده شد در دمای ۶۰۰K بود. این بلور در هگزا بورید کلسیم آلاییده با لانتانم توسط تیمی از محققان آمریکایی، سویسی و آرژانتینی کشف شد.
(Nature 397412)

در فلزهای عادی تعداد الکترونهای با اسپین «بالا» و اسپین «پایین» برابر است. اما وقتی که اسپینهای بالا بیشتر از پایین باشد، یا برعکس، فلز فرومغناطیس می شود. به علاوه، الکترونهای جفت نشده که مسؤول خاصیت مغناطیسی هستند در شبکهٔ فلز ثابت شده اند و نمی توانند حرکت کنند. این همان اتفاقی است که در آهن می افتد. اما در هگزابورید کلسیم آلاییده با لانتانم، الکترونهای جفت نشده که مسئول خاصیت مغناطیسی هستند می توانند حرکت کنند. روی گودریج (Roy Goodrich) از دانشگاه ایالتی لوییزیانا عضو این تیم گفت «کاربردهای عملی این کشف را ما هنوز نمی دانیم ولی افراد زیادی به این کشف توجه خواهند کرد.»

مرجع:
Physics Web Institute of physics Publishing News: o5 February 1999.

پاسخ

چیزی که اهمیت دارد، فشار است، نه نیرو. فشار فقط تابع نیرو نیست؛ بلکه به سطح تماس هم بستگی دارد. وقتی شما روی زمین سفت می خوابید، سطحی از بدن شما که با زمین تماس دارد، نسبتاً کوچک است. بنابراین، فشار میانگین نسبتاً زیاد است. روی تختی از میخ، سطح تماس حتی از آن هم کم تر و فشار بیش تر است. وقتی روی کاناپه می خوابید، سطح بزرگی از بدن شما با آن در تماس است. بنابراین، وقتی کاناپه را با زمین (یا تختی پوشیده از میخ) مقایسه می کنید، متوجه می شوید که سطح بزرگ تری از کاناپه با بدن شما تماس دارد؛ در نتیجه، میانگین فشار کم تر است.



بررسی میکروسکوپی،
قانون لنز

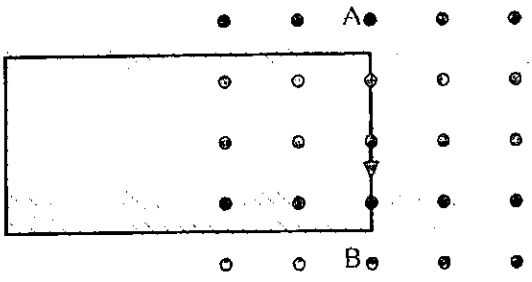
محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

در کتاب های درسی دبیرستانی، سر و ته قانونی موسوم به *قانون لنز* چنین هم آورده می شود: «...جریان القایی در جهتی برقرار می شود که با عامل به وجودآورندهٔ خود مخالفت می کند.»

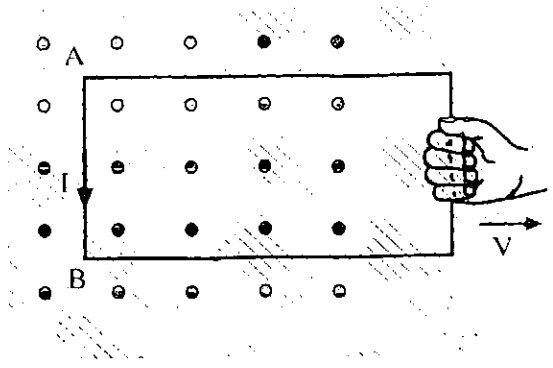
سپس با ذکر چند مثال، به تعریف بالا عینیت بخشیده می شود. نمی دانم که چند درصد از دانش آموزان، این تعریف را بی چون و چرا می پذیرند و چند درصد از آنهایی که باز هم سؤال می کنند، با پاسخ هایی از این قبیل رو به رو می شوند که: «قانون لنز در کل طبیعت صادق است. مثلاً اگر شما دُم خری را بکشید، می بینید جلو جلو می رود و اگر گوشش را بکشید، می بینید عقب عقب می رود.»

در هر حال، به نظر می رسد که در کتاب های دبیرستانی با وجود تغییرات بنیادی، بی جهت از بحث درباره علت وجودی این قانون اجتناب شده است. به ویژه که با بررسی میکروسکوپی این قانون، بخوبی می توان مفاهیم چند تعریف مجرد دیگر را نیز برای دانش آموزان جا انداخت. در این جا سعی می شود، آنچه که در بعضی از کتاب های دانشگاهی با زبان پیچیده ای بیان شده است، به طور ساده تری که مناسب حال دانش آموزان دبیرستانی باشد، بیان شود. یک حلقه مستطیل شکل را که در صفحه ای عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت B (مطابق شکل ـ ۱) قرار دارد، در نظر بگیرید و فرض کنید که شخصی این حلقه را از چپ به راست می کشد. اگر مسأله را از دید یک ناظر بیرونی (مثلاً سوار بر آهنربا) بررسی کنیم، متوجه می شویم که از دید این ناظر، بر حامل های بار مثبت، نیرویی طبق رابطه $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$ وارد می شود. از قاعدهٔ دست راست درمی یابیم که امتداد اثر این نیرو در شاخهٔ AB رو به پایین است؛ زیرا جهت قراردادی جریان، جهت حرکت بارهای مثبت فرضی است. پس با کشیدن حلقه به سمت راست، جریانی پاد ساعتگرد در حلقه تولید می شود. جالب آن که اگر حلقه را به درون بکشیم، همین جریان پادساعتگرد برای حلقه ای که به درون می کشیم ـ همان طور که انتظار داشتیم ـ نقش جریان ساعتگرد را بازی می کند! (شکل ـ ۲)

حال بیایید مسأله را از دید ناظری سوار بر حلقه بررسی



شکل ۱



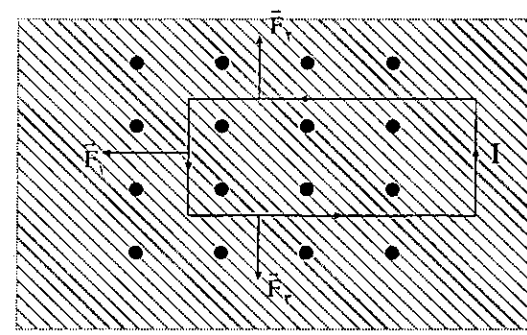
شکل ۲

کنیم؛ از آن جا که این ناظر، حرکت حلقه را مشاهده نمی کند، باید جریان را که چیزی واقعی است و نباید به

ناظرها وابسته باشد، طوری دیگر توجیه کند. این ناظر بالاخره مجبور می شود به این نتیجهٔ منطقی برسد که چون در نبود حرکت حلقه نیرویی که می تواند بارها را در حلقه به حرکت درآورد، نیرویی الکتریکی است، پس یک میدان مغناطیسی متغیّر، میدان الکتریکی ای تولید می کند که بارها را در جهت پادساعتگرد به حرکت درمی آورد.

حال باتوجه به این که می دانیم بر یک رسانای حامل جریان در میدان مغناطیسی، نیرویی برابر $\vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B}$ وارد می شود، آن گاه با استفاده از قاعدهٔ دست راست درمی یابیم که بر اضلاع مستطیل، نیروهایی مطابق شکل ـ ۳ وارد می شوند. بدیهی است که $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_4$ یکدیگر را خنثی می کنند و بنابراین، این فقط $\vec{F}_1$ است که در برابر حرکت مقاومت می کند.

توجه کنید که اگر حلقه را به طرف داخل میدان حرکت می دادیم، جهت جریان ساعتگرد و در نتیجه جهت نیروی



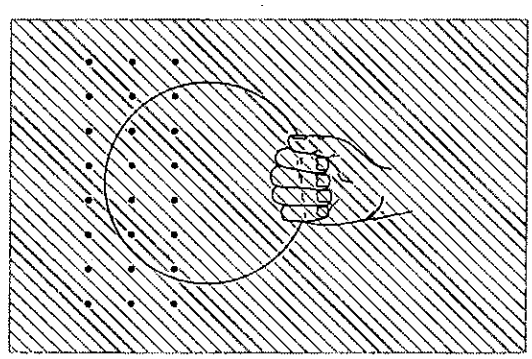
شکل ۳

$\vec{F}_1$، خلاف جهت قبلی و دوباره در جهت مخالفت با عاملِ به وجودآورندهٔ آن می شد.

حال می خواهیم ثابت کنیم که ***قانون لنز*** در واقع چیزی جز پایستگی انرژی نیست. دیدیم که ناظر سوار بر حلقه، وجود جریان را به نیرویی الکتریکی نسبت می دهد. بدیهی است که مقدار این نیرو باید با نیروی مغناطیسی که ناظرِ سوار بر آهنربا محاسبه می کرد، برابر باشد: $qE=qVB$، و از آن جا $E=VB$ به دست می آید. از طرفی، اختلاف پتانسیل دو سر میلهٔ AB از رابطهٔ $\varepsilon = EL$ به دست می آید که با در نظر گرفتن رابطهٔ بالا به $\varepsilon = BVL$ خواهد انجامید. می دانیم که جریانِ موجود در مدار را می توان از رابطهٔ $I = \frac{\varepsilon}{R}$ که R مقاومت مدار است، محاسبه کرد؛ چون $\varepsilon = BVL$ است، پس $I = \frac{BIv}{R}$ و از آن جا $F = ILB = \frac{I^2B^2v}{R}$ خواهد شد. بنابراین، عاملی که حلقه را می کشد، با توان ثابت $P = FV = \frac{B^2I^2v^2}{R}$ کار انجام می دهد. حال اگر آهنگ تولید انرژی در مدار را از رابطهٔ $P = I^2R$ محاسبه کنیم، دوباره به رابطهٔ بالا می رسیم. به عبارت دیگر، ***قانون لنز چیزی جز تبدیل کار مکانیکی به انرژی گرمایی نیست***. کار انجام شده روی سیستم، درست برابر با انرژی داخلیِ القا شده در سیم است؛ زیرا اینها تنها انرژی هایی هستند که در سیستم به یکدیگر تبدیل می شوند.

تمرین

به عنوان یک تمرین جالب، توصیه می شود که کلیهٔ مفاهیم مطرح شده در این مقاله را برای حلقه ای دایره ای بیازمایید (شکل ـ ۴).



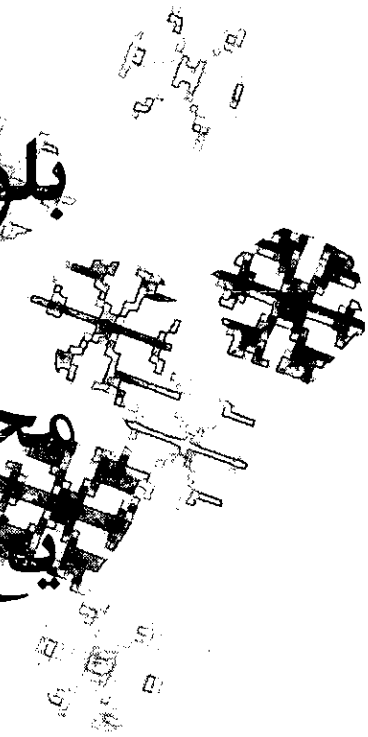
شکل ۴

مرجع

هر مرجعی که دربارهٔ فیزیک پایهٔ دانشگاهی است. مثلاً نگاه کنید به: فیزیک هالیدی، رزنیک، ویرایش سوم (البته معلوم نیست که به چه دلیل این بحث در ویرایش های چهارم وپنجم این کتاب حذف شده است!)

اس.کاگاوا، ام.کاکهی، اف.اپتو و کاکاگاوا
مترجم: محمد حسین شمس دبیر فیزیک نی ریز فارس

مشاهده بلورهای برف با استفاده از محفظه‌ای که با یخ خشک سرد شده است

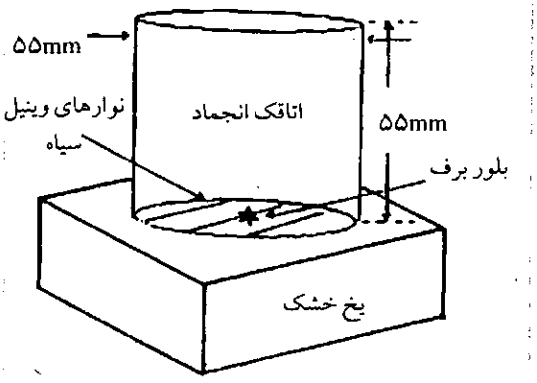


در این مقاله نشان خواهیم داد که مشاهده میکروسکوپیک بلورهای طبیعی برف در دمای بالا و نزدیک صفر درجهٔ سلسیوس امکان پذیر است. برای این منظور یک روش سرد کردن جزئی بکار می بریم. یعنی یک بلور برف را در محفظه‌ای که با یخ خشک سرد شده قرار می دهیم به طوری که از تولید شبنم جلوگیری شود. با استفاده از این روش ساده می توان بلورهای برف را در زمستان مشاهده کرد. (جایی که برف وجود دارد). این نوع آزمایشهای مشاهده‌ای برای برانگیختن علاقهٔ دانش آموزان به زیباییهای اشکال طبیعی بسیار نتیجه بخش است.

محبوبیت فیزیک در ژاپن از چند سال قبل رو به کاهش گذاشته است. بسیاری از این موضوع شکوه می کنند و نگران تأثیر این روند بر وضعیت آینده علم و فن آوری در ژاپن هستند. وضعیت مشابه‌ای در کشورهای پیشرفته در حال اتفاق افتادن است. برای حل این مسئله باید آزمایشهای نمایشی جالب و زیبایی در آموزش فیزیک برای ایجاد انگیزه در دانش آموزان طرح کرد.

در این مقاله یک روش جدید اما ساده برای مشاهده میکروسکوپیک بلورهای برف ارائه شده است. بلورهای برف برای اولین بار بوسیله بنتلی به تفصیل مورد مطالعه قرار گرفت. در ژاپن پروفسور ناکایا از دانشگاه هوکایدو مطالعات بسیار دقیقی را روی بلورهای برفی که در جزیره هوکایدو فرود می آمدند انجام داد. ثابت شده که شکل بلورهای برف به شرایط هوا (مثل رطوبت و دما) بستگی دارد. روش ناکایا برای مشاهده میکروسکوپیک بلورهای برف در مجلات علمی و برخی کتابهای مشهور گزارش شده است. در گزارش ناکایا آمده است که بلورهای برف را فقط زمانی می توان مشاهده کرد، که دمای محیط اطراف کمتر از $5^{\circ}C-$ باشد. وگرنه بلورهای برف ذوب می شوند. و این همان شرایطی است که در جزیره هوکایدو وجود دارد. منطقه فوکویی نسبت به جزیره هوکایدو در عرض جغرافیایی پایین تری واقع است، و متوسط دما در زمستان بطور قابل ملاحظه‌ای بالاتر است. تاکنون مطالعات ریخت شناسی اندکی روی بلورهای برف در این منطقه انجام شده است. اما در این مقاله نشان خواهیم داد که می توان بلورهای برف را حتی در دماهای اطراف صفر درجه سلسیوس نیز مشاهده کرد.

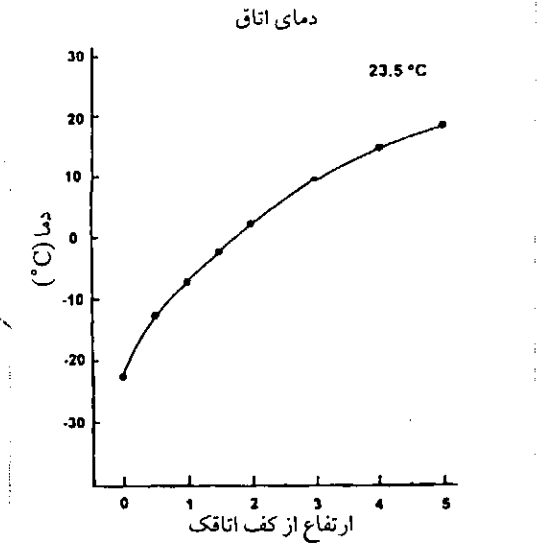
نکته اصلی روش ما این است که ما قسمتی که باید بلورهای برف در آن قرار گیرند را سرد نگه می داریم. از یک تکه یخ خشک بعنوان منبع سرما استفاده کردیم. برای



شکل ۱ : اتاقک انجماد و میکروسکوپ تجزیه ای تصویر طرحواره ای از آزمایش را می توان در این شکل مشاهده کرد.

مشاهده بلورهای برف می توانی از یک میکروسکوپ تجزیه ای (dissecting) یا یک میکروسکوپ نفوذی (ponetating) استفاده کرد.

شکل (۱) اتاق انجماد و میکروسکوپ تجزیه ای و تصویر طرحواره ای از روش سرد کردن را نشان می دهد. ما از یک قوطی آلومینیمی (به ارتفاع ۵۵mm و قطر ۵۵mm بعنوان اتاق انجماد استفاده کردیم. این محفظه رطوبت هوای اطراف را می راند. اگر یک بلور برف را مستقیماً و بدون استفاده از چنین محفظه ای سرد کنیم بخاطر جذب شبنم بسرعت ابری می شود.



شکل ۲ : نمودار توزیع دما در اتاقک انجماد بصورت تابعی از ارتفاع از کف ظرف است.

شکل (۲) توزیع دمای به دست آمده در محفظه انجماد را نشان می دهد در حالی که دمای هوای محیط اطراف $23/5^{\circ}C$ است. می توان دید که دما در کف اتاق انجماد حدود $-22/5^{\circ}C$ است. ناحیهٔ پایین تر از ۱۷ میلی متر زیر دمای انجماد نگهداشته می شود. این دما برای پایدار نگه داشتن بلور برف به اندازهٔ کافی پایین است. هنگامی که بلورهای برف را مشاهده می کردیم دمای محیط اطراف اتاق انجماد $10^{\circ}C$ بود، بنابراین نمودار توزیع دما در اتاق انجماد از نمودار شکل (۲) پایین تر بود. تکه هایی از نوار وینیل سیاه را به تـه اتاقک چسباندیم زیرا پس زمینه تیره باعث می شود هنگام عکس برداری با میکروسکوپ تجزیه ای بلورهای برف بخوبی مشخص می شوند.

بعد اتاق انجماد را در فضای آزاد قرار دادیم. و یک بلور برف را با یک انبرک که بوسیله یخ خشک سرد شده بود برداشته و در کف اتاقک انجماد قرار دادیم. اتاقک را به سرعت به درون آزمایشگاه بردیم و بلورهای برف را زیر نور لامپ فلورسنت مشاهده کردیم. البته می توان مشاهدات را در روشنایی روز و بدون استفاده از نور مصنوعی انجام داد.

شکل (۳) یک نمونه عکس از بلورهای برف را نشان می دهد که با روش توصیف شده در بالا گرفته شده است. هنگامی که بلور برف از زمین برداشته شد دمای سطح برف

شکل ۳ : عکس از یک بلور برف که با میکروسکوپ تجزیه ای (۲۰×) گرفته شده است.

نزدیک نقطه انجماد بود زیرا بارش برف تازه متوقف شده بود و دمای هوا $-3^{\circ}C$ بود. با وجود این ما توانستیم با موفقیت در فضای آزاد با استفاده از یک میکروسکوپ تجزیه‌ای معمولی، از بلورهای برف عکس تهیه کنیم.

شکل (۴) عکس یک بلور برف را که بوسیله یک نوع میکروسکوپ نفوذی گرفته شده است نشان می دهد. در این آزمایش از یک اتاقک شیشه‌ای (۳ × ۳ × ۲۵ mm) استفاده شده است. و برای سرد نگه داشتن بلورها یک تکه یخ خشک در اتاقک قرار داده شده بود. گاز دی‌اکسید کربن که از روی یخ خشک متصاعد می شد جلو شبنم شدن بلور برف را می گرفت. شیشهٔ زیرین اتاقک در اثر برخورد شبنم ابری می شد. اما اشکالی در مشاهده میکروسکوپیک بلورهای برف ایجاد نشد. با دقت در شکل ۴ خواهید دید که خطوط در شکل بلور برف واضح تر از خطوط در شکل ۳ است. و به این دلیل است که بلور برف در شکل ۴ زمانی بر روی زمین فرود آمده است که دمای هوای محیط کمتر از $-3^{\circ}C$ بوده است.

باید تأکید کنم که این روش را می توان در تابستان و یا حتی در کشورهای گرمسیر برای مشاهده شبنم تولید شده با یخ خشک نیز بکار برد.

مرجع: Physics Education, Jan 99:43-45

برگ اشتراک مجلات آموزشی رشد

نام نام خانوادگی: .....

تاریخ تولد: .....

میزان تحصیلات: .....

تلفن: .....

نشانی کامل پستی: .....

استان: .....

شهرستان: .....

خیابان: .....

کوچه: .....

پلاک: .....

کد پستی: .....

مبلغ واریز شده: .....

شماره رسید بانکی: .....

تاریخ رسید بانکی: .....

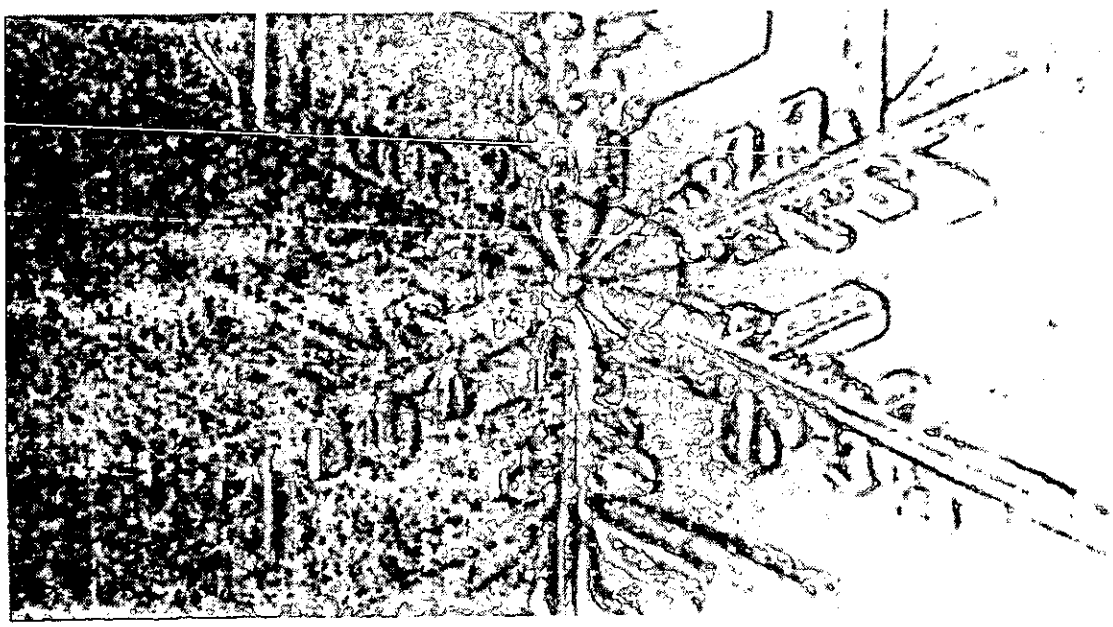
مجله درخواستی: .....

امضاء:

شرایط اشتراک

۱- واریز حداقل مبلغ ۱۰،۰۰۰ ریال به‌عنوان پیش پرداخت به حساب شمارهٔ ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبهٔ سرخه حصار، کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست و ارسال رسید بانکی به همراه برگهٔ تکمیل شده اشتراک به نشانی دفتر انتشارات کمک آموزشی.

۲- شروع اشتراک از زمان وصول برگهٔ درخواست اشتراک است. بدیهی است یک ماه قبل از اتمام مبلغ پیش پرداخت، به مشترک جهت تجدید اشتراک اطلاع داده خواهد شد.



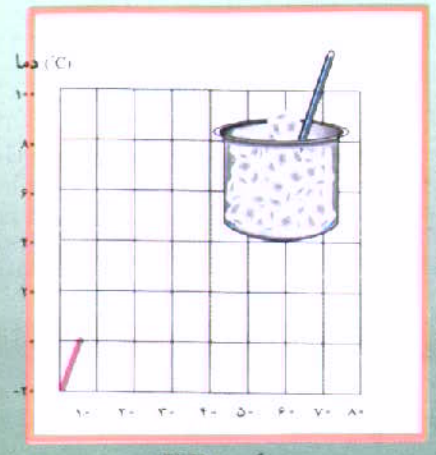
شکل ۴ - عکس از یک بلور برف که با میکروسکوپ تجزیه‌ای (۲۰×) گرفته شده است.

۱) یخ در حال گرم شدن

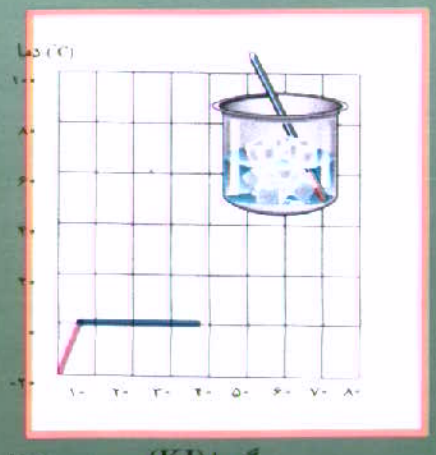
۲) یخ در حال ذوب

۳) آب در حال گرم شدن

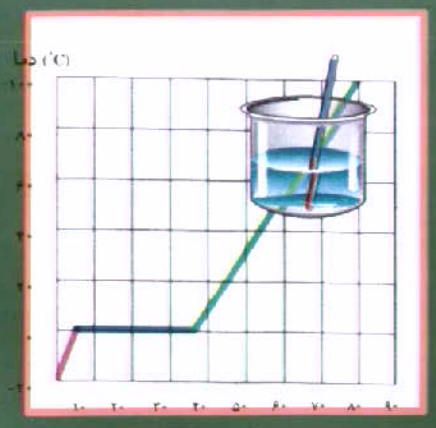
٤) آب در حال جوشیدن و تبخیر



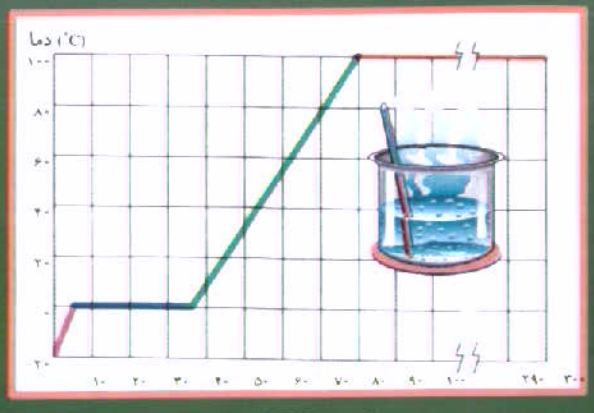
۹ـ



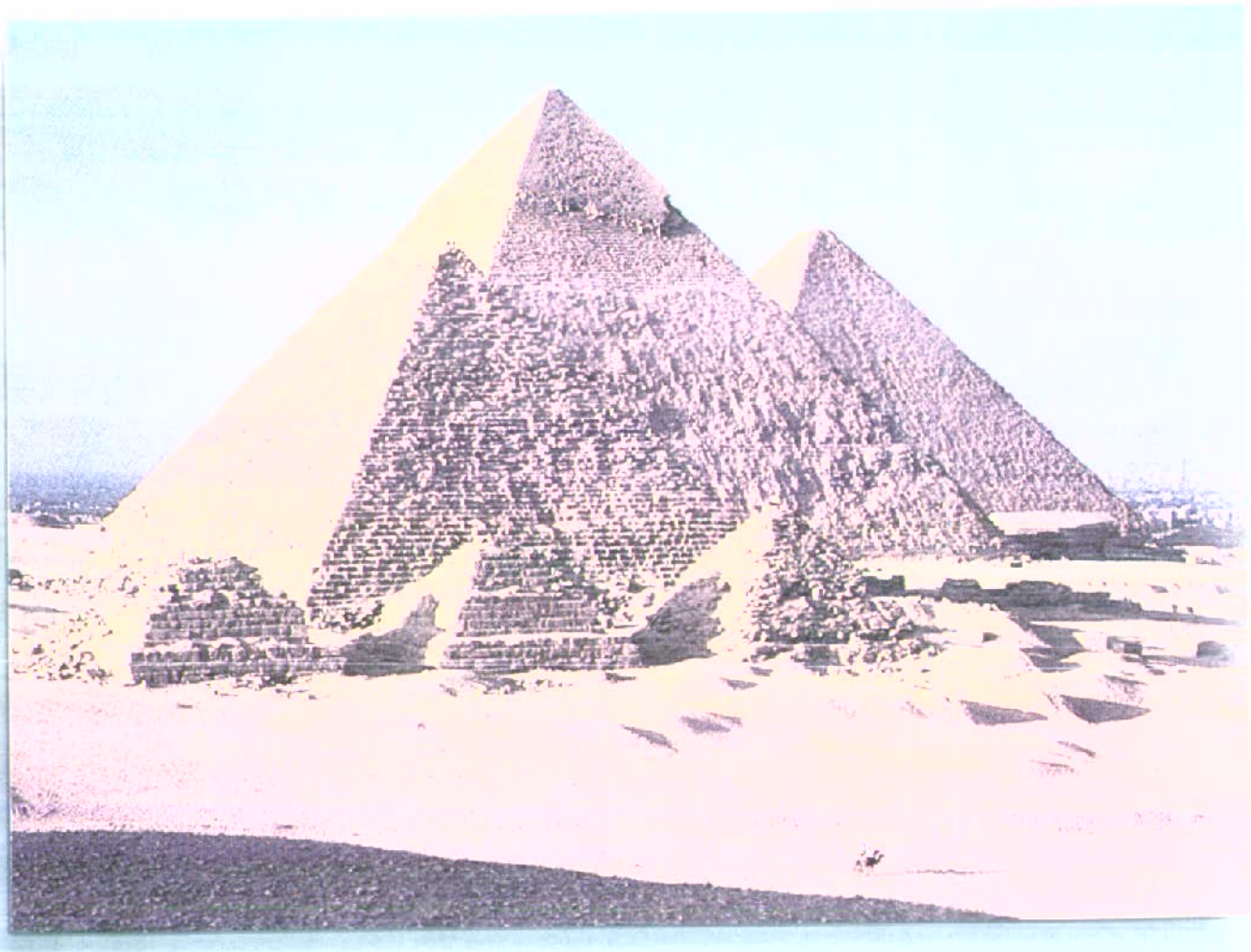
۹†



۹‡



۱۰



▲ اهرام مصر

جرم هر قطعه سنگ به کار رفته در اهرام به طور متوسط ۱۰۰۰۰kg است. برای بالا بردن یک قطعه سنگ به ارتفاع ۱۰۰ متری با سرعت ثابت چه مقدار کار انجام شده است؟ ضریب اصطکاک را ۰/۲ و شیب اهرام را ۵۰ در نظر بگیرید.