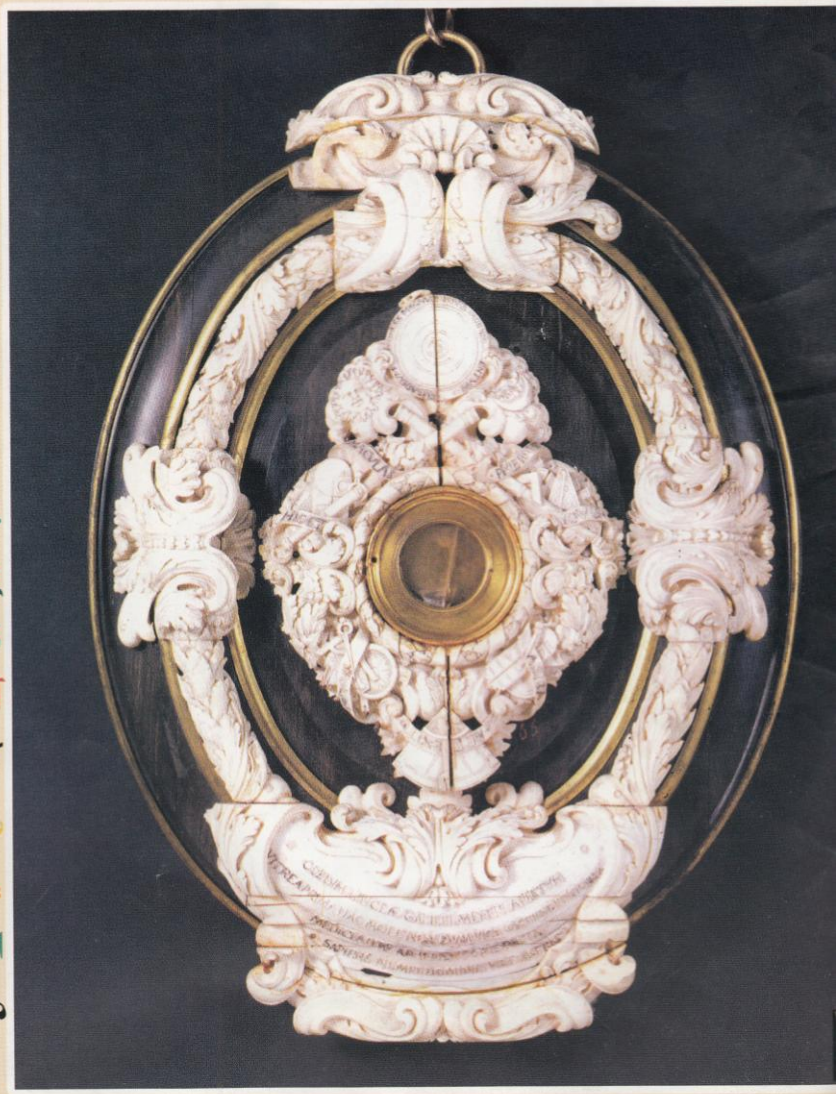
AZARAKHSH

آذرخش

گاهنامه انجمن معلمان فیزیک استان فارس

سال اول - شماره ي اول - بهار هشتادوسه



برندگان جایزه نوبل فیزیک امسال

غسل سازی اورانیوم

MRZ

آشکارسازی تلویزیون پلاسمایی

اکتشاف آبهای زیرزمینی

سفر به درون زمین

چالشهای فیزیکی

انرژی موج اسنامی

مسائل جامع فیزیک

صورت برساوس
عاق الزنا

AZARAKHSH
آذرخش
گاهنامه انجمن معلمان فیزیک استان فارس

بسم‌الله الرحمن الرحیم

در این شماره می‌خوانید:

عنوان ..... صفحه

۱) برندگان جایزه‌ی نوبل فیزیک امسال ۲
۲) غنی‌سازی اورانیوم ۸
۳) چالش‌های فیزیکی ۹
۴) نورشناسی هندسی ۱۰
۵) تفاوت میان مدارهای متوالی و موازی ۱۳
۶) آشنایی با تلویزیون پلاسمایی ۱۴
۷) آزمایشی ساده برای یافتن عمق ظاهری ۱۶
۸) MRI ۱۷
۹) راه‌حل نموداری ۲۲
۱۰) گزارشی از یک مسابقه ۲۴
۱۱) انرژی موج ایستاده ۲۵
۱۲) مرکز جرم و ویژگی‌های آن ۲۶
۱۳) آیا می‌توان در ژله شنا کرد؟ ۲۸
۱۴) روش تدریس پدیده‌ی فوتوالکتریک ۲۹
۱۵) اکتشاف آب‌های زیرزمینی ۳۳
۱۶) مطالب پیش پا افتاده‌ی مهم ۳۹
۱۷) مسایل جامع فیزیک ۴۰
۱۸) لبخند ۴۱
۱۹) درباره‌ی شتاب مرکزگرا ۴۲
۲۰) سفر به ژرفای زمین ۴۳
۲۱) سرگذشت مری گل‌مان ۴۵
۲۲) یاد یاران ۴۸
۲۳) دربارهٔ انجمن معلمان فیزیک استان فارس ۴۹
۲۴) چه خبر؟ ۵۱
۲۵) نام و نشان یاران ما ۵۴

روی جلد، تصویری از عدسی ساخت گالیله در قابی از جنس آبنوس و عاج
درون جلد، تصویری از فلک برساوس از کتاب «صورالکواکب» اثر عبدالرحمن صوفی اخترشناس سده‌ی چهارم هجری که در رصدخانه‌ی شیراز به پژوهش می‌پرداخته است.

آذرخش
گاهنامه انجمن معلمان فیزیک استان فارس
سال یکم شماره‌ی یکم
صاحب امتیاز: انجمن معلمان فیزیک استان فارس
مدیر مسئول: صیاد رزمگن
سردبیر: علی معصومی
نشانی: شیراز – صندوق پستی ۷۱۶۴۵/۴۱۸

سخن سردبیر

سرانجام در فارس هم به یاری همکاران ارجمند و کمک‌های سازمان آموزش و پرورش استان، انجمن معلمان فیزیک استان شکل گرفت. هدف‌ها و وظایف انجمن را در اساسنامه و گزارش‌هایی که در نشریهٔ «همگرا» چاپ شد، با شما یاران گرامی در میان نهادیم. یکی از کارهای انجمن، بنیاد کردن نهادی برای طرح پرسش‌ها و نظرات و بررسی آخرین پدیده‌ها و نظرات در حوزه‌های پژوهش و نوآوری در رشتهٔ فیزیک است. این نهاد اکنون در دست شما و جایگاه طرح نظرها و پرسش‌ها و پاسخ‌ها و انتقادهای همگان است. دست‌اندرکاران این نشریه چشم به راه نوشته‌ها و راهنمایی‌ها و نقدهای شما هستند. در شمارهٔ نخست از آن رو که دسترسی ما به همکاران محدود بود ناچار سهم ترجمهٔ مطالب عمده شده است امیدواریم از شمارهٔ بعد شاهد ارائه‌ی آثار خودی‌ها باشیم. در این شماره نوشته‌های بدون نام، ترجمه یا نوشتهٔ نویسندگان نشریه است. نوشته‌هایی که از مرجع آنها یاد نشده است از شبکه جهانی گرفته شده‌اند. اگر بخواهید از سر لطف با ما همکاری کنید، لطفاً به نکته‌های زیر توجه کنید:

۱ـ نوشته‌های خود را روی یک طرف کاغذ A4 به خط خوانا و یک سطر در میان بنویسید یا تایپ کنید در هر چهار سوی کاغذ به اندازهٔ کافی حاشیه بگذارید.

۲ـ از نوشته‌های خود رونوشت بردارید چون ما نوشته‌ها را باز نمی‌گردانیم

۳ـ برای یکدستی نسبی لحن و زبان، آثار شما را بدون برهم زدن ساختار اصلی اندکی ویرایش می‌کنیم.

۴ـ کوشش کنید در آثار شما، پایه‌های فیزیکی پدیده‌ها و دستگاه‌ها توضیح داده شود.

اگر در اصل مقاله‌ای که ترجمه می‌کنید این پایه‌ها بیان نشده‌اند خودتان به بیان آنها بپردازید و اثر را پربارتر و سودمندتر کنید.

۵ـ تصویرها و نمودارها را با جوهر مشکی روی کاغذ سفید جداگانه رسم کنید.

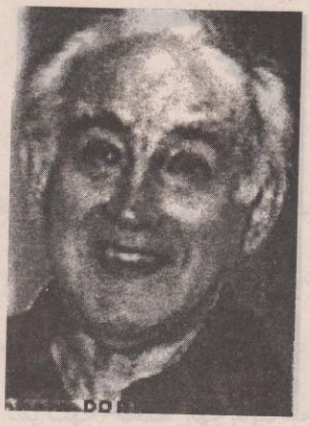
سال نو فرخنده باد

برندگان جایزه نوبل فیزیک امسال

آلکسی ابریکوسف

ابریکوسف دانشمند ممتاز گروه پژوهشگران نظریه‌ی ماده‌ی چگال در بخش مواد دانشگاه آرگون است. در سال ۱۹۵۱ با کار درباره‌ی نظریه‌ی پخش دمایی در پلاسما و بار دیگر در ۱۹۵۵ به خاطر پژوهش در الکترو دینامیک کوانتومی در انرژی‌های بالا از «نهاد پرسش‌های فیزیکی مسکو» درجهٔ دکترا گرفت. در ۱۹۷۵ دانشگاه لوزان در سوییس به او دکترای افتخار داد. او در رشته‌های گوناگون به ویژه در زمینه‌هایی چون ابررساناها، فلزها، نیمه فلزها و نیمه رساناها کار کرده است. نام او با کشف ابررساناهای نوع II و ویژگی‌های مغناطیسی آنها بر سر زبان‌ها افتاد. او در آرگون در مورد نظریه‌ی ابررسانایی در دمای بالا و خواص مغناطیس‌های CMR کار کرد و همراه با تجربه‌گران MSB به کشف «مقاومت مغناطیسی کوانتومی» در ترکیب‌های مس و اکسیژن و نقره دست یافت. او در فرهنگستان ملی دانش‌ها (کشورهای متحد) و فرهنگستان دانش‌ها (در روسیه) عضویت دارد و عضو بیگانه‌ی انجمن پادشاهی دانش در لندن و فرهنگستان دانش و هنر آمریکا است. برنده‌ی چند جایزه روسی و بین‌المللی و شهروند افتخاری سنت آمبلیون فرانسه است.

آنتونی ج. لجت



لجت در ارائه‌ی نظریه در حوزه‌ی فیزیک دمای پایین نقش رهبری دارد و پیشگامی او در زمینه‌ی پژوهش درباره‌ی ابرشاره‌ها او را شایستهٔ دریافت جایزه‌ی نوبل کرده است. او عضو فرهنگستان ملی علوم، انجمن فلسفه‌ی آمریکا، فرهنگستان علم و هنر آمریکا، فرهنگستان علوم روسیه، انجمن پادشاهی انگلستان، انجمن فیزیک آمریکا و نهاد فیزیک آمریکا است.

لجت به فهم نظری هلیوم مایع معمولی و ابرشاره و دیگر ابرشاره‌های سخت پیوند شکل داده است. او سمت و سوی پژوهش کوانتوم فیزیکی نظام‌های پراکنشی ماکروسکوپی و کاربرد مجموعه‌های چگالش یافته در آزمون بنیادهای مکانیک کوانتومی را تعیین کرده است. علایق او در پژوهش، عمدتاً متوجه حوزه‌های فیزیک نظری مواد چگالش یافته و بنیادهای مکانیک کوانتمی است. بیش از هر چیز به امکان کاربرد نظام‌های ماده‌ی چگالش یافته مانند ابزارها و شگردهای جوزفسن در آزمون اعتبار برون‌گستری صورت‌بندی‌های

کوانتومی به سطح ماکروسکوپی علاقمند است. این توجه به انجام حجم عظیمی از کارهای فنی در زمینه‌ی کاربرد مکانیک کوانتومی در مورد متغیرهای جمعی به ویژه راه‌های به حساب آوردن پراکندگی در محاسبات رهنمون شده است. او به نظریهٔ He_4 مایع ابرشاره به ویژه در شرایط بسیار نامتعادل، ابررسانایی دمای بالا و نظام تازهٔ گازهای اتمی چگالش یافته‌ی بوز، هم توجه دارد.

ویتالی گینزبورگ

ویتالی گینزبورگ در ۱۹۱۶ در مسکو پا به جهان نهاد و در ۱۹۴۲ از دانشگاه دولتی مسکو درجه‌ی دکترای فیزیک گرفت. او عضو فرهنگستان علوم روسیه است و در نهاد فیزیک لبدف به پژوهش می‌پردازد. به خاطر پی‌گیری تلاش‌های علمی و اجتماعی بیش از هفت بار در اتحاد شوروی پیشین و روسیه‌ی کنونی برندهٔ جایزه و مدال شده و به عضویت انجمن پادشاهی علوم انگلستان و فرهنگستان ملی علوم آمریکا و فرهنگستان علوم و هنر آمریکا درآمده است و هشت جایزهٔ دیگر بر جایزه‌های پیش خود افزوده است.

گینزبورگ در رشته‌های الکترودینامیک کوانتومی، نظریه ذره‌های بنیادی، نظریه‌ی تابش، نورشناسی ماده‌ی چگال، نظریه‌ی ماده‌ی چگال، فیزیک پلاسما، و اخترشناسی پژوهش کرده است. از دستاوردهای او می‌توان از نظریه‌ی سگنتوالکتریسیتی، گذارهای فاز، نظریه‌ی ابررسانایی (نظریهٔ گینزبورگ ـ لاندائو)، انتشار موج در پلاسما، نظریهٔ گسیل سینکروترون، نظریهٔ تابش گذار، سرچشمهٔ پرتوهای کیهانی، نظریهٔ گسیل رادیویی تپ اخترها، و الکترودینامیک سیاهچاله‌ها یاد کرد.

جایزهٔ نوبل فیزیک ۲۰۰۳

فیزیک کوانتومی که جهان خرد را در فرمان خود دارد دربرگیرندهٔ پدیده‌های چشمگیری است که در جهان آشنای کلان روی نمی‌دهند. اما همین پدیده‌های کوانتومی در شرایطی آشکار می‌شوند. امسال جایزهٔ نوبل فیزیک به پژوهش دربارهٔ دو تا از این شرایط داده شد:

ابررسانایی و ابرشارگی

الکسی آبریکوسف و ویتالی گینزبورگ نظریه‌هایی در ابررسانایی و آنتونی لجت توصیف و توضیحی در یک نوع ابرشارگی عرضه کرده‌اند. هم ابررسانایی و هم ابرشارگی در دماهای بسیار پایین روی می‌دهند.

شارش بدون مقاومت

اثر سرد نامنتظر

هنگامی که در سدهٔ نوزدهم پژوهش‌هایی دربارهٔ ماهیت الکتریسیته صورت گرفت، آشکار بود که فلزها و آلیاژهای

مشخص با میسر کردن امکان حرکت الکترون در میان اتم‌ها رسانای الکتریسیته می‌شوند. اما شیوهٔ بی‌سازمان حرکت الکترون‌ها باعث ارتعاش اتم‌ها و ایجاد گرما می‌شود. اگر جریان بیش از اندازه شدید باشد، گرما می‌تواند آنقدر زیاد شود که فلز را ذوب کند. از سوی دیگر می‌دانیم که عبور جریان از رسانا باعث ایجاد میدان مغناطیسی پیرامون آن می‌شود که به نوبهٔ خود سبب ایجاد جریانی در خلاف جهت جریان اصلی می‌شود. بدین شیوه، اندرکنش الکتریسیته و مغناطیس می‌تواند به معنای مخالفت آنها با یکدیگر باشد.

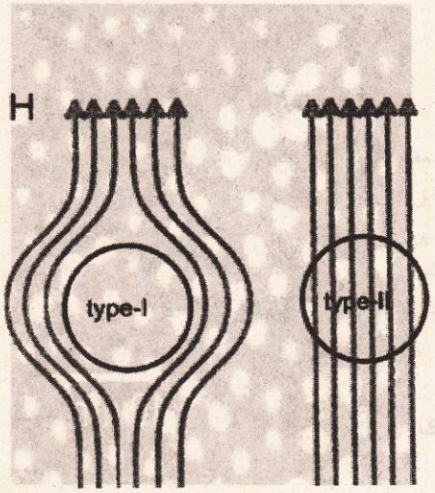
هایله کامرلینگ اونس فیزیکدان هلندی در سال ۱۹۱۱ به کشف چشمگیری دست پیدا کرد. او علاقه‌ی ویژه‌ای به ویژگی‌های مواد در دماهای پایین داشت و توانست هلیوم مایع را تهیه کند که دمای آن بسیار پایین بود. وی در پژوهش دربارهٔ رسانایی الکتریکی، دریافت که اگر به یاری هلیوم مایع فلز تا چند درجه مانده به صفر مطلق سرد شود، مقاومت الکتریکی آن به صفر می‌رسد. اونس این پدیده را ابررسانایی نامید. با آن که در آن هنگام هیچ توضیح نظری دربارهٔ این پدیده ارائه نشد، آشکار بود که این ویژگی در جامعهٔ مدرن که به گونه‌ای روزافزون به برق وابسته می‌شد، اهمیت دوربردی خواهد داشت. اونس به خاطر همین یافته‌ها برندهٔ جایزهٔ نوبل فیزیک در سال ۱۹۱۳ شد.

دوگونه‌ی ابررسانا

پنجاه سال بعد، جان باردین، رابرت شریفر و لئون کوپر (برندگان نوبل ۱۹۷۲) توانستند دربارهٔ ابررسانایی نظریه‌ای عرضه کنند که با حرف‌های اول نام آنها BCS شهرت یافت. این نظریه نشان می‌دهد که پاره‌ای از الکترون‌های ابررسانا جفت‌هایی تشکیل می‌دهند که به جفت‌های کوپر مشهورند. این جفت الکترون‌ها در راستای کانال‌های جاذبه‌ای که با ساختار منظم اتم‌های مثبت فلز ایجاد شده‌اند سازش می‌یابند.

در نتیجه‌ی این ترکیب و اندرکنش، جریان به صورتی یکنواخت شارش می‌یابد و ابررسانایی آشکار می‌شود. جفت الکترن‌ها را معمولاً مانند قطره‌های مایعی که تشکیل دهندهٔ گاز سرد شده هستند، چگالیده می‌دانند. اما این «مایع الکترونی» برخلاف مایع معمولی، ابررسانا است.

این گونه ابررساناها را ابررسانای گونهٔ I می‌خوانند. اینها فلزند و با اثر مایسنر مشخص می‌شوند یعنی در حالت ابررسانایی به صورتی فعال با میدان مغناطیسی پیرامون خود تا هنگامی که شدت آن از حد معینی در نگذشته باشد رویارویی می‌کنند. اگر میدان مغناطیسی پیرامون بیش از اندازه شدید شود ویژگی ابررسانایی ناپدید می‌شود. (شکل ۱)



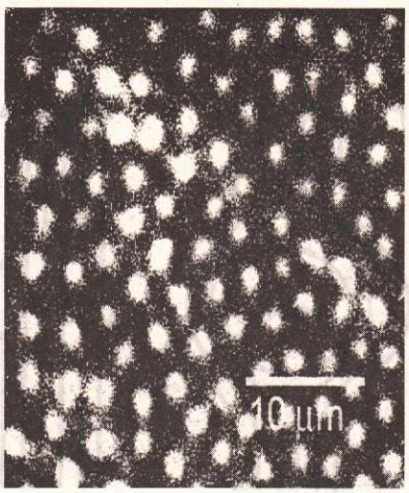
شکل ۱) ابررساناهای گونهٔ I خطوط میدان مغناطیسی را می‌رانند (اثر مایسنر) اگر شدت میدان مغناطیسی بیش از اندازه افزایش یابد، این مواد ویژگی ابررسانایی خود را از دست می‌دهند. اما در گونهٔ II که به میدان اجازه ورود می‌دهد این نقص جبران می‌شود.

اما می‌دانیم که در پاره‌ای از ابررساناها، اثر مایسنر یا وجود ندارد یا آشکار نمی‌شود. این گونه ابررساناها معمولاً یا آلیاژ چند فلزند یا ترکیب‌هایی از نافلزها و مس هستند. اینگونه ابررساناها ویژگی خود را حتی در میدان‌های مغناطیسی بسیار قوی حفظ می‌کنند. آزمایش نشان می‌دهد که این ویژگی را نمی‌توان با نظریه BCS توضیح داد.

الکسی آبریکوسف برای توضیح این پدیده نظریه‌های تازه‌ای ابداع کرده است. نقطهٔ آغاز این نظریه، توصیفی از ابررسانایی بود که در آن، چگالی چگالیده‌های ابررساننده به یاری یک متغیر نظم (که یک تابع موج است) در نظر گرفته می‌شود.

او به صورتی ریاضی نشان داد که چگونه متغیر نظم می‌تواند گرد شاره‌ها را تبیین کند و چگونه میدان مغناطیسی بیرونی می‌تواند در راستای کانال‌ها در این گرد شاره در ماده

نفوذ کند. (تصویر ۲)



تصویر ۲) تصویر شبکه‌ی گرد شاره‌های ابریکوسف در شارهٔ الکترون ابررسانای گونهٔ II. میدان مغناطیسی از درون همین گردشاره‌ها می‌گذرد

آبریکوسف همچنین توانست دقیقاً پیش‌بینی کند که چگونه شمار گردشاره‌ها می‌تواند با افزایش شدت میدان مغناطیسی افزایش یابد و اگر هسته‌های گردشاره‌ها همپوشانی یابند، چگونه ویژگی ابررسانایی ماده از میان می‌رود. این توضیح در پژوهش مواد ابررسانای جدید، راهی در بن‌بست گشود و هنوز هم در تولید و تحلیل ابررساناها و مغناطیس‌های جدید کاربرد دارد. رساله‌های او که در سال‌های پایانی دههٔ ۱۹۵۰ عرضه شد، امروز هم بارها و بارها نقل می‌شوند.

بحث آبریکوسف بر پایهٔ نظریه‌ای استوار بود که ویتالی گینزبورک ولو لاندائو ان را صورت‌بندی کرده بودند (لاندائو برنده نوبل فیزیک ۱۹۶۲ شد). این نظریه بدان خاطر صورت‌بندی شد که بتوان به یاری آن ابررسانایی و شدت بحرانی میدان‌های مغناطیسی ابررساناها را که در آن هنگام شناخته شده بودند، توضیح داد. گینزبورگ و لاندائو دریافتند که برای توضیح اندرکنش ابررسانایی و خاصیت مغناطیسی باید نوعی متغیر نظم (یا تابع موج) را در نظر بگیرند که بتواند چگالی چگالیده‌های ابررسانا را تبیین کند. با در نظر گرفتن این متغیر، آشکار شد که در چگالی تقریباً ۰/۷۱ نقطهٔ شکستی وجود دارد و در اصل با دو گونه ابررسانا سر و کار داریم. بنابراین در آن روزها نیازی به در نظر گرفتن چگالی‌های بالاتر از نقطه‌ی شکست نبود.

آبریکوسف نشان داد که ابررساناهای گونهٔ II دقیقاً همین چگالی را دارند و بدین ترتیب نظریه را به هدف رساند.

دانش ما دربارهٔ ابررسانایی به‌کاربردهایی انقلابی رهنمون شده است (تصویر ۳) هر روز ترکیب تازه‌ای با ویژگی‌های ابررسانایی کشف می‌شود. در چند دههٔ گذشته، شمار بسیاری از ابررساناهای دمای بالا تولید شده است. نخستین ابررسانای دمای بالا را گئورگ بدنورتس و الکس مولر تولید کردند و نوبل فیزیک ۱۹۸۷ را به دست آوردند. همهٔ ابررساناهای دمای بالا از گونهٔ II هستند. سرد کردن در کاربرد ابررساناها یک عامل حیاتی است. حد دمای مهم 77^{k} (-196^{c}) یعنی دمای جوش نیتروژن مایع است که از هلیووم مایع ارزان‌تر و کاربردی‌تر است.

تصویر ۳- تصویر از مغز انسان. تفکیک در دوربین تشدید مغناطیسی تا حدودی به شدت میدان مغناطیسی بستگی دارد. امروز در این مورد مغناطیس‌های ابررسانای بسیار قوی به کار می‌رود که همگی از گونهٔ II هستند

دو ابرشاره‌ی جالب

سبک‌ترین گاز نادر یعنی هلیوم در طبیعت به دو صورت یعنی دو ایزوتوپ وجود دارد. شکل معمول آن به صورت He_4 نشان داده می‌شود که ۴ تعداد نوکلئون‌های هسته‌ی اتم است (۲ پروتون و ۲ نوترون). شکل نامعمول‌تر آن He_3 است که در هستهٔ آن تنها یک نوترون وجود دارد و بنابراین سبک‌تر است.

در طبیعت تعداد ایزوتوپ‌های سنگین‌تر ۱۰ میلیون برابر تعداد ایزوتوپ‌های سبک‌تر است. به همین دلیل تنها در ۵۰ سال اخیر امکان تولید مقدارهای زیاد He_4 در نیروگاه‌های هسته‌ای فراهم شده است. در دماهای معمولی، ایزوتوپ‌ها تنها از لحاظ جرم با هم تفاوت دارند.

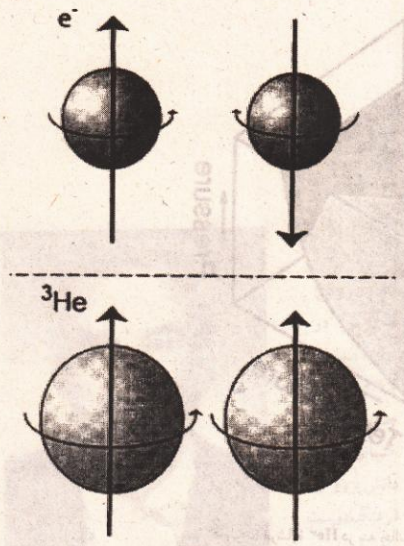
اگر دمای گاز هلیوم را به 4^k (۲۶۹/۱۵°-) برسانیم، چگالش می‌یابد و مایع می‌شود. اگر دما خیلی پایین نباشد، مایعات هر دو ایزوتوپ ویژگی‌های همسانی دارند. در تولید مغناطیس‌های ابررسانا هلیوم مایع به منزلهٔ سرد کننده به کار می‌رود. در این گونه موارد هلیوم معمولی که فراوان‌تر و ارزان‌تر است کاربرد دارد.

اگر دمای هلیوم مایع پایین‌تر برود، تفاوت‌های اساسی میان این دو ایزوتوپ به وجود می‌آید. اثرات فیزیکی کوانتومی باعث می‌شوند که مایعات کل مقاومت خود را در برابر جنبش درونی از دست بدهند و به صورت ابرشاره دربیایند. این تغییر در این دو ابرشاره در دماهای مختلف ایجاد می‌شود و گستره‌ی جالبی از ویژگی‌ها مانند شارش آزاد به بیرون ظرف آشکار می‌شود. این اثرها تنها با اصول فیزیک کوانتومی توضیح داده می‌شوند.

کشف‌های تاریخی

از میان کسانی که ویژگی He_4 را در ابرشاره شدن دریافتند می‌توان از پیوتر کاپیتا یاد کرد که در سال‌های پایانی دههٔ ۱۹۳۰ به این نکته دست پیدا کرد. در همان هنگام لو لاندائو توانست این پدیده را توضیح دهد و به همین خاطر برندهٔ نوبل فیزیک ۱۹۶۲ شود (کاپیتا هم برنده شد ولی در ۱۹۷۸). تبدیل حالت He_4 از حالت عادی به حالت مایع ابررسانا که تقریباً در دمای 2^k صورت می‌گیرد، نمونه‌ای است از چگالش بوز-اینشتین که بعدها در گازها مشاهده شد (اریک کورنل و ولفگانگ کنزل و کارل و یمن در ۲۰۰۱ به خاطر آن برندهٔ نوبل فیزیک شدند).

تبدیل حالت He_4 به ابرشارگی تا نخستین سال‌های دههٔ ۱۹۷۰ که دیویدلی و داگلاس اوثروف و رابرت ریچاردمن به کشف آن دست یافتند، مشخص نشد. یکی از دلیل‌های این تأخیر آن است که این حالت در دمای بسیار پایین‌تر یعنی تقریباً $\frac{1}{1000}$ بار پایین‌تر از He_4 روی می‌دهد. با آن که ویژگی‌های کوانتوم فیزیکی He_3 با He_4 تفاوت بسیار دارد و مستقیماً از فرایند چگالش بوز-انیشتین پیروی نمی‌کند، کشف ویژگی ابرشارگی آن نامنتظر نبود. بر پایه‌ی نظریه‌ی میکروسکوپیک ابررسانایی که باردین و کوپر و شریفر در سال‌های ۱۹۵۰ عرضه کردند، ساز و کاری به نام تشکیل جفت کوپر کشف شد که در He_4 با هم موازی‌اند. (تصویر ۴)

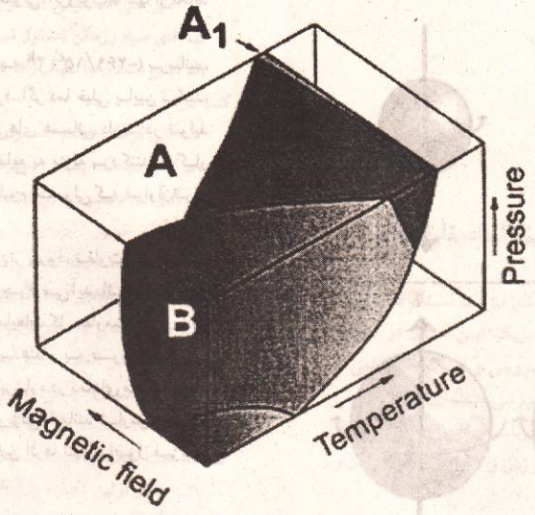


تصویر ۴) تشکیل جفت در ابرشاره‌ی He_3 با تشکیل جفت الکترون در ابررسانا (جفت کوپر) تفاوت دارد. ویژگی‌های مغناطیسی اتم‌های هلیوم با هم عمل می‌کنند، در حالی که ویژگی‌های مغناطیسی الکترون‌ها در خلاف جهت یکدیگرند

ابرشاره‌ی چندین‌گانه

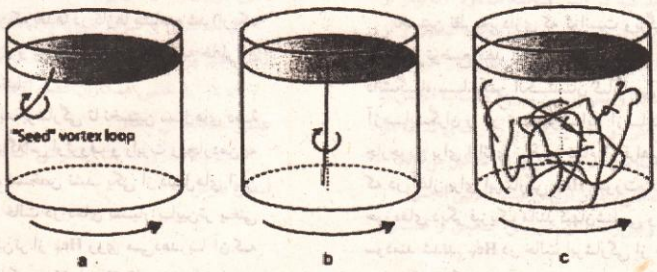
نخستین نظریه‌پردازی که توانست ویژگی‌های ابرشاره‌ی جدید را توضیح دهد آنتونی لجت بود که در دههٔ ۱۹۷۰ در دانشگاه ساسکس انگلستان کار می‌کرد. نظریه‌ی او، آزمایشگران را در تفسیر نتایج آزمایش‌ها یاری داد و چارچوبی برای ارائه‌ی توضیح نظام‌دار فراهم آورد. این نظریه که در آغاز برای ابرشارگی He_4 صورت‌بندی شده بود در حوزه‌های دیگر فیزیک مانند کیهان‌شناسی و فیزیک ذرات هم سودمند شدند. He_4 در حالت ابرشارگی از جفت اتم تشکیل می‌شود و ویژگی‌های آن بارها پیچیده‌تر از ابرشارهٔ He_4 است. مهم‌تر از همه آن که جفت اتم‌های ابرشاره دارای ویژگی‌های مغناطیسی هستند و در نتیجه، شاره ناهمسانگرد است یعنی در راستای گوناگون ویژگی‌های گوناگونی دارد. این واقعیت در

آزمایش‌هایی که در بررسی مایع به هنگام کشف آن صورت می‌گرفت به کار گرفته می‌شد. با اندازه‌گیری‌های مغناطیسی، آشکار شد که ابرشاره ویژگی‌های بسیار پیچیده‌ای دارد و آمیزه‌ای از سه حالت گوناگون را نشان می‌دهد. این سه حالت ویژگی‌های گوناگونی دارند و نسبت آنها در آمیزه، به دما و فشار و میدان‌های مغناطیسی بیرونی بستگی دارد (تصویر ۵)



تصویر ۵) ابرشارهٔ He^3 در سه حالت **A** و **A1** و **B** وجود دارد نوع حالت‌ها برحسب دما و فشار و میدان بیرونی به صورتی که در شکل دیده می‌شود، تغییر می‌کند

ابرشاره‌ی He^4 ابزاری است که پژوهشگران می‌توانند آن را در بررسی پدیده‌های دیگر هم به کار بگیرند. به ویژه شکل‌گیری تلاطم در ابرشاره به تازگی در بررسی چگونگی تبدیل نظم به آشوب به کار رفته است (تصویر ۶) این پژوهش می‌تواند به فهم بهتر راه‌های ایجاد تلاطم بینجامد که یکی از آخرین پرسش‌های بی‌پاسخ فیزیک کلاسیک است.



تصویر ۶) به تازگی نشان داده شده است که اگر در ظرف محتوی ابرشارهٔ He^3 در حال چرخش گردشاره‌ای ایجاد شود، حاصل کار به گونه‌ای بحرانی به دما بستگی دارد (الف). بالاتر از دمای بحرانی گردشاره با محور دوران همراستا می‌شود (ب). پایین‌تر از دمای بحران، گردشاره‌ها درهم و برهم می‌شوند(پ)

غنی‌سازی اورانیوم

هوشنگ حسن‌شاهی

اورانیوم در طبیعت یک عنصر نادر محسوب نمی‌شود چرا که در قشر سخت زمین به نسبت ۴ در میلیون وجود دارد همچنین در آب دریا به نسبت ۳ گرم در یک تن وجود دارد. اورانیوم در سرتاسر کره زمین یافت می‌شود ولی استخراج اقتصادی آن فقط در صورتی امکان‌پذیر است که تراکم آن زیاد باشد. اورانیوم معمولاً به صورت ترکیبات مختلف یافت می‌شود و ۸۸ درصد ذخیره اورانیوم در اختیار ایالات متحده، کانادا، آفریقا و استرالیاست و ۱۲ درصد بقیه در اختیار سایر کشورها از جمله شوروی است. در طبیعت از اورانیوم طبیعی ۲۳۸ فقط ۰/۷۳ درصد آن اورانیوم ۲۳۵ و ۹۹/۲۸ درصد آن اورانیوم طبیعی است یعنی از هر ۱۳۹ اتم اورانیوم طبیعی فقط یک اتم اورانیوم ۲۳۵ وجود دارد که آن را ایزوتوپ شکافت می‌نامند. اغلب رآکتورهای جدید به اورانیوم غنی شده نیاز دارند و غنی‌سازی اورانیوم به منزله جداسازی اورانیوم ۲۳۵ از اورانیوم ۲۳۸ می‌باشد که کار سختی است چراکه تقریباً این دو ایزوتوپ هم‌جرم‌اند و خاصیت شیمیایی یکسانی دارند و با روش‌های شیمیایی نیز جدا نمی‌شوند. روش‌های مرسوم جداسازی این دو ایزوتوپ عبارتند از ۱ـ روش پخش گازی ۲ـ روش اسپکترومتر جرمی یا سانتری فوژ ۳ـ روش شیمیایی.

با روش شیمیایی فقط می‌توان توریوم ^{234}Th را از اورانیوم جدا کرد چراکه دو عنصر متفاوتند با خواص شیمیایی متفاوت. از طرفی عنصر توریوم نیز یک منبع مهم سوخت هسته‌ای است همچنین با روش شیمیایی می‌توان پلوتونیوم ^{239}Pu را از اورانیوم ^{238}u جدا کرد اما جداسازی ایزوتوپ‌های اورانیوم فقط با روش‌های فیزیکی امکان‌پذیر است.

روش پخش گازی Gaseous Diffusion

موفق‌ترین و متداول‌ترین روش فیزیکی جداسازی اورانیوم می‌باشد که براساس اختلاف جرم اتمی ایزوتوپ‌های اورانیوم ساخته شده و با توجه به این که اورانیوم به صورت گاز نمی‌باشد و تنها ترکیب گازی شکل اورانیوم که برای عمل پخش گازی مناسب است به صورت هگزا فلورور اورانیوم UF_6 می‌باشد لذا در اثر یک بار عبور کردن گاز از داخل محیط پخش مقدار کمی $^{235}UF_6$ از $^{238}UF_6$ جدا می‌شود لذا لازم است تعداد زیادی از این محیط‌های پخش پیاپی به کار برده شود که این کار متضمن داشتن نیروگاه‌های پخش گازی عظیم گرانقیمتی است که بتواند گاز را در این محیط‌ها پمپ کند. کمیسیون انرژی اتمی اورانیوم متقاضی را که UF_6 می‌باشد دریافت می‌کند و آن را با هر مقدار درصد وزنی از ^{235}U غنی می‌کند البته بنا به قوانین جهانی درجه غنی‌سازی اورانیوم نباید از ۲۰ درصد تجاوز کند. روش پخش گازی در ایالات متحده رایج است. همزمان با توسعه و تکامل عمل پخش گازی طی جنگ جهانی دوم روش‌های الکترومغناطیسی نیز برای جداسازی اورانیوم مورد استفاده قرار گرفت.

روش اسپکترومتر جرمی

در این روش گاز اورانیوم یونیزه شده را با سرعت وارد میدان مغناطیسی می‌کنند و با توجه به این که اگر باری با سرعت V عمود بر یک میدان مغناطیسی وارد میدان شود متحمل نیروی جانب به مرکز مغناطیسی $F=QVB$ می‌شود و شتاب پیدا می‌کند لذا ذرات مختلف‌الجرم $QVB=\frac{mv^2}{r}\Rightarrow r=\frac{mv}{QB}$ شعاع دایره مسیرشان متفاوت است. و هرچه ذره سنگین‌تر باشد شعاع دایره مسیرش بزرگ‌تر است بنابراین مولکول‌های سنگین‌تر گاز در مسیری با شعاع بزرگ‌تر نسبت به مولکول‌های سبک‌تر حرکت می‌کنند به گونه‌ای که ذرات باریکه در نقطه بخصوصی جمع شده و تقریباً جدایی کامل حاصل می‌شود. در این روش برای جداسازی ماده مورد نظر را در یک ظرف مناسب قرار می‌دهند و آن را با سرعت زیاد می‌چرخانند. دوران ظرف نیروی گریز از مرکزی را به ذرات وارد می‌کند و ذرات سنگین‌تر متمایل به محیط ظرف و ذرات سبک‌تر حدود وسط ظرف باقی می‌مانند. در روش گریز از مرکز درجه جداسازی در هر مرحله بستگی به اختلاف جرم ذرات دارد در حالی که درجه غنی‌سازی در روش پخش قانونی در هر مرحله به جذر نسبت جرم ذرات بستگی دارد.

روش گریز از مرکز در اروپا رواج دارد و در این روش باید به حرکت سریع ذرات در تحت فشار زیاد اطمینان حاصل کرد یعنی سرعت حرکت محیط اطاقک چرخان در این روش تعیین کننده است.

با توجه به این که قدرت هسته‌ای هر کشوری به میزان پلوتونیوم آن کشور بستگی دارد و فروش پلوتونیوم به منزله خلع سلاح می‌باشد لذا پلوتونیوم را نمی‌توان خریداری کرد و برای تهیه سوخت مورد نیاز رآکتورها کشورهای جهان سوم در قبال دریافت سوخت ناگزیر به تحویل پس ماند سوخت به فروشنده هستند چرا که پس ماند سوخت حاوی پلوتونیوم می‌باشد.

کشورهای جهان سوم می‌توانند دستگاه‌های سانتری‌فوژ را با اجازه و نظارت آژانس بین‌المللی از کشورهایی نظیر اروپا خریداری کنند و به غنی‌سازی بپردازند که آن هم با آهنگی کند انجام می‌شود و مقرون به صرفه نیست.

کشورهای صنعتی و هسته‌ای از ترس انفجار اتمی و ساختن بمب اتمی از پیوستن کشورهای جهان سوم به این جرگه در هراس‌اند و با آن شدیداً مخالفت می‌کنند از طرفی کشورهای جهان سوم از این نقطه ضعف استفاده می‌کنند و با هیاهو بر این ترس می‌افزایند نبایستی از نظر دورداشت که خالق و سازنده هر تکنولوژی قادر به کنترل و مهار کردن آن تکنولوژی است چراکه قانونمندی حاکم بر آن تکنولوژی را به خوبی می‌داند.

چالش‌های فیزیکی برای دبیران و دانش آموزان

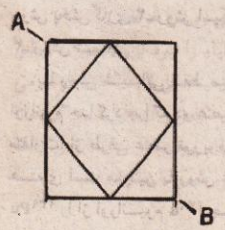
۱ـ خلاء را متراکم کنیم

فضای درون یک ظرف عایق‌پوش شده با پیستونی که می‌تواند بدون اصطکاک حرکت کند به دو بخش تقسیم شده است. بخش چپ با یک مول گاز تک اتمی پر شده است و بخش راست خالی است و می‌توان آن را خلاء دانست. پیستون با یک فنر به دیوارهٔ سمت راست ظرف متصل شده است. طول فنر در حالت عادی برابر با کل طول ظرف است. با چشم‌پوشی از گرمای ویژهٔ ظرف و پیستون و فنر، گرمای ویژهٔ دستگاه را به دست آورید.

۲ـ مقاومت بی‌اثر

یک باتری به نیروی محرکهٔ $\varepsilon=6^V$ را به صورت متوالی به یک آمپرسنج و یک ولت‌سنج بسته‌ایم. اگر یک مقاومت یعنی را به دو سر ولت‌سنج متصل کنیم، عددی که نشان می‌دهد $\frac{1}{3}$ برابر و عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد ۳ برابر می‌شود. عددی که ولت‌سنج در آغاز نشان می‌داد چقدر بوده است؟ همهٔ اجزای مدار دارای مقاومت درونی مجهول هستند.

۳ـ مربع سوخ



مقاومت خطی یک سیم با سطح مقطع ρ یکسان است. در شکل روبه‌رو طول هر ضلع مربع بزرگ d است. R مقاومت میان دو نقطهٔ A و B چقدر است؟

نورشناسی هندسی و ادراک دیداری

بسیاری از دانش‌آموزان در ربط دادن بنیادهای نورشناسی هندسی با تصویرهایی که در شرایط زندگی هر روزی در آزمایشگاه ادراک می‌شود دچار دشواری می‌شوند. علت این اشکال وجود سوءتفاهم‌ها و سوء ادراک‌های بنیادی در مورد رفتار فیزیکی نظام‌های نورشناسیک است.

ما، در پژوهش‌های علمی آموزشی و تجربهٔ تدریس خود به سه شیوه‌ی مشخص برای تقویت درک دانش‌آموزان از نورشناسی هندسی دست پیدا کرده‌ایم:

۱) تشخص تمایز میان تشکیل تصویر و ادراک دیداری تصویر

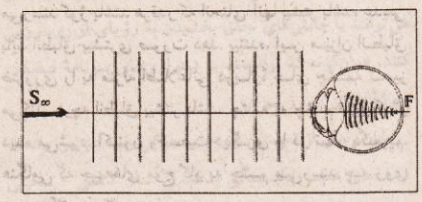
۲) در نظر گرفتن چشم بیننده به منزلهٔ بخشی از نظام نورشناسی

۳) کاربرد یک مدل دیداری متشکل از عناصر در فرایند آموزش

این مقاله با بهره‌گیری از این سه شیوه به بررسی رابطه میان تصویرهایی که بیننده دریافت می‌کند از یکسو و انحنای جبهه‌های موج نوری رسیده به چشم از سوی دیگر می‌پردازد.

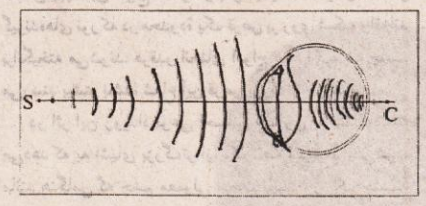
تأثیر انحنای جبههٔ موج بر ادراک دیداری

ما متوجه شدیم که دانش‌آموزان می‌توانند به تدریج با رویکردی که یکی از استادان در کتاب «نور: دانش دیدار» مطرح کرده است فهم شایسته‌ای از نور هندسی بیابند. نخست در نظر بگیرید که یک بیننده مستقیماً به یک چشمه‌ی نقطه‌ای نور واقع در فاصله‌ی بسیار دور نگاه می‌کند. جبهه‌های موج که در آغاز کروی هستند سرانجام به صورت جبهه‌های تخت به صفحه‌ی قرنیه‌ی چشم بیننده می‌رسند. شعاع‌های این جبهه‌های تخت که از چشمهٔ دوردست گسیل می‌شوند یا گذشتن از قرنیه همگرا می‌شوند چون ضریب شکست قرنیه از ضریب شکست هوای پیرامون بیشتر است. عدسی چشم هم به همگرایی این پرتوها کمک می‌کند. در چشم سالم، مرکز انحنای این پرتوهای همگرا درست بر روی شبکیه می‌افتد (تصویر ۱) و تعداد کمی از گیرنده‌های نور در شبکیه را برمی‌انگیزد. سپس فرایندهای پیچیدهٔ عصبی - فیزیولوژیکی به تعبیر و تفسیر رهنمون می‌شوند که نشان می‌دهند که آنچه دیده می‌شود یک چشمهٔ نقطه‌ای است (یعنی یک قرص با قطر بسیار کوچک)



شکل ۱) امواج کروی گسیل شده از یک چشمهٔ دور به گونه‌ای شکست می‌یابند که مرکز انحنای آنها بر نقطه‌ای واقع بر شبکیه منطبق می‌شود

اکنون چشمه‌ای را که در فاصلهٔ کمتری واقع است در نظر می‌گیریم. در این مورد جبهه‌های امواجی که به قرنیه می‌رسند تخت نیستند و به همان صورت کروی به قرنیه می‌رسند. اگر عدسی چشم مانند آنچه در تصویر ۱ دیدیم در حالت «تطابق» نباشد، مرکز انحنای امواج شکست یافته دیگر بر شبکیه منطبق نیست و در نقطه‌ای در پشت شبکیه قرار می‌گیرد(تصویر ۲). اینجا دیگر مانند حالت پیش، پرتوها بر شبکیه کانونی نمی‌شوند بلکه بر سطح یک قرص پخش می‌شوند. هرچه چشمه به قرنیه نزدیک‌تر باشد، این قرص پهن‌تر خواهد بود.

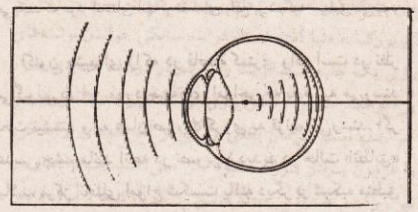


تصویر ۲) جبهه‌های موج کروی کوژ گسیل شده از چشمه‌ی نزدیک به گونه‌ای می‌شکنند که مرکز انحنای آنها بیرون از فضای چشم (بدون تطابق) واقع شود. بیننده در این حالت یک تصویر تار و مبهم می‌بیند

البته ما به خاطر توانایی چشم در عمل انطباق می‌توانیم تصویر واضحی از اجسام نزدیک ببینیم. ماهیچه‌های چشم آنقدر شکل عدسی را تغییر می‌دهند تا شمار عناصر شبکیه‌ای

حساس به نور که تحت تأثیر نور واقع می‌شود به کم‌ترین‌میزان برسد. فاصلهٔ کانونی عدسی آنقدر کاهش می‌یابد که مرکز انحنای جبهه‌ای موج بر شبکیه واقع شود. در این حالت، وضعیت ظاهراً مانند موقعیتی است که چشمه در فاصله بی‌نهایت دور و عدسی در حالت استراحت بدون انطباق باشد. (تصویر ۱)

کوتاه سخن آن که عدسی چشم به هنگام دریافت امواج تخت نیاز به انطباق ندارد، اما اگر جبهه‌های موجی که به چشم می‌رسند کوژ باشند هرقدر که انحنای آنها بیشتر باشد، عدسی باید انطباق بیشتری صورت دهد. بیننده، این میزان انطباق ضروری را به منزلهٔ اطلاعاتی دربارهٔ جای چشمه تعبیر می‌کند. هرچه انطباق بیشتر باشد، چشمه به چشم نزدیک‌تر دیده می‌شود. اکنون وضعیت دیگری را در نظر بگیریم. هنگامی که جبهه‌های موج کاو به چشم می‌رسند چه روی می‌دهد؟(تصویر ۳)



تصویر ۳ـ جبهه‌های کروی کاو پیش از رسیدن به شبکیه کانونی می‌شوند

در این مورد چشم برای جبران انحنای جبهه‌های امواج دریافتی از ساز و کار درونی برخوردار نیست. بنابراین مرکز انحنای جبهه‌های امواج همگرا در جلو شبکیه است و آن دسته از گیرنده‌های نور که در محدودهٔ یک قرص بر روی شبکیه واقع‌اند برانگیخته می‌شوند. هرقدر انحنای امواج همگرا که به چشم می‌رسند بیشتر باشد، شعاع این قرص بزرگ‌تر خواهد بود.

در اثر این رویداد نوعی احساس دیداری به بیننده دست می‌دهد که به اشیای بزرگ‌تر از یک نقطه مربوط می‌شود، مانند هنگامی که چشم معمولی سخت تأثیر نور یک چشمهٔ بسیار نزدیک قرار می‌گیرد که دیدن آن از حد توانایی عدسی در انطباق فراتر می‌رود. در این گونه موارد، بیننده تصویر ناواضحی از چشمه می‌بیند.

فعالیت‌های دانش‌آموزان

در این جا سه فعالیت را ذکر می‌کنیم که به دانش‌آموزان در رفع اشکال‌هایی که در مورد ادراک دارند یاری می‌رسانند. این فعالیت‌ها برای گنجانده شدن در جریان یادگیری نور هندسی طراحی شده‌اند.

۱) دانش‌آموزان به بررسی یک موقعیت فیزیکی می‌پردازند و رفتار عوامل موجود در آن را پیش‌بینی می‌کنند، بحث‌ها و نتیجه‌گیری‌های دانش‌آموزان به صورت نوشته به معلم داده می‌شود.

۲) دانش‌آموزان با راهنمایی دبیر، وسایل آزمایش را برای ایجاد موقعیت بالا آماده می‌کنند به مشاهدهٔ رفتار هر عامل می‌پردازند.

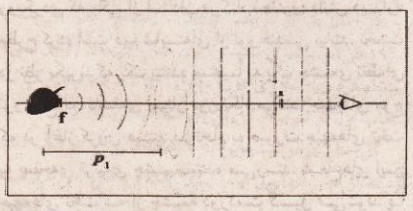
۳) دانش‌آموزان با راهنمایی دبیر به صورت جمعی، پیش‌بینی‌های اولیه‌ی خود را با نتایجی که از آزمایش به دست می‌آورند مقایسه می‌کنند. آنان دربارهٔ سرچشمه‌های احتمالی عدم توافق یا اختلاف‌ها بحث می‌کنند و پاسخ‌های نهایی را صورت‌بندی می‌کنند.

موقعیت‌های فیزیکی عرضه شده به دانش‌آموزان

یک عدسی همگرا و یک حبه‌ی انگور سیاه را به منزله‌ی شئی در نظر بگیرید. اگر فاصلهٔ شئی تا عدسی **P** فاصلهٔ تصویر تا عدسی **q** و فاصلهٔ کانونی عدسی **f** و فاصلهٔ چشم بیننده تا عدسی **r** باشد آیا در شرایط زیر، بیننده می‌تواند تصویر حبه‌ی انگور را ببیند؟ چرا؟

موقعیت نخست: P1=f

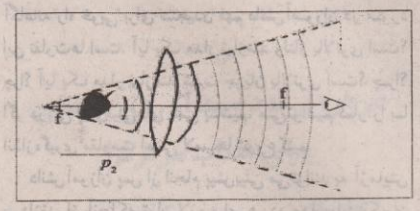
بسیاری از دانش‌آموزان یا به این پرسش پاسخ نمی‌دهند یا پاسخ منفی می‌دهند که نادرست است. به نظر آنان چون دو پرتو گذشته از عدسی یکدیگر را قطع نمی‌کنند، «بیننده نمی‌تواند تصویری را که تشکیل نشده است» ادراک کند. دانش‌آموزان به این نکته توجه نمی‌کنند که امواجی که در این حالت به چشم می‌رسند (تصویر ۴) همان وضعیتی را دارند که در تصویر ۱ دیده می‌شود.



تصویر ۴ـ امواج تخت خروجی از عدسی هنگامی که شیئی بر روی کانون جا دارد

موقعیت دوم: $P_2 < f$

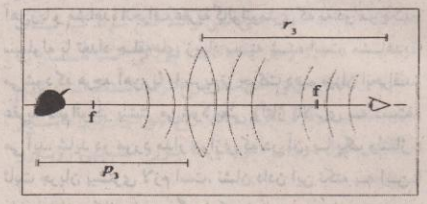
بسیاری از دانش‌آموزان در این مورد هم پاسخ منفی می‌دهند که نادرست است یا پاسخ نمی‌دهند. به نظر آنان تصویر مجازی به صورت مصنوعی با پرتوهایی که واقعاً وجود ندارند ساخته می‌شود و نمی‌توان آن را دید. اما وضعیت پرتوهایی که به چشم می‌رسند (تصویر ۵) مانند وضعیت پرتوها در تصویر ۲ است. فرایند انطباق باعث تشکیل تصویر واضحی بر روی شبکیه می‌شود.



تصویر ۵. هنگامی که جسم در فاصلهٔ کانونی عدسی قرار دارد، جبهه‌های موج خروجی از عدسی کوژ هستند

موقعیت سوم: $P_3 > f, r_3 < q$

در این مورد پاسخ بسیاری از دانش‌آموزان «آری» است که پاسخی نادرست است. آنان توجه ندارند که جبهه‌های موج در تصویر ۶ همان وضعیت جبهه‌های موج در تصویر ۳ را دارند.



تصویر ۶. اگر جسم در بیرون فاصلهٔ کانونی باشد جبهه‌های کروی موج طوری در عدسی می‌شکنند که به صورت کاو به چشم بیننده برسند

آزمون‌های آزمایشی

یاری گرفتن از وسایل آزمایش برای نشان دادن وضعیت‌های بالا به دانش‌آموزان فرصت می‌دهد تا پاسخ‌های خود را بیازمایند و با توجه به بنیادهای نورشناسی هندسی در پی توضیح اختلاف میان پیش‌بینی‌ها و مشاهدات خود برآیند. برپا کردن موقعیت با وسایل آزمایش کار ساده‌ای است و تنها به یک عدسی همگرا و یک جبهٔ انگور نیازمند است. دانش‌آموزان ابتدا با بهره‌گیری از یکی از روش‌های استاندار که یاد گرفته‌اند، فاصلهٔ کانونی عدسی را به دست می‌آورند. سپس شیئی و چشم خود را در جاهایی که خواسته می‌شود قرار می‌دهند و به آسانی پاسخ‌های خود را محک می‌زنند.

نتیجه:

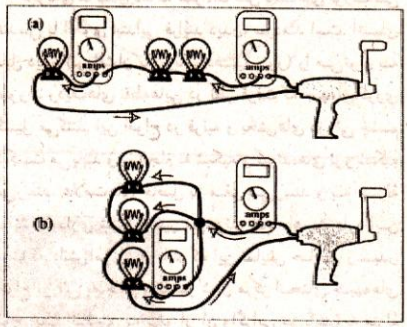
تجربه‌ی ما نشان داد که همراه ساختن بحث‌های نورشناسی هندسی با الگوی ابتدایی فرایند دیدن، سودمند است. اشیای قابل دیدن (نورافشان یا بازتاب دهندهٔ نور) را می‌توان به صورت ردیف‌های نقطه‌هایی در نظر گرفت که جبهه‌ای کروی گسیل می‌کنند. این امواج در قرنیه و بخش‌های درونی چشم شکست می‌یابند و سرانجام به شبکیه و گیرنده‌های نور شبکیه می‌رسند. علامت‌های حاصل به مغز می‌رسند و به منزلهٔ نمایش دیداری شیئی تفسیر می‌شوند. آنچه اهمیت دارد این است که دانش‌آموزان دریابند که این نمایش حاصل رسیدن امواج نورانی به چشم و تفسیر شدن مرکز انحنای جبهه‌های موج (یعنی نقطه‌ای که پرتو از آن واگرایی می‌یابند) به منزلهٔ مکان جسم است.

THE PHYSICS TEACHER Vol.39,October 2001.

تفاوت میان مدارهای متوالی و موازی را حس کنیم

در این مقاله به توضیح تمرین‌ها و آزمایش‌هایی می‌پردازیم که در آنها دانش‌آموز یک مولد دستی دارای دسته‌ی چرخان را برای روشن کردن لامپ‌هایی به کار می‌برد که به صورت موازی یا متوالی در مداری به هم بسته شده‌اند و دانش‌آموزان می‌توانند تفاوت چگونگی چرخش دسته‌ی مولد را در حالتی که به هر دو مدار موازی و متوالی به یک اندازه توان می‌دهد «حس» کنند.

فرض کنید هدف آن باشد که دانش‌آموزان برای سه لامپ که به صورت مدارهای موازی و متوالی ساده به هم بسته شده‌اند، توان مساوی تأمین کند (شکل ۱)



شکل ۱) الف) مدار متوالی و اندازه‌گیری شدت جریان کل و شدت جریان آخرین لامپ
ب) مدار موازی و اندازه‌گیری شدت جریان کل و شدت جریان لامپ پایینی

این امر به صورت کیفی با کاربرد مولد دستی با دسته‌ی چرخان انجام می‌شود که طی آن شدت جریان به اندازه‌ای می‌ماند که در هر دو مورد نور لامپ‌ها یکسان باشد.

از لحاظ کمی می‌توان شدت جریان را با دستگاه آمپرسنج اندازه‌گیری کرد و مراقب یکسان ماندن آن در هرمورد بود.

از دانش‌آموزان درخواست می‌شود که بگویند در هر مورد تأمین توان مساوی برای روشن کردن لامپ چگونه حس می‌شود. دقیقاً یعنی آیا چرخاندن دسته برای یک مدار آسان‌تر از چرخاندن آن برای مدار دیگر است؟

آیا باید در یکی از مدارها، دسته را سریع‌تر چرخاند؟

در یک فعالیت دیگر دانش‌آموزان می‌توانند تفاوت کار میان روشن کردن یک لامپ یا دو لامپ متوالی را حس کنند و آن را با توان حاصل از به هم بستن چند پیل مقایسه کنند. بعضی‌ها هم پیشنهاد می‌کنند که دانش‌آموزان مولد دستی را مستقیماً به یک یا چند باتری متصل کنند و با چرخاندن دسته در جهت موافق و مخالف، تفاوت وضعیت را در «مخالفت» با قدرت باتری حس کنند.

پیش‌بینی آگاهانه نیازمند آگاهی بر چگونگی به دست آمدن توان مساوی برای دو نوع مدار موازی و متوالی و تفاوت ولتاژها و شدت جریان‌های دو مدار است. پیش‌بینی آگاهانه راه خوبی برای سنجیدن فهم دانش‌آموزان در مورد این تفاوت‌ها است. آیا یک مدار نیازمند ولتاژ بالاتری است؟ چرا؟ آیا یک مدار نیازمند شدت جریان بالاتری است؟ چرا؟ اگر در پی پیش‌بینی‌های کمی باشیم، می‌توانیم کار را با اندازه‌گیری مقاومت اسمی لامپ‌ها شروع کنیم.

دانش‌آموزان پس از انجام پیش‌بینی می‌توانند به آزمایش بپردازند. از آنجا که توان لازم برای هر دو مدار باید یکسان باشد تا هر سه لامپ با درخشندگی بهینه روشن شوند، حاصلضرب VI باید در مورد هر دو مدار یکی باشد. مدار متوالی نسبت به مدار موازی نیازمند ولتاژ بالاتری است بنابراین «آسان و سریع» «حس» می‌شد یعنی دسته راحت‌تر می‌چرخد و باید آن را تندتر چرخاند. اما در مدار موازی شدت جریان باید سه برابر شود و در نتیجه «سخت و کند» «حس» می‌شود.

این شیوه فرصتی عالی برای گذار به بحث دربارهٔ القاء و تعریف کار فراهم می‌آورد. در مورد القاء، با حرکت دادن یک آهن‌ربا و مشاهدهٔ انحراف عقربهٔ گالوانومتری که به دو سر یک سیملوله با تعداد حلقه‌های زیاد بسته شده است، مشاهده می‌شود که هرچه آهن‌ربا را سریع‌تر حرکت دهیم میزان انحراف عقربهٔ گالوانومتر بیشتر می‌شود یعنی ولتاژ بالاتری به دست می‌آید. شاید در مورد مدار موازی که در آن، با یک ولتاژ ثابت جریان بیشتری لازم است، نشان دادن این نکته به این راحتی نباشد. کافی است بگوییم که ضرورت جریان بیشتر به معنای عبور جریان بیشتر از هر حلقه‌ی سیملوله است. میدان مغناطیسی حاصل از این جریان‌ها طبق قانون لنز با تغییرات میدان مغناطیسی ایجاد کنندهٔ شدت جریان مخالفت می‌کند. بنابراین، حرکت دادن آهن‌ربای مولد با همان سرعت در میان حلقه‌ها در موردی که شدت جریان بیشتر ضرورت دارد، سخت‌تر می‌شود.

دومین نکتهٔ بحث به تعریف کار نیرو در یک جابه‌جایی معین در حالتی که جهت هر دو یکسان است باز می‌گردد. توان

تأمین شده برای روشن کردن لامپ‌ها در دو مدار یکسان است، بنابراین در هر بازهٔ زمانی معین، میزان انرژی ایجاد شده (یا تبدیل شده) یکسان خواهد بود. این انرژی الکتریکی در نهایت از کاری که برای چرخاندن دستهٔ مولد صرف می‌شود به دست می‌آید. در مدار متوالی (یعنی مورد «تند و آسان»)، نیرو کاهش و جابه‌جایی افزایش می‌یابد (تعداد دور دسته در بازه‌ی زمانی معین بیشتر می‌شود). در مدار موازی، نیرو در حد قابل توجهی افزایش و جابه‌جایی کاهش می‌یابد. آیا می‌توان راهی برای نشان دادن این نکته پیدا کرد که کار در هر دو مورد یکسان است؟

آشنایی با تلویزیون پلاسمایی

با فرا رسیدن هزارهٔ سوم، فناوری با سرعت در حال تغییر است. به نظر می‌رسد که تقریباً هر جنبهٔ زندگی ما از تلفن همراه گرفته تا رایانه‌های شخصی تحت تأثیر این تغییرات قرار گرفته‌اند. هرچند همهٔ این وسایل به صورت ابزار مفیدی درآمده‌اند، اما سبب شلوغی و درهم برهمی خانه‌های ما نیز شده‌اند. به طوری که حتی مرتب‌ترین خانه بیشتر به یک بازار مکاره شباهت پیدا کرده است.

یکی از ابزارهای الکترونیکی که جای زیادی را می‌گیرد تلویزیون است که محفظه‌ی لامپ تصویر آن فضای زیادی از اتاق نشیمن را اشغال می‌کند. بالاخره پس از ۵۰ سال قول و قرار این مشکل در حال حل شدن است. صفحه‌ی تخت تلویزیون پلاسمایی با ضخامت کمتر از ۱۵ سانتی‌متر و وزن کمتر از ۱/۴ کیلوگرم که می‌توان آن را روی دیوار آویزان کرد، به تدریج برای افرادی که استطاعت خرید آن را دارند بی‌سر و صدا وارد بازار می‌شود.

فنآوری تلویزیون پلاسمایی بیش و کم براساس کار لامپ فلورسنت است. صفحه‌ی نمایش آن از دو سطح شیشه‌ای تشکیل شده است که به وسیله شکاف باریکی که در آن گاز تزریق می‌شود از هم جدا شده‌اند. گاز شارژ شده به فسفرهای قرمز، سبز و آبی اصابت می‌کند و تصویر تلویزیونی را به وجود می‌آورد.

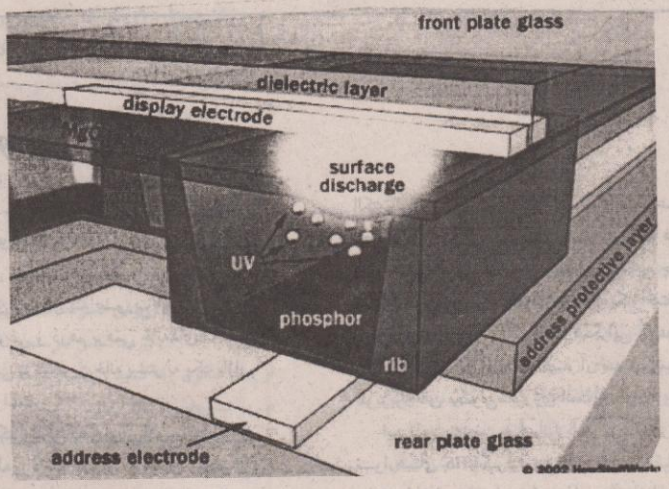
البته پی‌آمدهای این فرآیند می‌تواند بسیار جالب باشد. صفحهٔ نمایش کاملاً تخت است و تصویر در همهٔ نقاط صفحه واضح و رنگ‌ها دقیق هستند. این وضعیت برخلاف اثر لامپ تصویر تلویزیون‌های معمولی است که محدودیت‌هایی از قبیل تغییر شکل (اعوجاج) تصویر، تغیر مکان کانون‌ها و مشکلات همگرایی در لبه‌های تصویر دارند. در واقع این بدان علت است که در لامپ تصویر تلویزیون‌های معمولی، پرتوهای الکترونی و یا نور گسیل شده باید به وسیله عدسی‌هایی از نقطه مرکزی طوری منحرف و پخش شوند که همهٔ نقاط پرده را با تصویر بپوشانند. در تلویزیون پلاسمایی چون تصویر به وسیله اجزای تصویری منفردی به طور یکنواخت در همهٔ نقاط پرده متمرکز می‌شوند، مشکلات همگرایی و اعوجاج تصویر حذف می‌شود و زاویه‌ی دید آن به مراتب وسیع‌تر از تلویزیون‌های معمولی امروزی است.

این تلویزیون نیز به آسانی با هر نوع کاربرد نمایشی از نوارهای VHS گرفته تا تلویزیون و رایانه‌های هزاره سازش‌پذیر است. هر چند قیمت این نوع تلویزیون‌ها فعلاً خارج از توان یک مصرف کنندهٔ متوسط است، اما سرانجام این تلویزیون پلاسمایی مانند سایر محصولات الکترونیکی خانگی در دسترس عموم قرار خواهد گرفت. وزن سبک، جای کم و طرح خوب دکور داخلی آن به زودی تلویزیون پلاسمایی را وسیله‌ی اصلی نمایش ویدیویی خانگی خواهد ساخت. احتمالاً ما شاهد روزی خواهیم بود که فناوری پلاسما به طور واقعی در دیوار خانه‌های جدید قرار بگیرد و وضعیتی فراهم شود که جای هر نوع کاغذ دیواری یا هر تجربهٔ دیداری دیگری را که مورد علاقه ما است بگیرد.

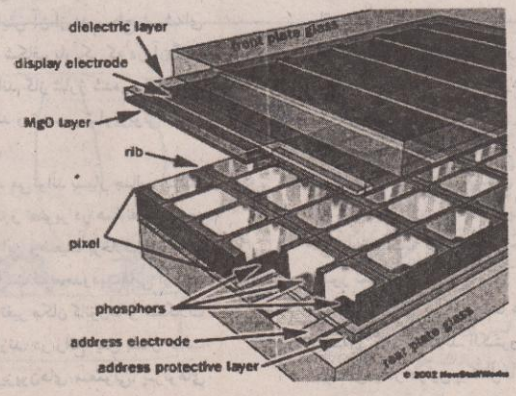
تلویزیون پلاسمایی دارای یک صفحه سبک تخت است که با میلیون‌ها حباب بسیار کوچک شیشه‌ای پوشیده شده است. هر حباب پوشش فسفری دارد و محتوی مخلوطی از دو گاز نئون و گزنون در حالت پلاسما است. این حباب‌ها را می‌توان به مثابه پیکسل‌ها (واحدهای بسیار کوچک نوری) تصور نمود.

مطابق شکل زیر صدها هزار پیکسل بین دو صفحه شیشه‌ای قرار گرفته‌اند. الکترودهای بلندی بین دو صفحه شیشه‌ای و در طرفین پیکسل‌ها جای داده‌اند.

الکترودهای مخاطب در عقب پیکسل‌ها و در امتداد صفحهٔ شیشه‌ای عقبی قرار گرفته‌اند. الکترودهای نمایشی شفاف که به وسیله مادهٔ نارسانایی با پوشش اکسید منگنز محافظت می‌شوند در بالای پیکسل‌ها و در امتداد صفحهٔ شیشه‌ای جلویی نصب شده‌اند.



هر دو مجموعه الکترودها در امتداد تمام صفحهٔ نمایش گسترش می‌یابند. الکترودهای نمایشی در ردیف‌های افقی در امتداد صفحه و الکترودهای مخاطب در ستون‌های قایم قرار گرفته‌اند. همان طوری که در شکل زیر می‌بینید الکترودهای افقی و قایم تشکیل یک شبکهٔ ساده می‌دهند.



برای یونیزه کردن گاز درون یک پیکسل خاص رایانه‌ی تلویزیون پلاسمایی الکترودهای بین آن پیکسل را باردار می‌کند. این عمل در کسری از ثانیه، هزاران بار صورت می‌گیرد و هر پیکسل را به نوبهٔ خود باردار می‌کند.

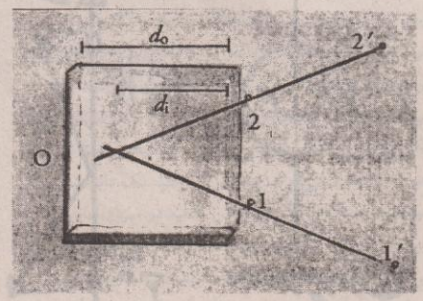
هر پیکسل حبابی از سه زیر پیکسل قرمز، سبز و آبی تشکیل شده است. هنگام نمایش علامت تصویری (RGB یا ویدیو) جریان الکتریکی رقمی (دیجیتالی) کنترل شده‌ای از صفحه تخت می‌گذرد با عبور جریان، پلاسمای داخل حباب‌ها، پرتوهای فرابنفش تابش می‌کنند. این پرتوها به نوبهٔ خود پوشش فسفری حباب‌ها را به تابش نور مرئی مناسب وا می‌دارند که صفحه نمایش تلویزیون شما را با بهترین تصویر ویدیویی پوشش می‌دهند. با درخشیدن و محو شدن میلیون‌ها پیکسل قرمز، سبز و آبی تصویر واضح و جالبی به وجود می‌آید.

آزمایشی ساده برای یافتن عمق ظاهری

ابزار لازم:

۱ـ جعبهٔ پلاستیکی شفاف به ابعاد تقریبی ۵×۸×۸ سانتی‌متر
۲ـ تعدادی سنجاق
۳ـ خط‌کش
۴ـ یک صفحه ضخیم مقوایی
۵ـ کاغذ و قلم

شرح آزمایش: مطابق شکل زیر جعبه پلاستیکی را از آب پر می‌کنیم و روی صفحه کاغذی که روی صفحهٔ مقوایی قرار دارد می‌گذاریم.



سوزن سنجاقی را در نقطه O طوری در مقوا فرو می‌بریم که مماس بر سطح جانبی جعبه باشد سپس از این نقطه به سطح جانبی مقابل می‌نگریم و دو جفت سنجاق را در نقاط 2 و 2′ و 1 و 1′ طوری در مقوا فرو می‌کنیم که با سنجاق O در یک راستا دیده شوند.

خطوطی که از این دو جفت سنجاق می‌گذرد در امتداد پرتوهای نورانی است که از سنجاق O سرچشمه می‌گیرد. بنابراین محل برخورد این دو خط (نقطه O′) محل ظاهری سنجاق O را نشان می‌دهد. در صورتی که زوایای تابش کوچک باشند رابطه $d_i=\frac{d_o}{n}$ برقرار است که در آن n ضریب شکست آب نسبت به هوا می‌باشد.

اگر پیش از ریختن آب جعبه، سنجاق‌ها را ردیف کنیم با ریختن آب در جعبه دیگر سنجاق‌ها در یک ردیف نخواهند بود.

با همین روش می‌توان به وسیله نقاله زاویه‌های تابش و شکست را محاسبه و درستی قانون اسنل دکارت را تحقیق نمود.

پرسش ۱ـ آیا لازم است که سنجاق‌ها در راستای عمود در مقوا فرو روند یا فقط جای دقیق سنجاق‌ها اهمیت دارد؟

پرسش ۲ـ اگر بیشتر از دو جفت سنجاق را با سنجاق مستقر در نقطه O هم‌ردیف کنیم آیا باز هم خطوطی که از سنجاق‌ها می‌گذرند در یک نقطه یکدیگر را قطع می‌نمایند؟ برای جواب مثبت یا منفی خود دلیل بیاورید.

MRI

سیامک پیلبان- دبیر فیزیک از شهر جهرم

ویلهم رونتگن اولین فیزیکدانی بود که توانست در آخرین سال‌های قرن نوزدهم با استفاده از اشعه ایکس نخستین تصویر را از بدن انسان به دست آورد. با گذشت کمتر از یکصد سال دانشمندان در شاخه‌های مختلف علوم با تلاش مستمر خود موفق شدند روش رایانه‌ای برای دستیابی به تصویر دقیق، دنیای درون انسان را کشف نمایند.

MRI (Magnetic Resonance Imaging) امروزه به شیوه‌ای جدید از تصویربرداری اطلاق می‌شود که در مقایسه با شیوه‌ی قدیمی یا تصویربرداری به وسیله اشعه ایکس از مزیت‌های فوق‌العاده‌ای برخوردار است در این مقاله تلاش می‌شود که به گونه‌ای ساده اصول MRI مطرح کنیم و با چگونگی آن آشناشویم.

تکنولوژی MRI در واقع براساس پدیده‌ای به نام تشدید مغناطیسی هسته‌ای (Nuclear Magnetic Resonance) NMR می‌باشد که در این شیوه هسته‌ی اتم معینی که در یک میدان مغناطیسی ثابت قرار دارد به وسیله یک میدان مغناطیسی نوسانی در حد فرکانس رادیویی (R.F) تحریک می‌شود و در انتها زمان و اهلش (آرامش) فرا می‌رسد. البته هسته‌ی تمام اتم‌ها این خاصیت را نشان نمی‌دهند. بیشتر مولکول‌هایی که از چند اتم تشکیل شده‌اند می‌توانند تحت تأثیر این پدیده قرار گیرند. مثلاً در مولکول H2O هسته اتم هیدروژن را می‌توان به وسیله این پدیده تحریک کرد.

طیف‌سنجی (Spectroscopy) مطالعه‌ی برهم کنش امواج الکترومغناطیس با مواد می‌باشد. طیف‌سنجی NMR (NMR-Spectroscopy) که در آن از پدیده‌ی NMR برای بررسی بسیاری از خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژی مواد استفاده می‌شود، کاربردهایی در علوم مختلف پیدا کرده است. در علوم پزشکی از طیف‌سنجی NMR برای تصویربرداری از اعضای بدن استفاده می‌شود که آن را MRI یا NMRI می‌نامند. برای این منظور مفاهیم ساده‌ای در فیزیک کوانتومی مطرح می‌شود.

اسپین (Spin)

در مکانیک کوانتومی چهار عدد کوانتومی به هر ذره نسبت داده می‌شود که می‌توان به صورت زیر نام برد.

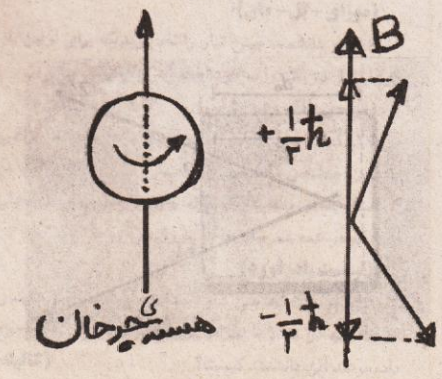
۱ـ انرژی کل n ۲ـ اندازه‌ی حرکت زاویه‌ای مداری L ۳ـ مؤلفه‌ی اندازه‌ی حرکت زاویه‌ای مداری m_l ۴ـ اسپین (اندازه‌ی حرکت زاویه‌ای ذاتی) m_s

در سال ۱۹۲۵ گودسمیت و اولن بک اظهار داشتند که یک اندازه‌ی حرکت زاویه‌ای ذاتی کاملاً مستقل از حرکت مداری به هر ذره وابسته است. این اندازه‌ی حرکت ذاتی را اسپین می‌نامند. تمام کمیت‌های بالا کوانتیزه می‌باشند.

یکی از ویژگی‌های مهم پروتون و نوترون اندازه‌ی حرکت زاویه‌ای ذاتی یا اسپین هسته‌ای آنهاست (L_I) که کوانتیزه می‌باشد و بزرگی آن از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$L_I = I(I+1)\,\hbar$$

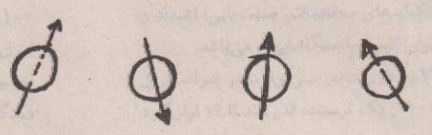
I عدد کوانتومی اسپین هسته‌ای است که مقدار آن برای پروتون و نوترون هر دو برابر با یک دوم می‌باشد. اندازه حرکت زاویه‌ای اسپین هسته‌ای توسط میدان خارجی کوانتیزه می‌شود و همان‌گونه که در شکل زیر دیده می‌شود مؤلفه‌های مجاز در راستای میدان مغناطیسی $+\frac{\hbar}{2}$ و $-\frac{\hbar}{2}$ می‌باشد. این مقادیر دقیقاً همانند کمیت‌های متناظر در الکترون هستند.



ایجاد دو قطبی‌های مغناطیسی:

حرکت ذره باردار متحرک حول محوری که از درون آن می‌گذرد میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند و تشکیل یک دو قطبی مغناطیسی می‌دهد. گشتاور مغناطیسی پروتون از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

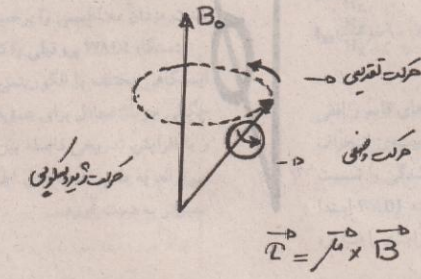
$$B_I=\frac{eh}{2M_P}$$



در صورتی که این دو قطبی‌های مغناطیسی در یک میدان مغناطیسی ثابت و قوی Bo قرار گیرند. تعدادی از این دوقطبی‌ها در راستای میدان قرار می‌گیرند. البته نه همانند یک عقربه مغناطیسی در درون میدان مغناطیسی خارجی، تعدادی از آنها همسو و تعدادی دیگر در سوی مخالف مرتب می‌شوند، نحوه‌ی قرار گرفتن آنها ساده نیست. زیرا اسپین هسته شروع به حرکت تقویمی حول میدان خارجی می‌کند که به آن حرکت ژیروسکوپی گفته می‌شود.

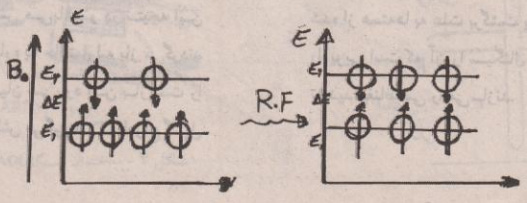
علت حرکت ژیروسکوپی گشتاور نیروی ایجاد شده حاصل از گشتاور مغناطیسی μ و میدان مغناطیسی Bo می‌باشد.

$$T=\mu\times B$$



$$\vec{T}=\vec{\mu}\times\vec{B}$$

این حرکت ژیروسکوپی حول جهت B با بسامد زاویه‌ای $\omega=\frac{\mu}{L}B$ که اصطلاحاً بسامد تقویمی لامور نامیده می‌شود حرکت تقدیمی می‌کند. $\omega=\frac{\mu}{L}$ نسبت ژیرو مغناطیس نامیده می‌شود. نسبت ژیرو مغناطیس برای هسته‌های متفاوت یکسان نمی‌باشد. بنابراین تعیین این نسبت فراوانی نسبی هسته‌ها را نشان می‌دهد.



در بیشتر اجسام جهت‌گیری این دو قطبی‌های مغناطیسی به صورت کاتوره‌ای می‌باشد. و برآیند کل گشتاور مغناطیسی برابر صفر می‌باشد.

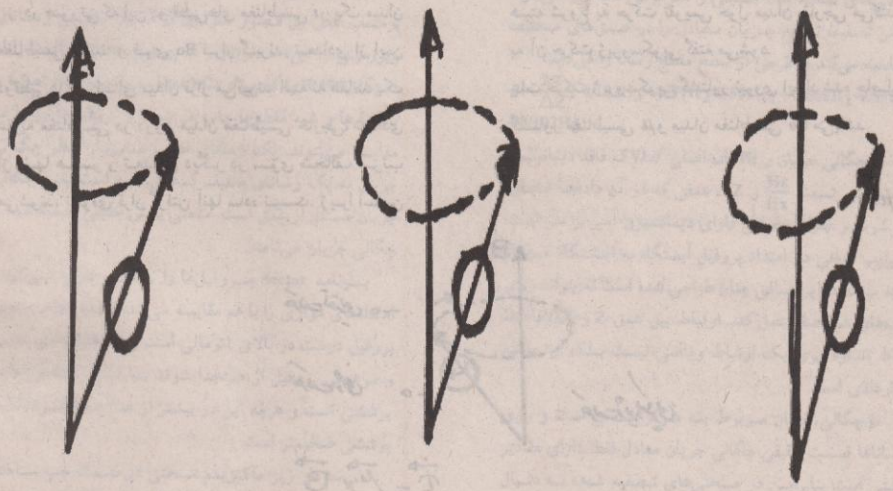
تشدید Resonance

چگونه می‌توان در هسته‌ی یک اتم که در میدان مغناطیسی ثابت قرار دارد تشدید ایجاد کرد؟ برای این منظور اگر میدان مغناطیسی ثانویه‌ای با خصوصیات زیر اعمال شود تشدید ایجاد می‌شود.

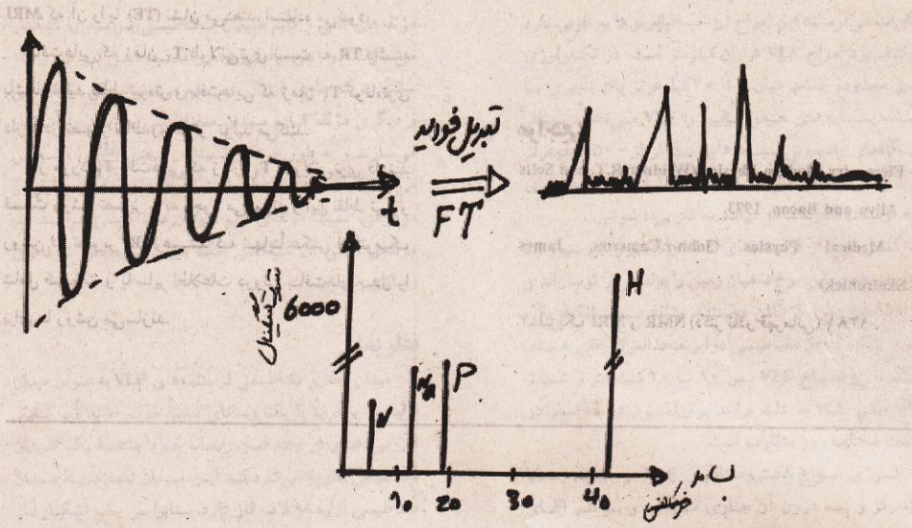
۱) میدان ثانویه عمود بر میدان اولیه می‌باشد و گشتاور مغناطیسی گشتاور نیروی بیشینه ایجاد می‌کند

۲) میدان ثانویه میدانی متناوب است و دارای همان فرکانس حرکت تقدیمی است (R.F) در این صورت تشدید اتفاق خواهد افتاد و دامنه‌ی حرکت تقدیمی سیستم افزایش می‌یابد.

هسته‌های اتم‌ها با جذب انرژی در حالت بالاتری از انرژی قرار می‌گیرند و برانگیخته می‌شوند و همچنین هم‌فاز می‌شوند.



میدان RF به صورت پالس می‌باشد و در نتیجه این برانگیختگی موقتی است و دوپاره به حالت اولیه باز می‌گردند و هم‌فازی به وجود آمده از میان می‌رود این بازگشت را واهلش و زمان آن را زمان واهلش می‌گویند (T). امواج گسیل شده از هسته‌ها به علت برگشت به حالت اولیه در طیف امواج رادیویی است که آن را سیگنال NMR می‌گویند و تصویر تشدید مغناطیسی را می‌سازند.



نمودار بالا نشان می‌دهد که بهترین هسته برای تشدید، هسته‌ی اتم هیدروژن می‌باشد. چون امواج گسیلی از آن از شدت بالاتری برخوردار می‌باشد. تصاویر MRI حاصل از تشدید اتم هیدروژن موجود در بدن می‌باشد.

برای بررسی چگونگی ایجاد تصویر MRI لازم است با نوع زمان واهلش که در چگونگی تصویر ایجاد شده مؤثر می‌باشند آشنا شویم.

۱ـ (T_1) زمان واهلش اسپین- شبکه: به کیفیت تماس بین شبکه و اسپین بستگی دارد. پس از برقراری میدان اسپین انرژی خود را به شبکه منتقل می‌کند.

۲ـ (T_2) زمان واهلش اسپین - اسپین: که ناشی از برهم کنشی اسپین‌ها بر روی یکدیگر می‌باشد. زیرا هر اسپین تحت تأثیر میدان حاصل از اسپین مجاز می‌باشد.

هر بافت زمان‌های T_1 و T_2 مخصوص به خود دارد. در تصویرنگاری MRI از سه عامل به طور جداگانه استفاده می‌شود: زمان‌های واهلش T_1 و T_2 و همچنین چگالی پروتون (N). پروتون‌هایی که برای MR جالب‌اند آنهایی هستند که هسته‌ی اتم هیدروژن را می‌سازند که در مولکول‌های آب یا در بعضی گروه‌ها در مولکول‌های چربی هستند. بنابراین چگالی پروتون در MR فقط یک زیرمجموعه از همه پروتون‌ها در چربی و مولکول‌های آب (پروتون‌های متحرک) را منعکس می‌کند.

با تغییرات خاصی در روش تصویربرداری می‌توان روی هر کدام از این سه عامل بیشتر تأکید نمود و در نتیجه تصویر حاصل به علت همان عامل مؤکد خواهد بود و به زبان MRI می‌گوییم تصویر با وزن T_1 و یا با وزن T_2 و یا با وزن چگالی پروتون می‌باشد. به عنوان مثال یک تصویر با وزن T_1 یعنی گویایی تصویر به علت تغییراتی است که در T_1 صورت می‌گیرد. با استفاده از این سه خاصیت متفاوت بافت‌ها می‌توان تصاویر متفاوتی را به دست آورد. در حالی که در سی.تی.اسکن فقط از خاصیت تضعیف خطی پرتو ایکس استفاده می‌شود. از تفاوت قابل ملاحظه‌ای که برای این سه عامل در بافت‌های مختلف بدن وجود دارد می‌توان استفاده نمود و تصاویر MRI را ساخت.

در MRI از این ۳ عامل و به کمک زمان تکرار (TR) (مدت زمان لازم بین دوچرخه‌ی پالس رادیویی متوالی بر حسب میلی‌ثانیه) و زمان اکو یا انعکاس که عبارت است از زمان بین ورود یک پالس رادیویی و اندازه‌گیری سیگنال

MRI، که آن را با (TE) نشان می‌دهند، استفاده می‌شود.

بافت‌هایی که زمان T_1 طولانی‌تری نسبت به TR داشته باشند، تولید نقاط تیره‌تر و بافت‌هایی که زمان T_1 کوتاه‌تری دارند در تصویر نقاط روشن‌تر تولید می‌کنند.

در مورد T_2 بافت‌هایی که زمان T_1 طولانی‌تری دارند قسمت روشن تصویر را به وجود می‌آورند و این نقاط تیره و روشن در تصویر MRI هستند که نهایتاً عکس آناتومیک شامل ضایعات و یا سایر اطلاعات درونی بافت‌های بدن را برای ما روشن می‌سازند.

مراجع:

1- Elementry Modern Physics (Weidner R.T. and Sells R., Allyn and Bacon, 1973.

2- Medical Physics (John-r.Cameron, James G.Skofronick)

۳ـ فیزیک MRI و NMR (دکتر نادر قهرمانی) ۱۳۸۱

نقطهٔ جوش

بشری محتوی آب را در یک دیگ آب بگذارید به طوری که ته بشر با کف دیگ در تماس نباشد اگر دیگ را روی اجاق روشن بگذاریم تا آب درون آن به جوش بیاید، آب درون بشر نمی‌جوشد؟ چرا؟

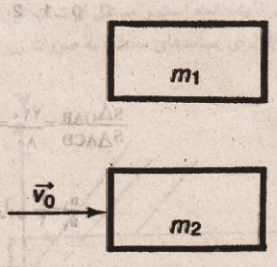
راه‌حل نموداری

احمد توحیدی- دبیر فیزیک دبیرستان‌های شیراز

ریاضیات زبان و ابزاری برای علم فیزیک است. به عنوان مثال، معادلات ماکسول مؤثرتر و کامل‌تر از خطوط نیروی فارادی هستند. در فیزیک کاربرد نمودار توابع برای حل مسایل هم سرراست است و هم راحت. متأسفانه حتی دانش‌آموزانی که حرکت‌شناسی و قانون دوم نیوتن را خوانده‌اند هنوز با روش راه‌حل نموداری مسایل آشنا نیستند.

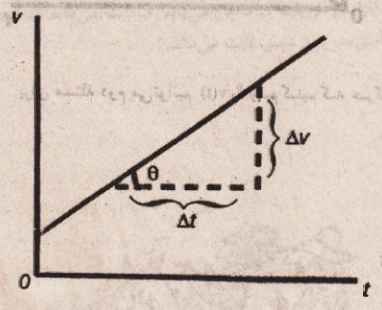
در این مقاله دو مسأله ارائه می‌شود. اگر این مسایل با محاسبه حل شوند مشکل‌اند و یا دست‌کم ساده نیستند. دانش‌آموزان برای پیدا کردن راه‌حل مسایل باید از چند معادله کمک بگیرند. معمولاً دانش‌آموزان کمتر از رهیافت نموداری برای حل مسایل استفاده می‌کنند.

مسأله‌ی ۱- دو جرم m_1 و m_2 را در نظر بگیرید شکل (۱). در زمان $t=0$ جرم m_1 در حال سکون است و جرم m_2 با سرعت V_0 حرکت می‌کند. آیا امکان دارد با اعمال یک نیروی ثابت در یک زمان (مثلاً رو به سمت راست) به دو جرم، آنها را در یک لحظه از زمان به یک سرعت مساوی رساند؟



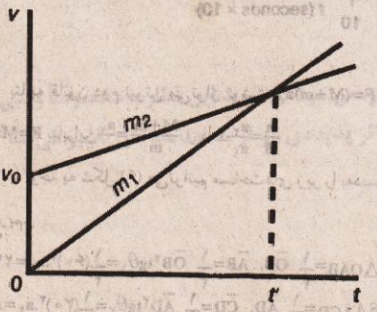
مسئله ۲- در ایستگاه راه‌آهن لکوموتیوی به جرم M واگنی به جرم m را می‌کشد آنها با شتاب ثابت در طول یک خط آهن مستقیم حرکت می‌کنند. در طول زمان ۶۰ ثانیه لکوموتیو و واگن با هم ۲۴۰ متر را طی می‌کنند و پس از ۶۰ ثانیه واگن از لکوموتیو جدا می‌شود اما لکوموتیو بدون آن‌که نیروی وارد بر آن تغییر کند به حرکت ادامه می‌دهد. پس از ۳۰ ثانیه مسافت میان لکوموتیو و واگن به ۸۰ متر می‌رسد. نسبت $\frac{M}{m}$ چقدر است؟

می‌دانیم مساحت میان نمودار سرعت ـ زمان و محور t برابر با جابه‌جایی است. برای حرکت مستقیم‌الخط با شتاب ثابت نمودار V(t) خط مستقیم است. ضریب زاویه یک وتر میان دو نقطه روی خط V(t) با ضریب زاویه مماس در هر نقطه برابر است و شتاب متوسط و لحظه‌ای با هم مساویند یعنی شتاب a برابر است با $\tan\theta=\frac{\Delta V}{\Delta t}$(شکل ۲). این روابط را در تحلیل مسایل به کار می‌بریم.



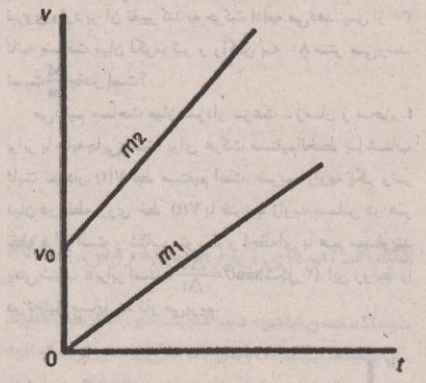
راه‌حل نموداری

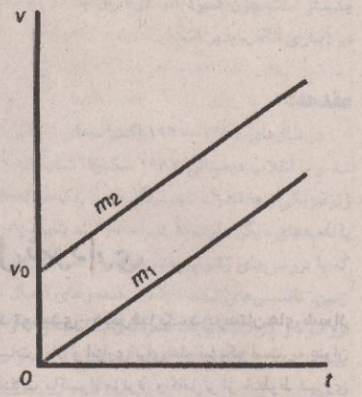
در مسئله اول، بنا به قانون دوم نیوتین $F=m_1a_1$ و $F=M_2a_2$ و یا $a_1=\frac{F}{m_1}$ ،$a_2=\frac{F}{m_2}$. اگر $m_1<m_2$ باشد $a_1>a_2$ است. نمودار V-t برای هر دو جسم رسم شده است شکل (۳).



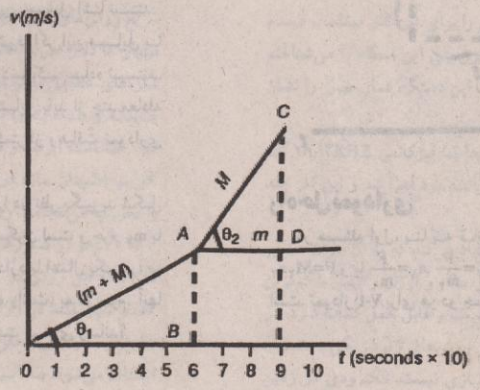
شکل ۳. چون $a_2>a_2$ است ضریب زاویه m1 بزرگ‌تر از ضریب زاویه m2 است

با توجه به نمودار می‌بینیم جرم‌ها می‌توانند در زمان t دارای سرعت یکسانی شوند. به همان طریق اگر $m_1=m_2$ و $m_1>m_2$ باشد $a_1\leq a_2$ است. بنابراین جرم‌ها در هیچ فاصله زمانی نمی‌توانند به سرعت یکسانی برسند شکل‌های (۴ و ۵).





برای مسئله دوم می‌توانیم $v(t)$ را رسم کنیم که حرکت لکوموتیو و واگن را نشان می‌دهد شکل (۶).



بنا به قانون دوم نیوتن می‌توان نوشت $F=(M+m)a_1$ و $F=Ma_2$ بنابراین $\frac{M+m}{m}=\frac{a_2}{a_1}$ و یا $\frac{m}{M}=\frac{a_2}{a_1}-1$

با توجه به شکل (۶) می‌توانیم مساحت‌های زیر را به‌دست آوریم.

$$S_{\Delta OAB}=\frac{1}{2}\ \overline{OB}.\ \overline{AB}=\frac{1}{2}\ \overline{OB}^2 tg\theta_1=\frac{1}{2}(60)^2.a_1=240$$

$$S_{\Delta ACD}=\frac{1}{2}\ \overline{AD}.\ \overline{CD}=\frac{1}{2}\ \overline{AD}^2 tg\theta_2=\frac{1}{2}(30)^2.a_2=80$$

بنابراین

$$\frac{S_{\Delta OAB}}{S_{\Delta ACD}}=\frac{240}{80}=\frac{3600a_1}{900a_2}$$

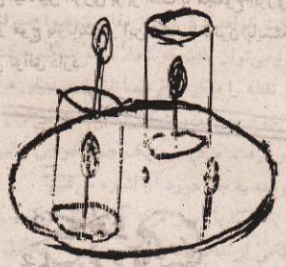
یعنی

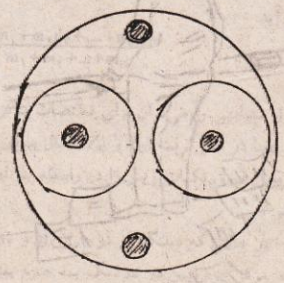
$$\frac{a_1}{a_2}=\frac{3}{4}\ \text{بنابراین}\ \frac{M}{m}=3$$

THE PHYSICS TEACHER, 30 378 (1992)

گزارشی از یک مسابقه

در نشست انتخاب هیأت اجرایی انجمن معلمان فیزیک استان فارس با شرکت گروه بزرگی از همکاران، آزمایش جالبی به صورت مسابقه مطرح شد و به سه تن از کسانی که پاسخ پذیرفتنی به پرسش مربوط به مسابقه داده بودند





جایزه‌هایی تقدیم شد. در اینجا نخست به توضیح آزمایش می‌پردازیم و سپس از دیدگاه دو ناظر لخت و نالخت پاسخ را عرضه می‌کنیم.

بر روی یک سطح دایره‌ای افقی که حول محور گذرنده از مرکز می‌چرخد، دو ظرف محتوی آب و دو فنر قایم نصب شده است. به انتهای بالایی هر فنر گلولهٔ سبکی چسبیده است و در هر یک از دو ظرف محتوی آب گلولهٔ سبکی به نخ متصل به کف ظرف بسته شده است.

پرسش:

هنگام چرخش صفحه به دور محور، رفتار گلوله‌های درون آب با رفتار گلوله‌های بیرون از آب چه تفاوتی دارد؟ چرا؟

پاسخ:

۱) از دیدگاه ناظر لخت: در مورد گلوله‌های درون آب، اگر به جای گلوله، آب هم حجم آن را در نظر بگیریم، برآیند نیروهایی که از طرف آب بر این گلولهٔ آبی وارد می‌شود F و شتاب مرکزگرای آن $a=\frac{F}{m}=\frac{F}{\rho_{\circ}V}$ خواهد بود. اگر خود گلوله را در نظر بگیریم، آب به همان اندازه نیرو بر آن وارد می‌کند و شتاب مرکزگرای آن $a'=\frac{F}{m'}=\frac{F}{\rho V}$ می‌شود و چون $\rho_{\circ}<\rho$ است a' از a است و گلوله به سوی مرکز صفحه متمایل می‌شود.

اما از نظر ناظر لخت در آغاز چرخش در راستای شعاع بر گلوله‌های بیرون آب نیرویی وارد نمی‌شود و این گلوله‌ها طبق قانون اول نیوتن بر خط راست شروع به حرکت می‌کنند ولی فنرها که به صفحه چسبیده‌اند با حرکت آنها مخالفت می‌کنند بنابراین گلوله‌ها ضمن چرخش صفحه در حال دور شدن از مرکزند و فنر را می‌کشند و فنر هم متقابلاً بر آنها نیروی کشش وارد می‌کند. پس این گلوله‌ها در فاصله‌ای بزرگ‌تر از شعاع به چرخش درمی‌آیند یعنی به سوی بیرون مرکز منحرف می‌شوند.

۲) از دیدگاه ناظر نالخت: چرخش صفحه باعث پیدایش نوعی شتاب گرانش در جهت دور شدن از مرکز می‌شود و گلوله‌های بیرون از آب را از مرکز دور می‌کند. اما در مورد گلوله‌های درون آب نوعی نیروی ارشمیدسی در خلاف جهت شتاب گرانش یعنی در جهت گرایش به مرکز آشکار می‌شود که از وزن ظاهری ایجاد شده بیشتر است یعنی $\rho_{\circ}Va>\rho Va'$ چون $\rho_{\circ}>\rho$ است. پس این گلوله‌ها به سوی مرکز منحرف می‌شوند.

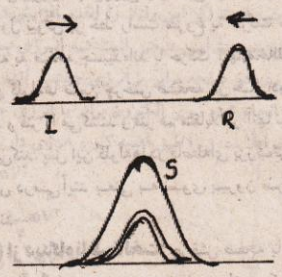
انرژی موج ایستاده

در پدید آمدن موج ایستاده از برهم نهی موج فرودی و موج بازتابش از روی پایانه‌های نرم و سخت، هم با توجه به نمودار ۱ و هم با توجه به رابطهٔ ۱ می‌بینیم که بیشینهٔ دامنهٔ نوسان ذرات محیط دو برابر دامنهٔ موج‌های فرودی و بازتابش است:

$U_1=A\sin(\omega t-Kx)$

$U_2=A\sin(\omega t+Kx)$

$U=2A\cos Kx\sin\omega t$



می‌دانیم که انرژی موج با مجذور دامنه نسبت دارد پس می‌توان نوشت:

$E=\frac{1}{2}m\omega^2(2A\cos Kx)^2=4\times\frac{1}{2}m\omega^2A^2\cos^2Kx$

و در پایانه چون $X=0$ است

$E=4\times\frac{1}{2}m\omega^2A^2=4E_1=4E_2$

بنابراین انرژی در جاهایی که شکم پدیدار می‌شود چهار برابر انرژی موج آغازی است. آیا این رویداد با قانون پایستگی انرژی مکانیکی ناهمخوان است؟ پیداست که نمی‌تواند چنین باشد. انرژی میان دو گره، مجموع انرژی‌های موج فرودی و موج بازتابش است، اما انرژی مکانیکی گره‌ها صفر است، پس بیشینهٔ انرژی در جاهایی که شکم دیده می‌شد باید چهار برابر موج آغازی باشد تا میانگین انرژی در بازه‌ی مکانی میان دو گره دو برابر انرژی موج آغازی یعنی برابر با مجموع انرژی‌های موج‌های رفت و برگشت باشد:

$U=2A\cos K\,x\sin\omega t$

$V=\frac{du}{dt}=2\omega A\cos Kx\cos\omega t$

$E=\frac{1}{2}KU^2+\frac{1}{2}mV^2=\frac{1}{2}m\omega^2\times4A^2\cos^2Kx\sin^2\omega t+\frac{1}{2}m\omega^2\times4A^2\cos^2Kx\cos^2\omega t$

$E=4[\frac{1}{2}m\omega^2A^2\cos^2kx][\sin^2\omega t+\cos^2\omega t]=4E_1=4E_2$

بر روی پایانه $X=0\Rightarrow\quad E=4\times\frac{1}{2}m\omega^2A^2$

اما میانگین انرژی به شیوهٔ زیر به دست می‌آید:

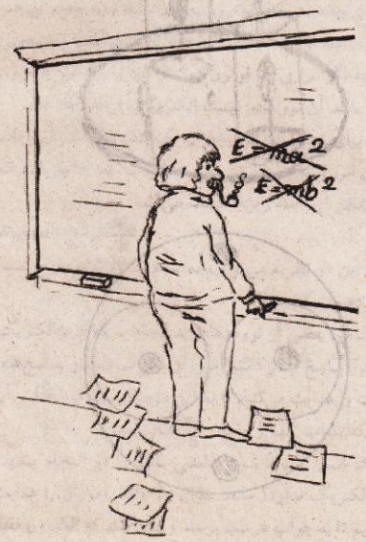
$E=\frac{\int_0^{n\lambda}2m\omega^2A^2\cos^2Kxdx}{n\lambda}=\frac{2m\omega^2A^2}{n\lambda}\int_0^{n\lambda}\cos^2Kxdx$

$E=\frac{1}{2}\times\frac{2m\omega^2A^2}{n\lambda}\int_0^{n\lambda}(1+\cos2kx)dx=\frac{m\omega^2A^2}{n\lambda}$

$[x+\frac{1}{2k}\sin2kx]^{n\lambda}$

$E=\frac{m\omega^2A^2}{n\lambda}[n\lambda]\Rightarrow E=m\omega^2A^2=E_1+E_2$

یعنی میانگین انرژی برابر است با مجموع انرژی‌های موج فرودی و موج بازتابش و این نکته با قانون پایستگی انرژی مکانیکی توافق دارد.



مرکز جرم اجسام و خواص آن

مرکز جرم جسم چیست؟ همان طوری که می‌دانید هرگاه سنگی را با زاویه معینی نسبت به افق پرتاب کنیم در یک مسیر سهمی به حرکت درمی‌آید. اما اگر یک عصای بلند را طوری پرتاب کنیم که ضمن حرکت به دور خود بچرخد مسلماً نقاط مختلف عصا نسبت به سنگ در مسیرهای متفاوتی حرکت خواهند کرد.

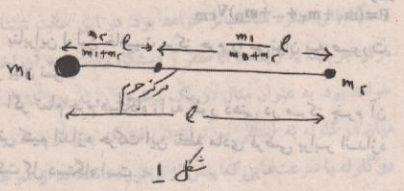
اما حرکت عصا در کل کاملاً شبیه حرکت سنگ خواهد بود. یعنی ابتدا صعود می‌کند و پس از رسیدن به نقطه اوج رو به پایین حرکت خواهد کرد. اگر از مقاومت هوا صرفنظر شود نقطه‌ای را می‌توان یافت که کاملاً مانند سنگ حرکت سهمی دارد. این نقطه را مرکز جرم عصا می‌نامند. برای هر جسم یا دستگاهی که از چند جزء تشکیل یافته است می‌توان مرکز جرم را در نظر گرفت. مرکز جرم یک جسم خواص جالبی دارد که در این نوشته به چند مورد آن اشاره می‌کنیم.

ابتدا بحث را با تعیین مرکز جرم آغاز می‌کنیم. فرض کنید که دستگاهی از نقاط m_1 و m_2 و... و m_n تشکیل شده باشد در این صورت مرکز جرم چنین دستگاهی از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$C_m=\frac{m_1n_1+m_2n_2+....+m_nx_n}{m_1+m_2+...+m_n}$$

فرمول مشابهی را می‌توان برای مختصات مرکز جرم در صفحه یا فضا در نظر گرفت (Y_c و Z_c) حال برای آشنایی با فرمول فوق نکات زیر را در رابطه با آن مطرح می‌سازیم.

الف- در حالتی که دستگاه از دو جرم m_1 و m_2 تشکیل شده باشد مرکز جرم این دو نزدیک به جرم بزرگ‌تر و روی خطی است که این دو نقطه مادی را به هم وصل می‌کند. (شکل ۱)



شکل ۱

بدیهی است که در حالت کلی مرکز جرم یک دستگاه که از چند نقطه مادی تشکیل یافته باشد به نحوی تعیین می‌شود که بین این نقاط باشد و مختصات آن به توزیع فضایی جرم این نقاط بستگی دارد.

ب- کلیه نقاط مادی از سهم یکسانی در تعیین مرکز جرم برخوردارند. اگر این نقاط به طور متقارن نسبت به یک نقطه در فضا توزیع شده باشند این نقطه مرکز جرم دستگاه خواهد بود.

مثلاً مرکز جرم یک کره یکنواخت با یک استوانه یا یک مکعب بر مرکز هندسی آنها منطبق است.

ج- اگر قسمتی از دستگاه را جدا کنیم و جرم نقاط آن را در یک نقطه متمرکز کنیم مرکز جرم کل دستگاه بدون تغییر باقی می‌ماند. به عنوان مثال مرکز جرم سیمی که به شکل مثلثی درآمده باشد منطبق بر مرکز جرم دستگاهی است که از سه نقطه مادی که د وسط هر ضلع مثلث قرار دارد تشکیل یافته است (جرم این نقاط مادی برابر جرم هر ضلع مثلث است).

حال خاصیت مهمی از مرکز جرم را که خاصیت فیزیکی آن است مورد مطالعه قرار می‌دهیم.

اگر نقاط مادی دستگاه را به اندازه‌ی مسافت‌های S_1 و.... و S_n در بازه‌ی زمانی Δt جابه‌جا کنیم جابه‌جایی مرکز جرم از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\vec{S_{cm}}=\frac{m_1\vec{S_1}+m_2\vec{S_2}+...+m_n\vec{S_n}}{m_1+m_2+...m_n}$$

(به خاطر داشته باشید که تصاویر بردارهای جابه‌جایی برابر تغییرات مختصات نظیر آنهاست)

سرعت مرکز جرم دستگاه از تقسیم جابه‌جایی بر فاصله‌ی زمانی به دست می‌آید یعنی داریم:

$$\vec{V_{cm}}=\frac{m_1\vec{V_1}+m_2\vec{V_2}+...+m_n\vec{V_n}}{m_1+m_2+...m_n}$$

همان طوری که دیده می‌شود صورت کسر بالا معرف تکانه (اندازه حرکت) دستگاه یعنی P است. پس می‌توان

نوشت:

$$\vec{P}=(m_1+m_2+...+m_n)\vec{V}_{cm}$$

بنابراین اولین خاصیت مرکز جرم را می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

اگر تمام جرم دستگاه را به طور ذهنی در مرکز جرم آن فرض کنیم اندازه حرکت این نقطه مادی فرضی برابر اندازه حرکت کل دستگاه است.

از خاصیت فوق می‌توان نتیجه گرفت که اگر دستگاهی منفرد باشد یعنی اندازه حرکت آن پایستار بماند سرعت مرکز جرم ثابت خواهد بود.

فرض کنید که میله‌ی نازک یکنواختی به طول L مطابق شکل ۲ به حالت قایم روی میز صافی قرار داشته باشد. اگر این میله رها شود و بلغزد جابه‌جایی آن تا لحظه برخورد میله با زمین چقدر است؟

هرچند میله دستگاه منفردی نیست اما چون فقط تحت تأثیر نیروی قایم وزن است اندازهٔ حرکت افقی آن بدون تغییر باقی می‌ماند. یا به عبارت دیگر اندازه حرکت مرکز جرم آن در امتداد افقی صفر است. یعنی مرکز جرم میله درست به محل ته آن با میز برخورد می‌نماید یا انتهای میله به اندازه $\frac{L}{2}$ جابه‌جا می‌شود.

حال به خواص دیگر مرکز جرم اشاره می‌کنیم، دستگاهی را در نظر بگیرید که غیر منفرد و از دو نقطه مادی به جرم‌های m_1 و m_2 تشکیل شده باشد. اگر هر نقطه این دستگاه تحت تأثیر نیروهای داخلی و خارجی باشد با توجه به قانون دوم نیوتن می‌توان نوشت:

$$m_1\Delta\vec{V}_1=(\vec{F}_1+\vec{F}_{12})\Delta t \quad \text{و} \quad m_2\Delta\vec{V}_2=(\vec{F}_2+\vec{F}_{12})\Delta t$$

که در آن F_1 و F_2 نیروهای خارجی و F_{21} و F_{12} به ترتیب نیروهایی است که از طرف جسم دوم و اول بر اجسام اول و دوم وارد می‌شود. بنا به قانون سوم نیوتین $F_{12}=-F_{21}$ است بنابراین داریم:

$$\Delta\vec{P}=m_1\Delta\vec{V}_1+m_2\Delta\vec{V}_1=(\vec{F}_1+\vec{F}_2)\Delta t$$

یعنی تنها نیروهای خارجی می‌توانند اندازه حرکت دستگاه را تغییر دهند. از طرف دیگر از رابطه (۳) می‌توان رابطه زیر را نتیجه گرفت.

$$\Delta\vec{P}=(m_1+m_2)\Delta\vec{V}_{cm}$$

با توجه به رابطه بالا می‌توان رابطه زیر را که هم‌ارز قانون دوم نیوتن است به دست آورد:

$$(m_1+m_2)\Delta\vec{V}_{cm}=(\vec{F}_1+\vec{F}_2)\Delta t \quad \text{یا}$$

$$(\vec{F}_1+\vec{F}_2)=(m_1+m_2)\vec{a}_{cm}$$

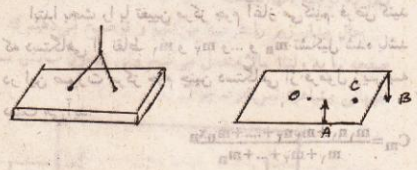
از فرمول بالا خاصیت مهم مرکز جرم به صورت زیر نتیجه می‌شود:

مرکز جرم یک دستگاه چنان حرکت می‌کند که گویی تمام جرم دستگاه در آن نقطه متمرکز شده است و کلیهٔ نیروها بر آن وارد می‌شود.

باید توجه داشت که آنچه مورد نظر است نیروهای خارجی وارد بر دستگاه است نه همه‌ی نیروها زیرا نیروهای داخلی اثری بر مرکز جرم دستگاه ندارند. به همین علت در موارد بسیاری حرکت مرکز جرم یک دستگاه بسیار ساده به نظر می‌رسد.

این خاصیت مرکز جرم کاربردهای بسیاری دارد. مثلاً اکنون احتمالاً درمی‌یابید که چرا مسیر حرکت مرکز جرم یک عصا که در شرایط خلاء با زاویه Θ به طرف بالا پرتاب می‌شود مثل مسیر حرکت یک سنگ، سهمی است زیرا تنها شتاب وارد بر عصا شتاب گرانش g است که به دوران عصا ارتباطی ندارد.

حال به مثال دیگری توجه کنید: جرثقیلی سرپوش فلزی سنگین را روی ساختمانی قرار می‌دهد. مطابق شکل، دو کارگر با اعمال نیروهایی که اندازه یکسانی دارند سرپوش را به طور مناسب می‌چرخانند.



اگر نقاط اثر این دو نیرو A و B باشد به نظر شما این سرپوش سنگین حول چه نقطه‌ای می‌چرخد؟ مسلماً عده زیادی از شما بلادرنگ نقطه C را که درست در وسط نقاط A و B قرار دارد نام می‌برید در حالی که با اندکی تأمل جواب درست یعنی نقطه O یا مرکز جرم جسم را معرفی می‌نمایید. زیرا با توجه به رابطه (۴) برآیند نیروهای خارجی صفر و در نتیجه شتاب مرکز جرم هم صفرمی‌خواهد بود. یعنی جسم حول این نقطه

است که دوران می‌کند.

در پایان پیشنهاد مناسبی برای در نظر گرفتن مرکز جرم یک دستگاه ارائه می‌کنیم. بدین معنی که بنا به رابطه‌ی (۲) اندازه حرکت کل یک دستگاه نسبت به دستگاه مقایسه‌ای که مرکز جرم به آن مربوط است همواره صفر است. حرکت در این دستگاه مقایسه به طور طبیعی آسان‌تر به نظر می‌آید زیرا در این حالت دستگاه در حال سکون است. این روش بویژه در دستگاه‌های منفرد مناسب‌تر خواهد بود. در این حالت شتاب مرکز جرم بنا به رابطه (۴) صفر و دستگاه وابسته به آن لخت خواهد بود. به عنوان مثال در یک برخورد روبه‌رو و کش‌سان میان دو گلوله به آسانی می‌توان دریافت که پس از برخورد، دو گلوله با سرعت‌هایی که پیش از برخورد داشته‌اند از هم جدا می‌شوند.

آیا می‌توان در ژله شنا کرد؟

پرسش: اگر در یک استخر پر از ژله بیفتید آیا ممکن است با شنا کردن در آن خود را به طرف دیگر استخر برسانید؟

پاسخ: این پرسش به راستی مرا به گذشته دور برمی‌گرداند. ژله یکی از بزرگ‌ترین شگفتی‌های دوران کودکی من است. در مدرسه آموخته بودم که دقیقاً برای ماده سه حالت جامد، مایع گاز وجود دارد. به گفته آموزگارانم هر چیز با دقت در یکی از این سه حالت قرار می‌گیرد. اما ژله چه طور؟ ژله در کدام یک از این رده‌بندی سیاه و سفید جا می‌گیرد؟ این پرسش را از آموزگارانم و تقریباً از هر کس دیگر پرسیدم اما از هیچ کدام جوابی دریافت نکردم و احساس می‌کردم به یک دانش‌آموز ماجراجو و مزاحم تبدیل شده‌ام. آنچه نمی‌دانستم این بود که یک طبقه‌بندی انعطاف‌ناپذیر غالباً جهان را بیش از اندازه ساده می‌نماید و از احتمالات شگفت‌انگیز جالب غفلت می‌کند.

پس از گذشت سی سال می‌توانم بگویم که ژله دقیقاً برحسب میزان تراکمش جایی در گستره‌ی میان دو حالت مایع و جامد قرار گرفته است. وقتی ژله به قدر کافی آبکی باشد حتماً یک مایع رقیق و وقتی که به شدت متراکم باشد به طور قطع یک جامد سفت و کشان است و بین این دو حالت وضع پیچیده است. وجه تمایز بین جامد و مایع در این است که ماده در برابر تنش چگونه واکنش نشان می‌دهد. یعنی واکنش ماده در برابر فشاری که به قسمت‌های مختلف آن در راستاهای متفاوت وارد می‌شود چگونه است. اگر یک ماده در اثر تنش روان شود و سرانجام خود را طوری جمع و جور کند که به حذف تنش بینجامد این ماده در اساس مایع است.

در صورتی که در عوض، ماده به طور موقتی تغییر شکل داده و پس از حذف تنش، به طور کشسان به عقب برگردد ماده در اساس یک جامد خواهد بود.

اما این وجه تمایز به طور کامل دقیق نیست و بستگی به این دارد که حوصله شما چقدر باشد. پاره‌ای از مواد در برابر تنش در دوره‌های کوتاهی از زمان واکنش کش‌سان نشان می‌دهند در حالی که در دوره‌های بلندتری از زمان شبیه مایع جریان می‌یابند. ژله دقیقاً چنین ماده‌ای است. وقتی که با قاشق بر ژله ضربه می‌زنیم به طور کش‌سان می‌جنبد و مثل یک جامد کش‌سان رفتار می‌کند. اگر ژله را با قرار دادن در قفسه یخچالی ساعت‌ها تحت فشار قرار دهیم به تدریج تغییر شکل می‌دهد و مانند مایع سفت رفتار می‌کند. به طور رسمی یک ماده که سرانجام جریان می‌یابد یک مایع و آن که هرگز روان نمی‌شود جامد می‌باشد. اما چه کسی می‌خواهد تا این مدت طولانی صبر کند؟

با این مقدمه طولانی حالا وقت آن است که به پرسش شما پاسخ داده شود. این که شما بتوانید یا نتوانید در عرض استخر پر از ژله شنا کنید بستگی به شدت تراکم ژله دارد. اگر ژله به اندازه کافی روان باشد مثل یک مایع رفتار می‌کند و شما قادر به شنا در آن می‌باشید. البته عبور شما وقت زیادی می‌گیرد اما سرانجام می‌توانید عرض استخر را بپیمایید.

اما اگر ژله طوری متراکم باشد که مثل یک جامد رفتار کند بهتر آن است که راه خود را با حفر راهی در ژله باز نمایید. مانند هنگامی که استخر پر از گل باشد.

بین دو گسترهٔ تراکم، دامنه‌ای از امکانات یا ترازهایی از حوصله یافت می‌شود. هم چنان که ژله بیشتر و بیشتر متراکم می‌شود مدت زمان لازم برای روان شدن آن طولانی می‌شود صبر لازم برای عبور از عرض استخر افزایش می‌یابد. سرانجام به حوصلهٔ نامحدودی نیاز خواهد بود و هنگام آن است که شروع به حفر راهی در ژله‌ای که الزاماً جامد است بنمایید.

روش تدریس پدیده‌ی فوتوالکتریک

فرهنگ کریمی- دبیر فیزیک دبیرستان‌های شیراز

پیش از هر چیز اشاره می‌کنیم که پدیدهٔ فوتو الکتریک در ساده‌ترین صورت به معنای کنده شدن الکترون از سطح فلز به کمک تابش نور است و با یک آزمایش ساده نشان می‌دهیم که اگر کلاهک الکتروسکوپ باردار منفی را در معرض تابش پرتو فرابنفش بگذاریم تخلیه می‌شود، و نتیجه می‌گیریم که پرتوهای نور الکترون‌های کلاهک را جدا می‌کند.

سپس برای کاربرد پدیدهٔ فوتوالکتریک مثال می‌زنیم که در نمونه‌هایی چون آسانسورها و دزدگیرهای نوری تا حدی از این پدیده استفاده می‌کنند.

برای بررسی پدیدهٔ فوتوالکتریک از لامپ خلا استفاده می‌کنند که ما آن را در چهار وضعیت: لامپ بدن ولتاژ و بدون تابش، لامپ بدون ولتاژ و با تابش، با تابش و ولتاژ موافق، با تابش و ولتاژ مخالف بررسی می‌کنیم. ابتدا لامپ را به صورت زیر در مدار قرار می‌دهیم و از دانش‌آموزان می‌پرسیم آیا آمپرسنج جریانی را نشان می‌دهد یا نه؟

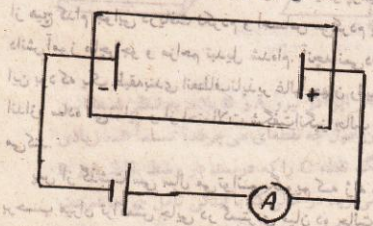
سپس جواب‌های درست را انتخاب می‌کنیم و بیشتر توضیح می‌دهیم که در این مدار نه اختلاف پتانسیل وجود دارد و نه مدار بسته است پس جریان نداریم.

سپس با تاباندن پرتو بنفش یا فرابنفش می‌بینیم که آمپرسنج (گالوانومتر) جریان ضعیفی نشان می‌دهد علت را از دانش‌آموزان می‌پرسیم.

به احتمال زیاد تعداد زیادی از آنها جواب درست می‌دهند و به کنده شدن الکترون توسط نور و برخورد آنها به صفحهٔ روبه‌رو اشاره می‌کند.

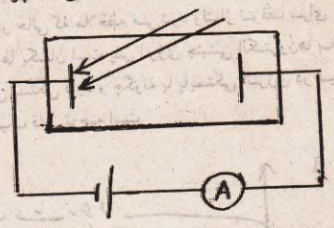
بعد بیان می‌کنیم که هدف ما این است که عامل مؤثر در این جریان را بررسی کنیم و علت پدیده را توجیه کنیم و ببینیم تا چه حد توجیه این پدیده و این عوامل به کمک فیزیک کلاسیک امکان‌پذیر است و در چه مواردی فیزیک کلاسیک قادر به توجیه آنها نیست.

حال مدار زیر را عرضه می‌کنیم و توضیح می‌دهیم که دو صفحه را به ولتاژ بالا متصل می‌کنیم ولی بدون تابش نور جریانی مشاهده نمی‌شود. چرا؟



بعد از جواب دانش‌آموزان توضیح می‌دهیم که مدار قطع است و مانند کلید باز می‌باشد و میدان الکتریکی به وجود آمده آنقدر نیست که الکترون را از فلز جدا کند، با تابش نور

فرابنفش و بنفش آمپرسنج جریانی را نشان می‌دهد. چرا؟



چون نور الکترون‌ها را از سطح صفحه‌ی منفی جدا می‌کند و این الکترون‌ها به دلیل وجود میدان الکتریکی به طرف قطب مثبت می‌روند و جریانی در مدار پدید می‌آید.

نور را تغییر می‌دهیم و از نورهایی با بسامد پایین‌تر استفاده می‌کنیم. جریانی مشاهده نمی‌شود حال شدت نور را افزایش می‌دهیم باز هم جریانی دیده نمی‌شود.

نتیجه می‌گیریم که:

۱) کنده شدن الکترون به بسامد فوتون‌ها بستگی دارد. (چرا؟)

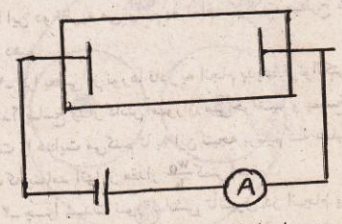
۲) افزایش شدت نور پرتویی که قادر نیست الکترون را از فلز جدا کند تأثیری ندارد (چرا؟) در مرحلهٔ بعد دوباره از همان نوری استفاده می‌کنیم که جریان را در مدار پدید می‌آورد و شدت نور را افزایش می‌دهیم ملاحظه می‌شود که شدت جریان افزایش می‌یابد.

ولتاژ دو سر لامپ را افزایش می‌دهیم باز هم جریان افزایش می‌یابد ولی از حد معین به بالا اگر ولتاژ هم زیاد شود جریان ثابت می‌ماند (چرا؟).

تمام قسمت‌هایی راکه به صورت (چرا) مطرح کردیم روی تخته می‌نویسیم و می‌گوییم دنبال جواب این چراها هستیم.

پاسخ به چراها...

۱- چرا با وجود اتصال دو طرف لامپ خلا به دو قطب ولتاژ، بدون وجود تابش نور جریانی مشاهده نمی‌شود؟



– چون مدار باز است و میدان الکتریکی به وجود آمده بین دو صفحه نمی‌تواند الکترون را از کاتد جدا کند پس جریانی مشاهده نمی‌شود.

۲- پس از تابش نور بنفش یا فرابنفش آمپرسنج جریانی را نشان می‌دهد. (چرا؟)

– چون نور الکترون را از فلز جدا می‌کند و این الکترون‌ها به دلیل وجود میدان به طرف صفحه مثبت می‌روند و جریانی در مدار پدید می‌آورند.

سپس بسامد نور را تغییر می‌دهیم، یعنی به طور مثال به جای نور بنفش از نور قرمز استفاده می‌کنیم جریانی در مدار پدید نمی‌آید شدت نور را افزایش می‌دهیم باز هم جریانی مشاهده نمی‌شود اولین سؤال اساسی در اینجا این است که:

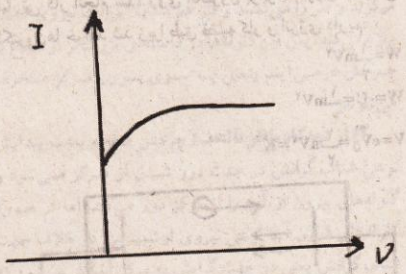
۳- اگر کنده شدن الکترون به انرژی نیاز دارد و نور قرمز این انرژی را نمی‌تواند تأمین کند چرا افزایش شدت نور یعنی افزایش انرژی نور تابشی باز هم نمی‌تواند الکترون را از فلز جدا کند؟

– این اولین سؤالی است که با فیزیک کلاسیک قابل توجیه نمی‌باشد.

می‌توانیم سؤال‌های مطرح شده را روی تابلو یادداشت کنیم و به دانش‌آموز بگوییم پس از بررسی کامل پدیده دوباره به سراغ پرسش‌ها خواهیم آمد و پاسخ آنها را خواهیم گفت.

دوباره نوری را به لامپ می‌تابانیم که پدیدهٔ فتوالکتریک را به وجود می‌آورد هدف این است که بدانیم افزایش ولتاژ دو سر لامپ چه تأثیری در شدت جریان مدار دارد.

ملاحظه می‌کنیم افزایش ولتاژ شدت جریان را افزایش می‌دهد ولی پس از مدتی این جریان ثابت می‌ماند. (چرا؟)

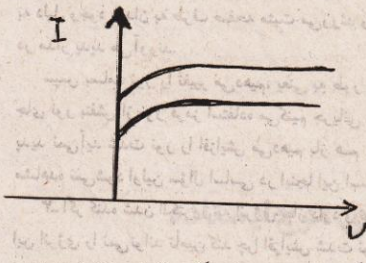


این پرسش را نیز زیر پرسش پیش روی تابلو می‌نویسم.

و توضیح می‌دهیم افزایش ولتاژ میدان بین دو صفحه را افزایش می‌دهد و باید به بارها شتاب بیشتری داده شود و آنها را سریع‌تر از یک صفحه به صفحه دیگر منتقل کند و انتظار داریم با افزایش ولتاژ جریان افزایش یابد ولی ثابت می‌ماند که این موضوع نیز با فیزیک کلاسیک توجیه‌پذیر نیست.

مرحله بعدی این است که شدت نور را در این حالت افزایش دهیم و انتظار داریم شدت جریان افزایش یابد زیرا

انرژی بیشتری به صفحه می‌رسد و ملاحظه می‌کنیم که این طور است.



ظاهراً به نظر می‌رسد باید بگوییم که این افزایش شدت، انرژی جنبشی الکترون‌های کنده شده را بیشتر می‌کند و آنها را زودتر به صفحه مخالف می‌رساند ولی بعداً خواهیم دید که چنین نیست پس پرسش بعدی را این طور مطرح می‌کنیم که:

چرا افزایش شدت نور شدت جریان را افزایش می‌دهد؟

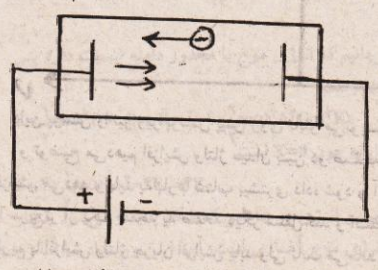
در مرحله‌ی بعد می‌خواهیم انرژی جنبشی الکترون‌های کنده شده را اندازه بگیریم.

برای این کار به دو سر لامپ یک ولتاژ مخالف ولتاژ قبلی می‌بندیم بدیهی است اگر این ولتاژ را آنقدر افزایش دهیم تا جریان متوقف شود به این معنی است که انرژی پتانسیل الکترون در بین دو صفحه برابر با انرژی جنبشی آنها و یا به عبارتی کار انجام شده روی الکترون برابر با انرژی جنبشی الکترون‌ها خواهد شد زیرا طبق قضیه کار و انرژی داریم:

$$W=\frac{1}{2}mV^2$$

$$W=-U=\frac{1}{2}mV^2$$

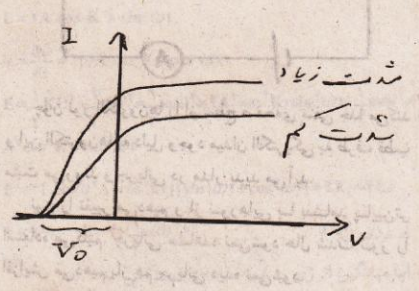
$$V=eV_0=\frac{1}{2}mV^2=K$$



پس ولتاژ توقف نمایندهٔ انرژی جنبشی الکترون‌ها است.

$$V_0=\frac{K}{e}\Rightarrow V_0\sim K$$

بر طبق اصول فیزیک کلاسیک انتظار داریم افزایش شدت نور انرژی جنبشی الکترون‌ها در نتیجه ولتاژ توقف را افزایش دهد در حالی که ملاحظه می‌شود ولتاژ توقف برای تمام شدت‌ها یکسان است پس انرژی جنبشی الکترون‌ها به چه عاملی بستگی دارد و چگونه با پایستگی انرژی در فیزیک کلاسیک قابل توجیه است.



پس توضیح می‌دهیم که تعدادی از سؤالات نوشته شده روی تابلو با اطلاعات و قوانین موجود در فیزیک کلاسیک بدون پاسخ می‌ماند و نیازمند نظریات جدید در این زمینه است که این نظریات را اینشتین و پلانک ارائه کردند. پلانک بیان کرد که نور ذرات کوانتیدهٔ انرژی است به نام فوتون و انرژی هر فوتون در رابطهٔ $E=h\vartheta$ متناسب با فرکانس آن است پس فوتون نور فرابنفش از فوتون نور بنفش پرانرژی‌تر است و اینشتین بیان کرد که در پدیده‌ی فوتو الکتریک هر فوتون فقط می‌تواند به یک الکترون برخورد کند و به عبارتی هر الکترون فقط از یک فوتون انرژی دریافت می‌کند. پس بدیهی است که اگر انرژی آن فوتون کم‌تر از انرژی بستگی الکترون به فلز باشد آن نور قادر نیست الکترون را از فلز جدا کند.

و برای جداکردن الکترون از یک فلز باید فوتون یک حداقل انرژی یا به عبارتی یک حداقل بسامد داشته باشد که این حداقل از رابطهٔ زیر به دست می‌آید.

$$W_0=h\vartheta\Rightarrow\vartheta_0=\frac{W_0}{h}$$

با این دو نظریه می‌توانیم به تمام سؤالات مطرح شده پاسخ دهیم:

۱ـ چرا بعضی از نورها قادر به انجام پدیدهٔ فوتوالکتریک نیستند؟ پاسخ را از دانش‌آموزان می‌خواهیم و پاسخ‌های درست را هدایت می‌کنیم تا به این نتیجه برسیم که علت آن است که بسامد آنها از مقدار $\frac{W_0}{h}$ کمتر است.

۲ـ چرا شدت نور تابشی تأثیری در انجام پدیدهٔ فوتوالکتریک ندارد؟ مانند سؤال بالا دانش‌آموزان را هدایت می‌کنیم تا به جواب درست برسند و بیان کنند که الکترون فقط از یک فوتون انرژی می‌گیرد و اگر انرژی آن فوتون کافی

نباشد این پدیده رخ نمی‌دهد. افزایش شدت نور فقط تعداد فوتون‌ها را افزایش می‌دهد نه انرژی هر کدام از فوتون‌ها را.

۳ـ چرا افزایش شدت نور برای پرتوهایی که پدیدهٔ فوتوالکتریک به وجود می‌آورند شدت جریان را افزایش می‌دهد توضیح می‌دهیم که افزایش شدت نور یعنی افزایش تعداد فوتون‌ها در نتیجه تعداد الکترون‌های کنده شده نیز افزایش می‌یابد و تعداد بیشتری در مدار شارش می‌کنند که همان افزایش جریان است.

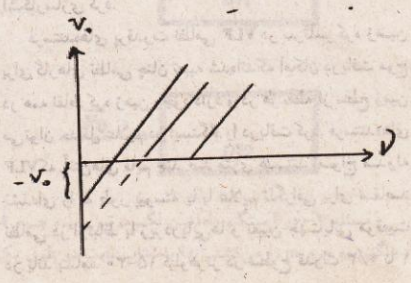
۴ـ چرا افزایش ولتاژ دو سر لامپ شدت جریان را ابتدا افزایش و سپس به حد ثابتی می‌رساند؟ افزایش ولتاژ میدان الکتریکی بین دو صفحه را افزایش می‌دهد، نیروی وارد بر الکترون‌ها و در نتیجه شتاب آنها افزایش می‌یابد، تعداد بیشتری الکترون در واحد زمان به صفحهٔ مقابل می‌رسد و این یعنی افزایش جریان ولی این تعداد بیشتر نمی‌تواند از تعداد کل الکترون‌های کنده شده که برابر است با تعداد فوتون‌های تابیده شده بیشتر باشد و چون شدت نور ثابت است، شدت جریان هم ثابت خواهد شد.

۵ـ الکترون‌ها انرژی جنبشی خود را از کجا به دست می‌آورند و چرا شدت نور تأثیری در مقدار این انرژی ندارد؟ از آنجا که هر الکترون فقط از یک فوتون انرژی دریافت می‌کند پس انرژی جنبشی آن اضافهٔ انرژی است که فوتون به الکترون داده است به این معنا که مقداری از انرژی فوتون صرف کندن الکترون می‌شود و مقدار اضافهٔ آن به الکترون انرژی جنبشی می‌دهد به این ترتیب می‌توانیم رابطهٔ بین‌انرژی جنبشی الکترون و انرژی فوتون تابیده شد به صورت زیر به دست آوریم.

$$K=h\vartheta-W_0$$

$$K=eV_0=h\vartheta-W_0 \Rightarrow V_0=\frac{h}{e}\vartheta-\frac{W_0}{e}$$

$\frac{W_0}{e}$ ثابت است (برای هر فلزی) پس ولتاژ توقف متناسب با بسامد نور تابیده شده است و مستقل از شدت نور. نمودار V_0 برحسب ϑ برای بسامدهای مختلف به صورت زیر است.



با توجه به نمودار ملاحظه می‌شود هرچه بسامد بیشتر باشد ولتاژ توقف بیشتر است زیرا سهم بیشتری از انرژی فوتون باعث جنبش الکترون‌ها می‌شود شیب این خط مقدار $\frac{h}{e}$ است که برای تمام بسامدها ثابت است.

۶ـ آیا ولتاژ توقف به جنس فلز بستگی دارد؟ با توجه به رابطهٔ $V_0=\frac{h}{e}\vartheta-\frac{W_0}{e}$

ملاحظه می‌شود هرچه W_0 کمتر باشد سهمی از انرژی فوتون که باعث انرژی جنبشی الکترون‌ها می‌شود بیشتر می‌شود در نتیجه ولتاژ توقف بیشتر می‌شود.

– چند مورد سؤال تستی برای جمع‌آوری اطلاعات دانش‌آموز به صورت زیر مطرح می‌کنیم.

۱) پرتویی می‌تواند پدیدهٔ فوتوالکتریک را به وجود آورد اگر شدت این پرتو را افزایش دهیم شدت جریان مدار

۱ـ افزایش می‌یابد ۲ـ کاهش می‌یابد ۳ـ ثابت می‌ماند ۴ـ ابتدا افزایش می‌یابد سپس ثابت می‌ماند.

پسر، من مرده‌ی سوت این قطارم، مخصوصاً وقتی در اثر پدیده‌ی دوبلر بسامد سوتش تغییر می‌کنه!

اکتشاف آب‌های زیرزمینی به روش VLF*

هوشنگ حسن‌شاهی- دبیر فیزیک دبیرستان‌های شیراز

چکیده: این مقاله حاصل یک کار پژوهشی است که خود من در منطقه بجنورد انجام داده‌ام. این منطقه چشمه‌سارهای بسیار داشت و از این رو توجه مرا به خود جلب کرد. در سال ۱۳۷۲ همراه با دستگاه WADI از طرف دانشگاه تهران به این منطقه فرستاده شدم و به جستجوی چشمه‌ها پرداختم و در شرق بجنورد چشمه بابا امان را برای این کار مناسب دیدم چون مسیر جریان آب‌های زیرزمینی این منطقه را می‌شناختم و فقط می‌خواستم ببینم که آیا این دستگاه همان مسیر را نشان می‌دهد یا خیر!؟

در منطقه باباامان پروفیل‌ها با فرکانس ۱۸/۳KHZ که مربوط به فرستندهٔ ناوبری فرانسه بود اجرا شد و این کار چند روز به طول انجامید.

این مقاله روشی را پیشنهاد می‌کند که با آن بتوان مسیر آب‌های زیرزمینی را سریع و ساده و ارزان و دقیق با کم‌ترین نیروی انسانی با دستگاهی سبک و قابل حمل کشف کرد. در این روش در مقایسه با سایر روش‌های ژئوفیزیکی به نصب فرستنده و گیرنده در دشت نیازی نیست، الکترودی در زمین فرو نمی‌رود و دستگاه‌ها و کابل‌های پرحجم و سنگین به کار نمی‌رود و عمل برداشت و پروفیل‌زنی آن تنها به یک نفر نیاز دارد و نقشه‌برداری مفصل محل ضرورت ندارد، همچنین در پیش‌گویی هدف، صرفاً تحلیل و ریاضیات ساده‌ای کفایت می‌کند. روش VLF در مناطقی که آب‌ها درون درز و شکاف‌ها و گسل‌ها و حفره‌ها ذخیره شده باشند روشی موفقیت‌آمیز است ولی در شناسایی سفره‌های افقی آب‌های زیرزمینی و مناطق آبرفتی چندان سودمند نیست. روش رایج آبیابی در ایران روش تعیین مقاومت ویژه است که با همهٔ موفقیت‌هایی که داشته است هزینهٔ عملیات آن بالا و سرعت عملیات آن کند است. از طرفی پتانسیل خودزای الکترودها خیلی بزرگ است و این خود انگیزه‌ای بزرگ برای نوآوری و یافتن روش‌های جدیدتر است چون کمبود آب در ایران چه در آبرسانی و چه در آبیاری انکارناپذیر است.

مقدمه:

در سال‌های ۱۹۶۰-۱۹۴۰ اکتشاف‌های ژئوفیزیکی آغاز شد و با انقلاب دیجیتالی ۱۹۸۷ شکوفا شد. فن‌آوری‌های ژئوفیزیکی تنها قادرند ناپیوستگی‌هایی را که از لحاظ ویژگی با ناحیه‌های دیگر تفاوت دارند آشکار کنند بنابراین در جاهایی که با بررسی‌های ژئوفیزیکی می‌توان ساختارهای درونی زمین، تاقدیس‌های نفت و گاز، معدن‌های ذغال سنگ و اورانیوم و فلزات، کانی‌ها، گسل‌ها و شکستگی‌ها و غارها و حفره‌ها، فعالیت گسل‌ها و احتمال وقوع زلزله و سفره‌های آب‌های زیرزمینی... را شناسایی کرد سودمندند. رشد روزافزون جمعیت و نیاز به انرژی و مواد معدنی و آب‌های زیرزمینی از یک سو و پیش‌بینی و پیشگیری از زمین‌لرزه‌های خانمان‌سوز از طرف دیگر به سرمایه‌گذاری عظیم و رشد سریع روش‌های دقیق ژئوفیزیکی انجامیده است چنانکه سالانه میلیاردها دلار صرف تحقیقات ژئوفیزیکی می‌شود. احداث سازه‌های عظیمی نظیر برج‌های مسکونی، نیروگاه‌های قدرت، کارخانه و سدها بدون آگاهی از وضعیت توپوگرافی سنگ کف، ضخامت آبرفت و فعالیت گسل‌ها و حفره‌های زیرزمینی و ضریب اطمینان سازه در مقابل حوادثی نظیر زلزله، به نشست و تخریب می‌انجامد. روش الکترومغناطیسی VLF از سال ۱۹۶۰ کم‌کم در کشورهایی نظیر کانادا و سوئد کاربرد یافت و امروز از این روش در اکتشاف آب‌های زیرزمینی، رگه‌های معدنی، به نقشه درآوردن ساختارهای زمین‌شناسی، کشف غارها و حفره‌های مخفی، شکستگی زیر سطحی و گسل‌ها استفاده می‌شود. با این روش می‌توان کابل‌ها و لوله‌ها و مین‌های مدفون و پسماندهای خطرناک پنهان شده را آشکارسازی کرد.

فرستنده‌های پرقدرت نظامی VLF در سرتاسر کره زمین برای کارهای نظامی چنان تعبیه شده‌اند که امکان دریافت موج در همه نقاط کره زمین وجود دارد و در هر نقطه از سطح زمین می‌توان حداقل علایم دو ایستگاه را دریافت کرد. فرستنده‌های VLF که آنتن‌های قایم چند صد متری هستند امواج مدوله نشده‌ای را به طور پیوسته یا با علایم تلگرافی برای مقاصد نظامی در ارتباط با زیردریایی‌ها و تعیین جهت‌یابی موقعیت در باند بسامد ۳۰-۱۵ کیلوهرتز در سطوح قدرت ۰/۳ تا ۱

مگاوات می‌فرستند این امواج در آب اقیانوس‌ها به خوبی نفوذ می‌کنند. برد امواج VLF هزاران کیلومتر است. در تکنولوژی رادیو محدودهٔ بسامد میان ۳ تا ۳۰ کیلوهرتز باند ناوبری یا طیف بسامدهای خیلی پایین را VLF می‌نامند. بیشتر ایستگاه‌های رادیویی بسامدهایی بالاتر از ۵۰۰ کیلوهرتز دارند و گیرنده‌های VLF از فواصل ۷۵ تا ۱۰۰۰ کیلومتری یک فرستنده قدرتمند می‌توانند به کار برده شوند.

گسیل موج از فرستنده‌های VLF را کشورهای نیرومند انجام می‌دهند. این موج‌ها میان زمین و یونسفر در نوسان‌اند و در فاصله‌های دور از آنتن فرستنده، مؤلفه میدان الکتریکی قایم و مؤلفه میدان مغناطیسی دوایر متحدالمرکز افقی هستند. طول موج امواج VLF بین ۱۰ تا ۲۰ کیلومتر و شدت علامت‌های VLF به علت فرایند یونیزاسیون در یونسفر در ساعات مختلف روز متفاوت است.

انرژی امواج الکترومغناطیس VLF در منطقه رسانا متمرکز و به درون آن جاری می‌شود و بر اثر القای الکترومغناطیسی در رسانا جریانی القا می‌کند. امواج VLF هم روی سطح زمین انتشار می‌یابند و هم میان سطح زمین و یونسفر نوسان می‌کنند. در فاصله‌های دور یعنی حدد ۸۰۰ کیلومتری فرستنده مؤلفه میدان مغناطیسی امواج VLF موازی با سطح زمین است و به عنوان میدان مغناطیسی اولیهٔ القاء کننده عمل می‌کند آنچه میدان‌های VLF را کنترل می‌کند هدایت الکتریکی زمین و بسامد امواج است. بدیهی است هرچه زمین رساناتر و بسامد موج کاربردی بالاتر باشد عمق نفوذ این امواج کمتر است یعنی امواج VLF در محیط‌های نارساناتر با بسامدهای پایین‌تر عمق نفوذ بیشتری دارد. همچنین عمق نفوذ امواج به مقاومت الکتریکی سنگ‌های زیرزمینی، جنس و ناهمگنی‌ها و شکل و وضعیت هندسی توده‌ی رسانای مدفون و نوع دستگاه‌های اندازه‌گیری بستگی دارد. تجربه نشان داده است که رساناهایی که امتدادشان با جهت انتشار موج زاویه بین ۴۵- تا ۴۵+ درجه می‌سازد به خوبی آشکار می‌شوند.

بنابراین در عمل سعی بر این است که میدان مغناطیسی حاصل از فرستنده‌های VLF در محل اندازه‌گیری بر امتداد ساختار رسانای مدفون عمود باشد. ناگفته نماند که موج‌های VLF صبح‌ها از بهترین کیفیت برخوردارند چون شدت علامت‌های VLF در ساعت‌های مختلف روز دستخوش تغییرند و در بعضی مناطق با قطع مکرر علامت نیاز به فرستنده‌های سیار ناگزیر می‌شود.

گیرنده‌های VLF دو آنتن حلقه‌ای عمود بر هم دارند که مؤلفه‌های افقی و قایم میدان مغناطیسی برایند را آشکار می‌سازند. دو آنتن میله‌ای هیدرواکسید آهن به طول ۱۵ سانتی‌متر که حاوی هزاران دور سیم می‌باشند یکی مؤلفهٔ افقی و دیگری مؤلفهٔ قایم میدان مغناطیسی برایند را آشکار می‌سازند و به طور خودکار نسبتشان یعنی $\frac{H_z}{H_x}$ را مشخص می‌کنند که عدد مختلطی است دارای مؤلفه‌های حقیقی و موهومی. نسبت مؤلفه‌ی قایم میدان مغناطیسی برایند بر مؤلفه‌ی افقی آن شاخصی است برای تشخیص توده‌های رسانای مدفون.

نظریه:

میدان الکترو مغناطیسی فرستنده‌های VLF به عنوان میدان اولیه در برخورد با یک رسانای نسبتاً خوب مانند آب تغییر فاز می‌دهد و در واقع این رسانا خود چشمهٔ یک میدان مغناطیسی ثانویه می‌شود که این میدان نسبت به میدان مغناطیسی اولیه اختلاف فاز دارد. بنابراین یک آشکارساز مناسب می‌تواند از هر دو میدان اولیه و ثانویه هم‌زمان متأثر شود.

بدیهی است که میدان مغناطیسی متغیر اولیه در رسانا جریانی القاء می‌کند و این جریان خود نیز مولد میدان مغناطیسی ثانویه است و وجود میدان مغناطیسی ثانویه معرف وجود رسانای زیرزمینی است و گیرنده برایند میدان‌های اولیه و ثانویه را با روش القایی آشکار می‌سازد. دامنه و جهت انتشار و فاز و شدت میدان مغناطیسی برایند با میدان اولیه متمایز است. اصولاً همه روش‌های الکترومغناطیسی در یک نوار بسامد از ۱ میلی‌هرتز تا ۶۰ کیلوهرتز عمل می‌کنند و کلیه این روش‌ها بر اصلی استوار است که اگر توده‌ای رسانا درون زمین پنهان باشد و این توده تحت تأثیر میدان مغناطیسی متناوبی قرار گیرد در آن جریانی القاء می‌شود و این جریان به نوبهٔ خود مولد میدان مغناطیسی ثانویه‌ای است که می‌توان آن را اندازه‌گیری کرد. ارتباط میان فرستنده و گیرنده و توده رسانای مدفون شباهت زیادی به ارتباط میان مدارهای الکتریکی سه‌تایی دارد. هر میدان الکترومغناطیسی که در بیرون رسانا ایجاد شود در درون آن بر اثر بازتاب‌ها، شکست‌ها، عبورها و سایر پدیده‌ها متحمل تغییر و با فاصله میرا میشود که این میرایی به بسامد میدان و رسانایی الکتریکی محیط بستگی دارد. اندازه‌ی میدان برایند در معادله‌ی یک بیضی صدق می‌کند که بیضی قطبش نام دارد. مطابق شکل‌های ۱ و ۲ و ۳ زاویهٔ صفحه‌ی بیضی قطبش با افق را Dip angle و زاویهٔ بردار برایند میدان مغناطیسی با افق را

tilt angle و همچنین نسبت قطر کوچک بیضی به قطر بزرگ آن را تخت‌شدگی یا ellipticity نامند. هدف، دستیابی به این پارامترهای بیضی قطبش است که با تغییرات جانبی رسانایی زیر سطحی تغییر می‌کنند و مبنایی برای اندازه‌گیری‌های VLF هستند. میدان‌های الکترومغناطیسی را با جریان متناوب تولید می‌کنند و بسته به بسامد جریان و رسانندگی و تراوایی مغناطیسی محیطی که از آن میگذرند می‌توانند کم و بیش تضعیف شوند، میدان‌های EM در برخورد با یک رسانای نسبتاً خوب تغییر فاز می‌دهند و در واقع این رسانا خود مولد یک چشمه میدان مغناطیسی ثانویه می‌شود، امواج الکترومغناطیسی حامل انرژی‌اند و با وجود این که طیف وسیع امواج EM در بسامد تولید و آشکارسازی متفاوت‌اند ولی در ماهیت و قوانین حاکم و سرعت انتشار یکسان‌اند میدان‌های الکترومغناطیسی را با چهار معادله مشهور ماکسول مورد مطالعه قرار می‌دهند.

نبود مغناطیس تک‌قطبی $\vec{\nabla}.\vec{B}=0$

قانون گاوس $\iint \vec{B}.d\vec{A}=0$

قانون فارادی $\vec{\nabla}\times\vec{\varepsilon}=-\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

$-\int \vec{E}.d\vec{L}=\iint \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}.d\vec{A}$

قانون گوس $\vec{\nabla}.\vec{\varepsilon}=\frac{\rho}{\varepsilon_0}$

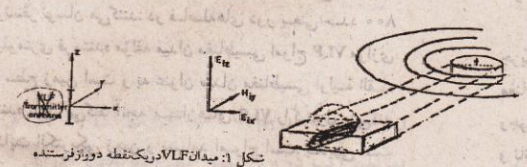
$\iint \vec{\varepsilon}.d\vec{A}=\iiint \frac{\rho dV}{\varepsilon_0}$

$\nabla\times\vec{H}=\vec{J}+\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

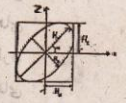
قانون آمپر تعمیم یافته $\int \vec{H}.d\vec{L}=I_d+I_c$

که با استفاده از تحلیل برداری و قضایای دایورژانس و استوکس این چهار معادله به دست می‌آید.

در ژئومغناطیس معادلات ماکسول کاربرد بسیار دارند و اکتشافات الکترومغناطیسی بر این پایه استوار است.



شکل ۱: میدان VLF در یک نقطه دور از فرستنده



شکل ۲: امواج الکترومغناطیسی حاصل از فرستنده VLF در برخورد با توده‌گرسانای مدفون

θ زاویه انحراف محور اصلی بیضی با افق و ∂ اختلاف فاز Hz و Hx مؤلفه‌های قایم و افقی میدان مغناطیسی برآیند و ε نسبت قطر کوچک به قطر بزرگ بیضی یا به اختصار نسبت محور نامیده می‌شود.

$$tg2\theta=\pm\frac{2\left|\frac{Hz}{Hx}\right|\cos\partial}{1-\left|\frac{Hz}{Hx}\right|^2}$$

$$\varepsilon=\frac{b}{a}=\frac{2\left|\frac{Hz}{Hx}\right|\sin\partial}{1+\left|\frac{Hz}{Hx}\right|^2+\sqrt{\left[\left|\frac{Hz}{Hx}\right|^2+1\right]^2+4\left|\frac{Hz}{Hx}\right|^2\cos^2\partial}}$$

دستگاه اندازه‌گیری VLF-WADI

دستگاه WADI شامل سه قسمت آنتن گیرنده، واحد اندازه‌گیری و کنترلر است که مجموعهٔ آنها با کمربندی قابل حمل می‌باشد و توسط شرکت سوئدی ABEM ساخته شده است. WADI از دو آنتن میله‌ای هیدرواکسید آهن به طول ۱۵cm ساخته شده است که یکی افقی است و مؤلفهٔ قایم میدان مغناطیسی را اندازه می‌گیرد و دیگری قایم و مؤلفه افقی میدان مغناطیسی را اندازه می‌گیرد و هر یک از سیم‌پیچ مسطحی با هزاران دور سیم تشکیل شده است. کامپیوتر

WADI ظرفیت ذخیره‌سازی ۴۰۰۰ عدد را داراست و این کامپیوتر تنها نرم‌افزاری را بررسی می‌کند که حاوی برنامه بزرگی است به نام Sector. نرم‌افزار Sector داده‌های اصلی و داده‌های فیلتر شده را به صورت نمودار و پرینت درآورده مجموعه پروفیل‌ها را به نقشه درمی‌آورد و در عمق‌های مختلف و عمق‌های ثابت مقایسه می‌کند. قسمت اندازه‌گیری و پردازش سیگنال شامل سیستم گیرنده، تقویت کننده و فیلترهای آنولوگ، باتری‌ها و ترمینال‌های چاپگر و کامپیوتر و کلید اصلی قطع و وصل می‌باشد.

کنترلر حای کلیدهای مختصات، جهت‌یابی، اعداد و مکان‌نما، اندازه‌گیری، تفسیر، ایستگاه‌یابی... می‌باشد.

دستگاه WADI به طور عادی می‌تواند در فواصل از ۷۵km تا ۱۰۰۰۰km از یک فرستنده قدرتمند VLF قرار گیرد و موج دریافت کند.

دستگاه WADI نسبت مقادیر مؤلفه‌های قایم به افقی شدت میدان مغناطیسی برآیند را که عددی مختلط است تحت عنوان مؤلفه‌های حقیقی و موهومی اندازه‌گیری می‌کند. بدیهی است در جایی که فاقد آنومالی باشد قرائت WADI صفر است همچنین WADI قادر به آشکارسازی لایه‌های افقی رسانا نیست.

$$\frac{Hz}{Hx}=Re(\frac{Hz}{Hx})+Im(\frac{Hz}{Hx})y$$

$$Re(\frac{Hz}{Hx})=100tg\theta$$

$$Im(\frac{Hz}{Hx})=100\varepsilon$$

در این روابط، Hz و Hx به ترتیب مؤلفه‌های قایم و افقی میدان مغناطیسی، Re نشان‌بخش حقیقی، θ زاویه‌ی انحراف میان قطر بزرگ بیضی و محور X و ε تخت‌شدگی یا نسبت قطر کوچک به قطر بزرگ بیضی است. البته WADI ابتدا مؤلفه‌های قائم و افقی میدان مغناطیسی برایند را اندازه می‌گیرد و با نرمالیزه کردن مؤلفه‌ی قائم به وسیله مؤلفه افقی، نسبت میدان مغناطیسی قائم به افقی را به دست می‌آورد. عمق محدود آشکارسازی در روش VLF نصف عمق پوست(۱) است و ظرفیت عمق‌یابی در WADI معمولاً حدود ۵۰ تا ۶۰ متر می‌باشد و اصولاً عمق نفوذ امواج الکترومغناطیسی از رابطه $h=10\sqrt{\frac{\rho}{F}}$ به دست می‌آید که h عمق نفوذ برحسب متر و ρ مقاومت ویژه زمین برحسب اهم سانتی‌متر و f بسامد میدان برحسب هرتز است.

عمق پوست در روش VLF از حدود ۳۶ متر در یک ماده ۱۰۰ اهم متری تا حدود ۳۶۰ متر در یک ماده ۱۰۰۰۰ اهم متری تغییر می‌کند ولی ناهمگنی جانبی و عمقی زمین این محدوده را کاهش می‌دهد علاوه بر WADI در روش VLF دستگاه‌های دیگری موجود است از جمله دستگاه

۱ـ Geonics VLF-EM-16 که پارامترهای بیضی قطبش را مستقیماً اندازه می‌گیرد.

۲ـ Scintrex IGS2 VLF-3 که مؤلفه‌های حقیقی و موهومی Hz و مقاومت ویژه ظاهری و فاز میدان الکتریکی افقی را اندازه می‌گیرد.

۳ـ Russian SDVR-3 که مؤلفه‌های افقی و قایم میدان برایند را اندازه می‌گیرد.

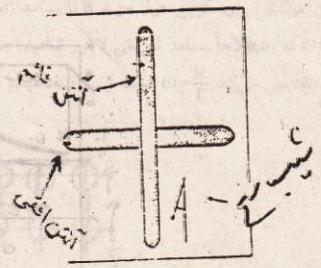
۴ـ Westinghouse Georesearch Model 602c

شدت میدان مغناطیسی را برحسب آمپر بر متر می‌دهد

دستگاه WADI پروفیلی را که ذخیره می‌کند در فواصل بین ایستگاهی مختلف با الگوریتمی می‌تواند تصفیه کند یعنی چگالی جریان معادل برای عمق‌های مختلف را محاسبه می‌کند و با افزایش تدریجی فاصله بین ایستگاهی از ۲ تا ۶۰ متر می‌تواند به طور تصاعدی اطلاعاتی را درباره عمق‌های عمیق‌تر به دست آورد.

ABEM 1989

شکل ۴ – ساختمان دستگاه WADI



تفسیر داده‌های VLF با روش تصفیه‌ی چگالی جریان

یک روش تفسیر داده‌های VLF به نام صافی Hjelt و Karous معروف است این صافی چگالی جریانی را تعیین می‌کند که میدان مغناطیسی اندازه‌گیری شده حاصل از آن باشد. چگالی جریان معادل شامل جریان‌های القایی در تودهٔ رسانا و جریان‌های انباشته شده در محیط اطراف توده کم‌رساناتر می‌باشد. خروجی نتایج فیلتر برحسب چگالی جریان معادل در یک عمق بخصوصی می‌باشد که عامل میدان مغناطیسی اندازه‌گیری شده است. تصفیه‌ی داده‌ها در عمق‌های مختلف برآوردی از تغییرات چگالی جریان با عمق را نشان می‌دهد و نواحی با چگالی جریان بالاتر از رسانایی بهتری برخوردار است. ضرایب صافی به طور جداگانه در مؤلفه‌های حقیقی و موهومی آنومالی‌های نسبی $\frac{Hz}{Hx}$ به‌کار برده می‌شود و منحنی‌های تصفیه شده حقیقی و موهومی ساخته می‌شود. روش تصفیه، توزیع جریان معادل را در عمق‌های مختلف محاسبه می‌کند و طرحی از سطح مقطع رسانا را می‌دهد.

$$J=\frac{2\pi}{\Delta Z}[-0/102H_3+0/59H_2-0/561H_1+0/561H_1-0/59H_2+0/102H_3]$$

J. چگالی جریان و Hi داده اصلی VLF که فاقد دیمانسیون است یعنی نسبت $\frac{Hz}{Hx}$ و ΔZ عمقی که در آن داده‌ها تصفیه می‌شوند و ضرایب صافی دارای دیمانسیون آمپر بر متر است. ضرایب صافی در امتداد پروفیل ایستگاه به ایستگاه حرکت داده می‌شود. این صافی چنان طراحی شده است که بتواند روی داده‌های هم‌فاصله عمل کند. ارتباط بین عمق Z و ΔX فاصلهٔ نقاط اندازه‌گیری یک ارتباط ریاضی نیست بلکه ارتباطی قراردادی است.

j. چگالی جریان مربوط به مرکز صافی است و روی رساناها قسمت حقیقی چگالی جریان معادل فقط دارای مقادیر مثبتی است بنابراین در منحنی‌های تصفیه شده به دنبال ماکزیمم‌های مثبت هستیم و هرچه فاصله‌ی نمونه‌گیری بیشتر شود نتایج برای عمق‌های عمیق‌تر به دست می‌آید.

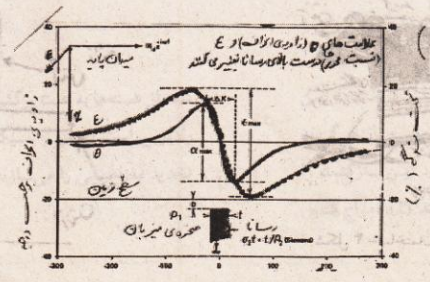
ضرایب صافی به طور جدا از هم برای مؤلفه‌های حقیقی و موهومی نسبت $\frac{Hz}{Hx}$ به کار برده می‌شود تا مؤلفه‌های دانسیته جریان مربوطه را بدهد.

عمق توده رسانای مدفون برابر با نصف فاصله PTP (قله تا قله) Peak to Peak پروفیل زاویه‌ی انحراف θ برحسب فاصله است و نقطه عطف منحنی پروفیل زاویهٔ انحراف محل تودهٔ رسانای مدفون است و هر دو پارامتر پلاریزاسیون یعنی ε و θ عمق هدف معادل با نصف عمق پوست را ظاهر می‌کند. فاصله افقی میان ماکزیمم تا مینیمم روی یک پروفیل زاویهٔ انحراف، به رسانایی ضخامت توده رسانا، مقاومت ویژه سنگ میزبان و عمق توده رسانا بستگی دارد.

نمودارهای حاصل از چند پروفیل گستردگی و امتداد ساختار زیرزمینی را نشان می‌دهد و سطح مقطع چگالی جریان برحسب عمق نیز تصور مؤثری از شکل تقریبی رسانای زیرزمینی را می‌دهد. نرم‌افزار کامپیوتری Sector داده‌ها را از دستگاه WADI به کامپیوتر .PC منتقل می‌کند، داده‌ها تصفیه و پروفیل‌ها و شبه مقطع‌ها چاپ می‌شوند و پروفیل‌ها نیز با هم مقایسه می‌شوند. یک رسانای خوب عمیق از نظر چگالی جریان به یک رسانای ضعیف کم‌عمق شبیه است یعنی چگالی جریان مستقل از عمق است. منحنی بخش حقیقی تصفیه شده را چگالی جریان می‌نامند.

برنامه Sector پروفیل‌ها را نقشه‌برداری می‌کند و امتدادهای موازی را با هم مقایسه می‌کند... نقطه عطف منحنی پروفیل درست در بالای آنومالی است و اگر مؤلفه‌های حقیقی و موهومی پروفیل از هم جدا شوند به منزله حضور لایهٔ پوششی است و هرچه این دو بیشتر از هم جدا شوند لایه پوششی ضخیم‌تر است.

در نمودار زیر ماکزیمم منحنی در سمت چپ ساختار زیرسطحی و مینیمم آن در سمت راست آن ظاهر می‌شود.



منابع:

1) Dobrin.M.B.1960. Introduction to Geophysical Prospecting.

2) Parasnis.D.S.London. Ghapman. Hall. 1986. Principles of Applied Geophysics

3) Telford. W.M. GELDART.L.P.. SHERIFF.R.E., KEYS.D.A. 1984, Applied Geophysics.

4) Garland. G.D.1926. Introduction to Geophysics

5) ABEM. 1989. WADI VLF instrument interpretation Guide P 1-34

6) ABEM. 1989. WADI Instruction manual P 1-47

7) PODDAR.M..1982. VLF EM response of a perfectly conducting Half Plane in a layered Half-space GE VO 147 P 1059-1067.

8) FISCHER.G..LE QUANG.B.V.. MULLER.I..1983. VLF Ground Surveys. A Powerful tool for the study of shallow two Dimensional structures GP 31P 977-991.

9) ARCONE.S.A.. 1979 Resolution Studies In Airborne resistivity surveying at VLF GE VOL 44 NO5 P 937-946.

10) HAYLES.J.G..SINHA.A.K.1986. A Portable Local Loop VLF transmiter For Geoiogical fracture mapping GP 34P 837-896.

11) OLSSON.O.1980. VLF Anomalies from a perfectly Gonducting Half Plane below an Overburden GP VOL 28 P 415-434.

12) PALACKY.G.J..RITSEMA.I.L..DE JONG.S.J.1982. Electromagnetic Prospecting for Ground Water in Precambrian terrains in the Republic of Uppervolta GP VOL 29 P 932-955.

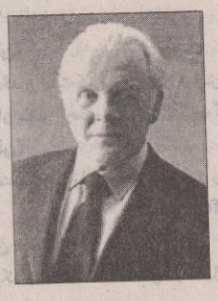
13) OLSSON.O.1983 Gomputation of VLF Response over Half-Plane and Vedge Models GP VOL 31 P 171-191

14) PODDAR.M.. RATHOR.B.S.1983. VLF Survey of the Weathered Layer in Southern India GP VOl 31 P 524-537

15) ABEM 1995. WADI Water Prospecting Instrument.

بر لبهٔ تیغ

آنتونی هاپکینز هنرپیشهٔ معروف فیلم «سکوت بره‌ها» در فیلم بر «لبهٔ تیغ» نقش یک اعیان پولدار و دانشمند را بازی می‌کند. یک بار که همراه با دو تن در هواپیمای شخصی خود بر فراز یک جنگل درندشت پرواز می‌کنند، هواپیما سقوط می‌کند و آنان درگیر مبارزه برای جان به در بردن می‌شوند. در یک صحنه به خاطر بارندگی و مه از تشخیص جهت شمال و جنوب درمانده می‌شوند. هاپکینز با ژست یک دانشمند همه چیزدان و با نگه کردن عاقل اندر سفیه در میان ناباوری و حیرت همراهان، سگک کمربند خود را جدا می‌کند، در دست می‌گیرد، با آستین کت پشمی خود مالش می‌دهد و سپس آن را روی یک برگ درخت بر روی آب می‌گذارد و قطب‌نمایی می‌سازد که جهت را به آنها نشان می‌دهد. در همین یک صحنه‌ی فیلم چند خطای فیزیکی روی داده است؟



مطالب پیش پاافتاده‌ی مهم

در اینجا قسمتی از مجموعه دانستنی‌ها و حقایق جالبی دربارهٔ فیزیکدانان نامی ملاحظه می‌کنید که از منابع مختلف فراهم شده است دبیران فیزیک می‌توانند با به کارگیری این قسمت‌های تاریخ علوم، زمینه‌ی لازم برای گفتگو در کلاس درس را فراهم آورند.

۱ـ فیزیکدانی را نام ببرید که در خلال آزمایش‌هایی دربارهٔ جذب نوترون به وسیله ذرات سنگینی موفق به کشف ۴۰ ایزوتوپ جدید مصنوعی رادیو اکتیو شد؟

(Enrico Fermi)

۲ـ در جریان جنگ دوم جهانی پیام رمز زیر به وسیله آرتور کُمپتن (Arthor Compton) به جیمز کوننت در هاروارد مخابره شد:

«دریانورد ایتالیایی به دنیای جدید گام نهاد»

این ایتالیایی کیست و پیام به چه حادثه‌ای اشاره دارد؟

(موفقیت انریکو فرمی در اولین فعل و انفعال زنجیره‌ای در اورانیوم)

۳ـ در جریان شیوع طاعون در انگلستان، مدارس برای دو سال بسته شدند. در این ایام فیزیکدان مشخصی کشفیات بزرگی در مکانیک اپتیک و آنالیز ریاضی انجام داد. این فیزیکدان کیست؟

(اسحاق نیوتن)

۴ـ کدام فیزیکدان است که با ساختن اولین تلسکوپ بازتابشی به عنوان عضو انجمن پادشاهی انتخاب گردید؟

(اسحاق نیوتن)

۵ـ کدام دانشمند معروف اولین قوری قهوه‌چکان را اختراع کرد؟

drip coffee pot

(بنیامین تامسون ـ کنت رامفورد)

۶ـ کدام فیزیکدان است که مطالعاتش در گسیل و جذب در طیف‌ها وجود سدیم را در جو خورشید ثابت کرد؟

(گوستا و کیرشهف)

۷ـ کیرشهف، بنسون و هلمولتز با هم در یکی از دانشگاه‌های آلمان کار می‌کردند و در زمینهٔ طیف‌ها به موفقیت‌های جالبی دست یافتند. نام این دانشگاه چیست؟

(دانشگاه هایدلبرگ)

۸ـ کدام فیزیکدان علی‌رغم اسم واقعی‌اش به ج.ج معروف بود؟

(جوزف جان تامسون)

۹ـ سازندهٔ اصطلاح الکترودینامیک کیست؟

(آندره ـ ماری آمپر)

۱۰ـ کدام دانشمند و رجل سیاسی صندلی گهواره‌ای و عینک‌های دو کانون را اختراع کرد؟

(بنیامین فرانکلین)

۱۱ـ کدام فیزیکدان در دانشکدهٔ دریانوردی آناپولیس شرکت کرد و قهرمان بوکس بود؟ این دانشمند سپس مربی علمی همان دانشکده شد.

(آلبرت مایکلسون)

۱۲ـ کدام دانشمند در دبیرستانی در مونیخ نمود بارزی نداشت و دبیر کلاس به دانش‌آموزان می‌گفت که این دانش‌آموز هرگز موفق نمی‌شود.

(آلبرت آینشتاین)

۱۳ـ محل دفن لرد کلوین کجاست؟

(کلیسای وست مینیستر در کنار گور نیوتن)

۱۴ـ کدام دانشمند برای اولین بار دو جایزه نوبل فیزیک را ربود؟

(جان باردین)

۱۵ـ کدام فیزیکدان وجود کوارک‌ها را محتمل دانست؟

(مورای ـ گِل ـ مان)

۱۶ـ دو دانشمند چینی تبار را نام ببرید که برای اولین بار جایزهٔ نوبل فیزیک را به خود اختصاص دادند؟

(س ـ ن یانگ و ت ـ د لی)

۱۷ـ کدام جوان کشاورز نیوزلاندی با دریافت تلگرافی مبنی بر اختصاص یک بورس تحصیلی برای ادامه فیزیک در انگلستان به آورنده پیام گفت که: «این آخرین سیب‌زمینی است که در همه عمرم از خاک بیرون می‌آورم»؟

(ارنست رادرفورد)

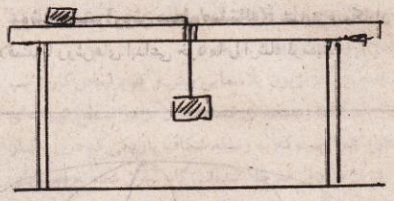
۱۸ـ به علت لجاجتی که در دفاع از نظریاتش درباره حرکت (که در تضاد با نظرات ارسطو بود) به وی لقب لجوج داده بودند این دانشمند کیست؟ **(گالیله)**

مسایل جامع فیزیک

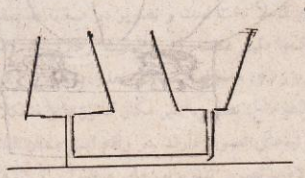
ترجمه از کوانتوم

۱ـ روباهی با سرعت V_1 در امتداد خط راستی می‌دود. سگی با سرعت V_2 که اندازهٔ آن ثابت است این روباه را طوری دنبال می‌کند که همواره متوجه آن است. هنگامی که سرعت‌های V_1 و V_2 برهم عمودند فاصله سگ از روباه L است. شتاب حرکت سگ در این لحظه چقدر است.

۲ـ بسته‌ای به جرم $m1$ روی یک سطح افقی می‌لغزد. این بسته به وسیله نخی سبک به طول L به بستهٔ دیگری به جرم m_2 متصل است. این نخ از سوراخ کوچکی که روی میز قرار دارد عبور می‌کند. در صورتی که در ابتدا تمام طول نخ روی میز باشد و بسته ما در حال سکون باشند بسته دوم پس از برخورد با زمین تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟ ارتفاع میز از سطح زمین H است. از اصطکاک صرفنظر کنید. $H<L$



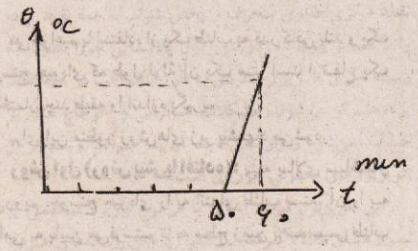
۳ـ دو ظرف پر از آب مطابق شکل زیر به هم مربوطند. اگر یکی از دو ظرف گرم شود جهت جریان آب در کدام ظرف خواهد بود؟



۴ـ لامپی را به دو سر یک باتری وصل می‌کنیم. پس از ۳ ساعت باتری از کار افتاده لامپ خاموش می‌شود. اگر باتری دیگری را که عین باتری اول و اندازهٔ آن دو برابر اندازه باتری اول است به دو سر لامپ وصل کنیم لامپ چند ساعت روشن می‌ماند؟ مقاومت درونی باتری در مقایسه با مقاومت لامپ ناچیز است.

۵ـ سطلی محتوی مخلوط آب و یخ به جرم $m=10kg$ را به درون اتاقی می‌بریم اگر فوراً دمای سطل را اندازه بگیریم نمودار دما برحسب زمان به صورت زیر درمی‌آید.

جرم یخ درستِ در لحظهٔ ورود به اطاق چقدر بوده است؟ از ظرفیت گرمایی ویژه سطل صرفنظر کنید.



۶ـ ذرات آلفا (α) به طور یکنواخت از یک منبع نقطه‌ای در تمام جهت‌ها انتشار می‌یابد. صفحه حساس عکاسی به ابعاد ۲۰×۲۰ سانتی‌متری را در فاصله ۱۰cm از این چشمه قرار می‌دهیم. پس از گذشت ۱۰s تعداد ۲۰۰ ذرهٔ آلفا ردیابی می‌شود. این چشمه در مدت یک ساعت چند ذرهٔ گسیل کرده است؟

۷ـ دو گلوله مشابه را به دو سر یک میله سبک وصل می‌کنیم. دمبل در راستای قایم روی میز صافی قرار دارد. اگر به گلوله بالایی سرعت اولیه v_0 داده شود کمترین طول میله چقدر باشد تا به محض این عمل گلوله پایین فوراً تماس خود را با میز از دست بدهد.

۸ـ لامپی را که با ولتاژ ۲/۵ ولت و شدت جریان ۰/۲A کار می‌کند به وسیله سیم درازی به دو سر یک باتری وصل می‌کنیم. اگر آمپرمتری را به طور سری در مدار قرار دهیم عدد $I_1=0/2A$ را نشان می‌دهد. در صورتی که لامپ را به طور موازی با آمپرمتر قرار دهیم لامپ دقیقاً مانند حالت اول می‌درخشد. در این صورت آمپرمتر چه عددی را برحسب آمپر نشان می‌دهد؟

لبخند

می‌خواهیم با استفاده از یک طناب به قدر کافی بلند و یک جوسنج جیوه‌ای که طول لولهٔ آن یک متر است ارتفاع یک ساختمان چند طبقه را اندازه بگیریم.

برای این منظور روش‌های زیر پیشنهاد می‌شود.

روش اول (روش پیش‌پا افتاده): به بالای ساختمان می‌رویم. جوسنج جیوه‌ای را به انتهای طناب بسته، آن را به آرامی به پایین می‌فرستیم تا به سطح زمین برسد سپس طناب را بالا می‌کشیم و با اندازه‌گیری طول طناب ارتفاع ساختمان را اندازه می‌گیریم.

روش دوم: (روش آسان): جوسنج را در راستای قایم نگه داشته از پله‌های ساختمان بالا می‌رویم و طول ساختمان را با شمارش تعداد دفعاتی که جوسنج روی دیوار جابه‌جا شده است اندازه می‌گیریم.

لازم به یادآوری است که اگر با این روش ارتفاع یک طبقه را به دست آورده در تعداد طبقات ضرب کنیم خطای آزمایش زیاد خواهد بود.

روش سوم (روش آئرواستاتیک): فشار هوا را در سطح زمین و در بالای ساختمان اندازه‌گیری می‌کنیم و ارتفاع ساختمان را از روی اختلاف فشار به دست می‌آوریم.

روش چهارم (روش هندسی): در یک روز آفتابی جوسنج را در خارج ساختمان در راستای قایم نگه می‌داریم. با اندازه‌گیری ارتفاع سایه‌های جوسنج و ساختمان و استفاده از تشابه مثلث‌ها ارتفاع ساختمان را به دست می‌آوریم.

روش پنجم (روش جامعه‌شناختی): از مستأجران طبقات مختلف ارتفاع ساختمان را جویا شوید. ارتفاع تقریبی ساختمان مقدار میانگین اندازه‌های ارائه شده است. به مستأجری که جواب را با تعریف خوبی ارایه نموده است می‌توان جوسنج را به عنوان جایزه اهدا نمود.

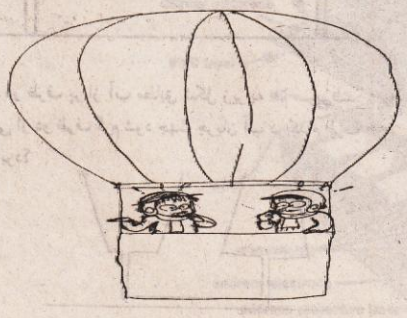
روش ششم (روش حرکت‌شناسی): تعداد ضربانات نبضتان را اندازه بگیرید سپس جوسنج را از بالای ساختمان و از حال سکون رها کنید و زمان سقوط را برحسب تعداد ضربانات نبض خود را اندازه بگیرید.

سپس با توجه به فرمول $h=\frac{1}{2}gt^2$ ارتفاع ساختمان را اندازه بگیرد.

روش هفتم (روش اداری): به اشخاصی که به نحوی با ادارهٔ ساختمان ارتباط دارند نامه بنویسید تا با بررسی پروانه ساختمانی ارتفاع ساختمان را به شما اعلام دارند (به خاطر داشته باشید که در روش قبل فاتحه جوسنج را خوانده‌اید).

روش هشتم (روش معلم منشانه): شاید همکاران علاقمند با روش‌های ابداعی خود ما را ارشاد فرمایند.

لبخند ریاضی



دو نفر سوار بر بالونی بر فراز منطقه‌ای ناشناخته در پرواز بودند به محض مشاهده‌ی عابری فریاد برآوردند که: ای آقا الان ما کجا هستیم؟ عابر با دقت به آنها نگریست و جواب داد: شما در یک بالون هستید. یکی از دو مسافر رو به دیگری کرد و گفت: این عابر باید ریاضیدان باشد. مسافر دیگر گفت: چگونه این مطلب را دریافتی؟

مسافر گفت به سه دلیل اولاً قبل از پاسخگویی کمی اندیشه کرد. ثانیاً جوابش کاملاً دقیق بود. ثالثاً جواب به کلی بی‌فایده بود.

درباره‌ی به دست آوردن رابطه‌ای برای شتاب مرکزگرا

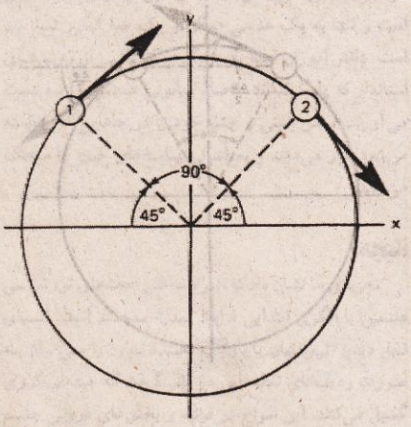
در کتاب‌های درسی مقدماتی رابطهٔ شتاب مرکزگرا معمولاً از راه کاربرد نموداری راستاوسوی $\Delta V=V_2-V_1$ به دست می‌آید. V_1 و V_2 بردارهای سرعت در حرکت دایره‌ای در بازه‌ی زمانی کوتاه Δt است. هنگامی که جهت ΔV مشخص می‌شود می‌توان با توجه به ویژگی‌های هندسی $\frac{\Delta V}{\Delta t}$ را در دستگاه مختصات قطبی محاسبه کرد.

متأسفانه این رویکرد تنها دانشجویان زرنگ را قانع می‌کند و دیگران دچار این احساس می‌شوند که گویی شتاب کمیت مرموزی است که نیازمند شگردهای محاسباتی ویژه‌ای در هر موقعیت ویژه است. دانشجویان پس از دنبال کردن جزئیات این محاسبات حتی نمی‌توانند قانع شوند که شتاب گردش ماه به دور زمین یک کمیت فیزیکی است همسان با شتاب حرکت اتومبیلی که پشت چراغ قرمز ایستاده است، ابهام مفهوم شتاب مرکزگرا هرگز واقعاً رفع نمی‌شود چون دانشجو در بقیه‌ی طول دوره‌ی آموزشی با مورد مشابهی روبه‌رو نمی‌شود.

آشنایی بامعنا و قدرت معادلات پایه (به ویژه در مورد بردارها) در بهترین حالت به تدریج طی دو یا سه نیمسال حاصل می‌شود. از این رو روش بالا می‌تواند چندان هم بد نباشد. عیب این روش آن است که در زمان نامناسبی که هنوز دانشجو آمادگی کافی ندارد عرضه می‌شود.

رویکرد بهتری که من پیدا کرده‌ام آن است که با روش محاسبهٔ طولانی‌تر و خاص‌تر و با همهٔ اینها سرراست‌تر، مؤلفه‌های دکارتی a_c را به دست آوریم. ذره‌ای را در نظر بگیرید که با سرعت V روی محیط دایره‌ای به شعاع R حرکت یکنواخت دارد. زمان یک دور کامل $\frac{2\pi R}{V}$ است، بنابراین زمان پیمودن زاویهٔ $\Delta\theta$ برابر است با $\Delta t=\frac{2\pi R\Delta\theta}{360V}$

در این رابطه $\Delta\theta$ برحسب درجه محاسبه می‌شود. اکنون دو نقطه مسیر حرکت به فاصله $\Delta\theta=90^\circ$ متقارن نسبت به محور y را در نظر بگیرید:



در هر نقطه سرعت دو مؤلفه دارد:

در نقطه‌ی ۱ـ $V_x=V\cos 45^\circ$ و $V_y=V\sin 45^\circ$

در نقطه‌ی ۲ـ $V_x=V\cos 45^\circ$ و $V_y=-V\sin 45^\circ$

پس: $a_x=\frac{V_{2x}-V_{1x}}{\Delta t}$ و $a_y=\frac{V_{2y}-V_{1y}}{\Delta t}$

$$a_y=\frac{-2V\sin 45^\circ}{\Delta t}=-2V(0/707)\frac{360V}{180\pi R}=-0/9\frac{V^2}{R}$$

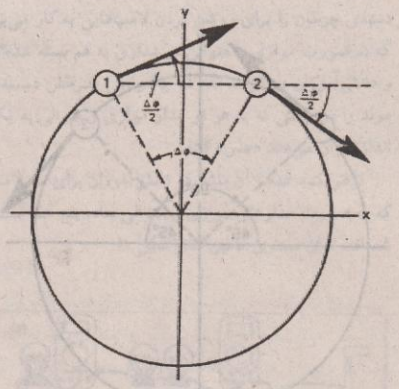
این رابطه تقریبی است از رابطهٔ شتاب مرکزگرا که از راه محاسبه‌ی شتاب میانگین در یک بخش بزرگ از محیط دایره به دست می‌آید. اگر نقطه‌ها را به هم نزدیک کنیم به تقریب بهتری می‌رسیم. مثلاً برای $\Delta\theta=30^\circ$ خواهیم داشت:

$$a_x=0 \text{ و } a_y=\frac{-(2\sin 15^\circ)(360)V^2}{2\pi R(30)}=-0/99\frac{V^2}{R}$$

با سومین محاسبه دانشجو قانع می‌شود که ضریب $\frac{V^2}{R}$ در حد به یک نزدیک می‌شود و سرانجام اگر دو نقطه به محور y بسیار نزدیک شوند، رابطه به رابطه‌ی محاسبه‌ی شتاب لحظه‌ای بدل می‌شود. با توجه به تقارن دایره‌ای، این نکته را می‌توان در مورد هر جفت نقطه بر روی محیط دایره اثبات کرد.

می‌توان با گزینش هر دو نقطه‌ی دلخواه بر روی مسیر این محاسبه را انجام داد و تقارن نقاط نسبت به محور y ضرورت

ندارد. در این مورد هم a_x و هم a_y در محاسبه‌ی شتاب کل سهیم می‌شوند و در این صورت $a=(a_x^2+a_y^2)^{\frac{1}{2}}$. البته این روش‌اندکی پرزحمت‌تر است ولی اگر وقت کافی باشد، عرضه‌ی آن در کلاس ارزش دارد:



$$V_{1x}=V_{2x}\Rightarrow a_x=0$$

$$V_{1y}=V\sin\frac{\Delta\theta}{2}$$

$$V_{2y}=-V\sin\frac{\Delta\theta}{2}$$

$$a_y=\text{Lim}\frac{-2V\sin\frac{\Delta\theta}{2}}{\Delta T}$$

در این رابطه $\Delta\theta$ برحسب رادیان است.

$$\Delta t=\frac{r\Delta\theta}{V}\Rightarrow a_y=-\text{Lim}\frac{2V^2\sin\frac{\Delta\theta}{2}}{r}$$

با بیرون آوردن مقدارهای ثابت از حد و کاربرد قاعدهٔ هوپیتال خواهیم داشت:

$$a_y=-\frac{2V^2}{r}\text{Lim}\frac{1}{2}\cos\frac{\Delta\theta}{2}$$

و سرانجام:

$$a_y=-\frac{V^2}{r}$$

PHYSICS TEACHER, 10, December 1972.

سفر به ژرفای زمین

بیش از صد سال پیش از این، ژول ورن نویسندهٔ فرانسوی داستان‌های علمی- تخیلی رمانی به نام «سفر به مرکز زمین» نوشت که در آن گروهی از کاشفان به درون زمین فرو می‌روند. دیوید استیونسن در این اندیشه بوده است که آیا می‌توان رؤیاهای ژول ورن را به واقعیت بدل کرد، شاید.

استیونسن که در «مؤسسه فن‌آوری کالیفرنیا» فیزیک درس می‌دهد در نشریهٔ پراعتبار «طبیعت» در یک مقاله راهی برای فرستادن یک زمین-کاو بی‌سرنشین برای بررسی هسته‌ی زمین پیشنهاد می‌کند. خودش می‌گوید: «امیدوارم پیش از آن که مردم این اندیشه را خنده‌دار به حساب بیاورند، بتوانم قانع‌شان کنم که این اندیشه خنده‌دار نیست بلکه صرفاً نامتحمل است.»

پژوهش و بررسی بخش درونی زمین می‌تواند به بسیاری از پرسش‌های علمی مانند پرسش دربارهٔ سرچشمهٔ میدان مغناطیسی زمین پاسخ بدهد. با آن که این پرسش‌ها به اندازهٔ پرسش‌هایی که به فرستادن سیاره‌نورد به مریخ و مشتری انجامید اهمیت دارند، به سیارهٔ خودما، بسیار کمتر از دیگر سیاره‌ها توجه شده است. زمین-کاوهای روباتی حتی به نپتون در فاصلهٔ ۵۰۰ میلیون کیلومتری هم رسیده‌اند ولی انسان تا امروز تنها ۱۰ کیلومتری در زمین فرو رفته است. نظریهٔ استیونسن می‌تواند یک زمین کاو را به بخش بالایی هستهٔ زمین که ۴۰۰۰ کیلومتر پایین‌تر از سطح زمین قرار دارد بفرستد.

به نظر او این کار با ایجاد یک شکاف دراز و باریک و پر کردن آن ۱۰۰/۰۰۰/۰۰۰ کیلوگرم یا ۱۰۰۰۰۰ تن آهن مذاب آغاز می‌شود این مقدار آهن برابر است با کل تولید آهن جهان در مدت یک ساعت.

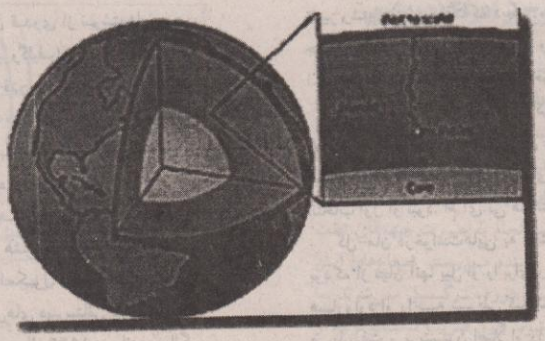
وزن آهن باعث فرو رفتن آن به سوی مرکز زمین و شکستن صخره‌های زیرین و سرانجام گسترش و ایجاد شکاف در سطوح زیرین می‌شود. در بالای آهن، فشار باعث به هم آمدن دهانهٔ شکاف می‌شود. طبق نظریه، این شکاف مدام در سطوح زیرین رو به پایین دنباله پیدا می‌کند و بالای آن همواره بسته می‌شود و در پایان به بخش بالایی هسته‌ی بیرونی زمین می‌رسد و در آنجا به آهن مذاب که به طور طبیعی در هسته وجود دارد می‌پیوندد.

اگر در آغاز کار زمین-کاوی به اندازهٔ یک نارگیل در درون آهن بگذاریم، طی مدت یک هفته به هسته می‌رسد و می‌توان به یاری آن دما و فشار و ترکیب شیمیایی هسته را اندازه‌گیری کرد. البته زمین-کاو در مدتی تقریباً برابر با یک روز ذوب می‌شود که مدت کوتاهی است ولی باز هم از مدتی که سیاره-کاو گالیله‌ئوی ناسا در هوای ژوپیتر دوام آورد طولانی‌تر است. زمین-کاو می‌تواند با ایجاد زمین‌لرزه‌های ساختگی که از روی زمین، ردیابی‌پذیر هستند، اطلاعات را با دانشمندان در میان بگذارد.

استیونسن نمی‌تواند با اطمینان بگوید که زمین-کاو چه چیزهایی را خواهد یافت ولی می‌داند که این یافته‌ها جالب خواهند بود: «با هر سفر به یک سیاره با یک شگفتی روبه‌رو می‌شویم، نمی‌دانم در هسته چه می‌یابیم ولی می‌دانم که به همان اندازه دچار شگفتی می‌شویم.»

البته در این طرح با دشواری‌های بالقوه بسیاری دست به گریبان خواهیم بود، از آن میان یکی آن است که ممکن است آهن به دیواره‌های شکاف بچسبد و نگذارد زمین-کاو فرو برود. استیونسن بر این باور است که دانشمندان و مهندسان می‌توانند با چالش‌های تحقق بخشیدن به رؤیای او رویارویی کنند، همان‌گونه که توانستند بر دشواری‌های برنامهٔ فضایی پروژهٔ منهتن پیروز شوند.

استیونسن از نخستین روزهای جوانی خود در نیوزیلند به کشف‌های علمی دلبستگی یافت و آثار علمی - تخیلی نویسندگانی چون ایزاک اسیموف، رابرت فوروارد، و فرد هویل را خواند. پس از پایان آموزش دانشگاهی به دانشگاه کورنل در آمریکا رفت و در رشته فیزیک آموزش دید. در این دانشگاه در کلاس درس کارل سیگن نویسنده نام‌آور داستان‌های علمی- تخیلی حضور یافت. کار خود را با بررسی درون سیاره‌ی مشتری آغاز کرد و دلباخته‌ی اندیشه‌ی کاربرد فیزیک برای شناخت زمین و سیارات شد. او زمین و سیارات را «میدان کاربرد فیزیک در عمل» می‌داند. این روزها دربارهٔ شکل‌گیری هستهٔ زمین پژوهش می‌کند و می‌کوشد داده‌هایی را که سفینه‌های ناسا از مشتری و زحل گسیل کرده‌اند آزمایش کند.



سرگذشت مری گِل-مان

تیزهوش سرشتی به کسی گفته می‌شود که بتواند از کودکی استعدادها و توانایی‌های خارق‌العاده‌ای نشان دهد. مری گِل-مان کودک این صفت را دارا بود. او که در سال ۱۹۲۹ در نیویورک به دنیا آمده است، در سه سالگی خواندن نوشته‌های روی یک جعبه بیسکویت را از برادر دوازده ساله‌ی خود بن‌آموخت. سرعت یادگیری وی از آن آغاز تند تا امروز هیچ کم نشده است. گِل‌مان بخش بزرگی از آموخته‌های اولیهٔ خود را مرهون برادر بزرگ خود بن می‌داند. خانواده او در نیویورک و عمدتاً در محله منهتن آن که پارک‌ها و موزه‌هایش جولانگاه دو کاشف جوان شده بود، زندگی می‌کردند. بن، مری را با پرنده‌شناسی، تاریخ طبیعی، گیاه‌شناسی و حشره جمع‌کنی آشنا کرد که اینها همه از علاقه‌مندی‌های مادام‌العمر او شدند. آنها در اوقاتی که در گردش در طبیعت نبودند به بازدید موزه‌های هنری، به ویژه آنها که آثار باستانی داشتند، می‌رفتند. دو برادر حتی خواندن قدری از نوشته‌های مصر قدیم را که به خط تصویری (هیروگلیف) بود نیز یاد گرفته بودند. آن دو برای خودآزمایی قدری زبان لاتین، فرانسه و اسپانیایی نیز خواندند. رد جذبه مادام‌العمری زبان‌های خارجی برای گِل-مان را می‌توان با نگاهی به گذشته در آن سرزدن‌های اولیه او به آن حوزه پیدا کرد.

شکوفایی زودرس قوای ذهنی مری جوان بسیار زود تشخیص داده شد و بر آن پایه هشت ساله بود که از مدرسه عادی محله‌ی خویش به گرامر اسکول کلمبیا که مدرسه‌ی خاص تیزهوشان و دارای کلاس‌های دبیرستانی نیز بود، انتقال داده شد. او دورهٔ دبیرستان را در سال ۱۹۴۴ در پانزده سالگی به پایان آورد. در دبیرستان گِل-مان بویژه از بازی فوتبال لذت می‌برد و تعجب خواهید کرد اگر بدانید که وی در آنجا درس فیزیک خود را بسیار کسالت‌آور یافت. او سرانجام با فشار پدر خود به سمت خواندن علوم فیزیکی و ریاضیات سوق داده شد. آرتور گل‌مان پدر او یک اتریشی مهاجر و زبان‌شناس بود که انگلیسی را با خودآموزی، بی‌آنکه کمترین لهجه‌ای داشته باشد یاد گرفته بود. او بعداً مدرسه زبان برای آموزش بی‌لهجه‌ی انگلیسی به مهاجران را باز کرد. سخن گفتن فوق‌العاده دقیق و درست مری گل-مان به زبان انگلیسی (و به هر یک از پنج زبان دیگری که می‌داند) از خصایص چشمگیری است که در مصاحبه‌های متعدد او با خبرنگاران در طول سالیان متمادی، بارها جلب توجه کرده است. آرتور گل-مان فرزند را به پیشرفت در زمینهٔ مورد علاقه‌اش ریاضیات تشویق می‌کرد و از لحاظ انتخاب حرفه از او می‌خواست مهندس شود که وی البته در برابر آن مقاومت کرد.

او به پدر اعلام کرد که ترجیح می‌دهد از گرسنگی بمیرد ولی مهندس نشود. گِل-مان به سال آخر دبیرستان که رسید درخواست پذیرش برای دانشگاه ییل فرستاد. او باید نام رشتهٔ درسی اصلی خود را در درخواست ذکر می‌کرد که اگر به حال خود گذاشته می‌شد باستان‌شناسی یا زبان‌شناسی را انتخاب می‌کرد. اما پدر که بازده کمی در آن تخصص‌ها می‌دید با انتخاب آنها مخالفت کرد و آن دو سرانجام در پی رسیدن به سازشی، روی انتخاب رشتهٔ فیزیک توافق کردند (که یک سبب آن البته گذشتن این فکر از مغز مری بود که رشته را به هر حال، بعداً می‌توان تغییر داد). طنز روزگار این که فیزیک تنها موضوع درسی دبیرستانی بود که عملکرد او در آن به سبب ناخوشایندی‌اش از موضوع، ضعیف بود.

دانشجوی دوره‌ی کارشناسی دانشگاه ییل که شد، فیزیک دانشگاهی را به مراتب جالب‌تر یافت و پیش از آن که به فکر تغییر رشته بیفتد دریافت که دیگر مدتی است اسیر جاذبه جنبه‌های نظری تئوری‌های نسبیت و مکانیک کوانتومی شده است. فیزیکدان شدن وی، به گفته خود او اتفاقی بود.

گِل-مان بعد از دریافت درجه کارشناسی خود در سال ۱۹۴۸ در انستیتوی تکنولوژی ماساچوستز (ام.آی.تی) ثبت‌نام کرد و دانشجوی دورهٔ دکترای آن شد. مانند فیزیک که انتخاب اول او نبود. ام.آی.تی هم انتخاب اول او نبود.

گل-مان درخواست‌هایی به دانشگاه‌های آیوی لیگ داده بود که از میان آنها ییل او را برای رشتهٔ ریاضی نمی‌پذیرفت. هاروارد او را به شرطی که شهریهٔ کامل می‌پرداخت می‌پذیرفت و پرینستون اصلاً او را نمی‌پذیرفت. به گفته خود او، پس از آن وی با بی‌میلی درخواست پذیرشی برای ام.آی.تی نیز فرستاد. او تقریباً بلافاصله از ویکتور وایسکوف

فیزیکدان برجسته، که از بد حادثه هیچگاه اسم او را هم نشنیده بود، جوابی دریافت کرد. گل-مان پیشنهاد کار وایسکوف را که از او می‌خواست دستیار خود وی بشود، با اشتیاقی نه چندان کامل پذیرفت هرچه بود، ام.آی.تی به انستیتوی «عوضی‌های» فنی معروف بود که گل-مان خود را از قماش و طایفه‌ی آنها نمی‌دانست. وی در آن باره بعدها به شوخی گفت: «ترتیب انتخاب دوراهی که در پیش رو داشتم پس و پیش کردنی نبود و چاره‌ای جز این که اول ام.آی.تی را انتخاب و بعد خودکشی کنم، نداشتم آخر، عکس آن عملی نبود». او در سال ۱۹۴۸، در یکی از روزهای نزدیک به نوزدهمین سالروز تولدش، در ام.آی.تی به گروه ویکتور وایسکوف پیوست.

در آن زمان بحث روز فیزیکدانان دربارهٔ نظریه الکترودینامیک کوانتومی بود و وایسکوف به آن مناسبت از گل-مان خواست مقالات منتشر شدهٔ جولین شوینگر، ریچارد فاینمن و فریمن دایسون را در آن باره بخواند و گل-مان تحت تأثیر هیچ یک از آن مقالات قرار نگرفت که مسبب آن البته خود وی بود که در آن ایام نیز مانند امروز به آسانی تحت تأثیر قرار نمی‌گرفت. او اصالت و اهمیت کار آنها را به رسمیت شناخت اما نه ریاضیات به کار رفته در آنها را پسندید و نه در مورد فاینمن، روش میان ایده‌ها را در سطح معیار و انتظار بالای خود یافت.

به یاد داشته باشید که گل-مان در آن زمان تنها یک نامزد دریافت دکتری بود و هنوز به طور رسمی در بازی شرکت نداشت.

گل-مان بعد از دریافت درجه دکترای خود در سال ۱۹۰۲ ام.آی.تی را به قصد گذراندن یک دورهٔ یک ساله بعد از دکترا در انستیتوی مطالعات پیشرفته‌ی پرینستون، ترک گفت و در پایان از آنجا نیز برای پیوستن به گروه پژوهشی انریکوفرمی به دانشگاه شیکاگو رفت. پذیرفته شدن وی از سوی گروه فرمی به همکاری بر پایه آینده‌ی نویدبخشی بود که از دورهٔ دانشجویی برای او پیش‌بینی شده بود. جایگاه علمی گل-مان در پی پیشنهادی که وی در سال ۱۹۰۲ برای وابسته کردن خاصیتی به نام غرابت (یا شگفت رفتاری) به شماری از ذرات درون اتمی کرد، و با آن توجه فیزیکدانان سراسر جهان را به خود جلب نمود، یکباره بالا رفت. وابسته کردن این خصیصه به ذرات، قدم مهمی در راه وارد کردن نظمی نظری (تئوری) به صحنه‌ی آشفته‌ی فیزیک به اصطلاح ذرات آن زمان بود.

فکر کاربرد کلمه‌ی غرابت برای گل-مان زمانی پیش آمد که متوجه رفتار خلاف انتظار برخی از ذرات به وجود آمده در دستگاه شتاب دهنده شد. وضع به گونه‌ای بود که زمان بقاء آنها در عرصه (پیش از نیست شدنشان) بسیار بلندتر از زمان پیش‌بینی شده با محاسبه بود. زمان اضافی گرچه از کسور یک بیلیونیوم ثانیه تجاوز نمی‌کرد، در آن حد که تفاوت مهمی در جهان ذرات درون اتمی به وجود بیاورد، بلند بود. فیزیکدانان آن رفتار را غریب یافتند و گل-مان هم رأیش بر رسمی کردن آن نام قرار گرفت. با رسیدن سال ۱۹۵۵ گل-مان در دانشگاه شیکاگو تا مقام دانشیاری پیش رفته بود. او که در آن زمان بیش از بیست و شش سال عمر نداشت، احساس کرد دیگر زمان رفتنش از آن دانشگاه رسیده است و بنابراین به انستیتوی تکنولوژی کالیفرنیا رفت تا در دیداری با ریچارد فاینمن فیزیکدان ممتاز آن موضوع را با وی در میان بگذارد. دو فیزیکدان بومی نیویورک در آنجا بسیار راحت با یکدیگر کنار آمدند و گل-مان به زودی پیشنهاد فاینمن دایر بر پیوستن به هیأت علمی کلتک را پذیرفت. گل-مان در سال ۱۹۵۶ در عمر کم بیست و هفت سالگی استاد کامل آن دانشگاه شد.

انتصاب او آغازگر یک دوره همکاری طولانی و ثمربخش بین او و کلتک شد. دوره‌ای که در آن گل-مان ابتدا نظریه هشت لایه‌ای خود با آن نامگذاری عجیب و سپس نظریه کوراک خود با آن نام خلق‌الساعه ولی بااهمیتِ را وضع و مطرح کرد.

همکاری با فاینمن گرچه ثمربخش بود، گل-مان دیگر به سمتی کشیده می‌شد که زمینه‌ای جدید واقع بر مسیر فکر اصلی خود او بود. او و همکارانش برای دقیق‌تر کردن نظریه هشت لایه‌ی او، به این نتیجه رسیدند که اگر برخی از ذرات بنیادی دارای ساختار، و متشکل از ذرات باز هم کوچک‌تری باشند، شناخت بهتری از آنها به دست خواهد آمد و این، آن اندیشه‌ای شد که سرانجام آنها را به کشف مفهوم کوآرک رهنمون شد.

فرضیه‌ی اصلی وجود سه‌گونه یا **Flavor** ذره‌ی کوارک را ایجاب می‌کرد: گونه‌ی بالا(یو) گونه‌ی پایین (دی) و گونه‌ی غریب (اس). بر پایهٔ فرضیه، ماده‌ی عادی به تمامی با دو نوع **u** و **d** به تنهایی قابل ساخت است. نوع اس به دو نوع اصلی افزوده شد. تا خواص ذرات مادی به وجود آمده در شرایط خاص درون شتاب دهنده‌ها با غرابت و طول عمر بیشتر از حد پیش‌بینی شده قابل توضیح باشد. از خواص درخور توجه کوارک‌ها بار الکتریکی آنهاست که اندازه کسری از اندازه **e** بار الکتریکی الکترون است. باری که تا پیش از کشف کوارک باری بنیادی دانسته می‌شد. بار الکتریکی کوارک **u** اندازه‌اش $+\frac{2}{3}e$ و بار الکتریکی کوارک **d** اندازه‌اش $-\frac{1}{3}e$ است.

بنابر نظریه کوارک، پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در هسته‌ی اتم عناصر، همه از کوارک ساخته شده‌اند. پروتون از دو کوارک **u** و یک کوارک **d** درست شده است و بار الکتریکی آن: $+\frac{2}{3}-\frac{2}{3}+\frac{1}{3}=+1$ است. به طریق مشابه نوترون خنثی از دو کوارک **d** یک کوارک **u** درست شده است و بار الکترویکی آن: $-\frac{1}{3}-\frac{1}{3}+\frac{2}{3}=0$ است.

در سال ۱۹۷۴ پروتون ریکتز و ساموئل تینگ، پیش کشیدن فرض وجود کوارک چهارمی به نام چارمد **Charmed** به معنی «چارم‌دار» یا جاذبه‌دار یا کوارک سی نیز ضرورت پیدا کرد. چندی بعد کوارکی به نام کوارک ته **(Bottom)** و سرانجام کوارکی به نام کوارک رو **(top)** نیز برای کامل شدن آن تصویر فرضی، به سیاهه اضافه شد. اصطلاح چارمد در آن زمان تفسیرهای متعددی را برانگیخت: یک خواننده کم‌اندیش آن ایام روزنامه نیویورک تایمز در نامه‌ای به والتر سالیوان گزارشگر و سردبیر علمی (اینک فقید) روزنامه نوشت: «کوارک چارمد» دیگر چه چیزی است؟ آیا از آن حیوان دست‌آموز خوبی هم می‌شود ساخت؟» و آقای سالیوان جواب داد: «درخصوص آن بخش از سؤال شما که کوارک مجذوب چه چیزی می‌شود؟ باید بگویم این تخیل فیزیکدانان نظری است که کوارک مجذوب آن می‌شود. پرسیده‌اید که هزینه تهیه آنها چقدر است؟ جواب این است که کم‌ترین هزینه، با چانه‌زنی کامل، هزینه‌ی فراهم آوردن اسباب جفتگیری یک کوارک چارمد با یک ضد کوارک چارمد به مبلغ ۳ تا ۵ میلیون الکترون ولت است».

«پرسیده‌اید که چنین شی را از کجا می‌شود خرید. جواب این است که کارکنان آزمایشگاه‌های بروکهیون و دانشگاه استنفورد شاید بتوانند یکی از آنها را به شما بفروشند. اما از آنجا که عمر شی مورد نظر از یک میلیونیوم ثانیه نیز کمتر است، اتخاذ تدابیر لازم برای رسانیدن آن به خانه بیش از غیب زدنش، امری ضروری است».

شناسایی رسمی دستاوردهای گل-مان در فیزیک ذرات بنیادی در سال ۱۹۶۹ با اعطای جایزه نوبل در فیزیک به وی طی یک مراسم باشکوه توسط پادشاه سوئد صورت گرفت. گل-مان در آن زمان چهل ساله بود.

در گرماگرم توجه خیره کننده‌ای که مطبوعات در پی اعطای جایزه نوبل به وی کردند، گل‌مان از خود رفتار و جنبهٔ شخصیتی عجیب و خودپسندانه و نیشداری نشان داد که در سال‌های بعد به شخصیت سیاسی و اجتماعی او لطمه زیادی وارد کرد. وی در پاسخ درخواست اظهارنظری که در ربط با دریافت جایزه نوبل از او شد (با به یاد داشتن این گفته تاریخی نیوتن که اگر توانسته‌ام مسافت دورتری را ببینم بدان سبب بوده است که بر دوش غولان ایستاده بودم) گفت اگر توانسته است ساخت دورتری را ببیند بدان سبب بوده است که اطرافیان وی همه کوتوله بوده‌اند. این اشاره ناراحت کننده‌ی او همکاران او را شگفت‌زده نکرد چرا که آنها از سال‌ها پیش از آن واقعه نیز او را دچار کمبود چارم (جاذبه) تشخیص داده بودند (در اینجا به طنز از واژه‌ی انتخابی خود وی استفاده شده است تا گفته شود وی کمبود جذابیت شخصیت دارد.)

گل-مان انسانی کوتاه قامت با موهای سفید و یک عینک سیاه است. وی هرچه را که از مغزش بگذرد رک و روراست، و به گفته عده‌ای خشک و بی‌پرده، به زبان می‌آورد.

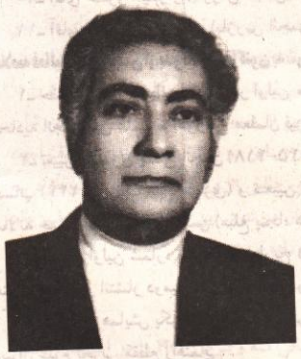
گل-مان انسانی بسیار پرمطالعه و علاقه‌مند به فعالیت ذهنی دامنه‌دار در هر زمینه، از گیاه‌شناسی، پرنده‌شناسی، باستان‌شناسی، و تاریخ طبیعی گرفته تا کوراک و پلنگ جنگلی است.

او را از لحاظ جایگاه علمی، در زمره بزرگ‌ترین فیزیکدانان جهان دانسته‌اند، بزرگ‌ترین نه به لحاظ استعداد خاصی که در خود فیزیک دارد، بلکه به لحاظ تخصص‌های تا به این اندازه متعددی که دارد و فیزیک را هم در میان آنها مستحق داشتن جایی دانسته است.

گل-مان در حال حاضر مدیر انستیتوی سنتافه است که خود یکی از بنیانگذاران آن بوده است. در زمینهٔ خود فیزیک، نابغهٔ تیزهوش سابق اینک گونه‌ای سیاستمدار سالخورده است. به عکس اینشتین که به شدت به مبارزه با مضامین مکانیک کوانتومی برخاست، گل-مان مدافع پرشور و حال ایده‌های جدید، به ویژه نظریه‌ی فیزیکی ابرتارهاست: نظریه‌ای که ذرات بنیادی را تارهای مرتعش فوق‌العاده ریزی می‌داند. موضوع البته در زمان حاضر یک فرضیه است و صحت آن هنوز مانده است که در آزمایشگاه به ثبوت برسد. گل-مان معتقد است که نظریه ابرتارها سرانجام نظریه کوانتومی را با نظریه نسبیت انیشتن متحد خواهد کرد و از آن رهگذر جنبه‌هایی از منشاء جهان هستی روشن خواهد شد.

گل-مان در حال حاضر، ایام را نیومکزیکو صرف تحقیق در زمینه‌های مختلف می‌کند: زمینه‌هایی از مکانیک کوانتومی گرفته تا سیستم دفاعی بدن؛ از تکامل زبان‌های بشری گرفته تا اقتصاد جهانی به مثابه یک نظام پیچیدهٔ در حال تکامل. نابغهٔ خردسال منتهن، دانشمند واقعی عصر ما شده است.

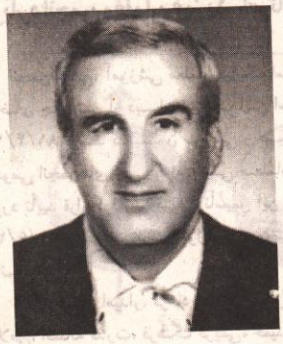
یاد یاران



شادروان کاظم جبه‌داری در سال ۱۳۱۸ در شیراز چشم به جهان گشود. و پس از گذراندن دوره‌های دبیرستانی در ۱۳۴۰ به کار آموزش و پرورش پرداخت و چند سالی پس از آغاز کار تدریس وارد رشتهٔ فیزیک دانشگاه تهران شد و در سال ۱۳۴۹ در این رشته درجه‌ی لیسانس گرفت. او هم در دانشگاه تهران و هم در دانشسرای عالی دانش اندوخت و در بازگشت به شیراز در دبیرستان‌ها و هنرستان‌ها به تدریس فیزیک مشغول شد. دوران خدمت او به ۳۶ سال رسید و در سال ۱۳۷۶ به درخواست خود بازنشسته شد و در سوم اسفند ۱۳۸۱ جهان را به درود گفت. زنده‌یاد جبه‌داری از دانش استادان بزرگواری چون دکتر حسابی بهره برد و در رشتهٔ تخصصی خود، اهل جستجو و پژوهش بود. او برای تدوین دس فیزیک و مبحث‌های گوناگون آن به زبان ساده طرحی در دست داشت که مرگ این فرصت را از وی دریغ داشت.

از آن شادروان دو فرزند به نام‌های فریبا و فریبرز به یادگار مانده است. فریبا رشتهٔ مهندسی کشاورزی را به پایان رسانده است و فریبرز در رشتهٔ برق در دانشکدهٔ فنی به تحصیل اشتغال دارد.

یادش گرامی و روانش شاد باد



شادروان غلامرضا محبوبی جهرمی در آذرماه ۱۳۱۹ در جهرم در خانواده‌ای دانش‌پرور و فرهنگ‌دوست زاده شد و پس از پایان درس دبیرستان وارد آموزشکدهٔ تربیت معلم تهران شد و در بخش کن در تهران به کار آموزش و پرورش مشغول شد. سپس به دانشسرای عالی تهران رفت و همراه با تدریس به دانشجویی پرداخت و در سال ۱۳۴۹ دورهٔ لیسانس فیزیک را به پایان برد و در دبیرستان‌های پایتخت به تدریس اشتغال یافت. در سال ۱۳۵۱ به شیراز بازگشت و دبیر دبیرستان‌های این شهر شد.

زنده‌یاد محبوبی چهار سال در مقام ریاست دبیرستان ابوذر و یک سال در منصب ریاست آموزش و پرورش ناحیهٔ یک شیراز خدمت کرد و نخستین مدیر دبیرستان‌های استعدادهای درخشان و در حقیقت پایه‌گذار این دبیرستان‌ها در شیراز بود. وی تا زمان بازنشستگی همواره در سمت‌های ریاست گروه آزمون‌ها یا منشی حوزه‌های آزمون انجام وظیفه می‌کرد. او در همهٔ موارد کار نماد صمیمیت و دوستی و دلسوزی بود و همکاران و دانش‌آموزان محبت‌ها و وظیفه‌شناسی‌های او را از یاد نمی‌برند.

یادش گرامی و روانش شاد باد

درباره انجمن معلمان فیزیک ـ استان فارس

انجمن علمی، آموزشی معلمان فیزیک استان فارس با تقاضای چند تن از دبیران فیزیک این استان در تاریخ ۸۱/۴/۱۸ توسط کمیسیون بررسی و صلاحیت علمی و عمومی انجمن‌های علمی ـ آموزشی معلمان استان فارس مورد تأیید قرار گرفت و گواهی تأسیس این انجمن در تاریخ ۸۱/۶/۲۴ از سوی وزارت آموزش و پرورش به نام آقایان و خانم‌ها:

ملک خسرو امیدار، فرهاد حقیقت، عباس ربیعی، کبری غلامی، افسانه قدرت، فرهنگ کریمی، حمید مصطفی‌نژادیان، قنبرعلی معصومی و مجید وکیل‌زاده صادر گردید.

از این تاریخ به بعد جلسات انجمن با حضور هیأت مؤسس هر دو هفته یک بار تشکیل شد و در مورد برنامه‌ها و عملکرد انجمن بحث و تبادل‌نظر گردید و فرم عضویت نیز برای سایر همکاران فرستاده شد.

در تاریخ ۸۲/۲/۲۵ اولین مجمع عمومی انجمن با حضور اعضاء تشکیل گردید که در این مجمع حدود ۵۰ نفر از همکاران برای عضویت در شورای اجرایی نامزد شدند و از بین آنها افراد زیر به عنوان هیئت اجرایی و بازرسان انجمن به شرح زیر انتخاب شدند و پس از این تاریخ جلسات انجمن با حضور هیئت اجرایی هر دو هفته یک بار روزهای شنبه در محل سالن اجتماعات سازمان آموزش و پرورش تشکیل می‌گردد.

۱ـ آقای حمید مصطفی‌نژادیان (رییس هیئت اجرایی انجمن)

۲ـ آقای مجید وکیل‌زاده (نایب رییس انجمن و مسئول کمیته گردهمایی و بازدیدهای علمی)

۳ـ آقای فرهنگ کریمی (خزانه‌دار انجمن و مسئول کمیته آموزش و پرورش)

۴ـ آقای علی معصومی (مسئول کمیته انتشارات)

۵ـ آقای صیاد رزمکن (مسئول کمیته هیئت تحریریه نشریه)

۶ـ آقای احمدرضا شهاب‌زاده (مسئول کمیته بررسی و نقد کتب درسی)

۷ـ آقای فرهاد حقیقت (مسئول کمیته تحقیق و پژوهش)

۸ـ آقای سیامک پیلبان (مسئول کمیته تحقیق و پژوهش)

۹ـ آقای غلامحسین بهمنی (مسئول کمیته آمار و اطلاعات)

۱۰ـ آقای خسرو امیدوار (بازرس انجمن)

۱۱ـ آقای محمدجعفر یزدانی (بازرس انجمن)

خلاصه فعالیت‌های انجمن از بدو تأسیس تاکنون به شرح زیر می‌باشد:

۱ـ حضور آقای مصطفی‌نژادیان در اولین مجمع عمومی اتحادیه انجمن‌های علمی ـ آموزشی معلمان فیزیک ایران

۲ـ تعیین صندوق پستی انجمن (۴۱۸-۷۱۶۴۵) و شماره حساب (۶۱۲۴۴ بانک ملی مرکزی) و تعیین حق عضویت سالانه جهت اعضاء محترم انجمن (مبلغ پنجاه هزار ریال)

۳ـ انتشار اولین شماره نشریه در تاریخ ۸۲/۲/۲۵ (با عنوان همگرا) و انتشار دومین نشریه به نام آذرخش

۴ـ برگزاری همایش یکروزه و جلسه پرسش و پاسخ جهت دبیران علوم تجربی مقطع راهنمایی

۵ـ شرکت اعضای انجمن در کنفرانس سالانه دبیران فیزیک ایران (شهریور ماه ۸۲ شهرستان اصفهان)

۶ـ درخواست مجوز جهت کلاس‌های زبان تخصصی و رایانه در قالب ساعات ضمن خدمت جهت اعضاء محترم انجمن

۷ـ تلاش برای تأسیس انجمن فیزیک دانش‌آموزی دانش‌آموزان استان فارس

۸ـ همکاری با گروه فیزیک استان در برگزاری دوره کلاس‌های پیش دانشگاهی جهت دبیران محترم فیزیک

۹ـ بازدید علمی همکاران عضو انجمن از مراکز صنعتی و علمی ـ تحقیقاتی استان

۱۰ـ راه‌اندازی سایت اینترنتی انجمن معلمان فیزیک استان فارس

جمهوری اسلامی ایران

سازمان آموزش و پروش افارس

انجمن علمی آموزشی معلمان فیزیک استان فارس

شماره :

تاریخ :

پیوست :

برگ درخواست عضویت :

نام و نام خانوادگی ..... نام پدر ..... شمارهٔ پرسنلی .....

مدرک تحصیلی ورشته ..... سابقه تدریس فیزیک .....

محل کار: شهر ..... ناحیه ..... دبیرستان .....

آدرس محل کار: ..... کد شهرستان وتلفن محل کار

آدرس محل سکونت: ..... کدشهرستان وتلفن

آدرس پست الکترونیک ..... تاریخ: .....

امضاء: .....

کدامیک از زمینه های زیر توانمند هستید یا مایل به همکاری می باشید.

نگارش متون علمی ☐

ترجمه متون علمی ☐

کار با کامپیوتر و اینترنت ☐

کارهای پژوهشی، تحقیقاتی و آماری ☐

کارهای آزمایشگاهی ☐

تألیف کتب کمی درسی ☐ تهیه تستهای جدید ☐ تهیه مخزن سئوال ☐

کارهای هنری مانند: خطاطی ☐ طراحی ☐ عکاسی ☐ فیلمبرداری ☐ و ....

کارهای فنی (دستگاههای صوتی، وسایل تکثیر، وسایل حمل و نقل و ...)☐

امور مربوط به حسابداری ☐

تدارکات (جهت بازدید های علمی، سالن سخنرانی و ....)☐

روابط عمومی (براقرای ارتباط با عضاء برقراری ارتباط با سایر انجمن ها، ...)☐

برگزاری کلاسهای تقویتی، المپیاد و کنکور برای دانش آموزان ☐

برگزاری کلاسهای کنکور کارشناسی ارشد جهت همکاران ☐

توضیح یا پیشنهادی برای بهبود کار انجمن فیزیک معلمان دارید، لطفا در چند سطر بنویسید.

.....

.....

.....

آدرس : شیراز- بلوار مدرس کوی آزادگان پژوهشکده معلم

چه خبر!

۱ـ در تاریخ ۸۲/۹/۳۰ به دعوت انجمن معلمان فیزیک استان فارس نخستین نشست مشترک استادان بخش فیزیک دانشگاه شیراز و هیأت اجرایی انجمن در باشگاه فرهنگیان برگزار شد و دربارهٔ موارد و شیوه‌های همکاری میان این دو نهاد در کارهای پژوهشی و تشکیل نشست‌های آموزشی و بازآموزی بحث و مشورت شد.

انجمن لازم می‌داند در همین جا از پیشواز گرم استادان ارجمند دانشگاه که با همهٔ گرفتاری‌ها به درخواست ما پاسخ مثبت دادند سپاسگزاری کند و این همکاری‌ها را مایهٔ دلگرمی و تلاش هموارگی بداند.

۲ـ بر پایهٔ نشست بالا، نخستین نشست سخنرانی و پرسش و پاسخ با حضور استاد ارجمند دکتر محمودی و همکاران گرامی در محل تربیت معلم سلمان فارسی (ضمن خدمت) در تاریخ سه‌شنبه هفتم بهمن‌ماه ۸۲ برگزار شد. مشروح رویدادهای این نشست را در شمارهٔ بعد گزارش خواهیم کرد. انجمن لازم می‌داند از یاری‌های استادان بخش فیزیک دانشگاه و جناب آقای دکتر محمودی سپاسگزاری کند.

۳ـ در تاریخ ۸۲/۱۰/۹ با فراخوان گروه آموزشی فیزیک استان فارس و همکاری انجمن، نخستین نشست پرسش و پاسخ با حضور دبیران دبیرستان‌ها و پیش‌دانشگاهی‌ها برگزار شد و دربارهٔ نکته‌های مربوط به فیزیک دبیرستان و پیش‌دانشگاهی ۱ بحث و بررسی شد.

۴ـ برای نقد و بررسی محتوا و روش ارائه‌ی کتاب‌های درسی و عرضهٔ راه‌ها و شیوه‌های جایگزین و بهبود روش‌ها، فراخوانی از سوی انجمن فراخوانی برای انجمن‌های سراسر کشور فرستاده شد، تصویر این فراخوان در همین بخش از نظر شما می‌گذرد.

۵ـ برای گردآوری و سنجش شیوه‌های مؤثر تدریس و طراحی درس فراخوانی از سوی انجمن خطاب به همکاران منتشر شد که تصویر آن در همین بخش از نظر شما می‌گذرد.

۶ـ به پیشنهاد انجمن معلمان فیزیک استان فارس و دعوت معاونت آموزشی سازمان آموزش و پرورش نشستی در محل آموزش و پرورش ناحیهٔ ۳ برگزار شد و برای برگزاری نشست‌های بحث و مشاوره با دبیران دورهٔ راهنمایی تصمیم‌گیری شد.

پاسخ پرسش صفحه‌ی ۲۱

پاسخ: معمولاً دمای شعله‌ی اجاق بالاتر از 100° است و باعث جوشیدن آب درون دیگ می‌شود، اما در حالتی که آب درون بشر با سطح اجاق فاصله دارد، دمای آن تنها به 100° می‌رسد و با آب درون دیگ که در دمای 100° در حال جوشیدن است به حالت ترازمندی می‌رسد و گرما دریافت نمی‌کند و در نتیجه به جوش نمی‌آید.

شماره: ۲۰۴
تاریخ: ۸۷/۰۹/۰۵
پیوست: .....

جمهوری اسلامی ایران
سازمان آموزش و پرورش فارس
انجمن علمی آموزشی معلمان فیزیک استان فارس

از: انجمن علمی آموزشی معلمان فیزیک استان فارس

به: تمامی دبیرستانها وهنرستانهای استان فارس

موضوع: تهیه طرح درس

با تقدیم سلام وعرض ادب واحترام خدمت دبیران محترم فیزیک استان به استحضار میرساند که کمیته نقد وبررسی کتب درسی انجمن در نظر دارد که یک دوره مسابقه در زمینه تهیه طرح درس از کتابهای فیزیک (۱)و(۲)و(۳) دبیرستانی وکتب فیزیک هنرستانی برگزار نماید.لذا ازهمکاران علاقمند خواهشمنداست طرح درس های پیشنهادی خود را حداکثردرچهار صفحه (جهت یک جلسه تدریس) تنظیم وبه ادرس انجمن ارسال نمایند.

به پنج طرح درس برتر که در کمیته نقد وبررسی کتب درسی انجمن ممتاز شناخته شوند جوائز ارزندهای تقدیم می گردد.

با تشکر
رئیس هیئت اجرایی انجمن فیزیک
حمید مصطفی نژادیان

رونوشت :کمیته نقدوبررسی کتب درسی

ادرس: شیراز- صندوق پستی۴۱۸-۷۱۶۴۵

شماره: ۳۳
تاریخ: ۸۲/۰۹/۵
پیوست: ـــــ

جمهوری اسلامی ایران
سازمان آموزش و پرورش فارس
انجمن علمی آموزشی معلمان فیزیک استان فارس

از: انجمن معلمان فیزیک استان فارس

به: انجمن معلمان فیزیک استان .....

سلام علیکم

درهشتمین کنفرانس فیزیک که در شهریورماه ۸۲ درشهر اصفهان برگزار شدطبق معمول میزگردی درنقدکتابهای درسی برپاگردید.شاهدبوده ایم که در همه کنفرانس ها چنین نشستی برپابوده است ودران هرساله همان حرفهای سال پیش به صورت پراکنده وگاه متضاد با شور وتعصب تکرارشده است.تکرارمکررات ملال اور این میزگردها رابی حاصل وعقیم کرده است وانرژی های ارزشمند همکاران را در این بحث ها ومشاجرات بی اغاز وپایان (که گاه به هیاهو ونفی زحمات دیگر همکاران می انجامد) به هدر می دهد.

پیشنهاد ما ان است که هر انجمن بخش یا بخش های از کتابهای درسی فیزیک را به انتخاب دبیران صاحب نظربرگزیندوازانان بخواهد تا ان بخش یا بخش ها را به صورتی که خود او مطلوب می داندبازنویسی کند.

انجمن علمی معلمان فیزیک استان فارس امادگی داردکه اثار همکاران را به صورت مجموعه ای برای بحث ونقد وبررسی اماده کندوبرای همه انجمن ها در سراسر کشور ارسال نمایدونظرات انجمن ها راجمع اوری نموده وان را در کنفرانس اینده در مجمع عمومی یا همان میزگردمطرح سازدوحاصل نهایی کار را با مولفان کتابهای درسی درمیان بگذارد.
از این رو از ان انجمن درخواست می شودکه هر چه زودترعنوانها را مشخص وبه نشانی زیر بفرستدوتاریخ تقریبی اماده شدن مطالب را به ما اطلاع دهد.

با تشکر
رئیس هیئت اجرائی انجمن فیزیک
حمید مصطفی نژادیان

آدرس: شیراز- صندوق پستی۴۱۸-۷۱۶۴۵

نام و نشان یارانی که به ما پیوسته‌اند

نام و نام خانوادگی	منطقه/ناحیه	نام و نام خانوادگی	منطقه/ناحیه
مریم همایونفر	جهرم	عذری پردازه	–
انیسه نمازی	خرم‌بید	پریوش حسینی‌یزدی	ناحیه ۳
فاطمه نیکنام	ناحیه دو	اعظم باقری	–
نرجس مستوری	–	طاهره آقاخانی	ناحیه یک
منیره لشکری	دشت‌ارژن	ژیلا آهنی	داراب
راضیه گل‌خندان	جویم	جمشید اکبری	داراب
مریم گشمرد	ناحیه سه	مهدی افروغ	خرم‌بید
فاطمه کمالی	دشمن‌زیاری	محمد احمدی‌نژاد	آباده‌طشک
نغمه کاظمی	داراب	اسماعیل حیدری	فسا
ناهید کریمی	–	محسن خرمدل	داراب
لادن غفاری	نی‌ریز	علی خانبازی	بالاده
شریعت عدل‌بند	ناحیه۴	حمیرا سلطانی	ناحیه یک
اعظم طاهری	ناحیه۳	سیدحسین شاه‌امیری	کازرون
میترا صفاییان	ناحیه۴	علی صحراییان	ناحیه یک
مهین صرافی	ناحیه۲	عبدالمهدی صالح‌پناه	خرک
رقیه زاهدی	ناحیه۳	کوروش علی‌نژادیان	ناحیه۱
الهه حضرتی	ناحیه۳	حجت قانع	ناحیه۳
پروین حمزوی	خرم‌بید	عبدالرضا کمالدار	–
نیکتا خوشبخت	مرودشت	محسن نیکبخت	–
سهیلا جعفری	ناحیه۲	نگهدار هاشمی	سرچهان
مهرانه توانا	مرودشت	مصطفی یحیی‌زاده	بازنشسته

چند پایگاه اینترنتی فیزیک

1- *www. apt.org/tpt/33k*
2- *www. eps.org*
3- *http:wwwIIop.ORG*
4- *www.cpepweb.erg*
5- *http.//www.howstuff works.com*
6- *www.cap.ca*
7- *http:// www.physica central.com*
8- *www.aps.org*
9- *http.//rabi.phys. virginia*
10- *http:// van.hep.uiuc.eda*
11- *http:/// iobaserver.physics.isa.eda*
12- *thhp: // naca: larclnasa.gov*
13- *http:// physics. gac.eda*
14- *http:// physics.usc.eda*
15- *www.physics web.com*