رشد آموزش فیزیک

سال یازدهم - بهار ۱۳۷۶ - شماره ۴۳ - بها ۱۵۰ تومان

عکس جلد، برگرفته از کتاب زیر است:
Fundamentals of Physics,
David Halliday, Robert Resnick & Jearl Walker.

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
تعلیم و تعلم جهات است

رشد **آموزش فیزیک**

سال یازدهم ــ بهار ۱۳۷۶ ــ شمارهٔ مسلسل ۴۳

نشریهٔ گروه فیزیک دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتابهای درسی

عضوهای هیأت تحریریه رشد فیزیک : **محمدرضا اجتهادی، احمد احمدی، منیژه رهبر، محمدعلی سعادت‌بخت، سیدجعفر مهرداد.**

مدیر مسؤول : **حسن ملکی**
سردبیر : **منیژه رهبر**
مدیر داخلی : **محمدعلی سعادت‌بخت**

تولید : **ادارهٔ کل چاپ و توزیع کتابهای درسی**
مدیر تولید : **سید احمد حسینی**
صفحه‌آرا : **زهره بهشتی‌شیرازی**
طراح جلد : **فرید فرخنده‌کیش**
ناظر چاپ : **محمد کشمیری**
چاپ : **شرکت افست**

نشانی مجله : **تهران ـ ایرانشهر شمالی ـ صندوق پستی ۳۶۳ ـ ۱۵۸۵۵ (تلفن ۹ ـ ۸۸۳۱۱۶۱ داخلی ۳۰۸)**
نشانی مرکز توزیع : **تهران ـ جادهٔ آبعلی، خیابان سازمان آب (تلفن ۷۳۳۵۱۱۰)**

فیزیک و لزوم ترویج آن در جامعه	عزت‌الله ارضی	۳
دکتر کمال‌الدین جناب		۸
عبدالسلام درگذشت	منیژه رهبر	۱۳
تجربه‌های آموزشی	اصغر نوروزیان	۱۵
در حاشیه آموزش فیزیک	سید جعفر مهرداد	۱۷
برداشت‌های نادرست در فیزیک	فرید شهریاری	۱۹
رنگین کمان	بابش افشردی	۲۲
بارش قطرات باران بر سر انسان	هوارد وانس	۲۶
اندازه‌گیری مقاومت کششی تار عنکبوت	سرمه شادبخت	۲۹
عامل کیفیت	کلیفورد شوارتس	۳۲
پرتابه‌های واقعی	هاریس بنسون	۳۵
اخبار علمی		۳۸
کاوشکده معلم		۴۰
برنامهٔ درسی نیوزیلند (قسمت آخر)	وزارت آموزش نیوزلند	۴۴
دهمین المپیاد فیزیک ایران		۵۴
پاسخ دهمین المپیاد فیزیک ایران	محمدرضا اجتهادی	۶۲

به علت ناقص بودن نشانی پاره‌ای از مشترک‌ها، تعدادی از مجلات ارسالی از پست به مرکز توزیع برگشت داده شده است. مشترک‌هایی که تاکنون مجلات شماره پاییز و زمستان ۷۵ ـ بجز زیست‌شناسی ـ را دریافت نکرده‌اند، نشانی دقیق خود را به نشانی تهران، صندوق پستی ۱۶۵۹۵/۱۱۱ ارسال کنند و یا با تلفن ۷۳۳۵۱۱۰ تماس بگیرند.
مرکز توزیع انتشارات کمک آموزشی

• مجله رشد آموزش فیزیک سه شماره در سال تحصیلی برای دانش‌افزایی دبیران و دانشجویان مرکزهای تربیت معلم و دیگر علاقمندان منتشر می‌شود • مقاله‌های درج شده الزاماً مبین نظرهای هیأت تحریریه و یا گروه فیزیک دفتر نیست • از صاحبنظران استاد، دبیر، و دانشجو دعوت می‌شود مقاله‌های تألیف یا ترجمه شدهٔ خود را به نشانی تهیه و تولید مجله ارسال دارند. خواهشمند است : ۱ ــ مطلبهای ارسالی خوانا با قلم سیاه باشد که فاصلهٔ بین خطهای آن حداقل ۲cm باشد. ۲ ــ مشخصه‌های مؤلف با مترجم با نشانی و تلفن تماس پیوست شود. ۳ ــ مقالهٔ اصلی همراه ترجمه ارسال شود. ۴ ــ کیفیت عکسها و شکلها و نمودارها برای چاپ مناسب باشند. ۵ ــ منابع و مراجع مقاله در پایان ذکر شوند. هیأت تحریریه در ویرایش و خلاصه‌سازی، و رد مقاله‌ها آزاد است. مقاله‌های رد شده برگردانده نمی‌شوند.

به جای پیشگفتار

فیزیک و لزوم ترویج آن در جامعه

علم میراث مشترک بشریت است، همه حق دارند از آن بهره‌مند شوند.

دکتر عزت الله ارضی

گروه فیزیک دانشگاه تهران

مقدمه

در کشورهای پیشرفتهٔ صنعتی بیش از یکصد سال است که برای ترویج علوم و فنون در سطح جامعه، دست به تأسیس نمایشگاهها و موزه‌هایی مخصوص نمایش سیر تحول علوم و تکنولوژی، رصدخانه‌هایی برای تعلیم نجوم به عموم، کانونهایی برای ایراد سخنرانی‌های علمی و مکانهایی برای انجام آزمایش‌هایی در زمینه‌های گوناگون علم زده‌اند و حتی تئاتر، و سیرکهای علمی راه انداخته‌اند که مآلاً منجر به ایجاد نهادی خاص با نام خانهٔ علم (science centre) در جهان گردیده است. دانشمندانی چون ژان فرانک اُپنهایمر، ویلهلم فورستر، ویلهلم مایر و سایرین در ایجاد های علم و دانشمندان سرشناسی چون توماس ادیسون، هرتز، پوانکاره، برت اینشتین، ویلهلم رونتگن و بسیاری دیگر در تداوم و گسترش آنها نقش داشته‌اند. در ایران نیز با در نظر گرفتن خصوصیات جامعه و وضعیت آموزش و پرورش در کشور مقدمات ایجاد خانه‌های علم با کمک علمی انجمن فیزیک ایران فراهم آمده است. به این بهانه، ضمن گفتاری کوتاه درباره خانه‌های علم، لزوم ترویج علوم بطور اعم و فیزیک بطور اخص در زیر بیان می‌شود.

خانهٔ علم و جامعه

خانهٔ علم محیطی است علمی تفریحی که در آن امکاناتی فراهم می‌آید تا عموم مردم خصوصاً نوجوانان بتوانند از طریق مشاهده، لمس، آزمایش، گوش دادن و استفاده از کامپیوتر در معرض پدیده‌های مختلف علمی در زمینه‌های گوناگون علوم بنیادی (ریاضی، فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، زمین شناسی) و تکنولوژی قرار گیرند. نمایش‌های خانهٔ علم حتی‌الامکان تفریحی‌اند و شگفتی برانگیز و بازدید کننده خود به نحوی در آزمایشها شرکت می‌کند تا شاید پس از انجام آزمایش، شگفتی و اعجاب او به شناخت و معرفت تبدیل شود، بین محفوظات ذهنی وی با دنیای واقعی ارتباط برقرار شود، با علوم و تکنولوژی یی که نیازهای روزمرهٔ او را در زندگی برآورده می‌کند، انس بیشتری بگیرد و سرانجام با علاقه‌مند شدن به مسائل علمی و وسیع کردن دیدگاه علمی خود بعدها جرأت و جسارت طراحی و ساخت و یا ایجاد تغییرات در وسایل موجود در او پدید آید. در واقع، در خانه‌های علم بطور غیر رسمی به کل جامعه آموزش علمی داده می‌شود. استقبال از این خانه‌های علم در دنیا به‌قدری زیاد بوده است که مثلاً در آمریکای شمالی هرساله حدود ۶۰ میلیون نفر از خانه‌های علم بازدید می‌کنند که برابر است با مجموع کسانی که برای تماشای مسابقات والیبال، فوتبال و بسکتبال می‌روند.

هدف اصلی خانه‌های علم، همگانی کردن دانش، تعلیم شیوهٔ تفکر علمی، برانگیختن حس کنجکاوی، بیدار کردن تصورات علمی و تحریک حس ابتکار و نوآوری در جامعه است. به بیانی دیگر، خانهٔ علم به بازدیدکننده به طور غیر کلاسیک یاد می‌دهد که چگونه علمی فکر کند، چگونه با کمک اشیاء و پدیده‌هائی که به‌طور معمول در تماس با آنها قرار می‌گیرد، تصورات علمی خود را گسترش دهد و با روحیهٔ

علمی فکر کردن، دانش گوناگون فیزیک را که شامل طیف گسترده‌ای از حقایق است در مغزش خلق کند تا به موقع آنها را به کار ببرد. خانهٔ علم باید بکوشد تا جامعه را به علم علاقه‌مند کند، زیرا هرچه علاقهٔ شخص به یک موضوع زیادتر شود، ساده‌تر و دقیق‌تر مطلب را درک می‌کند.

در جهان امروز باید به کار بردن روش‌های علمی را در سطح جامعه متداول کرد. **تکنولوژی بدون علم وابستگی می‌آورد و محکوم به شکست است. صنعت «بساز هر چه بادا باد» که متکی بر روشهای علمی نباشد، محکوم به ورشکستگی است.** دیگر تردیدی نیست که پیشرفت یا عقب‌ماندگی ملتها، نتیجهٔ مستقیم پیشرفت یا عقب‌ماندگی فکری آنهاست. تجربه نشان داده است که هرچه دانش جامعه بالاتر رود، قدرت استدلال و درک مردم نیز افزایش می‌یابد و امکانات را به طور مؤثرتری در خدمت زندگی خود قرار می‌دهد. ثابت شده است که دانش فیزیک برای بالا بردن قدرت استدلال، از همهٔ علوم مؤثرتر بوده است، چرا که قواعد فیزیک راهنمای ما برای توصیف جهان فیزیکی ما است.

مطالعهٔ فیزیک اکنون صرفاً به خاطر ارضای حس کنجکاوی بشر نیست، بلکه آگاهی از خواص مواد و پدیده‌های گوناگون فیزیکی و به کار بردن آن در زندگی روزمره، جزء نیازهای بشر شده است و هر کشوری که بتواند از این پدیده‌های فیزیکی بیشتر استفاده کند، گام مؤثرتری به سمت ترقی و تعالی برداشته است و دولتهایی که این موضوع را بی‌اهمیت می‌دانند، از کاروان علم و صنعت که با سرعت به پیش می‌رود عقب خواهند ماند و به استقلال علمی و فنی دست نخواهند یافت.

سرعت پیشرفت علوم و تکنولوژی در عصر حاضر اعجاب‌انگیز است و جامعه‌ای می‌تواند به خود اتکائی دست یابد که سرعت کافی برای پذیرش ابداعات و اختراعات و توان علمی کافی برای استفادهٔ هوشمندانه از این پیشرفتها را داشته باشد، و این امر جز با عمومی کردن علم و بردن آن در سطح پارکها و منازل عملی نیست. نکته دیگر اینکه در خانه‌های علم باید به مردم یاد داد که علوم مختلف از هم جدا نیستند و دائماً از هم تغذیه می‌کنند. مثلاً ژنتیک و علم حیات منشأ خیلی چیزها هستند درصورتی که علم فیزیک، شیمی و دینامیک نظم ریاضی حاکم بر آنها را پیدا می‌کند.

فیزیک چیست؟

علوم به طور اعم و فیزیک به طور اخص، همواره به دنبال پیدا کردن جوابهای قانع کننده برای سؤالهای بشر بوده است تا بتواند جهان را بهتر درک کند و از امکانات آن بهتر استفاده کند: کوچکترین و بزرگترین شیء کدامند؟ دنیا چقدر بزرگ است؟ در داخل اتم چه هست؟ برق چگونه از نیروگاه به منزل ما هدایت می‌شود؟ چرا خورشید به طور مرتب طلوع و غروب می‌کند؟ ترانزیستور چگونه کار می‌کند؟ چرا آهنربا آهن را جذب می‌کند؟ ماهیت نور چیست؟ چرا صوت در خلأ منتشر نمی‌شود؟ چرا چگالی جیوه به مراتب از چگالی یخ بیشتر است؟ چه چیزی جامدات را به صورت یکپارچه نگهداشته است؟ چرا آسمان آبی است؟ چرا زمین می‌چرخد؟ چه چیزی در اعماق زمین هست؟ چه چیزی باعث آتشفشان می‌شود؟ چه چیزی باعث زمین لرزه می‌شود؟ شبنم چگونه تشکیل می‌شود؟ چرا فولاد زنگ نمی‌زند؟ چرا الماس تلألؤ خیره کننده دارد و فوق‌العاده سخت است و چرا گرافیت که آنهم از کربن است، نرم و تیره است؟ باران از کجا می‌آید و بعداً به کجا می‌رود؟ و هزاران سؤال ساده و مشکل دیگر که در اذهان عمومی وجود دارد. برای پیدا کردن پاسخی برای یک سؤال علمی اغلب لازم است آزمایش کنیم. انجام آزمایش فکر انسان را باز و حس کنجکاوی وی را تحریک می‌کند. کنجکاوی اغلب منجر به کشفیات جدیدتری می‌شود. مثلاً لیزر نتیجهٔ کنجکاوی فیزیکدانانی است که می‌خواستند مطالب بیشتری راجع به نور بدانند و نور پر قدرت تولید کنند. اما امروزه لیزر در تمام رشته‌های علوم و تکنولوژی به عنوان یک ابزار مورد استفاده قرار می‌گیرد. بارها اتفاق افتاده است که آزمایشگری به دنبال پیدا کردن جوابی برای سؤال خاصی بوده است، ولی در این مسیر چیزهای مهم دیگری پیدا کرده است. نمونهٔ بارز آن کشف ترانزیستور است که چهرهٔ صنعت الکترونیک را دگرگون کرد. لذا جوانان را باید تشویق کرد تا هرچه بیشتر آزمایش کنند و علم خود را با تجربه درهم آمیزند. جوانان و نوجوانان باید بتوانند ارتباط معلومات فیزیکی خود را با انواع مختلف پدیده‌های زندگی روزمره برقرار کنند. البته باید به آنها یاد داد که اگر آزمایشی با شکست روبرو شد، آنرا دوباره امتحان کنند و علت شکست را دریابند. می‌گویند انسان از شکست بیشتر یاد می‌گیرد تا از موفقیت. این مطلب در مورد کودکان قبل از دبستان چندان صدق نمی‌کند و در مورد آنها آزمایش‌ها باید به گونه‌ای باشد که حتی‌الامکان با شکست مواجه نشود.

بارها این سؤال مطرح می‌شود که فیزیک چیست؟ چرا باید فیزیک خواند؟ وقتی فیزیک می‌خوانیم دنبال چه هستیم؟ نگاه کردن به هر چیز حتی مثلاً فوتبال خشن آمریکایی نیز چیزی شبیه مطالعهٔ فیزیک است، در وهلهٔ اول به نظر می‌رسد که هرج و مرج کلی و سردرگمی در میدان این بازی حکمفرما است، ولی وقتی از قواعد این بازی آگاهی پیدا کنیم و بتوانیم این قواعد را بفهمیم، بهتر می‌توانیم نکات دیگر بازی را احساس کنیم. دانستن قواعد کمک می‌کند که حتی این بازی خشن هم برایمان قدری با معنی‌تر بشود. فیزیک بازی‌ای است که مادر طبیعت می‌کند. بازی طبیعت نیز قواعدی دارد. این قواعد کدامند؟ یک نکته مسلم است و آن اینکه اگر به این بازی ملحق شویم، شانس بهتری برای درک این قوانین خواهیم داشت. **خلاصه اینکه فیزیک راجع به کوششهای بشر در جهت پیدا کردن قواعد و روابطی است که رفتار طبیعت را توجیه و تفسیر کند.** فیزیک شاید عمیقترین و ملموسترین علم باشد و ارتباط آن با زندگی روزمره و پدیده‌های جهان هستی را به

وضوح می‌توان دید. عملاً هیچ زمینه‌ای از زندگی امروزی ما نیست که تحت تأثیر پیشرفتهای اعجاب انگیز و کاربردهای تکنولوژیکی فیزیک قرن بیستم قرار نداشته باشد و تحت نفوذ آن تغییر نکرده باشد. فیزیک زندگی امروزی ما را شکل داده است. ایده‌های فیزیک حتی تأثیر زیادی در باورها و فرضیات ما از جهان داشته است. برنامه‌های فضائی دنیای خارج از کرهٔ زمین را روشنتر کرده است و تئوری‌های مکانیک کوانتومی درک ما را از میکروچیپ‌ها و ابر رسانایی عمیق‌تر کرده است و حتی اجزاء تشکیل‌دهندهٔ ساختمان بدن را روشنتر کرده است.

چرا جامعه باید فیزیک بداند؟

اگر از یک فیزیکدان، مهندس و یا یک محصل سایر علوم بپرسید که چرا فیزیک می‌خوانند احتمالاً خواهد گفت چون فیزیک مفید است ولی چرا باید همهٔ افراد جامعه اطلاعی از فیزیک داشته باشند؟

تکنولوژی‌ای که جامعهٔ نوین ما به آن متکی است، حاصل کاربرد کشفیات فیزیک و سایر علوم است. در جهان پیشرفتهٔ صنعتی، علم فیزیک اکنون به عنوان مادر سایر علوم و شاهرگ حیاتی صنعت و قوهٔ محرکهٔ اقتصاد شناخته شده است. از طراحی ایمن و مؤثر هواپیماهای جت مسافربر گرفته تا تولید کامپیوترهای شخصی پیشرفتهٔ ارزان قیمت، در همگی آنها مهندسان همه روزه، فیزیک به کار می‌برند. پیاده کردن انسان بر روی کرهٔ ماه و برگرداندن او به طور سالم به زمین، که یکی از بزرگترین رخدادهای هیجان‌انگیز قرن بود، مثال خوبی از کاربرد فیزیک در سطوح مختلف است. وسایل و ماشینهای به کار رفته، از راکتهای پرقدرت گرفته تا کامپیوترهای داخل سفینه‌ها، به وسیلهٔ کسانی که خیلی چیزها راجع به فیزیک می‌دانستند، طراحی شد، گسترش یافت و مورد آزمون قرار گرفت. نقشه‌ریزی برای چرخش روی مدار و زمانبندی شلیک راکتها برای تغییر مدارها دانشمندان را درگیر درک تیزبینانهٔ اصول فیزیک، نظیر ثقل و قوانین حرکت کرد.

اغلب نتیجهٔ نهائی یک کار فیزیکی مثل پیاده شدن موفقیت‌آمیز روی کرهٔ ماه، فوری قابل لمس نیست. در پشت سر پیشرفتهای بزرگ صنعتی، سالها یا حتی قرنها تحقیقات پایه‌ای در مورد بررسی خواص ماده وجود دارد. برای مثال، ماشین حساب ساده‌ای که با نور خورشید کار می‌کند را در نظر بگیریم. سلولهای خورشیدی، نور را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند. تراشه‌های مدارهای مجتمع (IC)ها داخل ماشین حساب، از این انرژی الکتریکی برای انجام محاسبات استفاده می‌کنند، و یک صفحه نمایش بلور مایع جواب را به استفاده کننده عرضه می‌کند. اگر می‌توانستیم این وسیلهٔ جالب را به زمانهای گذشته، مثلاً ۵۰ سال قبل، برگردانیم، فیزیکدانهای بزرگ و مهندسان برق آن روزگار را کاملاً مبهوت و متحیر می‌کردیم. ولی حتی در همان زمان، دانشمندان در حال مطالعهٔ خواص نیمرساناها، یعنی مواد خام سلولهای خورشیدی و تراشه‌های مدارهای مجتمع، و بلورهای مایع بودند. به سختی می‌توان وسیله‌ای را در منزل یافت که براساس اصول فیزیکی پایه‌گذاری نشده باشد. لامپهای روشنایی اتوی برقی، تلویزیون، تلفن، اجاقهای میکروویو، ضبط صوت، رادیو، دزدگیر و دهها وسیلهٔ دیگر همگی کاربردهای خانگی فیزیک هستند. ناگفته نماند که فیزیک علاوه بر کاربردهای خانگی، در بسیاری زمینه‌های دیگر از جمله مخابرات، وسائط نقلیه، فضانوردی، پزشکی و غیره نیز کاربردهای فراوان دارد.

برای کسانی که در دوران زندگیشان چند آزمایش در خانهٔ علم انجام می‌دهند و یا یک دورهٔ فیزیک در مدرسه می‌خوانند، شاید مفیدبودن فیزیک دلیل بزرگی برای انجام آن نباشد، همه می‌دانند که با انجام چند آزمایش و یا گذراندن یک دورهٔ فیزیک نمی‌توان استاد فیزیک شد. ولی می‌توان بعضی کارها را انجام داد، مثلاً می‌توان تعیین کرد که یک تکه چوب یا الوار شناور در آب باید چقدر بزرگ باشد تا بتواند شخصی را در روی آب نگهدارد، یا تعیین کنیم که اگر مثلاً سشوار و اتوی برقی و چند لامپ پر توان را همزمان با هم روشن کنیم آیا فیوز می‌سوزد یا نه؟ گفتیم که با یک دوره فیزیک نمی‌توان در فیزیک خُبره شد و از آن به‌عنوان یک شغل استفاده کرد. پس چرا باید فیزیک بخوانیم؟

لذت و رضایت خاطری در بهتر شناختن دنیای فیزیکی اطراف ما وجود دارد. دانستن اینکه چگونه تأثیر متقابل نور خورشید و قطرات باران رنگین کمان ایجاد می‌کند، تحسین زیبایی آن را عمیقتر می‌کند. دانستن چیزهایی دربارهٔ نیروی جانب مرکز کمک می‌کند که بفهمیم چرا وجود یخبندان در سر پیچها و جاده‌های انحنادار خطرناک است. دانستن اصول فیزیک هسته‌ای کمک می‌کند که شخص خطرگاز رادون و امیدبخش بودن گداخت هسته‌ای را درک کند. دانستن اصول پشت سر بلندگوهای استریو، ارتفاع سنجهای هواپیما، یخچالها، لیزرها، اجاقهای میکروویو، عینکهای پلاروید احساس تحسین بیشتری در مورد آنچه که آنها انجام می‌دهند به انسان دست می‌دهد. با استفاده از دانش فیزیکی می‌توان قیمت گرم کردن آب را با گاز و با برق مقایسه کرد.

در اطراف خود می‌توان فیزیک را در حال کار دید. مثلاً با دقیق شدن به ساختمان یک تلفن می‌توان دربارهٔ الکتریسیته و اینکه چگونه الکتریسیته برای انتقال اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرد چیزهایی یاد گرفت. با تفحص در ساختمان تلفنهای فیبرنوری می‌توان فهمید که چگونه از امواج الکترومغناطیسی برای ارسال اطلاعات استفاده می‌شود. مطالعهٔ یک دستگاه هشدار دهندهٔ الکترونیکی می‌تواند به شخص کمک کند تا با اصطلاحاتی مثل ترانزیستور و تراشه‌های سیلیسیومی آشنا شود. بررسی اینکه یک دوربین چگونه کار می‌کند فرد را درگیر مطالعهٔ خواص نور می‌کند. مطالعهٔ یک ضبط صوت که در آن ترانسفورماتور،

میکروفون و نوار مغناطیسی بکار می‌رود، انسان را درگیر مطالعهٔ مواد فرو مغناطیسی نرم و سخت و چگونگی تبدیل الکتریسیته به صوت و به عکس می‌کند. به بیان ساده، یادگیری روشهای طبیعت و درک اینکه وسایل چگونه کار می‌کنند رضایت خاطر و پاداش درکی دارد، و آنگهی پیدا کردن نظم موجود در طبیعت و اسرار کائنات و اینکه چگونه این نظم را می‌توان با قوانین بنیادی فیزیک بیان کرد خود مقولهٔ دیگر فیزیک است.

فیزیک شاخه‌های متعدد دارد. با ذکر خلاصهٔ زیر شاید اهمیت کاربردی شاخه‌ای از فیزیک به نام شاخهٔ مادهٔ چگال و میزان گسترش آن در جامعه روشن شود: دیودها و ترانزیستورهای ساده تا مدارهای مجتمع میلیون عنصری، پوشش دندان تا پوشش هواپیماهای ضد رادار و پوشش بدنهٔ فضاپیماها، آهنرباهای وسایل سادهٔ الکتریکی تا آهنرباهای ژنراتورهای بزرگ، نوارهای ضبط صوت ساده تا دیسکتهای پیچیدهٔ ضبط اطلاعات، دیودهای لیزری و فیبرهای نوری تا رساناهای شفاف و آشکارسازهای اپتیکی، فتدک‌های پیزو الکتریک تا سلول خورشیدی ماشین حسابها و پانل‌های خورشیدی بزرگ نیروگاهها، آشکارسازهای حرارتی تا ردیابهای فراصوتی زیر دریاییها و هواپیماها، همه و همه مستقیماً با استفاده از دستاوردهای این رشته و با کمک متخصصان این رشته ساخته می‌شوند.

کاربردهای فیزیک در سایر علوم

همه روزه در بخش فیزیک کاربردی، بر پایهٔ اصول و قوانین شناخته شدهٔ فیزیک، پژوهشهایی به منظور حل مسائل و مشکلات صنعت، کشاورزی، پزشکی و حتی علوم اجتماعی صورت می‌گیرد. فیزیکدانها نه تنها می‌توانند در به کار انداختن و استفاده از وسایل علمی مورد نیاز رشته‌های یاد شده کمک کنند، بلکه در حل اغلب مسائلی که رشتهٔ فیزیکی دارند، می‌توانند سهم بسزایی داشته باشند: اکثر ماشین‌آلات و قطعات صنعتی، پزشکی و کشاورزی براساس اصول فیزیکی کار می‌کنند. فیزیک پزشکی کلاً در خدمت پزشکی است و فیزیک حالت جامد تصمیم گیرندهٔ علم مواد و صنعت است. پیدا کردن ساختمان ملکولی و بلوری هزاران مادهٔ صنعتی، پزشکی و دارویی از جمله DNA و پروتئینهای پیچیده، با کمک روشهای فیزیکی، تحول بزرگی در زندگی بشر به وجود آورده و بسیاری از ناشناخته‌ها را آشکار کرده است. کشف ابر رساناهای جدید در سالهای اخیر، که موجب اعطای جایزهٔ نوبل فیزیک به کاشفان آن شد، تحرکی در صنعت ایجاد کرده است و می‌رود تا چهرهٔ صنعتی جهان را عوض کند. شاخهٔ فیزیک نیمرساناها مسبب اختراعات و ابداعات حیرت‌انگیزی شده که صنعت الکترونیک را دگرگون و چهرهٔ جامعه را عوض کرده است. به قسمی که عصر حاضر را عصر ترانزیستور لقب داده‌اند.

تصویرنگاری به طریق تشدید مغناطیسی (ام آر آی) که می‌تواند از بافتهای نرم از جمله مغز تصویر دقیق بگیرد، یکی از بهترین هدایای فیزیک به علم پزشکی و بشریت است. سایر روشهای تصویرنگاری از جمله رادیوگرافی با پرتوهای ایکس، سی تی اسکن، فراصوت (سونوگرافی)، سنگ‌شکن کلیه، و نیز عملهای جراحی بسیار ظریف چشم و مغز با لیزر و غیره از کاربردهای عینی فیزیک در پزشکی است. NMR فیزیک اکنون ابزار اندازه‌گیری شیمی شده است. تشدید مغناطیسی فیزیک در باستان‌شناسی کاربرد عظیم پیدا کرده است.

حالا معلوم می‌شود که ***چرا بخش اعظم نمایشهای خانه‌های علم دنیا را نمایشهای فیزیکی تشکیل می‌دهند.***

نمایشهای فیزیکی خانهٔ علم باید چگونه باشند؟

نمایشها باید تفریحی باشند. دلیل اساسی اینکه دانشمندان، دانشمند شده‌اند این است که علم برای آنها یک نوع بازی فکری است. برای یک دانشمند دیدن اشیاء معمولی که رفتارهای تعجب‌آوری از خود بروز می‌دهند و تلاش او در فهم علل این رفتارها سرگرمی و تفریح است. آموزش علوم برای کودکان و نوجوانان نیز اگر توأم با بازی و تفریح باشد، اثرش بیشتر است. به علاوه، هرچه دستگاهی که با آن یک اصل فیزیکی به کودکان آموزش داده می‌شود، ساده‌تر باشد، اثرش بیشتر است. اغلب یک پدیدهٔ فیزیکی را با دستگاهی عجیب و غریب، بزرگ و پر سر و صدا و ناآشنا با مخاطبان به معرض دید می‌گذارند. در این صورت بینندگان آن را غریبه و بی‌ارتباط با زندگی روزمرهٔ خود می‌دانند. حتی دیده شده است که طراحی یک وسیلهٔ آزمایش چنان غیر معمول انجام می‌شود که خود پدیده تحت‌الشعاع ظواهر دستگاه قرار می‌گیرد. اینگونه وسایل ممکن است اعجاب‌انگیز باشند. ولی شاید آموزشی نباشند، زیرا ممکن است خود دستگاه به علت پیچیدگی و نیز اصولی را که می‌خواهد نمایش دهد، بزودی فراموش شود. نمایشهایی در مغز جا می‌گیرند و مدتها در خاطره می‌مانند که ساده باشند و از اشیاء ملموس روزمره درست شده باشند.

به طور کلی هر کدام از نمایشهای خانهٔ علم باید به بازدید کننده این احساس را بدهد که گویی هدیه‌ای به او داده‌اند و وقتی آن را باز می‌کند یک اسباب‌بازی کوچک که رفتار عجیب و غریب از خود نشان می‌دهد در داخل آن پیدا می‌کند.

مجدداً متذکر می‌شود که خانه‌های علم مکانی برای تحقیق مستقیم محققین نیست، انتظار نمی‌رود کشفی در آن صورت گیرد، بلکه جاوی تعدادی آزمایش ساده تفریحی است که بتوانند مفاهیم علمی را به مخاطبان عرضه کند و حس کنجکاوی آنان را برانگیزد و محققان آینده را پرورانند.

در طراحی نمایشهای فیزیکی خانهٔ علم ارتباط پدیده‌ها و ***تشابهات در فیزیک*** مدنظر بوده است. در طول تاریخ علم، هر وقت تشابهات در فیزیک به دقت مورد مطالعه قرار گرفته، قوانین فیزیک کاملتر و کاملتر

شده است. زمانی که نیوتون به فکر فرو می‌رود که آیا بین افتادن یک سیب از درخت و گردش ماه به دور زمین و گردش زمین به دور خورشید ارتباطی هست یا خیر، قانون جاذبهٔ عمومی شروع به نمایان شدن می‌کند و چندی بعد به وسیلهٔ او به اثبات ریاضی می‌رسد. جوانان با مطالعه و دیدن تشابهات در فیزیک درخواهند یافت که فیزیک آنقدرها هم که تازه‌واردها فکر می‌کنند پیچیده نیست. رفتار طبیعت به طور اعجاب‌انگیزی منظم و مرتب است. نکتهٔ دیگر اینکه با ذکر تشابهات در فیزیک ارتباطی بین دانسته‌ها و دانستنیها برقرار می‌شود. ذکر دو نوع تشابه فیزیکی خالی از لطف نیست:

امواج

نکتهٔ جالب در مورد امواج این است که همگی اساساً یک جور عمل می‌کنند، خواه امواج عرضی‌ای باشند که در طول یک سیم کشیده شده حرکت می‌کنند یا امواج ولتاژ الکتریکی که در طول خط انتقال نیرو حرکت می‌کنند، خواه امواج طولی صوتی باشند که در هوا منتشر می‌شوند یا امواج تراکمی یا برشی که از خلال صخره‌های زمین حرکت می‌کنند یا امواج پیچشی در طول فلز یا امواج الکترومغناطیسی که در خلأ منتشر می‌شوند یا امواج آب که در سطح اقیانوسها حرکت می‌کنند. همگی از بسیاری جنبه‌ها با هم مشابهت دارند. سرعت محدود موج، انرژی منتقل شده به وسیلهٔ موج، بازتاب موج، موج ساکن، تشدید، تداخل، زنش و غیره.

تشدید

وقتی سیستمی را که قادر به نوسان دوره‌ای است، با فرکانسی که منطبق بر فرکانس طبیعی سیستم باشد، به حرکت درآوریم، دامنهٔ نوسان سیستم شدید خواهد شد. بچه‌ای که در یک تاب قرار دارد فقط موقعی می‌تواند با دامنهٔ زیاد تاب‌بازی کند که هُل دادن تاب با آهنگی منطبق بر فرکانس نوسان آن انجام گیرد. مدار کوک کنندهٔ گیرندهٔ یک رادیو نیز فقط به امواجی که تشدید در آن ایجاد کند پاسخ خواهد داد. منارجنبان اصفهان نیز بر اساس پدیدهٔ تشدید می‌جنبد. لرزش ساختمان در موقع عبور کامیون از خیابان مجاور هم ناشی از پدیدهٔ تشدید است. علت ایجاد نکانهای شدید در برخی موارد در ماشینهای لباسشویی، دستگاههای آب میوه‌گیری، اتومبیلها، پلها در موقع عبور قطار یا قدم مرتب رفتن سربازان از روی آنها، لرزش شدید زمین در موقع وقوع زلزله و ده‌ها مثال دیگر در اثر ایجاد تشدید در این سیستمها است. حتی دستگاه ام‌آر‌آی نیز بر اساس تشدید مُحانهای مغناطیسی هسته‌ای کار می‌کند. اصولاً تشدید سیستمهای میکروسکوپیک با سیستمهای ماکروسکوپیک تفاوت چندانی ندارد. تمام پدیده‌های تشدید اصول مشابهی دارند. در طرح خانه‌های علم انجمن فیزیک ایران برای چند نمونه از آنها نمایشهائی طراحی و ارائه شده است.

سعی شده است برای اکثر سؤالها و پدیده‌هایی که نامی از آنها در این نوشتار آمده است و نیز اصول کلیدی فیزیک، نمایشی طراحی شود. تعداد نمایشهای عرضه شده بالغ بر ۱۲۰ می‌شوند. این مجموعه قابلیت گسترش انعطاف‌پذیری دارد و می‌تواند در آینده بستگی به امکانات حتی به چندین برابر افزایش یابد.

علم فرآیندی است برای جستجو و اعمال آگاهیها دربارهٔ جهان ما، دنبال کردن علم به خاطر علم را علم خالص یا بنیادی و توسعهٔ راههایی برای به کار بردن این دانش را علم کاربردی می‌نامند. نجوم عمدتاً علم خالص است ولی کائنات را بررسی می‌کند و همهٔ رشته‌های مهندسی از علوم کاربردی استفاده می‌کنند.

چیزی که در یک روز علم محض است روز دیگر کاربردی خواهد شد و نباید از هیچکدام غافل شد.

دکتر کمال‌الدین جناب

در دفتر کار خانم دکتر منیژه رهبر در دانشکدهٔ فیزیک دانشگاه تهران، دکتر جناب را با همان چهرهٔ مصمم و مهربان حدود نیم قرن پیشِ کلاسهای دانشکدهٔ علوم دانشگاه تهران، زیارت کردیم.

مصداق کلام جاودان ابوالفضل بیهقی مورخ نامدار را به چشم دل دیدیم که «... پیران، پیرایهٔ مُلک باشند ...». با شنیدن سخنان ایشان نیز به خوبی دریافتیم که به قول نویسندهٔ قابوسنامه «... پیران چیزها دانند که جوانان ندانند ...»

در جمع، آقای دکتر جناب و عضوهای هیأت تحریریه و مدیر داخلی رشد فیزیک : منیژه رهبر، محمدرضا اجتهادی، سید جعفر مهرداد، محمدعلی سعادت بخت، دکتر صمد فرخی (استاد فیزیک دانشگاه تهران) و احمد احمدی (کارشناس دفتر برنامه‌ریزی و تألیف) و یک دختر دانش‌آموز دورهٔ راهنمایی با پدرش نیز حضور داشتند.

خانم دکتر رهبر پس از عرض احترام و تشکر توضیح دادند که این دختر خانم دانش‌آموز طی نامه‌ای از آقای دکتر جناب تقاضا داشتند که به حضور ایشان برسند تا با راهنماییهای ایشان تصور بهتری از فیزیک پیدا کنند و آقای دکتر از ایشان خواستند که در این جمع حضور یابند.

آقای دکتر جناب پس از اظهار لطف و عنایت به حاضران با محبت پدرانه از دختر دانش‌آموز پرسیدند : «صورتحساب برق مصرفی منزلتان را تا به حال دیده‌اید؟»

دانش‌آموز: مگر می‌شود تا حال ندیده باشم؟!

دکتر جناب: می‌دانید چند وقت به چند وقت صورتحساب برق را برایتان می‌آورند؟

دانش‌آموز: سه ماه به سه ماه یا چهارماه به چهارماه.

(پدر دانش‌آموز گفت : دوماه به دوماه)

دکتر جناب: در صورتحساب مصرف برق را با چه واحدی می‌نویسند؟

دانش‌آموز: کیلووات ساعت.

دکتر جناب: می‌دانید مصرف برقتان حدوداً چند کیلووات ساعت است؟

دانش‌آموز: نمی‌دانم.

(پدر دانش‌آموز توضیح داد که منهم نمی‌دانم ولی قیمت برقمان حدود ۴۰۰ تومان است.)

دکتر جناب: البته قیمت برق تصاعدی است. احتمالاً تا ۴۰ کیلووات ساعت معاف است. یک دفعه صورتحساب برق برای ما آمد. اختلاف زیادی با نرخ مصوب داشت و زیاد بود. رفتم ادارهٔ برق یوسف آباد. بعد از پرس‌و جو به مسؤول مربوط مراجعه کردم. دیدم دو سه نفر دیگر هم آمده‌اند و شکایت دارند. من گفتم «برق ما را با چه ملاکی حساب کرده‌اید؟» این صورتحساب با صورتی که در روزنامه درج شده است مطابقت نمی‌کند. مسؤول گفت «من با آن کار ندارم، بروید در راهرو ارقامی نصب شده است که مطابق با آنها حساب می‌کنیم». به هرحال فکر می‌کنم برق شما حدود ۳۰۰ کیلووات ساعت است. اینکه از شما خواستم به اینجا بیایید برای این بود که ما در قدیم دانشمندانی مانند خیام یا زکریای رازی یا افراد دیگر داشتیم. هنگامی که کارهای آنها را می‌بینیم واقعاً تعجب می‌کنیم. وقتی در زندگی آنها دقت کنید می‌بینید که دانشگاه نداشتند. مثل حالا جاهایی که آدمها را قالب‌ریزی کنند نبود. **اینها برحسب علاقه خودشان، برای کسب علم تا هندوستان و چین می‌رفتند و منتظر نبودند که برایشان برنامه‌ریزی شود.**

من از برق مصرفی شما سؤال کردم به خاطر این بود که نشان دهم اولین وظیفهٔ شما این است که در محیط خودتان، در همه جا، خودتان را شریک افرادی بدانید که فعالیت می‌کنند.

یکی از ثروتمندان که کارخانه، راه‌آهن، شرکتهای بزرگ و سهام زیاد در شرکتهای نفت داشت، پسرش پس از اینکه در رشتهٔ مهندسی مکانیک از دانشگاه فارغ‌التحصیل می‌شود به پدرش مراجعه می‌کند و می‌گوید «چه کمکی می‌توانم به شما بکنم؟» پدر می‌گوید «تو باید رئیس فلان کارخانه بشوی!» پسر با توجه به اینکه، هیچ تجربه‌ای ندارد با تعجب می‌گوید :

«آخر من چگونه رئیس کارخانه بشوم؟!»

پدر می‌گوید :

«ابتداء باید چندماه دربان کارخانه بشوی تا ببینی واردات و صادرات کارخانه چیست؟ بعد چندماه در قسمتهای مختلف که کارگران کار می‌کنند باید وقت صرف کنی! بعد از آن باید در قسمت حسابداری چند ماه کار کنی و سپس مدتی معاون کارخانه بشوی و بعد از این دو سه سال رئیس کارخانه می‌شوی.

بنابراین شما (اشاره به دانش‌آموز) باید خودتان در کارها وارد شوید و از اولیاء مدرسه چندان توقع نداشته باشید که برایتان برنامه‌ریزی بکنند. سعی کنید با هم شاگردیهایتان دوست بشوید. اگر نواقصی را در امور مدرسه مشاهده می‌کنید، یا پیشنهادها یا درخواستهایی دارید آنها را دوستانه با اولیاء مدرسه در میان بگذارید. نه اینکه به عنوان طلبکار از آنها بخواهید. در خانه هم با والدین خودتان مشورت کنید. یادم هست که در مدرسه و دانشگاه شوراهایی داشتیم. از جمله با مرحوم دکتر حسابی غیر از جلسه‌های درس و کار، می‌نشستیم و مطالبی را صمیمانه بحث می‌کردیم.

***

پس از این گفت‌و شنود از طرف هیأت تحریریهٔ رشد آموزش فیزیک توضیح داده شد که :

اولین شماره رشد آموزش فیزیک در بهار سال ۱۳۶۴ انتشار یافت و هم‌اکنون شمارهٔ ۴۱ آن منتشر شده است. از ابتداء انتشار قرار شد که با فیزیک پیشه‌گان و پیش‌کسوتان آموزش فیزیک به خصوص مؤلفان کتابهای درسی فیزیک گفتگوهایی برای چاپ در مجله و استفادهٔ دبیران فیزیک صورت بگیرد.

تاکنون مصاحبه‌هایی با شادروان سید حسن مبرهن و آقایان احمد آرام ــ دکتر قلمسیاه ــ حسنعلی وحید و نوروزیان در مجله انتشار یافته و مورد استقبال عموم دبیران کشور قرار گرفته است.

گفتگوی با جنابعالی از جهات مختلف مورد نیاز و قابل توجه است. شما یکی از بیست و هشت نفر نخستین فارغ‌التحصیلهای لیسانس ایران در سال ۱۳۱۰ و آگاه به تاریخ آموزش و پرورش ۶۵ سال اخیر و از پیشگامان آموزش فیزیک در ایران هستید. با وزارت آموزش و پرورش (وزارت فرهنگ سابق) همکاری نزدیک و در بیش از نیم قرن پیش در تألیف کتابهای درسی فیزیک دوره اول دبیرستان شرکت داشته‌اید. این کتابها در سال ۱۳۱۹ با کوشش جنابعالی با سمت دانشیاری دانشگاه و با همکاری شادروانان دکتر محمود حسابی استاد دانشگاه، دکتر امانت‌الله روشن زائر (دانشیار)، مرتضی قلی اسفندیاری و مدنی گرگانی (دبیر) تألیف و به وسیله وزارت فرهنگ چاپ و منتشر شد. حاصل کار از لحاظ سلامت کلام و استحکام مطلب هنوز هم می‌تواند سرمشق و نمونه باشد. امتیاز آنها در این بود که مؤلفان اشراف به مطلب داشتند و به زبان مادری نیز مسلط بودند. کتاب به صورت تألیف بود، نه ترکیبی از ترجمه‌های ناهمگون چند کتاب درسی خارجی. علاوه بر آن تألیف یک کتاب دبیرستانی دورهٔ اول به وسیلهٔ گروهی متشکل از یک استاد و دو دانشیار دانشگاه و دو دبیر قدراول کشور به آن سندیت ویژه‌ای می‌داد که از دیدگاه آموزندگان و آموزش یافتگان نیز حایز اعتبار بود.

در آموزش قدیم کشور ما نمونهٔ این گونه کتابها، کتاب صمدیهٔ شیخ بهایی (۱۰۳۱ ــ ۹۳۵ هـ ق) در نحو و کتاب صرف میر و منطق کبری میرسید شریف جرجانی (۸۱۶ ــ ۷۴۰ هـ ق) است که هم‌اکنون نیز کتابهای درسی نحو و صرف و منطق نوآموزان است.

دکتر جناب: آن وقتی که مشغول چاپ این کتاب بودیم، علاوه بر کار تدریس، کارهای آزمایشگاهی هم برایمان مهم بود. در آن موقع وزارت آموزش و پرورش از ما دعوت کرده بود برای بازرسی و کارهای کمک‌آموزشی. در همان موقعی که کتاب را تألیف می‌کردیم چون آموزش و پرورش محدود بود، از دانشگاهیان از جمله بنده دعوت کردند تا در امتحانات نهائی کمک کنیم. ما همان زمان باید فرهنگستان هم می‌رفتیم. یادم هست مرحوم ذکاءالملک و غلامحسین رهنما پیشنهاد کردند که لغات **ذات** مانند تلفن، تلگراف، اتومبیل را همان طور استفاده کنیم. تلفن قبلاً وجود نداشت و بعد از ساخت این اسم را برای آن تعیین کردند. یا سماور که یک لغت روسی است در اروپا هم لغت سماور را به کار می‌برند. ولی برای لغتهای **معنی** باید معادل فارسی پیدا کرد.

... من دورهٔ متوسطه را در اصفهان تحصیل کرده‌ام. کتابهای ریاضی و فیزیک و شیمی و زیست‌شناسی دورهٔ دوم متوسطه به زبان فارسی وجود نداشت. مرحوم غلامحسین زیرک زاده تنها معلمی بود که سابقهٔ تحصیلی در فرانسه داشت. او کتابهایی را که در فرانسه رایج بود معرفی کرد و این کتابها را به ایران آوردند. ما فیزیک، شیمی، مکانیک، هندسهٔ ترسیمی و جبر را از روی همان کتابهای فرانسوی می‌خواندیم.

معلم ریاضی ما مرحوم مهندس علی زاهدی بود و از این لحاظ ما زبان فرانسه را خوب بلد بودیم. در مدارس تهران هم چند نفر معلم فرانسوی تدریس می‌کردند. در دارالمعلمین عالی فیزیک و شیمی یک رشته بود و در فیزیک از کتابهای بروها و اَپل و در شیمی نیز از کتابهای فرانسوی استفاده می‌کردیم.

ما این کتابهای دورهٔ اول دبیرستانی را براساس اطلاعات عمومی و تجربه‌مان تنظیم کردیم.

... من اصولاً کتاب را درجهٔ اول نمی‌دانم مخصوصاً در علوم عملی. در این علوم کارگاه و آزمایشگاه را مهم می‌دانم.

یک مثال برایتان می‌زنم که کتاب درجهٔ اول نیست.

من خود یکبار شاهد بودم در آزمایشگاه یک مدرسهٔ متوسطه برای تولید هیدروژن، به علت ترکیدن بطری، صورت یک نفر زخمی شد.

معمولاً در ظرفی یک اسید مانند اسید کلریدریک می‌ریزند و در واکنش با فلز روی، هیدروژن تولید می‌شود. در کتاب درسی نوشته شده بود اگر لوله‌ای را وارونه در این ظرف بگذاریم گاز در لوله جمع می‌شود و هرگاه پس از آن شعله کبریتی را نزدیک دهانه لوله ببریم مشتعل می‌شود. اما عملاً باید چه کار کرد؟ باید بعد از انداختن روی مدتی صبر کرد تا هوای درون ظرف و لوله بیرون بیاید و **فقط هیدروژن در ظرف و لوله** وجود داشته باشد. ولی اگر بلافاصله کبریت را نزدیک دهانه ببریم چون در ظرف و لوله مخلوط اکسیژن و هیدروژن وجود دارد انفجار روی می‌دهد ؛ اما در کتابها این را نمی‌نویسند.

منظورم این است که در کتاب نمی‌توان تمام جزئیات را بیان کرد. اصل کارگاه است و کتاب یک وسیلهٔ یادآوری است.

... ما در نوشتن کتابها مطالب را تقسیم‌بندی کرده بودیم ولی هرکس دربارهٔ همهٔ نوشته‌ها اظهار نظر می‌کرد.

... من معتقدم افرادی که می‌خواهند کتابهای درسی تألیف بکنند حتماً باید سابقهٔ تدریس داشته باشند. یکی از مؤلفانی که من واقعاً به او اعتقاد دارم آقای احمد آرام است. آقای آرام شخص واقع‌بینی است. **ایشان هم معتقدند که آموزش دروس عملی مانند فیزیک و شیمی باید همراه با آزمایش و عمل باشد.**

یکی از معلمان مقاله‌ای در روزنامه نوشته بود و اعتراف کرده بود که ما در آموزشگاه‌ها خلاقیت دانش‌آموزان را خفه می‌کنیم.

... مرحوم دکتر حسابی از یک نظر کاملاً ممتاز بود ؛ او معتقد بود که باید علوم رواج پیدا کند. **او واقعاً مؤسس این فکر در ایران بود.** شما دکتر حسابی را وقتی دیدید که ایشان بازنشسته شده بودند. او کارهای تحقیقی و مطالعاتی می‌کرد. عضو پایه‌گذار فرهنگستان بود و تعصب خاصی برای استفاده از واژه‌های فارسی داشت. ایشان خیلی به کارهای عملی توجه داشت. ما شیشه‌گری و لحیم‌کاری می‌کردیم. او خودش این کارها را می‌کرد و توقع داشت ما هم این کارها را بکنیم. ما خودمان آکومولاتور را با موتور پر می‌کردیم. موتور را با هِنْدِل روشن می‌کردیم. ما در زمان تحصیل در دارالمعلمین عالی رادیو ندیده بودیم. و با راهنمایی آقای دکتر حسابی یک دستگاه رادیو ساختیم و ظرفیت خازن آن را تغییر دادیم تا با فرکانس یک فرستنده به حالت رزونانس درآمد. چون بلندگو نداشتیم از گوشی یک تلفن استفاده کردیم و برای اولین بار صدای موسیقی را از رادیو شنیدیم. از آقای دکتر حسابی پرسیدم این موسیقی مال کجاست؟

گفتند مال نزدیکترین فرستنده‌ایست که در تفلیس قرار دارد. و همین وسیله‌ای شد که آن را به دانشجویان نشان دهیم. یک روز خبر دادند که بازرسی از وزارت معارف برای کنترل اموال آزمایشگاه می‌آید.

آن فرد با فیزیک آشنایی نداشت، هر وسیله‌ای را نشان می‌دادیم از ما می‌پرسید که چیست؟ ما مجبور بودیم شرحی هم برای آن وسیله بدهیم. من که دیگر خسته شده بودم، گفتم «آقا بیایید یک چایی بخورید» ضمناً گفتم «رادیو گوش می‌دهید؟» گفت بله و همه چیز از یادش رفت. چون هنوز رادیو را ندیده بود و به آن گوش نداده بود. ما رادیو را روشن کردیم و او خیلی سرگرم شد و بالاخره بدون اینکه همه وسایل را کنترل کند لیست را امضا کرد و رفت!

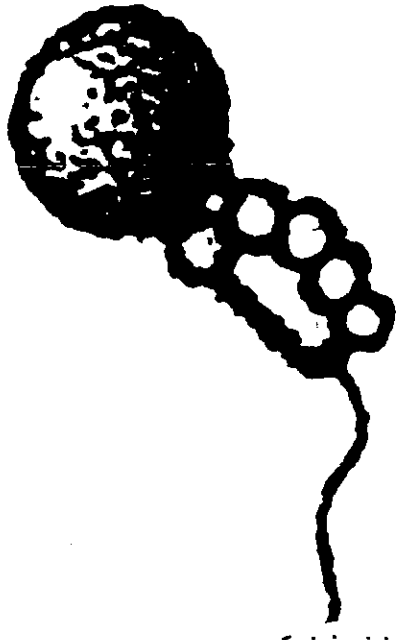
... در اصفهان آقای سید سعید طباطبایی مدرسه‌ای به نام گلبهار تأسیس کرده بود و از عموزادهٔ ما آقای ضیاءالدین جناب دعوت کرده بود برای مدیریت مدرسه.

ایشان در مدرسه آلیانس اصفهان تحصیل کرده بود و با علوم جدید آشنایی داشت. من هم در آن مدرسه مشغول تحصیل شدم.

اولین مدرسهٔ متوسطه‌ای که فارغ‌التحصیل دورهٔ دوم متوسطه تحویل داد مدرسهٔ صارمیه بود. سال ۱۳۰۵ ما دو نفر بودیم که ششم نظام قدیم را متفرقه خواندیم و موفق شدیم دیپلم بگیریم. من در سال بعد در دبیرستان صارمیه در دورهٔ اول متوسطه تدریس می‌کردم. هنگامی که استاد دانشگاه بودم به مدت ۲ سال ریاست دبستان جمشید جم و دبیرستان فیروز بهرام را به عهده داشتم، یعنی تجربهٔ دورهٔ ابتدائی و متوسطه را به عنوان مدیر داشتم.

در دانشگاه نیز برای مدتی رئیس دانشکده علوم بودم یعنی با قشر جوان در حدود ۵۰ سال تماس داشتم. حتی در دوران خدمت سربازی هم علاوه بر تمرینهای نظامی، به سربازها خواندن و نوشتن یاد می‌دادم. چیزی که من در تجربه به آن برخوردم این است که : **عده‌ای از جوانان با استعداد اتفاقاً در زندگی خود موفق نبودند و افرادی هم که در کودکی از سطح متوسط هوش که به نظر می‌آمد پایین‌تر هستند در بزرگسالی کارهای بزرگی انجام دادند.**

اینشتین نمونهٔ بسیار جالبی است. مادر او خیلی ناراحت بود که فرزندش عقب‌افتاده است ولی در بزرگسالی عنوان نابغه قرن را پیدا کرد. شهرت او به خاطر فرضیهٔ نسبیت بود. یادم هست که بعضی از دانشجویان



و دانش‌آموزان بسیار با استعداد در زندگی افراد موفقی نبودند. علتش چیست؟

شاید آنها که مورد توجه قرار نمی‌گیرند تلاش می‌کنند که منشأ اثر شوند. نمونهٔ دیگر داروین که به خاطر فرضیه تکامل انواع مشهور است. او از مدرسه گریزپا بود. مدرسه را اصلاً دوست نداشت...

***

از آقای دکتر جناب خواستیم ضمن بیان خاطرات خود بفرمایند چگونه شد که فیزیک خواندند؟

دکتر جناب:

هنگامی که دیپلم گرفتم بیشتر علاقه داشتم که در رشته‌های فنی درس بخوانم اما مؤسسه‌ای نبود. بعد از رشته‌های فنی به رشتهٔ زیست‌شناسی علاقه داشتم. علاقمند بودم در دارالمعلمین عالی در رشتهٔ زیست‌شناسی ثبت نام کنم ولی مکرراً مراجعه کردم اما گفتند هنوز برای ما استاد نیامده است. یکی از روزها از شیشهٔ پنجره آزمایشگاه دیدم تعدادی دانشجو مشغول آزمایش هستند. از کسی پرسیدم که اینها چه کار می‌کنند؟ گفت که رشتهٔ فیزیک در اینجا شروع شده است و یک جوانی به نام دکتر حسابی آمده و این رشته را تأسیس کرده است. فکر کردم حالا که رشتهٔ فیزیک عملیات دارد و آزمایش می‌کنند من هم می‌روم در این رشته ثبت‌نام می‌کنم. وقتی ثبت نام کردم فیزیک و شیمی با هم بود. البته به راهنمایی آقای دکتر حسابی استادان فرانسوی برای رشته‌های ریاضی و زیست‌شناسی انتخاب شده و آمده بودند. در رشتهٔ شیمی هم دکتر آزما بود. اولین رشته‌ای که تأسیس شد رشتهٔ مشترک فیزیک و شیمی بود. خلاصه ما این رشته را دنبال کردیم و بعد از پایان این دوره رفتیم خدمت نظام وظیفه که در آن زمان دوره‌اش یک سال بود، و ستوان سوم شدم.

پانزده روز مانده بود به پایان خدمت به ما مرخصی دادند، چون ما برای اعزام به خارج قبول شده بودیم. در فرانسه در شهر نانسی پس از یکسال لیسانس فیزیک و ریاضی را گرفتم و به پاریس رفتم. در پاریس با پروفسور دارموا شروع به کار کردیم بعد از یکسال به عللی تصمیم گرفتم به آمریکا بروم. زمستان بود که با کشتی به امریکا رفتم. پرس‌و جو کردم که رؤسای دانشگاهها چه کسانی هستند. شنیدم که رئیس انستیتوی فنی کالیفرنیا پروفسور میلیکان است [۱۹۵۳ ـ ۱۸۶۸. دریافت کنندهٔ جایزهٔ فیزیک نوبل سال ۱۹۲۳ به پاس نتایجی که در پژوهشهای مقدار بنیادی بار الکتریکی و در پدیدهٔ فتوالکتریک به دست آورده بود.] چون در کتابهای فیزیک از کارهای علمی ایشان خوانده بودم تصمیم گرفتم به آنجا بروم. رفتم به دفتر آقای میلیکان، به منشی او گفتم که می‌خواهم با آقای میلیکان ملاقات کنم. از من نپرسید که با ایشان چه کار دارم. گفت «پنج دقیقه صبر کنید». پنج دقیقه صبر کردم و بعد رفتم خدمت ایشان عرض ادب کردم. گفتم من ایرانی هستم و در فرانسه تحصیل کرده‌ام، اما علاقه دارم که در

امریکا به تحصیلاتم ادامه بدهم. ایشان پذیرفت و به آقای دکتر واتسون تلفن زد و به ایشان گفت «آقای جناب را می‌فرستم خدمتتان، ایشان را راهنمایی کن». رفتم پیش آقای دکتر واتسون. مدارکم را ارائه دادم. ایشان گفت لازم است که شما امتحان بدهید تا ببینیم توانایی ادامهٔ تحصیل برای دکتری دارید یا نه؟ من ناراحت شدم که به مدارکم توجه چندانی ندارند.

از من پرسیدند چه مدت نیاز دارید که خودتان را برای امتحان آماده کنید گفتم «یک ماه». گفتند کمکی که ما می‌توانیم به شما بکنیم این است که اجازه دارید از کتابخانه استفاده کنید.

دو هفته‌ای که گذشت گفتم که «آماده‌ام امتحان بدهم». سه تا از این مواد را که امتحان دادم دکتر واتسون گفت دیگرلازم نیست بقیه مواد را امتحان بدهید و می‌توانید ثبت نام کنید. من خوشحال شدم و صد دلار برای ثبت نام یک ترم پرداختم و ادارهٔ سرپرستی هم ماهیانه صد دلار برایم می‌فرستاد. پس از ثبت‌نام از من سؤال شد کجا سکونت دارید. گفتم اکنون در یک هتل ساکنم. پرسیدند مایل هستی در منزلی پانسیون بشوی. جواب مثبت دادم و همان روز مرا به منزلی معرفی کردند. برای کار به آقای پروفسور کوریتسن معرفی شدم. پس از معرفی و بحث درخصوص برنامهٔ کار، استاد راهنما گفت که می‌توانید هرچه را می‌خواهید از انبار بردارید ولی روی برگه‌ای بنویسید که آنها را برداشته و کجا برده‌اید. من دو سال که آنجا بودم رئیس کتابخانه را ندیدم ولی مقرراتی بود که اگر می‌خواستم کتابی را به منزل یا آزمایشگاه ببرم باید نام خودم و محلی را که کتاب را می‌برم روی برگی بنویسم و به جای کتابی که برمی‌دارم بگذارم.

پس از گرفتن درجهٔ دکتری از راه اروپا به ایران برگشتم و در ایران هم با سمت دانشیاری در دانشگاه استخدام شدم.

... موضوع تز دکتری من فعل و انفعال دوتون (یون دوتریوم) با نیتروژن

بود و کار با شتاب دهنده با اختلاف پتانسیل یک میلیون ولت. حاصل آن تولید نوترون بود و کار ما این بود که توزیع نوترون را برای انرژی‌های مختلف تعیین کنیم. ضمناً کارهای تحقیقی دروس را نیز تعقیب می‌کردیم. یکی از درسهای ما اسپکتروسکوپی بود با استادی به نام بوون. اُپنهایمر به ما مکانیک کوانتوم درس می‌داد و بسیار با استعداد بود و بعدها مدیرفنی ساخت بمب اتمی شد.

ما دانشجویان دورهٔ دکتری که تحت نظر یک استاد بودیم هر هفته یک بار جلسهٔ دوستانه داشتیم. راجع به کارمان و اشکالات کار و اوضاع عمومی دوستانه بحث می‌کردیم. مشابه جلساتی که با دکتر حسابی داشتیم و واقعاً خیلی صمیمیت و همکاری وجود داشت و فاصله‌ای بین استاد و دانشجو نبود. هم استاد به مشکلات دانشجویان پی می‌برد و هم دانشجویان از مشکلات دستگاه اداری باخبر می‌شدند.

... پس از استخدام در دانشگاه تهران با سمت دانشیاری در سال پنجم، استاد در رشتهٔ فیزیک هسته‌ای شدم. ولی گفتند به تخصص هسته‌ای و اتمی نیاز نداریم و با استادی در درس مکانیک موافقت کردند. ابتداء مکانیک و نور را تدریس می‌کردم ولی بعد تدریسم منحصر شد در مکانیک.

***

از آقای دکتر در مورد انتظار خدمت ایشان پس از کودتای ۲۸ مرداد ۱۳۳۲ و اعتراض به انعقاد قرارداد نفتی بین دولت کودتا و کنسرسیوم شرکتهای نفتی سؤال شد و به عرض ایشان رسید که هرچند از لحاظ عامه مردم، اعتراض ایشان به این قرارداد همراه شصت نفر از شخصیت‌های روحانی، دانشگاهی، قضات که در میان آنها فقط دوازده نفر استاد دانشگاه بودند، کمی پوشیده مانده است، ولی تاریخ ایران این اقدام وطنخواهانه و افتخارآمیز را هرگز از یاد نبرده است. (امضاءکنندگان این بیانیه لایحهٔ مربوط به قرارداد نفت با کنسرسیوم را به ضرر ایران دانسته و وقایع ۲۸ مرداد ۱۳۳۲ را صحنه‌سازی اعلام داشته و معتقد بودند که دولت ملی مصدق را خارجیان از کار انداخته و دولت دست‌نشاندهٔ خود را سرکار آورده‌اند.)

دکتر جناب: شاه به دکتر سیاسی رئیس دانشگاه دستور داد و فشار آورد که عذر ما را بخواهد. دکتر سیاسی زیر بار نرفت. ایشان یک روز ما را خواست رفتیم خدمت ایشان و درد دل کردیم. ولی بدون پیشنهاد و موافقت رئیس دانشگاه و برخلاف قانون، وزیر فرهنگ دولت کودتا (رضا جعفری) این استادان را از دانشگاه اخراج کرد ...

***

با عرض تشکر مجدد از استاد گرانقدر آقای دکتر کمال‌الدین جناب و طلب توفیق و سرفرازی برای همهٔ خدمتگزاران به این آب و خاک جای دریغ و افسوس برای ما خواهد بود اگر حاشیه‌های این خاطرات آموزنده و شیرین را برای شاگردان استاد و علاقمندان به ایشان بازگو نکنیم...

* در دوران کودکی یک روز به رفت و آمد مورچه‌ها نگاه می‌کردم. دیدم یک مورچهٔ بزرگ که جزء گروه اینها نبود به اینها نزدیک شد. یکی از مورچه‌های کوچک حمله کرد یک پای مورچهٔ بزرگ را گرفت. مورچهٔ بزرگ تلاش کرد خودش را رها کند و دور خودش می‌گشت و مورچهٔ کوچک هم مقاومت می‌کرد. تعجب کردم که چطور یک مورچهٔ کوچک به خودش جرأت می‌دهد پای یک مورچهٔ بزرگ را بگیرد. در این ضمن یک مورچهٔ کوچک دیگر آمد یک پای دیگر آن را گرفت و بالاخره با فاصله کمی مورچه‌های دیگر آمدند همه پاهای آن را گرفتند (مورچه شش پا دارد). یک مورچهٔ بزرگتر از همه اینها از لانه بیرون آمد و رفت پشت مورچهٔ بزرگ سوار شد و آن را به دو قسمت کرد. بعد هر نیمه چون سبکتر شده بود به وسیله مورچه‌ها به لانه برده شد. واقعاً تعجب کردم اولاً بین مورچه‌ها این همکاری است. ثانیاً درآوردن آذوقه میان همه آنها تشریک مساعی است و هیچکس به فکر خودش نیست. تمام این مورچه‌ها یک فکر اجتماعی دارند. عمر نوع مورچه حدود هفتاد میلیون سال است. عمر نوع اولین موجود حیاتدار به نظرم می‌رسد که پانصد میلیون سال است. عمر نوع انسان حدود ۱۰ الی ۱۲ میلیون سال است. و این در مقایسه با عمر نوع مورچه کمتر است و معلوم می‌شود که آنها تجربهٔ زندگی را بیشتر از ما دارند. البته امتیازهایی که انسان دارد سایر جانداران ندارند ...

* دانشگاه تهران در سال ۱۳۱۳ تأسیس شد. قبل از آن مدرسه عالی طب، مدرسهٔ عالی حقوق و مدرسه کشاورزی وجود داشت. بعد از تأسیس دانشگاه، این مدرسه‌های عالی عنوان دانشکده پیدا کردند و دارای برنامه مدون‌تری شدند. آن موقع که ما در دارالمعلمین درس می‌خواندیم [دارالمعلمین عالی (دانشسرایعالی) که در ۱۳۰۷ تأسیس شده بود هسته مرکزی دانشگاه تهران قرار گرفت.] مدرسه عالی طب یک ساختمان مخصوص داشت در خیابان اکباتان جنب وزارت معارف و آزمایشگاه و سالن تشریح نداشت. بعد از تأسیس دانشگاه، دکتر ابرلین را از فرانسه دعوت کردند ایشان راهنمایی کرد سالن تشریح درست کردند. ضمناً تعدادی فارغ‌التحصیل طب از اروپا آمدند و دانشکدهٔ پزشکی توسعه پیدا کرد.

عبدالسلام درگذشت

دکتر منیژهٔ رهبر

استاد محمد عبدالسلام فیزیکدان برجسته پاکستانی و برندهٔ جایزهٔ نوبل فیزیک سال ۱۳۵۸ (۱۹۷۹ م) روز پنجشنبه اول آذرماه ۱۳۷۵ پس از یک بیماری طولانی در لندن درگذشت. این فیزیکدان برجسته علاوه بر نقشی بارز در پیشبرد علم، کوششهای فراوانی نیز برای اعتلای فیزیک در جهان سوم و کمک به فیزیکدانهای این کشورها کرده است و نظراتش در مورد انتقال علوم و تکنولوژی به جهان سوم همیشه مورد توجه سیاست‌گذاران علوم بوده است. برای آشنایی بیشتر با این شخصیت برجسته زندگینامهٔ او را به اختصار مرور می‌کنیم.

عبدالسلام در ۱۳۰۵ (ژانویه ۱۹۲۶ م) در قصبهٔ جانگ در نزدیکی لاهور پاکستان به دنیا آمد و به رغم مشکلات فراوان تا پایان عمرش تبعهٔ این کشور باقی ماند و همواره به این کشور تعلق خاطری عمیق داشت.

وی تحصیلات خود را در کالج دولتی جانگ به پایان رساند و سپس در سال ۱۳۱۹ (۱۹۴۰ م) در امتحانات ورودی دانشگاه پنجاب بهترین نمره‌ای را گرفت که تا آن تاریخ در امتحانات ورودی این دانشگاه سابقه نداشت. از آن پس عبدالسلام به صورت سرمایه ملی درآمد. خانواده‌اش دیگر مجبور نبودند مخارج ادامهٔ تحصیلش را تقبل کنند. وی پس از دریافت فوق لیسانس از دانشگاه پنجاب در سال ۱۳۲۵ (۱۹۴۶ م) موفق شد دومین بورس را از کالج سنت جان دانشگاه کمبریج بگیرد. عبدالسلام شیفتهٔ کمبریج و باغچه‌های گل سرخ کالج سنت جان شد و در سال ۱۳۲۸ (۱۹۴۹ م) توانست با درجهٔ ممتاز در ریاضیات و فیزیک از آنجا فارغ‌التحصیل شود. پس از آن به توصیهٔ فردهویل درسی در فیزیک تجربی پیشرفته گرفت. اما تنها به گرفتن درس قناعت نکرد. بلکه در سلک دانشجویان پژوهشگر فیزیک تجربی در آزمایشگاه کاوندیش در کمبریج درآمد. البته، او آزمایشگر چندان موفقی نبود. نتایج عجیب و غریبی به دست می‌آورد و سپس برای توجیه آنها نظریه اختراع می‌کرد. سرانجام اعتماد به نفس و تیزبینی او سبب شد تا بنیادیترین ویژگیهای طبیعت را مورد سؤال قرار دهد.

عبدالسلام در اولین کار پژوهشی عمده‌اش در کمبریج توانست با یک اصلاح اساسی، فیزیک را از شر یک چیز نامعقول برهاند. وی برای اجتناب از امکان بینهایت شدن جرم و بار الکتریکی الکترون اثبات ریاضی کاملی ارائه کرد. سپس در طول سالهای پربار فعالیت علمی‌اش در سه مورد اساسی نقشی بسزا ایفا کرد.

اولین مورد به پاریته مربوط می‌شود، نظریه‌ای که به تقارن رویداد با تصویر آن در آینه می‌پردازد. در طول سالهای ۱۳۱۹ (۱۹۴۰ م) فیزیکدانان بر این باور بودند که نمی‌توان میان یک رویداد و تصویر آن در آینه تفاوت قائل شد. در سال ۱۳۳۵ (۱۹۵۶ م) فیزیکدانان امریکایی چینی‌تبار به‌نامهای **لی** و **یانگ** اظهار داشتند که امکان دارد این موضوع درست نباشد. این پیشنهاد **لی** و **یانگ** که با قانون پایستگی پاریته ناسازگار بود ذهن عبدالسلام را به خود مشغول داشت و درصدد یافتن توضیحی برای آن برآمد. وی متوجه شد که تاکنون هیچ‌کس توجیه معقولی برای جرم نداشتن نوترینو ارائه نکرده است. هر ذره‌ای با میدان خودش بر هم کنش دارد و به همین علت در برابر شتاب گرفتن مقاومت می‌کند و منظور از جرم چیزی جز این نیست. عبدالسلام متوجه شد که جرم نداشتن نوترینو را درصورتی می‌توان توجیه کرد که این ذره فقط در یک جهت بچرخد یا به عبارت دیگر پاریته نقض شود.

اما عبدالسلام در جستجوی چیز مهمتری بود و آن این بود که آیا این همه ذرات بنیادی گوناگون آیا واقعاً بنیادی‌اند یا همان‌طورکه او تصور می‌کرد از ذرات بنیادیتری تشکیل شده‌اند؟ در سال ۱۳۳۹

(۱۹۶۰م)یو شیداونوکی از دانشگاه ناگویا مفهوم «تقارن یکانی» را مطرح کرد. این مفهوم با این تصور آغاز می‌شود که اگر ذرات از تعداد اندکی جزء بنیادی تشکیل شده باشند پس باید با یکدیگر ارتباط داشته باشند. عبدالسلام این ایده را در زمانی که استاد فیزیک نظری امپریال کالج بود پذیرفت و به تحقیق در این زمینه پرداخت. از آن پس امپریال کالج، مرکزی برای مطالعات تقارن یکانی شد.

در سال ۱۳۴۰ (۱۹۶۱ م) **عبدالسلام و جان وارد** با استفاده از این نظریه یک خانوادهٔ هشت تایی از ذرات جدید را با اسپینی دو برابر اسپین پروتون پیش‌بینی کردند و شش ماه پس از آن این ذرات کشف شدند. تقریباً همزمان با آنها **موری گلمن** از انستیتوی تکنولوژی کالیفرنیا نیز به همین نتیجه رسید و با استفاده از آن وجود ذرهٔ عجیبی به نام ذرهٔ اومگا را پیشگویی کرد. با آشکار شدن این ذره مفاهیم «یکانی» جا افتادند.

سومین کار مهم عبدالسلام وارد کردن نسبیت در مفهوم تقارن یکانی بود که در نهایت به وحدت نیروهای الکترومغناطیسی و ضعیف انجامید و جایزه نوبل سال ۱۳۵۸ (۱۹۷۹ م) را نصیب او همراه با **واینبرگ و گلوشو** کرد. بدین ترتیب بچه محصل پنجابی فیزیکدان برجسته‌ای شد. اما بُعد دیگر عبدالسلام مربوط به آن بُعد شخصیتی او است که به سیاست‌گذاری و سازماندهی علم و توجه به مسائل فقر و عقب‌افتادگی در کشورهای جهان سوم پرداخته است.

عبدالسلام در ۲۵ سالگی از کمبریج به لاهور برگشت و تا سال ۱۳۳۳ (۱۹۵۴ م) به عنوان معلم ریاضی کالج دولتی لاهور و رییس بخش ریاضی دانشگاه پنجاب انجام وظیفه کرد. وی بازگشت به وطن را وظیفه خود می‌دانست اما در این راه بخت با او یار نبود و او پس از گذراندن سه سال پر زحمت نتوانست بر مشکلات غلبه کند و به انگلستان برگشت و استاد فیزیک نظری امپریال کالج دانشگاه لندن شد. اما این واقعه سبب شد که وی هرچه در توان دارد به کار بگیرد تا مانع از آن شود که جوانان دیگر بر سر دوراهی انتخاب میان وطن و حرفه‌شان قرار گیرند.

عبدالسلام در سال ۱۳۳۴ (۱۹۵۵ م) دبیر اولین کنفرانس اتم برای صلح شد و در این سمت به شدت تحت تأثیر علم در تأمین منافع همه انسانها قرار گرفت. در سال بعد مأمور تأسیس بخش فیزیک نظری امپریال کالج شد و جوانترین شخصی شد که به عضویت «انجمن سلطنتی» درآمد که ممتازترین انجمن علمی بریتانیاست.

عبدالسلام در سال ۱۳۳۹ (۱۹۶۰ م) به عنوان نمایندهٔ پاکستان پیشنهاد تأسیس مرکز بین‌المللی فیزیک نظری را به آژانس بین‌المللی انرژی اتمی داد که مورد قبول قرار گرفت و خود در سال ۱۳۴۳ (۱۹۶۴ م) به عنوان اولین مدیر این مرکز منصوب شد. دولت ایتالیا که بیشترین کمک را به برپایی این مرکز کرده بود محل موقتی برای آن درنظر گرفت. بدین ترتیب مرکز فیزیک نظری تریست محل برای دیدار فیزیکدانان شرق و غرب شد. از نظر عبدالسلام مهمترین نقش این مرکز پایان دادن به «انزوای» افرادی بود که در کشورهای مختلف در محیطهای علمی عقب افتاده کار می‌کنند.

عبدالسلام مسلمانی معتقد بود که به پیام معنوی قرآن مجید ایمان داشت و این کتاب مقدس با تأکید دربارهٔ قوانین طبیعت با ذکر مثالهایی از کیهانشناسی، فیزیک، زیست‌شناسی، پزشکی، که برای انسانها آیات الهی به‌شمار می‌روند با وی به‌عنوان یک دانشمند سخن می‌گفت. درهمین راستا طبق این سنت اسلامی که «خیرات از خانه آغاز می‌شود» عبدالسلام بیش از هر چیز به اعتلای علم در کشورش می‌اندیشید و ازدانشجویان و فیزیکدانان پاکستان حمایتی دلسوزانه می‌کرد. وی علت عمده تهیدستی کشورش و دیگر کشورهای جهان سوم را در ندانم کاریهای آنها می‌دانست و مطمئن بود که برای درمان مشکلات آنها منابع کافی وجود دارد. مقصود او از توسعهٔ علم نقشی بود که علم و صنعت می‌توانند در بالا بردن سطح زندگی داشته باشند. به نظر او برای رسیدن به هدف توسعه کشورهای جهان سوم باید افراد برجسته و کاردانی را پرورش دهند تا ذخایر طبیعی کشور را شناسایی کرده و با کسب مهارتهای فنی به بهترین نحو از آنها بهره‌برداری کنند. به دیوار دفتر کارش در تریست یک تابلوی خطی ایرانی متعلق به قرن شانزدهم نصب شده بود «نادعلیامظهرالعجایب» عبدالسلام معتقد بود که معجزه واقع می‌شود اگر همت به خرج دهیم و به وقوع آن کمک کنیم و قدرت او ناشی از همین اعتقاد بود روانش شاد باد.

منابع

۱ــ «آرمانها و واقعیتها»، عبدالسلام، ترجمه ناصر نفری / مرتضی اسعدی، انتشارات انجمن فیزیک ایران.

۲ــ «انتقال علوم و تکنولوژی به جهان سوم»، عبدالسلام، برنده جایزه نوبل فیزیک ۱۹۷۹، ترجمهٔ هاله المعی/ محمد رضا بهاری، انتشارات انجمن فیزیک ایران، خرداد ۱۳۶۷.

تجربه‌های آموزشی

«تجربه‌های آموزشی» نوشته‌هایی است که دبیران گرامی برای اطلاع دیگر همکاران در اختیار «رشد آموزش فیزیک» قرار داده‌اند. امیدواریم با کوشش دبیران علاقمند و مشتاق مجموعه‌ای گرانقدر برای فرهنگ آموزش علوم در ایران فراهم آوریم. «چگونه درسها را یاد بگیریم» به قلم جناب آقای اصغر نوروزیان، دومین نوشته در این زمینه است که به نظر خوانندگان محترم می‌رسد. از دبیران گرامی دعوت می‌کنیم که در ارائه تجربه‌های آموزشی خود همت و علاقمندی بیشتری مبذول فرمایند.

چگونه درسها را یاد بگیریم؟

اصغر نوروزیان

مرد خردمند هنرپیشه را
عمر دو بایست در این روزگار
تا به یکی تجربه اندوختن
با دگری تجربه بردن به کار

ولی هرگز به یک نفر عمر دوباره نداده‌اند، چه بهتر تجاربی را که عدّه‌ای اندوخته‌اند (عمر اوّل) برای آیندگان منتقل کنند و آنها این تجارب را به‌کار برند (عمر دوّم).

بدیهی است هریک از دانش آموزان با روش مخصوص به خود، دروس را یاد می‌گیرند، برخی‌ها با زحمت زیاد و عدّه‌ای فقط برای گذراندن امتحانات (مانند ظروف یک‌بار مصرف) مطالب را فرا می‌گیرند و بعد از گذراندن امتحانات آنها را کاملاً فراموش می‌کنند. غالباً دانش‌آموزانی را می‌بینید که شبهای امتحان نمی‌خوابند و هر درس را چندین بار می‌خوانند ولی کمتر یاد می‌گیرند.

بنده آن موقع که به تدریس فیزیک مشغول بودم، در جلسهٔ اوّل سال که هنوز کلاسها کاملاً منظم و مرتّب نشده بود، روشی را برای دانش‌آموزان عزیزم بیان می‌کردم؛ بد نیست که آن روش را در معرض قضاوت عموم قرار دهم تا اگر مورد استفاده قرار بگیرد و نتیجهٔ خوبی داشته باشد برای دیگران نیز توصیه کنند. قبلاً باید به اطلاع دانش‌آموزان عزیز برسانم که در دوران زندگی ما، هر حادثه و رویدادی اثری در مغز ما می‌گذارد. اگر مغز گوسفند را ملاحظه کنید، می‌بینید پر از شیار است و به عقیدهٔ دانشمندان هر شیاری اثری از یک پیش‌آمد است، درست مثل این است که ما ناخن را روی میز بکشیم این اثر پس از یکی دو مرتبه پاک کردن میز، از بین می‌رود ولی اگر روی آن شیار چندین بار با ناخن یا میخی فشار بیاوریم اثر آن بیشتر دوام می‌کند و اگر مثلاً با تبر ضربه‌ای بر میز وارد سازیم اثرش تقریباً دائمی خواهد بود. اکنون که ما مشغول خواندن این مقاله هستیم، حوادث زیادی در اطراف ما اتّفاق می‌افتد و صداهای مختلفی را می‌شنویم (از قبیل مطالعهٔ چند نفر، صدای بوق اتومبیل، صدای هواپیما، پرندگان و ...) ولی هیچیک در یاد ما نمی‌ماند زیرا که اثرات آنها در مغز ما فوراً از بین می‌رود ولی اگر در همین لحظه یک حادثه شدیدی روی دهد (مثلاً یک هواپیما به ساختمان روبرو برخورد کند) این حادثه مانند تبر در مغز ما اثر می‌گذارد که هرگز فراموش نمی‌شود، حتّی پس از ۵۰ سال هم اگر صحبتی از این حادثه به میان آید، تمام جزئیات این واقعه را بازگو می‌کنیم. معمولاً درس معلّم هرگز مانند تبر اثر عمیقی نمی‌تواند در مغز ما بگذارد ولی می‌توانیم با تکرار، مانند اثر ناخن روی میز آن را عمیقتر کنیم. برای این منظور توصیه می‌شود:

۱ ــ موقعی که معلّم برای اوّلین بار موضوعی را درس می‌دهد با تمام حواس جمعی آن را گوش کنیم و خوب توجّه کنیم.

۲ ــ ساعت تفریح بعدی را مختص همین درس بکنیم (برعکس عادت مرسوم که زنگ تفریح بعدی مربوط به درس ساعت بعدی است) و در این زنگ تفریح، کتاب درس ساعت قبل را باز کرده و از روی آن خیلی سریع تکرار کنیم و اگر مشکلی باشد به دقت مطالعه کنیم. اگر مطلبی را بیاد نمی‌آوریم از دیگران و معلّم بپرسیم.

۳ ــ وقتی به منزل برمی‌گردیم. باز کتاب همان درس را باز کرده و به‌دقّت بخوانیم و در یک دفترچه عنوان و مطالب برجستهٔ مربوط به آن را خیلی مختصر و تلگرافی یادداشت کنیم و اگر شکلی هست آن را به‌طور اختصار رسم کنیم و فرمولهای مهمّ را بنویسیم به طوری که تمام درسی که امروز گفته شده است به طور مختصر نوشته شود (شاید در یک صفحه دفترچه یادداشت کوچک).

۴ ــ شب قبل روزی که دو مرتبه این درس را خواهیم داشت به دفترچهٔ یادداشت مراجعه کنیم. اگر برخی از مطالب بیادمان نیامد فقط آن قسمت را از روی کتاب بخوانیم.

۵ ــ در آخر هفته یادداشتهای تمام درسها را مرور بکنیم.

به این ترتیب این درس برای ما ملکه می‌شود و هرگز فراموش نخواهیم کرد و در شب امتحان کافی است فقط به این دفترچه مراجعه کنیم. شاید بیشتر از یک ساعت وقت لازم نباشد.

امّا برای زندگی در خانه و مدرسه و همه‌جا، نظم و ترتیب را فراموش نکنید. داشتن نظم و ترتیب شما را در تمام کارها موفق می‌کند. باز دراین‌باره تجاربی که دارم به نظر شما می‌رسانم تا ثابت شود که داشتن نظم و ترتیب اولاً شخص را در کارهای زندگی موفق می‌کند، ثانیاً شخصی که نظم و ترتیب داشته باشد هرگز عصبانی نمی‌شود!

۱ ــ فرض کنید من یک آدم منظّم و مرتّبی باشم و هرچیز را در جای مخصوص خود قرار بدهم مثلاً خودنویس یا خودکارم را در جیب معیّنی می‌گذارم. در ضمن اینکه مشغول گفتگو با اشخاص یا مطالعه هستم، نامه‌رسانی از راه می‌رسد و نامه‌ای را می‌دهد و می‌گوید که ورقه رسید را امضا کرده و به او بدهم. من هم با کمال خونسردی دست در جیب معیّن برده و خودکار را درآورده و امضا کرده و به نامه‌رسان می‌دهم و خودکار را هم دوباره در جای خود قرار می‌دهم، با صرف کمترین انرژی این کار به سرعت انجام می‌گیرد.

۲ ــ حال فرض کنیم که من یک فرد نامرتّبی باشم و هر چیز را هرجا که باشد بگذارم یا پرت کنم، در این حال که مشغول صحبت یا مطالعه هستم نامه‌رسان نامه‌ای به من می‌دهد که بایستی رسید آن را با امضا کردن دفتر نامه‌رسان اعلام کنم. در ضمن اینکه نامه را می‌خوانم دست را به یکی از جیبهایم می‌برم تا خودکارم را از آنجا بردارم و امضا کنم ولی خودکار را در آن جیبم پیدا نمی‌کنم دستم را از آن جیب به جیب دوم می‌برم در آنجا هم از خودکار خبری نمی‌یابم ملاحظه کنید این عملها چه اثراتی در مغز من به جا می‌گذارد:

الف ــ هیچوقت نبایستی در اوّلین اقدام به کاری، موفقیّت نصیبم شود!

ب ــ چون با یأس و نومیدی دستم از جیبهایم خارج می‌شود احساس ناراحتی می‌کنم و اعصابم تحریک می‌شود و وقتی به جیبهای دیگر مراجعه می‌کنم و پیدا نمی‌کنم عصبانی می‌شوم و این عمل را به کرّات تکرار می‌کنم و اعصابم ناراحت می‌شود. چه بسا که خودکار در کف دستم بوده و من بیخودی به جیبهایم مراجعه می‌کردم.

من موفقیتهای خود را مدیون دو چیز می‌دانم:

۱ ــ ایمان کامل به خدا و توکّل به او در کلّیهٔ امور.

۲ ــ داشتن نظم و ترتیب و استفاده از ساده‌ترین راه برای حلّ مسائل.

در اینجا بد نیست که نمونه‌ای از حلّ مسائل هندسه را یادآور شوم: در دورهٔ دوّم دبیرستان معلمان ریاضی و زبان ما فرانسوی بودند. مخصوصاً در هندسه یک معلم فرانسوی به نام مسیو بود و مسائلی می‌گفت که چندین قسمت داشت (غالباً ده یا دوازده قسمت) و من جواب تمام آنها را صحیح می‌نوشتم و این عمل من مورد تعجّب همه و استادم بود. حال ببینید من چکار می‌کردم. فرض کنید مسأله به این ترتیب بود: دایره‌ای به شعاع ۵ سانتیمتر مفروض است در داخل این دایره مثلث متساوی‌الاضلاعی محاط شده است طول ضلع این مثلث، طول میانه‌ها و ارتفاع، نیمساز و زاویه‌های مختلف مطلوب مسأله بود. برای این مسأله، من ابتداء شکلی با ابعاد معیّن به دقّت رسم می‌کردم، بعد به ترتیب مجهولات مسأله را از روی مثلث، محاسبه می‌کردم و جواب بدست می‌آوردم. وقتی با خط‌کش یا نقّاله طول یا زاویه را اندازه می‌گرفتم و با جواب محاسبه برابر بود از درستی حل مسأله مطمئن می‌شدم و دیگر لازم نبود که از دیگران بپرسم و وقت تلف کنم.

نظم و ترتیب برای شخص آرامش می‌آورد و می‌تواند مشکلات زندگی را با حوصله و دقّت با استمداد از نیروی تفکّر حلّ کند و به این ترتیب دارای اخلاقی نرم و مورد پسند تمام مردم می‌شود. بد نیست بدانید که مدّت سالها تدریس در تبریز و تهران با هزاران هزار دانش‌آموز و همکار برخورد داشتم و تا بحال به هیچ یک از آنها تو نگفته‌ام و هرگز بین ما کدورتی نبود من همهٔ آنها را دوست داشتم و دارم آنها هم به‌همین ترتیب مرا دوست داشتند و دارند.

هرگز به دانش‌آموزی صفر نداده‌ام! اگر دانش‌آموزی درس را بلد نبود می‌گفتم من صفر نمی‌دهم و دفعهٔ آینده دو مرتبه از شما درس می‌پرسم و اگر دفعهٔ دوّم هم بلد نبود برای بار سوم و دفعات دیگر از او درس می‌پرسیدم تا بالاخره درسش را حاضر می‌کرد. چون عقیده داشتم که اگر شاگردی از من یا هر معلم دیگر صفر بگیرد دیگر آن دانش‌آموز به صفر گرفتن عادت می‌کند و از گرفتن نمرهٔ بد واهمه‌ای نخواهد داشت.

درس معلّم ار بود زمزمهٔ محبّتی
جمعه به مکتب آورد طفل گریزپای را

دربارهٔ دروس علوم تجربی مخصوصاً فیزیک باید علاوه بر مطالب مذکور در بالا برای اینکه فهم دروس آسانتر باشد استفاده از آزمایشها با وسایل ساده انجام گیرد. ما می‌توانیم در فرصتی مناسب با استفاده از چیزهای بی‌ارزش و دور ریختنی امکان انجام آزمایشهای جالب و مفیدی را برای دانش‌آموزانمان فراهم کنیم.

در حاشیه آموزش فیزیک

در این مجموعه سعی شده است با طرح پرسشها و مثالهای گوناگون و تصویرهای ساده، روشهای مناسب و قابل فهمی برای کمک به آموزش مباحث مختلف فیزیک فراهم آید.

سید جعفر مهرداد

(۱) ضریب اصطکاک:

در پرسش شماره ۱۹۰ نظام قدیم آموزش متوسطه ــ گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی ــ مرحله اول آزمون سراسری **سال ۱۳۷۵** می‌خوانیم: «اتومبیلی در سطح افقی به ضریب اصطکاک **لغزشی** ۰/۳ با سرعت ۶m/s دور می‌زند. حداقل شعاع مسیر دایره‌ای آن چند متر باشد، تا اتومبیل روی سطح نلغزد؟ ...»

در این پرسش قید **لغزشی** برای ضریب اصطکاک اشتباه است. نیروی مرکزگرای لازم برای دور زدن اتومبیل، نیروی اصطکاک ایستایی است و الزاماً برای محاسبه حداقل شعاع مسیر دایره‌ای **ضریب اصطکاک ایستایی** باید معلوم باشد.

میان سطح جاده و ته لاستیک چرخ (تایر) در راستای شعاع دایره حرکتی وجود ندارد[۱].

در کتاب درسی مکانیک تفاوت ضریب اصطکاک لغزشی و ضریب اصطکاک ایستایی به قدر کافی توضیح داده شده است.

(۲) نیروی وارد بر کف ظرف:

در مرحله دوم آزمون ۱۳۷۵ ــ ریاضی و فنی نظام قدیم با شماره ۱۰۶ پرسیده شده است:

هنگامی که قطعهٔ تخته‌ای را بر سطح آب داخل یک ظرف شناور می‌کنیم، **نیروی وارد بر کف ظرف** چقدر افزایش می‌یابد؟

۱) افزایش نمی‌یابد

۲) به اندازهٔ وزن قسمتی از تخته که خارج از آب است

۳) به اندازه وزن قسمتی از تخته که داخل آب است

۴) به اندازه وزن تخته.

اشکال این پرسش در اینست که در طرح پرسش به شکل ظرف توجه نشده است. پاسخگوی دقیق باید همه جوابها را بررسی کند و پس از آن نتیجه بگیرد اگر ظرف مورد نظر سؤال کننده استوانه‌ای باشد افزایش نیروی وارد بر کف ظرف به اندازه وزن تخته و بنابراین گزینهٔ (۴) درست است.

برای اطلاع بیشتر در مورد نیروهای مایع وارد بر دیواره‌های ظرف به مقاله‌هایی با عنوان «پارادوکس هیدروستاتیک»، رشد آموزش فیزیک شماره ۱۹ ــ ۲۰ سال ۱۳۶۹ مراجعه شود.

در سال تحصیلی ۶۶ ــ ۱۳۶۵ گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی پرسشی دقیق‌تر به صورت زیر مطرح شده است.

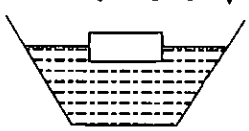
«اگر بر سطح مایع درون ظرفی مطابق شکل [۱] قطعه چوبی را شناور سازیم افزایش **نیروی وارد بر کف ظرف** چقدر خواهد بود؟

۱) برابر وزن چوب

۲) برابر وزن مایع هم حجم چوب

۳) بیشتر از وزن مایع هم‌حجم چوب

۴) کمتر از وزن چوب



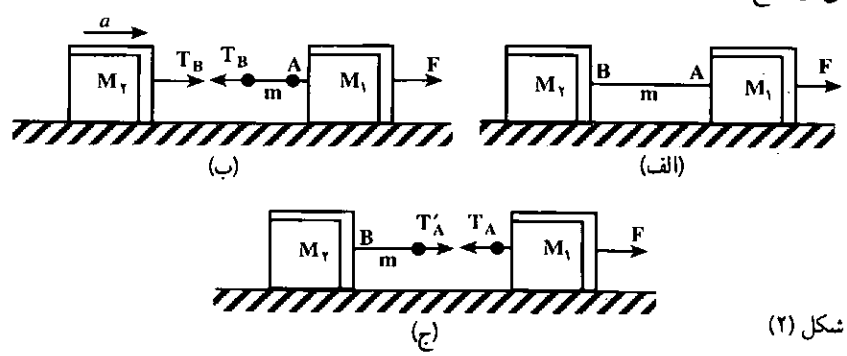
شکل (۱)

پاسخ این پرسش با پاسخ پرسش پیشین متفاوت و افزایش نیروی وارد بر ته ظرف کمتر از وزن چوب است.[۲]

(۳) کاربرد قانون دوم نیوتون:

در فصل سوم کتاب درسی مکانیک بند ۳ ــ ۸ کاربرد قوانین نیوتون مثال ۳ می‌خوانیم: مطابق شکل ۲ ــ الف.

«دو جسم به جرمهای M_1 و M_2 روی سطح افقی قرار دارند و با



شکل (۲)

طناب AB به جرم m به هم بسته شده‌اند اگر نیروی افقی F به جسم M_1 وارد شود شتاب دو جسم و نیرویی را که طناب در محل تماس به آنها وارد می‌کند به دست آورید از نیروی اصطکاک دو جسم با سطح و نیز از خمیدگی طناب که از وزن آن ناشی می‌شود چشمپوشی می‌کنیم». در حل کتاب ابتدا توضیح داده شده است که «... در راستای افقی تنها نیروی افقی F به مجموعه دو جسم و طناب وارد می‌شود و چون هر سه قسمت حرکت افقی یکسانی دارند آنها را می‌توان یک جسم فرض کرد و در قانون دوم نیوتون به جای جرم مجموع آنها را قرار داد پس داریم :

$$F = (M_1 + M_2 + m)a$$

$$a = \frac{F}{M_1 + M_2 + m}$$

طناب و جسم M_2 در نقطه تماس B بر یکدیگر نیرو وارد می‌کنند فرض کنید ...» در ادامه آن با توضیح کافی و روشن در کتاب درسی «محاسبات» قانون دوم نیوتون با توجه به شکل ۲ ــ ب و ج برای نقطه B و سپس نقطه A به صورت زیر انجام یافته است.

$$T_B = M_2 a = M_2 \frac{F}{M_1 + M_2 + m}$$

$$F - T_A = M_1 a = M_1 \frac{F}{M_1 + M_2 + m}$$

$$T_A = F(1 - \frac{M_1}{M_1 + M_2 + m}) = F\frac{M_2 + m}{M_1 + M_2 + m}$$

* * *

مطلب قابل ذکر و توجه این است که در این گونه مثالها می‌توانیم قانون دوم نیوتون را با همان صورتی که در متن کتاب درسی بیان شده است برای مجموعه جرمها و یا هر قسمت از آنها به کار ببریم. چون شتاب مجموعه جرمها و شتاب هر قسمت آنها با هم برابر است می‌توانیم بنویسیم :

$$a = \frac{F}{M_1 + M_2 + m} = \frac{T_B}{M_2} = \frac{T_A}{M_2 + m}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} T_B = M_2 \dfrac{F}{M_1 + M_2 + m} \\ T_A = (M_2 + m)\dfrac{F}{M_1 + M_2 + m} \end{cases}$$

برای کاربرد قانون دوم نیوتون، علاوه بر آسانی محاسبه در این روش، نکته‌های زیر نیز قابل تأمل است :[۳]

۱ ــ اشتباه برخی نوآموزان مکانیک در مسأله نیرو ــ شتاب این است که تصور می‌کنند به علت شتاب $\vec{a}$ بر جسم نیرویی برابر $m\vec{a}$ وارد می‌شود.

در بعضی کتابهای مقدماتی فیزیک قانون دوم به صورت $\vec{F} = m\vec{a}$ نوشته شده است. $\vec{F}$ برآیند نیروها یا نیروی ویژهٔ وارد بر مجموعه جرم m را نشان می‌دهد. این رابطه بیان می‌کند که : «از حاصلضرب جرم در شتاب نیروی $\vec{F}$ نتیجه می‌شود».

از این بیان ممکن است نوآموز برداشت **اشتباهی** داشته باشد بدین ترتیب که تصور کند که **شتاب علت نیرو و عاملهای m و $\vec{a}$ سبب ایجاد $\vec{F}$ است.**

۲ ــ در رسم نیروهای وارد بر جسم آزاد، ممکن است بعضی نوآموزان به **اشتباه** $m\vec{a}$ را به صورت یک بردار نیرو به عنوان یکی از نیروهای وارد بر جسم در نظر بگیرند. به نادرستی این برداشت از رابطه $\vec{F} = m\vec{a}$ پیش از این نیز اشاره شده است.

۳ ــ در متن کتاب درسی مکانیک، قانون دوم نیوتون به صورت رابطه $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ نشان داده شده است. با نمایش قانون دوم به این شکل می‌توانیم توجه نوآموز مکانیک را به این ادراک درست جلب کنیم که $\vec{a}$ یعنی شتاب معلول و $\vec{F}$ یعنی نیرو علت ایجاد شتاب است. بدین‌ترتیب دانش‌آموز، $m\vec{a}$ را به عنوان نیروی وارد بر جسم در نظر نخواهد گرفت.

۴ ــ در سینماتیک که از حرکت بدون در نظر گرفتن علت آن بحث می‌کند، «شتاب» با یک بیان **ریاضی** به صورت $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ تعریف می‌شود.

در دینامیک که از علت تولید حرکت گفتگو می‌کند، «شتاب» به عنوان معلول نیروی وارد بر جسم با قانون دوم نیوتون به صورت $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ ، حرکت جسم را از لحاظ **فیزیکی** مورد توصیف قرار می‌دهد.

---

(۱) HALLIDAY, FUNDAMENTALSOF PHYSICS 1990, P, 114/

(۲) مجموعه پرسشها و پاسخهای فیزیک ــ مکانیک ــ سازمان سنجش آموزش کشور

(۳) Douglas A. Kurtz, "Teaching Newton's Second Law", The physics teacher, september 1991/-

برداشت های نادرست در فیزیک

فرید شهریاری

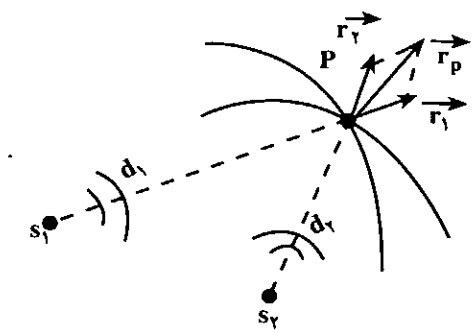
مقدمه:

عدم توجه به تعاریف، اصول و قوانین فیزیک کلاسیک می‌تواند به قضاوتهای سطحی و نادرستی در مورد مسائل و پدیده های فیزیکی منجر شود. از آنجایی که یکی از اهداف آموزش فیزیک مقدماتی، برحذرداشتن نوآموزان از قضاوتهای سطحی شتابزده و استفادهٔ نادرست از قوانین وتعاریف فیزیکی است، جای دارد که این استنتاجات نادرست را حتی‌المقدور از کتب و منابع آموزشی آنها بزداییم.[۱]

در اینجا به اختصار به نقد و بررسی بعضی از این موارد می‌پردازیم.

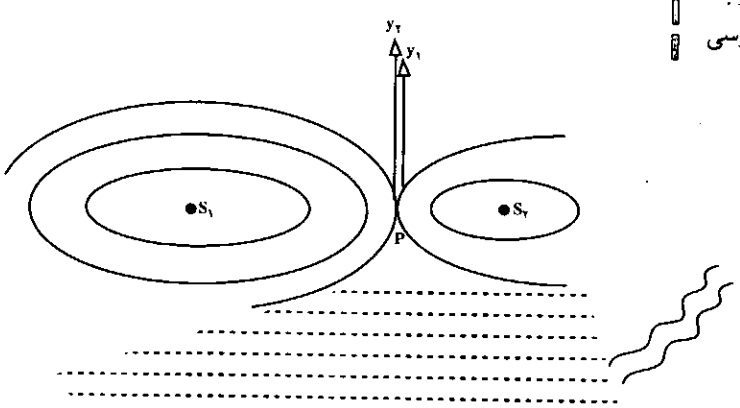
۱ ــ امواج صوتی عرضی نیستند!

فرض کنید دو منبع صوتی کوهرنت S_1 و S_2 امواجی در یک محیط کشسان ایجاد می‌کنند. وضعیت ارتعاش نقاط مختلف محیط با توجه به اصل ترکیب حرکات ارتعاشی همدامنه (اصل برهم نهی) قابل بررسی



شکل (۱): S_1 و S_2 در منبع موج صوتی هستند. بعلت طولی بودن امواج صوتی $\vec{r}_1$ و $\vec{r}_2$ بر سطوح موج عمودند.

است. در شکل ۱ نقطهٔ P از محیط و بُعد نوسان این نقطه ناشی از هر موج به‌تنهایی، نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که جابجایی ناشی از دو دسته موج در نقطهٔ P همراستا نیستند و درنتیجه برای محاسبهٔ جابجایی نقطهٔ P باید برآیند آنها را به روش برداری محاسبه کرد. این شکل را با حالتی که دو منبع S_1 و S_2 دو منبع تولید امواج عرضی روی سطح آب آرام یک ظرف موجنما باشند مقایسه کنید. در شکل (۲) وضعیت نقطهٔ P در اینحالت نشان داده شده است. توجه دارید که بعلت عرضی بودن امواج و نیز به دلیل عمود بودن راستای ارتعاش بر سطح S_1PS_2 ، جابجایی ناشی از دو دسته موج، در نقطهٔ P همراستایند. در اینحالت اگر اختلاف فاصلهٔ P از دو منبع S_1 و S_2 مضرب درستی از طول موج باشد، دامنهٔ برآیند در P ماکزیمم و اگر مضرب فردی از نصف طول موج باشد مینیمم است. این نتیجه‌گیری در مورد وضعیت نقطهٔ P اگر S_1 و S_2 دو منبع صوتی باشند صحیح نیست! در شکل (۱)



شکل (۲): در این حالت منابع S_1 و S_2 امواج عرضی تولید می‌کنند و جابجایی ناشی از آنها در نقطهٔ P همراستا هستند.

فرض کنید دو موج رسیده از S_1 و S_2 در نقطهٔ P همفازند یعنی: $d_2 - d_1 = K\lambda$ (λ طول موج امواج است) در اینصورت اگر دامنهٔ امواج ناشی از دو منبع نیز در نقطهٔ P یکسان باشد،[1] ($a_1 = a_2$) برای دامنهٔ نوسان P داریم

$$a_P = 2a_1 \cos\frac{\theta}{2}$$

و اگر فاصلهٔ دو چشمه را با d نشان دهیم:

$$a_P = a_1\sqrt{\frac{(d_1+d_2)^2 - d^2}{d_1 d_2}}$$

از این رابطه دیده می‌شود که حتی اگر $d_2 - d_1 = K\lambda$ ممکنست دامنهٔ نوسان P صفر باشد! (کافیست نقطهٔ P وسط S_1S_2 اختیار شود: $d_2 - d_1 = 0$ و $d_1 + d_2 = d$ و $a_P = 0$ بدست می‌آید. یعنی در وسط S_1S_2 با یک گرهٔ جابجایی مواجهیم[3]. و این درست برعکس حالتی است که S_1 و S_2 دو منبع تولید موج عرضی باشند؛ در این حالت وسط S_1S_2 یک شکم جابجایی است.) از طرفی حتی اگر در P داشته باشیم:

$$d_2 - d_1 = (2K+1)\frac{\lambda}{2}$$

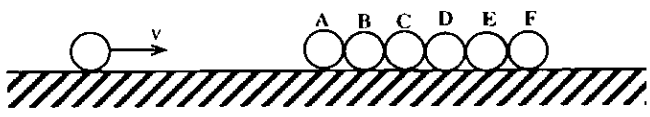
با اینکه امواج رسیده به P در فاز متقابلند، دامنهٔ نوسان P صفر نیست.

معمولاً با امواج صوتی در مورد تداخل همانند امواج عرضی روی سطح آب برخورد می‌شود[4] که صحیح نیست.

۲ــ دو گلوله به جرم m، یک گلوله به جرم 2m؟!

در آغاز این بحث یادآوری می‌شود که اگر دو ذره با جرمهای مساوی یک برخورد مرکزی و الاستیک انجام دهند و قبل از برخورد یکی از ذرات ساکن باشد، قوانین بقای اندازهٔ حرکت و انرژی مکانیکی ایجاب می‌کنند که بعد از برخورد ذرهٔ برخوردکنندهٔ متحرک، ساکن شده و ذره ساکن با سرعتی به همان اندازهٔ سرعت ذرهٔ برخوردکننده به حرکت درآید.

اکنون تصور کنید که تعدادی گلولهٔ هم جرم در یک ردیف روی سطح بدون اصطکاکی قرار گرفته‌اند. (شکل ۳) یکی از گلوله‌ها را با سرعت v بطرف این صف گلوله‌ها می‌اندازیم. این گلوله پس از برخورد به گلولهٔ A ساکن شده به این گلوله سرعتی برابر v می‌دهد. (برخوردها الاستیک فرض می‌شوند) پس از این عمل A به B برخورد کرده، خود متوقف می‌شود و B با همان سرعت v به حرکت درمی‌آید و ... تا اینکه گلولهٔ F با سرعت v از انتهای دیگر ردیف به حرکت درمی‌آید و به حرکت خود ادامه می‌دهد.



شکل ۳

اگر بجای یک گلوله، دو گلولهٔ مشابه را بطرف ردیف گلوله ها می‌انداختیم، ابتداء گلولهٔ جلوتر با A برخورد می‌کرد و به مکانیزمی که توضیح داده شده گلولهٔ F از انتهای صف جدا می‌شد. پس از مدت کوتاهی در اثر برخورد گلولهٔ دوم به گلولهٔ اول (که پس از برخورد با A متوقف شده است) و انتقال سرعت این گلوله به گلولهٔ E، این گلوله نیز بدنبال F از انتهای صف جدا شده به حرکت درمی‌آید.[5] بنابراین ظاهراً پس از برخورد دو گلوله ازسمت چپ، دو گلوله از سمت راست مجموعه بحرکت درمی‌آید.

اکنون سؤال آنست که اگر بجای دو گلوله هریک به جرم m، گلوله‌ای به جرم 2m را با سرعت v به ردیف گلوله‌ها می‌زدیم چه اتفاقی می‌افتاد؟[6] اگر به جزئیات برخورد بین گلوله‌ها توجه نشود، ممکنست این حالت با حالتی که دو گلوله به جرم m به صف گلوله‌ها برخورد می‌کرد، هم ارز دانسته شود.

بعنوان یک سؤال دیگر؛ اگر بجای یک گلوله به جرم 2m، گلوله‌ای به جرم 1/5m به ردیف گلوله‌ها برخورد کند چه اتفاقی می‌افتد؟! برای پاسخ به همهٔ این سؤالات (و نشان دادن این نکته که دو گلوله به جرم m با یک گلوله به جرم 2m هم ارز نیست) فرض می‌کنیم گلوله‌ای به جرم km (k یکعدد مثبت بزرگتر از واحد) با سرعت v به ردیف گلوله‌ها برخورد کند. پس از برخورد الاستیک این گلوله با گلولهٔ A سرعت آن برابر v_1 و سرعت گلولهٔ A برابر v_{A_1} می‌شود بطوریکه داریم:

$$\begin{cases} kmv = kmv_1 + mv_{A_1} & \text{بقای اندازهٔ حرکت:} \\ 1 = \dfrac{v_{A_1} - v_1}{v} & \text{ضریب جهندگی:} \end{cases}$$

و از دو معادلهٔ فوق بدست می‌آید:

$$v_1 = \frac{k-1}{k+1}v$$

$$v_{A_1} = \frac{2k}{k+1}v$$

گلولهٔ A پس از این برخورد با سرعت v_{A_1} به حرکت در آمده به گلولهٔ B می‌خورد و خود ساکن شده، B با همان سرعت v_{A_1} به حرکت درآمده به C می‌خورد و .... تا اینکه گلولهٔ F با سرعت v_{A_1} از انتهای صف جدا می‌شود. در اینحال گلولهٔ km با سرعت v_1 دوباره به گلولهٔ A که اکنون ساکن است برخورد می‌کند. سرعت گلولهٔ A پس از این برخورد v_{A_2} و سرعت گلولهٔ km برابر v_2 است، به گونه‌ای که:

$$v_{A_2} = \frac{2k(k-1)}{(k+1)^2}v$$

$$v_2 = \left(\frac{k-1}{k+1}\right)^2 v$$

به این ترتیب به روشی مشابه آنچه در اولین برخورد km با A اتفاق افتاد گلولهٔ E با سرعت v_{A_2} از انتهای صف جدا می‌شود. توجه دارید که این سرعت از سرعت گلولهٔ F که مدت کوتاهی قبل از E از ردیف جدا شده بود کمتر است. بهمین ترتیب در اثر برخوردهای متوالی گلولهٔ km با گلولهٔ A، گلوله‌ها یکی یکی از صف جدا می‌شوند تا اینکه بالاخره پس از ششمین برخورد گلولهٔ A با سرعت: $v_{A_6} = \frac{2k}{k+1}(\frac{k-1}{k+1})^5$ و گلولهٔ km با سرعت $v_6 = (\frac{k-1}{k+1})^6 v$ در یک جهت بدنبال هم به حرکت درمی‌آیند و از آن پس برخوردی صورت نمی‌گیرد.

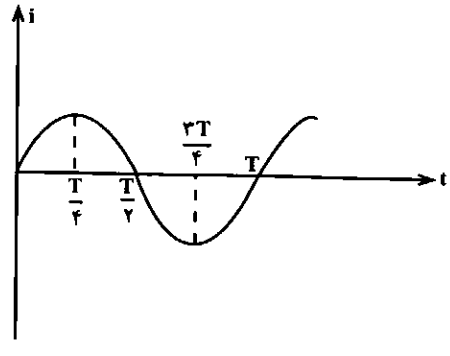
حالت دیگری که در این بحث جالب توجه است، حالتی است که $0 < k < 1$ باشد (مثلاً جرم گلولهٔ برخوردکننده 0/5m باشد) در اینحالت جهت حرکت گلولهٔ km پس از اولین برخورد وارونه می‌شود و دیگر برخوردی بین این گلوله و سایر گلوله‌ها صورت نمی‌گیرد و درنتیجه تنها گلولهٔ F با سرعت $\frac{2k}{k+1}v$ از انتهای صف جدا می‌شود.[۷]

۳ ــ از قانون لنز درست استفاده کنیم

«درون یک سیم‌پیچ که ۴۰۰ یا ۶۰۰ حلقه دارد یک هستهٔ آهنی بلند در راستای قائم قرار می‌دهیم و یک حلقهٔ مسی یا آلومینیومی را نیز روی سیم‌پیچ می‌گذاریم بطوریکه هستهٔ آهنی درون حلقه نیز قرار گیرد. هرگاه سیم‌پیچ را به برق وصل کنیم بطرف بالا پرتاب می‌شود و بالای سیم‌پیچ معلق می‌ماند... در این آزمایش در هر لحظه جهت جریان القایی در حلقه طبق قانون لنز طوری است که قطبهای همنام سیم‌پیچ و حلقه مقابل هم قرار می‌گیرند».[۸]

استنتاج فوق صحیح نیست! فرض کنید جریان متناوب گذرنده ازسیم‌پیچ یک جریان سینوسی بشکل زیر باشد.

دراینصورت از لحظهٔ $t = 0$ تا $t = \frac{T}{4}$ که جریان و درنتیجه شارگذرنده از سیم‌پیچ و حلقه افزایش می‌یابد طبق قانون لنز قطبهای همنام سیم‌پیچ و حلقه مقابل هم قرار می‌گیرند. اما از لحظهٔ $t = \frac{T}{4}$ تا $t = \frac{T}{2}$ که جریان کاهش می‌یابد شارگذرنده از حلقه نیز کم می‌شود و طبق قانون لنز در این حالت قطب‌های ناهمنام حلقه و سیم‌پیچ مقابل هم قرار می‌گیرند و سیم‌پیچ حلقه را پایین می‌کشد. در لحظهٔ $t = \frac{T}{2}$ برای یک لحظه جریان صفر و از آن پس پدیدهٔ فوق تکرار می‌شود. بنابراین حلقه یک حرکت ارتعاشی به بالا و پایین انجام می‌دهد که بعلت فرکانس بالای حرکت (دو برابر فرکانس جریان متناوب) و کمی دامنهٔ نوسان (بعلت لختی قابل توجه حلقه) ممکنست با چشم بدون سلاح رؤیت نشود.



شکل ۴

پانویسها:

۱ــ لازم به تذکر است که این اشتباهات به کتب فارسی زبان اختصاص نداشته، کمابیش در کتب آموزشی همهٔ کشورها به چشم می‌خورد.

۲ــ توجه دارید که دامنهٔ امواج صوتی در محیط همگن ثابت نیست و با فاصله از منبع نسبت عکس دارد.

۳ــ درست به همین علت است که در وسط یک لولهٔ صوتی باز یک گرهٔ جابجایی وجود دارد.

۴ــ پاراگراف اول صفحهٔ ۲۷ کتاب درسی فیزیک رشتهٔ ریاضی سال چهارم، مسائل ۵ و ۶ صفحات ۴۰ و ۴۱ همان کتاب و کتب نظیر.

۵ ــ برای مطالعهٔ مفصلتر در مورد مکانیزم این برخوردها می‌توانید به کتاب:

Problems In Elementary Physics

B. Bukhovtsev, V. Krivchenkov & Others (Mir Publishers, 1971)

مسائل ۱۴۵ و ۱۴۶ صفحهٔ ۳۵ و حل آنها مراجعه کنید.

۶ ــ تست شمارهٔ ۱۱۷ کنکور ریاضی ۱۳۶۸

۷ ــ به این ترتیب هیچکدام از گزینه‌های تست شمارهٔ ۱۱۷ کنکور ریاضی ۶۸ صحیح نیستند و همهٔ گلوله‌ها بحرکت درمی‌آیند.

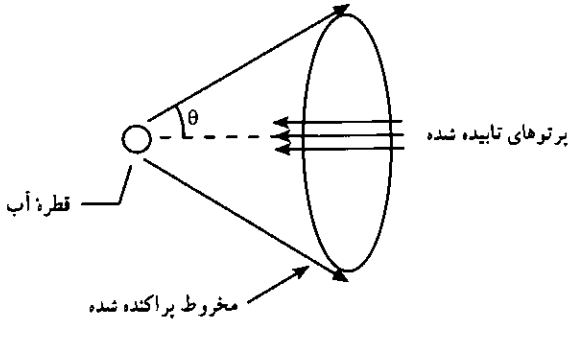
۸ ــ کتاب درسی فیزیک سال چهارم تجربی صفحه‌های ۱۶۴ و ۱۶۵

رنگین‌کمان

منشأ اصلی شکل‌گیری رنگین کمان قطره‌های ریز آب موجود در جو می‌باشند. اندازهٔ این قطره‌ها بسیار بزرگتر از طول موج نور است و بنابراین می‌توان از روشهای نورشناسی هندسی برای تحلیل این پدیده استفاده نمود (بهترین دلیل این ادّعا تطبیق مکان واقعی رنگین کمان با نتیجه‌های نظری است) این تحلیل اولین بار توسط دکارت مطرح شده و بیشتر ویژگیهای رنگین کمان را توجیه می‌کند.

۱ ــ چرا رنگین کمان دایره‌ای است؟

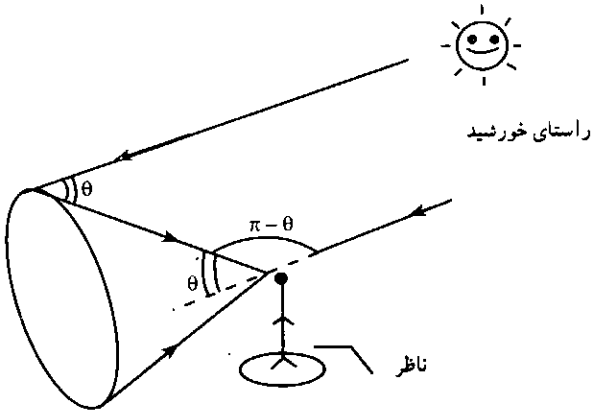
بعداً نشان می‌دهیم که پرتوهای نور در صورت برخورد با قطره‌های کروی آب، همه تقریباً با یک (یا چند) زاویهٔ خاص نسبت به راستای تابش از آن خارج می‌شوند (قطره‌های ریز آب به علّت کشش سطحی شدید، شکل کروی می‌یابند) امّا سمت پراکندگی آنها حول راستای تابش اوّلیّه، بعلّت تقارن، راستای خاصّی ندارد و به طور آماری می‌توان گفت که یک



شکل ۱ ــ الف) مخروط نور پراکنده شده از قطره

دسته پرتو تابیده شده به قطره آب، روی یک مخروط از قطره پراکنده می‌شوند. نیم زاویهٔ این مخروط را θ می‌نامیم. (شکل ۱ ــ الف)

امّا طبق شکل (۱ ــ ب) پرتو نوری که به چشم ما می‌رسد، با راستای دسته پرتو تابیده شده* زاویهٔ $\pi-\theta$ می‌سازد، و به علّت تقارن سمتی حول راستای پرتوهای اوّلیّه، پرتوهای دیده شده توسط ناظر، روی مخروط مشابهی به رأس چشم ما و با همان نیم‌زاویهٔ θ قرار دارند.



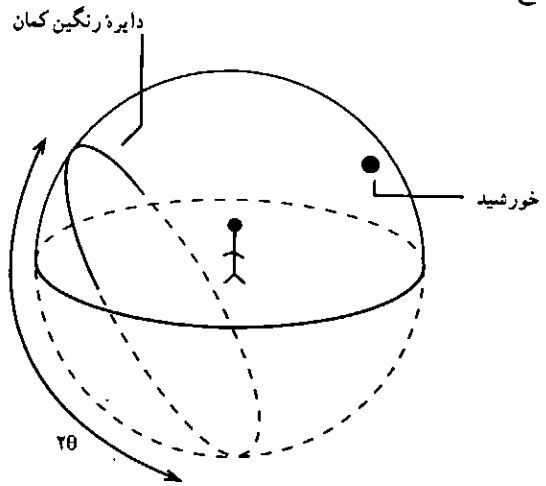
شکل ۱ ــ ب) مخروط نور مشاهده شده توسط ناظر

در اینجا از یک تعریف کمکی استفاده می‌کنیم. همان گونه که برای مشخص کردن راستا در دو بعد از دایرهٔ مثلثاتی استفاده می‌کردیم، برای مشخص کردن جهت در سه بعد می‌توان از یک کره استفاده کرد، که هرجهت از دید ناظر، یک نقطه، روی کرهٔ مذکور می‌باشد. این کره را کرهٔ آسمان می‌نامیم.

کمان

نیایش افشردی

بنابر آنچه گفتیم رنگین کمان دایره‌ای مطابق شکل (۱ ــ ب) به مرکز نقطهٔ مقابل خورشید، روی کرهٔ آسمان است. البته همیشه بخشی از این دایره زیر افق قرار می‌گیرد و بنابراین رنگین کمان، به صورت قسمتی از دایره دیده می‌شود. باید بخاطر داشت، در هر راستایی که رنگین کمان تشکیل شود، باید قطرات ریز آب قرار داشته باشند پس هنگامی که تنها قطاع کوچکی از رنگین کمان را مشاهده می‌کنید، تعجب نکنید!

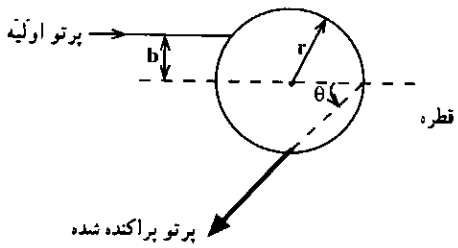


شکل ۲) کرهٔ آسمان و رنگین کمان

۲ ــ واقعاً چه اتفاقی می‌افتد؟

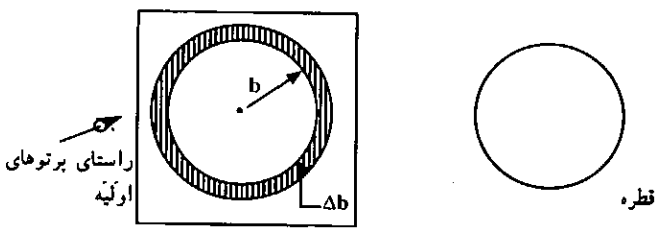
اگر دقت کنیم در واقع رنگین کمان نمی‌تواند، فقط یک دایره باشد، یکی از علتهای آن این است نور تنها در یک زاویه پراکنده نمی‌شود.

پرتو نوری را در نظر بگیرید که فاصلهٔ آن از امتداد قُطر موازی‌اش در قطره b باشد ($b < r$) (r : شعاع قطره) بدون حل مسأله واضح است که زاویهٔ خروج پرتو پراکنده شده تابعی از b می‌باشد [$\theta(b)$] (شکل ۳) b را پارامتر برخورد پرتو می‌نامیم.



شکل ۳) پراکندگی پرتو به پارامتر برخورد b.

می‌دانیم اگر سطحی را عمود بر یک تابش یکنواخت و همگن (مثل تابش خورشید) قرار دهیم، مقدار توان دریافتی توسط سطح، متناسب با مساحت آن است. این سطح در مورد پرتوهایی با پارامتر برخورد بین b و $b + \Delta b$ ، بخاطر تقارن مسأله، نواری به شعاع b و ضخامت Δb را تشکیل



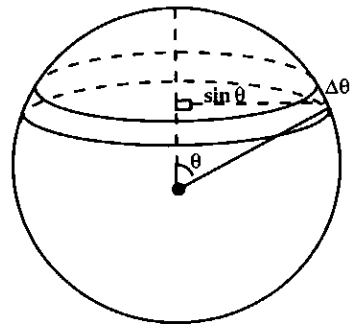
شکل ۴) سطح عمود بر راستای تابش با پارامتر برخورد بین b و $b + \Delta b$

می‌دهد. (شکل ۴) اگر Δb خیلی کوچکتر از b باشد، می‌توان، این سطح را، به صورت یک مستطیل در نظر گرفت که طول آن $2\pi b$ و عرض آن Δb می‌باشد (**کسانی که کمی با حساب دیفرانسیل و انتگرال آشنایی دارند، این ایده را می‌شناسند**) بنابراین مساحت $\Delta s = 2\pi b \Delta b$ ، خواهد شد. این پرتوها بین زوایای $\theta(b)$ و $\theta(b)+\Delta\theta$ پراکنده می‌شوند $(\Delta\theta = \theta(b+\Delta b) - \theta(b))$ ، به خاطر تقارن، مکان این پرتوها، روی کرهٔ آسمان (شعاع آنرا واحد فرض می‌کنیم)، نواری به شعاع $\sin\theta$ و ضخامت $\Delta\theta$ می‌باشد، اگر این نوار را هم مانند مستطیل بگیریم، مساحت آن برابر (شکل ۵) $\Delta\Omega = 2\pi \sin\theta \Delta\theta$ ، خواهد شد. می‌دانیم مقدار توان متناسب با Δs است و این توان در مساحت $\Delta\Omega$ پخش می‌شود، پس شدّت در هر نقطه را می‌توان به صورت نسبت $\frac{\Delta s}{\Delta\Omega}$ ، هنگامی که Δs (یا $\Delta\Omega$) به سمت صفر برود تعریف کرد.

$$I = \frac{\Delta s}{\Delta\Omega} = \frac{b\Delta b}{\sin\theta \Delta\theta} \quad \text{(شدّت)} \qquad (۰)$$

که البته شدت واقعی با این مقدار متناسب است. وقتی $\Delta\theta$ به سمت صفر میل کند، $\frac{db}{d\theta}$ را، که مشتق b نسبت به θ است، قرار می‌دهیم.

این مقدار به سطح مقطع دیفرانسیلی برخورد، معروف است و بارها در فیزیک اتمی از آن استفاده می‌شود.



شکل ۵) نوار ایجاد شدهٔ روی کرهٔ آسمان به شعاع واحد

۳ ــ پس $\theta(b)$ چقدر است؟

حال می خواهیم $\theta(b)$ را بیابیم، با توجه به شکل ۶ زاویه پرتوی اوّلیه با راستای عمود بر سطح، در نقطهٔ برخورد، $\alpha = \arcsin(b/r)$ است و زاویه پس از شکست طبق قانون اسنل ــ دکارت $\beta = \arcsin(\frac{\sin\alpha}{n})$ می‌باشد که با توجه به رابطهٔ قبلی داریم

$$\alpha = \arcsin(b/r) \quad (۱)$$

$$\beta = \arcsin(b/(nr)) \quad (۲) \qquad (n: \text{ضریب شکست})$$

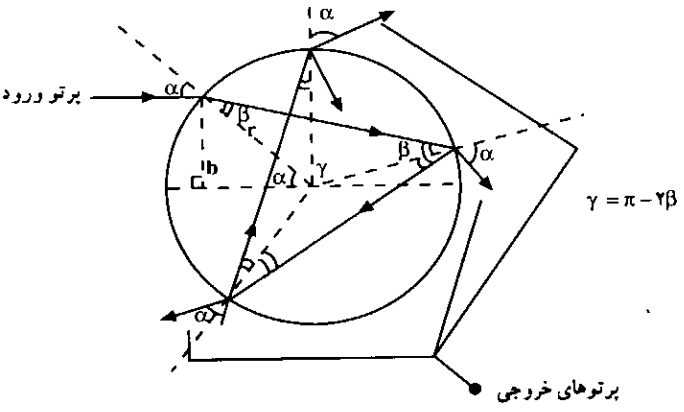
فرض می‌کنیم که پرتو قبل از خروج k بار منعکس می‌شود، در هر انعکاس زاویهٔ تابش و بازتابش همان β است و در نهایت زاویهٔ پرتو خروجی با راستای عمود بر سطح همان α می‌باشد. (چرا؟) اگر θ را همانگونه که در شکل ۳ معرفی شده، تعریف کنیم θ ، برای شعاعی که از مرکز قطره به محل برخورد پرتو اولیه وصل می‌شود، برابر $-\alpha$ است و از هر نقطه بازتابش، تا نقطهٔ بعدی (زاویهٔ θ شعاع دایره) به اندازهٔ $\pi - 2\beta$ کاهش می‌یابد (چرا؟) در هنگام خروج نیز زاویهٔ پرتو، از زاویهٔ شعاع به اندازهٔ $\alpha+$ کمتر است. پس θ برای پرتو خروجی به صورت زیر درخواهد آمد.

$$\theta = -\alpha - (k+1)(\pi - 2\beta) - \alpha$$
$$= -2\alpha - (k+1)(\pi - 2\beta)$$

که با توجه به روابط (۱) و (۲)

$$\theta(b) = -2\arcsin(\frac{b}{r}) - (k+1)(\pi - 2\arcsin(\frac{b}{nr}))$$

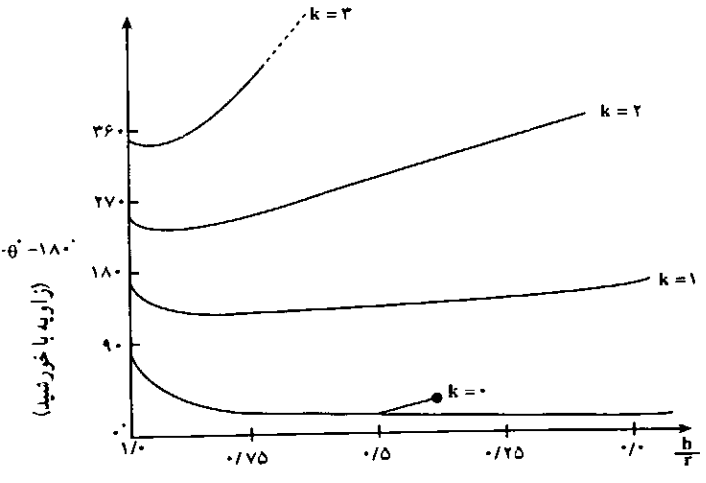
$$= -2\left\{\arcsin(\frac{b}{r}) + (k+1)\ \arccos(\frac{b}{nr})\right\} \qquad (۳)$$



شکل ۶) مسیر پرتوها، در قطره

۴ ــ چرا θ یک مقدار دارد؟

در شکل ۷ منحنی $\theta(b)$ را برای $k \in \{0,1,2,3\}$ و θ بین ۰ و ۳۶۰° رسم کرده‌ایم، می‌توان نشان داد که برای $k \neq 0$ ، همیشه منحنی یک نقطه با شیب صفر دارد $(\frac{d\theta}{db} = 0)$. حال منحنی I را برحسب θ ، به‌دست



شکل ۷) منحنی $\theta(b)$ برای $k \in \{0,1,2,3\}$ $(n = 1/333)$

آورده و بررسی می‌کنیم. از رابطهٔ (۳) داریم :

$$\theta(b) = -2\left\{\arcsin\left(\frac{b}{r}\right) + (k+1)\arccos\left(\frac{b}{nr}\right)\right\}$$

$$\Rightarrow \frac{d\theta}{db} = -2\left\{\frac{r}{\sqrt{r^2 - b^2}} - \frac{(k+1)(nr)}{\sqrt{n^2r^2 - b^2}}\right\} \qquad (۴)$$

حال نقاطی را که در آن مشتق صفر می‌شود، بدست می‌آوریم.

$$\frac{d\theta}{db} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{r^2}{r^2 - b^2} = \frac{(k+1)^2 n^2 r^2}{n^2r^2 - b^2}$$

$$\Rightarrow b = nr\sqrt{\frac{k(k+2)}{n^2(k+1)^2 - 1}}$$

با استفاده از (۳)

$$\Rightarrow \theta_k = -2\left\{\arcsin\left[n\sqrt{\frac{k(k+2)}{n^2(k+1)^2 - 1}}\right]\right.$$

$$\left. + (k+1)\arccos\left[\sqrt{\frac{k(k+2)}{n^2(k+1)^2 - 1}}\right]\right\} \qquad (۵)$$

و به رابطه‌ای که برای I داشتیم رجوع می‌کنیم :

$$I = \frac{b}{\sin\theta}\cdot\frac{db}{d\theta} = \frac{b}{\sin\theta}\cdot\left(\frac{d\theta}{db}\right)^{-1}$$

سپس به منحنی $I(\theta)$ نظری می‌افکنیم (شکل ۸). در اینجا است که اهمیت نقاط θ_k معلوم می‌شود. همانطور که می‌بینید وجود عامل $(\frac{d\theta}{db})^{-1}$ در رابطهٔ I باعث می‌شود که در نقاط θ_k ، I بی‌نهایت شود و بنابراین می‌توان فرض کرد که تقریباً تمام پرتوها، در این زاویه‌ها پراکنده می‌شوند. (البته واضح است که به خاطر کم بودن ضریب بازتاب، با افزایش k، شدّت نسبی این ماکزیمم‌ها*، سریعاً کم می‌شود) حال مقادیر θ_k را برای چهار مقدار k محاسبه می‌کنیم.

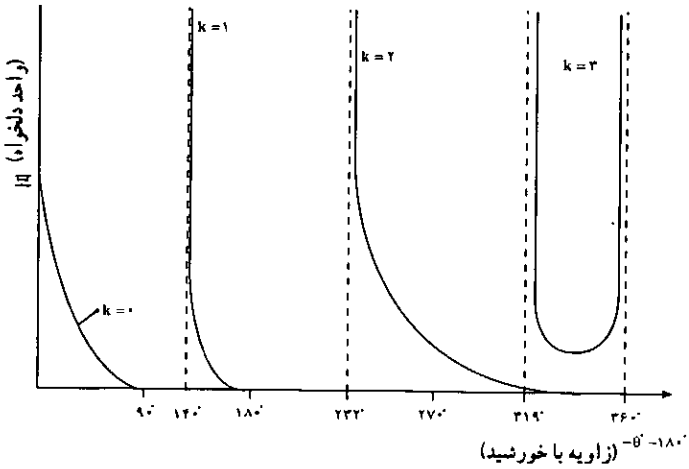
$$\theta_0 = -\pi\,\text{rad} = -180^\circ$$

$$\theta_1 = -5/59\,\text{rad} = -320^\circ = -140^\circ - 180^\circ$$

$$\theta_2 = -7/19\,\text{rad} = -412^\circ = -232^\circ - 180^\circ$$

$$\theta_3 = -8/71\,\text{rad} = -499^\circ = -319^\circ - 180^\circ$$

برای $k = 0$ ، نقطهٔ بی‌نهایت وجود ندارد، ماکزیمم در $\theta = -180^\circ$ که دقیقاً روی خورشید است، اتفاق می‌افتد که در مقابل نور خورشید، دیده نمی‌شود. مهمترین رنگین کمان در $k = 1$ و در θ_1 ، اتفاق می‌افتد که شعاع آن حدود ۴۰° می‌باشد. می‌توانید نشان دهید که رنگ قرمز در حلقهٔ خارجی و رنگ آبی در حلقهٔ داخلی قرار دارد.



شکل ۸) منحنی I بر حسب θ

رنگین کمان مرتبهٔ دوّم برای $k = 2$ اتفاق می‌افتد، **شعاع این رنگین‌کمان ۵۲° می‌باشد** (چه رابطه‌ای با θ_2 دارد؟). نکتهٔ جالب اینکه با وجود یکی بودن ترتیب رنگها در $k = 1$ و $k = 2$ ، حلقهٔ خارجی در این مرتبه، آبی و حلقهٔ داخلی قرمز است (چرا؟). رنگین کمان مرتبهٔ ۳، نزدیک خورشید قرار دارد و بسیار کم نور است، به این علّت دیده نمی‌شود (آیا می‌توانید بگویید چرا شدّت رنگین کمان مرتبهٔ ۳ دو بی‌نهایت دارد؟)

۵ ــ و حرف آخر ...

حال کمی به اشکالات این رهیافت می‌پردازیم.

می‌دانیم رنگی بودن، رنگین کمان، بعلّت تغییرات ضریب شکست آب با طول موج نور می‌باشد ولی به دلایل مختلف، رنگین کمان دقیقاً شکل طیف را به ما نمی‌دهد. یکی از این دلایل نقطه‌ای نبودن خورشید است، به این معنی که پرتوهای خورشید دقیقاً موازی نیستند، لذا حلقه‌های بی‌نهایت، دارای قطر بوده، و تیز نخواهد بود. (حلقهٔ بی‌نهایت نداریم)، این عامل و وجود نور در زوایای $\theta \neq \theta_k$ باعث می‌شود، رنگین کمان نه یک طیف خالص، بلکه حاصل همپوشانی و ترکیب رنگهای طیف باشد. نکتهٔ دیگر ثابت نبودن ضرایب بازتاب و عبور، نسبت به تغییر زاویهٔ ورود است، که باعث تغییر شکل $I(\theta)$ می‌شود، ولی نقاط بی‌نهایت، دست نخورده، باقی می‌مانند و بنابراین چندان مهم نیست.

مسألهٔ رنگین کمان، نمونهٔ مسائلی است که با دانش دبیرستانی قابل حل‌اند و احتیاج به معلومات پیشرفته ندارند. بنیاد دانش فیزیک نیز، برهمین کنجکاوی بشری برای توجیه پدیده‌های معمولی طبیعت، گذاشته شده است. شما هم به خاطر داشته باشید که اوّلین قدم در راه علم تقویت همین حس می‌باشد.

---

* در اینجا پرتوهای نور خورشید را موازی فرض می‌کنیم.

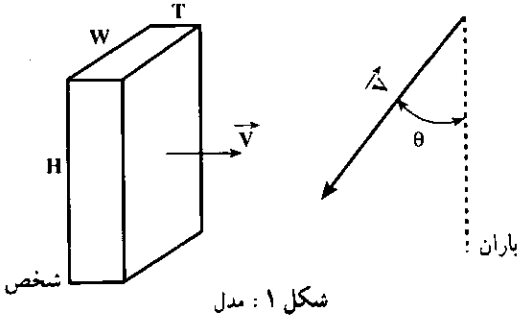
* مقصود شدت در اطراف نقاط بی‌نهایت است.

بارش قطرات باران بر سر انسان

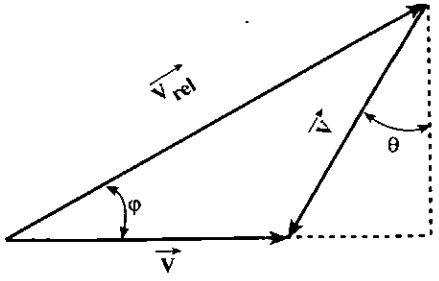
هوارد اوانس (Howard E. Evans)

این مباحثه مدتهاست وجود دارد که : در زیر بارش باران با قدم زدن بیشتر خیس می‌شوید یا با دویدن؟ این مسئله به عنوان تمرینی در پدیده‌شناسی مربوط به پراکندگی ذره و محاسبهٔ مقطع مؤثر داده شد. پاسخ به این تمرین چنین بود :

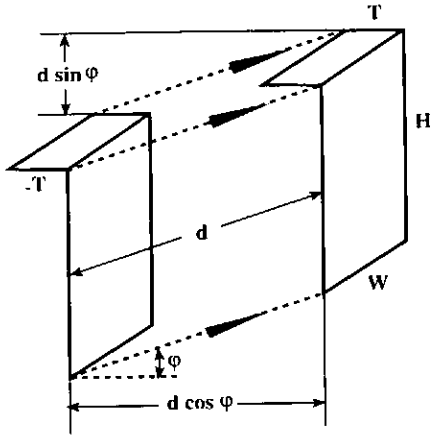
شخصی که زیر باران حرکت می‌کند را جعبه‌ای به طول H، عرض W و ضخامت T (شکل ۱) درنظر بگیرید که با سرعت $\vec{V}$ عمود بر سطح H-W در حرکت است. فرض کنید باران در صفحه H-T با سرعت $\vec{v}$ چنان ببارد که با خط قائم در جهتی رو به پایین زاویه θ بسازد (بارش باران را رو به شخص مثبت و در خلاف جهت آن را منفی درنظر می‌گیریم) و چگالی باران n قطره در واحد حجم است. (ریزش جانبی باران در صفحه H-W جمله‌ای به خیس شدن می‌افزاید که ممکن است آن را به عنوان تمرین درنظر گرفت.) فرض کنید که شخص مسافت x را روی زمین (از یک نقطهٔ خشک به نقطه خشک دیگر) در زمان $t = \frac{x}{V}$ طی می‌کند.



شکل ۱ : مدل



شکل ۲ : سرعت شخص نسبت به باران



شکل ۳ : حجمهای جارو شده بوسیله رویه‌های جلو و بالا

این شخص، نسبت به باران، با سرعت $\vec{v}_{نسبی} = \vec{V} - \vec{v}$ حرکت می‌کند (شکل ۲). این سرعت نسبی در باران نسبت به $\vec{V}$ زاویه φ می‌سازد. مطابق شکل :

$$\sin\varphi = \frac{v\cos\theta}{v_{نسبی}} \qquad (۱)$$

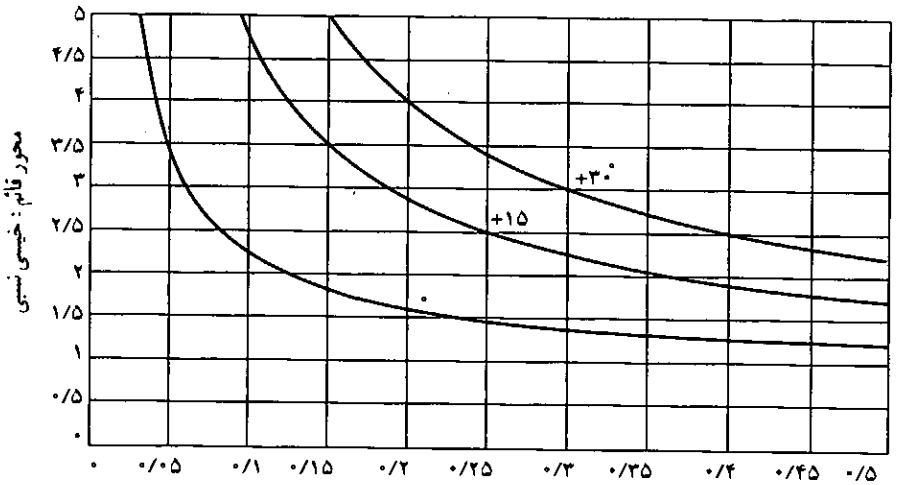
و

$$\cos\varphi = \frac{V + v\sin\theta}{v_{نسبی}}$$

بنابراین، مسافتی که شخص در باران می‌پیماید $d = v_{نسبی}\, t$ است. این مسافت یک بعد از حجمی است که شخص جارو می‌کند، که می‌تواند حد فاصل خط تقاطع رویه‌های جلو و بالا (سر و شانه‌ها) در این حرکت باشد. مطابق شکل ۳ مشاهده می‌شود که سر و شانه‌ها از حجمی این چنین خواهند گذشت :

$$\text{حجم بالا} = (WT)d\ \sin\varphi \qquad (۲)$$

$$= WTv_{نسبی}\ t\frac{v\cos\theta}{v_{نسبی}}$$



محور افقی : سرعت قدم زدن نسبت به سرعت باران $(\frac{V}{v})$

شکل ۴ : خیسی نسبی برای زاویه‌های مثبت بارش

$$= (WT)\frac{x}{V} v\cos\theta$$

$$= WTx\frac{v}{V}\cos\theta$$

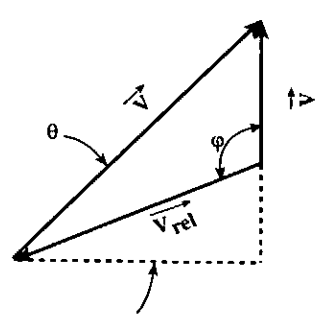
(به عبارت دیگر، این محاسبه مقدار قطرات بارانی را بدست می‌دهد که در مسافت d و با مقطع مؤثر ظاهری $WT\sin\varphi$ با سر و شانه‌های شخص اصابت می‌کنند). به روش مشابه، رویهٔ جلویی حجم زیر را جارو خواهد کرد :

$$\text{حجم جلو} = (WH)d\cos\varphi \qquad (۳)$$

$$= WHv_{\text{نسبی}}\, t\frac{V+v\sin\theta}{v_{\text{نسبی}}}$$

$$= (WH)\frac{x}{V}(V+v\sin\theta)$$

$$= WHx(۱+\frac{v}{V}\sin\theta)$$



شکل ۵ : موقعیت «بارش از پشت»

مقدار خیس شدن شخص متناسب با تعداد قطرات باران است که از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید :

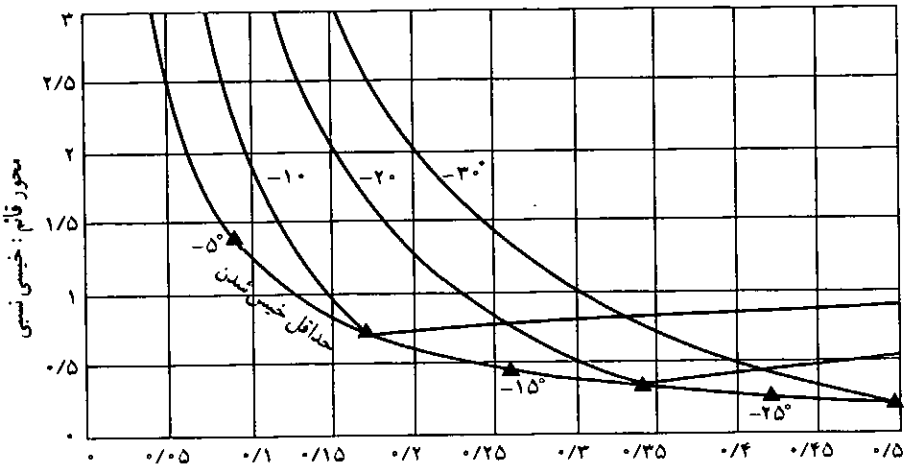
$$N = n(\text{حجم کل}) \qquad (۴)$$

$$= n\left[WTx\frac{v}{V}\cos\theta + WHx(۱+\frac{v}{V}\sin\theta)\right]$$

$$= nWHx\left[۱+\frac{v}{V}(\frac{T}{H}\cos\theta+\sin\theta)\right]$$

سرانجام به یک پاسخ صوری می‌رسیم :

V در مخرج رابطهٔ (۴) نشان می‌دهد که هرچه شخص سؤریعتر حرکت کند کمتر خیس می‌شود! علت آن است که زمان حرکت شخص زیر باران با افزایش سرعت کاهش می‌یابد، بنابراین، حجم جارو شده (توسط شخص) نیز کاهش خواهد یافت. (اگر مسئله به‌گونه‌ای مطرح شود که قدم زدن یا دویدن شخص در باران در زمان معینی، بجای مسافت معینی مورد نظر باشد، در آن‌صورت به پاسخی عکس نتیجهٔ به‌دست آمده خواهید رسید). شکل غیر ابعادی رابطهٔ (۴) در شکل (۴) رسم شده است که با محورهای $\frac{N}{nWHx}$ را برحسب $\frac{V}{v}$ نشان می‌دهد. مقدار $\frac{T}{H}=\frac{۱}{۸}$ و $v\approx ۲۰$ متر بر ثانیه به‌عنوان سرعت حدی انتخاب شده است. از آنجا که نسبت سرعت قدم زدن به دویدن ۱ به ۱۰ متر بر ثانیه است (قهرمانان جهانی دو سرعت ۱۰۰ متر را تقریباً در ۱۰ ثانیه می‌پیمایند) برای $\frac{V}{v}\leq ۰$ عرض کوچکتر یا مساوی با ۰/۵ است. منحنی‌های رسم شده برای مقادیر ۳۰ و ۱۵ و $\theta = ۰$ درجه است.



شکل ۶ : خیسی نسبی برای زاویه‌های منفی بارش

باید توجه کرد که اگر θ منفی باشد در آن‌صورت رابطهٔ (۳) نشان می‌دهد که در یک سرعت بحرانی رویهٔ جلویی حجمی را جارو نخواهد کرد :

$$V_{\text{بحرانی}} = -v \sin\theta$$

در این سرعت است که «سرعت شخص کاملاً برابر سرعت باران می‌شود» و قطرات باران فقط با سر و شانه‌های شخص برخورد می‌کنند (مطابق شکل ۵، $\varphi = ۹۰$ درجه) و خیسی شخص (با توجه به اینکه θ منفی است) برابر خواهد شد با :

$$N = n_{\text{(حجم بالا)}} = \frac{nWTxv\cos\theta}{-v\sin\theta}$$

$$= -nWTx \cot\theta \qquad (۶)$$

نتیجه حاصل از این رابطه آن است که رابطه (۳) حجم جارو شده با رویهٔ عقبی را می‌دهد اگر $V < V_{\text{بحرانی}}$ باشد (باران به شخص برسد)، و حجم جارو شده با رویهٔ جلویی را می‌دهد اگر $V > V_{\text{بحرانی}}$ باشد (شخص به باران می‌رسد). برای اینکه مقدار منفی نیز در رابطه (۳) منظور شود و نتیجهٔ فوق از آن رابطه حاصل شود باید آن را این‌گونه تصحیح کرد :

$$\text{حجم (جلو یا عقب)} = WHx\left|۱ + \frac{v}{V}\sin\theta\right| \qquad (۷)$$

بنابراین، وقتی θ منفی است رابطه‌های(۲)، (۶) و (۷) با هم ترکیب شده تا مقدار نسبی خیسی (بدون بعد) به‌دست آید :

$$\frac{N}{nWHx} = \begin{cases} -۱ + \frac{v}{V}\left(\frac{T}{H}\cos\theta - \sin\theta\right) & \text{اگر } V < V_{\text{بحرانی}} \\ -\frac{T}{H}\cot\theta & \text{اگر } V = V_{\text{بحرانی}} \\ ۱ + \frac{v}{V}\left(\frac{T}{H}\cos\theta + \sin\theta\right) & \text{اگر } V > V_{\text{بحرانی}} \end{cases}$$

این رابطهٔ منفصل در شکل ۶ برای مقادیر ۳۰- و ۲۰- و ۱۰- = θ درجه رسم شده است : به روشنی مشاهده می‌شود که در این حالت حداقل خیس شدن هنگامی نیست که «گامهای شما هرچه سریعتر شما را یاری دهند» بلکه فقط برای مقدار خاص $V = V_{\text{بحرانی}}$ رخ می‌دهد. موقعیت حداقل خیسی با ترکیب رابطه‌های (۵) و (۶) و برای مقادیر مختلف زاویه بارش باران روی شکل مشخص شده است.

با همهٔ این بحث و جدلها، یک پاسخ مشخص وجود دارد. بدیهی است که شخص از یک نقطهٔ خشک به نقطهٔ خشک دیگر باید چنان جهتی را انتخاب کند که باران از پشت بر او ببارد، سپس چنان سریع بدود که بنظر آید مستقیم بر او فرو می‌افتد (استفاده از چتر نیز به او کمک خواهد کرد!)

ترجمهٔ عبدالحسین بصیره
عضو هیأت علمی دانشگاه کردستان

مرجع:

The Physics Teacher Feb 1991 p 120 - 121.

اندازه‌گیری مقاومت کششی تار عنکبوت

تهیه کننده و مجری پروژه: سرمه شادبخت
سال سوم راهنمایی مدرسه فرزانگان تهران

استادان راهنما:
آقای مهندس کاشانی مسؤول آزمایشگاه فیزیک الیاف دانشگاه امیرکبیر
دانشکده نساجی
آقای دکتر مهدوی استاد دانشکده فیزیک دانشگاه شریف

خلاصه پروژه
مقصود این پروژه که در مدرسه خودمان و آزمایشگاه نساجی دانشگاه امیرکبیر و چند بار هم در دانشگاه شریف انجام شده محاسبه و تعیین مقاومت کششی تارهای مختلف عنکبوت و مقایسه آن با تارهای دیگر می‌باشد و به صورت فهرست‌وار به توضیح مختصر آنها می‌پردازم.
فصل اول: آشنایی با تار عنکبوت و مختصری راجع به کارتنه‌ها و بعضی از خواص تار
فصل دوم: مفهوم مقاومت تارها و طرز محاسبه آنها و چند محاسبه عملی و آزمایشی
فصل سوم: اندازه گیری قطر به روشهای متعدد که جهت تایید صحت اندازه گیریهای قبلی است در این فصل راجع به پدیده جدیدی که در ضمن آزمایش‌هایم با لیزر متوجه آن شدم بحث شده است.
فصل چهارم: محاسبه مقاومت گسیلنده تار به صورت بارگذاری بر تار به دو حالت: سکون و همراه وزش باد
فصل پنجم: محاسبه و مقایسهٔ مقاومتها و نتایج حاصله از این پروژه

فصل اول: آشنایی با کارتنه

تار عنکبوت از پروتئینی به نام کرآتین ساخته شده که اکنون از آن برای تولید انبوه استفاده نمی‌شود جز در مواردی مانند تورماهیگیری و دستگاههای نوری. هنگامی که تار از منفذ شکم عنکبوت که معمولاً سه جفت می‌باشد خارج می‌شود که البته هر سوراخ برای تار خاصی است به صورت مایع نیست بلکه به صورت رشته‌های آبگونی است که در مجاورت هوا کشسان و مقاوم می‌گردد و سپس عنکبوت بعضی از آنها را مرطوب و برخی را آغشته به نوعی روغن می‌کند که جهت خواص مکانیکی تار مخصوص شکار است. اجداد عنکبوتهای معمولی کنونی در حدود ۳۸۰ میلیون سال پیش (مانند لیفیستوس که نوعی فسیل زنده است) تار را از پشت خود به صورت شعاعی به اطراف می‌تنیدند تا رهگذران سرگردان را به دام بیندازند. ولی در تارهای فعلی انواع گوناگونی مانند دایره‌ای و قیفی و چهارگوش و سه گوش و شبکه‌ای و نردبانی و مرکب وجود دارد که در اثر برخورد صید به تار انرژی جنبشی حشره به صورت گرما جذب تار می‌شود و باعث استحکام آن می‌گردد و قدری هم از گرما در هوا تخلیه می‌گردد که باعث بالا رفتن آنتروپی تار می‌شود. عنکبوتهای باغی اکثراً ۷ نوع تار می‌سازند که هر کدام در مواقع خاصی به کار گرفته می‌شود مثلا تار شعاعی برای زیربنای کارتنه و تارهای شکار برای صید حشرات و تارهای پیچشی که بدور تارهای شعاعی می‌پیچد برای استحکام تار و غیره استفاده می‌شود. نکتهٔ مهم این است که عنکبوت با کتری کش و قارچ کش بر روی تارهای خود ترشح می‌کند تا تارهای خود را از آسیب قارچها و باکتریها مصون بدارد. سازندگان کارتنهٔ دو بعدی بدون بال قادر به پرواز نیاگاهی می‌توانند حشرات را در فضا شکار کنند. همچنین در این فصل اثر حلال‌های عمومی بر تارها مطالعه و آزمایش شده و در جداولی ارائه گردیده است.

فصل دوم: نیروی پاره کنندهٔ تار

در این فصل مفهوم مقاومت تارها به طور اعم بررسی شده و معانی تنش و کرنش بیان گردیده و نتیجه‌گیری شده است که اگر (زیگما) یا σ تنش تار و P مقدار نیروی پاره کننده تار و S سطح مقطع تار باشد مقدار تنش تار موقع گسیختن از رابطهٔ $\sigma = \frac{P}{S}$ به‌دست می‌آید که البته مثالهای عملی نیز در این مورد، مورد آزمایش قرار گرفته است. لذا برای به‌دست آوردن σ (تنش تار) نیروی پاره کننده (P) و مساحت سطح مقطع تار (S) را اندازه‌گیری می‌کنیم.

فصل سوم: اندازه‌گیری قطر

نکتهٔ مهم در اینجاست که بدانیم آیا مقطع تار دایره است یا چیز دیگر. که البته به کمک پروژه یک نفر فارغ‌التحصیل نساجی سال ۶۸ دانشگاه امیرکبیر که در کتابخانه آنجا موجود است که در آن از مقطع تار عکسهایی تهیه شده (به کمک میکروسکوپ الکترونی) دریافتم که مقطع آن مانند مقطع یک سیب‌زمینی برش خورده می‌باشد. البته گاهی دایره و گاهی دارای خلل و فرج است که با اندازه‌گیری سه چهار نقطه از قطر تار متوسط قطر به‌دست می‌آید آنگاه می‌توان با تقریب خوبی آن را دایره فرض کرد.
در بخش اول این فصل قطر تار را به کمک تداخل پرتوهای لیزر هلیوم نئون به دست آوردم که متوجه تداخل دورتری از تداخل اول شدم

که ریزترهم بود و بعد از پرس‌وجو در مورد علت تشکیل آن از هیچ کس نتوانستم پاسخی دریافت کنم که پس از آزمایش‌های طولانی و مطالعهٔ زیاد، علت آن را کشف کردم. در بخش دوم و سوم این فصل به کمک میکروسکوپ میکرومتردار قطر یک تار معین که چندین بار نمونه‌برداری شده (۱۰۰ بار) و برای آزمایش‌های بعدی آماده شده است محاسبه می‌شود و سپس برای صحت آزمایش به کمک میکروسکوپ دیگر عکس تار را می‌گیریم و با عکس یک اشل میکرومتری مقایسه می‌کنیم (که همان عمل میکرومتر را انجام می‌دهد). مجدداً قطر تار را اندازه گرفته و محاسبه می‌کنیم بدین ترتیب در مراحل مختلف قطر تار را کنترل می‌کنیم تا از درستی آزمایش ها مطمئن شویم که در نتیجه با هر میکروسکوپ در حدود ۱۰ بار برای هر نوع تار آزمایش و محاسبه شده است و متوسط این ده بار آزمایش در نظر گرفته می‌شود.

فصل چهارم: محاسبهٔ نیروی گسیلندهٔ تار

در بخش یک این فصل ابتدا وزنه‌های کوچکی مانند چوب کبریت که در حدود ۰/۱ گرم جرم دارد برای شروع کار انتخاب شده و تعداد چوب کبریتهای متعددی از یک تار که به وسیلهٔ خاصی که خودم درست کرده‌ام متصل است آویزان کردم که در انتها باعث گسیختگی تار گردید و این عمل در حدود ۱۰ بار برای هر نوع تار انجام شد و متوسط وزنه‌ها به‌دست آمد. در بخش دوم این فصل بعد از آویزان کردن چند چوب کبریت به یک تار آن را مورد وزش باد مصنوعی قرار دادم و به کمک زاویه‌ای که باعث پاره‌شدن تار بود و به روش ترکیب بردارها نیروی گسیلنده را محاسبه کردم و در پایان برای صحت کار بخش اول این محاسبهٔ را مقایسه کردم. اکنون، هم قطر و هم نیروی گسیلنده به دست آمده است لذا مقاومت کششی تار به راحتی از رابطهٔ $\delta = \frac{P}{S}$ محاسبه می‌شود.

فصل پنجم: مقایسهٔ مقاومتها و نتایج حاصله

در بخش پایانی قید شده که مقاومت بعضی از تارها در بعضی جاها $260\ kg/mm^2$ ذکر شده است ولی من در این پروژه مقاومت را از $60\ kg/mm^2$ بیشتر به‌دست نیاوردم و قطر تار از حدود ۱ تا ۷ میکرون است. تار عنکبوت از الیاف دیگر نازکتر و مقاومتر است.

منابع:

متالورژی مکانیکی تألیف : جورج، ای. دیتر. مجلهٔ گنجینه شمارهٔ ۲۲ مهر و آبان ۱۳۷۳. پروژهٔ کارشناسی آقای مهندس گرجیان، دانشکدهٔ نساجی دانشگاه امیرکبیر در سال ۱۳۶۸.

متن پروژه

برای اندازه‌گیری مقاومت تار عنکبوت اولین قدم اندازه‌گیری سطح مقطع تار (A) بود سطح مقطع تار یک چند ضلعی نزدیک به دایره است. پس برای اندازه‌گیری سطح مقطع اگر قطر را داشته باشیم سطح مقطع تقریبی تار به‌دست می‌آید. برای اندازه‌گیری قطر روشهای زیر را بکار بردم :

۱ ــ با استفاده از میکروسکوپ میکرومتردار

میکروسکوپهای مخصوص و حساسی وجود دارند که با استفاده از میکرومتر قطرها و اندازه‌های کوچک را اندازه می‌گیرند.

۲ ــ با استفاده از عکسهای مقیاس‌دار

عکسهایی از تار گرفتم و بعد، از روی آن عکسها قطر تقریبی را با در نظر گرفتن پراش در عکسها اندازه گرفتم.

۳ ــ با استفاده از پدیدهٔ تداخل و پراش

هر گاه تاری را جلوی نور همدوسی مانند نور لیزر قرار دهیم به علت پراش از کناره‌های تار و تداخل اشعه‌های پراش یافته نوارهای تداخلی روی پردهٔ روبه‌رو تشکیل می‌شوند مرکز نوارهای تداخل از همه روشن‌تر و به تدریج به طرف کناره‌های نوار کمرنگ می‌شود و همین نوارهای منظمی روی پرده تشکیل می‌شوند. بین فاصله تار تا پرده (D) و فاصلهٔ مرکز اولین روشنایی تا مرکز دومین روشنایی (X) و قطر یا اندازه شئ جلوی نور لیزر رابطهٔ زیر برقرار است : (شکل ۱)

$$\text{قطر} \leftarrow b = \frac{\lambda D}{x} \quad \text{طول موج نور لیزر یا هر نور دیگری که در آزمایش دخیل است.}$$

اما وقتی از این روش قطر را اندازه‌گیری کردم اعداد به دست آمده با مقادیری که از طرق دیگر یادداشت کرده بودم مغایر بود. در آزمایشهای بعدی متوجه شدم که در مورد تار عنکبوت دو تداخل تشکیل می‌شود یک تداخل نزدیکتر و تداخل دیگر دورتر تشکیل می‌شود که تداخل نزدیکتر مربوط به تار عنکبوت است و دلیل اشتباه من در اندازه‌گیری اول توجه به تداخل دوم یعنی تداخل دورتر بود که باعث خطا شد. در اکثر موارد آزمایش یک تداخل به وجود می‌آید ولی در مورد تار عنکبوت این طور نیست که در این مورد و در مورد وجود و تداخل و کشف علت آن تحقیقات و مطالعات جالبی کرده‌ام.

اندازه گیری P

قدم دیگر اندازه‌گیری نیرویی بود که هر تار به خصوص (با سطح مقطع خودش) می‌تواند تحمل کند. چون تار عنکبوت تار بسیار ظریفی است کار کردن با آن بسیار مشکل است اندازه‌گیری نیرویی که تار تحمل آن را دارد را به روشهای زیر انجام دادم :

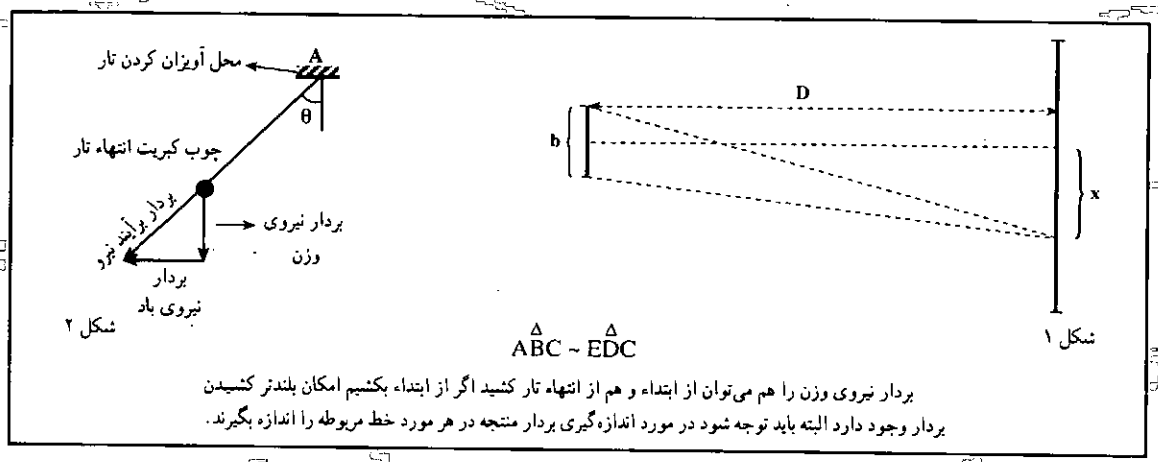
۱ ــ با وصل کردن وزنه‌های کوچک و اندازه‌گیری وزن پاره کنندهٔ تار (وزنه‌های کوچک مثل چوب کبریت و یا وزنه‌های در حد هزارم گرم را به طریقهٔ خاصی به تار وصل نمودم)

۲ ــ محاسبه نیروی پاره کننده توسط ترکیب بردارها

تا به حال حتماً دیده‌اید که وقتی باد می‌وزد تار عنکبوت لای درختها به این طرف و آن طرف می‌رود از آنجا این مسئله به ذهنم رسید که مقاومت

آن را در مقابل با دو یا به عبارتی طریقهٔ دیگری برای محاسبهٔ نیروی پاره کنندهٔ تار پیدا کنم. این چنین عمل کردم: (شکل ۲)

تار را از جایی آویزان کرده وزنهٔ کوچکی به آن آویختم سپس به دلخواه برای هر مقدار معینی از وزن بردار وزنی به طور مشخص و از نقطه معین رسم کردم (مثلاً برای هر گرم ۱۰ سانتی‌متر) سپس باد مصنوعی مانند باد موخشک‌کن را به طور عمود بر نیروی وزن به آن اثر دادم. آن قدر شدت باد را زیاد کردم تا تار پاره شد، زاویهٔ پاره شدن را یادداشت کرده و خطی با آن زاویه رسم کردم. می‌دانیم که نخ یا تار یا هر جسم دیگری همیشه در جهت برآیند نیروها (بردارها) می‌ایستد، سپس خطی که با آن زاویه رسم شده بناچار جهت برآیند نیروهاست. برداری با ابتداء مشخص و مشترک با ابتداء وزن و انتهاء نامعین است. چون باد موخشک‌کن به طور عمود بر وزن بر تار اثر داده‌ایم پیدا کردن انتهاء بردار نتیجه آسان است. زیرا مثل ترسیم مثلث‌قائم الزاویه‌ای است که یک ضلع آن و زاویه بین وتر آن ضلع معلوم است پس اگر از انتهاء بردار وزن خطی به طور عمود خارج کنیم برداز منتجه (که پایان آن مشخص نیست) را در نقطه‌ای قطع خواهد کرد. پس مقدار بردار منتجه معلوم می‌شود. با اندازه‌گیری بردار منتجه به وسیله خط کش و رعایت تناسب در اندازه بردار و وزن به مقدار نیروی پاره کنندهٔ تار پی می‌بریم.



بردار نیروی وزن را هم می‌توان از ابتداء و هم از انتهاء تار کشید اگر از ابتداء بکشیم امکان بلندتر کشیدن بردار وجود دارد البته باید توجه شود در مورد اندازه‌گیری بردار منتجه در هر مورد خط مربوطه را اندازه بگیرند.

۳ ــ با استفاده از دستگاه FAFEGRAPH

این دستگاه مخصوص اندازه‌گیری مقاومتهاست و در صنعت نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی به علت این که شکست تار عنکبوت ناگهانی نیست و از تمام نقاط تار شروع به پاره شدن می‌کند گسیختگی آن و موقع آن برای دستگاه محسوس نبود به همین جهت نتوانست اندازه‌گیری کند.

نتیجه‌ها:

مقاومتهایی که من به دست آوردم به ترتیب ۳۵ kg/mm^2، ۴۰ kg/mm^2 و ۶۰/۲۹ kg/mm^2 بودند در صورتی که مقاومت تار مسی ۱۵ kg/mm^2، تار اکریلیک ۲۰ kg/mm^2 شد (آنها را هم خودم اندازه گرفتم) در بعضی جاها ذکر شده که مقاومت حتی به ۲۶۰ kg/mm^2 هم می‌رسد ولی نوع آن تارها با تارهای عنکبوتهای خانگی تفاوت دارد. از دیگر نتایجی که به دست آوردم این بود که تار عنکبوت در برابر گرما و گذشت زمان مقاومت خود را به مرور زمان از دست می‌دهد بنابراین اگر کسی بخواهد تار مصنوعی بسازد باید این عیبهای تار را نداشته باشد. قطر تار عنکبوت بین ۱/۶۷ تا ۷/۹۲ میکرون متغیر است در حالی که قطر الیاف نساجی حدود ۱۰ میکرون است. بهر حال تار عنکبوت رشته‌ای بس محکم و مقاوم است. شرکتهای خارجی حتی موفق به ساختن الیافی محکم‌تر از تار عنکبوت نیز شده‌اند.

در بین حشرات، عنکبوت دارای چنان تارهای محکم و مقاومی است که شرکتهای تجارتی را مجبور به تحقیق در مورد آن تار کرده تا آنجا که به فکر ساختن تار مصنوعی مقاومی مثل تار عنکبوت بیفتند و منشأ تارها و پارچه‌های ضد گلوله حالا نیز که در ارتش آمریکا استفاده می‌شود همین تار بوده است. من با شنیدن خبری راجع به این تار در تلویزیون تصمیم به تحقیق و اندازه‌گیری مقاومت و تحمل تار گرفتم.

اگر یک تار یا رشته را تحت کشش قرار دهیم آن رشته یک مقدار معینی نیرو را تحمل می‌کند تا پاره شود ولی این نیرو بستگی به قطر آن دارد. یعنی هر چه قطر آن بیشتر باشد مقاومت آن نیز بیشتر می‌شود. در این حالت می‌دانیم که بر جزء جزء سطح تار نیروی کششی وارد می‌شود اگر مقاومت کلی تار را در نظر بگیریم (بر حسب kg/mm^2) آن وقت رابطهٔ زیر برقرار است:

$$p = \sigma \int dA$$

که اگر همهٔ dA ها (نیروی وارد بر جزء جزء سطح) مساوی باشند

$$\Rightarrow p = \sigma A \Rightarrow \sigma = \frac{p}{A}$$

حال اگر نیرو را تا حد پارگی تار زیاد کنیم و در مقابل سطح را نیز زیاد کنیم رابطه بالا برقرار و در همه حال σ ثابت می‌ماند در این حالت σ را این چنین تعریف می‌کنیم: «مقدار نیرویی که جسم می‌تواند تا حد پارگی دو واحد سطح تحمل کند» بنابراین فرمول کلی مقاومت کششی این است:

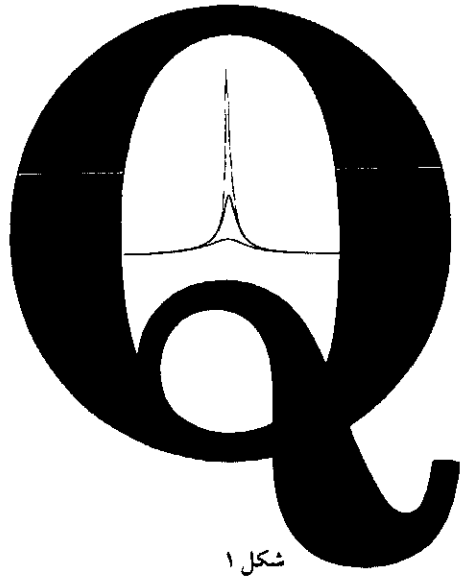
$$\sigma = \frac{p}{A}$$

عامل کیفیت (Quality factor)

کلیفورد شوارتس (Clifford Swartz)

تقریباً هر چیزی در پیچ و تاب است : هسته‌ها، اتمها، مولکولها، بلورها، زنگها، تارهای ویولون، درپوشهای کتری، مدارهای الکتریکی، پلها، تازه حتی خود کرهٔ بزرگ زمین. چنانچه در هرکدام آشفتگی ایجاد کنیم، در اطراف وضع تعادلش نوسان کرده و به‌تدریج انرژیی را که باعث آشفتگی آن شده است ازدست می‌دهد. اگر یکی از این دستگاه‌ها را با بسامد تشدید خود به حرکت وادارید، امکان دارد دامنهٔ نوسانهایش خیلی زیاد شود. مدت نوسانهای دستگاه آشفته شده و تیزی پاسخ آن به نیروی وادارنده، می‌تواند با یک ثابت بدون بُعد به نام عامل کیفیت با علامت اختصاری Q مشخص شود.

نوسان متداول ترین شکل حرکت است زیرا به‌وسیلهٔ یکی از ساده‌ترین قانونهای نیرو، قانون هوک $F=-kx$ ، ایجاد می‌شود که در آن F نیروی بازگردانندهٔ وارد بر شیئی است که به فاصلهٔ x از وضع تعادل خود جابه‌جا شده است. برای جابه‌جاییهای کوچک، در اولین تقریب، درواقع قانون هوک پاسخ اغلب دستگاه‌های مقید را توصیف می‌کند. این قانون در مورد جابه‌جایی اتمهای مقید در شبکهٔ بلورین و یا مقید در مولکول، و نیز در مقیاس بزرگ جامدات صدق می‌کند. نیروی مربوط به قانون هوک نوسانهای سینوسی تولید می‌کند.



شکل ۱

همهٔ نوسانها میرا هستند. انرژی آنها در اثر اصطکاک یا تابش تلف می‌شود. اگر فرض کنیم که نیروی اصطکاک با سرعت متناسب است، که در بیشتر موارد تقریب خوبی است، آنگاه نیروی اصطکاک به صورت $bv = b\frac{dx}{dt}$ بوده که در آن b ثابت تناسب اصطکاک است. معادلهٔ نوسانگر به صورت $m\frac{d^2x}{dt^2} = -b\frac{dx}{dt} - kx$ درمی‌آید که منحنی معروف نوسان میرا را به‌دست می‌دهد (شکل ۱) برای آسانی تحلیل، در بسیاری از متنهای درسی (چنانکه متداول نیز هست) موارد زیر را تعریف می‌کنند :

بسامد زاویه‌ای «طبیعی» تشدید $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

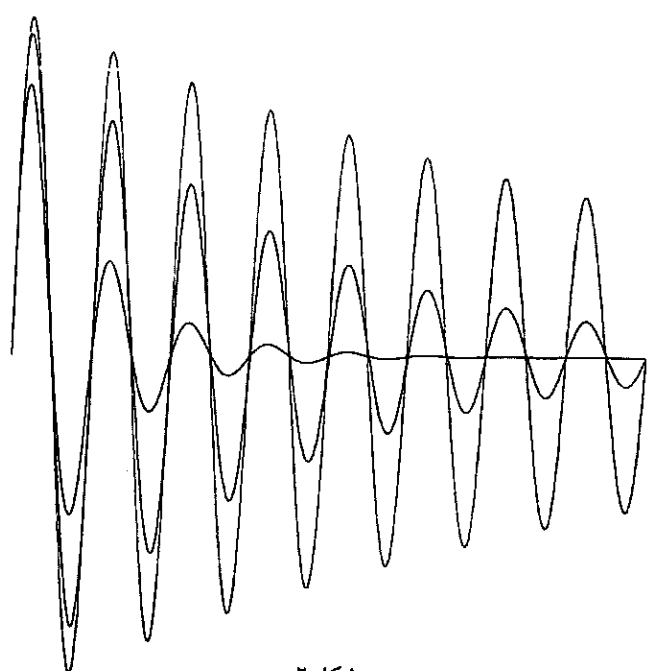
عامل میرایی، با ابعاد بسامد $\gamma = \frac{b}{2m}$

«عامل کیفیت»، بدون بعد $Q = \frac{\omega_0}{2\gamma} = \frac{\sqrt{mk}}{b} = \frac{\omega_0 m}{b}$

اینک می‌خواهیم دربارهٔ ماهیت Qی یک دستگاه تحقیق کنیم. روشن است که هرچه ثابت تناسب اصطکاک، b، بزرگ‌تر باشد، Q کوچک‌تر بوده میرایی نوسانها سریع‌تر است. هنگامی که Q بسیار بزرگ است، مقدار میرایی کوچک است و داریم $\omega=\omega_0$ ؛ حتی اگر $Q=1$ داریم $\omega = 0/87\omega_0$ که فقط به اندازهٔ ۱۳ درصد کمتر از ω_0 است. تفاوت بین نوسانهای با Q ی بزرگ و Qی کوچک را می‌توانید در شکل ۲ ببینید.

هنگامی که Q برابر ۶۰۰ است در هر نوسان در حدود یک درصد انرژی از بین می‌رود. مثال آن تار ویولون یا پیانو است، که پس از هر

ضربه، صدایش در حدود یک ثانیه طول می‌کشد. تاری که بسامد اصلی آن در حدود چند صد هرتز است، Qی آن باید در حدود ۱۰۰۰ باشد. درپوش کتری آشپزخانه که تقریباً ده ثانیه می‌لرزد تا شدتش به حدود $\frac{1}{3}$ مقدار اولیه کاهش یابد، بسامدی برابر ۶۶۰Hz دارد. از آنجا که در حدود ۶۶۰۰ نوسان طول می کشد تا انرژی آن به $\frac{1}{e}$ مقدار اولیه اش برسد $(e=2/718\cdots)$، Qی آن باید برابر ۴۰۰۰۰ باشد! شدت ارتعاشهای زمین‌لرزه، علی‌رغم بزرگی زمین، به کندی کاهش می‌یابد. Qی این ارتعاشها در حدود چند صداست. یک گذار اتمی که نور مرئی تولید می‌کند دوامی ($\frac{1}{e}$ زمان) در حدود 10^{-8} ثانیه دارد. با توجه به اینکه دورهٔ نور مرئی در حدود 10^{-15} ثانیه است، پس Qی آن باید تقریباً برابر 10^8 باشد. پرتوی گامای تابش شده از هستهٔ ^{57}Fe (هنگامی که در یک بلور مقید است) اثر مُسباوُر[1] (Mossbaur)) Qای بیش از 10^{12} دارد و نسبتاً برای همیشه نوسان می‌کند. توجه کنید که یک چشمهٔ سیگنال با Qی بزرگ، یک موج سینوسی بلند مدت و درنتیجه سیگنالی بسیار تکرنگ ایجاد می‌کند.



شکل ۲

اکنون فرض کنید که یک نیروی خارجی دوره‌ای با بسامد زاویه‌ای ω ، نوسانگری با بسامد زاویه‌ای طبیعی ω_0 را وادار به نوسان کند. اگر بسامد زاویه‌ای وادارنده نزدیک به بسامد زاویه‌ای طبیعی نوسانگر باشد، نوسانهایی با دامنهٔ بزرگ می‌تواند ایجاد کند. این پدیده، هم در وسیله‌های طبیعی و هم در وسیله‌های ساخت انسان اهمیت دارد. رفتار کلی چنین دستگاهی برحسب نسبت بسامد زاویه‌ای وادارنده به بسامد زاویه‌ای طبیعی $\frac{\omega}{\omega_0}$ مشخص می‌شود. هنگامی که ω خیلی کوچک تر یا خیلی بزرگ تر از ω_0 است، دامنهٔ نوسان دستگاه واداشته کوچک است. هنگامی که ω نزدیک و یا برابر ω_0 است، دامنه بزرگ می‌شود. هرچه مقاومت درونی یا اصطکاک دستگاه کوچک‌تر باشد (یعنی هرچه Q بزرگ‌تر باشد)، هنگامی که $\omega\approx\omega_0$ پاسخ تشدید قوی‌تر است و هنگامی که ω با ω_0 تفاوت داشته باشد، دامنه سریع‌تر کاهش می‌یابد. این رفتار در شکل ۲ نشان داده شده است.

اثرهای کیفی یک دستگاه تشدیدی واداشته را می‌توان با یک وسیلهٔ بسیار ساده به نمایش درآورد. دو آونگ را به یک سیم افقی و محکم که کشیدگی آن قابل تنظیم باشد آویزان کنید. اگر دو گلوله جرمهای مساوی داشته باشند،این دستگاه، تبادل کامل انرژی بین دو آونگ و وجود بسامدهای طبیعی را به نمایش می‌گذارد. امّا برای نشان دادن نوسان واداشته، یکی از دو گلوله را حداقل ده مرتبه سنگین‌تر از دیگری انتخاب کنید. دراین صورت گلولهٔ سنگین‌تر، وادارنده خواهد بود که با تغییر طول نخ آن می‌توانید ω را تغییر دهید. به سادگی می‌توان نشان داد و مشاهده کرد که دامنه و فاز پاسخ هر دو تابعی از $\frac{\omega}{\omega_0}$ هستند.

منحنیهای تشدید یک دستگاه واداشته را می‌توان برحسب نسبت بسامد زاویه‌ای ω_0 به پهنای کامل منحنی پاسخ [در نصف ارتفاع] مشخص کرد. این نسبت برابر Q است و $Q=\frac{\omega_{\text{تشدید}}}{2\Delta\omega}$ که در آن $\Delta\omega$ برابر پهنای کامل منحنی دامنه در ارتفاعی است که $A=\frac{1}{\sqrt{2}}A_{\text{تشدید}}$ یا $\Delta\omega$ برابر پهنای کامل منحنی انرژی است درجایی که $E=\frac{1}{2}E_{\text{تشدید}}$

برای مثال، مقدار Q برای رادیوی ترانزیستوری نوعاً درحدود ۱۰۰ است. اگر گیرنده رادیو در ۱۰۰۰kHz (مرکز باند AM) تنظیم شود، منحنی پاسخ دارای پهنای کامل (در نصف ارتفاع ماکزیمم) برابر ۱۰kHz خواهد بود. این پهنای باند برای حمل گسترهٔ بسامدهای شنودی تحت پوشش لازم است که مقدار آن برای رادیوی AM تنها برابر 5kHz است.

دستگاه‌های با Qی بزرگ مقاومت درونی کوچکی دارند و نوسان آنها به کندی از بین می‌رود و پاسخ آنها به نیروی وادارنده در بسامد تشدید تیز و قوی است. نوسانهای دستگاهی با Qی کوچک به تندی از بین می‌رود و این دستگاه، حتی در بسامد تشدید، به کندی به نیروی وادارنده پاسخ می‌دهد. البته این معیارها تنها برای دستگاه‌های فیزیکی به‌کار می‌روند، اما معلمان فیزیک متحیر می‌شوند که چگونه مشخصات دانش‌آموزان خود را بیان کنند. چنانچه تعادل روحی آنها را آشفته کنید آیا تپ و تابی برای یک مدت در آنها مشاهده نمی‌کنید؟ آیا دیده‌اید هنگامی که به بسامد طبیعی علاقهٔ آنها نزدیک می‌شوید، احساسها و تمایل آنها به‌طور قابل ملاحظه‌ای زیاد می‌شود؟ که امیدواریم این علاقه به موضوع علم فیزیک باشد! آرزومندیم که همهٔ شما دارای کلاسهایی باشید که بسامد طبیعی تشدیدشان با بسامد شما جور باشد و نیز دارای دانش‌آموزانی با بالاترین Q باشید!

$$F = ma = m\frac{d^2x}{dt^2} = -kx \Rightarrow$$

$$x = A\sin(\sqrt{\frac{k}{m}}\ t + \alpha) = A\sin(\omega_0 t + \alpha)$$

که در آن $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ بسامد زاویه‌ای طبیعی، و α فاز اولیه است. هرچه ثابت فنر k بزرگ‌تر باشد، بسامد تشدید بالاتر است و هرچه جرم جسم m بزرگ‌تر باشد، بسامد زاویه‌ای ω_0 کوچک‌تر خواهد بود. بسامد طبیعی دستگاه برحسب هرتز برابر $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$ و دورهٔ طبیعی آن برابر $T_0 = \frac{1}{f_0}$ است (توجه داشته باشید که معادلهٔ دیفرانسیل ایجاب می‌کند مشتق دوم جابه‌جایی x نسبت به زمان t متناسب با منفی جابه جایی باشد. تابع سینوسی دارای چنین ویژگی‌ای است چرا که اگر مشتق کسینوس را بگیریم منهای سینوس به دست می‌آید.)

نوسان میرا به شکل زیر توصیف می‌شود :

$$x = (x_0 e^{-\frac{b}{2m}t})\ \sin(\sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}}\ t + \alpha)$$

دامنهٔ جملهٔ سینوسی برابر $x_0 e^{-\frac{b}{2m}t}$ است. در $t = 0$ برابر x_0 است، اما پس از زمان $t = \frac{2m}{b}$ به $\frac{1}{e}$ دامنه اولیه‌اش تقلیل می‌یابد. هنگامی که $t \to \infty$ آنگاه $x \to 0$. بدون اصطکاک داریم $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$. توجه کنید که وجود اصطکاک بسامد را کاهش می‌دهد.

بسامد زاویه‌ای واقعی تشدید با بسامد زاویه‌ای طبیعی، برحسب γ و Q طبق $(1 - \frac{1}{4Q^2})$ رابطه دارند. $\omega^2 = \omega_0^2 - \gamma^2 = \omega_0^2(1 - \frac{1}{4Q^2})$

معادلهٔ نوسانی سادهٔ میرا به‌صورت $\frac{d^2x}{dt^2} + 2\gamma\frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$ یا $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q}\frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$ درمی‌آید که حل آن به‌صورت زیر است :

$$x = x_0 e^{-\gamma t}\sin(\omega t + \alpha) = x_0 e^{\frac{-\omega_0}{2Q}t}\ \sin(\omega_0\sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}\ t + \alpha)$$

راه دیگر برای درک اهمیت Q، محاسبهٔ دامنهٔ افت انرژی در هر نوسان کامل میراست. به جای بیان t برحسب ثانیه، می‌توان آن‌را برحسب تعداد نوسانهای کامل، n، بیان کرد :

$$t = nT_0 = n\frac{2\pi}{\omega_0}$$

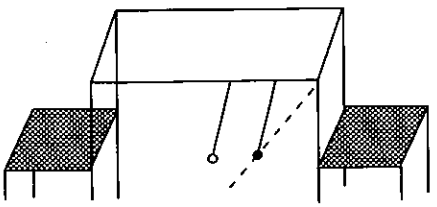
با استفاده از این عبارتها داریم : $x = x_0 e^{\frac{-n\pi}{Q}}\sin(\omega t + \alpha)$

دامنه در $\frac{Q}{\pi}$ نوسان کامل و انرژی در $\frac{Q}{\pi}$ نوسان کامل، e برابر افت می‌کنند (زیرا انرژی متناسب با مجذور دامنه است). در یک نوسان کامل $\frac{\Delta x}{x} = \frac{\pi}{Q}$ و $\frac{\Delta E}{E} = \frac{2\pi}{Q}$ (از آنجا که $e^{\frac{-n\pi}{Q}} \simeq 1 - \frac{n\pi}{Q}$ آنگاه $x_0 = x_0$ و $x_1 \simeq x_0 - \frac{\pi}{Q}$ ، $x_2 \simeq x_0 - \frac{2\pi}{Q} = x_1 \simeq x_1 - \frac{\pi}{Q}$ و غیره). با توجه به اینکه انرژی در Q رادیان e برابر کاهش می‌یابد و اینکه کسر انرژی از بین رفته در هر رادیان برابر $\frac{\Delta E}{E} = \frac{1}{Q}$ است می‌توانیم از عامل 2π راحت شویم (برای مثال اگر $Q = 12$ ، انرژی در ۲ دور یا تقریباً ۱۲ رادیان، e برابر کاهش می‌یابد. کسر افت انرژی برابر $\frac{1}{2}$ در یک نوسان کامل یا تقریباً $\frac{1}{12}$ در یک رادیان است).

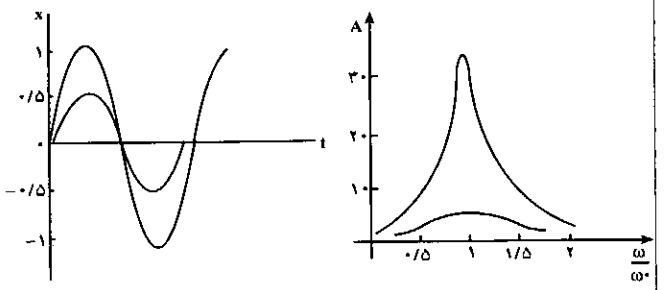
چنانچه دستگاهی به وسیلهٔ نیروی $F\sin\omega t$ به حرکت واداشته شود (پس از آنکه هر عامل گذرا از بین برود) اندازهٔ دامنه‌اش به‌صورت زیر است :

$$|A| = \frac{\frac{F}{m}}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2\omega^2}} = \frac{F}{k}\cdot\frac{\frac{\omega_0}{\omega}}{\sqrt{(\frac{\omega_0}{\omega} - \frac{\omega}{\omega_0})^2 + \frac{1}{Q^2}}}$$

هنگامی که $\omega = \omega_0$ ، دامنه برابر $Q\frac{F}{k}$ می‌شود که در آن عامل Q مانند جملهٔ تقویت کننده عمل می‌کند. در یک مدارمتوالی RLC که به وسیلهٔ سیگنالی با دامنهٔ ولتاژ V واداشته شده است، ولتاژ دو سر خازن برابر V (مقدار Q) می‌شود، دامنه‌ای که ممکن است خازن را به‌راحتی خراب کند.



برای تبدیل این رابطه‌ها، به منظور توصیف مدارهای الکتریکی RLC اگر L به جای m، R به جای b، و $\frac{1}{C}$ به جای k گذاشته شود، عامل میرایی برابر $\gamma = \frac{R}{2L}$ و عامل کیفیت برابر $Q = \frac{\omega_0 L}{R}$ می‌شود.



زیرنویس:

۱ــ اثر مُسباوُر «Mössbauer effect» هنگامی که برخی هسته‌ها با گسیل تابش گاما وا می‌پاشند، این اثر روی می‌دهد. برای هسته‌های منفرد، تابش گاما معمولاً گسترده‌ای از انرژی دارند زیرا انرژی فرآیند بین فوتون پرتو گاما و انرژی پس زنی هستند پخش می‌شود. در سال ۱۳۳۶(۱۹۵۷م) موسباوُر (متولد به سال ۱۳۰۸) کشف کرد که در برخی از جامدات، که در آنها هسته‌های گسیلنده با نیروهای قوی در شبکه نگهداشته شده‌اند، انرژی پس‌زنی را کل شبکه می‌گیرد. از آنجا که این شبکه ممکن است 10^{10} تا 10^{20} اتم داشته باشد، انرژی پس‌زنی ناچیز است و انرژی فوتون گسیل شده در یک گسترده بسیار باریک از انرژی به طور تیز تعریف می‌شود.

ترجمه محمد علی سعادت‌بخت

مرجع زیرنویس

Oxford Reference (1991) Mössbauer effect Concise Science Dictionary, 452.

مرجع:

Swartz, Clifford, (Dec 1990)

Quality factor, The Physics Teacher No. 9, Vol 28, Certerfold.

پرتابه های واقعی

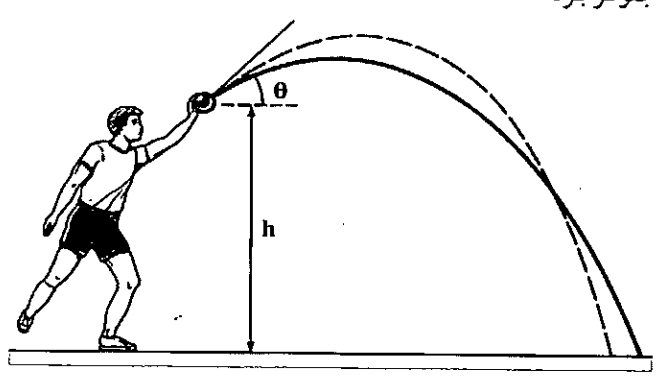
هاریس بنسون (Harris Benson)

خاطر نشان می‌کنیم معادلات سینماتیک با شتاب ثابت، حتی برای پرتابه‌های معمولی باید با احتیاط بکار برده شود.

حرکت پرتابی در پرتابه‌ها و خیلی از فعالیتهای ورزشی نقش اساسی دارد. اکنون بعضی از پیچیدگیهایی که ممکن است روی دهد را بررسی می‌کنیم. یکی از ورزشهایی که اثر هوا در آن ناچیز است پرتاب وزنه است.

می‌دانیم بیشترین برد پرتابه، یعنی وقتی جسم به سطح اولیهٔ خود برمی‌گردد تحت زاویهٔ اولیهٔ 45° انجام می‌گیرد. امّا وزنه در ارتفاع h با سرعت اولیه V_0 و زاویهٔ θ از دست شخص جدا می‌شود و بعد به زمین می‌رسد.

برای آنکه وزنه بیشترین برد را داشته باشد، تحت چه زاویه‌ای باید پرتاب شود؟ (چرا باید زاویهٔ $\theta > 45^\circ$ را درنظر نگیریم؟) وقتی زاویهٔ پرتاب کمتر از 45° است، وزنه با برد کمتری به سطح اولیه‌اش برمی‌گردد، اما مؤلفهٔ افقی سرعتش (چنانچه از شکل ۱ پیداست) نسبت به مؤلفهٔ افقی سرعت 45° بیشتر است. و این کافی است که وزنه را جلوتر برد.



شکل ۱ ــ مسیر خط چین برای 45° است.
وقتی یک پرتابه به پایین تر از سطح اولیهٔ خود فرود می‌آید بیشترین برد تحت زاویهٔ کمتر از 45° به دست می‌آید.

زاویه θ_m که در آن بیشترین برد را داریم از رابطهٔ زیر بدست می‌آید.

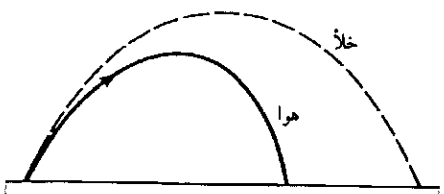
$$\tan\theta_m = \frac{1}{\sqrt{1+2gh/V_0^2}}$$

رابطهٔ بالا نشان می‌دهد θ_m به V_0 و h بستگی دارد. اگر $h=0$ باشد خواهیم داشت: $\tan\theta_m = 1$ و درنتیجه $\theta_m = 45^\circ$ که با تحلیل اخیر ما سازگار است.

مقادیر نوعی برای پرتاب کننده‌های وزنه عبارتند از $h = 2m$ ، $V_0 = 14m/s$ که با قراردادن در رابطهٔ بالا زاویه $\theta_m = 42/5^\circ$ را به ما می‌دهد و برد پیش‌بینی شده در حدود ۲۳ متر است. (برای یک پرتاب کنندهٔ آماتور چه نتیجه‌ای برای θ_m می‌گیرید؟)

بر جسمی که در یک شاره مانند هوا حرکت می‌کند نیروی مقاومی برخلاف جهت حرکتش وارد می‌شود در بیشتر موارد این نیروی مقاوم متناسب با مربع سرعت است. برای یک توپ بیسبال ۰/۱۴۵ کیلوگرمی سرعت تا به $40m/s$ نیز می‌رسد. با سرعت $35m/s$ ، که اغلب در این مدت، نیروی مقاوم حدود دوسوم وزن توپ است.

شکل ۲ اثر مقاومت هوا را روی مسیر یک پرتابه در مقایسه با مسیر آرمانی سهموی نشان می‌دهد. برد و ارتفاع اوج هردو کاهش یافته‌اند. در این حالت متحرک زودتر به ارتفاع اوج می‌رسد و جهت حرکت هنگام برخورد با زمین عمودی‌تر است. طرح‌های قرون وسطی برای مسیرهای گلوله‌های توپ است که در نشان دادن تقارن نداشتن مسیرها درست بودند.



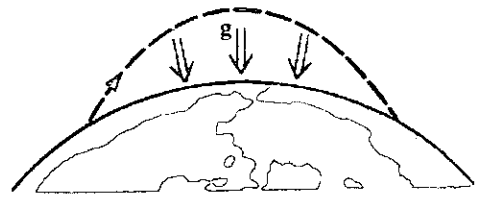
شکل ۲ــ با درنظرگرفتن مقاومت هوا مسیر یک پرتابه سهموی نیست برد و ارتفاع اوج کاهش پیدا کرده و زاویه برخورد بیشتر از زاویه پرتاب است.

پرتابه های واقعی

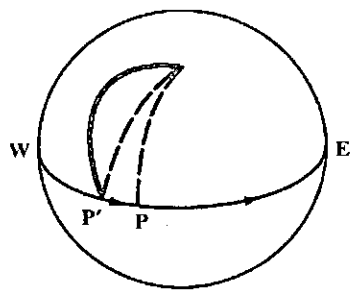
پرتابه های واقعی
پرتابه های واقعی
پرتابه های واقعی

از آنجا که مؤلفهٔ افقی سرعت بتدریج کاهش پیدا می‌کند و مؤلفهٔ قائم به صفر می‌رسد اثر مقاومت هوا روی برد بیشتر از اثر آن روی ارتفاع اوج است. زاویهٔ اولیه برای بیشترین برد کمتر از ۴۵° است و با افزایش سرعت اولیه کمتر می‌شود. برای مثال اگر سرعت اولیه ۳۵ m/s باشد زاویهٔ بهینه برای یک برد ۱۱۲ متری ۴۴° است.

حتی وقتی از مقاومت هوا چشم‌پوشی می‌شود مسیر تنها وقتی سهمی است که جهت شتاب گرانش ثابت باشد، وقتی سرعت اولیه زیاد باشد مانند سرعت گلوله‌های توپخانه و موشکهای بالستیک، از انحناء زمین نمی‌توان چشم‌پوشی کرد، زیرا شتاب معمولاً به سمت مرکز زمین می‌باشد بنابراین جهت آن در طول مسیر گلوله یا موشک تغییر می‌کند. در غیاب مقاومت هوا (همانند شکل ۳ــ الف) مسیر واقعی بیضوی است.



(الف)



(ب)

شکل ۳ ــ الف و ب: در متن توضیح آن آمده است.

با درنظرگرفتن چرخش زمین حرکت پیچیده‌تر می‌شود. فرض کنید یک پرتابه از قطب شمال به یک هدف در یک نقطه از طول جغرافیایی شلیک شده است. در مدت پرواز گلوله یا موشک، چرخش زمین سبب حرکت هدف از موقعیت اولیه‌اش نسبت به نقطهٔ شلیک می‌شود. درنتیجه اگر موشک مستقیماً در راستای هدف متحرک هدف‌گیری شده باشد به هدف نمی‌خورد باید در جهت شرق پرتاب بشود تا این اثر را جبران کند (شکل ۳ــ ب).

محاسبهٔ مسیر واقعی برای گلولهٔ توپ دوربرد با درنظرگرفتن اثرات هوا و زمین یکی از اولین طراحی‌هایی بود که به ENIAC، اولین کامپیوتر جدید، داده شد.

«اثر اسپین»

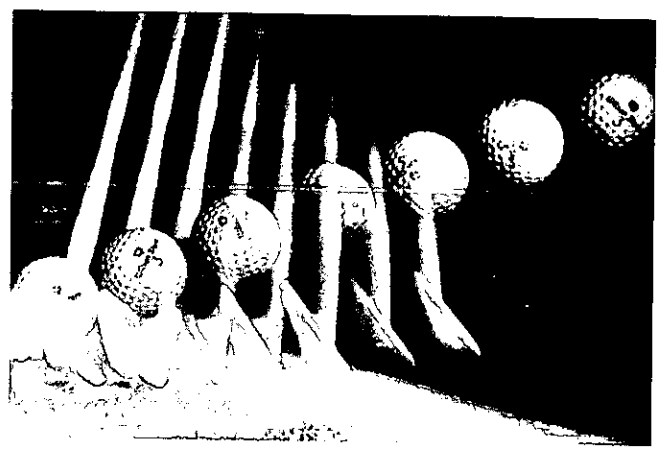
وقتی بازی گلف ابداع شد، بازیکنان خیلی زود متوجه شدند توپهای ناصاف بیشتر از توپهای صاف حرکت می‌کنند. در سال ۱۲۷۵ هجری شمسی (۱۸۹۶ میلادی)یک فیزیکدان به نام پی. جی. تیت (P.G. Tait) دریافت که برد توپهای ناصاف بیشتر از مقداری است که تئوری پیش‌بینی می‌کند. حتی اگر ازمقاومت هوا چشم‌پوشی شود. او درست نتیجه گرفت که اسپین معکوس داده شده به توپ سبب یک نیروی بالابر می‌شود. یک گلف باز حرفه‌ای می‌تواند یک سرعت اولیهٔ ۶۰m /s و یک آهنگ اسپین تا ۱۲۰ دور بر ثانیه به توپ بدهد. (شکل ۴ــ الف) اگرچه توپ دارای اسپین با هوا در یک مسیر پیچیده برهمکنش می‌کند، ولی می‌توان به‌طور کیفی متوجه شد که چرا این بلند شدن اتفاق می‌افتد. وقتی یک توپ دارای اسپین معکوس است قسمت پایین توپ دارای سرعت بیشتری نسبت به قسمت بالایی آن است درنتیجه همانند (شکل ۴ــ ب) نیروی رویه بالای حاصل از برخورد با مولکولهای هوا در پایین توپ (F_b) بیشتر از نیروی رو به پایین در بالای توپ (F_t) است.

مؤلفهٔ نیروی خالص در راستای عمود بر سرعت را بالابر (lift) و نیروی در خلاف جهت سرعت را مقاوم (drag) می‌نامیم.

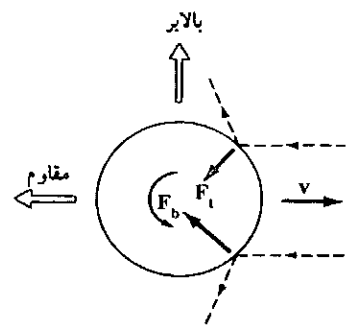
هر دو نیروی بالابر و مقاوم با افزایش سرعت زیاد می‌شوند اما نیروی

پرتابه های واقعی

بالابر به اسپین معکوس حساس‌تر است. فرورفتگیهای روی توپ یک مقدار کنترل شده در ناصافی می‌دهد.



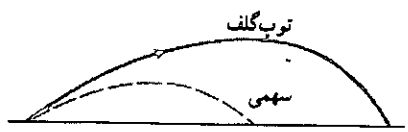
(الف)



(ب)

شکل ۴ ــ الف و ب: در متن توضیح آن آمده است.

وقتی به یک توپ ضربه زده می‌شود ممکن است نیروی بالابر بزرگتر از وزن توپ باشد درنتیجه مسیر حرکت ممکن است اندکی به سمت بالا انحناء پیدا کند. در هر حالت بطور نسبی بیشتر از نصف مسیر مستقیم خواهد بود شکل (۵) اثر اسپین معکوس روی مسیر حرکت را در مقایسه با مسیر پیش‌بینی شدهٔ بدون اسپین نشان می‌دهد. بیشترین برد برای یک توپ گلف دارای اسپین تحت زاویهٔ پرتاب ۴۵° اتفاق نمی‌افتد زیرا نیروی خالص مؤلفهٔ بزرگی به طرف عقب‌دارد. زاویهٔ بهینه در حدود ۲۰° می‌باشد اگرچه در عمل زاویه پرتاب ۱۰° برای بردهای طولانی داده می‌شود. برای زاویه پرتاب ۱۰° و سرعت اولیهٔ ۶۰m/s نظریه ساده یک برد ۱۲۰ متری را پیش‌بینی می‌کند. در واقع این برد به ۱۸۰ متر نزدیکتر است.



شکل ۵ ــ الف و ب: در متن توضیح آن آمده است.

اسپین در ورزشهای دیگر نیز همانند بیسبال، تنیس و کریکت (یک جور گوی بازی) نقش دارد. کُرک روی توپ تنیس و شیارها روی توپ بیسبال یا توپ کریکت لازمه تولید اثراتی مانند اسپین معکوس، اسپین بالا و یا اسپین حول محور قائم می‌باشد، توپ بیسبال می‌تواند با اسپینی حدود ۲۰ دور بر ثانیه پرتاب شود اگرچه اسپین روی برد زیاد نیست. انحراف بین کسی که توپ را می اندازد و کسیکه به توپ ضربه می‌زند، روی می‌دهد که قسمتی از فریب بازی است.

در بازی تنیس و کریکت این وضع پیچیده‌تر است زیرا توپ دارای اسپین که به بازیکن گیرنده می‌رسد به طور غیر قابل پیش‌بینی پرش دارد.

ترجمهٔ احمد احمدی

مرجع

Benson, Harris (1991), Real Projectiles, ***university Physics***, John Wiley and Sons Inc., 71-2.

اخبار علمی

نمودار ماه: مدیریت بار در کارخانه سیمان

نمودار زیر نشان دهندهٔ نتایج حاصل از به کارگیری مدیریت بار به‌منظور پیک سایی در یکی از کارخانه‌های سیمان کشور می‌باشد. با توجه به ساعت کار قسمتهای مختلف کارخانه و با استفاده از یک برنامه سادهٔ کامپیوتری زمانهای مناسب بهره‌برداری از قسمتهای مختلف کارخانه مطابق نمودار بدست آمده است. همانطورکه در نمودار دیده می‌شود انتقال ساعات کار (مصرف انرژی) در قسمتهای مختلف فرآیند تولید سیمان، باعث شده است تا در ساعتهای ۱۹ تا ۲۳ شب و پیک مصرف برق در کشور، کمترین تعداد واحدهای مصرف کننده در حال کار باشند و تنها کوره که لازم است به صورت دائم روشن باشد در این ساعات برق مصرف می‌کند. با به کارگیری روشهای مدیریت انرژی و با درنظر گرفتن ساعات مناسب بهره‌برداری، دیماند ماکزیمم کارخانه از ۱۲/۳ به مقدار ۱۰/۳ مگاوات رسیده و همچنین ضریب بار، از مقدار قبلی ۰/۵۲ به مقدار ۰/۷۸ افزایش یافته است. این در حالیست که کمترین خللی در روند تولید سیمان بوجود نیامده است. انتخاب دیماند بهینه مصرف برق، نه تنها باعث تقلیل هزینه‌های جاری کارخانه می‌شود بلکه باعث کاهش قابل توجه سرمایه‌گذاری اولیه در کارخانجات در حال ساخت می‌گردد. به علاوه، کاهش دیماند صنایع در ساعات پیک شبکه سراسری برق، باعث کاهش پیک مصرف برق در

این ساعات می‌گردد که در نتیجه از میزان سرمایه‌گذاری لازم برای توسعه نیروگاههای کشور می‌کاهد.

مدیریت انرژی در دانمارک

«برنامه ۹۵» عنوان برنامه گسترده‌ای است که از سوی شرکت تولید برق «الکرافت» (ELKRAFT) با همکاری شهرداری کپنهاگ درمنطقه شرق دانمارک در زمینه بهینه‌سازی تولید و مصرف انرژی آغاز شده است. این منطقه در سال ۱۹۹۵ مصرفی برابر ۱۳/۶ تراوات ساعت (TWh) داشت، که تنها ۲ درصد از آن از توربین‌های بادی و ۹ درصد از آن از نیروگاههای سیکل ترکیبی کوچک و مابقی به نسبت یک سوم از نیروگاههای سیکل ترکیبی و دو سوم از نیروگاههای عادی بدست می‌آمدند.

«برنامه ۹۵»، برای ۱۰ تا ۱۵ سال طراحی شده است. در طول این برنامه موارد زیر مورد نظر خواهد بود:

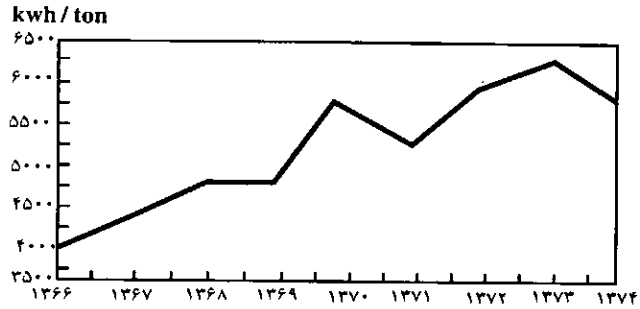
۱ ــ اجرای طرح بهینه سازی مصرف با کمک دولت برای جلوگیری از افزایش مصرف برق ۲ ــ افزایش رقم نیروگاههای سیکل ترکیبی کوچک و همچنین ایجاد نیروگاههای سیکل ترکیبی متوسط ۳ ــ افزایش شمار توربین‌های بادی و ایجاد «مزارع (نیروگاههای) بادی» ۴ ــ افزایش استفاده از بیوماس در نیروگاهها و همچنین ساخت یک سیکل ترکیبی کوچک با استفاده از سوخت بیوماس ۵ ــ کاهش خطوط انتقال برق کنونی و تعویض آنها با خطوط انتقال با ولتاژ بالاتر، ابتدا در مناطق پرجمعیت و سپس در مناطق دیگر ۶ ــ مطالعه برای استفاده از گاز طبیعی ۷ ــ افزایش پروژه‌های پژوهش و توسعه.

انتظار می‌رود که با اجرای این اقدامات و چندین اقدام دیگر، تا سال ۲۰۰۵، مصرف انرژی ۱۰ درصد به نسبت روند عادی افزایش سالانه آن کاهش یابد و از حداکثر ۱۵TWh در این سال بالاتر نرود. از این گذشته انتظار می‌رود، با پیشرفت تکنولوژی و دانش عملی، بتوان کارآیی انرژی در سیستم‌های ترکیبی را از ۳۸ درصد در سال ۱۹۸۰ به ۷۴ درصد در سال ۲۰۱۰ رساند. از سوی دیگر «برنامه ۹۵»، سبب تنوع سوخت‌ها

خواهد شد و با کاهش سهم زغال سنگ، به سود بیوماس، بَاد و گاز، امنیت تأمین انرژی را بالا می‌برد.

سرانجام در زمینه محیط زیست، «برنامه ۹۵» سبب خواهد شد که میزان دی‌اکسید گوگرد از ۴۰۰۰۰ تن در سال ۱۹۹۵ به کمتر از ۲۴۰۰۰ تن در سال ۲۰۰۰، میزان اکسیدهای ازت از حدود ۳۰۰۰۰ تن به کمتر از ۲۵۰۰۰ تن در سال ۲۰۰۵ و میزان دی‌اکسید کربن نیز تا این سال نزدیک به ۳۵ درصد کاهش یابد و به حدود ۹۰۰۰ تن در سال برسد.

* به نقل از بهسامان (بهینه‌سازی مصرف انرژی)، سال اول شمارهٔ ۱۱ آذرماه ۱۳۷۵



نمودار ماه: شدت مصرف انرژی در یک کارخانه شیشه

نمودار مقابل تغییرات شدت مصرف انرژی حرارتی را در یک کارخانه تولید کنندهٔ ظروف شیشه‌ای در خلال سالهای ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۴ نشان می‌دهد. بررسی اولیه تناژ تولیدی و مصرف سوختهای مازوت، گازوئیل و گاز مایع در این کارخانه نشان می‌دهد که میزان مصرف این سوختها برای تولید واحد محصول در طی دوره مطالعه افزایش داشته است. به گونه‌ای که متوسط شدت مصرف انرژی فسیلی در سه سال آخر، ۶۱۰۰ کیلو وات ساعت حرارتی بر تن محصول می‌باشد. محاسبه شدت مصرف انرژی الکتریکی از صورت حسابهای برق این کارخانه و آمار و تناژ تولید نشان می‌دهد که به‌طور متوسط ۵۷۰ کیلووات‌ساعت الکتریکی برای تولید هر تن محصول مصرف شده است. نتایج حاصل از دیگر پروژه‌های انجام شده در یک کارخانه تولید کنندهٔ شیشه‌های جام و سکوریت حاکیست که شدت مصرف انرژی فسیلی آن ۵۵۵۴ کیلووات‌ساعت حرارتی بر تن و شدت مصرف انرژی الکتریکی آن ۲۰۰ کیلووات‌ساعت بر تن می‌باشد. کارخانه مشابه این کارخانه در کشور چین، مصرف کنندهٔ ۳۸۶۶ کیلووات ساعت حرارتی و ۱۲۰ کیلووات ساعت الکتریکی برای تولید هر تن محصول است.

در کارخانه مورد مطالعه به علت عدم رعایت ترکیب شیمیایی مناسب مواد ورودی به کورهٔ ذوب، تلفات شدید حرارتی از بدنهٔ کوره، دودکش، واحد پالایش مذاب و کانالهای انتقال دهندهٔ آن، کنترل نادرست ماشین‌آلات، شکل دهی مذاب و تنظیم نبودن مشعلهای «لهر» (کورهٔ تنش‌گیری) به تلفات تولید، تا میزان ۴۰ درصد می‌انجامد که مستقیماً تلفات انرژی را بدنبال دارد. ضمن آنکه عملکرد غیر بهینهٔ سیستمهای گرمایش، سرمایش و روشنایی نیز درصد قابل توجهی انرژی را هدر می‌دهد.

مدیریت انرژی در اندونزی

سیاست‌گذاری و ایجاد هماهنگی‌های لازم در زمینه مدیریت انرژی در کشور اندونزی به وسیله سازمانی در سطح وزارتخانه‌ها، به ریاست وزیر معادن و انرژی و در چارچوب طرح عمومی انرژی در برنامه‌های پنج ساله ملی توسعه، انجام می‌گیرد.

مهم‌ترین موانع بر سر راه مصرف منطقی انرژی، بهای نازل انرژی، عدم تمایل مدیران اجرایی به برنامه‌های مدیریت انرژی و کمبود آگاهی در مصرف کنندگان خانگی ارزیابی شده است. سیاست یارانه رسانی در حال حاضر به صورتی است که بخش خانگی ناچار به پرداخت بهای گزافتری نسبت به صنایع می‌باشد. با وجود این، بهای انرژی هنوز آنقدر پایین است که مصرف کنندگان خانگی تمایلی به خریدن وسایل خانگی کاراً از لحاظ مصرف انرژی از خود نشان نمی‌دهند.

در سال ۱۹۸۷، دولت اندونزی با همکاری بانک جهانی یک مؤسسهٔ مستقل مدیریت و مشاوره در زمینه انرژی به نام (Koneba) تأسیس کرد که اجرای برنامه‌های گوناگون در این زمینه را بر عهده گرفت. مهم‌ترین اقدامات عبارتند از:

۱ ــ برنامه آگاه‌سازی از طریق رسانه‌های عمومی، رادیو، تلویزیون، پوستر و...

۲ ــ پروژه‌های ممیزی انرژی. نتیجه ممیزی انرژی در ۳۸ کارخانه (فلزات، سیمان، کود، شکر، شیشه، کاغذ ...) نشان داده است که بدون سرمایه‌گذاری یا با سرمایه‌های اندک، تنها از طریق بهینه‌سازی مراقبت و نگهداری و به کار بردن تجهیزات می‌توان ۱۱ درصد در، سوخت صرفه‌جویی کرد. مطالعهٔ دیگری نشان داده است که اگر بتوان تنها ۳۸ درصد از لامپهای رشته‌ای را در مناطق شهری جاوه با لامپهای فلورسنت تعویض کرد، در مصرف برق برای روشنایی شهر ۱۱۱ گیگاوات ساعت صرفه‌جویی می‌شود.

۳ ــ ایجاد یک کمیته ملی برای پیشنهاد قوانین و ضوابط در زمینه مدیریت انرژی.

۴ ــ تجربه چندین سال مدیریت انرژی، نشان داده است که با توافق کارخانجات و پس از اجرای آزمایشات لازم می‌توان، از برچسب‌های کارآیی انرژی در وسایل انرژی‌بر گوناگون برای انتقال اطلاعات ضروری به مصرف کننده، استفاده کرد.

به نقل از بهسامان (بهینه سازی مصرف انرژی)، سال اول شمارهٔ ۱۲ دی‌ماه ۱۳۷۵.

کاوشکده معلم

کاوشکدهٔ معلم بعنوان نخستین مرکز علمی، تحقیقی و مردمی در کشور به منظور پاسخگویی به نیازهای علمی جوانان و نوجوانان و پر کردن اوقات فراغت و آماده ساختن آنها جهت شرکت در فعالیتهای اجتماعی و شکل عملی دادن به مسائل تئوری، از سوی شهرداری منطقه ۱۸ احداث و در نظر دارد خدمات ارزنده‌ای را جهت ارتقاء سطح علمی مخاطبین خود از طریق امکانات وسیع و پیشرفته متمرکز و موجود بصورت تجربه عملی ارائه نماید.

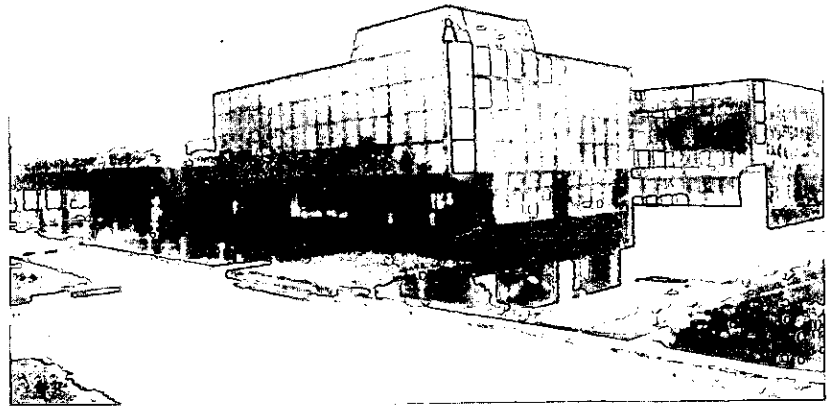
این مرکز براساس برنامه‌ریزیهای انجام شده به سه شیوه، پاسخگوی نیازهای علاقمندان می‌باشد :

الف ــ بازدید گروهی دانش‌آموزان مدارس منطقه به همراه معلمان و مربیان خود.

ب ــ به عضویت درآمدن دانش‌پژوهان در کلوبهای علمی کاوشکده.

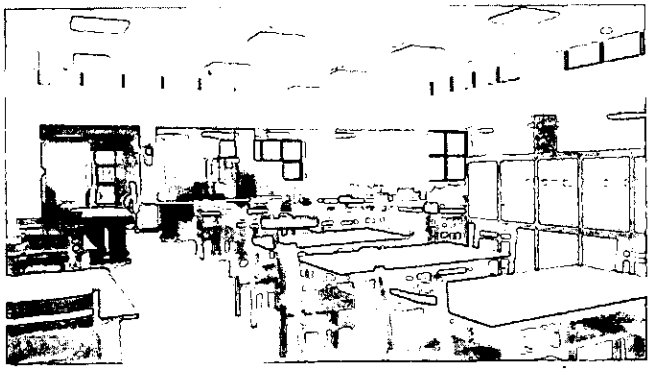
ج ــ استفاده مخاطبان از این مرکز بعنوان کاوشگر جوان جهت انجام تحقیقات علمی.

این مرکز براساس برنامه‌های زمان‌بندی شده در قسمتهای مختلف خود در دو شیفت، جوابگوی نیازهای علمی خواهران و برادران علاقمند خواهد بود.



قرائت خانه

ظرفیت این سالن بالغ بر ۷۰ نفر است. این مکان محلی است برای مطالعات فردی و گروهی، بدینصورت که علاقمندان به‌ویژه دانش‌آموزان منطقه می‌توانند با توجه به کمبودها و محدودیت فضاهای مناسب جهت مطالعه در خانواده‌ها از این مکان استفاده نمایند. قرائت خانه دارای ۳۰۰ عنوان کتاب مرجع در زمینه‌های مختلف علمی بوده که جهت استفاده علاقمندان به امانت داده می‌شود.



سالن مهارت آموزی

ظرفیت این سالن ۲۰ نفر می‌باشد. در این محل هنرجویان با فراگرفتن شیوه‌های مختلف ماکت‌سازی و با استفاده از کاغذ، مقوا و دیگر مواد ساده، زیر نظر مربیان با تجربه خلاقیت خود را برای ساخت مدلهای مختلف بکار می‌گیرند.

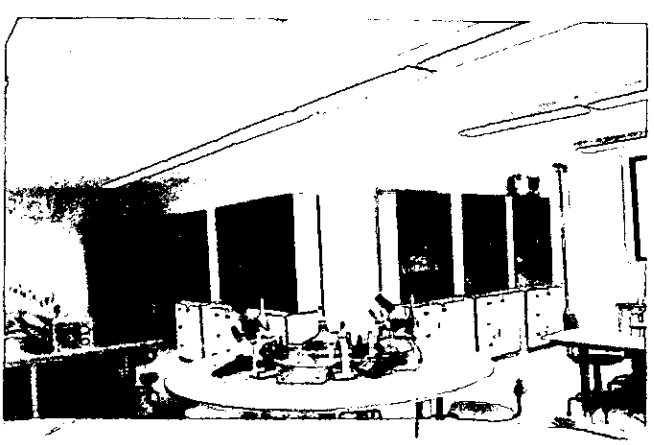
هنر مدل‌سازی یا ماکت‌سازی از مهمترین کارهایی است که حتی دانشجویان رشته‌های مهندسی نیز می‌بایست در نخستین مرحله، آن را فرا گرفته و در حرفه خود بکار گیرند.

هدف از ایجاد این فعالیت، بروز استعداد و افزایش توان و خلاقیت مخاطبان برای تغییر شکل مواد براساس طراحی‌های ذهنی است.

آزمایشگاه سه منظوره

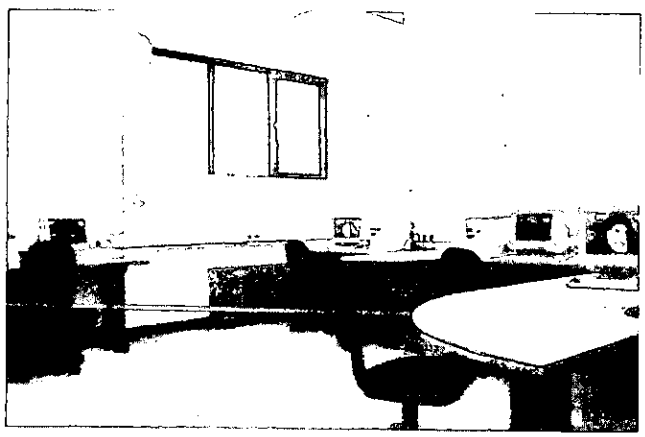
فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی

ظرفیت این آزمایشگاه ۲۵ نفر می‌باشد. این محل دارای تجهیزات لازم جهت انجام آزمایش برای دوره‌های راهنمایی و دبیرستان است و برای دانش‌آموزان این مقاطع این فرصت را فراهم می‌آورد تا با انجام آزمایش‌هایی در زمینه‌های فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی خلاقیت خود را شکوفا کنند. هدف از ایجاد این آزمایشگاه نیاز مبرمی است که امروزه دانش‌آموزان در کنار فراگیری مطالب کتابهای درسی به انجام کارهای علمی و تجربی بپردازند.



سالن کامپیوتر

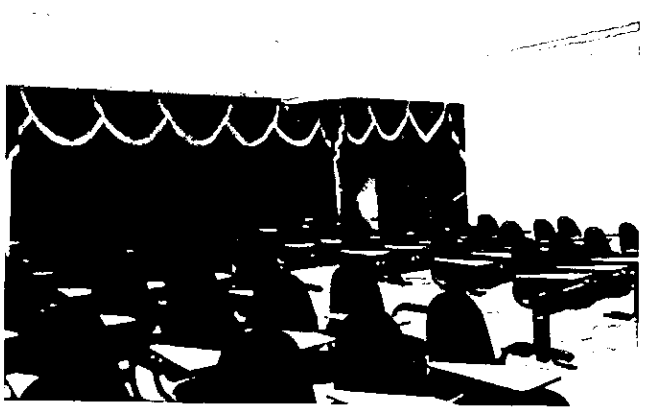
ظرفیت سالن حدود ۸ نفر است. مخاطبان در این بخش از کاوشکده به زبان ساده و گویا و بوسیله برنامه‌های سرگرم کننده با مفاهیم علمی کامپیوتر آشنا شده و چگونگی استفاده از این دستگاه را می‌آموزند. در این مجموعه سعی شده است که مخاطبان را بجای استفاده از روش‌های کلاسیک که روند آن براساس استفاده از کامپیوتر بصورت ابزاری که دارای کاربردهای مختلف و متنوعی در زندگی است، آشنا سازد.



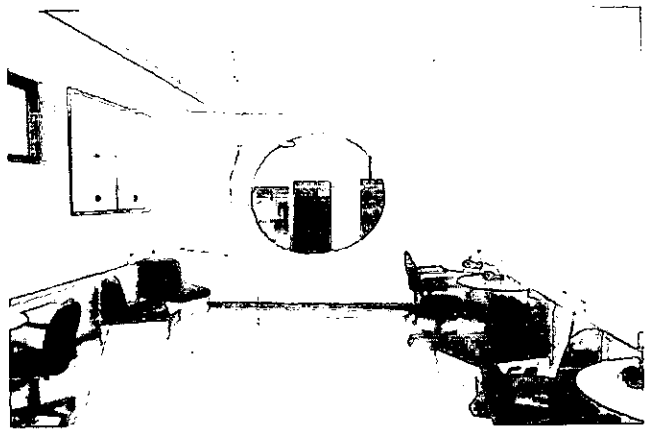
سالن دیداری و شنیداری

ظرفیت این دو سالن بالغ بر ۸۵ نفر می‌باشد در این دو مجموعه کاوشگران می‌توانند از مجموعه نسبتاً وسیعی از نوارهای صوتی ـ تصویری در زمینه‌های آموزش قرآن، معارف اسلامی، علوم پایه، مفاهیم کاربردی، آموزش زبان، هنر و علوم انسانی بهره‌مند شوند.

علاقمندان در این قسمت می‌آموزند که امروزه برای یادگیری و تحقیق می‌توانند علاوه بر استفاده از کتاب و آزمایشگاه، از وسایل



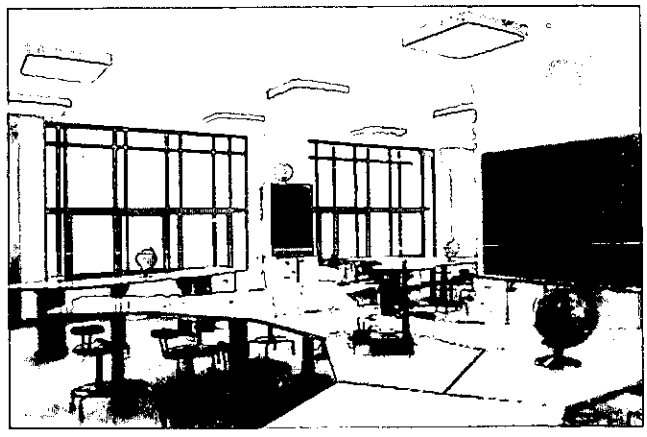
دیگری نظیر نوارهای صوتی و تصویری که از معمول‌ترین وسایل آموزشی هستند استفاده کنند.



آزمایشگاه علمی کودکان

ظرفیت این سالن حدود ۲۵ نفر می‌باشد. کودکان دبستانی در این مکان می‌توانند با انجام آزمایشهای مختلف که از کتاب علوم آنها استخراج شده است، بر دانش و تجربه خود بیفزایند تا زمینه‌ساز تحقیقات و پژوهشهای تکمیلی آنان در آینده شود.

متذکر می‌گردد علاوه بر سالن معرفی مشاهیر که به معرفی شخصیت‌های علمی، فرهنگی و هنری معاصر از طریق نصب تصاویر، شرح بیوگرافی و معرفی خدمات برجسته و آثار و کلمات آنها می‌پردازد، در توسعه آتی کاوشکده، ایجاد رصدخانه، گلخانه و کارگاههای علمی مدنظر می‌باشد.



آگهی

«بنام خدا»

با سلام

مؤسسه خیریه حمایت از کودکان مبتلا به سرطان از سال ۱۳۷۰ با شماره ثبت ۶۵۶۷ فعالیت خود را جهت تسکین بخشیدن به آلام بی‌پایان محکومین بی‌گناه طبیعت و والدینشان آغاز نموده است.

همانگونه که آگاه هستید، بیماری سرطان برای هر خانواده از هر طبقه و مرتبه به نوعی خانمانسوز است، بخصوص اگر فرد مبتلا کودک خانواده باشد تلاش مؤسسه براین است که در مقابل این معضل توانفرسا با ارائه کمک‌های مالی و معنوی تا سر حد امکان از فروپاشی نهاد خانواده که اعضای آن در اثر فشار و وحشت ناشی از فقدان فرزند، قرض و بدهکاری و غیره دچار عواقبی چون خودکشی و طلاق جلوگیری کند.

در این راه نیازمند کمک شما هستیم. این استعانت الزاماً مالی نبوده و هر گونه همراهی هر چند از نظر شما اندک، از نظر ما بسیار گرانقدر است زیرا براین باوریم که تحقق یک ایده متعالی نیازمند مشارکت و معاونت همه آحاد جامعه است.

« ما را یاری دهید و از ما یاری بخواهید»

مؤسسه خیریه حمایت از کودکان مبتلا به سرطان

شماره ثبت ۶۵۶۷

تهران ـ چیذر ـ میدان ندا ـ شماره ۳۶

صندوق پستی ۵۴۴۵ - ۱۹۳۹۵ کد پستی ۱۹۳۸۹

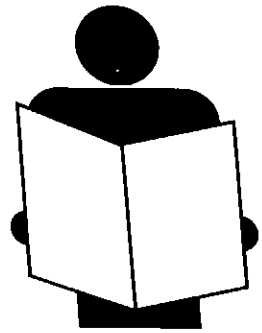
تلفن : ۲۲۱۳۹۴۶ تلفن و فاکس : ۲۲۰۱۳۱۲

شماره حساب جهت واریز کمک های نقدی :

شماره ۴۴۴۴ بانک صادرات شعبه ۱۴۴۵ تهران

خیابان قائم مقام فراهانی ـ قابل پرداخت درکلیه شعب بانک صادرات ایران

لطفاً فتوکپی پرداختی را به آدرس مؤسسه ارسال فرمائید



معرفی نشریه

گنجینه مجله‌ای است علمی برای دانش‌پژوهان جوان، آنها که شیفته فرا گرفتن معلوماتی علمی هستند و به پژوهشهای علمی رغبت دارند و می‌خواهند در زمینه‌های گوناگونی علوم تجربی و کاربرد آنها آگاهی بیشتر پیدا کنند.

اهداف گنجینه

* شرح مفاهیم علمی به ویژه علوم پایه با توجه به اهداف آموزش و روش علمی
* طرح فعالیتها، مسأله‌ها و پرسش و پاسخهایی به منظور یادگیری عمیقتر مفاهیم علمی
* شرح کاربرد مفاهیم علمی در تکنولوژی و زندگی روزمره
* شرح نوآوریها، اخبار و یافته‌های تازه علمی، فنی و آموزشی
* معرفی و نقد و بررسی کتابهای علمی، فنی و آموزشی
* مصاحبه با شخصیتهای علمی و گفتگو با خوانندگان و ارائه اظهار نظرها و پیشنهادهای آنان در پیشبرد این اهداف
* شرح تاریخچه پیدایش و تکامل مفاهیم علمی و ارائه چهره‌های علمی و فعالیتهای آنان

برای اشتراک با نشانی زیر تماس بگیرید :

تهران ـ صندوق پستی ۱۱۷ ـ ۱۴۱۴۵، مجلهٔ گنجینه ـ نشانی : خ دکتر فاطمی ـ شمارهٔ ۱۵۹ طبقهٔ پنجم، تلفن : ۶۵۴۷۷۰، ۶۵۱۴۲۲ دورنگار ۸۸۶۶۲۵۸

فهرستهای شماره‌های اخیر آن، ۳۲ و ۳۳، عبارتند از :

گنجینه ۳۲ / سال ششم • شماره دوم • خرداد و تیر ۱۳۷۵:

نامه‌ها ۳

آشنایی با دانشمندان

• پایه‌گذاران لگاریتم، جان نپر و هنری بریگز ۵

مقاله

• ژن درمانی ۸
• ساعت شیمیایی ۱۳
• داستان اصطکاک ۱۶
• پازلهای تو در تو ۱۹
• روشی برای به یاد سپردن آرایش الکترونی اتمها ۲۳
• اصل دوگانگی و کاربردهای آن ۲۵
• ذرات بنیادی ۲۹
• ترکیبی به صورت NH_4OH وجود ندارد ۳۵
• گرمایش جهانی هنوز بحثی داغ است ۳۷

خود را بیازمایید

• پرسشهای فیزیک ۳۹
• چالشهایی در فیزیک و ریاضی ۴۰
• پرسشهایی دربارهٔ مغناطیس و الکترومغناطیس ۴۰
• پاسخ تشریحی خود را بیازمایید شماره ۳۱ ۴۲
• پاسخ چالشهایی در فیزیک و ریاضی ۴۵
• پاسخ پرسشهایی دربارهٔ مغناطیس و الکترومغناطیس ۴۶

مسابقه و سرگرمی

• مسابقهٔ شمارهٔ ۳۲ ۵۰
• سرگرمیهای ریاضی ۵۲
• پاسخ سرگرمیهای ریاضی ۵۴

معرفی کتاب

• الکتریسیتهٔ جاری و جریانهای متناوب ۵۸

اخبار علمی

• سمت تاریک آفتاب : سرطان پوست ۵۹
• کاربرد ژن درمانی در مورد نوعی ناهنجاری کلسترولی ۶۰
• چگونه با بدترین رژیم غذایی جهان می‌توان عمر بیشتری کرد ۶۱
• اثر انگشت طلا ۶۲

خبر و گزارش

• گزارشی از بیست و هشتمین المپیاد بین‌المللی شیمی ۶۳

گنجینه ۳۳ / سال ششم • شمارهٔ سوم • مرداد و شهریور ۱۳۷۵:

خبر و گزارش

• گزارش کنگرهٔ بین‌المللی آموزش ریاضی در سویل ۳

مقاله

• مدل جمعیت ۶
• احتمال هندسی ۱۴
• کامپیوترها و ماشینهای حساب چگونه عملهای حساب را انجام می‌دهند ۲۱
• ماتریسهای دوران، اعداد مختلط و مثلثات ۳۳
• بررسی برنامه‌های ریاضیات چند کشور ۴۳
• تحقیق عمل آموزشی : معلم به عنوان محقق ۵۵

معرفی کتاب

• ریاضیات پیشنیاز کامپیوتر ۵۸
• ریاضیات گسستهٔ مقدماتی ۵۹

برنامهٔ درسی نیوزیلند

وزارت آموزش نیوزیلند

قسمت آخر

فیزیک پایهٔ ۸
هدفهای پیشرفت

در موضوعهای فهرست شدهٔ زیر دانش‌آموزان می‌توانند :

۸ ـ ۱ (الف) درکی از مفهومها، اصلها، و مدلها را نمایش دهند *مثل لختی دورانی، تشدید.*

۸ ـ ۱ (ب) مفهومها و اصلها را به کاربرند تا پدیده‌ها، سیستمها، و دستگاههای فیزیکی را توضیح دهند، *مثل مدارهای تشدید، راکتورهای هسته‌ای ؛*

۸ ـ ۲ (الف) توان و محدودیتهای نظریه‌ها و مدلهای فیزیکی را تشخیص دهند، *مثل تقریبها در تداخل یانگ، محدودیتهای نظریهٔ بور ؛*

۸ ـ ۲ (ب) پیشرفتهای در فیزیک و کاربردهای فیزیکی و تأثیر جامعه را روی آنها تحلیل کنند، *مثل پیشرفت لیزر و کاربرد آن در پزشکی، پیل آفتابی، تکنولوژی ؛*

۸ ـ ۳ (الف) تحقیقهای عملی* انجام دهند تا رابطه‌ها، الگوها، و روندها را در سیستمهای فیزیکی تعیین کنند، *مثل اثر طول آونگ ساده بر دورهٔ آن، عاملهای مؤثر بر لختی دورانی ؛*

۸ ـ ۳ (ب) تحقیقهای عملی* انجام دهند تا کاربردهای مفهومها و اصلهای فیزیکی را بشناسند، *مثل ظرفیت در فلاش دوربین عکاسی، حرکت موجی در ابزار موسیقی ؛*

* هدفهای پیشرفت برای مهارتهای تحقیق در پایهٔ ۸ زیر عنوان «پیشرفت مهارتهای علمی ـ تحقیقی و نگرشهای در فیزیک» تشریح شده‌اند.

این هدفها با مطالعهٔ موضوعهای زیر برآورده می‌شوند :

محتوا	محتوای پیشنهادی اختیاری
مکانیک حرکت دایره‌ای بر اثر دو یا چند نیرو مثل آونگهای مخروطی، پیچهای با شیب عرضی ؛ معادله‌های سینماتیک برای حرکتهای دورانی و هماهنگ ساده ؛ لختی دورانی، رابطه میان گشتاور و شتاب زاویه‌ای، انرژی دورانی ؛ تکانهٔ زاویه‌ای و پایستگی آن ؛ دینامیک حرکت هماهنگ ساده ؛ پایستگی انرژی در حرکت هماهنگ ساده ؛ قانون گرانش نیوتون و ایدهٔ میدان گرانشی، ماهواره‌ها در مدارهای دایره‌ای ؛	پایستگی تکانه نسبت به حرکت مرکز جرم ؛ *قانونهای کپلر ؛* *ترکیب حرکتهای هماهنگ ساده ؛* *انرژی پتانسیل گرانشی در میدان شعاعی، سرعت گریز ؛ افق پیشامد سیاه چاله.*
الکتریسیته میدانهای الکتریکی یکنواخت و کار انجام شده روی بارهایی که در این میدانها حرکت می‌کنند، حرکت ذره باردار در میدان یکنواخت، اختلاف پتانسیل، الکترون ولت ؛ ظرفیت، خازن و شکلهای عملی آن : یکسو کنندگان و خازنها در منبع تغذیه DC ؛	**فیزیک محاسبه‌ای** *مدل سازی کامپیوتری پدیده‌های فیزیکی (مثل حرکت پرتابی با مقاومت هوای محسوس)* *قانونهای کیرشهف ؛* *مدارهای عملی تقویت کننده و مدارهای منطقی ؛*
الکترومغناطیس قانون فارادی، ایدهٔ شار، ولتاژ القائی در یک پیچهٔ چرخان در یک میدان مغناطیسی یکنواخت ؛ القاء متقابل و خود القائی، میدل ؛ رابطهٔ میان ولتاژ و جریان در مدارهای AC که شامل مقاومت، خازن، و القاگر هستند، ایدهٔ هم ارزی RMS، مدارهای متوالی LCR در حال تشدید ؛	*گیرنده رادیو ساده و مدوله سازی AM ؛*
فیزیک اتمی و هسته‌ای طیفهای خطی اتمی، ایدهٔ فوتون، مدل بور برای اتم هیدروژن، اثر فوتوالکتریک، دوگانگی موج ـ ذره‌ای نور ؛ انرژی بستگی، واکنشهای هسته‌ای، پایستگی جرم ـ انرژی.	*نسبیت، نیروی هسته‌ای قوی و مدلهای هسته.*

زمینه‌های فراگیری نمونه

● ویولون و ارگ • خطرهای هسته‌ای • روش فراصوتی و پرتودرمانی • آونگ • هلیکوپتر • ماشین آلات مدرن • منظومهٔ خورشیدی • خورشید مرکزی • سواریهای پارک سرگرمی (amusement park rides) • تکنولوژی خانگی • بازسیاحت صوت • الکترونیک مصرفی • توان خورشیدی • فیزیک در ورزش • خانه‌ها در آینده • تکنولوژی اطلاعات (information) • فیزیک کاربردی • شبکه برق نیوزیلند • ماهواره‌های اطراف زمین

تجربه‌های فراگیری ممکن

مثالهای زیر انواع تجربه‌های فراگیری است که معلمان، بسته به منبعهای موجود می‌توانند انتخاب کنند. این مثالها فقط پیشنهاد می‌شوند و الزامی نیستند. گستره‌ای، از کارهای کاملاً تعریف شده تا تحقیقهای وسیع، آورده شده‌اند. اگرچه تجربه‌های فراگیری زیر عنوانهایی گروه‌بندی شده‌اند ولی گستره‌ای از نتیجه‌های یادگیری از هر تجربه یادگیری امکان‌پذیر است.

هدف پیشرفت ۸ ــ ۱ (الف)

دانش‌آموزان می‌توانند با موردهای زیر فرا بگیرند:

● نشستن روی صندلیهای چرخان و حرکت دادن وزنه‌ها از فاصلهٔ دست تا روی پایشان به این منظور که پایستگی تکانهٔ زاویه‌ای را تجربه کنند؛

● مقایسهٔ طرحهای مشابه (تشابه‌ها) که در توصیف میدانهای الکتریکی و مغناطیسی وجود دارند؛

● مشاهدهٔ شکل میدان الکتریکی یکنواخت با اعمال ولتاژ زیاد به دو صفحهٔ موازی که در طرفی از روغن قرار دارد که بذر چمن روی آن شناور است؛

● استفاده از طیفنمای ساده برای مطالعه خطهای گسیلی چشمه‌های مختلف نور، مانند لامپهای خیابان، لامپهای جیوه؛

● استفاده از صفحهٔ کامپیوتر برای شبیه‌سازی و حل مسأله قانون کیرشهف؛

● استفاده از نمودارهای آزاد نیرو برای تحلیل، مثلاً، مسأله اتومبیلهایی که دور پیچ می‌زنند، ماهواره‌های در مدار، رولرکوسترهایی که یک حلقه را دور می‌زنند؛

● استفاده از اسیلوسکوپ و میکروفون برای امتحان شکلهای موج شنودی که با صداهای انسان و ابزار موسیقی تولید می‌شوند؛

● استفاده از مولد سیگنال و دو بلندگو برای ترتیب دادن نمایشی از الگوهای تداخل صوتی؛

● مشاهدهٔ الگوهای پراش یا تاباندن نور لیزر روی صفحه‌های کوچک گرامافون و شرکت در بحثی که به ایده‌های تداخل می‌انجامند؛

● گوش دادن به بلندگویی که در یک دایره چرخانده می‌شود تا مقدمه‌ای بر اثر دوپلر و کاربردهایش باشد؛

● حل مسأله‌های مدارهایی که شامل خازن، القاگر، و مقاومت هستند، مانند پالایه‌های بالا ــ و پایین ــ گذر و مدارهای تشدید؛

● مشاهده و بحث دربارهٔ گسیل الکترون از فلزها به وسیلهٔ بسامدهای معینی از نور برای تعیین شرایطی که در آنها مدل کلاسیکی موج نور شکست می‌خورد.

هدف پیشرفت ۸ ــ ۱ (ب)

دانش‌آموزان می‌توانند با موردهای زیر فرا بگیرند:

● دریافتن اینکه چگونه زنبورها از نور قطبیده در آسمان برای پرواز استفاده می‌کنند؛

● توضیح جنبه‌های طراحی یک هلیکوپتر با استفاده از اصلهای حرکت دورانی؛

● بازدید از بخش پرتو درمانی یک بیمارستان برای مشاهده اینکه چگونه سرطان با استفاده از پرتوهای x، الکترونهای پرانرژی، و تابش گاما درمان می‌شود؛

● گوش دادن به بلندگوها با وجود یا بدون جعبه‌های پوشش روی آنها، و بحث در این باره که در نظر گرفتن تداخل چگونه بر طراحی بلندگوها تأثیر می‌گذارند؛

● گزارش دربارهٔ اینکه چگونه مولدهای الکتریکی در نیروگاه‌های ملی به کار می‌روند؛

● امتحان کاربردهای تشدید جریان متناوب و القاء در دستگاه‌های ایمنی کتابخانه و کالا؛

● خواندن مقاله‌ای دربارهٔ اصلهای فیزیکی مورد استفاده در اطفاء حریق؛

● استفاده از اثر دوپلر برای برآورد سرعت چرخش خورشید از اندازه‌گیریهای طیفی چاپ شدهٔ که از دو سر قطر آن گرفته شده است؛

● مشاهدهٔ اینکه دانش‌آموز دیگری نمایش و توضیح دهد چگونه می‌توان از پدیده «ضربان» برای تنظیم گیتار استفاده کرد.

هدف پیشرفت ۸ ــ ۲ (الف)

دانش‌آموزان می‌توانند با موردهای زیر فرا بگیرند:

● در نظر گرفتن استفاده از تقریبها هنگام تعبیر طرحهای تداخل لایهٔ نازک؛

● بحث دربارهٔ این پرسش که: «آیا ما مدلهایی طراحی می‌کنیم که با مشاهده‌های ما در طبیعت جور باشند یا دنبال الگوهایی در طبیعت می‌گردیم که با نظریه‌ها جور درآیند؟»؛

● مشاهدهٔ توان و محدودیتهای رابطه‌های ریاضی در توصیف پدیده‌های فیزیکی، مثلاً، فرمول تجربی بالمر، فرمول دورهٔ آونگ ساده؛

● در نظر گرفتن ساده‌سازیها و تقریب‌گیریها هنگام توصیف پدیده‌ها؛

● بحث دربارهٔ این مطلب: «فیزیک جعبه ابزاری است که برای ساختن تصویر درستی از جهان به کار می‌رود.»؛

● کشف دلیلهای تاریخی برای تعریف شتاب به عنوان تغییر سرعت با زمان و نه تغییر سرعت با مسافت.

هدف پیشرفت ۸ ــ ۲ (ب)

دانش‌آموزان می‌توانند با موردهای زیر فرا بگیرند:

● انتخاب در تحقیق مزیتها و عیبهای تکنولوژی فیزیکی مانند توان هسته‌ای، پزشکی هسته‌ای، کارتهای اعتباری و ماشینهای EFTPOS، سخت‌افزار نظامی، بازیهای مختلف، ماهواره‌های هواشناسی و مخابراتی، اکتشاف

فضایی، گرم کردن و پختن با بهره‌گیری از میکروویو، تکنولوژی کشاورزی ؛

● ارزیابی چشمه های مختلف انرژی و تصمیم‌گیری دربارهٔ چگونگی تولید توان الکتریکی نیوزیلند درآینده ؛

● بررسی اینکه چگونه ملاحظات اجتماعی سبب شد که یک کارخانهٔ تابش مواد غذایی (food irradation plant) درنیوزیلند تأسیس نشود ؛

● یافتن یک فیزیکدان یا مهندس در محل و تهیهٔ مقالهٔ کوتاهی دربارهٔ فیزیکی که وی به کار می‌برد ؛

● مطالعهٔ اینکه چگونه نیاز به گسیل موجهای رادیویی به تحقیق دربارهٔ فیزیک جو انجامید ؛

● بحث دربارهٔ موضوعهای فیزیکی، تکنولوژی و اخلاق که افراد درگیر در پروژهٔ مانهاتان در طول جنگ جهانی دوم با آن روبه رو بودند.

هدف پیشرفت ۸ ــ۳ (الف)

دانش‌آموزان می‌توانند با موردهای زیر فرابگیرند :

● تحقیق در مورد جذب تابش حاصل از آشکارساز تجاری دود در هوا، با استفاده از شمارندهٔ گایگر و اظهار نظر دربارهٔ ایمنی چنین دستگاهی برای مصرف‌کننده ؛

● اندازه‌گیری جرم الکترون با مشاهدهٔ شعاع دایره‌ای که درهنگام حرکت با سرعت معلوم در یک میدان مغناطیسی می‌پیماید ؛

● استفاده از صداسنج (sonometer) ولوله‌های صوتی برای بررسی امواج ایستادهٔ تشدیدی ؛

● تحقیق دربارهٔ هماهنگهای مختلف که آلتهای موسیقی تولید می‌کنند ؛

● انجام یک تحقیق عملی گسترده با انتخاب یک موضوع فیزیکی با مذاکره با معلم (که دو تا سه هفته وقت کلاس را می‌گیرد)، تهیهٔ یک دفتر کار، و تکمیل یک گزارش کامل و ارائه آن به کلاس ؛

● عکسبرداری از طرحهای تنش (stress) در خط‌کشهای پرسپکس و نوارچسب کشیده شده در بین پالایه‌های قطبنده متقاطع (crossed polarising fitters) ؛

● تهیه تصویر ویدیویی و تحلیل چرخش زاویه‌ای یک اسکیت باز روی یخ (ice skater) ؛اسکیت باز با اسکیت چرخدار (roller skater) یا شبرجه زن (diver) از یک تختهٔ بلند ؛

● ضبط و تحلیل عمل پاروزن (rower) ؛

● گردآوری داده‌ها مربوط به یک آونگ بلند سنگین برای رسم نمودارهای مکان ــ زمان، سرعت ــ زمان، و شتاب ــ زمان.

هدف پیشرفت ۸ ــ۳ (ب)

دانش‌آموزان می‌توانند با موردهای زیر فرابگیرند :

● تحقیق و طراحی یک دستگاه الکترونیکی مفید برای جامعه (مثل زنگ اخبار (alarm) برای به کمک آمدن بیمار) و امتحان دستگاه برای تعیین بازده یا حدود عملکرد آن ؛

● ساختن نمونه‌ای از میرایی شاره (fluid damping)، و اندازه‌گیری ثابت میرایی ؛

● ساختن و درجه‌بندی یک سرعت‌سنج که از یک آهربای چرخنده در مقابل یک قرص فلزی تشکیل شده است ؛

● تحقیق مفاهیم واصول فیزیکی دخیل در طرح برخی ازاسباب‌بازیها و بازیها، مثل یویو ؛

● تحقیق اینکه چگونه بسامدهای مختلف سیمهای ویولون به طول، ضخامت، و کشش آنها بستگی دارد ؛

● طراحی آزمونهای مناسب برای تحلیل و توضیح عملکرد یک آشکارساز فلزی.

مثالهای ارزیابی

فعالیتهای زیر در زمینه ارزشیابی مثالهایی هستند که معلمان می‌توانند برای تهیهٔ اطلاعات تشخیصی، دوره‌ای یا مجموعی در برنامهٔ ارزشیابی خودشان طراحی کنند. مجموعهٔ کوچکی از جنبه‌هایی که معلمان ممکن است برای ارزشیابی انتخاب کنند برای هر یک از فعالیتهای نمونه تهیه شده است.

هدف پیشرفت ۸ ــ۱ (الف)

● *دانش‌آموزان می‌توانند با استفاده از یک (spreadsheet) کامپیوتر از نظر ریاضی چشمهٔ صوتی متحرک را که از کنار یک ناظر ساکن می‌گذرد به تصویر بکشند.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان می‌توانند برای موردهای زیر توانایی دانش‌آموزان را ارزشیابی کنند تا :

ــ بسامد، سرعت و مکان اولیه واقعی را وارد می‌کنند ؛

ــ نمودار بسامد ظاهری ــ زمان را تعبیر می‌کنند ؛

ــ شرایط حدی مانند اثری که هنگام حرکت چشمه با سرعتهایی نزدیک به سرعت صوت صورت می‌گیرد را تحقیق و تعبیر می‌کنند ؛

ــ اطلاعات کامپیوتری را چنان اصلاح کنند تا عامل شتاب را در حرکت چشمهٔ متحرک وارد کنند ؛

ــ مثالهای بیشتری را با استفاده از شبیه سازیهای کامپیوتری پیشنهاد کنند.

● *دانش‌آموزان به مجموعه‌ای از پرسشها دربارهٔ واکنشهای هسته‌ای پاسخ می‌دهند.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان می‌توانند توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا :

ــ برای حل مسأله‌ها روشی را طراحی کنند ؛

ــ فرمولهای مناسبی برای محاسبهٔ یک راه حل انتخاب کنند ؛

ــ راه حل را به‌طور واضح و منطقی ارائه کنند ؛

ــ این روش را با امتحان منطقی بودن پاسخ نهایی امتحان کنند.

● *دانش‌آموزان یک فیلم ویدیویی دربارهٔ القاء الکترومغناطیسی ببینند.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان می‌توانند توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا :

ــ اطلاعات بصری دربارهٔ یک موضوع ناآشنا به این صورت دریافت کنند که یک برگه پرسش مربوط به ویدئو را تکمیل کنند ؛

ـ پرسشهایی را فرمول بندی کنند تا درک خود را روشن سازند.

هدف پیشرفت ۸ ـ ۱ (ب)

● *دانش‌آموزان حرکت تعدادی از فرفره های چرخان را که از فرهنگهای مختلف گرفته‌اند را مشاهده و درباره آنها بحث کنند.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان می‌توانند توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا:

ـ مشاهده‌هایی را درباره حرکت فرفره‌ها انجام دهند؛

ـ اصلهای فیزیکی را در وضعیت جدید به کار ببرند؛

ـ وضعیت را به کاربردهای پیچیده‌تر از حرکت ژیروسکوپی مرتبط سازند؛

ـ به ایده‌ها و نظرهای دانش‌آموزان دیگر گوش دهند.

● *دانش‌آموزان در گروههای مختلف تحقیق کنند و یک سخنرانی سه دقیقه‌ای دربارهٔ کاربرد عملی تشدید الکتریکی داشته باشند.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان می‌توانند توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا:

ـ تواناییهای فردی عضوهای گروه را در تعیین وظیفه‌های مشخص تحقیق، آماده‌سازی و تحویل ارائه مطلب ارزیابی کنند.

● *دانش‌آموزان زاویهٔ شیب عرضی مناسب برای اتومبیلی که با سرعت معلوم پیچی را دور می‌زنند محاسبه کنند.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان می‌توانند توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا:

ـ ایده‌های نیروی مرکزگرا، مؤلفه‌های بردارها، و مثلثات را برای تحلیل دستگاه فیزیکی هماهنگ سازند؛

ـ مهارتهای عددی را تمرین کنند؛

ـ برآوردهای محسوس داشته باشند.

هدف پیشرفت ۸ ـ ۲ (الف)

● *دانش‌آموزان نظریه یا قانونی را که خوانده‌اند انتخاب کنند و کاربرد آن را تحلیل کنند.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان می‌توانند توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا:

ـ تفریقهای لازم برای توضیح‌های ساده در سطح دبیرستان را تشخیص دهند؛

ـ محدودیتهای قانون یا نظریه را توضیح دهند.

● *دانش‌آموزان یک مقالهٔ یک صفحه‌ای با تحلیل این مطلب بنویسند که «اگر حدسهای ما به‌طور دقیق نتیجهٔ یک آزمایش را پیشگویی می‌کند پس حدسهای ما باید درست باشند».*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان می‌توانند توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا:

ـ بحث خوش دلیلی برله یا برعلیه این مطلب تهیه کنند.

هدف پیشرفت ۸ ـ ۲ (ب)

● *دانش‌آموزان در این باره که چگونه نیاز جاری برای انرژی به تحقیق دربارهٔ تولید یا منبع انرژی دیگر و استفاده کارآمدتری از انرژی در منزل، صنعت و حمل و نقل می‌انجامد.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان می‌توانند توانایی دانش‌آموزان را ارزشیابی کنند تا:

ـ عاملهای مؤثر بر تقاضای انرژی را تشخیص دهند؛

ـ متوجه اصلهای فیزیکی شوند که در تبدیلهای انرژی به کار می‌روند؛

ـ خودکفاییهای جاری تکنولوژیهای مختلف تولید انرژی را ارزیابی کنند؛

ـ یافته‌های خود را به دقت و اختصار گزارش کنند.

● *دانش‌آموزان دربارهٔ تکنولوژی یا مبنای فیزیکی که اخیراً فرا گرفته‌اند، مثلاً، کاهش صدای دینامیک در وسیله‌های نقلیه موتوری بحث و آن را بررسی کنند.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان می‌توانند توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا:

ـ در بحث دربارهٔ انگیزه‌های پیشرفت و فزینها و عیبهای آن شرکت کنند؛

ـ یافته‌ها و ارزیابیهای خود را به‌طور روشن رد و بدل کنند.

● *دانش‌آموزان دربارهٔ تحقیق و توسعه در استانداردهای ایمنی نایلن در صنعت و پزشکی سمیناری ارائه کنند.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان می‌توانند توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا:

ـ متوجه ارتباط انتظارهای جامعه در تمرکز تحقیقات فیزیک شوند؛

ـ متوجه ارتباط میان فیزیک و زیست‌شناسی در این شکل تحقیق شوند؛

ـ اطلاعات مربوط را به عضوهای کلاس در طول یک سمینار سه دقیقه‌ای ارائه کنند.

هدف پیشرفت ۸ ـ ۳ (الف)

● *گروههای دانش‌آموزی تحقیقی دربارهٔ یک دستگاه فیزیکی انجام دهند تا تصمیم بگیرند که آیا حرکت آن هماهنگ ساده است یا نه.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان می‌توانند توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا:

ـ حرکت را تحلیل کنند تا اندازه‌گیریهای مناسب لازم را پیشگویی کنند؛

ـ دستگاه را طوری طراحی کنند که اندازه‌گیریهای آن مناسب باشد؛

ـ مشخصه‌های کلیدی حرکت هماهنگ ساده را شناسایی کنند؛

ـ محدودیتهای گردآوری داده‌ها را تشخیص دهند.

● *دانش‌آموزان به‌طور مستقل پروژهٔ تحقیقی کوتاهی برای تعیین ستاب گرانی انجام دهند.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان می‌توانند توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا:

ـ برای برنامه‌ریزی، اجراء، و گزارش کار خود در مدت تعیین شده؛

ـ همهٔ تجهیزهای لازم را سازماندهی و از آنها استفاده کنند؛
ـ آبراهی‌های تحقیق را به‌طور کمی ارزیابی کنند.

● *دانش‌آموزان، القاءگر، خازن و مقاومت را به یک مولد سیگنال و اسیلوسکوپ وصل کنند و تغییر در ولتاژ دو سر مقاومت و مولد را با تغییر بسامد بررسی کنند.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان *می‌توانند* توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا:
ـ مداری از روی نمودار داده شده بسازند؛
ـ شکلهای موج مشاهده شده و فازها را به رابطه‌های مربوط در نظریهٔ جریان متناوب ارتباط دهند؛
ـ بسامد تشدید را از روی شکلهای موج مشاهده شده تعیین کنند.

● *دانش‌آموزان آزمایش یانگ را انجام دهند تا طول موج نور را با استفاده از دستورالعملها انجام دهند.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان *می‌توانند* توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا:
ـ از روی دستورالعملهای نوشته شده کار کنند؛
ـ اندازه‌گیریهای آنها دقیق باشند؛
ـ بهره‌گیری کارآمدی از تجهیزات داشته باشند؛
ـ ایده‌های نظری را از لحاظ عملی به کار برند.

● *دانش‌آموزان برای شناسایی متغیرهایی که بر بسامد صوت تولید شدهٔ گیتار تأثیر می‌گذارند، تحقیقی را انجام دهند.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان *می‌توانند* توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا:
ـ اصلهای فیزیکی معلوم را در وضعیت جدید به کار برند؛
ـ متغیرها را منزوی و کنترل کنند؛
ـ رویکرد مستقل سازمان یافته‌ای را برای طراحی یک تحقیق به‌نمایش بگذارند.

● *دانش‌آموزان بازدهٔ یک پیل خورشیدی را بررسی کنند.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان *می‌توانند* توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا:
ـ در بررسیهای خود تداوم داشته باشند؛
ـ دربارهٔ معنی «بازده» تصمیم بگیرند؛
ـ اصلهای فیزیکی معلوم را در وضعیت جدید به‌کار برند؛
ـ اصلهای فیزیک در زمینه‌های مختلف را با هم ترکیب کنند؛
ـ یافته‌های خود را به‌طور روشن رد و بدل کنند.

هدف پیشرفت ۸ ـ ۳ (ب)

● *دانش‌آموزان روشی را برای اندازه گیری شتاب زاویه‌ای یک ماشین لباسشویی در شروع چرخش آن طراحی و اجراء کنند.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان *می‌توانند* توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا:
ـ اصلهای فیزیکی معلوم را در وضعیت جدید به کار برند؛
ـ اصلهای فیزیک در زمینه‌های مختلف را با هم ترکیب کنند؛
ـ دستگاه را برای اندازه‌گیریهای مناسب طراحی کنند.

● *دانش‌آموزان با استفاده از دانسته‌های خود دربارهٔ ظرفیت یک فلاش دوربین عکاسی را طراحی کنند که مشخصه‌های معینی داشته باشد.*

با استفاده از این مثال، معلمان و دانش‌آموزان *می‌توانند* توانایی دانش‌آموزان را ارزیابی کنند تا:
ـ نمودار مداری را رسم کنند؛
ـ قطعه‌ها را به هم لحیم کنند تا یک مدار کارکن را از نمودار مدار بسازند؛
ـ قطعه‌ها را تغییر دهند تا تغییری در مشخصه‌ها بدهند.

توسعهٔ مهارتهای لازم برای پژوهشهای علمی و نگرشها در فیزیک

در عمل فیزیک فرآیندی است که در آن درهم تنیدن دانستنیها، مهارتها، و نگرشها دخیل است. برای توسعهٔ استنباط علمی. کار عملی در فیزیک می‌تواند شامل تجربهٔ پدیده‌ها، توسعهٔ روشها یا مهارتهای عملی، و انجام پژوهشها باشد. پژوهشها فرصتهای کلیدی در اختیار دانش‌آموزان می‌گذارد تا استنباط خود را از علوم توسعه دهند. و آنها را توانا می‌سازند که نگرشها و مهارتهای علمی لازم برای تقویت توانایی خود را برای کشف پدیده‌ها و پیشامدها و حل مسأله‌ها توسعه دهند. انتظار می‌رود که دانش‌آموزان با فراگیری، مهارت فزاینده‌ای را در تحقیقهای خود به کار برند. در انجام پژوهش در علوم، بر هم کنش مهارتهای پیچیدهٔ بسیاری دخیل است که عبارت‌اند از: تمرکز، برنامه‌ریزی، گردآوری اطلاعات، پردازش، تعبیر و گزارش. دانش‌آموزان ممکن است با انجام یک پژوهش عملی دربارهٔ «دنیای واقعی» با انجام یک تحقیق دربارهٔ مواد مرجع مناسب، یا با درهم تنیدن این رهیافتها تحقیق بکنند. حل مسأله بخش لازم یک تحقیق علمی است. حل مسأله شامل شناسایی و تحلیل مسأله، گردآوری اطلاعات مربوط، طراحی راه حلهای مختلف، آزمون روش یا دستگاه، ارزیابی روش یا دستگاه، اصلاح روش یا دستگاه، و تصمیم‌گیری دربارهٔ مزیت روش یا دستگاه انتخاب شده است.

همین که دانش‌آموزان فیزیک را فرا می‌گیرند. باید تشویق شوند تا نگرشهایی را توسعه دهند که تحقیق علمی به آنها بستگی دارد. این نگرشها شامل کنجکاوی، صداقت در گزارش و درستی داده‌ها، انعطاف‌پذیری، پایداری، تفکر انتقادی، فکر باز داشتن، با عجله قضاوت نکردن، تحمل عدم اطمینان و پذیرش ماهیت موقتی توضیح علمی است.

نگرشهای دیگری که ناشی از تأثیر گذشته، حال و آیندهٔ فیزیک در امور اجتماعی و سیاسی است نیز باید تشویق شوند که عبارت‌اند از دیدی مثبت و مسؤولانه نسبت به اجزاء زنده و غیر زنده محیط زیست روی زمین، و تمایل برای ارزیابی انتقادی نتیجه‌های کاربردهای کشفهای در فیزیک.

هدفهای پیشرفت ـ پایه‌های ۵ و ۶

تمرکز و برنامه‌ریزی	گردآوری اطلاعات
دانش‌آموزان در پایهٔ ۶ هنگامی پیشرفت می‌کنند که بتوانند :	دانش‌آموزان در پایهٔ ۶ هنگامی پیشرفت می‌کنند که بتوانند :
• تعدادی پرسشهای مربوط به هم را از خود، گروه خود و مردم مطلع مطرح کنند و پرسشها را به منظور مناسب ساختن آنها برای تحقیق علمی با ظرافت مطرح کنند ؛	• تجهیزاتی را انتخاب و از آنها استفاده کنند تا مشاهده‌های کیفی و کمی و اندازه‌گیریهای با دقت مناسب داشته باشند ؛
• ایده‌های علمی و مشاهده‌های شخصی خود را با ایده‌های علمی دیگران درهم بندند تا پیشگوییهایی امتحان پذیر داشته باشند یا حلهای مناسب برای آزمودن شناسایی کنند ؛	• روشهایی را برای مشاهده و گزارش سیستماتیک اطلاعات و اندازه‌گیریها پیاده کنند ؛
• «آزمونهای عادلانه»، آزمایشهای ساده، آزمونها و بررسیهایی با توضیح مشخص و کنترل متغیرهای محتمل طرح کنند.	• با استفاده از تعدادی منبع مانند کتاب، روزنامه، نشریه، کاتالوگ، مرجع و کامپیوتر، اطلاعات مربوطه را مکان یابی و پردازش کنند.

پایه‌های ۷ و ۸

تمرکز و برنامه‌ریزی	گردآوری اطلاعات
دانش‌آموزان در پایهٔ ۸ هنگامی پیشرفت می‌کنند که بتوانند :	دانش‌آموزان در پایهٔ ۸ هنگامی پیشرفت می‌کنند که بتوانند :
• تعدادی پرسشهای مربوط به هم، از خودشان، گروهشان و افراد ذی‌صلاح بپرسند و پرسشها را اصلاح کنند تا برای تحقیق علمی مناسب باشند ؛	• تجهیزاتی را انتخاب و استفاده کنند تا مشاهده‌ها و اندازه‌گیریهای کیفی و کمی با دقت مناسب داشته باشند ؛
• ایده‌های علمی و مشاهده‌های علمی خود را با ایده‌های علمی دیگران یکپارچه کنند تا پیشگوییهای امتحان پذیر کنند یا راه حلهای محتمل را برای آزمودن شناسایی کنند ؛	• روشهایی برای مشاهده و گزارش سیستماتیک اندازه‌گیریها و اطلاعات پیاده کنند ؛
• با شناسایی و کنترل دقیق متغیرها امتحانها، آزمایشها، آزمونها، و بررسیهای سیستماتیکی را طراحی کنند.	• با استفاده از تعدادی منبع مانند کتاب، روزنامه، نشریه، کاتالوگ، فهرست الفبایی و کامپیوتر اطلاعات مربوطی را تعیین و پردازش کنند ؛
	• کیفیت اطلاعات گرد آمده و درجهٔ مربوط بودن آن را ارزیابی کنند.

هدفهای پیشرفت ـ پایه‌های ۵ و ۶

پردازش و تعبیر	گزارش
دانش‌آموزان در پایهٔ ۶ هنگامی پیشرفت می‌کنند که بتوانند :	دانش‌آموزان در پایهٔ ۶ هنگامی پیشرفت می‌کنند که بتوانند :
• با استفاده از روشهای آماری و نموداری مناسب، داده‌های گزارش شده را تحلیل کنند تا روندها، رابطه‌ها و طرحها را شناسایی کنند ؛	• با استفاده از وسیله‌های مناسب، گزارش مختصر و خوش‌دلیلی (well reasoned) تهیه کنند که همراه نتیجه‌هایی باشد که با داده‌های مربوط توجیه و پشتیبانی شده‌اند
• یافته‌ها یا راه حلهای محتمل خود را با نظریهٔ علمی مقبول مقایسه کنند تا نتیجه‌هایی بگیرند و توجیه کنند.	

پایه‌های ۷ و ۸

پردازش و تعبیر	گزارش
دانش‌آموزان در پایهٔ ۸ هنگامی پیشرفت می‌کنند که بتوانند :	دانش‌آموزان در پایهٔ ۸ هنگامی پیشرفت می‌کنند که بتوانند :
• با استفاده از روشهای آماری و نموداری مناسب داده‌های گزارش شده را تحلیل کنند تا روندها، رابطه‌ها و طرحها را شناسایی کنند ؛	• با استفاده از وسیله‌های مناسب، گزارش مختصر و خوش‌دلیلی تهیه کنند که همراه نتیجه‌هایی باشد که با داده‌های مربوط توجیه و پشتیبانی شده‌اند ؛
• یافته‌ها یا راه حلهای محتمل خود را با نظریهٔ علمی مقبول مقایسه کنند تا نتیجه‌هایی بگیرند و توجیه کنند.	• با مدرکی که دال بر ارزیابی داده هاست با استفاده از روشهای آماری مناسب، قابل اعتماد بودن و درستی یافته‌ها یا راه حلهای محتمل خود را گزارش کنند.

تذکرها:

۱ ــ برای هدفهای پیشرفت به علم در برنامه درسی نیوزیلند تحت عنوان پایهٔ ۵ مراجعه شود.

۲ ــ توانایی انجام یک تحقیق کامل نتیجهٔ کلیدی مورد انتظار این مقصد پیشرفت است.

۳ ــ انتظار می‌رود که دانش‌آموزان هنگام انجام یک تحقیق کامل هرگونه مهارت تحقیقی ویژه را در صورت نیاز ابداع کنند.

۴ ــ فرآیندهای تحقیق لزوماً دنبال هم نیستند. فرآیند ممکن است از هر نقطه در چهارچوب نوشتار شروع شود و به جلو و عقب جابه‌جا می‌شود. دانش‌آموزان در طول فرآیند باید تصمیمها، عملها، و یافته های خود را گزارش کنند و باید برنامه و اعمال را اصلاح کنند.

تجربه‌های یادگیری ممکن

تجربه‌های یادگیری ممکن که به تفصیل در این بخش بیان شده اند در رابطهٔ با خوشه‌های مهارتهای تحقیقی معین (تمرکز و برنامه‌ریزی، گردآوری اطلاعات، پردازش و تعبیر، گزارش) سازمان یافته‌اند. هر تجربهٔ یادگیری به یک هدف یا اهداف پیشرفت مربوط می‌شود. این موردها در کروشه نشان داده شده‌اند. اولین عدد پایه، ۶ ، ۷ یا ۸ را نشان می‌دهد عدد دوم و عدد سوم هدف در آن پایه را نشان می‌دهد.

تجربه‌های یادگیری ممکن برای تمرکز و برنامه ریزی

تمرکز و برنامه‌ریزی در فیزیک ممکن است شامل موردهای زیر باشد:	دانش‌آموزان با موردهای زیر می‌توانند فرا بگیرند:
• استفاده از دانستنیها و تجربه‌ها ؛	• ایده‌های خود را دربارهٔ عاملهای موثر بر دورهٔ آونگ را روشن کنند ؛ ۸ ــ۳ (الف)
• روش ساختن ایده‌ها ؛	• برقرار سازی معیارهایی برای ارزشیابی مشخصه‌های پرواز به هنگام انجام «امتحان عادلانه» دارتهای کاغذی : ۷ ــ۳ (ب)
• یکپارچه‌سازی ایده‌ها از منبع‌های متعدد ؛	• طراحی روشی برای اندازه‌گیری تعداد دوره‌های یک ماشین لباسشویی در ثانیه در هنگام کار ؛ ۷ ــ۳ (ب)
• گمان و حدس زدن ؛	• برنامه‌ریزی یک سیستم سیم‌کشی الکتریکی برای یک خانهٔ مدل ؛ ۶ ــ ۳ (ب)
• کنجکاو بودن و پرسشهایی را مطرح کردن ؛	• تولید یک نمودار گردش کار برای نشان دادن جهتها در فرآیند تحقیق ؛ ۶، ۷ یا ۸
• پرسشها را در چارچوب جدید قرار دادن به طوری که بتوانند بررسی شوند ؛	• تصمیم گرفتن در این باره که چگونه می‌توان اطلاعات مربوط به مشخصه‌های الکتریکی یک دیود نورگسیل را یافت ؛ ۷ ــ۳ (ب)
• شناسایی، تعریف و تحلیل مسأله ؛	• سؤال از یک متخصص دربارهٔ انواع وسیله‌های ایمنی اتومبیل ؛ ۶ ــ۳ (ب).
• مدلها و قانونهای علمی را در نظر گرفتن ؛	• طراحی روشی برای اندازه‌گیری توانایی حفظ گرما در اتاق خواب ؛ ۶ ــ۳ (ب)
• پیش‌بینی کردن ؛	• پرسشهایی دربارهٔ عاملهای مؤثر بر شدت نور لامپ ؛ ۷ــ۳ (الف)
• مشاهده کردن ؛	• پیش‌بینی مکان و اندازهٔ تصویر یک شمع که در جلو یک آینهٔ کار قرار داده می‌شود ؛ ۷ ــ۳ (الف)
• فکر بازداشتن ؛	• پیش‌بینی اینکه کدام یک از عاملهای فیزیکی بر مدت غلتیدن یک استوانه روی سطح شیبدار تأثیر می‌گذارد ؛ ۸ــ۳ (الف)
• همکاری کردن ؛	• استفاده از روشهای تحقیق اطلاعات کتابخانه‌ای به هنگام برنامه‌ریزی یک پروژهٔ علوم دربارهٔ ابر رساناها ؛ ۷ ــ۳ (ب)
• طرح کردن یک تحقیق سیستماتیک (مسائل طراحی آزمایشی) ؛	• تصمیم‌گیری دربارهٔ ایمنی انجام پژوهش در مورد کارآیی یک مبدل ؛ ۸ ــ۳ (الف)
• اتخاذ تصمیم دربارهٔ عملی بودن یک تحقیق ؛	• هنگام شروع مطالعه بر روی استفاده‌های پزشکی از فراصوت، مطالعهٔ مقاله‌های مجله‌ها و روزنامه‌ها.
• انعطاف پذیر بودن ؛	
• تصمیم‌گیری در این مورد که آیا با متخصصی باید تماس گرفت یا نه ؛	
• طراحی مجدد آزمایش هنگامی که نتیجه‌های ابتدائی در نظر گرفته نشده‌اند ؛	
• پایداری نشان دادن.	

گردآوری اطلاعات در فیزیک ممکن است شامل موردهای زیر باشد:	دانش‌آموزان با موردهای زیر می‌توانند فرا بگیرند:
• کشف؛ • مشاهده؛ • کاوش طرحها / رابطه‌ها؛ • آزمون ایده‌ها، پیش‌بینی‌ها، توضیح‌ها؛ • سازمان‌دهی منبع‌ها؛ • انجام آزمایشها؛ • امتحان روشها یا وسیله‌ها؛ • شناسایی و کنترل متغیرها؛ • ساختن و کار کردن با تجهیزات؛ • مکان‌یابی، گردآوری، و گزارش داده‌ها؛ • جستجوی پاسخی به یک مسأله یا سؤال؛ • طراحی وسیله‌ای که عمل معینی را انجام دهد؛ • صادق بودن در گزارش و اعتبار داده‌ها؛ • استقامت داشتن؛ • تصمیم‌گیری در این مورد که چه اطلاعاتی ضروری است؛ • تصمیم‌گیری در این مورد که چه موقع باید از «متخصص» سؤال کرد؛ • انتخاب اطلاعات از تعدادی منبع؛ • استفاده از فنهای اطلاعات ـ بازیافت (information retrieval) و اطلاعات ـ پردازش (informaotion processing)؛ • ثبت داده‌های خام و پردازیده؛ • ایده‌های «قدیم» و «جدید» را ارتباط دادن؛ • ارزیابی اطلاعات گردآمده.	• جمع‌آوری داده‌ها از آزمون یک وسیلهٔ نقلیه که با نیروی کشسانی کار می‌کند؛ ۶ ـ ۳ (ب) • جستجوی خطهای گره در طرح موجهای در موج نما؛ ۸ ـ ۳ (الف) • ثبت طرحی که دیاپازون روی آب می‌سازد؛ ۷ ـ ۳ (الف) • جستجوی علت اینکه چرا ملوانان در تابستانها لباس خیس می‌پوشند؛ ۶ ـ ۳ (ب) • ساخت قایق (Waka) از کتان (harakeke) که می‌تواند ۵۰۰ گرم را تحمل کند؛ ۶ ـ ۳ (ب) • گردآوری داده‌هایی دربارهٔ آهنگ توقف چارچرخه روی سطحهای مختلف؛ ۶ ـ ۳ (الف) • ساخت یک موتور الکتریکی مدل؛ ۶ ـ ۳ (ب) • پیدا کردن پاسخی به این سؤال که چرا لایه‌های صابون رنگی به نظر می‌رسند؛ ۸ ـ ۱ (ب) • استفاده از نوسان نگار برای ثبت الگوهای صوتی که با ابزارهای مختلف موسیقی تولید می‌شوند؛ ۸ ـ ۳ (ب) • تصمیم‌گیری در این مورد که در نیروگاه هیدروالکتریک چه سؤالهایی را از راهنما پرسید؛ ۸ ـ ۳ (ب) • مقایسهٔ نظرهای «قبلی و بعدی» دربارهٔ شتاب اشیائی که در یک دایره حرکت می‌کنند؛ ۷ ـ ۱ (الف). • استفاده از کتابخانه شورای محلی برای به دست آوردن اطلاعاتی برای پروژه‌ای دربارهٔ کاربردهای قطبش نور؛ ۸ ـ ۳ (ب) • استفاده از میکروفیش / CD ROM در کتابخانه تا به اطلاعاتی دربارهٔ دماسنجهای الکترونیکی دسترسی پیدا کرد؛ • مصاحبه با یک کاوماتوآ (Kaumatua) دربارهٔ قله‌های مائوری (Maori)؛ • تصمیم‌گیری در این مورد که برای بررسی پایداری دوچرخه‌ها چه اطلاعاتی لازم است تا تصمیمهای مناسب در طراحی گرفته شود؛ ۸ ـ ۳ (ب) • ارزیابی اطلاعات گردآمده دربارهٔ اثر فشار روی حجم معینی از هوای درون سرنگ؛ ۷ ـ ۳ (الف)

پردازش و تفسیر در فیزیک ممکن است شامل موردهای زیر باشد:	دانش‌آموزان می‌توانند با موردهای زیر فرابگیرند:
• پردازش داده‌ها ؛ • ترکیب کردن داده‌ها ؛ • ایده‌های جدید و قدیم را ارتباط دادن ؛ • دربارهٔ یک درک مذاکره کردن ؛ • شناسایی طرحها و رابطه‌ها ؛ • پیشنهاد توضیح‌های ممکن ؛ • نقد روش ؛ • فکر انتقادی داشتن ؛ • ارزیابی داده‌های پردازیده ؛ • تلاش در تحلیل ناسازگاریها در ایده‌ها و مفهومها ؛ • توجیه نتیجه‌ها در پرتو داده‌های گرد آمده ؛ • تشخیص و بیان محدودیتهای روشها و داده‌های گردآمده ؛ • از نظر فکری صادق بودن ؛ • فکر باز داشتن ؛ • حل جزء به جزء یک مسأله ؛ • به فکر خود توجه داشتن ؛ • با عجله قضاوت نکردن ؛ • تحمل عدم قطعیت ؛ • پذیرش ماهیت موقتی توضیح علمی ؛ • قبول اعتبار نتیجه‌ها و نتیجه‌گیریهای دیگران.	• بحث دربارهٔ ایده‌های چگالی چوبهای مختلف ؛ ۶ـ۳(الف) • برای الگوی فریز (fringe) روی لایهٔ صابون قائم توضیحی تهیه کردن ؛ ۸ ـ ۳ (الف) • ارزیابی یافته‌هایی در این مورد که کدام روش امتحان شده دقیق‌ترین روش تعیین شتاب گرانی است ؛ ۶ ـ ۳ (الف) • تفسیر داده‌های ماهانه کلاس دربارهٔ دماهای بیرون و درون ؛ ۶ ـ ۳ (الف) • رسیدن به ایده‌ای دربارهٔ اندازهٔ بیراهی به هنگام استفاده از کرونومتر ؛ ۶ ـ ۲ (الف) • تصمیم‌گیری در این مورد که آیا استفاده از چشمه‌های رادیواکتیو را در آشکارسازهای دود تجویز کنیم یا نه ؛ ۷ـ۲ (ب) • بحث دربارهٔ داده‌های مربوط به تغییر ولتاژ یک باتری به مرور زمان ؛ ۷ ـ ۳ (الف) • ارتباط تصویرهای تشکیل شده در عدسیهای شیشه‌ای با نحوهٔ کار چشم ؛ ۶ ـ ۳ (ب) • داده‌های گردآمده در مورد زمان لازم برای پایین آمدن اتومبیلهای مدل از سطح‌های شیبدار مختلف ؛ ۶ ـ ۳ (الف) • تفسیر نسخه‌ای از آنچه زلزله‌نگار ثبت کرده است ؛ ۸ـ۳(الف) • حل تناقض میان دو طرح ناشی از داده‌های حاصل از آزمایشهایی که میدان الکتریکی را در نقطه‌های بین دو الکترود درون یک محلول سولفات مس اندازه‌گیری می‌کنند ؛ ۸ ـ ۳ (الف) • انتخاب بهترین توضیح برای قدرتهای نسبی که از یک رشتهٔ آزمایش دربارهٔ آهنرباهای الکتریکی مختلف به‌دست‌آمده‌اند ؛ ۷ ـ ۳ (ب) • تشخیص اینکه داده‌های گردآمده برای این که بتوان گزاره‌های مطمئنی دربارهٔ مقاومت ویژهٔ یک تکه خمیر وایا (play - doh) بیان کرد کافی نیست ؛ ۷ ـ ۳ (الف) • شناسایی رابطهٔ میان طول یک تار مرتعش و بسامد اصلی تشدید آن ؛ ۸ ـ ۳ (الف) • ارزیابی ایده‌های متناقض دربارهٔ ایمنی میکروویوها ؛ ۷ـ۱(ب)

گزارش در فیزیک ممکن است شامل موردهای زیر باشد:	دانش‌آموزان می‌توانند با موردهای زیر فرابگیرند:
• سهیم شدن در یافته‌ها ؛ • به طور نوشتاری ؛ • به طور شفاهی ؛ • به طور نموداری ؛ • به طور نمادین ؛ • به طور دیاگرامی ؛ • به صورت مدلها ؛ • استفاده از گستره وسیعی از وسیله‌ها از مجله ؛ • کامپیوترها ؛ • ثبت نوار ویدئویی ؛ • ثبت نوار اودیویی (audiotape) ؛ • گستره‌ای از روشهای چاپ ؛ • هنرهای نمایشی ؛	• استفاده از یک برنامهٔ کامپیوتری برای نمایش رابطه‌های میان شدت نور، مساحت سطح و ولتاژ الکتریکی تولید شده برای پیل خورشیدی ؛ ۷ ـ ۳ (ب) • ارائه اندازه‌گیریهای ولتاژ و زمان تخلیهٔ خازن به شکل نمودار ؛ ۸ ـ ۲ (الف) • ساخت یک فیلم کوتاه ویدئویی دربارهٔ حرکت تک پاروزن ؛ ۸ ـ ۳ (ب) • استفاده از برنامهٔ رومیزی (desk - top) برای تهیه یک گزارش دربارهٔ «آزمون» ای که در مورد مواد عایق انجام داده‌اند ؛ ۶ ـ ۳ (ب) • نوشتن مقاله‌ای دربارهٔ پیشرفتهای اخیر در عدسیهای چسبان (contact lenses) برای یک روزنامه ؛ ۶ ـ ۱ (ب) • تهیهٔ گزارشی برای نمایشگاه علمی که تحقیق آنها را دربارهٔ ترازهای صدا در مکانهای مختلف در یک کارخانه محلی خلاصه می‌کند ؛ ۸ ـ ۳ (ب) • تهیهٔ گزارشی برای تسلیم به مجلهٔ انجمن معلمان ؛ • تحقیق فنرهای علوم نیوزیلند که بررسی دربارهٔ آزمون فنرهای خودکار در آن خلاصه شده باشد. • NewZealand Science Teachers' Association Journal؛ ۷ ـ ۳ (ب)

ترجمهٔ محمد علی سعادت بخت

مرجع:

Physics in the NewZealand Curriculum (final development). Ministry of Education.

دهمین المپیاد فیزیک ایران

بخش اول: سؤالهای چند گزینه‌ای

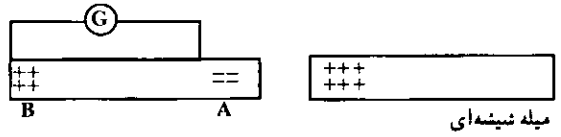
توجه:
سؤالهای ۱ تا ۳۲ چند گزینه‌ای هستند و به هر گزینه که درست علامت زده شود نمره مثبت و به گزینه‌ای که نادرست علامت زده شود نمره منفی داده خواهد شد. نمره مثبت گزینه درست و نمره منفی هر گزینه نادرست همراه هر سؤال در پرانتز نوشته شده است. هر سؤال فقط یک گزینه درست دارد و انتخاب بیش از یک گزینه معادل با پاسخ نادرست است.

۱ ــ در شکل زیر یک میلهٔ شیشه‌ای را با مالش باردار و به یک سر میلهٔ رسانای AB نزدیک می‌کنیم، به طوری که در نقطه A بار منفی و در نقطه B بار مثبت القا شود. نقاط A و B را با یک سیم نازک که به گالوانومتری متصل است، به هم وصل می‌کنیم. کدام گزینه در مورد جریانی که گالوانومتر نشان می‌دهد درست است؟ (۲+, ۱−)

الف) گالوانومتر جریانی دائمی از B به A را نشان می‌دهد.

ب) جریانی از گالوانومتر نمی‌گذرد.

ج) جریان مادامی که بارهای القایی A و B خنثی نشده‌اند ادامه دارد.



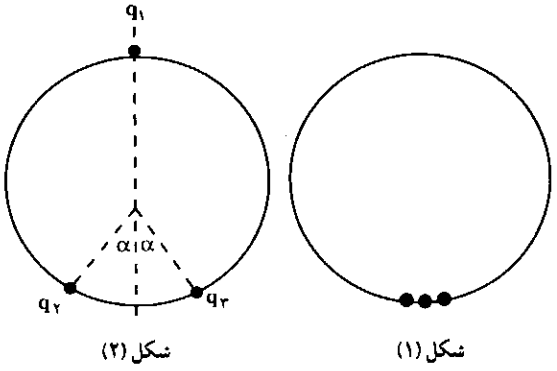
۲ ــ از سه مهرهٔ تسبیح مشابه مطابق شکل (۱) حلقه‌ای گذرانده‌ایم. صفحهٔ حلقه افقی است و مهره‌ها با حلقه و سطحی که روی آن قرار گرفته‌اند اصطکاک ندارند. روی مهره‌ها بارهای q_1، q_2 و q_3 می‌گذاریم. مشاهده می‌شود که مهره‌ها به صورتی که در شکل (۲) نشان داده شده است قرار می‌گیرند. کدامیک از گزینه‌های زیر درست است؟ مهره‌ها و حلقه از جنس عایق درست شده‌اند. (۳+, ۱−)

الف) $\left.\begin{matrix}|q_2|=|q_3|\ ,\ q_2q_3>0\\ |q_1|=|q_3|\ ,\ q_1q_3>0\end{matrix}\right\}$

ب) $\left.\begin{matrix}|q_1|=|q_2|\ ,\ q_2q_3>0\\ |q_1|>|q_3|\ ,\ q_1q_3>0\end{matrix}\right\}$

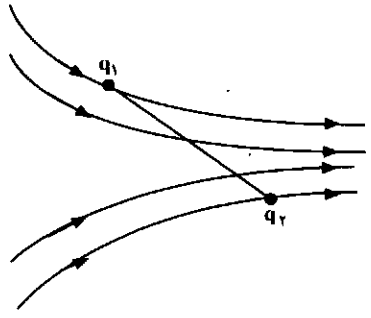
ج) $\left.\begin{matrix}|q_2|=|q_3|\ ,\ q_2q_3>0\\ |q_1|>|q_2|\ ,\ q_1q_3>0\end{matrix}\right\}$

د) $\left.\begin{matrix}|q_2|>|q_3|\ ,\ q_1q_3>0\\ |q_1|>|q_2|\ ,\ q_1q_2<0\end{matrix}\right\}$



شکل (۲) شکل (۱)

۳ ــ در ناحیه‌ای از فضا میدان الکتریکی مطابق شکل وجود دارد. دو بار الکتریکی q_1 (منفی) و q_2 (مثبت) روی دو سر میله نارسانای بسیار سبکی در این میدان قرار دارد. برآیند نیروهای وارد بر میله را F و گشتاور نیروهای وارد بر آن نسبت به وسط میله را τ می‌نامیم. اگر $|q_2|<|q_1|$ باشد کدام گزینه درست است؟ (۳+, ۱−)



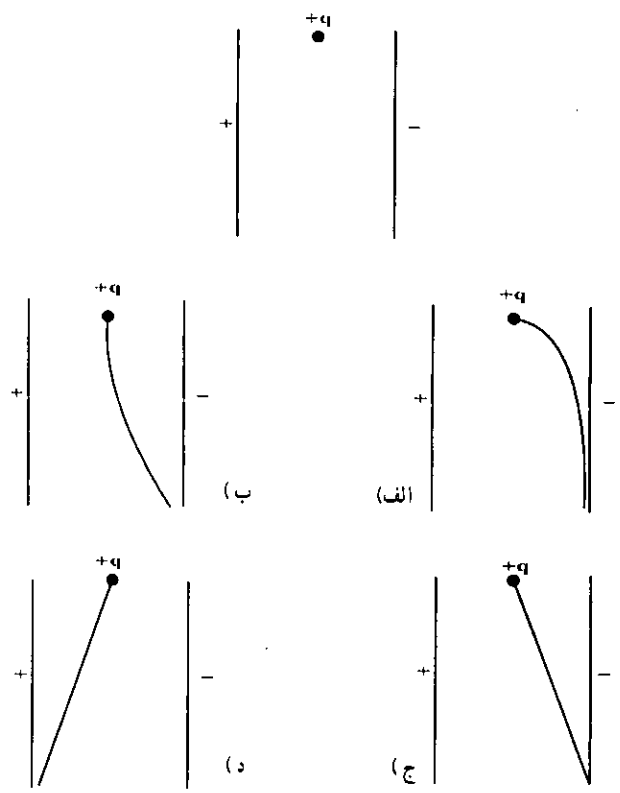
الف) $F \neq 0$, $\tau \neq 0$.

ب) ممکن است F صفر یا مخالف صفر باشد و $\tau \neq 0$.

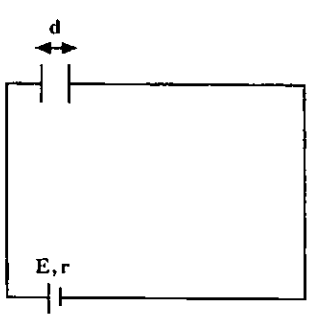
ج) $F \neq 0$ و ممکن است τ صفر یا مخالف صفر باشد.

د) ممکن است F و τ هر کدام صفر یا مخالف صفر باشد.

۴ ــ دو صفحهٔرسانای موازی قائم را به اختلاف پتانسیل ثابتی وصل می‌کنیم. ذره‌ای به وزن w و بار q+ را مطابق شکل میان دو صفحه رها می‌کنیم. کدام یک از شکل‌های زیر مسیر حرکت ذره را در فضای میان دو صفحه نشان می‌دهد؟ $(+۲, -\frac{۲}{۳})$



۵ ــ مدار مقابل از یک باتری به نیروی محرکه E و مقاومت داخلی r و یک خازن تخت به مساحت صفحات A و فاصله d تشکیل شده است. دی‌الکتریک میان صفحات خازن با ثابت K یک ماده کاملاً عایق نیست، بلکه دارای مقاومت ویژهٔ ρ است. بار الکتریکی خازن کدام است؟ $(+۳, -۱)$



الف) $\frac{۲E\rho\varepsilon_{\circ}KA}{Ar+۲\rho d}$

ب) $\frac{E\rho\varepsilon_{\circ}KA}{Ar+\rho d}$

ج) $\frac{E\varepsilon_{\circ}KA}{d}$

د) صفر

۶ ــ دو بار نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ مطابق شکل بر روی محورهای مختصات واقعند. اگر بردار میدان الکتریکی حاصل از این دو بار در نقطه p در جهت محور y باشد، کدام گزینه در مورد اندازه و علامت $q_۱$ و $q_۲$ درست است؟ $(+۳, -\frac{۳}{۵})$

الف) $q_۱ < ۰$ و $q_۲ > ۰$ ، $|q_۱| > |q_۲|$

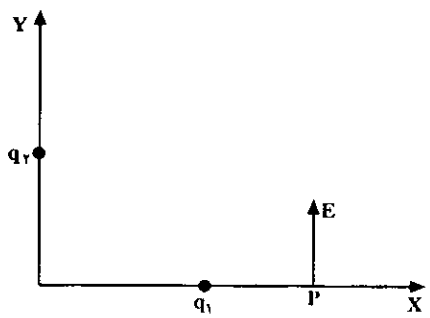
ب) $q_۱ < ۰$ و $q_۲ < ۰$ ، $|q_۱| < |q_۲|$

ج) $q_۱ < ۰$ و $q_۲ > ۰$ ، $|q_۱| < |q_۲|$

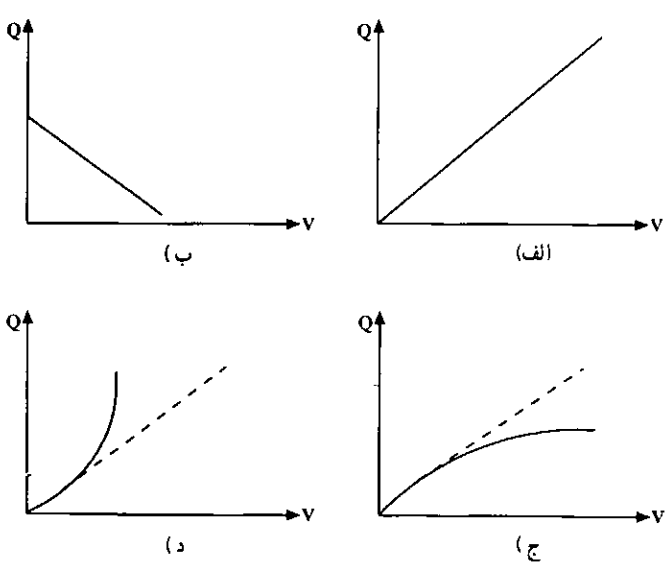
د) $q_۱ > ۰$ و $q_۲ < ۰$ ، $|q_۱| > |q_۲|$

هـ) $q_۱ > ۰$ و $q_۲ > ۰$ ، $|q_۱| > |q_۲|$

و) $q_۱ > ۰$ و $q_۲ < ۰$ ، $|q_۱| < |q_۲|$

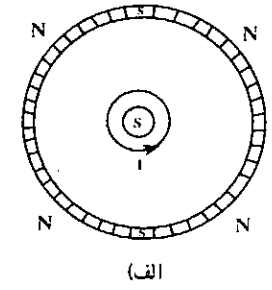


۷ ــ ثابت دی‌الکتریک یک خازن به صورت $K = a + bE$ است که در آن E میدان الکتریکی، a ثابتی مثبت و b منفی است. منحنی تغییرات بار روی خازن برحسب اختلاف پتانسیل دو سر آن کدام است؟ $(+۳, -۱)$

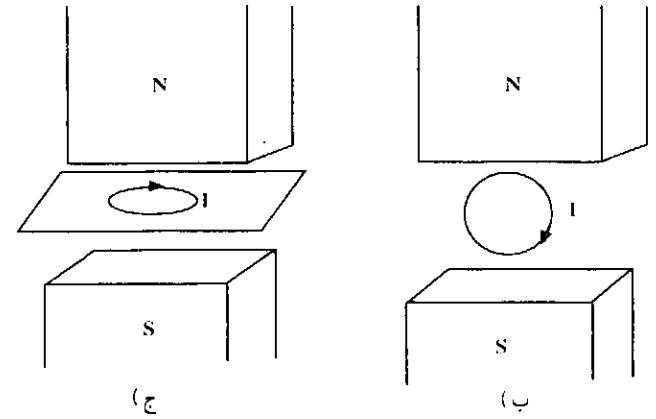


۸ ــ از یک حلقهٔ دایره‌ای شکل که در میدان مغناطیسی حاصل از یک آهن‌ربا قرار گرفته جریان I می‌گذرد. دیده می‌شود حلقه در راستای عمود بر صفحهٔ خود به حرکت در می‌آید. کدامیک از شکل‌های

زیر موقعیت حلقهٔ جریان و قطب‌های آهنربا را نشان می‌دهد؟ (۲+، ۱−)



الف)



ج) ب)

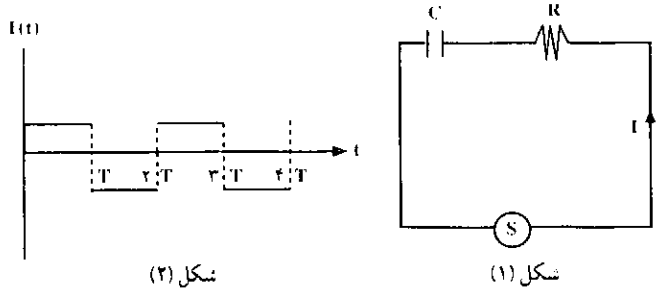
۹ ــ نیروی متوسط لازم برای متوقف کردن یک گلوله در حال سقوط آزاد ... (۲+، ۱−)

الف) بیشتر از وزن گلوله است.

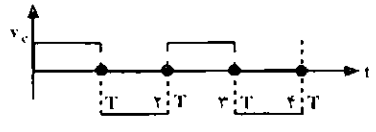
ب) کمتر از وزن گلوله است.

ج) برابر وزن گلوله است.

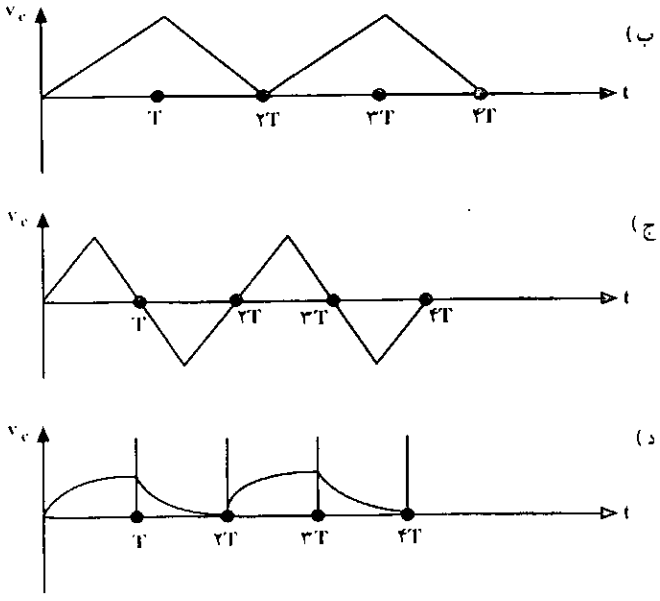
۱۰ ــ در مدار شکل (۱) منبع S جریان متغیری که نحوهٔ تغییرات زمانی آن مطابق شکل (۲) است ایجاد می‌کند. کدامیک از نمودارهای زیر می‌تواند منحنی تغییرات زمانی ولتاژ دو سر خازن را نشان دهد؟ (۳+، ۱−)



شکل (۲) شکل (۱)



الف)



ب) ج) د)

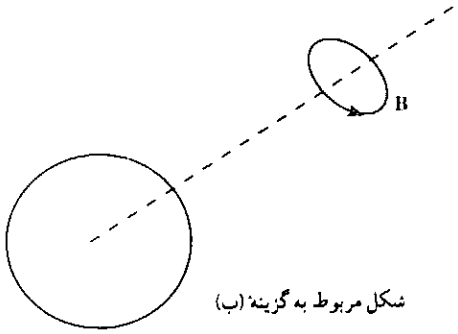
۱۱ ــ کرهٔ رسانای بارداری به تدریج تخلیه می‌شود. این تخلیه چنان است که آهنگ خروج بار در همهٔ نقاط سطح کره ثابت است و بارهای خارج شده با سرعت یکسان در راستای شعاع از کره دور می‌شوند. کدامیک از عبارت‌های زیر دربارهٔ میدان مغناطیسی حاصل درست است؟ (۲+، $-\frac{۲}{۳}$)

الف) میدان مغناطیسی بیرون کره در راستای شعاع، و درون کره صفر است.

ب) میدان مغناطیسی درون کره صفر و بیرون کره مطابق شکل است.

ج) میدان مغناطیسی همه جا صفر است.

د) میدان مغناطیسی همه جا در راستای شعاع است.



شکل مربوط به گزینهٔ (ب)

۱۲ ــ در یک سفینهٔ فضایی که از میدان گرانش زمین و سیارات دیگر دور است، یک خط‌کش، یک ساعت، یک فنر با جرم ناچیز و دو گلولهٔ کوچک در اختیار ماست. با انجام آزمایش‌های مکانیکی با این وسایل چه کمیت‌هایی را می‌شود اندازه‌گیری کرد؟ (۲+، ۱−)

الف) نسبت جرم گلوله‌ها

ب) اندازهٔ جرم هر یک از گلوله‌ها

ج) ثابت فنر

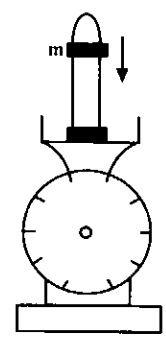
۱۳ ــ شخصی به وزن W روی ترازویی ایستاده است. او گلوله‌ای به وزن W_0 را به ریسمان سبکی بسته است و می‌چرخاند به طوری که صفحهٔ حرکت گلوله افقی است. در این حالت ترازو وزن W_1 را نشان می‌دهد. کدام گزینه درست است؟ (۲+، ۱−)

الف) $W_1 > W + W_0$

ب) $W_1 < W + W_0$

ج) $W_1 = W + W_0$

۱۴ ــ در شکل مقابل پایه‌ای به جرم ۱/۵kg بر روی ترازویی فنری قرار دارد. مهره m به جرم ۰/۵kg از میله متصل به پایه عبور داده شده است. اگر مهره رها شود با شتاب $2m/s^2$ به پایین می‌لغزد. ترازو هنگام لغزیدن میله به پایین چند نیوتون را نشان می‌دهد؟ $g = 10m/s^2$. (۳+، $-\frac{3}{4}$)



الف) ۱۵

ب) ۱۹

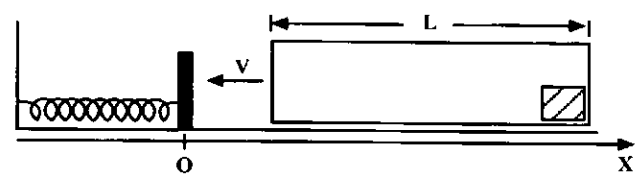
ج) ۲۴

د) ۱۶

هـ) ۲۰

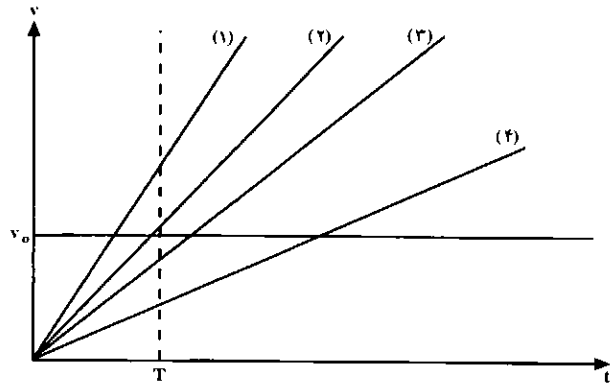
۱۵ ــ مطابق شکل، داخل یک جعبه جسمی به جرم m و به فاصلهٔ L از یک انتهای آن قرار دارد. جعبه همراه با جسم درون آن با سرعت V به سمت فنری در حرکت است. انتهای آزاد فنر را قبل از برخورد جعبه با آن مبدأ مختصات می‌گیریم. بعد از برخورد جعبه با فنر و بازگشت آن، جسم برای نخستین بار در نقطه‌ای به مختصهٔ x، با انتهای جعبه برخورد خواهد کرد. با چشم‌پوشی از کلیهٔ اصطکاک‌ها کدام گزینه درست است؟ (۲+، ۱−)

الف) $x = \frac{L}{2}$ ب) $x > \frac{L}{2}$ ج) $x < \frac{L}{2}$



۱۶ ــ کامیونی با سرعت ثابت V. درست در لحظهٔ سبز شدن چراغ راهنمایی به چهارراه می‌رسد و بدون تغییر سرعت از چهارراه می‌گذرد. در همین لحظه اتومبیلی از حال سکون با شتاب ثابت از چهارراه شروع به حرکت می‌کند و بعد از زمان T به کامیون می‌رسد. کدامیک از خطوط نمودار تغییرات سرعت اتومبیل برحسب زمان را نشان می‌دهد؟ (۲+، $-\frac{2}{3}$)

الف) ۱ ب) ۲ ج) ۳ د) ۴



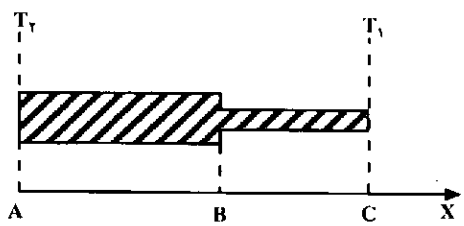
۱۷ ــ طول دو میلهٔ آهنی و مسی در دمای θ به ترتیب l_1 و l_2 ($l_2 < l_1$) و ضریب انبساط خطی آنها α_1 و α_2 است. فرض کنید α_1 و α_2 مستقل از دما هستند. کدام گزینه درست است؟ (۳+، $-\frac{3}{2}$)

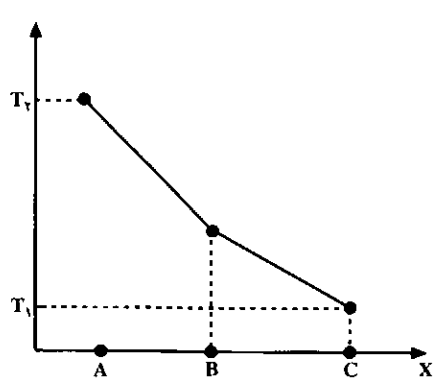
الف) اگر $\alpha_2 l_2 < \alpha_1 l_1$ باشد، بیشترین اختلاف طول آنها در دمای θ است.

ب) اگر $\alpha_2 l_2 > \alpha_1 l_1$ باشد، در هیچ دمایی اختلاف طول دو میله صفر نمی‌شود.

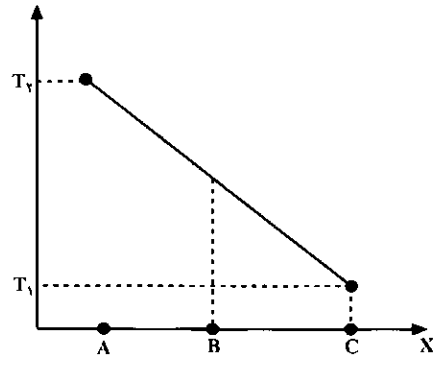
ج) اگر $\alpha_2 l_2 \neq \alpha_1 l_1$ باشد، دمای دیگری به جز θ وجود دارد که اختلاف طول آنها در آن دما $l_2 - l_1$ شود.

۱۸ ــ دو میلهٔ یکنواخت مسی با سطح مقطع‌های متفاوت مطابق شکل به یکدیگر وصل شده‌اند و دو انتهای مجموعه با دو منبع گرمایی که دماهای آنها همواره T_1 و T_2 ($T_2 > T_1$) است در تماس‌اند. اطراف میله‌ها کاملاً عایق‌پوشی شده است. پس از گذشت مدت زمانی دمای هر نقطه‌ای از میله‌ها به مقدار ثابتی می‌رسد. کدامیک از نمودارهای زیر تغییرات دمای میله‌ها در طول محور X را نشان می‌دهد؟ (۲+، ۱−)

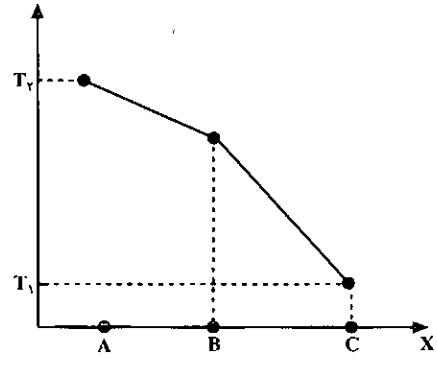




الف)

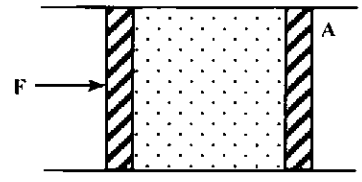


ب)



ج)

۱۹ ــ مطابق شکل گازی داخل سیلندری که با دو پیستون قابل حرکت مسدود شده محبوس است و فشار هوای خارج P_0 و پیستون‌ها ساکن هستند. نیروی اصطکاک بین سیلندر و پیستون در آستانهٔ حرکت با نیروی اصطکاک در حال حرکت یکسان و برابر f است. کمترین نیروی لازم F که باید به پیستون سمت چپ وارد کرد تا پیستون سمت راست حرکت کند چه مقدار است؟ $(+۳, -\frac{۳}{۴})$



الف) $f + P_0A$

ب) f

ج) $2f + P_0A$

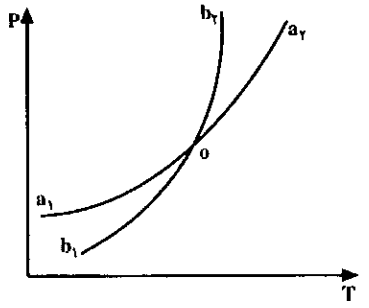
د) $2f$

هـ) $2f + 2P_0A$

نخست متن زیر را بخوانید و سپس به سؤال‌های ۲۰ تا ۲۲ پاسخ دهید.

اگر جامد یا مایعی زیر سرپوشی قرار گیرد که خالی از هر مادهٔ دیگری است، مقداری از آن بخار می‌شود تا فشار بخار در آن ظرف به حد معینی برسد. اگر فشار بخار در آن ظرف بیش از این حد معین باشد، مقداری از این بخار به جامد (یا مایع) تبدیل می‌شود تا فشار بخار باقیمانده به این حد برسد. این فشار را فشار بخار تعادل جامد (یا مایع) می‌نامند.

فشار بخار تعادل به دما بستگی دارد. جسمی را در یکی از دو حالت جامد یا مایع در نظر بگیرید. یکی از این دو حالت را A و دیگری را B می‌نامیم. اگر فقط حالت A را در نظر بگیریم، نمودار فشار بخار تعادل به شکل منحنی a_1oa_2 و اگر فقط حالت B را در نظر بگیریم، نمودار فشار بخار تعادل به شکل منحنی b_1ob_2 است. این نمودار برای مواد مختلف به طور کیفی به همین شکل است.



۲۰ ــ کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟ $(+۳, -\frac{۳}{۲})$

الف) در هر دمای دلخواه، ممکن است که هریک از دو حالت A و B ماده یا هر دو با بخار در حال تعادل باشند.

ب) به غیر از دمای نقطهٔ o در هر دمایی فقط یکی از حالت‌های A یا B ماده ممکن است که با بخار در حال تعادل باشد و بخش‌های a_1o و ob_2 نمودار عملاً به وقوع نمی‌پیوندند.

ج) به غیر از دمای نقطهٔ o در هر دمایی فقط یکی از حالت‌های A یا B ماده ممکن است که با بخار در حال تعادل باشد و بخش‌های b_1o و a_2o عملاً به وقوع نمی‌پیوندند.

۲۱ ــ کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟ $(+۲, -۱)$

الف) حالت A مایع و حالت B جامد است.

ب) حالت B مایع و حالت A جامد است.

ج) فقط از روی نمودار معلوم نیست که A یا B کدام جامداند. به نوع ماده بستگی دارد.

۲۲ ــ با توجه به نمودار، کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟ $(+۲, -\frac{۲}{۳})$

الف) هر جسم جامدی را در هر فشاری که گرم کنیم. ابتدا ذوب می‌شود و سپس می‌جوشد.

ب) بعضی از جامدات در هر فشاری در اثر گرم شدن ابتدا ذوب می‌شوند و سپس می‌جوشند؛ برخی در هر فشاری مستقیماً بخار (تصعید) می‌شوند.

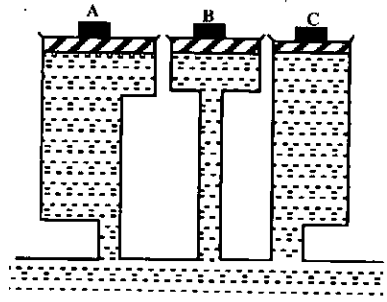
ج) هر جامدی در اثر گرم شدن، اگر فشار محیط از حدی کمتر باشد، ابتدا ذوب می‌شود و سپس می‌جوشد، و اگر فشار محیط از آن حد بیشتر باشد، مستقیماً تصعید می‌شود.

د) هر جامدی در اثر گرم شدن، اگر فشار محیط از حدی کمتر باشد مستقیماً تصعید می‌شود، و اگر فشار محیط از آن حد بیشتر باشد، ابتدا ذوب می‌شود و سپس می‌جوشد.

۲۳ ــ مقداری گاز داخل یک ظرف دربستهٔ مکعب شکل قرار دارد. در صورتی که بدون تغییر دما، ابعاد این ظرف دو برابر شود نیروی وارد بر هر سطح ظرف چند برابر خواهد شد؟ $(+۲, -\frac{۲}{۵})$

الف) $\sqrt{۲}$ ب) $\frac{۱}{\sqrt{۲}}$ ج) ۲ د) $\frac{۱}{۲}$ هـ) ۴ و) $\frac{۱}{۸}$

۲۴ ــ در شکل زیر با بالا بردن پیستون‌ها، آب تا ارتفاع معینی در لوله‌ها بالا آمده است. پیستون‌ها سبک، بدون اصطکاک و هم‌اندازه هستند. برای نگهداشتن پیستون‌ها در همان ارتفاع باید نیروی F به آنها وارد کنیم. کدام گزینه درست است؟ $(+۲, -\frac{۲}{۳})$



الف) $F_B < F_A < F_C$

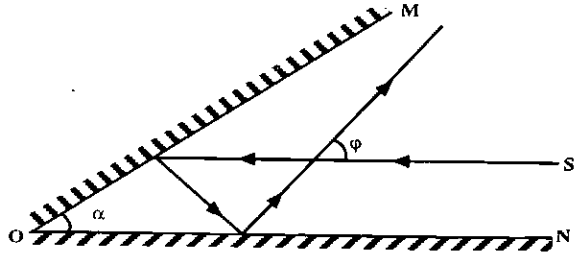
ب) $F_A = F_B = F_C \neq ۰$

ج) $F_A = F_B > F_C$

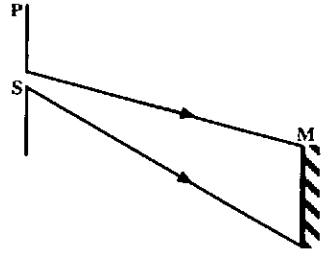
د) $F_A = F_B = F_C = ۰$

۲۵ ــ دو آینهٔ تخت OM و ON با یکدیگر زاویهٔ α می‌سازند. باریکهٔ نور S بعد از بازتابش از آینه‌های OM و ON با راستای اولیهٔ خود زاویهٔ φ می‌سازد. اگر دستگاه دو آینه به اندازهٔ ۱۰° حول فصل مشترک دو آینه بچرخد. زاویهٔ φ چقدر تغییر می‌کند؟ $(+۲, -\frac{۱}{۲})$

الف) ۲۰° ب) ۱۰° ج) $|\alpha - ۲۰°|$ د) صفر درجه هـ) ۴۰°



۲۶ ــ در شکل زیر از شکاف باریک S واقع بر روی پردهٔ P نور به سطح آینه تخت M می‌تابد و بر اثر بازتاب ناحیهٔ روشنی بر روی پرده تشکیل می‌شود. آینهٔ M و پردهٔ P موازی یکدیگرند. هرگاه فاصله آینه را



از پرده ۲ برابر کنیم پهنای ناحیهٔ روشن ..... $(+۲, -\frac{۲}{۳})$

الف) نصف می‌شود. ب) دو برابر می‌شود.

ج) چهار برابر می‌شود. د) تغییر نمی‌کند.

۲۷ ــ شخصی مقابل یک آینهٔ محدب ایستاده و تصویر خود را در آینه مشاهده می‌کند. اگر یک صفحه شیشه‌ای نازک‌بین شخص و آینه قرار دهیم او سه تصویر از خود می‌بیند. کدامیک از گزینه‌های زیر درست است؟ $(+۳, -\frac{۳}{۴})$

الف) هر سه تصویر مشاهده شده مجازی و کوچکتر از شیء حقیقی‌اند.

ب) دو تصویری که علاوه بر تصویر اولی مشاهده می‌شوند حقیقی‌اند.

ج) از دو تصویر جدید یکی حقیقی و دیگری مجازی است.

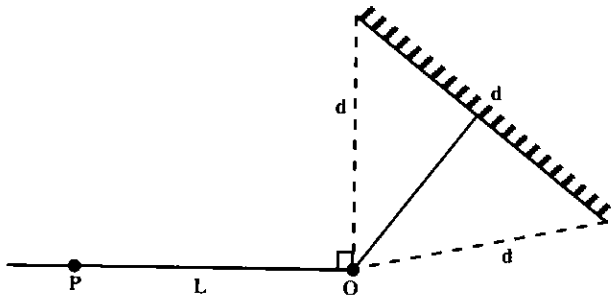
د) دو تصویر جدید یکی از تصویر قبلی بزرگتر و یکی کوچکتر و هرسه مجازی‌اند.

هـ) دو تصویر جدید یکی از تصویر قبلی بزرگتر و یکی کوچکتر و تصویر کوچکتر در شرایط خاصی حقیقی است.

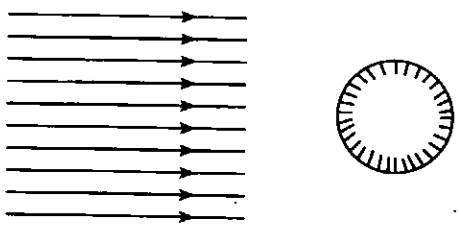
۲۸ ــ مطابق شکل، نقطهٔ نورانی O از دو سر آینهٔ تختی به عرض d به فاصلهٔ d است. ناظری که در نقطهٔ P است می‌تواند تصویر O را درآینه ببیند. فاصلهٔ نقطهٔ P از نقطهٔ O برابر با L است. آینه را حول نقطهٔ O به اندازهٔ زاویهٔ α می‌چرخانیم. اگر α از ۳۰° بیشتر شود، ناظر واقع در نقطهٔ P دیگر نمی‌تواند تصویر O در آینه را ببیند. کدام گزینه در مورد مقدار L و جهت چرخش آینه درست است؟ $(+۳, -۱)$

الف) $\frac{d}{۲}$ ساعتگرد ب) d پادساعتگرد

ج) $d\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ پادساعتگرد د) $d\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ ساعتگرد



۲۹ ــ یک دسته پرتو موازی مطابق شکل به یک کرهٔ بازتابنده می‌تابد. چه کسری از نور تابیده به کره با زوایای انحراف بیشتر از ۱۲۰° از روی آن باز می‌تابد؟ $(+۲, -\frac{۲}{۳})$



الف) $\frac{۱}{۴}$

ب) $\frac{۱}{۳}$

ج) $\frac{۱}{۲}$

د) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۳۰ ــ حجم آب‌های روی کرهٔ زمین به کدام یک از اعداد زیر نزدیکتر است؟ (همهٔ اعداد لازم را خودتان تخمین بزنید.) $(+۲, -\frac{۱}{۲})$

الف) $۱۰^{۹}\,m^{۳}$ ب) $۱۰^{۱۸}\,m^{۳}$ ج) $۱۰^{۲۴}\,m^{۳}$

د) $۱۰^{۲۹}\,m^{۳}$ هـ) $۱۰^{۳۵}\,m^{۳}$

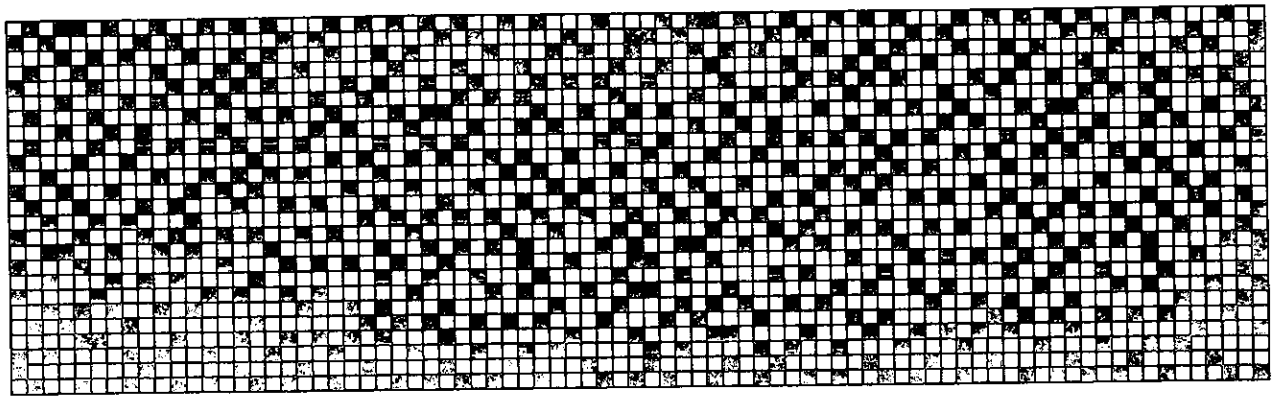
۳۱ ــ اگر با تلسکوپ به کرهٔ زهره نگاه کنیم، معلوم می‌شود که زهره هم مثل ماه حالت‌های هلال و بدر دارد. بزرگی زاویه‌ای (قطر ظاهری) زهره در حالت هلال کامل (باریکترین هلال) تقریباً ۶ برابر بزرگی زاویه‌ای آن در حالت بدر کامل است. نسبت شعاع مدار زهره در حرکت به دور خورشید به شعاع مدار زمین در حرکت به دور خورشید چقدر است؟ $(+۳, -۱)$

الف) $\frac{۱}{۶}$ ب) $\frac{۵}{۶}$ ج) $\frac{۱}{\sqrt{۶}}$ د) $\frac{۵}{۷}$

۳۲ ــ تقریباً چه کسری از خانه‌های جدول زیر سیاه است؟ $(+۲, -\frac{۲}{۵})$

الف) ٪۲۰ ب) ٪۳۰ ج) ٪۴۰

د) ٪۵۰ هـ) ٪۶۰ و) ٪۷۰



بخش دوم: مسأله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسأله‌های کوتاه توضیح زیر را به دقت بخوانید:

در مسائل شمارهٔ ۱ تا ۵ باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً برحسب میلی‌متر، متر، کیلوگرم، میکروکولن و غیره) که در صورت مسأله آمده با دو رقم به‌دست آورید. این عدد را در پاسخنامه در دو خانه بالای هر سؤال بنویسید و سپس خانه‌های مربوط به این عدد دو رقمی را در برگه پاسخنامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد مورد نظر را در ستون یکان و رقم دهگان را در ستون دهگان پاسخ‌نامه سیاه کنید.

مثال ــ فرض کنید بار خازنی را برحسب میکروکولن خواسته باشند و شما عدد ۲۶/۷ میکروکولن به دست آورید. ابتدا آن را گرد کنید و ۲۷ میکروکولن بگیرید و سپس، مطابق شکل، پاسخ خود را در پاسخنامه وارد کنید.

۲	۷
دهگان	یکان
۰	۰
۱	۱
■	۲
۳	۳
۴	۴
۵	۵
۶	۶
۷	■
۸	۸
۹	۹

توجه:

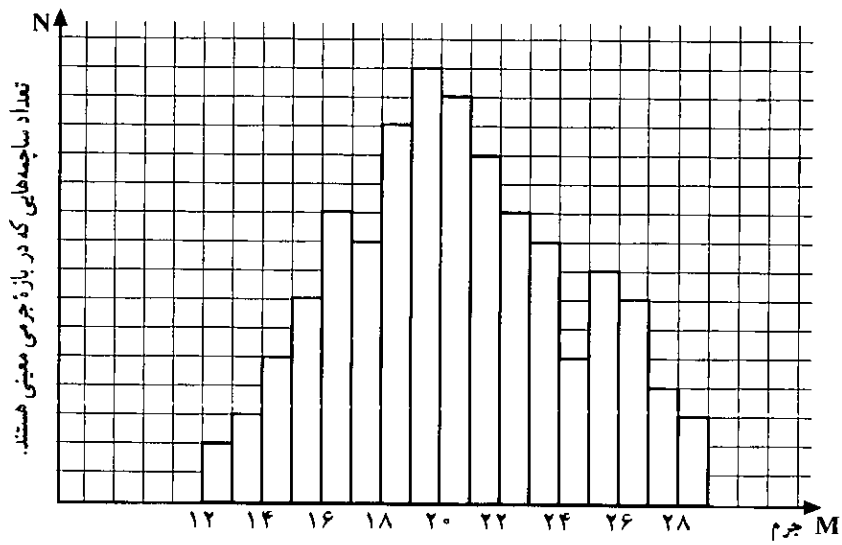
۱ ــ خانه‌های سیاه شده با دستگاه خوانده می‌شود و اعداد نوشته شده بالای هر سؤال ملاک تصحیح نخواهد بود.

۲ ــ پاسخ نادرست در این بخش نمره منفی ندارد.

۱ ــ بالنی به حجم ثابت ۱۰ لیتر محتوی گاز با فشار ۵۲۰mmHg و مجموعه وزنش $۹/۹۱\times۱۰^{-۱}N$ است. مقداری از گاز درون بالن را خارج می‌کنیم، فشار گاز باقی‌مانده در بالن ۱۰۰mmHg و وزن مجموعه $۹/۸۱\times۱۰^{-۱}N$ می‌شود. در صورتی که دمای گاز ثابت مانده باشد، چگالی گاز باقیمانده در بالن چند **گرم بر متر مکعب** است؟

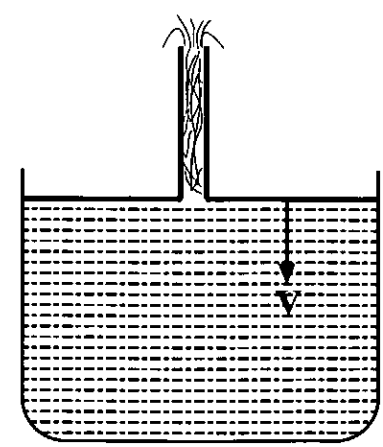
$(g=۱۰\frac{m}{s^۲})$ (۶ نمره)

۲ ــ در یک آزمایشگاه جرم تعداد ۵۰۰ عدد ساچمه اندازه‌گیری شده است. نمودار زیر توزیع آماری تعداد ساچمه‌ها بر حسب جرمشان را نشان می‌دهد. روی محور افقی جرم و روی محور عمودی تعداد ساچمه‌هایی که در یک بازهٔ جرمی معین هستند نشان داده شده است. مقیاس محور عمودی روی شکل مشخص نشده است. به عنوان مثال مطابق شکل زیر ساچمه‌هایی که جرمشان بین ۱۴ تا ۱۵ گرم است تعدادشان α است. **تعداد** ساچمه‌هایی که جرم آنها بیش از ۲۵ گرم است چندتاست؟ (۴ نمره)

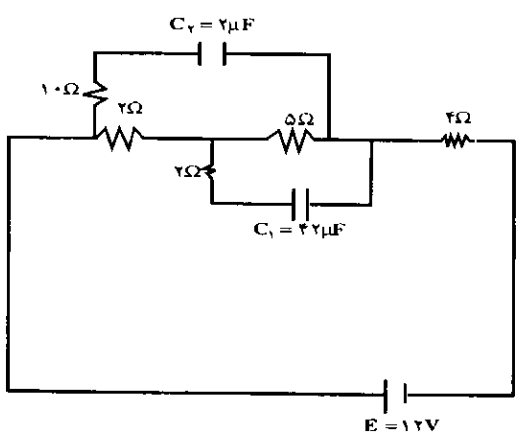


۳ ــ در داخل یک استوانه مقداری مایع تراکم ناپذیر قرار دارد و یک پیستون افقی به شعاع ۱۰cm مطابق شکل بر روی مایع قرار گرفته است. در مرکز پیستون سوراخی به شعاع ۴ میلیمتر ایجاد شده است. اگر پیستون را با سرعت ۴ میلیمتر بر ثانیه در راستای قائم پایین بیاوریم، بیشترین ارتفاعی که آب نسبت به سطح اولیهٔ آب ظرف از داخل سوراخ به بالا فوران خواهد کرد برحسب **سانتیمتر** چقدراست؟ ضخامت پیستون ناچیز است. (۶ نمره)

$(g=۱۰\frac{m}{s^۲})$



۴ ــ در مدار شکل زیر نسبت بار ذخیره شده در خازن $C_۱$ به بار ذخیره شده در خازن $C_۲$ را به دست آورید. ۴(نمره)



۵ ــ دو خازن به ظرفیت‌های $C_۱=۱۸\mu F$ و $C_۲=x$ را به طور موازی به یکدیگر وصل و به دوسر مجموعهٔ آنها ولتاژ ۳۰۰V را وصل می‌کنیم. سپس خازن‌ها را از پُرکننده جدا می‌کنیم و صفحه‌های غیر همنام آنها رابه یکدیگر وصل می‌کنیم. مقدار $۴۳۲۰\mu C$ بار الکتریکی از یک خازن به دیگری شارژ می‌کند. x چند **میکروفاراد** است؟ (۵ نمره)

پاسخ دهمین المپیاد فیزیک ایران

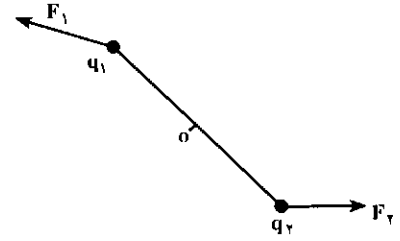
محمدرضا اجتهادی

سؤالهای چندگزینه‌ای

۱ ــ در شرایط الکترواستاتیک توزیع بار میلهٔ AB به گونه‌ای جابجا شده که میدان الکتریکی در داخل میله صفر شود. در نتیجه بین دو سر میله اختلاف پتانسیل الکتریکی صفر است زیرا در غیر این صورت میدان در داخل میله بایستی وجود داشته باشد. پاسخ (ب)

۲ ــ تمام گلوله‌ها باید هم بار باشند زیرا در غیر این صورت هر دو گلوله‌ای که بار مخالف داشته باشند باید به هم بچسبند. بدلیل تقارن شکل تعادلی بارهای q_2 و q_3 باید با هم برابر باشند. و از روی تفاوت فاصله‌ها می‌توان نتیجه گرفت که قدرمطلق بارهای q_2 و q_3 باید کمتر از بار q_1 باشد. پاسخ (ج)

۳ ــ از روی شکل و با توجه به علامت بارهای q_1 و q_2 می‌توان راستای نیروها را بدست آورد. همانطورکه در شکل می‌بینید نیروها موازی نیستند پس هیچگاه جمع آنها صفر نمی‌شود هم‌چنین گشتاور نیروی آنها حول نقطه O نیز هم‌جهت است پس گشتاور آنها هم حول نقطه O همواره مخالف صفر است. پاسخ (الف)



۴ ــ دو نیرو به ذرهٔ q وارد می‌شود نیروی عمودی وزن و نیروی افقی ناشی از میدان الکتریکی چون ذره از حالت سکون رها می‌شود در جهت این نیرو شتاب گرفته و شروع به حرکت می‌کند. (ج)

۵ ــ برای محاسبهٔ بار خازن باید اختلاف پتانسیل دو سرخازن را محاسبه کنیم در این مدار بدلیل وجود رسانش در خازن داریم:

مقاومت نشت خازن $\equiv R_c$

اختلاف پتانسیل دو سر خازن

$$V_c = E\left(\frac{R_c}{r+R_c}\right)$$

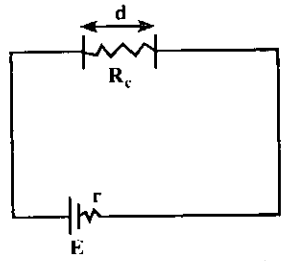
$$R_c = \rho\frac{d}{A}$$

$$V_c = E\left(\frac{\rho d}{rA+\rho d}\right)$$

ظرفیت خازن

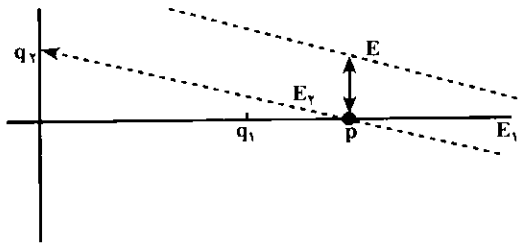
$$C = K\varepsilon_\circ\frac{A}{d}$$

$$Q = CV_c = \frac{K\varepsilon_\circ A\rho\, E}{rA+\rho d}$$



(ب)

۶ ــ راستای بردارهای نیروی E_1 و E_2 در نقطه P ناشی از هر یک از بارها در امتداد خط واصل بار و نقطهٔ P است و بردار $\vec{E}$ قطر متوازی‌الاضلاعی است که به‌وسیله دو بردار میدان E_1 و E_2 ساخته می‌شود پس برای بدست آوردن E_1 و E_2 باید از نقطه انتهای بردار $\vec{E}$ دو خط موازی با خطوط واصل رسم کنیم. پس $q_1 > 0$ و $q_2 < 0$ است همچنین $|E_1| < |E_2|$ و به دلیل دورتر بودن q_2 حتماً $|q_2| > |q_1|$



۷ ــ بار متناسب با ظرفیت است و ظرفیت این خازن با افزایش اختلاف پتانسیل (و در نتیجه میدان) کاهش می‌یابد پس‌بار خازن هم نسبت به حالت خازن با ظرفیت ثابت (خط راست) بایستی افت نشان دهد. (ج)

۸ ــ برای پاسخ دادن به این پرسش بهتر است به گزینه‌ها مراجعه کنیم. در گزینهٔ (ج) میدان در تمام نقاط بر راستای جریان عمود است ولی راستای آن به گونه‌ای است که راستای نیروی وارد بر حلقه در تمام نقاط در صفحه حلقه متقارن است پس حلقه حرکت نمی‌کند.

در گزینهٔ (ب) راستای نیروها به‌گونه‌ای است که حلقه حول یک قطر خود به‌چرخش درمی‌آید.

در گزینهٔ (الف) نیرو وارد بر حلقه در تمام نقاط عمود و موازی محور حلقه است. (الف)

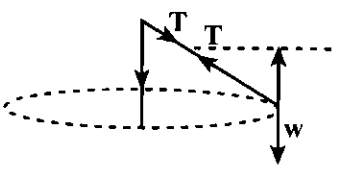
۹ ــ با نیرویی برابر وزن فقط می‌توان شتاب را صفر کرد ولی برای توقف به‌شتاب منفی نیاز است پس نیرویی بیشتر از وزن لازم است. (الف)

۱۰ ــ تمام باری‌که در اثر وجود جریان در مدار حرکت می‌کند برای صفحات خازن جمع می‌شود پس بار روی صفحات خازن برای جریان ثابت I در مدت t می‌شود $q = It + q_0$ با فرض اینکه در لحظه $t = 0$ بار خازن q_0 با در نتیجه با توجه به تغییرات جریان پاسخ (ب) درست است.

۱۱ ــ بدلیل راستای تابش ذرات باردار میدان نمی‌تواند شعاعی باشد و بدلیل تقارن میدان غیرشعاعی نمی‌تواند وجود داشته باشد. (ج)

۱۲ ــ (الف)

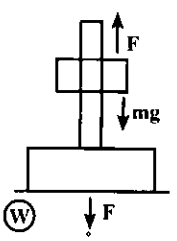
۱۳ ــ با توجه به شکل مؤلفه عمودی نیروی کشش نخ W است و عکس‌العمل این نیرو در راستای عمود به شخص و در نتیجه ترازو وارد می‌شود. (ج)



۱۴ ــ نیروی اصطکاک وارد از میله به مهره $F =$

$mg - F = am$

$F = m(g-a) = ۰/۵ \times (۸) = ۴N$



نیروی وارد از مهره بر پایه مساوی F و در خلاف جهت نیروی وارد از میله به مهره است پس کل نیروی عمودی وارد بر ترازو

نیروی وارد از مهره + وزن پایه = کل نیرو

$= ۱/۵ \times ۱۰ + ۴ = ۱۹N$ (ب)

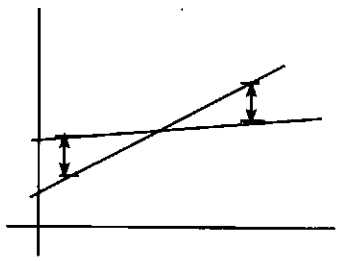
۱۵ ــ اگر واگن بجای فنر با یک مانع سخت برخورد الاستیک کامل با زمان برخوردی بی‌نهایت کوچک داشت مکعب داخل آن در نقطه‌ای به فاصله $\frac{1}{۲}$ از مانع چه دیوارهٔ واگن برخورد می‌کرد. ولی در شرایط فعلی بدلیل آن‌که واگن کمی از مبدأ جلوتر رفته و بعد برمی‌گردد در نقطه‌ای به فاصله کمتر از $\frac{1}{۲}$ به آن می‌خورد. (ج)

۱۶ ــ در لحظه T باید مسافت‌های پیموده شده (مساحت زیر منحنی‌ها) برابر باشند (الف)

۱۷ ــ طول یک میله را می‌توان به‌صورت تابعی از دما نوشت.

$l = l_0 + \alpha l_0 \theta$

که در این رابطه l_0 طول میله در دمای $\theta = ۰$ است این مبادله یک خط با ضریب زاویه αl_0 است پس برای دو میله اگر $\alpha l_1 \neq \alpha l_2$ باشد دو خط غیرموازی (متقاطع) خواهیم داشت پس همیشه برای هر اختلاف طول مشخص دو جواب وجود دارد. (ج)



۱۸ ــ بعد از رسیدن به حالت پایا مقدار انرژی گرمایی منتقل شده از هر دومیله یکسان است و در غیر این صورت تجمع انرژی گرمایی خواهیم داشت. (با جریان الکتریکی در مدار متوالی مقایسه کنید). از آنجا که رسانش در میله ضخیم‌تر راحت‌تر انجام می‌گیرد پس بایستی اختلاف دمای دو سر آن کمتر باشد تا مقدار جریان برابر با جریان گرمایی میله نازکتر باشد. (ج)

۱۹ ــ در آستانه حرکت پیستون سمت راستی فشار گاز باید نیرویی برابر با اصطکاک به‌اضافه نیروی ناشی از فشار خارج بر آن وارد کند.

$PA = P_0A + f$

$F + P_0A = PA + f$ و در سمت چپ داریم

$\therefore F = ۲f$ (د)

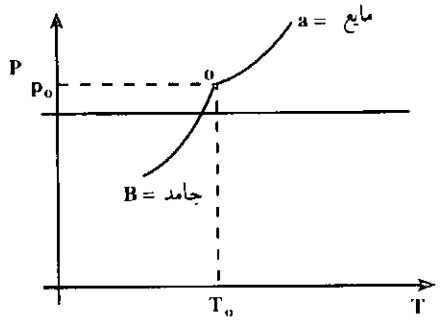
۲۰ ــ فرض کنید در یک دما فشار بخار حالت A از حالت B بیشتر باشد در این صورت در این دما حالت A نمی‌تواند وجود داشته باشد. زیرا این ماده بخار می‌شود و چون فشار آن بیشتر از فشار بخار حالت B است این بخار به ماده با حالت B تبدیل می‌شود تا فشارتقلیل یابد و این کار آنقدر صورت می‌گیرد تا کل ماده از حالت A به B تبدیل شود پس فقط شاخه‌هایی از منحنی به وقوع می‌پیوندند که دارای مقدار کمتری هستند یعنی

b_1o, oa_2 (ب)

۲۱ ــ با توجه به پاسخ سؤال ۲۰ در زیر دمای O با حالت B و در بالای آن حالت A داریم و با توجه به اینکه مواد در دمای پایین جامد و در دمای بالاتر مایع می‌شوند B حالت جامد و A حالت مایع است. (الف)

۲۲ ــ با توجه به سؤالهای ۲۰،۲۱ شکل نهایی نمودار به‌صورت زیر است در یک فشار ثابت (خط افقی) با گرم کردن هر ماده دمایی

که این خط افقی با منحنی فشار بخار تلاقی می‌کند دمای تغییر حالت ماده و تبدیل آن به گاز است اگر فشار کمتر از P_0 باشد گاز از حالت جامد مستقیماً به بخار تبدیل می‌شود و اگر فشار بالای P_0 باشد جسم از حالت مایع بخار می‌شود و مطمئناً قبلاً از حالت جامد به مایع تبدیل شده است. (د)



۲۳ ــ ضلع مکعب = a مساحت × فشار = نیرو

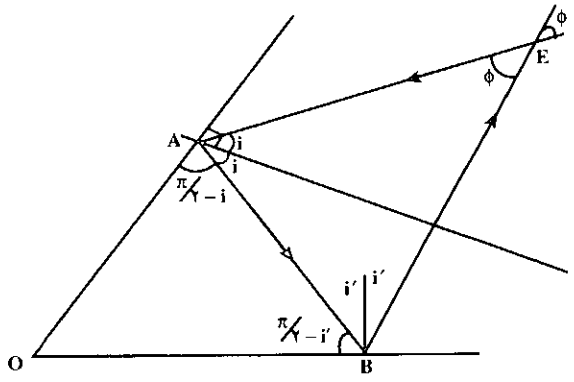
$A = a^2$ و $F = PA$

در دمای ثابت $P \sim \frac{1}{V}$

$F \sim \frac{A}{V} = \frac{a^2}{a^3} = \frac{1}{a}$ (د)

۲۴ ــ فشار آب در مجاورت پیستونها برابر است پس نیرو هم برابر است. (ب)

۲۵ ــ



$\Delta ABE: \quad \phi = \pi - 2i - 2i' = \pi - 2(i + i')$

$\Delta OAB: \quad \alpha = \pi - (\pi/2 - i) - (\pi/2 - i')$

$\alpha = i + i'$

زاویه ϕ مستقل از i و i' است. $\phi = p - 2\alpha$

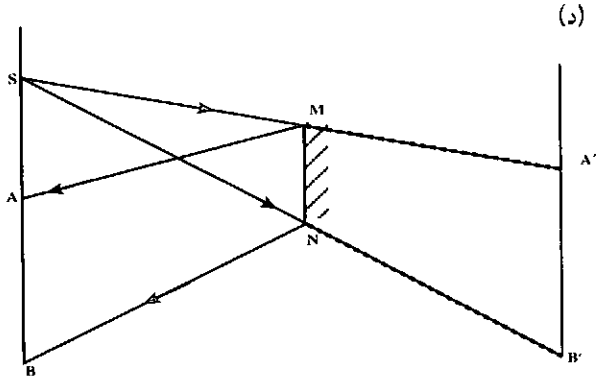
(د)

۲۶ ــ

$\overline{AB} = \overline{A'B'} = 2\overline{MN}$

مستقل از فاصله آینه از پرده

(د)

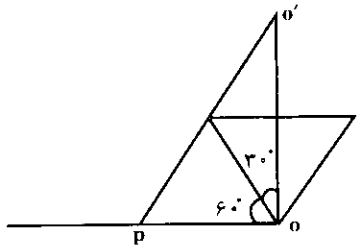


۲۷ ــ دو تصویر اضافه شده یکی تصویر فرد در شیشه (که مشابه آینه تخت است) و دیگری تصویری است که نور بازتابیده از آینه محدب بعد از بازتاب از سطح تخت شیشه مجدداً در آینه محدب درست می‌کند که اولی برابر شخص و بزرگتر از تصویر اولیه و دومی کوچکتر از آن است. (د)

۲۸ ــ برای آنکه شخص P نقطهٔ O را بتواند در آینه ببیند لازم است که خط واصل بین نقطه P و نقطه O' (تصویر O) آینه را قطع کند. اگر آینه را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت بگردانیم حتماً بعد از ۳۰° چرخش فرد می‌تواند تصویر O را ببیند ولی اگر آینه را پادساعتگرد بگردانیم در حالت حدی مطابق شکل به بعد شخص دیگر نمی‌تواند تصویر O را ببیند که با توجه به شکل مشاهده می‌شود که

(ب)

$\overline{op} = d$



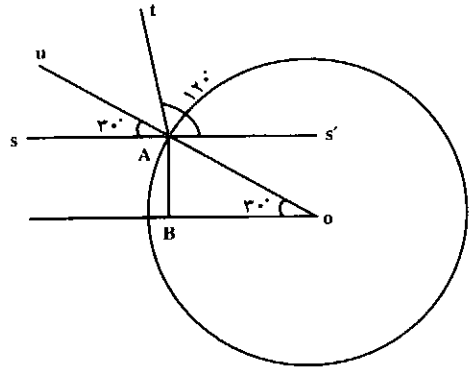
۲۹ ــ

$S'\hat{A}t = 120°$

$S\hat{A}t = 60°$

چون زاویه تابش با بازتابش برابر است. $S\hat{A}U = 30°$

$\Delta OAB: \; A\hat{O}B = 30° \Rightarrow AB = \frac{R}{2}$



تمام پرتوها در داخل دایره‌ای به شعاع $\frac{R}{۲}$ زاویه پراکندگی بیش از ۱۲۰° دارند پس کسر نور بازتابیده با زاویه پراکندگی بیشتر از ۱۲۰° مساوی با نسبت مساحت این دایره، به کل مساحت دایره‌ای به شعاع R است.

$$\frac{\pi\left(\frac{R}{۲}\right)^۲}{\pi R^۲}=\frac{۱}{۴}$$ (الف)

۳۰ ــ شعاع کره زمین را حدود $R=۶\times۱۰^۶\,m$ و عمق متوسط اقیانوسها را $h=۱۰^۳\,m$ فرض می‌کنیم همچنین فرض کنید $\frac{۳}{۴}$ سطح زمین را اقیانوسها پوشانده‌اند.

که S سطح زمین است $V\simeq S\times\frac{۳}{۴}\times h$

$$V\simeq\frac{۴}{۳}\pi\times۳۶\times۱۰^{۱۲}\times\frac{۳}{۴}\times۱۰^۳$$

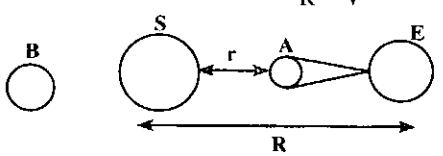
$$V\simeq۱۰^{۱۷}\,m^۳$$

که به جواب (ب) نزدیکتر است. توجه کنید که اگر شما به دقت ۱۰ برابر هم به تقریب بزنید باز هم از پاسخهای دیگر بسیار دور هستید.

۳۱ ــ وقتی زهره هلال است پشت آن به خورشید است پس در همین زمین و خورشید قرار دارد (حالت A) وقتی بدر است روی آن به خورشید است (حالت B) اگر قطر زهره را d فرض کنیم داریم.

$$\frac{\frac{d}{R-r}}{\frac{d}{R+r}}=۶$$

$$R-r=۶(R+r)\quad\Rightarrow ۷r=۵R\quad\Rightarrow\frac{r}{R}=\frac{۵}{۷}$$ (د)



۳۲ ــ لازم به شمارش کل خانه‌های سیاه نیست فقط با شمارش خانه‌های سیاه در دو ستون (هر ستونی که انتخاب کنید) می‌توانید پی ببرید که تقریباً ۳۰٪ خانه‌ها سیاه هستند.

(ب)

مسأله‌های کوتاه

۱ ــ وزن گاز خارج شده

$$W_{\text{خروجی}}=۹/۹۱\times۱۰^{-۱}-۹/۸۱\times۱۰^{-۱}=۰/۰۱N$$

حجم گاز در فشار ۱۰۰mmHg $V_۲=\frac{۵۲۰\times۱۰}{۱۰۰}=۵۲\ lit$

حجم گاز خارج شده در فشار ۱۰۰mmHg

$$V_{\text{خروجی}}=۵۲-۱۰=۴۲\ lit$$

$$\rho=\frac{۰/۰۱\times۱۰^{-۱}\times۱۰۰۰}{۴۲\times۱۰^{-۳}}\simeq۲۴\ \frac{g}{m^۳}$$

۲ ــ ارتفاع کل ستونها ۱۳۶ است. (باید شمارش شود) جمع ارتفاع ستونهای بیش از ۲۵ گرم ۲۲ است.

تعداد ساچمه‌های بیش از ۲۵ گرم

$$N=۵۰۰\times\frac{۲۲}{۱۳۶}=۸۱$$

که جوابهای بین ۸۰ تا ۸۲ قابل قبول هستند.

۳ ــ سرعت حرکت پیستون V

سطح مقطع پیستون A

سرعت خروج آب از سوراخ v

سطح مقطع سوراخ a

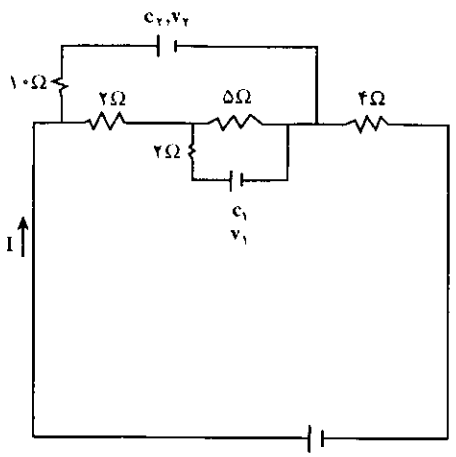
بدلیل آنکه آب فقط از سوراخ خارج می‌شود.

$$VA=va$$

$$v=\frac{VA}{a}$$

$$h=\frac{v^۲}{۲g}=\frac{V^۲}{۲g}\frac{A^۲}{a^۲}\simeq۳۱(cm)$$

۴ ــ در شاخه‌هایی که خازن هستند جریان صفر است و مقاومتها بی‌اثراند.



$$V_۱=I\times۵$$

$$V_۲=I(۲\times۵)$$

$$\frac{q_۱}{q_۲}=\frac{C_۱v_۱}{C_۲v_۲}=\frac{۴۲\times۵}{۲\times۷}=۱۵$$

۵ ــ

حل: مسألهٔ کوتاه ۵

$$q_۱=۱۸\times۳۰۰=۵۴۰۰\mu C\ \text{و}\ q_۲=۳۰۰x$$

$$q_۱'=۵۴۰۰-۴۳۲۰=۱۰۸۰\mu C$$

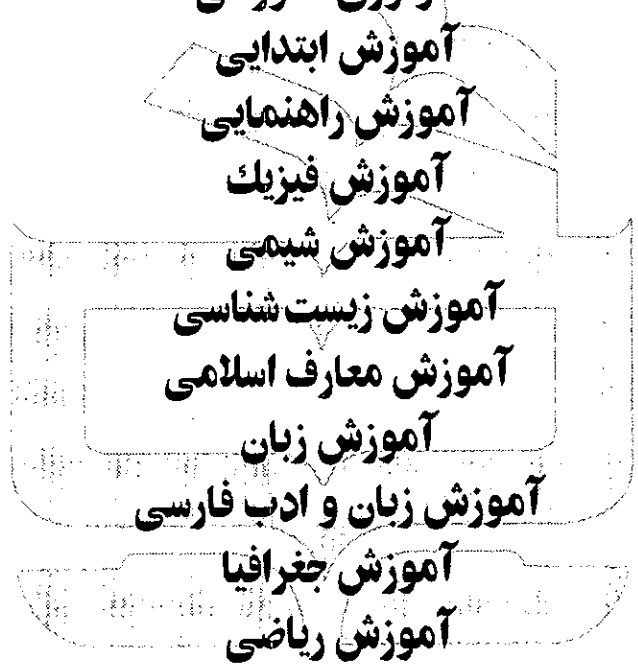
$$V'=\frac{q_۱'}{C_۱}=\frac{q_۲'}{C_۲}=\frac{q_۱-q_۲}{C_۱+C_۲}$$

$$\frac{۱۰۸۰}{۱۸}=\frac{۵۴۰۰-۳۰۰x}{۱۸+x}\rightarrow x=۱۲\mu F$$

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و
برنامه ریزی آموزشی
دفتر انتشارات
کمک آموزشی

دفتر انتشارات کمک آموزشی، برای دانش افزایی معلمان، دانشجو معلمان و کارشناسان آموزش و پرورش، مجلات آموزشی ـ پژوهشی رشد را منتشر می کند.

رشد



● نشانی : تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شمارهٔ چهار آموزش و پرورش، دفتر انتشارات کمک آموزشی، واحد اشتراک
تلفن : ۹۰-۸۸۳۱۱۶۰، صندوق پستی : ۱۵۸۷۵/۳۳۳۱

فرم اشتراک مجلات آموزشی رشد

بسمه تعالی

شرایط اشتراک :

۱ . واریز حداقل مبلغ ۱۰۰۰۰ ریال به عنوان علی الحساب به حساب شمارهٔ ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه سه راه آزمایش و ارسال اصل رسید بانکی همراه با فرم تکمیل شده اشتراک به نشانی دفتر انتشارات کمک آموزشی .
۲ . شروع اشتراک از زمان وصول فرم درخواست است . بدیهی است یک ماه قبل از اتمام مبلغ علی الحساب ، به مشترک جهت تجدید اشتراک اطلاع داده خواهد شد .

● نام و نام خانوادگی
● نام پدر
● تاریخ تولد
● محل تولد
● پایه تحصیلی
● میزان تحصیلات ● تلفن :
● نشانی کامل : استان : شهرستان :
خیابان : کوچه : پلاک :
کدپستی : مبلغ واریز شده :
● شماره رسید بانکی :
● تاریخ رسید بانکی :
● مجلهٔ درخواستی :

امضاء

■ مشخصات و نشانی خود را کامل و خوانا بنویسید .
■ ارسال اصل رسید بانکی ضروری است .

از راست به چپ: محمد رضا اجتهادی، محمد علی سعادت بخت، سید جعفر مهرداد، دکتر کمال الدین جناب، دکتر منیژه رهبر و احمد احمدی.