



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

سرمقاله ۲

فیزیک موشک‌های کاغذی / سیامک خادمی و علی فرنودی / ۳

تأثیر چسبندگی و تلاطم بر جریان شارها / روح‌اله خلیلی بروجنی / ۱۲

رهیافت مناسب به مبحث فیزیک کوانتومی / محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر / ۱۶

استفاده از نقشه‌ی مفهومی در آموزش / سپیده محبی، ثریا نیک‌نیا / ۱۹

ریشه‌یابی واژه‌های فیزیک / سید جعفر مهرداد / ۲۶

نمایش هیجان‌انگیز فیزیک / ییل واکر / ۳۰

مرزهای فیزیک / منیژه رهبر / ۳۷

استفاده از تاریخ فیزیک در آموزش آن / خدیجه محبوبی / ۴۱

تعیین چگالی مایع با خط‌کش / کی. ان. چاتوپادها / ۴۶

مهدی آذریزدی و مایکل فارادی / اسفندیار معتمدی / ۴۹

روشنی برای تدریس قانون اول ترمودینامیک / دستان هرمزی‌نژاد / ۵۱

نمایشی ساده از قاعده‌ی کلی تغییر میدان مغناطیسی با فاصله / کی. کداما / ۵۲

گوشی‌های تلفن همراه کمک می‌کنند تا تصویر واضح‌تری از حرکت‌شناسی به

دست آید / ای. ای. جی. فالكائو و همکاران / ۵۶

روان شدن انرژی در خازن با فاصله‌ی متغیر صفحه‌ها / ناتانیل ر. گرین / ۵۸

جشنواره‌ی فناوری نانو / مهرناز طلوع‌شمس / ۶۱

آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی

دوره‌ی بیست و پنجم، شماره‌ی ۴، تابستان ۱۳۸۹

مدیر مسئول: محمد ناصری

سرمدیر: دکتر منیژه رهبر

مدیر داخلی: احمد احمدی

طراح گرافیک: نوید اندرودی

ویراستار: منیژه رهبر

هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح‌الله خلیلی

بروجنی، محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر،

منیژه رهبر، سید جعفر مهرداد

www.roshdmag.ir

info@roshdmag.ir

نشانی مجله: تهران صندوق پستی: ۶۵۸۵-۱۵۸۷۵

دفتر مجله: (داخلی ۳۷۰-۳۷۴) ۰۲۱-۸۸۳۰۵۸۶۲

خط گویای نشریات رشد: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۴۸۲

مدیر مسئول: ۱۰۲

دفتر مجله: ۱۱۳

امور مشترکین: ۱۱۴

چاپ: شرکت افست (سهامی عام)

شمارگان: ۷۰۰۰ نسخه

تصویر روی جلد: دستی پر از آینه‌هایی هر یک به بزرگی یک خانه، در جنوب اسپانیا که برای جذب بخشی از ۱۲۰ کوادرلیسون وات حاصل از تابش خورشید نصب شده‌اند.

مجله‌رشد آموزش فیزیک

نوشته‌ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و

تربیت، به‌ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان را، در صورتی که در نشریات عمومی درج

نشده و مرتبط با موضوع مجله باشند، می‌پذیرد:

• مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته و در صورت امکان تایپ شود.

• شکل قرار گرفتن جدول‌ها، نمودارها و تصاویر پیوست باید در حاشیه‌ی مطلب نیز مشخص شود.

• نثر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه‌های علمی و فنی دقت لازم مبذول گردد.

• مقاله‌های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز پیوست مقاله باشد.

• در متن‌های ارسالی باید تا حد امکان از معادل‌های فارسی واژه‌ها و اصطلاحات استفاده شود.

• زیرنویس‌ها و منابع باید کامل و شامل نام اثر، نام نویسنده، نام مترجم، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شماره‌ی صفحه مورد استفاده باشد.

• مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله‌های رسیده مختار است.

• آرای مندرج در مقاله‌ها، ضرورتاً مبین نظر دفتر انتشارات کمک‌آموزشی نیست و مسئولیت پاسخگویی به پرسش‌های خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است.

• مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی‌شود، معذور است.



مسئله‌ی اوقات فراغت

با فرا رسیدن تابستان و تعطیلی مدرسه‌ها، مسئله‌ی اوقات فراغت دانش‌آموزان ذهن مسئولان و اولیای آن‌ها را به خود مشغول می‌دارد. همه می‌خواهند کاری کنند که این اوقات برای بچه‌ها پربار و نشاط‌آور شود. این موضوع از این‌رو اهمیت دارد که این فرصت، علاوه بر نقش مؤثری که در تجدید قوای شاگردان و آماده‌سازی آن‌ها برای سال تحصیلی دیگر دارد، می‌تواند بسیار مفید و آموزنده نیز باشد.

مسئله‌ی چگونه پر کردن اوقات فراغت جوانان همواره یکی از دغدغه‌های مهم مسئولان کشور بوده است. در این راستا اقدام‌های بسیار مفیدی نیز صورت گرفته که گسترش فضاهای ورزشی و فرهنگی از آن جمله است. گرچه به واسطه‌ی درصد بالای جمعیت جوان کشور این فضاها هنوز پاسخ‌گوی نیاز فزاینده‌ی متقاضیان استفاده از آن‌ها نیستند، ولی توجه مسئولان به این موضوع که نشان از درک آن‌ها از موضوع دارد، شایان تقدیر است.

کار مهم دیگری که در این جهت می‌تواند صورت گیرد، توجه دقیق اولیای دانش‌آموزان به بهره‌برداری از فرصتی است که در اختیار فرزندانشان قرار گرفته است. این روزها اغلب پدران و مادران کوشش زیادی در جهت فراهم آوردن بهترین امکانات برای فرزندان خود انجام می‌دهند و دغدغه‌ی اصلی آن‌ها شکوفا ساختن هرچه بهتر استعدادهای آن‌هاست اما باید گفت که در این راه‌گاهی کارهایی صورت می‌گیرد که به جای کمک به رشد استعداد بچه‌ها باعث خستگی و بی‌زاری آن‌ها می‌شود. پدران و مادران زیادی را می‌شناسیم که در تمام طول تعطیلات وقت خود را صرف بردن فرزندان از کلاسی به کلاس دیگر می‌کنند؛ در حالی که این کار چه‌بسا جز بی‌علاقه کردن فرزندان به آموختن علوم و هنرها ثمر دیگری در پی نیاورد. در مواردی نیز عدم توجه کافی به فعالیت فرزندان باعث درگیر شدن آن‌ها در فعالیت‌های نه‌چندان مفید می‌گردد، در صورتی که با اندکی دقت و تأمل می‌توان آموزش و تفریح را به‌خوبی با هم تلفیق کرد.

یکی از چیزهایی که در جامعه‌ی ما کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد عادت به مطالعه است. بسیاری از دانش‌آموزان فقط در مدرسه و بیشتر هنگام نزدیک شدن امتحانات به کتاب مراجعه می‌کنند. شک نیست که برای این بچه‌ها مطالعه نه تنها لذت‌بخش نیست، بلکه نوعی انجام وظیفه‌ی شاق است. در نتیجه اغلب دانش‌آموزان پس از تمام شدن امتحانات کتاب‌های خود را به‌سویی پرتاب می‌کنند و مسرورند که از شر آن‌ها راحت شده‌اند. در صورتی که کتاب خواندن برای بچه‌ها از کودکی، هم‌چنین مراجعه به کتاب‌خانه‌ها و خواندن کتاب‌های مختلف می‌تواند آنان را با لذت مطالعه آشنا کند. از این طریق نه تنها اوقات فراغت آن‌ها پر می‌شود، بلکه باعث می‌شود خوشه‌هایی از خرمن فرهنگ غنی سرزمین خود و جهان بردارند. متأسفانه اکنون بی‌توجهی به فرهنگ مطالعه در کشور باعث شده که حتی قشر تحصیل کرده هم کمتر بزرگان ادب و هنر این سرزمین کهن را بشناسد. در صورتی که آموزه‌های ارزشمند این بزرگان در سراسر جهان مورد توجه است و بسیاری از کشورهای همسایه مدعی آن هستند که این بزرگان به آن‌ها تعلق دارند.

یکی دیگر از امکاناتی که برای گذراندن اوقات فراغت در اختیارمان قرار دارد طبیعت زیبا و غنی و میراث فرهنگی بسیار ارزشمند کشورمان است. کمتر کشوری در جهان وجود دارد که از لحاظ تنوع اقلیم، آب‌وهوای مختلف، و گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری، و منظره‌های طبیعی زیبا به اندازه‌ای ایرانی غنی باشد. همچنین در سراسر این سرزمین می‌توان آثار فرهنگی بسیار ارزشمندی را یافت که یادگار گذشتگان ماست. بازدید از این آثار و دقت و توجه به آن‌ها علاوه بر سرگرم ساختن بچه‌ها، باعث افزایش معلومات و آشنایی آن‌ها با اقوام مختلف این سرزمین می‌شود.

اغلب ما عادت داریم که به محض شروع تعطیلات رهسپار نقاط خاصی از کشور شدیم. این کار علاوه بر به‌وجود آوردن ترافیک سنگین و صرف وقت زیاد در رفت‌آمد، باعث غفلت از جاهای دیدنی دیگر نیز می‌شود. در صورتی که در سراسر کشورمان مکان‌های بسیار دیدنی و جالبی وجود دارد که می‌توان با گذراندن تعطیلات در آن‌ها، علاوه بر آشنایی با فرهنگ مردم مختلف، به رشد و شکوفایی اقتصادی این مناطق نیز کمک کرد. در بیشتر نشریات آگهی‌های بسیاری برای سفر به کشورهای مختلف جهان وجود دارد. این سفرها گرچه بسیار مفید و ارزشمندند اما نباید مانع از آن شوند که امکانات گسترده‌ی سرزمین خود را نادیده بگیریم.

بنابراین، شروع تابستان و تعطیلات فرصت مناسبی است تا با پرداختن به فعالیت‌های مختلف فرهنگی و گردشگری، علاوه بر آشنایی با فرهنگ پربار و غنی کشورمان، به رشد و شکوفایی اقتصادی بخش‌های مختلف آن نیز کمک کنیم.

آموزشی

درآمد

یکی از بازی‌های مورد علاقه‌ی بچه‌ها بازی با موشک‌های کاغذی است. تقریباً همه می‌دانند چگونه یک موشک کاغذی ساده بسازند. آن‌ها در ساخت موشک، خودآگاه یا ناخودآگاه بعضی اصول فیزیکی را رعایت می‌کنند. در این مقاله به اصول اولیه و روش‌های فیزیکی که در طراحی و ساخت این موشک‌ها استفاده می‌شود، اشاره شده است. این مقاله به معلمان فیزیک کمک می‌کند، تا با ارائه‌ی مثال‌هایی از این نوع، یادگیری فیزیکی را برای شاگردان جذاب و سرگرم‌کننده نماید.

۱. مقدمه

گمان می‌رود که چینی‌ها حدود ۲۰۰۰ سال پیش، از موشک‌های کاغذی برای بازی استفاده می‌کردند. بسیاری نیز لئوناردو داوینچی^۱ را مخترع موشک‌های کاغذی می‌دانند. جورج کیلی^۲ نیز در اوایل سال ۱۸۰۰ گلابدیری^۳ از جنس کتان و شبیه به بادبادک ساخت که با دست پرتاب می‌شد؛ به همین علت وی را پدر گلابدیرها می‌نامند [۱]. جک نورترپ^۴، یکی از مؤسسان شرکت لاکهید^۵ در دهه‌ی ۱۹۳۰ از موشک‌های کاغذی برای امتحان مدل‌های هواپیماهای خود استفاده کرد که بعدها منجر به ساخت هواپیمای بمبافکن استیلت^۶ B۲ شد [۶]. در این دوره بود که استفاده از موشک‌های کاغذی برای بازی بین مردم گسترش یافت و مدل‌های مختلفی از موشک‌های کاغذی در مجله‌ها و کتاب‌ها به چاپ رسیدند.

بسیاری از معلمان به دنبال روشی هستند که علاقه‌ی شاگردان را به سوی مطالب علمی جلب کنند، از طرف دیگر شاگردان اغلب دوست دارند بازی کنند و به روش‌های مختلف خود را سرگرم سازند. به نظر می‌رسد می‌توان از بازی و یا وسایل بازی که در طراحی آن‌ها از اصول فیزیکی سود برده شده است، انگیزه‌ی لازم و مناسب را برای افزایش یادگیری شاگردان ایجاد نمود. آموزش فیزیک با استفاده از بازی با موشک‌های کاغذی یکی از روش‌هایی است که اجازه می‌دهد شاگردان از انجام کار علمی لذت نیز ببرند. شاگردان علاقه‌مند در جست‌وجوی مدل‌های جدید موشک با حرکت‌های جدید، ضمن فراگیری بعضی از مفاهیم فیزیکی، با انرژی و انگیزه‌ی بیشتری به یادگیری می‌پردازند.

فیزیک موشک‌های کاغذی

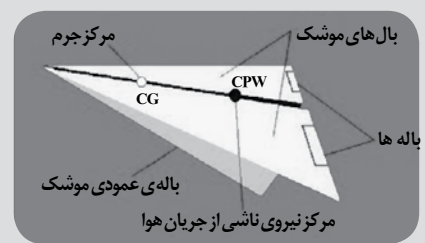
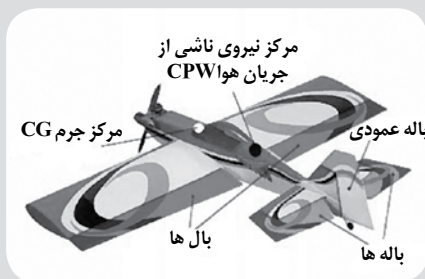
سیامک خادمی و علی فرزودی
گروه فیزیک دانشگاه زنجان

کلیدواژه‌ها: موشک، موشک کاغذی، تعادل موشک.

است. در حالت کلی نیروی کشش تابع سرعت موشک است.

$$F_{D1} = \frac{1}{2} \rho(p, T, h) A (c_{iD} v + c_{rD} v^2) \quad (1)$$

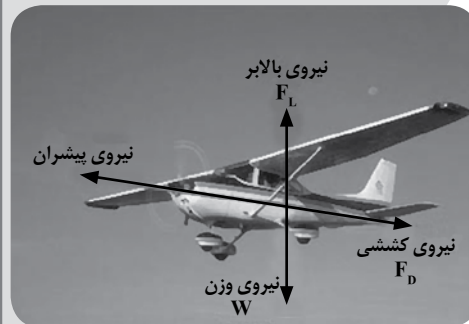
این نیرو متناسب با سطح مقطع موشک A و چگالی هوا ρ است. البته در نگاهی دقیق‌تر به موضوع، چگالی هوا تابعی از فشار هوا p ، دمای T و ارتفاع h است اما برای موشک کاغذی این کمیت‌ها با تقریب خوبی ثابت فرض می‌شوند. ضریب‌های c_{iD} و c_{rD} نیز ضریب‌های مقاومت هوا و تابعی از جنس و شکل ظاهری موشک هستند. با توجه به این که برای موشک‌های کاغذی که دارای سرعت کمی هستند، $c_{iD} > c_{rD}$ است، نیروی مقاومت هوا یا همان نیروی کشش متناسب با سرعت در نظر گرفته می‌شود. البته نیروی مقاومت هوا در رابطه‌ی (۱)، تنها یک قسمت از نیروی کشش را ایجاد می‌کند و بخش دیگر نیروی کشش ناشی از فشار جریان هوایی است که به بال‌های موشک وارد می‌شود. در شکل ۳ نیروهای وارد بر موشک نشان داده شده است. نیروی کشش نیروی کندکننده است و طبق قانون دوم نیوتون، شتابی در خلاف جهت سرعت تولید می‌کند و از سرعت موشک به تدریج می‌کاهد.



شکل ۲. مقایسه‌ی قسمت‌های مختلف هواپیما و موشک کاغذی. موشک‌ها نیز مانند هواپیما دارای بال، باله و باله عمودی هستند. بالا: قسمت‌های مختلف هواپیما و پایین: قسمت‌های مختلف موشک‌ها.

از طرف دیگر نیروی بالابر نیز نیرویی است تابع سرعت [۲]،

$$F_L = \frac{1}{2} \rho(p, T, h) A_w (c_{iL} v + c_{rL} v^2) \quad (2)$$



شکل ۱. نیروهای وارد بر یک هواپیما، نیروهای پیشران، بالابر، پسا و وزن به ترتیب با T ، F_D ، W و F_L نشان داده شده‌اند.

۲. نیروهای اصلی مؤثر در پرواز

در حالت کلی نیروهای متعددی مانند نیروی پیشران T ، نیروی بالابر F_L ، نیروی کشش F_D و نیروی وزن W در حرکت هر جسم پرنده‌ای مانند هواپیما در هوا وارد عمل می‌شوند. در شکل ۱ نیروهایی را که بر یک هواپیما وارد می‌شود، نشان داده است. علاوه بر نیروی وزن که از جاذبه‌ی زمین ناشی می‌شود، نیروی کشش ناشی از مقاومت هوا، نیروی بالابر ناشی از نیروی وارد از جریان هوا بر بال‌های هواپیما و نیروی پیشران توسط موتور هواپیما به وجود می‌آیند. نیروی کشش و نیروی پیشران عامل کنترل حرکت افقی هستند و برای حرکت با سرعت و ثابت و مستقیم، طبق قانون اول نیوتون، باید این دو نیرو باهم مساوی باشند.

نیروی بالابر بر اثر نیرویی که به سبب حرکت جسم در هوا بر بال‌های وارد می‌شود، تولید می‌گردد. این نیرو با انتخاب مناسب شکل آئرودینامیکی سطح مقطع بال و زاویه‌ی حمله‌ی بال (شیب بال) به وجود می‌آید. در حرکت هواپیما در ارتفاعی ثابت، نیروی بالابر نیز مساوی نیروی وزن است [۲]. پرواز یک موشک کاغذی شباهت‌هایی با پرواز هواپیما دارد. در شکل ۲ قسمت‌های مختلف یک هواپیما و یک موشک نشان داده شده و با یکدیگر مقایسه شده‌اند. برای به دست آوردن اطلاعات بیشتری در مورد نوع و نقش نیروهای وارده بر اجسام پرنده‌ای مانند: هواپیماها، پرندگان و... به مراجع [۲-۴] مراجعه کنید.

موشک‌های کاغذی نیروی پیشران ندارند، بنابراین نیروی کشش که ناشی از مقاومت هواست، موجب حرکتی کندشونده می‌شود، زیرا نیروی کشش همیشه در خلاف جهت حرکت موشک

**موشک‌های کاغذی
نیروی پیشران
ندارند، بنابراین
نیروی کشش که
ناشی از مقاومت
هواست، موجب
حرکتی کندشونده
می‌شود، زیرا نیروی
کشش همیشه در
خلاف جهت حرکت
موشک است**

۳. تعادل موشک

برای کنترل پرواز موشک باید آن را در حال تعادل قرار داد. تعادل موشک به دو قسمت تعادل استاتیکی و تعادل دینامیکی تقسیم می‌شود که در زیر به آن‌ها می‌پردازیم.

۱.۳ تعادل استاتیکی

وجود تعادل استاتیکی از نکته‌های مهمی است که معمولاً در طراحی موشک‌ها و هواپیماها مورد توجه قرار می‌گیرد. موشک‌های خوب به گونه‌ای ساخته می‌شوند که تعادل استاتیکی مناسبی داشته باشند. برای این منظور موشک باید دارای تقارن هندسی بوده و مرکز جرم و مرکز نیروهای وارده از هوا نیز بر روی محور تقارن هندسی موشک قرار داشته باشد. بنابراین در ساخت موشک، یکنواختی جنس کاغذ و دقت در تا زدن‌های متقارن کاغذ ضروری است. جنس و ضخامت کاغذ باید به گونه‌ای انتخاب شود که موشک ظاهری صلب داشته باشد و برای مثال، بال‌های آن به علت وزن خود، خمیده نشوند و یا بر اثر عبور جریان هوا در اطراف آن به نوسان درنیابند.

۲.۳ تعادل دینامیکی

در حالت کلی در بررسی تعادل دینامیکی به این نکته توجه می‌کنیم که اگر به هر علت، اختلالی در حرکت موشک به وجود آید و آن را حول یکی از محورهایی که در شکل ۴ نشان داده شده است اندکی بچرخاند، آیا این اختلال رشد می‌کند یا نه؟ اصولاً چه پیش‌بینی‌هایی را در طراحی موشک باید در نظر گرفت تا این اختلال‌ها به وجود نیاید و یا در صورت به‌وجود آمدن، خودبه‌خود از بین بروند.

باله‌ی عمودی موشک نقشی مشابه با دم عمودی هواپیما دارد و موجب حرکت مستقیم و متعادل هواپیما در مسیری مستقیم می‌گردد. در صورتی که به هر علت محور تقارن هندسی موشک از راستای بردار سرعت منحرف شود و مطابق شکل ۵ اندکی حول محور y بچرخد، نیروی F_N ناشی از برخورد جریان هوا به باله‌ی عمودی به‌وجود می‌آید. این نیرو به موشک گشتاور نیروی τ_n را وارد می‌کند و آن را در جهت مخالف انحراف ایجاد شده، می‌چرخاند.

$$\tau_n = r \times F_N \quad (5)$$

در رابطه‌ی بالا بردار r مکان برابند نیروی وارد شده به باله‌ی عمودی نسبت به مرکز جرم است. در این حالت مجدداً راستای حرکت موشک و محور تقارن هندسی آن در یک جهت قرار می‌گیرند. پس، هرگونه انحراف اتفاقی در جهت محور

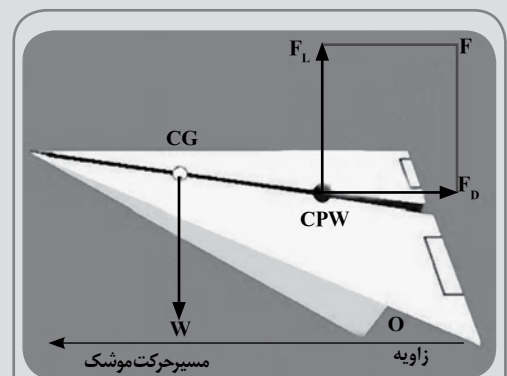
که در آن A_w مساحت بال و ضریب‌های C_{vL} و C_{vL} مقاومت هوا و تابعی از جنس و شکل ظاهری بال‌های موشک هستند. برای موشک‌هایی که دارای سرعت کمی هستند $C_{vD} \gg C_{vL}$ است. در این صورت، مانند نیروی کشش، نیروی بالابر را نیز می‌توان تنها متناسب با سرعت در نظر گرفت. پس با کاهش سرعت موشک نیروی بالابر نیز کاهش یافته و از وزن موشک کمتر می‌شود و در نتیجه موشک به تدریج ارتفاع خود را کم می‌کند. نیروهای دیگری نیز در حرکت موشک مؤثر هستند که در بخش‌های بعدی به آن‌ها می‌پردازیم.

در شکل ۳ نشان داده شده است که اگر بال‌های موشک نسبت به امتداد حرکت آن زاویه‌ی θ داشته باشند به آن زاویه‌ی حمله گفته می‌شود. در این صورت علاوه بر نیروی وزن که به مرکز گرانشی CG وارد می‌شود، برابند نیروهای ناشی از فشار F باد نیز عمود بر بال‌ها و به مرکز فشار CPW وارد می‌شود که دارای دو مؤلفه‌ی عمودی و افقی است. این مؤلفه‌های نیرو به ترتیب نیروی بالابر و سهمی دیگر از نیروی کشش را می‌سازند. این قسمت از نیروی کشش با

$$F_{D_r} = \frac{1}{2} \rho(p, T, h) A_w (C_{vL} v + C_{vL} v^2) \quad (3)$$

داده می‌شود. هر کدام از نیروهای مقاومت هوا در رابطه‌های (۱) تا (۳) ضریب‌های مقاومت هوای متفاوتی دارند که به جنس و شکل هندسی بدنه، بال‌ها و زاویه‌ی حمله‌ی موشک بستگی دارد. اختلاف در موشک‌های مختلف به علت تفاوت این ضریب‌هاست. پس نیروی کشش کلی برابر است با

$$F_D = F_{D_1} + F_{D_2} \quad (4)$$



شکل ۳. نیروهای وارده بر موشک کاغذی که دارای زاویه‌ی حمله‌ی θ است: نیروی باد F به مرکز CPW وارد شده و به دو نیروی بالابر F_L و نیروی کشش F_D تجزیه می‌شود. نیروی وارد W به مرکز جرم CG وارد می‌شوند. برای حالت تعادل CG باید در جلوی CPW قرار گیرد. موشک‌ها دارای نیروی پیشران نیستند.

در صورتی که به هر علت موشک اندکی از حالت تعادل منحرف شود، یعنی مقداری حول محور تقارن هندسی بچرخد، نیروی عمود بر موشک یک مؤلفه افقی F_y پیدا می‌کند که به نوبه‌ی خود موجب حرکت افقی آن می‌شود. بر اثر این حرکت افقی، نیروی F_c به بال وارد شده و گشتاور نیرویی حول محور تقارن موشک تولید می‌کند که آن را به حالت تعادل اولیه بازمی‌گرداند.

وضعیت این نیروها و طرز کار آن‌ها در شکل ۶ نشان داده شده است.

با توجه به تشابه این حالت به یک آونگ ساده که بر اثر یک انحراف اولیه به نوسان درمی‌آید، ممکن است در ابتدا انتظار داشته باشیم که موشک نیز شروع به نوسان کند. در واقع به علت وجود مقاومت هوا، انرژی نوسانی موشک پس از مدتی تلف شده و نوسان‌ها میرا می‌شوند. در صورتی که مقاومت هوا زیاد باشد موشک در زمان کوتاهی به تعادل می‌رسد. از بال‌های زاویه‌دار برای طراحی بسیاری از هواپیماها نیز استفاده می‌شود. در شکل ۷ بال‌های زاویه‌دار برای یکی از مدل‌های هواپیمای کوچک نشان داده شده است.

۴. هدایت موشک

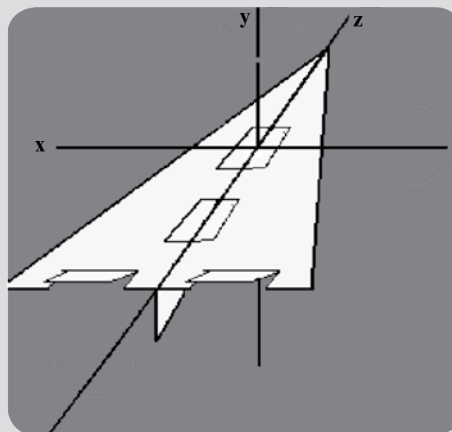
انواع مختلف موشک‌ها حرکت‌های متنوعی دارند. بعضی از آن‌ها مسیری مستقیم را طی می‌کنند و بعضی مسیر دایره‌ای افقی یا عمودی دارند. گاهی موشک پس از پرتاب حول محور تقارن هندسی خود شروع به چرخش می‌کند. البته نوع حرکت موشک به روش پرتاب آن نیز بستگی دارد. در این بخش حرکت مستقیم، حرکت دورانی عمودی یا افقی و حرکت چرخشی حول محور تقارن موشک مورد بررسی قرار گرفته است. سایر حرکت‌های موشک‌ها نیز ترکیبی از حرکت‌های فوق هستند. پس، با بررسی این حرکت‌ها می‌توان به تحلیل سایر حرکت‌های موشک‌ها پرداخت.

۱.۴ حرکت مستقیم: اگر در ساخت موشک به گونه‌ای عمل

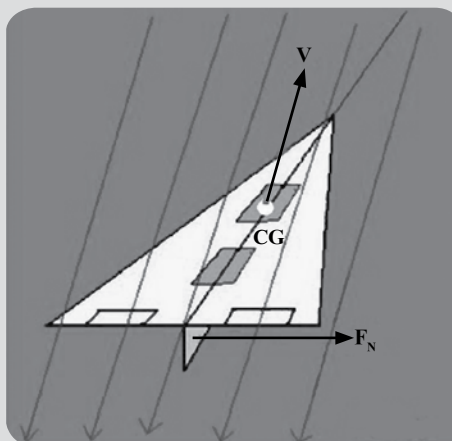
شود که تقارن کافی در نیمه‌های راست و چپ موشک وجود داشته باشد، نیروهای متفاوتی که به بال‌ها و سایر قسمت‌های موشک وارد می‌گردند نیز دارای تقارن می‌شوند. در این صورت مجموع نیروهایی که به سمت راست و چپ موشک وارد آمده‌اند، هیچ گشتاور نیروی خالصی را تولید نمی‌کنند. در این صورت موشک بدون چرخش در مسیری مستقیم به حرکت خود ادامه می‌دهد. به علت وجود نیروی مقاومت هوا، به تدریج سرعت موشک کم می‌شود و به همین علت نیروی بالابر که متناسب با سرعت موشک است، کاهش یافته و از نیروی وزن کمتر

هندسی موشک، توسط گشتاور نیروی وارد بر بال‌های عمودی، خودبه‌خود رفع می‌گردد. بنابراین وجود بال‌های عمودی نقش مهمی در تعادل دینامیکی موشک ایفا می‌کند.

از طرف دیگر برای تعادل بهتر موشک بهت است بال‌های آن اندکی به سمت بالا منحرف شوند. این عمل کمک می‌کند تا مرکز جرم موشک CG زیر مرکز فشار زیاد CPW، که تکیه‌گاه موشک شناور در هواست، قرار گیرد. درست شبیه به یک آونگ ساده، اگر مرکز جرم موشک در زیر تکیه‌گاه قرار گیرد، همان‌گونه که در شکل ۸ الف نشان داده شده است، در حال تعادل است.



شکل ۴. در اثر هرگونه اختلاف ناخواسته ممکن است موشک حول یکی از محورهایی که در شکل نشان داده شده است بچرخد.



شکل ۵. اگر محور تقارن موشک نسبت به جهت سرعت آن منحرف شود، نیروی F_N به بال‌های عمودی آن وارد می‌شود که موشک را به حالت اولیه بازمی‌گرداند.

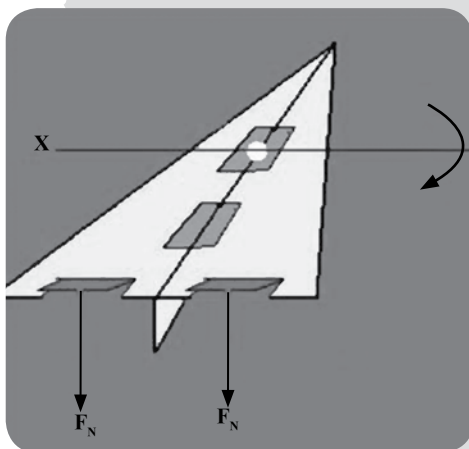
یا پایین هدایت می‌گردد. اگر مطابق شکل ۸، باله‌ها را اندکی به سمت بالا خم کنیم نیروهای F_N عمود بر سطح موشک به‌وجود می‌آیند. این نیروها در راستای مرکز گرانشی نیستند و گشتاوری را حول محور X که از مرکز گرانشی می‌گذرد به‌وجود می‌آورند. این گشتاور سر موشک را به سمت بالا چرخانده و به اوج‌گیری موشک کمک می‌کند.

برای سرعت اولیه‌ی کم، مشابه ۹-ب، موشک تا ارتفاع خاصی اوج گرفته و سپس سقوط می‌کند. در اصطلاح هوانوردی به این حالت، وضعیت افت ارتفاع^۶ گفته می‌شود. این وضعیت به این علت در موشک به‌وجود می‌آید که اولاً انرژی جنبشی اولیه‌ی موشک برای انجام حرکت دایره‌ای شکل ۹-الف کافی نیست و پس از این که موشک تا ارتفاع خاصی بالا رفت مقداری از انرژی جنبشی هدر رفته و بقیه‌ی آن به انرژی پتانسیل تبدیل می‌شود

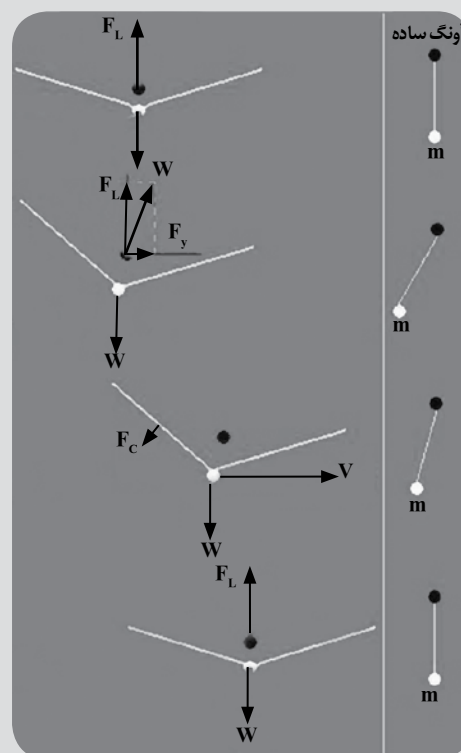
$$E_0 = \frac{1}{2} m V_0^2 = Q + mgh_s \quad (۶)$$



شکل ۷. برای ایجاد تعادل، در طراحی هواپیما از بال‌هایی که رو به بالا زاویه دارند استفاده می‌شود.



شکل ۸. موشکی با باله‌هایی به سمت بالا، نیروی F_N گشتاوری ایجاد می‌نماید که موجب چرخش موشک حول محور X می‌شود.



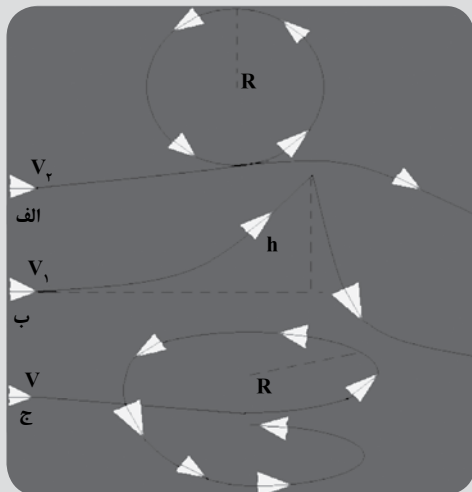
شکل ۶. تصویر موشک از روبرو. مرکز فشار باد موشک با رنگ سفید و مرکز جرم موشک با رنگ تیره نشان داده شده است. انحراف از حالت تعادل زمانی رخ می‌دهد که مرکز جرم در زیر مرکز فشار باد قرار گیرد. انحراف از حالت تعادل موشک و سپس بازگشت خودبه‌خودی به حالت تعادل شبیه آونگ ساده می‌را است. الف) موشک در حال تعادل. ب) موشک از حال تعادل خارج شده است و نیروی افقی F_y به‌وجود آمده است. موشک دارای حرکتی افقی می‌شود. ج) نیروی F_c گشتاوری تولید می‌کند که موشک را به حالت تعادل بازمی‌گرداند. د) موشک مجدداً به حالت تعادل می‌رسد.

می‌شود. در این صورت جهت برآیند نیروهای عمودی به سمت پایین قرار گرفته و ارتفاع موشک به تدریج کاهش می‌یابد. در عمل اگر برای رعایت تقارن در ساخت موشک دقت کافی صرف نشود، نیروهای وارد شده به موشک متقارن نخواهند بود و موشک از مسیر مستقیم منحرف شده و ممکن است در جهت‌های متفاوت و ناخواسته شروع به چرخش کند.

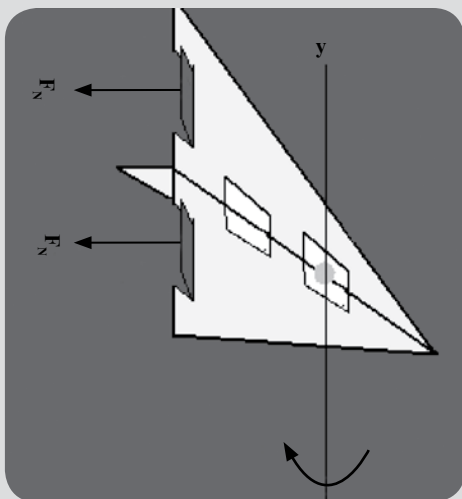
۲.۴ حرکت دورانی عمودی یا افقی: در انتهای هر بال موشک یک باله قرار داده می‌شود، که مانند باله‌های دم هواپیما عمل می‌کنند و با تغییر زاویه‌ی آن‌ها جهت حرکت موشک به بالا

**موشک‌های خوب
به گونه‌ای ساخته
می‌شوند که تعادل
استاتیکی مناسبی
داشته باشند.
برای این منظور
موشک باید دارای
تقارن هندسی
بوده و مرکز جرم
و مرکز نیروهای
وارد از هوا نیز بر
روی محور تقارن
هندسی موشک
قرار داشته باشد**

به دست می آید. با توجه به این که در سرعت های کم نیروی بالابر متناسب با توان اول سرعت است از معادله ی (۱۰) و



شکل ۹. مسیر حرکت موشکی با باله هایی به سمت بالا (الف) با سرعت اولیه ی زیاد V_0 مسیری به شکل حلقه را طی می کند. (ب) با سرعت اولیه ی کم V_0 موشک در وضعیت افت ارتفاع قرار می گیرد و سپس سقوط می کند (ج) اگر موشک را ۹۰ درجه حول محور تقارن بچرخانیم و پرتاب کنیم مسیر دایره ای را طی می کند.



شکل ۱۰. در پرتاب زاویه دار موشک مؤلفه ی افقی نیروی بالابر را یاری می کند. در شکل بالا این زاویه برابر ۹۰ درجه در نظر گرفته شده است. در این صورت تمام نیروی بالابر موشک (که اکنون به سمت بالا نیست اما هنوز بر سطح موشک عمود است) برابر با نیروی جانب مرکز است. اگر موشک در لحظه ی اول به این صورت پرتاب شود مسیر دایره ای افقی طی می کند.

در رابطه ی (۶) h_s اختلاف ارتفاع موشک در لحظه ی افت ارتفاع نسبت به مکان پرتاب موشک و Q انرژی تلف شده آن در طول پرواز تا رسیدن به این نقطه است. سرعت V نیز سرعت اولیه ی پرتاب است. پس از رسیدن به نقطه ی افت ارتفاع، انرژی جنبشی صفر شده و سپس موشک شروع به سقوط می کند. ثانیاً به علت گشتاور نیروی ایجاد شده زاویه ی حمله بال های موشک افزایش یافته و در نتیجه نیروی کشش بزرگ تر می شود. این اثر به نوبه ی خود به اتلاف هرچه سریع تر انرژی جنبشی و رسیدن به وضعیت افت ارتفاع کمک می کند.

اگر سرعت افقی اولیه ای که در لحظه ی پرتاب به موشک داده می شود به اندازه ی کافی زیاد باشد، موشک در مسیر دایره ای عمودی مطابق شکل ۹- الف حرکت می کند.

در حرکت چرخشی عمودی مقدار انرژی اولیه ی موشک در لحظه ی پرتاب باید به اندازه ای باشد تا انرژی پتانسیل برای تغییر ارتفاع $2R$ و مقدار انرژی تلف شده Q را در طول مسیر حرکت جبران کند. بنابراین حداقل انرژی لازم اولیه برابر با

$$E_0 = \frac{1}{2} m v_0^2 \geq Q + \frac{1}{2} m v_m^2 + m g h(2R) \quad (7)$$

خواهد بود. در رابطه ی بالا v_m سرعت موشک در نقطه ی اوج است و مقدار آن از مساوی قرار دادن نیروی جاذبه ی زمین با نیروی جانب به مرکز به دست می آید:

$$m g = \frac{1}{2} m \frac{v_m^2}{R} \Rightarrow v_m = \sqrt{2 R g} \quad (8)$$

با جایگزینی رابطه ی (۸) در رابطه ی (۷) انرژی اولیه ی لازم به صورت

$$E_0 \geq Q + 3 m g h \quad (9)$$

به دست می آید. لازم به ذکر است که معادله های (۷) تا (۹) با این فرض به دست آمده اند که مسیر دایره ای به شعاع R است، اما در عمل به علت وجود نیروی اتلافی مقاومت هوا این مسیر از حالت دایره ای مقداری انحراف خواهد داشت.

نوع حرکت موشک به مقدار قابل توجهی به وضعیت موشک در لحظه ی پرتاب و سرعت اولیه ی آن بستگی دارد. برای مثال اگر باله ها به سمت بالا و وضعیت موشک در لحظه ی پرتاب به صورت شکل ۱۰ به اندازه ی ۹۰ درجه حول محور Z چرخیده باشد، آن گاه با سرعت اولیه ی مناسب، حرکت موشک مطابق مسیر دایره ای افقی نشان داده شده در شکل ۹- ج، خواهد بود. در این حالت موشکی به جرم m مسیر دایره ای افقی به شعاع R را طی می کند که در آن نیروی جانب مرکز از رابطه

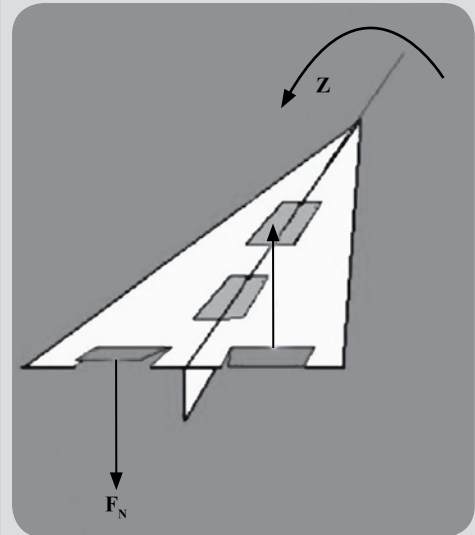
$$F_L = m \frac{v^2}{R} \quad (10)$$



جمله‌ی اول معادله‌ی (۲) نتیجه می‌گیریم که شعاع دوران موشک R متناسب با سرعت آن خواهد بود

$$v = \frac{1}{\gamma m} \rho(p, T, h) A_w c_{\ell} R \cos \alpha \quad (۱۱)$$

زاویه‌ی α ، میزان چرخش موشک حول محور Z است. در این حالت تنها مؤلفه‌ی نیروی بالابر که عمود بر امتداد نیروی جاذبه است بر حرکت عمودی موشک تأثیر دارد و مؤلفه‌ی افقی نیروی بالابر نقش نیروی جانب مرکز را در حرکت دورانی افقی ایفا می‌کند.



شکل ۱۱. اگر یکی از باله‌های موشک را به سمت بالا و دیگری را به سمت پایین منحرف کنیم دو نیروی F_N در خلاف جهت یکدیگر که در راستای مرکز جرم نیز نمی‌باشد به‌وجود می‌آید. این جفت نیرو گشتاوری را به موشک می‌دهند و آن را حول محور Z می‌چرخاند.

۳.۴ حرکت چرخشی حول محور تقارن: یکی از

حرکت‌های موشک‌ها حرکت چرخشی حول محور Z یا محور تقارن هندسی آن است. گاهی موشک به علت عدم تقارن در دو سمت آن دارای این حرکت می‌شود و پس از پرتاب حول محور Z شروع به دوران می‌کند.

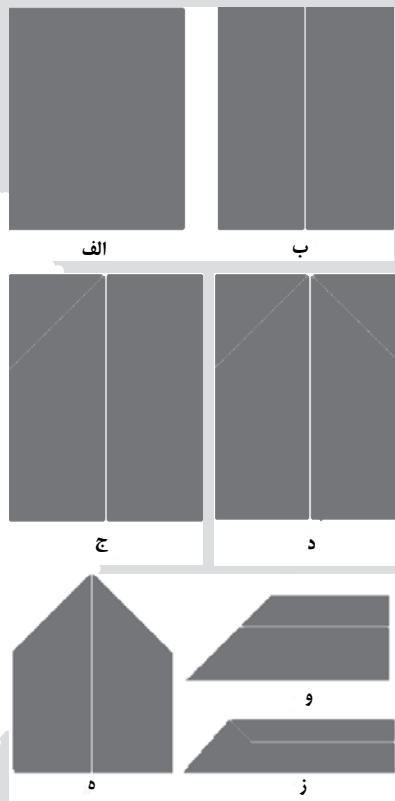
برای ایجاد این حرکت باید تقارن را در موشک به گونه‌ای از بین برد. اگر یکی از باله‌های موشک به سمت بالا و دیگری به سمت پایین قرار داده شود، دو نیروی F_N یکی به سمت بالا و دیگری به سمت پایین به‌وجود آمده و گشتاوری را به‌وجود می‌آورند که موشک را حول محور تقارن Z به دوران وامی‌دارد. در یک موشک معمولی گاهی ترکیبی از حرکات مختلف صورت

می‌گیرد. برای ساخت موشکی که تنها یکی از این حرکات را انجام دهد دقت فراوانی لازم است.

۵. ساخت موشک کاغذی

موشک کاغذی مثل یک هواپیمای اسباب‌بازی بدون موتور کاغذی است. ساده‌ترین موشک کاغذی معمولاً با پنج‌بار تا کردن کاغذ ساخته می‌شود. در شکل ۱۲ مراحل ساخت یکی از ساده‌ترین انواع موشک نشان داده شده است. اما روش‌های فراوانی برای ساخت انواع موشک‌ها وجود دارد. شکل ۱۳ مراحل ساخت یکی دیگر از این موشک‌ها، که به نام مدل گلاپدناف^{۱۰} مشهور است، را در ده مرحله نشان می‌دهد.

یکی از مزیت‌هایی که موشک نشان داده شده در شکل ۱۳ نسبت به موشک شکل ۱۲ دارد این است که مرکز جرم CG

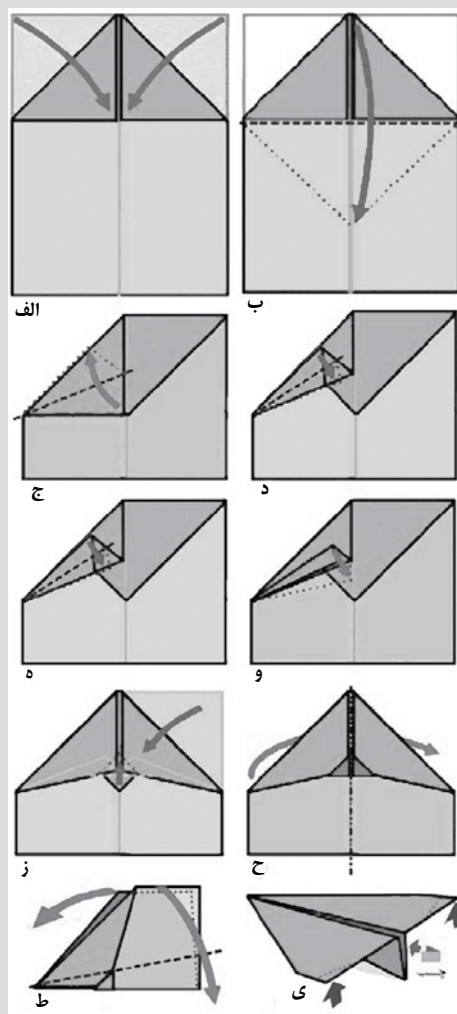


شکل ۱۲. در مراحل «الف» تا «ز» از تعداد ۵ تا برای ساخت یکی از ساده‌ترین موشک‌ها استفاده می‌شود.

با فاصله‌ی قابل توجهی جلوتر از مرکز فشار باد CPW است، زیرا انجام مراحل ۱۲-ب موجب سنگین‌تر شدن سر موشک شده و مرکز جرم را به جلوتر سوق می‌دهد و همان‌گونه که در بخش دوم به آن اشاره شد، این امر به نوبه‌ی خود به ایجاد تعادل

اگر برای رعایت تقارن در ساخت موشک دقت کافی نشود، نیروهای وارد شده به موشک متقارن نخواهند بود و موشک از مسیر مستقیم منحرف شده و ممکن است در جهت‌های متفاوت و ناخواسته شروع به چرخش کند

**یکی از سازنده‌های
مشهور موشک‌های
کاغذی لوکاس
توتورا است که در
سال ۲۰۰۷ رکورد
جهانی بیشترین
زمان پرواز و
هم‌چنین بیشترین
مسافت پرواز را
شکست**



شکل ۱۳. مراحل مختلف ساخت مدل گلایدناف

موشک کمک می‌کند.

در ساخت موشک‌ها نکته‌های ظریفی وجود دارد که رعایت آن‌ها در حرکت متعادل موشک مؤثر است. در زیر به چند مورد اشاره می‌شود:

الف- برای تا کردن کاغذ از یک عدد خط‌کش استفاده شود تا با کشیدن لبه خط‌کش روی محل تای کاغذ، تا‌های تیز و مناسبی به‌دست آید.

ب- معمولاً نوک موشک پس از پرتاب‌های متعدد صدمه می‌بیند و از شکل اولیه خارج می‌شود. این صدمه موجب تغییرات ناخواسته‌ای در حرکت موشک می‌شود. با آغشته کردن نوک موشک به چسب مایع این قسمت از موشک حالت اصلی به خود گرفته و دیرتر صدمه می‌بیند.

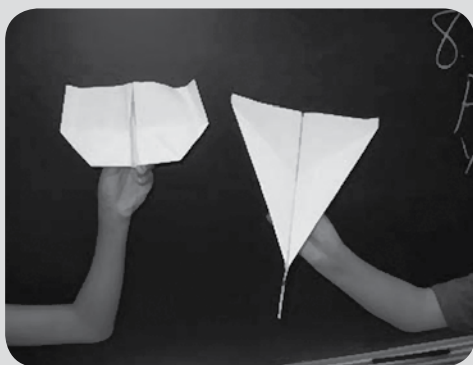
ج- برای ثابت و صلب‌ماندن موشک در حین پرواز در چند قسمت موشک، که در شکل ۴ و ۱۳-ی نشان داده شده را با نوارچسب به هم می‌چسبانیم.

د- هم‌چنین با تا کردن بال‌ها به گونه‌ای که به سمت بالا خمیده شود تعادل دینامیکی باز هم افزایش می‌یابد.

هـ- با ایجاد بال‌ها برای این نوع موشک، که با نقطه‌چین در شکل ۱۳-ی نشان داده شده است و راهنمایی‌هایی که در بخش‌های قبلی انجام شد، می‌توان قابلیت هدایت موشک و نوع حرکت آن را تعیین کرد.

شما نیز می‌توانید با استفاده از تجربه‌های قبلی و کمی خلاقیت، انواع جدیدی از این موشک‌ها را طراحی کنید. شکل ۱۴ چند نوع موشک مختلف را نشان می‌دهد.

یکی از سازنده‌های مشهور موشک‌های کاغذی لوکاس



شکل ۱۴. چند مدل موشک ساده.

توتورا^{۱۱} است که در سال ۲۰۰۷ رکورد جهانی بیشترین زمان پرواز و هم‌چنین بیشترین مسافت پرواز را شکست [۱]. موشک دست‌ساز وی در پروازی که ۸۳/۴۷ ثانیه طول کشید مسافت ۳۴

حرکت چرخشی حول محور تقارن با بررسی عمل نیروهایی که به موشک وارد می‌شود بررسی شده است. ساده‌ترین فرمول‌های فیزیکی که بتوانند این نوع حرکت‌ها را توجیه کنند نیز برآورده شده است. از ذکر پیچیدگی‌هایی دیگری که در حرکت موشک وجود دارد اجتناب شده است تا حتی‌الامکان مورد استفاده‌ی دانش‌آموزان مقطع متوسطه، دانشجویان سال‌های اول و دوم کارشناسی رشته‌های علوم و مهندسی قرار گیرد. همچنین دبیران فیزیک نیز می‌توانند از این نوع مطالب در آموزش مکانیک در درس فیزیک استفاده کنند.

متر را طی کرد. قبل از لوکاس، کن بلکبرن^{۱۲} در سال‌های ۱۹۸۳، ۱۹۸۷، ۱۹۹۴ و ۱۹۹۸ به ترتیب رکوردهای ۱۶/۸۹، ۱۷/۲، ۱۸/۸ و ۲۷/۶ ثانیه را از آن خود نمود [۱]. برای این که به اهمیت طراحی موشک در رکوردهای بالا پی ببرید کافی است برای یکی از موشک‌های دست‌ساز خود رکورد طولانی‌ترین پرواز را اندازه بگیرید و تلاش کنید رکوردهای بلکبرن و یا لوکس را بهبود دهید.

۶. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

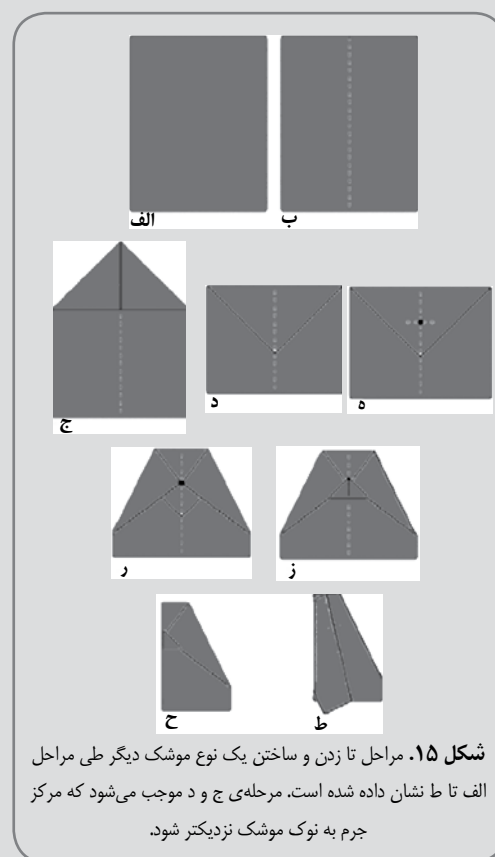
در این مقاله به فیزیک پرواز به صورت کلی و پرواز موشک‌های کاغذی به صورت خاص پرداخته شده است. چگونگی ایجاد تعادل استاتیکی و دینامیکی بررسی قرار گرفته است. چگونگی ایجاد حرکت مستقیم، دورانی افقی و عمودی و

زیر نویس

1. Leonardo da vinci
2. George Cayley
۳. هواپیماهای بدون موتور را گلايدر می‌نامند و موشک کاغذی جزء همین دسته طبقه‌بندی می‌شود.
4. Jack Northrop
5. Lockheed
6. B2 stealth bomber
7. Center of Pressure of the Wind Force
8. Center of Gravity
9. Stall
10. Belly-Button Glider
11. Lucas Tortora
12. Ken Blackburn

منابع

1. http://en.wikipedia.org/wiki/paper_plane
2. J. Oliver Linton, The Physics & flight: I. Fixed and rotating wings, *Physics Education*, 42 (4), 2007, 351-357.
3. J. Oliver Linton, The physics & flight: II. Flapping wings, *Physics Education*, 42 (4), 2007, 358-364.
4. J. Oliver Linton, The physics & flight: III. Hovering, *Physics Education*, 42 (5), 2007, 496-501.





آموزشی

تأثیر چسبندگی و تلاطم بر جریان شاره‌ها

روح‌اله خلیلی بروجنی
www.avang.org

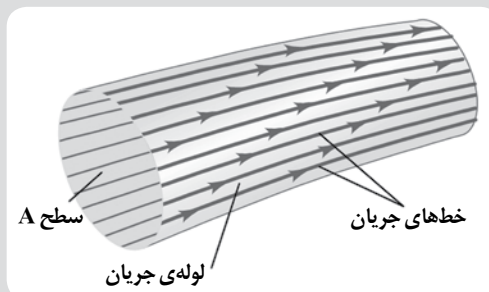
چکیده

چسبندگی، اصطکاک داخلی درون یک شاره است و تلاطم جریان نامنظم و آشوبناک یک شاره. در این مقاله ضمن آشنایی کامل‌تری با این پدیده‌ها، تأثیر آن‌ها را در برخی از موقعیت‌ها و مسائل روزمره بررسی خواهیم کرد.

الف. نگاهی به مفاهیم اولیه

جریان شاره‌ها، همان‌طور که در حرکت سریع آب رودخانه یا پیچ و تاب شعله‌ی آتش دیده می‌شود، می‌تواند بسیار پیچیده باشد. اما برخی از وضعیت‌ها را می‌توان توسط مدل‌های آرمانی نسبتاً ساده‌ای بیان کرد. **شاره‌ی آرمانی**، شاره‌ای است که تراکم‌ناپذیر باشد (یعنی چگالی آن از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر تغییر نکند) و اصطکاک داخلی (که چسبندگی^۱ یا **وشکسانی** نامیده می‌شود) نداشته باشد. در اغلب موارد مایع‌ها تقریباً تراکم‌ناپذیرند، در مورد گازها هم، اگر اختلاف فشار گاز از یک ناحیه به ناحیه‌ی دیگر آن چندان زیاد نباشد می‌توان آن را تراکم‌ناپذیر در نظر گرفت.

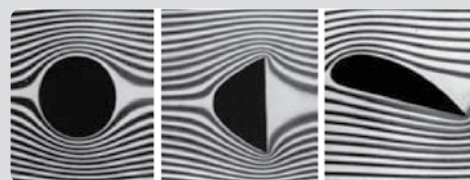
مسیر یک ذره‌ی منفرد در شاره‌ی در حال حرکت، **خط جریان**^۲ نامیده می‌شود. اگر طرح کلی جریان با زمان تغییر نکند جریان شاره، **جریان پایا**^۳ نامیده می‌شود. در جریان پایا هر جن شاره که از نقطه‌ی معینی می‌گذرد خط جریان یکسانی را دنبال می‌کند. در این حالت اگرچه سرعت یک ذره‌ی خاصی ممکن است هم از نظر جهت و هم از نظر اندازه، در حین حرکت تغییر کند اما نقشه‌ی سرعت‌های شاره در نقطه‌های متفاوت در فضا ثابت است. خط‌های جریان که از کناره‌های یک جن فرضی سطح می‌گذرند، مانند سطح A در شکل ۱، لوله‌ای به نام **لوله‌ی جریان**^۴ تشکیل می‌دهند. با توجه به تعریف خط جریان، در جریان پایا شاره نمی‌تواند از جدار لوله‌ی جریان عبور کند؛ هم‌چنین شاره‌ها در لوله‌های جریان مختلف نمی‌توانند با هم مخلوط شوند.



شکل ۱. لوله‌ی جریان را خط‌های جریان محدود می‌کنند. در جریان پایا، شاره نمی‌تواند از دیواره‌های لوله‌ی جریان عبور کند.



شکل ۳. جریان‌های دود از سرچوب‌های عود تا نقطه‌ی معینی به صورت لایه‌ای بالا می‌روند و سپس متلاطم می‌شوند.



شکل ۲. جریان لایه‌ای اطراف مانع‌هایی با شکل‌های مختلف

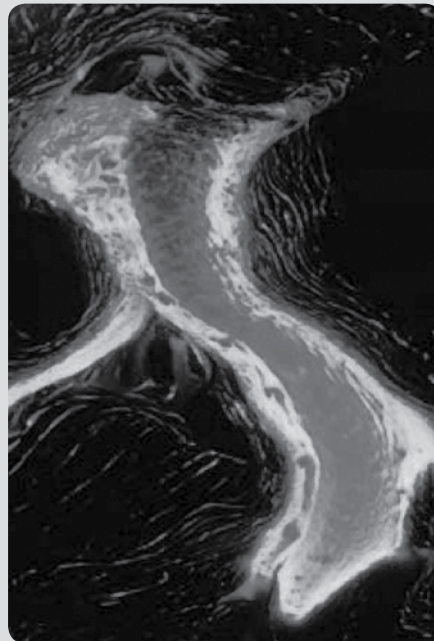
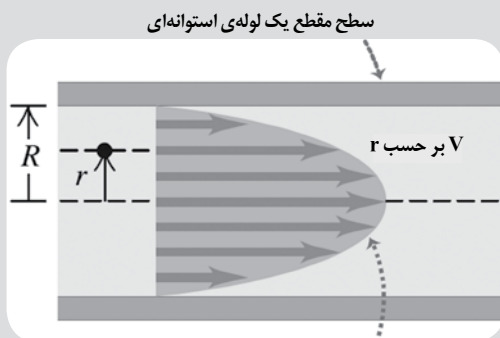
ب. چسبندگی

چسبندگی، اصطکاک داخلی درون یک شاره است. نیروهای چسبندگی با حرکت بخشی از شاره نسبت به بخش دیگر مخالفت می‌کند. چسبندگی باعث می‌شود که برای پارو زدن قایق در آب آرام، تلاش صورت گیرد، چسبندگی هم‌چنین دلیلی برای انجام کار پارو است. اثرهای چسبندگی در جریان شاره‌ها در لوله، جریان خون، روغن کاری بخش‌هایی از موتور، و بسیاری دیگر از موقعیت‌ها اهمیت دارند.

شاره‌هایی مانند آب یا بنزین که به راحتی جاری می‌شوند، از مایع‌های غلیظی مانند عسل یا روغن موتور چسبندگی کم‌تری دارند. چسبندگی همه‌ی شاره‌ها به شدت تابع دماست. به طوری

شکل ۲ طرح‌های جریان شاره را از چپ به راست، در اطراف تعدادی مانع، نشان می‌دهد. این عکس‌ها با تزریق رنگ به درون آب در حال جریان بین دو صفحه‌ی شیشه‌ای نزدیک به هم تهیه شده است. این طرح‌ها نوعی **جریان لایه‌ای**^۵ هستند، به طوری که لایه‌های مجاور شاره به آرامی روی یکدیگر می‌لغزند و جریان پایاست. (منظور از لایه، یک ورقه‌ی نازک است.)

وقتی آهنگ جریان به حد کافی بزرگ باشد یا وقتی سطح‌های مرزی باعث تغییر ناگهانی سرعت شوند، جریان می‌تواند نامنظم و آشوبناک شود. این وضعیت **جریان متلاطم**^۶ نامیده می‌شود (شکل ۳). در جریان متلاطم طرح حالت پایا وجود ندارد و طرح شاره به طور پیوسته تغییر می‌کند.



شکل ۴. گدازه‌های آتش فشان نمونه‌ای از یک شاره‌ی چسبنده است. چسبندگی با افزایش دما، کاهش می‌یابد. هرچه گدازه داغ‌تر باشد راحت‌تر جاری می‌شود.

دارد و بیرونی‌ترین لوله ساکن است. نیروهای چسبنده بین لوله‌ها با این لغزش مخالفت می‌کنند، بنابراین برای تداوم جریان شاره باید فشار بیش‌تری به عقب شاره نسبت به جلوی آن وارد کنیم. به همین دلیل برای خروج شاره از تیوب خمیردندان یا ظرف سس گوجه‌فرنگی باید آن‌ها را فشار دهیم (هر دو شاره چسبنده‌اند). انگشت‌های شما فشاری به عقب شاره وارد می‌کنند که از فشار جو در جلوی شاره خیلی بیش‌تر است.

اختلاف فشار لازم برای تداوم آهنگ جریان حجم معینی از شاره از یک لوله‌ی استوانه‌ای به طول L و شعاع R با L/R^4 متناسب است. اگر R به نصف کاهش یابد، فشار لازم $2^4=16$ برابر زیاد می‌شود؛ با کاهش R به اندازه‌ی $0.90R$ (۱۰ درصد کاهش) اختلاف فشار لازم به اندازه‌ی $1/52$ (۱.۹۲ درصد) زیاد می‌شود (حدود ۵۲ درصد افزایش). این رابطه‌ی ساده می‌تواند ارتباط بین برنامه غذایی با کلسترول زیاد (که باعث تنگ شدن سرخرگ‌ها می‌شود) و فشار خون بالا را بیان می‌کند؛ به این معنا که: به دلیل بستگی R^4 حتی تنگ شدن اندک سرخرگ‌ها می‌تواند به افزایش چشمگیر فشار خون بینجامد و به ماهیچه‌های قلب صدمه بزند.

که با افزایش دما چسبندگی گازها زیاد می‌شود و چسبندگی مایع‌ها کاهش می‌یابد (شکل ۴). یک هدف مهم در تهیه‌ی روغن موتورها، آن است که تغییر چسبندگی ناشی از دما را تا حد امکان کاهش دهند.

یک شاره‌ی چسبنده به سطح جامدی می‌چسبد که با آن در تماس است. همواره یک **لایه‌ی مرزی**^۷ نازک تقریباً ساکن شاره در نزدیک سطح آن وجود دارد. به همین دلیل ذره‌های غبار می‌توانند به پره‌ی پنکه‌ای که به سرعت می‌چرخد بچسبند و باز هم به همین دلیل نمی‌توان همه‌ی لکه‌های روی بدنه‌ی اتومبیل را تنها با فوران آب شیلنگ شست.

چسبندگی همچنین تأثیر مهمی بر جریان مایع در لوله‌ها، از جمله جریان خون در رگ‌ها دارد. برای بررسی دلیل این موضوع، شکل ۵ را در نظر بگیرید که نمایه‌ی جریان لایه‌ای یک شاره‌ی چسبنده را در یک لوله‌ی استوانه‌ای بلند نشان می‌دهد. به دلیل چسبندگی، اندازه‌ی سرعت در جداری لوله صفر (چون شاره می‌چسبد) و در مرکز آن بیشینه است.

این حرکت شبیه لغزیدن تعداد زیادی لوله‌ی هم مرکز نسبت به یکدیگر است، به طوری که لوله‌ی مرکزی بیش‌ترین سرعت را

**جریان عادی خون در سرخرگ
انسان لایه‌ای است، اما یک
بی‌نظمی کوچک، مانند آسیبی
در قلب، می‌تواند سبب جریان
متلاطم شود.**



شکل ۶. جریان آب از شیر (الف) در سرعت‌های کم لایه‌ای، اما (ب) در سرعت‌های به حد کافی زیاد متلاطم است.

پ. تلاطم

جریان ناپایدار می‌شود. این بی‌نظمی‌ها دیگر از بین نمی‌روند بلکه چنان رشد می‌کنند که طرح جریان لایه‌ای به‌طور کامل از بین برود (شکل ۶ ب).

جریان عادی خون در سرخرگ انسان لایه‌ای است، اما یک بی‌نظمی کوچک، مانند آسیبی در قلب، می‌تواند سبب جریان متلاطم شود. تلاطم **نوفه** تولید می‌کند، به همین دلیل گوش‌دادن به جریان خون با گوشی روش مفیدی برای تشخیص بیماری قلبی است.

زیرنویس

1. viscosity
2. flow line
3. steady flow
4. flow tube
5. laminar flow
6. turbulent flow
7. boundary layer

مرجع

University Physics, 12th Edition, Sears, Zemansky, Young, Freedman, Addison wesley, 2008.

(این کتاب با ترجمه اعظم پورقاسی، محمد تقی فلاحی، و روح اله خلیلی بروجنی توسط نشر علوم نوین منتشر شده است.)

وقتی سرعت جریان شاره از مقدار معینی فراتر رود جریان، دیگر لایه‌ای نخواهد بود. بلکه، طرح جریان بی‌اندازه نامنظم و پیچیده می‌شود و پیوسته با زمان تغییر می‌کند و دیگر طرح حالت پایایی وجود ندارد. این جریان نامنظم و آشوبناک، تلاطم نامیده می‌شود. شکل ۳ تفاوت بین جریان لایه‌ای و جریان متلاطم (غیر لایه‌ای) را برای دودی نشان می‌دهد که در هوا بالا می‌رود. لایه‌ای یا متلاطم بودن جریان تا اندازه‌ای تابع چسبندگی شاره است. هرچه چسبندگی بیش‌تر باشد جریان شاره بیش‌تر به صورت ورقه‌ای یا لایه‌ای است.

برای شاره‌ای با چسبندگی معین، اندازه‌ی سرعت جریان عاملی تعیین‌کننده برای آغاز تلاطم است. طرح جریانی که در سرعت‌های کم پایدار است به مجرد رسیدن به سرعت بحرانی ناپایدار می‌شود، ناصافی‌ها در دیواره‌ی لوله، تغییرات چگالی شاره، و عوامل بسیار دیگری باعث بی‌نظمی طرح جریان می‌شوند. این بی‌نظمی‌ها در سرعت‌های کم از بین می‌روند؛ طرح جریان پایدار می‌شود و سرشت لایه‌ای خود را حفظ می‌کند (شکل ۶ الف). اما وقتی جریان به سرعت بحرانی می‌رسد، طرح



رهیافت مناسب به مبحث فیزیک کوانتومی

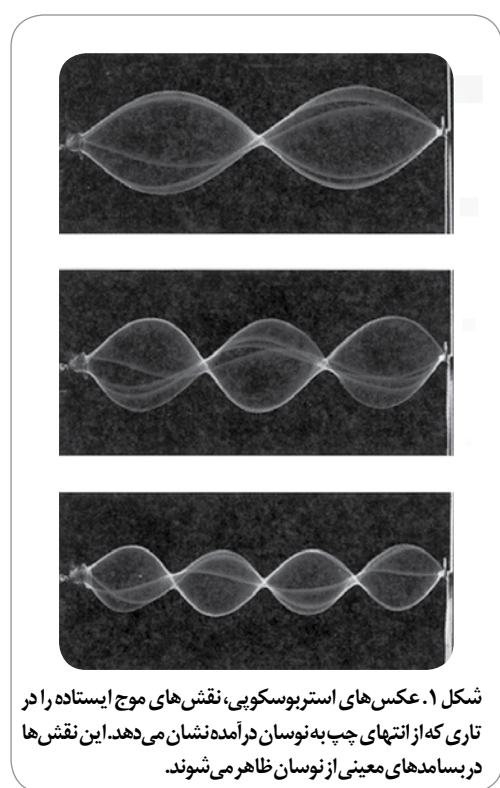
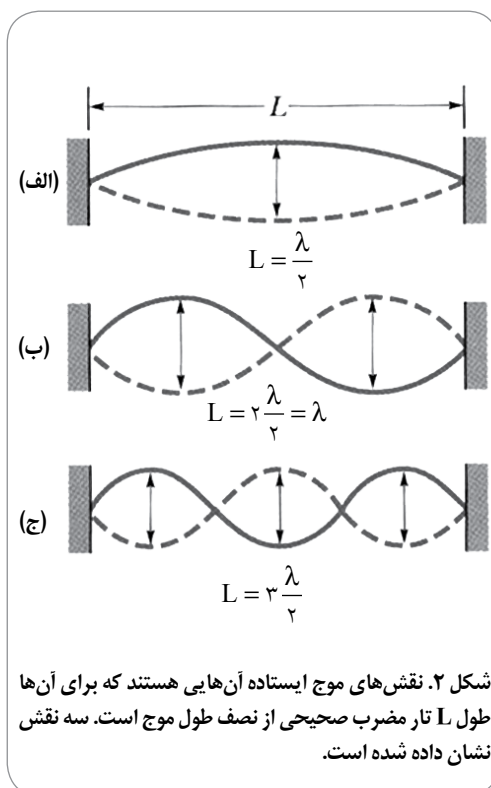
محمدرضا خوش بین خوش نظر
skhoshbin@yahoo.com

شرو دینگر است. این مسیر کاملاً منطبق بر کتاب‌های فیزیک دانشگاهی مقدماتی است و بنابراین با بررسی اجمالی کتاب‌هایی در سطح مبانی فیزیک می‌توان برنامه‌ی درسی محکمی را برای مبحث فیزیک کوانتومی پی‌ریزی کرد. با این حال بر این باورم که می‌شود در این مسیر، پس از بخش مفهوم موج مادّی و قضیه‌ی دو بروری، راه دیگری را نیز برای تفهیم هرچه بیشتر این مبحث ارائه کرد؛ همان راهی که برخی از کتاب‌های مکانیک کوانتومی از آن طریق وارد این مبحث می‌شوند و من پیش‌تر نیز به آن اشاره کردم. این روش، استفاده از شباهت موج‌های تار مرتعش (که دانش‌آموزان در فصل ۱ کتاب فیزیک پیش‌دانشگاهی ۲ با آن آشنا شده‌اند) و امواج مادی است. اگر طول تار مرتعش نامحدود باشد، می‌توانیم موج پیش‌رونده با هر بسامدی را روی آن ایجاد کنیم، ولی اگر دو سر آن به جایی بسته شده باشد و طول آن محدود باشد فقط می‌توانیم روی آن موج‌های ایستاده ایجاد کنیم که این موج‌های ایستاده فقط می‌توانند بسامدهای گسسته‌ای داشته باشند (شکل ۱). به عبارت دیگر، محدود کردن موج به ناحیه‌ی محدودی از فضا به کوانتیده کردن حرکت و وجود حالت‌های گسسته‌ی موج می‌انجامد که هر حالت، بسامد کاملاً مشخصی دارد و به این اصطلاحاً **اصل محدودیت** می‌گویند. این اصل برای کلیه‌ی امواج، از جمله امواج مادی به کار می‌آید. موج مادی یک الکترون

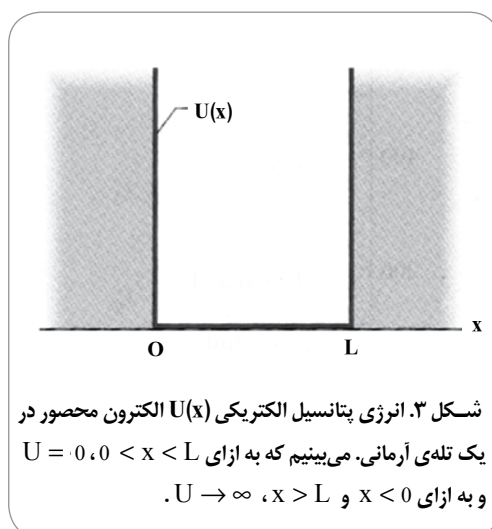
سال‌هاست بر این باورم طرح مبحث تابش جسم سیاه در کتاب فیزیک پیش‌دانشگاهی امری ناصواب بوده است و حتی در صورت تفهیم درست این مبحث به دبیران، راه ورود به مبحث فیزیک کوانتومی در سطح دبیرستان نباید از این طریق باشد. بارها در تحقیقات میدانی خود که گروهی از دانشجویان سال اول دانشگاه بوده‌اند این موضوع را به بحث گذاشته‌ام و دریافته‌ام که ایشان به طور کلی هیچ درکی از این مبحث ندارند و اصلاً چرایی طرح چنین موضوعی را نمی‌دانند. در تعلیم و تربیت توجه به ظرفیت ذهنی یادگیرندگان امری ضروری است و این که تصور کنیم در هر سنی می‌توان هر مطلبی را، آن هم بی‌هیچ پیش‌زمینه‌ای، به یادگیرندگان منتقل کنیم با اصول تعلیم و تربیت صحیح ناسازگار است. جالب است که پاره‌ای از کتاب‌های دانشگاهی مقدماتی از قبیل مبانی فیزیک [۱] در مباحث فیزیک جدید خود هیچ اشاره‌ای به تابش جسم سیاه نداشته‌اند و با این حال وارد مباحث بسیار روزآمدی در عرصه‌ی فیزیک کوانتومی نیز شده‌اند. به عبارتی، می‌توان با ورود بسیار منطقی‌تر و ساده‌تر به عرصه‌ی فیزیک کوانتومی، به بسیاری از دستاوردهای این علم نیز دست یافت. اکنون، حتی بسیاری از کتاب‌های کوانتومی پیشرفته نیز از طریق مبحث جسم سیاه وارد عرصه‌ی فیزیک کوانتومی نمی‌شوند (مثلاً نگاه کنید به کتاب مکانیک کوانتومی نوشته‌ی بالتاین [۲]، که من در ادامه به آن خواهم پرداخت)، و حتی ریچارد فاینمن نیز در درسنامه‌های مشهور خود از زاویه‌ای دیگر به مبحث فیزیک کوانتومی وارد شده است (مثلاً نگاه کنید به کتاب شش قطعه‌ی آسان، انتشارات هرمس). در سیلابس‌های پیشنهادی IB^۱ نیز که در دو سطح معمولی و پیشرفته تنظیم شده است نیز هیچ بحثی از تابش جسم سیاه به میان نیامده است. بر این باورم که مسیر پیشنهادی این برنامه بهترین راه کار برای ورود به عرصه‌ی فیزیک کوانتومی است. مسیر پیشنهادی این برنامه به ترتیب بررسی سرشت کوانتومی تابش، اثر فوتوالکتریک، مفهوم امواج مادی و قضیه‌ی دو بروری، طیف‌های اتمی و مدل اتمی بور، محدودیت‌های مدل بور، و مدل

مسیرپیشنهادی برنامه‌ی IB به ترتیب بررسی سُرشت کوانتومی تابش، اثر فوتوالکتریک، مفهوم امواج مادی و قضیه‌ی دو بر روی، طیف‌های اتمی و مدل اتمی بور، محدودیت‌های مدل بور، و مدل شرودینگر است

متحرک که تحت تأثیر هیچ نیروی خالصی نیست (اصطلاحاً ذره‌ی آزاد) می‌تواند هر مقداری از انرژی داشته باشد که این شبیه تار با طول نامتناهی است که می‌تواند هر بسامدی داشته باشد. ولی اگر الکترونی را بررسی کنیم که تحت تأثیر نیروی جاذبه‌ی کولنی بین خود و هسته‌ی باردار مثبت است، انرژی الکترون فقط می‌تواند در حالت‌های خاصی باشد که هر یک انرژی گسسته‌ی مربوط به خود را دارند که این شبیه یک تار کشیده با طول محدود است در یک تار با طول محدود نقش‌های گسسته‌ی موج ایستاده آن‌هایی هستند که برای آن‌ها طول L تار مضرب صحیحی از نصف طول موج است ($L = n\lambda/2$) که به زبان فیزیک کوانتومی n عددی کوانتومی است (شکل ۲).



آنگاه هر جابه‌جایی عرضی تار در هر مکان x از رابطه‌ی $y_n(x) = A \sin(n\pi x / L)$ به دست می‌آید. در مورد یک موج مادی نیز می‌توان آن را اصطلاحاً در تله‌ای محصور کرد، طوری که در حالت یک بعدی به ازای $0 < x < L$ ، $U = 0$ و به ازای $x < 0$ و $x > L$ ، $U \rightarrow \infty$ میل کند که این همان چیزی است که به آن چاه پتانسیل نامتناهی می‌گوییم (شکل ۳).



طول موج دوبروی با $\lambda = h/p$ تعریف می‌شود و چون الکترون غیرنسبیتی است، p را می‌توان به صورت $p = \sqrt{2mK}$ نوشت که m جرم الکترون و K انرژی جنبشی آن است. در $0 < x < L$ ، $U = 0$ است و بنابراین $K = E$ می‌شود و داریم $\lambda = h / \sqrt{2mE}$ و پیش‌تر دیدیم که $L = n\lambda/2$ است.

$$E_n = \left(\frac{h^2}{8mL^2} \right) n^2, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

پس، دریافتیم که چون الکترون در تله‌ای به دام افتاده است، فقط می‌تواند انرژی‌هایی داشته باشد که با این معادله داده می‌شود و نمی‌تواند هر مقداری را اختیار کند. این نتیجه را به راحتی

می‌توان به چاه‌های دو و سه بُعدی نیز تعمیم داد. جالب است اگر معادله‌ی شرودینگر را برای الکترونی که در چاه پتانسیل نامتناهی یک -بُعدی به پهنای L گیر افتاده است حل کنیم، برای توابع موج الکترون به رابطه‌ی زیر می‌رسیم $y_n = A \sin(n\pi x / L)$ ، $n = 1, 2, 3, \dots$

که همان جابه‌جایی عرضی تار محدود در هر مکان x است. یعنی، همان‌طور که پیش‌تر هم اشاره کردیم الکترون به دام افتاده در چاه پتانسیل یک بعدی نامتناهی را می‌توان شبیه یک موج مادی ساکن در نظر گرفت. توجه کنید که با همین شبیه‌سازی ساده می‌توانیم بسیاری دیگر از مفاهیم مکانیک کوانتومی ظاهراً خارج از محدوده‌ی کتاب‌های درسی، مانند احتمال آشکارسازی که با چگالی احتمال $\Psi_n^*(x)$ داده می‌شود و اصل بهنجارش، را به دانش‌آموزان تفهیم کنیم. جالب است که حتی می‌توان انرژی نقطه‌ی صفر را بیان کرد، و با توجه به این که به ازای $n = 0$ ، $E_n = 0$ ، و $\Psi_n^*(x) = 0$ می‌شود، این بحث را مطرح کرد که این نتیجه به معنی آن است که هیچ الکترونی در چاه وجود ندارد و چون می‌دانیم که وجود دارد، بنابراین $n = 0$ قابل قبول نیست و انرژی نقطه‌ی صفر که کمترین انرژی مجاز الکترون است مربوط به $n = 1$ است.

همین روش دلیل اصلی عدم موفقیت مدل بور را نیز توضیح می‌دهد. چرا که الکترونی که در اتم به دام افتاده است، در واقع موج مادی محصور در چاه پتانسیل است و برای یافتن مقادیر انرژی کوانتیده حاصل باید معادله‌ی شرودینگر را به کار برد.

زیرنویس

1. International Baccalaureate

منابع

1. Fundamentals of Physics, Halliday, Resnick, Walker, John Wiley & Sons, 8th edition.
2. Quantum Mechanics, Leslie E. Ballentine, Prentice Hall, 1990.

سپیده محبی
دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک دانشگاه شهید رجایی
تویانیک نیا
دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت آموزشی دانشگاه شهید رجایی

استفاده از نقشه‌ی مفهومی در آموزش

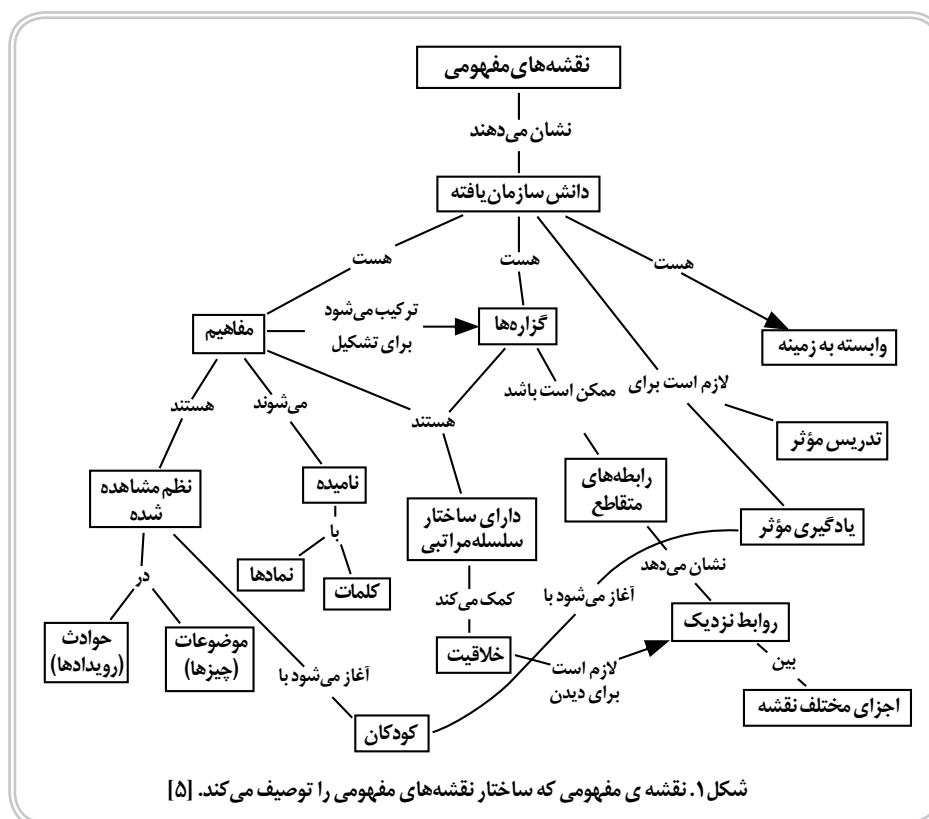


تجربه‌های آموزشی

کلید واژه‌ها: نقشه‌ی مفهومی، ساختن گرای، نقشه‌ی ذهنی، تولید دانش، طرحواره‌های ذهنی.

نقشه‌ی مفهومی یک راهبرد آموزشی نوین است که در رویکردهای آموزشی جدید، از جمله در رویکرد ساختن گرایی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در رویکرد بر ساختن گرایی اعتقاد بر این است که یادگیرندگان به صورت فعال و بر اساس تجربه‌های شخصی دانش خود را می‌سازند. بر اساس این نظریه هر شخص خودش نقشه‌های ذهنی یا طرحواره‌های ذهنی خود را می‌سازد و یادگیری هنگامی صورت می‌گیرد که این طرحواره‌ها بازنگری شده، گسترش یافته یا بازسازی شوند. ساخت گرایان بر اهمیت دانش و آموخته‌های پیشین در یادگیری تأکید می‌کنند و دانش قبلی را به منزله چارچوبی برای یادگیری جدید در نظر می‌گیرند. روش آموزشی مبتنی بر این رویکرد، دانش آموز محور و روش تدریس فعال است و در آن معلم به جای ارائه دهنده اطلاعات به هدایت گر و تسهیل کننده یادگیری دانش آموزان تبدیل می‌شود. بنابراین معلم باید موقعیت تولید دانش را برای فراگیران فراهم نماید و به فراگیر کمک کند تا بین اطلاعات جدید تجربه‌های پیشین ارتباط صحیح و مناسبی برقرار سازد. یکی از راه کارهای مؤثر استفاده از نقشه‌ی مفهومی است.

نقشه‌ی مفهومی نمایش بصری روابط معنادار میان مفاهیم است. آن‌ها ابزاری برای سازمان‌دهی و نمایش دانش هستند به بیانی دیگر نقشه‌های مفهومی نمایانگر تفسیر فردی یا گروهی از ایده‌ها و یا واقعیت‌های درک شده به شکل نموداری اند [۴]. آن‌ها شامل مجموعه‌ای از مفاهیم هستند که داخل منحنی‌های بسته‌ای مانند دایره‌ها و انواع چهار ضلعی‌ها قرار می‌گیرند. رابطه‌های میان مفاهیم گزاره‌هایی هستند که به وسیله خط‌های رابط میان مفاهیم نشان داده می‌شوند. بر روی این خط‌های جهت‌دار کلماتی نوشته می‌شود که رابطه‌ی میان مفاهیم را مشخص می‌کند. در واقع گزاره شامل دو یا چند مفهوم است که برای تشکیل یک عبارت معنی‌دار به کلمات دیگر متصل شده‌اند. در شکل (۱) یک نقشه مفهومی که ساختار نقشه‌های مفهومی را توصیف می‌کند، نشان داده شده است.



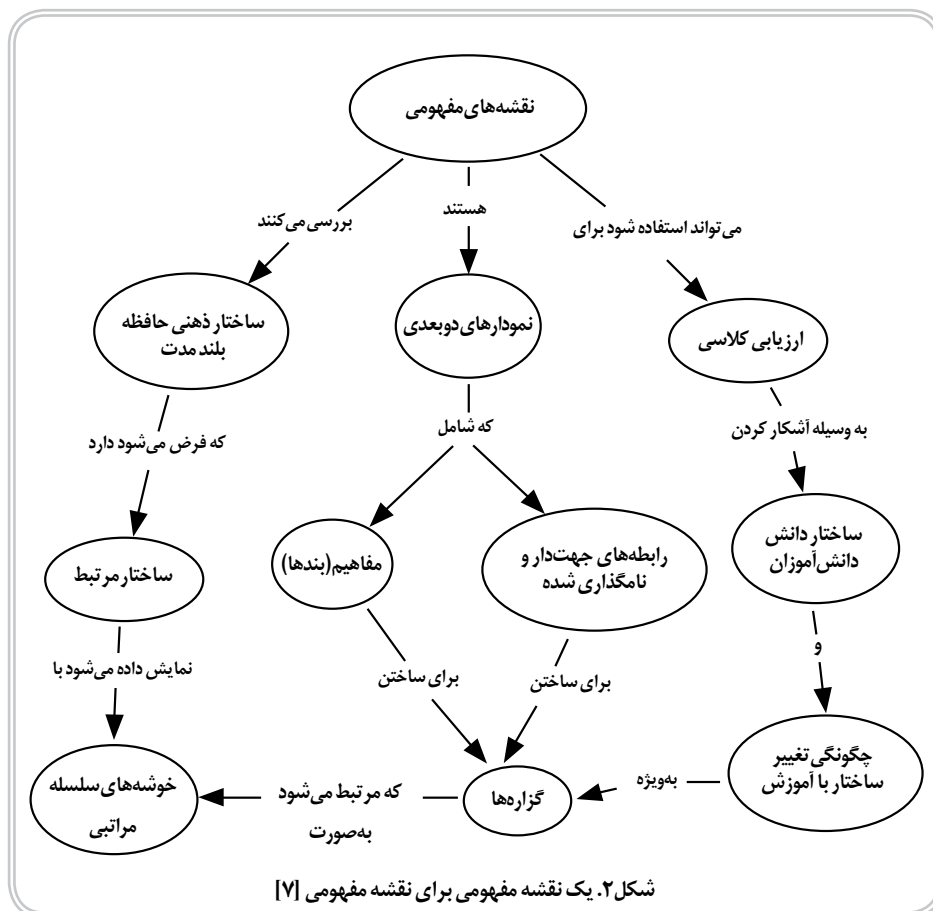
نقشه‌های مفهومی
نمایانگر تفسیر فردی
یا گروهی از ایده‌ها
و یا واقعیت‌های
درک شده به شکل
نموداری اند

نقشه‌های مفهومی ساختار دانش مفهومی [فرایندی] را نشان می‌دهند که دانش در ذهن انسان شکل می‌گیرد و نقشه‌های ذهنی انسان را به تصویر می‌کشند. نقشه‌های مفهومی در اوایل دهه ۱۹۷۰ در جریان برنامه تحقیقی نواک^۱ در دانشگاه کورنل^۲ به‌وجود آمدند که به دنبال درک تغییرات دانش کودکان درباره علم بود.

به عقیده نواک نقشه‌های مفهومی باید حتماً با ساختار سلسله‌مراتبی داشته باشد، یعنی مطالب کلی‌تر و جامع‌تر در بالای نقشه قرار بگیرند و هرچه به پایین نقشه نزدیک می‌شویم، مطالب و مفاهیم جزئی‌تر شوند. اما همه صاحب نظران در زمینه نقشه مفهومی با این عقیده موافق نیستند. برخی [۶] اعتقاد دارند که لازم نیست که نقشه‌ها حتماً ساختار سلسله‌مراتبی داشته باشند، زیرا همه پیوندهای میان مفاهیم در یک سلسله مراتب اتفاق نمی‌افتد و محدود کردن نقشه مفهومی به ساختار سلسله‌مراتبی رابطه‌های میان مفاهیم را محدود می‌کند. به‌ویژه افرادی که بر استفاده از نقشه مفهومی برای پرورش قوه خلاقیت تأکید دارند، با ساختار سلسله‌مراتبی نقشه‌های مفهومی موافق نیستند، زیرا به عقیده‌ی آنان الحاق غیرعادی مفاهیم می‌تواند قوه خلاقیت را افزایش دهد.

یکی از ویژگی‌های مهم نقشه مفهومی استفاده از رابطه‌های متقاطع است. رابطه‌های متقاطع پیوندهای بین مفاهیم در قلمروهای مختلف نقشه مفهومی است. همچنین نقشه‌های مفهومی شامل مثال‌هایی هستند که به روشن شدن معنای مفاهیم کمک می‌کند. فقط یک نقشه مفهومی صحیح در مورد یک موضوع وجود ندارد و می‌توان نقشه‌های مفهومی مختلفی برای یک موضوع رسم کرد که به سلیقه طراح آن بستگی دارد، به‌عنوان مثال در شکل (۲) نقشه مفهومی دیگری در مورد نقشه‌های مفهومی نشان داده شده است. برای نشان دادن اولویت‌بندی و انواع اطلاعات در یک نقشه مفهومی، می‌توان از رنگ‌های متفاوتی استفاده کرد.

**ساخت‌شناسی
مجموعه‌ای از
اطلاعات، مفاهیم،
اصول و تعمیم‌های
سازمان‌یافته‌ای
است که فرد قبلاً
در یکی از رشته‌های
دانش، آموخته است**



● مبانی نظری نقشه‌های مفهومی ●

نقشه مفهومی براساس نظریه‌ی یادگیری معنی‌دار آزوئل^۳ به‌وجود آمده است. در نظریه‌ی آزوئل اساس یادگیری، ساخت‌شناسی و تغییراتی است که در اثر یادگیری در آن صورت می‌گیرد. در این نظریه ساخت‌شناسی عبارت است از مجموعه‌ای از اطلاعات، مفاهیم، اصول و تعمیم‌های سازمان‌یافته‌ای که فرد قبلاً در یکی از رشته‌های دانش، آموخته است. این ساخت‌شناختی به‌صورت یک هرم فرضی است که کلی‌ترین مطالب و مفاهیم در رأس آن قرار دارند، مطالبی که کلیت و جامعیت کمتری دارند، در میانه هرم قرار دارند و اطلاعات جزئی‌تر در قاعده هرم قرار می‌گیرند. در نظریه آزوئل یادگیری معنی‌دار زمانی به‌وجود می‌آید که مطالب جدید سازمان‌دهی شده و به مطالب آموخته شده قبلی ارتباط پیدا کنند و به عبارت دیگر میان مطلب جدید یادگیری و ساخت شناختی فرد نوعی ارتباط برقرار شود، اما اگر بستری مناسب برای جذب مطالب جدید در ساخت‌شناختی وجود نداشته باشد و مطلب تازه را نتوان به آموخته‌های قبلی فرد مربوط ساخت، یادگیری به‌صورت طوطی‌وار انجام می‌شود. به‌طور خلاصه می‌توان گفت که در یادگیری معنی‌دار مطالب دارای پیوندهای عمیق و مفهومی با ساختار شناختی هستند و در یادگیری طوطی‌وار این پیوندها ضعیف است یا اصلاً وجود ندارد. به همین دلیل یادگیری معنی‌دار موجب یادآوری و یادداری بهتر و طولانی‌تر مطالب یاد گرفته شده می‌شود.

هرچه اطلاعات موجود فرد گسترده‌تر و سازمان‌دهی آن‌ها روشن‌تر باشد، هرم ساخت‌شناختی در آن حوزه از توانایی بالاتری برای جذب اطلاعات جدید برخوردار است. آموخته‌های قبلی یادگیرنده مهم‌ترین و مؤثرترین عامل در یادگیری‌های جدید است. کسی که پیشینه اطلاعاتی ضروری را در اختیار ندارد و یا نمی‌تواند آن‌ها را در ذخیره‌ی اطلاعاتی خود شناسایی کند، آمادگی لازم را برای یادگیری معنی‌دار ندارد.

آزوئل عقیده دارد که به هنگام ارائه مطالب درسی باید ابتدا به مطالب کلی‌تر و انتزاعی‌تر پرداخت و سپس به‌تدریج مطالب جزئی‌تر و اختصاصی‌تر ارائه شود. همچنین برنامه درسی باید به‌صورتی سازمان‌یابد که هر یادگیری جدید به‌دقت به آموخته‌های قبلی مربوط شود تا یادگیری معنی‌دار حاصل شود. او برای آماده کردن یادگیرندگان برای یادگیری معنی‌دار، استفاده از پیش‌سازمان‌دهنده را پیشنهاد می‌کند.

پیش‌سازمان‌دهنده نسبت به خود مطالب درسی در سطح انتزاعی‌تر و کلی‌تری قرار دارد. پیش‌سازمان‌دهنده می‌تواند به‌صورت گفتاری، نوشتاری یا تصویری باشد و نسبت به مطالب درسی در سطح انتزاعی‌تر و کلی‌تری قرار دارد. پیش‌سازمان‌دهنده مطلبی است که معلم پیش از ارائه درس برای کمک به یادگیرندگان و به‌منظور سازمان‌دادن درس در اختیار آنان می‌گذارد. می‌توان از نقشه مفهومی به‌عنوان پیش‌سازمان‌دهنده برای ارائه مطالب درسی استفاده کرد. این کار به یادگیرندگان کمک می‌کند تا مطالب جدید را دسته‌بندی کرده و به‌خاطر بسپارند و نیز آن را به آموخته‌های دیگرشان پیوند دهند. این کار به‌ویژه برای درس‌های پیچیده‌ای که دارای بخش‌های متعددی هستند مفید است. همچنین اگر نقشه مفهومی به‌صورت سلسله‌مراتبی تهیه شود، تصویری از هرم ساخت‌شناسی در اختیار می‌گذارد.

کاربرد نقشه‌های مفهومی

به‌طور کلی می‌توان کاربردهای نقشه‌های مفهومی در فرایند یاددهی - یادگیری را به سه دسته تقسیم کرد:

۱. آموزش: استفاده از نقشه مفهومی در آموزش می‌تواند به دو روش صورت گیرد. یکی روش ارائه نقشه‌های مفهومی از پیش آماده شده توسط معلم یا دیگر افراد متخصص به فراگیران است، روش دیگر ساخته شدن نقشه‌ها توسط فراگیران نتایج پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌ی اثربخش‌تر بودن یکی از این دو روش متناقض است. بدین‌صورت که عده‌ای از پژوهشگران [۱۳] ارائه نقشه‌های از پیش آماده شده را مفیدتر می‌دانند و برخی دیگر [۱۴] بر اثربخش‌تر بودن ساخت نقشه‌ها توسط فراگیران تأکید دارند. استفاده از نقشه‌های مفهومی از پیش آماده شده جهت ارائه درس، موجب می‌شود که مفاهیم کلیدی و مهم درس و رابطه‌ی بین آن‌ها با سایر مفاهیم شناسایی شده و تأکید بیشتری بر آن‌ها صورت گیرد و وقت کلاس صرف موضوع‌های کم‌اهمیت نشود. معلم می‌تواند نقشه مفهومی را به‌عنوان پیش‌سازمان‌دهنده در تدریس به کار گیرد یا در حین آموزش از آن استفاده نماید. همچنین می‌تواند نقشه مفهومی خلاصه مطالب درسی را تهیه کرده و در پایان درس به فراگیران ارائه نماید.

هنگامی که فراگیران به تهیه نقشه مفهومی یک موضوع می‌پردازند، آن را مجدداً مرور کرده و با استفاده از گزاره‌های جدید مفهومی را که از قبل می‌دانسته، به‌طور منطقی به یکدیگر مرتبط می‌کند و در این میان متوجه می‌شود که مفاهیم بسیاری را می‌توان به نقشه اضافه کرد و ارتباط‌های احتمالی بسیاری نیز میان مفاهیم وجود دارد. بدین‌ترتیب وی در انتخاب مفاهیم و ارتباط‌های میان آن‌ها دچار چالش ذهنی شده و به‌طور عمیق در مورد موضوع به تفکر می‌پردازد که به یادگیری عمیق و معنی‌دار منجر می‌شود.

۲. ارزشیابی: نقشه مفهومی ابزار ارزشیابی قدرتمندی است که می‌توان از آن برای بررسی درک و فهم یادگیرندگان درباره یک موضوع استفاده کرد. با به‌کارگیری نقشه مفهومی می‌توان جنبه‌هایی از چارچوب دانش فرد را سنجید که از طریق روش‌های دیگر ممکن نیست. می‌توان از نقشه مفهومی به‌عنوان یک ابزار ارزشیابی تکوینی استفاده کرد. معلم می‌تواند از این طریق از اشتباهات و برداشت‌های غلط دانش‌آموزان آگاه شود و آموزش را به گونه‌ای هدایت کند که به رفع آن‌ها کمک کند. در ارزشیابی پایانی نیز می‌توان از نقشه مفهومی استفاده کرد. می‌توان از فراگیران درخواست که نقشه مفهومی موضوع آموزش داده شده را رسم کنند. با بررسی نقشه‌های رسم شده توسط یک فرد، می‌توان توسعه عقاید و تغییرهای درک و فهم وی را به مرور زمان بررسی کرد. درست کردن یک نقشه مفهومی کامل، به‌ویژه در ابتدای کار، ممکن است برای فراگیران مشکل باشد. از سوی دیگر ارزشیابی نقشه‌های مفهومی تهیه شده توسط فراگیران نیز مشکل است، زیرا فقط یک نقشه مفهومی صحیح در مورد یک موضوع وجود ندارد و هر فرد با توجه به دانش و دیدگاهی که نسبت به موضوع دارد، می‌تواند نقشه متفاوتی بکشد. به‌طور کلی در ارزشیابی نقشه‌های مفهومی باید به موارد زیر توجه کرد:

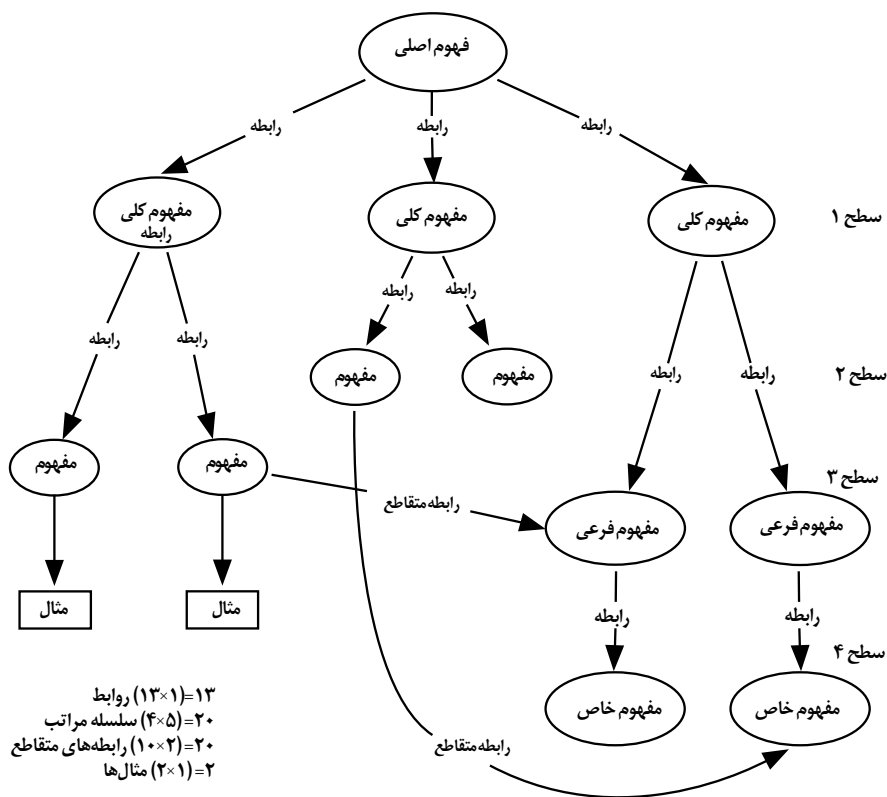
- تعداد مفاهیم (گسترده‌گی نقشه) و صحت آن‌ها
- وجود مفاهیم مهم مربوط به موضوع
- تعداد ارتباط‌های صحیح میان مفاهیم
- رعایت خاصیت سلسله‌مراتبی
- تعداد مثال‌های صحیح
- تعداد رابطه‌های متقاطع صحیح
- نسبت تعداد ارتباط‌ها به تعداد مفاهیم

نواک و گوین^۴ [۱۵] یک روش امتیازدهی کمی برای نقشه‌های مفهومی پیشنهاد کرده‌اند. به این ترتیب که:

- هر رابطه (پیوند مفهومی - مفهوم) = ۱ امتیاز
- هر مثال = ۱ امتیاز
- هر رابطه متقاطع صحیح و مهم = ۱۰ امتیاز
- هر سطح سلسله‌مراتبی صحیح = ۵ امتیاز

در شکل (۳) مثالی از این روش امتیازدهی نشان داده شده است.

با به کارگیری
نقشه‌ی مفهومی
می‌توان جنبه‌هایی
از چارچوب دانش
فرد را سنجید
که از طریق
روش‌های دیگر
ممکن نیست



شکل ۳. امتیازدهی به نقشه‌های مفهومی [۱۵]

می‌توان از فراگیران خواست تا به صورت گروهی به تهیه نقشه مفهومی بپردازند. نتایج پژوهش‌های انجام شده در زمینه مفیدتر بودن ساخت انفرادی یا گروهی نقشه‌های مفهومی متناقض است، اما واضح است که ساخت گروهی نقشه مفهومی فرصتی است که دانش‌آموزان در مورد موضوع بحث کنند و عقایدشان را با یکدیگر در میان بگذارند، که این امر در تقویت روحیه همکاران و کار گروهی مؤثر خواهد بود. چون فرایند تهیه نقشه مفهومی توسط فراگیران و ارزشیابی آن توسط معلم، به‌ویژه در کلاس‌های پرجمعیت، بسیار وقت‌گیر است، می‌توان از روش‌های دیگری استفاده کرد که به زمان کمتری نیاز داشته و امتیازدهی به آن‌ها راحت‌تر باشد. در ادامه به چند تا از این روش‌ها اشاره می‌شود:

- یک نقشه مفهومی تهیه کرده و همه مفاهیم را از آن حذف می‌کنیم تا فقط رابطه‌ها باقی بماند. سپس از فراگیران می‌خواهیم که با جای‌گذاری مفاهیم مناسب، نقشه مفهومی را کامل کنند.

- تعدادی از مفاهیم یک نقشه مفهومی را حذف می‌کنیم و با قرار دادن مفاهیم حذف شده در اختیار فراگیران، از آن‌ها می‌خواهیم بتوان انتخاب از میان آن‌ها، نقشه را کامل کنند. در این حالت می‌توان بر اساس درصد پاسخ‌های صحیح انتخاب شده توسط دانش‌آموزان به آن‌ها نمره داد. در حقیقت نمره دادن به چنین آزمونی مانند نمره دادن به یک آزمون چندگزینه‌ای است.

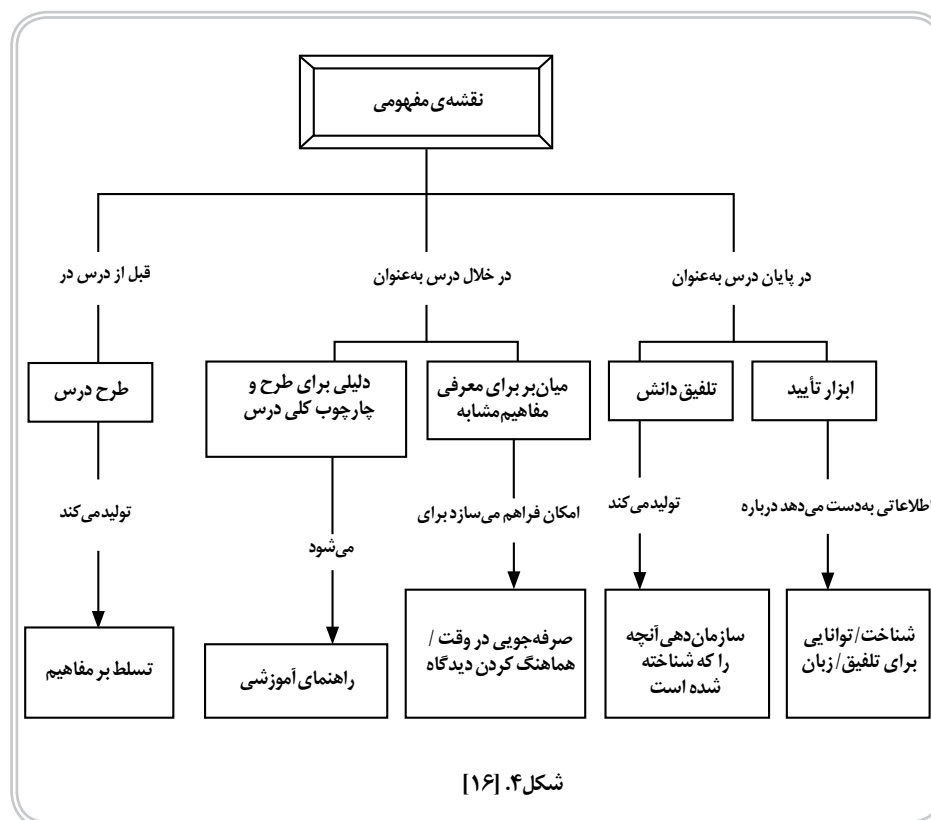
- فهرستی از مفاهیم (حدود ۱۰ تا ۲۰ مفهوم) تهیه می‌کنیم و از فراگیران می‌خواهیم که فقط با استفاده از آن‌ها نقشه مفهومی بسازند.

- تعدادی مفهوم (۵ تا ۱۰ مفهوم) انتخاب می‌کنیم و از دانش‌آموزان می‌خواهیم که با استفاده از این مفاهیم و مفاهیمی که خودشان اضافه می‌کنند، نقشه مفهومی تهیه کنند.

- تعدادی از مفاهیم را در اختیار فراگیران قرار می‌دهیم و از آن‌ها می‌خواهیم که تعداد مشخصی (مثلاً ۱۰ تا) از این مفاهیم را انتخاب

کرده و با آن‌ها نقشه مفهومی بسازند.

۳. برنامه‌ریزی آموزشی: می‌توان از نقشه‌های مفهومی برای تهیه طرح و برنامه آموزشی استفاده کرد. این کار موجب می‌شود که معلم به‌طور دقیق در مورد موضوعی که باید تدریس کند و همچنین ترتیب ارائه محتوای آن، به تفکر بپردازد. نقشه‌های مفهومی تهیه شده ساختار محتوای درس را نشان می‌دهند، به مشخص کردن مسیر درس، قالب‌بندی عناوین و توالی محتوا کمک می‌کند. در شکل (۴) یک نقشه مفهومی در زمینه به‌کارگیری نقشه‌ها در برنامه درسی آورده شده است.



معلمان باید در زمینه نظریه‌های بنیادی نقشه‌ی مفهومی، فرایند ساختن آن و همچنین مزایای استفاده و موارد کاربرد آن آموزش ببینند

دشواری‌های به‌کارگیری نقشه‌های مفهومی

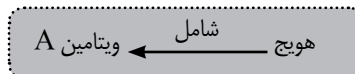
استفاده از نقشه مفهومی در فرایند آموزش با وجود داشتن امتیازهای بسیار، با دشواری‌هایی نیز همراه است. بسیاری از فراگیران نقشه مفهومی را نمی‌شناسند و باید در این زمینه آموزش ببینند. آموزش و استفاده از نقشه‌ها کاری وقت‌گیر است. همچنین زمانی که دانش‌آموزان برای اولین بار با نقشه مفهومی آشنا می‌شوند، ممکن است در کشیدن آن دچار مشکل شوند. این احتمالاً موجب بروز اضطراب و ناامیدی در آن‌ها می‌شود. اگر دانش‌آموزان به صورت گروهی نقشه مفهومی را تهیه کنند، می‌توانند در مورد موضوع بحث کرده و دیدگاه‌هایشان را با هم در میان بگذارند و این مسئله تا حدی حل می‌شود. حتی ممکن است فراگیرانی که به یادگیری طوطی‌وار عادت کرده‌اند، سعی کنند که نقشه‌های مفهومی را حفظ کنند. با وجود این دشواری‌ها تأثیر استفاده از نقشه‌های مفهومی در آموزش به قدری زیاد است که ارزش دارد معلم روی آن کار کند.

از سوی دیگر بسیاری از معلمان ما با نقشه‌های مفهومی آشنا نیستند و حتی ممکن است که با استفاده از آن به‌عنوان یک روش آموزش جدید مخالفت کنند. بنابراین معلمان باید در زمینه نظریه‌های پایه نقشه مفهومی، فرایند ساختن آن و همچنین مزایای استفاده و موارد کاربرد آن آموزش ببینند. همچنین باید به آنان کار کردن با نرم‌افزارهای نقشه مفهومی را نیز آموخت تا در آموزش خود از آن بهره بگیرند.

آموزش نقشه‌ی مفهومی به دانش‌آموزان

به‌منظور به‌کارگیری نقشه‌های مفهومی در فرایند آموزش، باید ابتدا آن را به دانش‌آموزان آموزش داد. روش‌های مختلفی برای آموزش نقشه مفهومی به دانش‌آموزان وجود دارد که در ادامه به یکی از آن‌ها اشاره می‌شود: [۷]

- مفهومی را که همه دانش‌آموزان با آن آشنا هستند، مثل اتومبیل، صندلی یا غذا به آن‌ها معرفی کنید.
- از دانش‌آموزان بخواهید تا ۱۰ مفهوم دیگر را که به این مفهوم اصلی ارتباط دارد، بنویسند.
- از آن‌ها بخواهید تا این ۱۰ مفهوم را از کلی‌ترین و جامع‌ترین به جزئی‌ترین یا از مهم‌ترین به کم‌اهمیت‌ترین مرتب کنند. این مرحله به چند دقیقه زمان نیاز دارد.
- از آنان بخواهید که مفهوم اصلی را در بالای یک صفحه نوشته و آن را داخل یک چهار ضلعی یا بیضی قرار دهند. به آن‌ها بگویند که بهتر است از مداد استفاده کنند.
- توضیح دهید که می‌خواهید آن‌ها مفاهیم فهرست را دو به دو با رابطه‌های جهت‌دار به هم مرتبط کنند و خط‌ها را نامگذاری کنند و این کار را ادامه دهند تا همه‌ی مفاهیم روی نقشه را ببینند. مثلاً



- وقت زیادی (حدود ۲۰ الی ۳۰ دقیقه) به دانش‌آموزان بدهید. از آن‌ها بخواهید که هر تعداد مفهوم که می‌خواهند، به نقشه اضافه کنند. ارتباط‌های بیشتری میان مفاهیم پیدا کنند و بین قسمت‌های مختلف نقشه رابطه‌های متقاطع شناسایی کنند. به آنان بگویند که داخل هر بیضی یا چهارضلعی یک مفهوم می‌تواند قرار بگیرد، نه یک جمله. توضیح دهید که هنگام کامل کردن نقشه نگران مرتب و تمیز بودن آن نباشند و هرچند بار که بخواهند، می‌توانند نقشه را دوباره بکشند.
- هنگامی که دانش‌آموزان نقشه‌هایشان را درست می‌کنند، در کلاس قدم بزنید و بر کارشان نظارت داشته باشید. به آنان بگویند که فقط یک نقشه مفهومی صحیح وجود ندارد و می‌توان برای یک موضوع نقشه‌های مفهومی صحیح مختلفی تهیه کرد. به این ترتیب حس خلاقیتشان تقویت خواهد شد.
- از چند دانش‌آموز بخواهید که نقشه‌هایشان را در کلاس نشان دهند. ممکن است برای این کار در کلاس‌های بزرگ نیاز به اسلاید داشته باشید. به نقشه‌هایی که دانش‌آموزان درست کرده‌اند و به ویژه به ارتباط میان مفاهیم توجه کنید. در مورد امتیازهای استفاده از نقشه‌های مفهومی برای دانش‌آموزان صحبت کنید. اشاره کنید که از نقشه‌های مفهومی می‌توان برای خلاصه کردن مطالب درسی یا کتاب به هنگام مطالعه استفاده کرد.
- در کلاس بعدی مفهوم اصلی درستان (مثل ستاره یا سلول) را به دانش‌آموزان بدهید و از آن‌ها بخواهید که برای آن نقشه مفهومی درست کنند. نقشه‌ها را از دانش‌آموزان بگیرید و بررسی کنید. اگر لازم باشد، می‌توانید پیشنهادهایی برای اصلاح نقشه‌ها به دانش‌آموزان بدهید.
- نقشه‌ها را به دانش‌آموزان برگردانید و از آن‌ها بخواهید که بعداً فکر کنند و اگر می‌خواهند، تغییرهایی در نقشه ایجاد کنند یا حتی آن را دوباره بکشند.

زیرنویس

1. Novak
2. Cornell
3. Ausubel
4. Gowin

منابع

۱. سیف، علی‌اکبر «روان‌شناسی پرورشی (روان‌شناسی یادگیری و آموزشی)» انتشارات آگاه، ۱۳۸۰.
۲. کرد نوقابی، رسول «آموزش مستقیم (به همراه نظریه‌ها، الگوها، و راهبردهای آموزشی)» نشر دیدار، ۱۳۸۶.
۳. جویس، بروس؛ ویل، ماشا؛ بهرنگی، محمدرضا «الگوهای جدید تدریس» انتشارات تابان با همکاری نشر کمال تربیت، ۱۳۷۶.
4. Beitz, J.M. "Concept mapping: Navigating the learning process.", Nurse Education, 1998.
5. Novak, J.D. "The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them.", 2005, in www.stanford.edu/dept/SUSE/projects/ireport/articles/concept_maps/The%20Theory%20Underlying%20Concept%20Maps.pdf
6. Jonassen, D.H., Reeves, T.C., Hong, N., Harvey, D. and Peters, K. "Concept mapping as cognitive learning and assessment tools.", Journal of Interactive Learning Research, 1997.
7. Zeilik, M. "Concept mapping", 2000, in <http://www.flaguide.org/extra/download/cat/conmap/conmap.pdf>
8. Cooper, J. M., "classroom teaching skills", Boston: Houghton Mifflin company, 1999.
9. Williams, M.A., "integrating concept mapping into science curriculum and instructional practice: teacher experiences, observation, and recommendation for future projects", Journal of interactive learning research, 1997.
10. Grayson, H., Walker, J., "concept mapping and curriculum design", Teaching resource center, 2000.
11. Novak, J.D. "Concept maps: A useful tool for science education", Journal of Research in Science Teaching, 1990.
12. Bruillard, E. and Baron, G. "Computer-Based Concept Mapping a Cognitive Tool for Students: A review", Proceedings of conference on educational uses of information and communication technologies, 2000.
13. Willerman M. and Mac Harg, R. A. "The concept map as an organizer". Journal of Research in Science Teaching, 1991.
14. Wandersee, J.H. "Concept Mapping and Cartography of Cognition". Journal of Research in Science Teaching, 1990.
15. Novak, J.D. and Gowin, D.B. "Learning how to learn". Cambridge University Press, 1984.
16. Trombetta, M., Azzali, E., Bassi, M., Beltrame, S., Bitto, D., Calvani, M., Catanese, G., Margari, A., Scilippa, S., Stella, S., Trifiletti, G., Visintin, I., "Using Conceptual maps and semi-structured interviews in teaching Mathematics", 2001.



مروری

قسمت دهم

ریشه‌یابی واژه‌های فیزیک

سید جعفر مهرداد

۵۶ - دما

انگلیسی: temperature
فرانسوی: température^f
عربی: درجة الحرارة

در ترمودینامیک «دما» به صورت زیر تعریف شده است.
«کمیتی که معرف انرژی جنبشی متوسط مولکول‌های جسم است.»^۱ این تعریف معطوف به مولکول و بنابراین تعریف میکروسکوپی «دما» است.

«چون ماده از اتم و مولکول ساخته می‌شود مفهوم میکروسکوپی دما را باید بر حسب دینامیک ذرات سازنده‌ی سیستم (سامانه) تعبیر کنیم... به طور مشخص در مورد گاز کامل متشکل از فقط یک نوع ذره‌ی تک اتمی، با به کار بستن ملاحظات مکانیکی برای این سامانه ذرات آرمانی می‌توان رابطه‌ی زیر را به دست آورد

$$\frac{3}{2} K_B T = \frac{1}{2} m \bar{v}^2$$

که در آن K_B ثابت بولتزمن $K_B = 1/38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ، m جرم ذره و $\bar{v}$ سرعت متوسط ذره است. دمای زیادتر با حرکت سریع‌تر مولکول‌ها متناظر است.^۲

وقتی دو جسم، یکی سرد و دیگری گرم، در تماس با یکدیگر قرار می‌گیرند، انرژی جنبشی جسم یا دمای بیش‌تر به تدریج به

مولکول‌های جسم با دمای کم‌تر منتقل می‌شود. به این ترتیب دمای جسم سردتر افزایش و دمای جسم گرم‌تر کاهش می‌یابد تا آن‌جا که تعادل گرمایی ایجاد شود در این هنگام انرژی جنبشی مجموعه‌ی دو سامانه به‌طور متوسط در میان تمام مولکول‌ها به‌طور یکنواخت توزیع شده است.^۳

حس لامسه در تشخیص میزان گرمی و سردی یا دمای جسم خطا می‌کند. در زمستان دستگیره‌ی فلزی در چوبی سردتر از چوب حس می‌شود در صورتی که دمای آن‌ها یکسان است. هرگاه دست راست را در آب گرم و دست چپ را در آب سرد قرار دهیم و پس از آن هر دو دست را خارج و در آب نیمگرمی وارد کنیم، دست راست آب نیمگرم را سرد و دست چپ همان آب نیمگرم را گرم حس می‌کند. این آزمایش در سال ۱۶۹۰ میلادی به وسیله‌ی جان لاک بیان شده است.^۴

در کتاب‌های فارسی معادل temperature واژه‌های درجه حرارت، حرارت، تبش، گرمش، تفسازینه، گرمش زینه، زینه‌گرم، گرم‌زینه را نیز به کار گرفته‌اند.

زینه به معنی پله و پایه و نردبان است. فرهنگستان اول «زینه» را معادل درجه (Degré فرانسوی و degree انگلیسی) گرفته است.^۵

زیرنویس

۱. واژه‌های مصوب فرهنگستان دفتر دوم گروه واژه‌گزینی
۲. دانشنامه‌ی فیزیک - مرکز تحصیلات تکمیلی علوم پایه - زنجان - ص ۷۰۳
- Raymond A. Swrway - Physics, 1992, P.563
۳. همان
4. Harris Benson University Physics, 1991, P. 357
۵. مرجع و ۵- واژگان برق مرکز نشر دانشگاهی

۵۷- انرژی درونی

در فیزیک «انرژی درونی» به‌صورت زیر تعریف شده است: «مجموع انرژی‌های جنبشی و ذاتی تک‌تک ذرات و انرژی برهم‌کنش میان آن‌ها در هر سامانه ترمودینامیکی»^۱.

«انرژی درونی» ویژگی حالت سامانه‌ی ترمودینامیکی (سیستم ترمودینامیکی) را مشخص می‌کند. این واژه را در قانون اول ترمودینامیک به کار می‌برند.^۲

برای یک سامانه‌ی ترمودینامیکی که با محیط خارج خود، فقط کار و گرما مبادله می‌کند، قانون اول ترمودینامیک را با رابطه زیر بیان می‌کنند.

$$\Delta U = Q - W$$

W و Q به ترتیب کل کار و کل گرمای مبادله شده و ΔU تغییر انرژی درونی سامانه ترمودینامیکی را نشان می‌دهد.^۳

در رابطه‌ی مربوطه به قانون اول ترمودینامیک هرگاه سامانه یا سیستم از خارج گرما بگیرد Q مثبت است (و اگر به خارج گرما بدهد Q منفی است) و هنگامی که سامانه به خارج کار بدهد W مثبت است (و اگر از خارج کار بگیرد W منفی است)

مثال: استوانه‌ای با پیستون شامل ۰/۲ کیلوگرم آب 100°C است. هرگاه این آب در فشار ثابت یک اتمسفر به بخار آب 100°C تبدیل شود، انرژی درونی آب چقدر تغییر می‌کند؟

چگالی آب $\rho_w = 10^3 \text{ kg/m}^3$ و چگالی بخار $\rho_s = 10^{-3} \text{ kg/m}^3$ و گرمای نهان تبخیر $L = 2/26 \times 10^6 \text{ J/kg}$ است.

حل: مقدار گرمایی که آب می‌گیرد تا به بخار تبدیل شود برابر است با

$$Q = mL = 0/2 \times 2/26 \times 10^6 = 4/452 \times 10^6 \text{ J}$$

V_w حجم آب و V_s حجم بخار و P فشار محیطی خارج و W کاری است که آب بر اثر انبساط به محیط خارج می‌دهد.

$$W = p(V_s - V_w) = p\left(\frac{m}{\rho_s} - \frac{m}{\rho_w}\right)$$

$$W = 1/01 \times 10^5 \left(\frac{0/2}{0/6} - \frac{0/2}{1000}\right) = 3/36 \times 10^4 \text{ J}$$

بنابراین تغییر انرژی درونی آب برابر است با

$$\Delta u = Q - W = 452 \text{ kJ} - 332 \text{ kJ} = 120 \text{ kJ}$$

به جای انرژی درونی، انرژی داخلی و مترادف با آن‌ها انرژی ترمودینامیکی (thermal dynamic energy) را نیز به کار می‌برند.^۴

در ترمودینامیک
«دما» به صورت
زیر تعریف شده
است:
«کمیتی که
معرف انرژی
جنبشی متوسط
مولکول‌های
جسم است»

زیرنویس

۱. واژه‌ی مصوب فرهنگستان دفتر دوم گروه واژه‌گزینی
۲. مرجع ۷
3. Harris Benson University Physics, 1991, P. 377, 380
۴. مرجع ۶- الف و مرجع ۸

۵۸- گاز آرمانی

انگلیسی: Ideal gas
فرانسوی: gaz parfait
عربی: غاز مثالی

در فیزیک گاز کامل عبارت است از:
«گازی که ذرات آن بی‌نهایت کوچک و بدون برهم کنش محسوس باشد»^۱
گاز آرمانی را مترادف با گاز کامل (Perfect gas) نیز به کار می‌برند و گاز کامل را به صورت زیر تعریف می‌کنند.

«گاز حقیقی بسیار رقیقی که نیروهای بین مولکولی آن بسیار کم است»^۲.

گاز آرمانی به صورت زیر نیز تعریف شده است:
گازی است که از قانون بویل پیروی می‌کند. مطابق این قانون برای مقدار معینی گاز در دمای ثابت، حاصل ضرب حجم گاز در فشار آن مقداری است ثابت.^۳ این قانون توصیف ماکروسکوپی گاز آرمانی است.
قانون گازهای آرمانی نخستین بار توسط بویل در ۱۶۶۰ در انگلیس و دوباره شانزده سال بعد توسط ماریوت در فرانسه انتشار یافت.^۴

معادله‌ی حالت یا رابطه میان فشار و حجم و دمای مطلق گاز آرمانی به صورت زیر است.

$$PV=nRT$$

در این رابطه P فشار، V حجم، T دمای مطلق و n تعداد مولکول‌های گاز است. R مقدار ثابت گاز آرمانی است که برای تمام گازهای با چگالی بسیار کم یکسان و برابر با $R = 8.314 \text{ J/mol.K}$ است (n = m / M) و m جرم گاز، M جرم مولکولی گاز است).^۵ در کتاب‌ها به جای گاز آرمانی، گاز کامل، گاز ایده‌آل نیز به کار می‌برند.^۶

زیرنویس

۱. واژه مصوب فرهنگستان دفتر سوم گروه واژه‌گزینی
۲. همان و مرجع ۸
۳. مرجع ۷
۴. دانشنامه فیزیک ذیل واژه گاز ایده‌آل
۵. مرجع ۹
۶. مرجع ۶ - الف

۵۹- گاز حقیقی

انگلیسی: Real gas, Im perfect gas
فرانسوی: gaz réel
عربی: غاز حقیقی

گاز حقیقی «گازی که به علت برهم کنش بین مولکولی، خواص آن با خواص گاز آرمانی متفاوت است»^۱
معادله‌ی حرکت گاز آرمانی برای گاز حقیقی وقتی صادق است که این گاز به اندازه‌ی کافی رقیق و دمای آن هم به قدر لازم از دمای میعانیش بیشتر است. به عنوان مثال هوا در فشار جو

و دمای اتاق همانند گاز آرمانی است و از معادله حرکت آن پیروی می‌کند.

حدود سال ۱۸۰۰ شارل و گی لوساک به طور جداگانه دریافتند که در فشار ثابت حجم مقدار معینی گاز با دمای مطلق آن نسبت مستقیم دارد و همچنین گی لوساک پی برد که در حجم ثابت فشار مقدار معینی گاز با دمای مطلق آن نسبت مستقیم دارد.
معادله‌ی حالت گاز آرمانی شامل همه قانون‌های مذکور است.^۲

$$PV=nRT \Rightarrow$$

(دمای ثابت) ← ثابت = PV ← (بویل)

(فشار ثابت) ← $V \propto T$ ← (شارل و گیلوساک)

(حجم ثابت) ← $P \propto T$ ← (گیلوساک)

بویل دانشمند انگلیسی (۱۶۹۱-۱۶۳۷) در کتاب **شیمی دان شکاک** (۱۶۶۱) تجربه‌های خود را درباره رابطه بین فشار و حجم هوا انتشار داد. ماریوت کشیش فرانسوی (۱۶۸۴-۱۶۲۰) در سال ۱۶۷۶ در کتاب خود به نام «تجربه درباره طبیعت هوا»

نوشت اگر می‌خواهیم حجم گازی را نصف کنیم باید فشار آن را مضاعف کنیم و اگر طالب آن هستیم که حجم گاز مضاعف شود راهش آن است که فشار آن را نصف کنیم. اهمیت اساسی کارهای این فیزیک‌دان بزرگ در آن نبود که قانون مهم و بزرگ [قانون بویل یا قانون بویل ماریوت] را به‌دست آورد بلکه فتح و غلبه روش جدید تجربی را ثابت و مسلم کرد.

گی‌لوساک (۱۸۵۰-۱۷۷۸) دانشمند و فارغ‌التحصیل پلی تکنیک ضمن مطالعه انبساط گازها قانون گی‌لوساک را کشف کرد و دوبار به وسیله‌ی بالون به هوا رفت و بار دوم تا ۷۰۱۶ متری بالای زمین رسید و طی راه انواع تجربه‌های علمی را انجام داد.

شارل (۱۸۲۳-۱۷۴۶) دانشمند فرانسوی رئیس بخش فیزیک تجربی در فرهنگستان علوم بود. سفر موفقیت‌آمیزی به مسافت تقریباً ۴۲/۵ کیلومتر از پاریس با بالون انجام داد. قانون انبساط گاز $V \propto T$ را نخست گی‌لوساک علنی ساخت. همین قانون را شارل دو سال پیش از آن کشف کرده بود و از این‌رو اغلب آن را «قانون شارل» می‌نامند.^۲ [قانون شارل یا شارل و گی‌لوساک]

زیرنویس
 ۱. واژه مصوب فرهنگستان دفتر
 سوم گروه واژه‌گزینی
 2. Harris Benson
 University Physics,
 1991, P. 360
 ۳. تاریخ علوم پیر روسو -
 سرگذشت فیزیک ژرژ گاموف
 - زندگینامه علمی دانشمندان
 دانشنامه بزرگ فارسی

۶۰- صفر مطلق

در فیزیک، صفر مطلق عبارت است از: دمایی که در آن فرض بر این است که حرکت مولکولی از میان می‌رود و جسم دارای انرژی گرمایی نیست.^۱

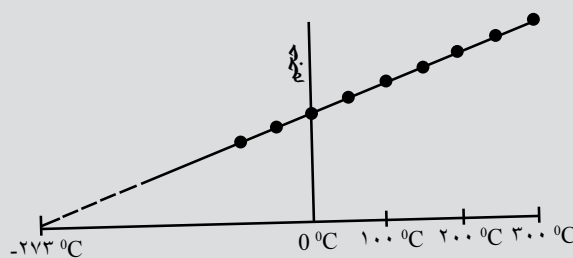
فیزیک‌دان سوئدی سلسیوس استاد فیزیک دانشگاه در سال ۱۷۴۲ درجه‌بندی مابین صفر و صد را که به دو دمای انجماد و غلیان آب محدود می‌شد قبول کرد و میزان الحرارة [دما سنج] صد درجه‌ای یا سانتی‌گراد در همه جهان معمول شد. از طرف دیگر به موجب تعلیمات گی‌لوساک هر بار که دمای گازی یک درجه تنزل کند در حجم ثابت به قدر $\frac{1}{273}$ از فشار آن کاسته می‌گردد بنابراین اگر دمای مفروض ۲۷۳ درجه تنزل کند گاز مذبور مطلقاً [یعنی به‌طور کامل و تمام و بی‌قید و بی‌شرط] دارای فشار نیست و از یک عده مولکول‌های بی‌حرکت تشکیل می‌گردد. بنابراین دمای صفر مطلق، در دمای یخ نیست بلکه ۲۷۳ درجه پایین آن است.^۲

اختلاف مقیاس مطلق با مقیاس سلسیوس (یا سانتی‌گراد) تنها در انتقال صفر است یعنی صفر مطلق برابر -273°C - اختیار شده است و هر درجه مطلق برابر یک درجه سانتی‌گراد است. پس اگر در مقیاس دمای مطلق دما را با T و در مقیاس سلسیوس یا سانتی‌گراد دما را با t نشان دهیم، رابطه‌ی زیر را خواهیم داشت.

انگلیسی: absolute zero
فرانسوی: zéro absolu
عربی: درجة الصفر المطلق

$$T = t + 273$$

مقیاس دمای مطلق و مفهوم صفر مطلق را فیزیکدان بریتانیایی ویلیام تامسون (لرد کلوین) (۱۸۲۴-۱۹۰۷) مطرح کرد.^۳ دمایی را که در مبنای پایه صفر مطلق سنجیده می‌شود کلوین (K) می‌خوانند.



در شکل محور افقی دما و محور قائم حجم مقدار معینی گاز را در فشار ثابت نشان می‌دهد. خط پر از روی دانسته‌های واقعی مربوط به دما و حجم گاز رسم شده است. نمودار نشان می‌دهد که با افزایش دما حجم گاز با آهنگ ثابتی افزایش یافته است. (قانون شارل گی‌لوساک). امتداد خط پر به صورت خط‌چین محور دما را در -273°C قطع کرده است. این بدان معناست که اگر گاز تا -273°C - سرد شود حجم آن صفر می‌شود. بنابراین پایین‌ترین دما از لحاظ نظری -273°C است و آن را صفر مطلق می‌نامند.^۴

(با توجه به تجربه‌ها و اندازه‌گیری‌های دقیق تازه و انتخاب نقطه‌ی مرجع مناسب در ترمودینامیک از لحاظ نظری پایین‌ترین دمای ممکن یعنی صفر مطلق برابر $-273/15^{\circ}\text{C}$ و سرانجام $-273/16^{\circ}\text{C}$ - اختیار شده است).^۵

زیرنویس
 ۱. واژه مصوب فرهنگستان دفتر
 دوم واژه‌گزینی
 ۲. تاریخ علوم پیر روسو
 ۳. بنیاد دانشنامه بزرگ فارسی -
 گاه‌شمار علم
 4. Douglase, Physics,
 1985, P. 226
 ۵. به ترتیب مرجع ۸ و مرجع ۷

نمایش هیجان انگیز فیزیک

یرل واکر
ترجمه: محمدرضا خوش بین خوش نظر

جیرجیرک و خرچنگ‌های دریایی خاردار

اما جفت یابی جیرجیرک‌های نر هزینه‌ای هم دارد، زیرا این فراخوان موجب جذب حشراتی می‌شود که می‌توانند به‌طور شنیداری به سمت جیرجیرک حرکت و روی آن تخم‌گذاری

جیرجیرک‌ها چگونه جیرجیر می‌کنند و خرچنگ‌های دریایی چگونه قرچ قرچ می‌کنند؟

کنند. لاروهای انگلی که سرانجام از این تخم‌ها بیرون می‌آیند به بدن جیرجیرک نقب می‌زنند و آن را می‌کشند. (جفت‌یابی هم برای مردان و هم جیرجیرک‌های نر اغلب مشکل‌آفرین است!)

گرچه خرچنگ دریایی خاردار نیز یک قسمت

نوک‌تیز (بخشی از یک شاخک) را بر روی ردیفی

دندان‌های شکل (یک صفحه‌ی زیر میکروسکوپی در

زیر چشمان خود) می‌کشد، اما شرایط در اینجا کاملاً

متفاوت است. زیرا این قسمت نوک‌تیز بافت نرمی

دارد و با برخورد به برجستگی‌های ردیف، صدایی

تولید نمی‌کند. بلکه، وقتی این قسمت نوک‌تیز

در طول ردیف دندان‌های شکل و بر روی هر یک

از برجستگی‌ها کشیده می‌شود، به یک برجستگی

می‌چسبد و پیش از آن‌که سرانجام به طرف

برجستگی دیگری حرکت کند، کش می‌آید. در هنگام

جدا شدن، قسمت نوک‌تیز و ردیف دندان‌های شکل

به نوسان درمی‌آیند که صدایی تولید می‌کند - همان

صدای قرچ قرچ خرچنگ. این صدا که برای رم دادن

حیوان شکارچی استفاده می‌شود، حتی می‌تواند در طول

پوست انداختن خرچنگ، که در حین آن پوشش محافظ

خارجی خرچنگ نرم می‌شود، نیز عمل کند.

پاسخ. جیرجیرک نر با باز کردن بال‌های جلوی خود و بستن بال جلوی سمت راست خود بر روی بال جلوی سمت چپش، برای جیرجیرک ماده جیرجیر می‌کند. وقتی بال‌ها روی یکدیگر بسته می‌شوند، یک بخش نوک‌تیز سخت (یک مضراب) در بالای بال سمت چپ بر روی مجموعه‌ای از برجستگی‌های کوچک (ردیفی از دندان‌های قلاب شکل) در زیر بال سمت راست کشیده می‌شود. مضراب به برجستگی‌های متوالی برخورد می‌کند و باعث نوسان مضراب و ردیف دندان‌های شکل می‌شود که این خود موجب به نوسان در آمدن بیشتر بقیه‌ی دو بال می‌گردد. سپس این نوسان بال‌ها، به‌ویژه در ناحیه‌ی نسبتاً بزرگی موسوم به چنگ، تغییراتی را در فشار هوا تولید می‌کند که به‌صورت امواج صوتی از بال منتشر می‌شوند که همان صدای جیرجیرک است. بسامد این صدا به سرعتی بستگی دارد که با آن زخمه به برجستگی‌ها گیر کرده و از آن‌ها رها می‌شود. ظاهراً این سرعت را بسامد به نوسان در آمدن ناحیه‌ی چنگ در هر یک از بال‌ها کنترل می‌کند: وقتی چنگ حرکت کند، زخمه یا یکی از برجستگی‌ها را می‌پیچاند تا رها شوند.



آموزشی

بخش نهم



قورباغه و نواختن درخت؛ جیرجیرک و نواختن نقب

دسته‌ای از تلق‌ها موجب تشدید در کیسه‌ی هوای درون شکم زنجره

می‌شوند؛ یعنی، امواج صوتی تقویت شده بسامدی برابر با ۴۳۰۰

هرتز و تراز صوتی بیش از ۱۵۰ دسی‌بل دارد (که حتی بیشتر

از تراز ای است که شما در یک کنسرت پرسروصدا می‌شنوید).

سپس صدای تولید شده در شکم از طریق یک پرده‌ی گوش در

دو طرف زنجره گسیل می‌شود. این که چرا زنجره کر نمی‌شود،

کاملاً معلوم نشده است.

چرا قورباغه‌ی نر درختی بروئویی (Metaphrynella sundana) در سوراخ

درخت می‌نشیند و برای جفت خود جیرجیر می‌کند؟ چرا وقتی جیرجیرک خال دار در

زمین نقب می‌زند، شدت و صافی صدایش افزایش می‌یابد؟

پاسخ. قورباغه‌ی نر درختی معمولاً راحت در حوضچه‌ای از آب در درون

حفره‌ی درخت می‌نشیند. وقتی قورباغه می‌خواهد توجه جفت خود را جلب کند

معمولاً فراخوانش را با افزایش و کاهش بسامد آزمایش می‌کند تا این که با

پایین‌ترین **بسامد تشدید** حفره منطبق شود. این پایین‌ترین بسامدی

است که در آن امواج صوتی یکدیگر را تقویت می‌کنند و در نتیجه

یک موج صوتی قوی به‌وجود می‌آید. وقتی این تطابق حاصل شود،

صدایی که از حفره خارج می‌شود بلند خواهد بود و برای حکایت

کردن تنهایی قورباغه مسافت زیادی را طی می‌کند.

جیرجیرک نقب‌زن هم همین‌طور است زیرا حفره‌ای

را می‌کند که در آن جیرجیرش تشدید شود؛ یعنی، بسامد

جیرجیر یا بسامد تشدید حفره منطبق گردد. جیرجیرک

حفره‌ی خود را در چند مرحله می‌سازد که عموماً از یک

حفره‌ی حباب‌مانند و یک بخش شیپوری شکل تشکیل

شده است که حفره را به بیرون متصل می‌کند، بسیار

مانند برخی سازهای موسیقایی که انتهای باز آن‌ها

شیپوری است تا صدا بتواند از آن‌ها خارج شده و به

گوش برسد. جیرجیرک در پایان هر مرحله مکث و

جیرجیر می‌کند تا امتحان کند صدا در حفره تشدید

پیدا می‌کند یا نه. سرانجام تشدید حاصل می‌شود

و شیپور به خوبی امواج صوتی قوی را از حفره به

محیط منتقل می‌کند.

حمله‌ی زنجره‌های استرالیایی

اگر وقتی خواب‌اید، زنجره^۱ نر استرالیایی موسوم

به Cyclochila australasiae در نزدیکی شما

سر و صدا کند، وحشت‌زده خواهید شد، زیرا این صدا

بسیار بلند است (۱۰۰ دسی‌بل در فاصله‌ی یک متری).

چگونه این حشره‌ی ۶۰ میلی متری که پرسروصداترین

حشره‌ی شناخته شده است می‌تواند این قشقرق را راه

ببندازد؟

پاسخ. هر طرف بدن زنجره حاوی ساختار طبل

مانندی با چهار دنده‌ی عمودی است که به بیرون خم شده‌اند.

یک عضله این ساختار را طوری به داخل می‌کشد که دنده‌ها

ناگهان یکی پس از دیگری به داخل خم می‌شوند. هنگام خم

شدن این ساختار، هر دنده تپی را - به‌صورت تلق - گسیل می‌کند.

صداهای پنگوئن

پنگوئن امپراتور پس از شیرجه زدن در آب و خوردن غذا

باید دوباره روی جایگاه یخی شناور خود بخزد و پیش جفتش

برگردد. اما در زمستان، جفت او می‌تواند هر جا در بین هزاران

پنگوئن باشد که دور هم جمع شده‌اند تا از یخ‌زدگی در هوای

خشن قطب جنوب، که در آن جا دما می‌تواند -40°C و

سرعت باد ۳۰۰ کیلومتر در ساعت باشد در امان بمانند. وانگهی،

همه‌ی پنگوئن‌ها تقریباً یک شکل‌اند، و در نتیجه یک پنگوئن

نمی‌تواند از طریق دیدن، جفت خود را باز شناسد. پس، چگونه یک

پنگوئن جفت خود را از میان هزاران پنگوئن دیگر می‌یابد؟

پاسخ. اکثر پرندگان فقط با استفاده از یک طرف عضو صوتی

دو طرفه‌ی خود، موسوم به سیرنکس (جعبه‌ی صدا)^۲، صدا تولید می‌

کنند. اما پنگوئن‌های امپراتور با استفاده‌ی همزمان از هر دو طرف این

عضو، صدا تولید می‌کنند. هر طرف باعث تشدید در گلو و دهان پرند

می‌شود، که بسیار شبیه تولید تشدید در لوله‌ای دو سر باز است؛ یعنی، امواج

صوتی برای تولید یک موج برابند قوی یکدیگر را تقویت می‌کنند. آن بسامد

این موج صوتی که یک طرف سیرنکس تولید می‌کند با بسامدی که طرف

دیگر آن به وجود می‌آورد فرق دارد. شنونده، میانگینی از این دو بسامد را حس

می‌کند. اما همچنین متوجه می‌شود که این میانگین، ارتعاش دارد^۳. یعنی، شدت آن

با بسامد زنش معینی که برابر با تفاوت دو بسامد واقعی است، بلند و کوتاه می‌شود.

پنگوئن‌ها می‌توانند متوجه این بسامدهای زنش شوند. بنابراین، فریاد پنگوئن مملو از

بسامدهای تشدید متفاوت و بسامدهای زنش مختلف است، که این امکان تشخیص صدا

حتی در بین صدای هزاران پنگوئن دیگر را فراهم می‌سازد.

تلق‌های نهنگ

نهنگ عنبر^۴ با ایجاد یک رشته تلق صدا تولید می‌کند. در واقع، نهنگ برای شروع این

رشته تلق تلق‌ها، فقط صدایی را در حوالی جلوی سر خود تولید می‌کند. چه چیزی بقیه‌ی این رشته

را تولید می‌کند؟ چگونه پژوهشگران با استفاده از چنین رشته‌ی تلق‌تلق‌ها می‌توانند طول این نهنگ

را تعیین کنند؟

پاسخ. بخشی از صدایی را که نهنگ در جلوی سر خود تولید می‌کند وارد آب می‌شود تا

نخستین تلق تلق آشکار شده باشد. بقیه‌ی صدا از طریق کیسه‌ی روغن^۵ (توده‌ای چربی) در سر

اکثر پرندگان فقط

با استفاده از یک

طرف عضو صوتی دو

طرفه‌ی خود، موسوم

به سیرنکس (جعبه‌ی

صدا)، صدا تولید می

کنند. اما پنگوئن‌های

امپراتور با استفاده‌ی

همزمان از هر دو

طرف این عضو، صدا

تولید می‌کنند

نهنگ رو به عقب حرکت می‌کند، از کیسه‌ی قدامی (لایه‌ای از هوا) در پشت سر بازمی‌تابد، و سپس از طریق کیسه‌ی روغن جلو می‌رود. وقتی صدا به کیسه‌ی تحتانی (یک لایه‌ی هوای دیگر) در جلوی سر نهنگ می‌رسد، بخشی از صدا به درون آب می‌گریزد تا تلق تلق دوم شکل بگیرد و بقیه‌ی آن از طریق کیسه‌ی روغن به عقب فرستاده می‌شود. این چرخه چند بار تکرار می‌شود و بدین ترتیب تلق‌تلق‌های بیشتری تولید می‌گردد. بازه‌ی زمانی بین تلق‌تلق‌های متوالی به فاصله‌ی بین کیسه‌های قدامی و تحتانی بستگی دارد، که خود متناسب با اندازه‌ی نهنگ است. بنابراین، پژوهشگران می‌توانند با اندازه‌گیری این بازه‌ی زمانی، طول نهنگ را برآورد کنند.

طنین بازتاب

وقتی هواپیمایی در فاصله‌ای نزدیک تقریباً در بالای سر شما پرواز می‌کند که صدای آن را می‌شنوید، با خم شدن به طرف زمین، سر خود را پایین بیاورید. چرا وقتی سر خود را پایین می‌آورید، بسامد صدای هواپیما افزایش می‌یابد؟

پاسخ. صدایی که می‌شنوید متشکل از صدایی است که مستقیماً از هواپیما به شما می‌رسد و نیز صدایی که از سطح زمین به طرف شما بازمی‌تابد. این دو دسته از امواج صوتی در گوش شما تداخل می‌کنند و در وهله‌ی اول صدای امواجی را می‌شنوید که به‌طور سازنده تداخل کرده‌اند (یعنی به جای این که یکدیگر را خنثی کنند، همدیگر را تقویت می‌کنند). ارتفاعی از سطح زمین که در آن تداخل سازنده رخ می‌دهد به طول موج بستگی دارد - طول موج بزرگ‌تر (بلندتر) به ارتفاع بیشتری نیاز دارد. وقتی سر خود را پایین می‌آورید، در ارتفاع‌هایی قرار می‌گیرید که در آن‌ها طول موج‌های کوتاه‌تر (بسامدهای بالاتر) تداخل سازنده می‌کنند. بنابراین، وقتی خم می‌شوید، بسامد صدایی که می‌شنوید افزایش می‌یابد.

اگر از یک آبشار دور شوید و به طرف دیواری قائم حرکت کنید که صدای آبشار را به سمت شما بازمی‌تاباند می‌توانید اثر مشابهی را بشنوید، زیرا صدای بازتابیده با صدایی که مستقیماً از آبشار به شما می‌رسد تداخل می‌کند. وقتی به دیوار نزدیک می‌شوید، بسامد صدایی که می‌شنوید افزایش می‌یابد.

صدای دوردست

خانه‌ی من در بلندی‌های کلیولند اوهایو در بالای منطقه‌ی مسطحی قرار دارد که به دریاچه‌ی *ایری*^۲ متصل است. یک خط آهن در منطقه‌ی مسطح، واقع در کوهپایه‌ی این ارتفاعات کشیده شده است. بدون شک نمی‌توانم این خط آهن را ببینم، زیرا نه تنها از خانه‌ی من خیلی دور است، بلکه خط دید من را نیز پشته‌ای که به بلندی‌های کلیولند می‌انجامد و نیز هزاران درخت و خانه سد کرده‌اند. پس چرا، در بعضی شب‌ها، صدای تلق‌وتلوق قطار روی خط آهن، به‌راحتی از خانه‌ام شنیده می‌شود؟

وقتی انفجارهایی مکرر با صدای بلند در یک مکان رخ دهند، مثل شلیک پی‌درپی توپخانه، شاید صدای آن‌ها فقط در مناطقی به گوش رسد که در اطراف منطقه‌ی انفجار قرار دارند. اگر در حال رانندگی از چنین مناطق انفجاری دور شوید، شدت صدا در منطقه‌ی اول (منطقه‌ی مرکزی) کاهش می‌یابد، در منطقه‌ی دوم از بین می‌رود، و سپس در منطقه‌ی سوم دوباره ظاهر می‌شود. چرا این مناطق به وجود می‌آیند؟

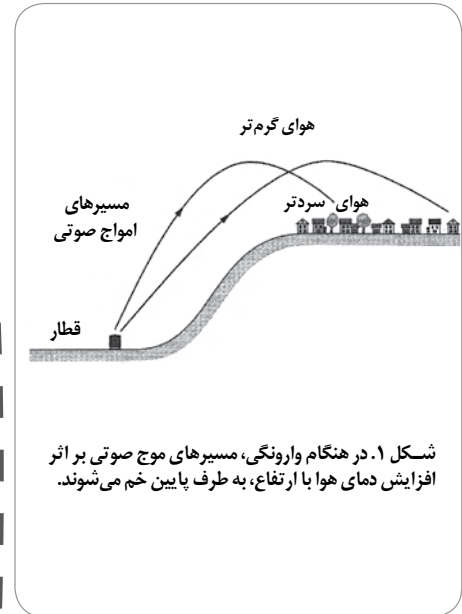
وقتی کوه آتشفشان سنت هلن^۳ واقع در ایالت واشنگتن در سال ۱۹۸۰ فوران کرد، انرژی آزاد شده معادل چند مگاتن TNT بود. پس چرا صدای این انفجار در فاصله‌ای کمتر از ۱۰۰ کیلومتر شنیده نشد؟

در جنگ جهانی اول، در نزدیکی‌های مسین^۴، واقع در جنوب یورپ^۵ بلژیک، نظامیان بریتانیایی یک سال را صرف کندن ۲۱ تونل کردند که در عمق حدوداً ۳۰ متری زیر محل پیاده نظام ارتش آلمان قرار داشت. وقتی این تونل‌ها کامل شدند، حدود یک میلیون پوند مواد منفجره در آن‌ها جاسازی شد و در نیمه شب ۷ ژوئن ۱۹۱۷، بریتانیایی‌ها ۱۹ تونل از این ۲۱ انبار مواد منفجره را منفجر کردند (دو تا از انبارها منفجر نشدند) و بدین ترتیب بزرگ‌ترین انفجار ساخت بشر تا آن زمان را به‌وجود آوردند. صدای این انفجار در لندن و حتی دوبلین، که صدها کیلومتر دورتر بود، شنیده شد. چگونه صدای انفجار توانست از منطقه‌ی انفجار تا آن فاصله‌ی دوردست برسد؟ (یکی از انبارهای باقی‌مانده به‌طور غیر منتظره‌ای در یک توفان آذرخش در سال ۱۹۵۵ منفجر شد، اما خوشبختانه فقط یک گاو به هلاکت رسید. هنوز امکان انفجار تنها انبار باقی‌مانده، که محل آن کاملاً مشخص نیست، وجود دارد که باعث نگرانی ساکنینی است که در کل آن منطقه زندگی می‌کنند.)

پاسخ. وقتی یک موج صوتی تحت زاویه‌ای نسبت به امتداد قائم روبه بالا فرستاده می‌شود، در صورتی که با تغییرات دمای هوا مواجه شود، جهت حرکت خود را تغییر می‌دهد. [در این صورت] گفته می‌شود که موج شکسته شده یا شکست پیدا کرده است. اگر دما کاهش یابد، امواج در زاویه‌ی کوچک‌تری نسبت به امتداد قائم حرکت می‌کنند. اگر دما افزایش یابد، امواج در زاویه‌ی بزرگ‌تری نسبت به امتداد قائم حرکت می‌کنند و حتی ممکن است جهت آن‌ها «وارون شود»، به‌طوری که به طرف زمین برگردند. وقتی هوای بالای منطقه گرم‌تر از هوای نزدیک سطح زمین باشد، که به وارونگی

وقتی یک موج صوتی تحت زاویه‌ای نسبت به امتداد قائم روبه بالا فرستاده می‌شود، در صورتی که با تغییرات دمای هوا مواجه شود، جهت حرکت خود را تغییر می‌دهد. [در این صورت] گفته می‌شود که موج شکسته شده یا شکست پیدا کرده است

مشهور است، می‌توانم صدای خط آهن دور دست را بشنوم. در این صورت بخشی از امواج صوتی که خط آهن به بالا روانه می‌کند، در بلندی‌های کلیوند به طرف پایین خم می‌شوند، به طوری که همه می‌توانند آن را بشنوند (شکل ۱).



شکل ۱. در هنگام وارونگی، مسیرهای موج صوتی بر اثر افزایش دمای هوا با ارتفاع، به طرف پایین خم می‌شوند.

وقتی کوه سنت هلن فوران کرد، امواج تراکمی (هوا توسط موادی که بر اثر فوران رو به بیرون حرکت می‌کردند متراکم شده بود) چنان به کندی شکل می‌گرفتند که گوش انسان نمی‌توانست صدای آن‌ها را بشنود. بنابراین، امواج تراکمی در تولید و شنیدن، واقع در ۵۴ کیلومتری محل انفجار شنیده نشدند (و بنابراین آسیمی به پنجره‌ها یا سایر اشیاء شکستگی وارد نکردند). ولی، وقتی امواج تراکمی به پوش سپهر رسیدند، روی هم جمع شدند و دوباره به سمت زمین کمانه کردند. وقتی آن‌ها در فاصله‌ای بیش از ۱۰۰ کیلومتر به سطح زمین رسیدند، تغییرات فشار [ناشی از] آن‌ها به حدی کافی برای شنیدن سریع بود.

صدای ناشی از انفجارهای نزدیک مسین نیز به صورت مشابهی به طرف پوش سپهر حرکت کرد و سپس به سطح زمین بازگشت. اما بر خلاف فوران کوه سنت‌هلن، امواج تراکمی به سرعت در محل انفجار شکل گرفتند و صدای فوق‌العاده شدیدی را در نزدیکی سربازان تولید کردند. جهت حرکت یک موج صوتی از باد نیز تأثیر می‌پذیرد. اگر موج روبه بالا و در جهت باد حرکت کند، مسیر موج عوض می‌شود تا در جایی در مسیر باد به زمین بازگردد. بعضی اوقات این بازگشت در فاصله‌ای بس شگفت‌انگیز رخ می‌دهد.

سایه‌های صوتی

در جنگ داخلی آمریکا بین سال‌های ۱۸۶۲ تا ۱۸۶۵، فرماندهان جنگی هر دو طرف، طرفداران دولت فدرالی و طرفداران دولت مرکزی، برای تعیین زمان شروع جنگ و این‌که در کجا موضع بگیرند، به شدت وابسته به صدا بودند. بارها اتفاق می‌افتاد فرماندهی سربازان خود را به دو دسته تقسیم می‌کرد تا از دو جهت حمله کنند، اما تنها راه برای هماهنگ‌سازی حملات هنگامی صورت می‌گرفت که سروصدای ناشی از حمله‌ی یک گروه به گروه دیگر علامت می‌داد تا آن‌ها نیز حمله کنند. چون ممکن بود دو گروه چند کیلومتر از هم فاصله داشته باشند، این نقشه منطقه‌ی به نظر می‌رسید، اما با وجود این اوقات در جنگ‌های سرنوشت‌ساز این نقشه با شکست مواجه می‌شد.

وقتی در ژوئن سال ۱۸۶۲ وزیر جنگ مؤتلفه و یکی از افسران

او جنگ Gaines's Mill را از بالای تپه‌ای در فاصله‌ای کمتر از ۲

کیلومتر مشاهده می‌کردند به اثر عجیب مشابهی پی بردند. این جنگ در

دره‌ای رخ می‌داد که درون آن دست کم ۵۰ هزار جنگجو و ۱۰۰ اراده توپ

جنگی وجود داشت، و بر اثر آن صدای دهشناکی تولید می‌شد که سربازان را تا

مرز کر شدن پیش می‌برد، با وجود این، این دو نفر در طول دو ساعت مشاهده‌ی

خود هیچ صدایی را نشنیدند. چطور ممکن بود چنین جنگی در فاصله‌ی فقط چند

کیلومتر، قابل شنیدن نباشد؟

پاسخ. سه دلیل عمده وجود داشت که چرا این جنگ‌های با صداهای

در گذشته، این انتقال صدا تا دور دست به هنگام وارونگی نسبتاً شناخته شده بود. به عنوان مثال، اهالی قبیله‌ی زولو^۱ می‌دانستند که می‌توانند صدای یکدیگر را در دو طرف دره‌ای به عرض ۲ کیلومتر بشنوند، مشروط بر آن‌که تا عصر که هوای روی دره خنک‌تر از هوای بالای دره می‌شد، صبر می‌کردند.

وقتی امواج صوتی ناشی از یک انفجار، روبه بالا در هوا حرکت کنند، می‌توانند بر اثر افزایش دما که در پایین پوش سپهر^۲ (زیر پوش ایست^۳، واقع در ارتفاع ۴۲ کیلومتری) و در پایین گرم سپهر^۴ (بالای میان ایست^۴، واقع در ارتفاع ۸۵ کیلومتری) رخ می‌دهد، خم شوند و به طرف زمین بازگردند. بنابراین ممکن است امواج صوتی در فاصله‌ای بس شگفت‌انگیز از چشمه‌ی خود به زمین بازگردند، بسیار بیشتر از مسافتی که امواج صوتی پیشرونده در سطح زمین طی می‌کنند که با مواعی چون درختان، خانه‌ها و سایر موانع دیگر روبه‌رو می‌شوند. در نتیجه، صدا می‌تواند در منطقه‌ای دورتر از منطقه‌ی اول (منطقه‌ی مرکزی) به گوش رسد. اگر صدای بازگشته اتفاقاً از سطح زمین بازتابد، می‌تواند با «جهشی» دیگر در ناحیه‌ای دورتر به سطح زمین بازگردد.

مهیب حتی در چند کیلومتری نیز قابل شنیدن نبودند. (۱) جنگل انبوهی که می توانست با جذب امواج صوتی، صدا را خفه کند. (۲) امواج صوتی گسیل شده در سطح زمین می توانستند به جای انتشار در امتداد مسیرهای نسبتاً افقی در طول مسیرهایی منتشر شوند که روبه بالا خمیده شده بودند. (۳) اگر دمای هوا یا سرعت باد با ارتفاع تغییر می کرد، مسیر طی شده توسط امواج صوتی خمیده می شد.

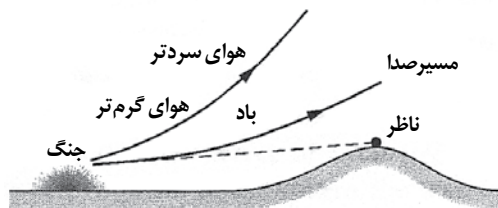
شنیدن صدای زیردریایی های شوروی

در طول جنگ سرد، ایالات متحده زیردریایی های اتحاد جماهیر شوروی را با شبکه ای از آنتن های صوتی در زیر آب دیدبانی می کرد که می توانستند سروصدا های حاصل از این زیردریایی ها، مثل صدای ملخ آن ها، را آشکار سازی کنند. جنبه ی عجیب این کار آن بود که این آنتن ها در عرض های جغرافیایی میانی بودند و زیر دریایی ها ۱۰۰۰ کیلومتر در عرض های قطبی قرار داشتند. چطور می شد صدای حتی یک ملخ پر سروصدا را در چنان فاصله ای شنید؟ ایالات متحده از این امکان استراق سمع خشنود بود تا یک جاسوس گزارش محرمانه ای به شوروی ها داد.

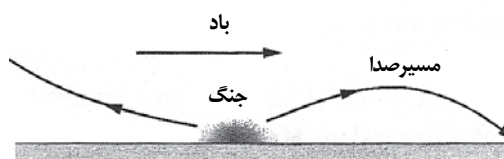
پاسخ. بخشی از صدایی که مثلاً، یک ملخ پر سروصدا گسیل می کند در چیزی موسوم به کانال صوتی عمیق (DSC) به دام می افتد، که بین عرض های جغرافیایی قطبی و میانی قرار دارد. این کانال در عمقی قرار دارد که در آن سرعت صوت در آب کمینه است. سرعت صوت هم به عمق و هم به دمای آب بستگی دارد. اگر هنگام پایین رفتن در آب، سرعت صوت را اندازه بگیریم، نخست اثر دما غالب است و با کاهش دما، سرعت صوت نیز کاهش می یابد. اما سرانجام، تأثیر عمق حاکم می شود و از آن پس، سرعت صوت افزایش پیدا می کند.

بنابراین، گستره ای از عمق وجود دارد که در آن، اندازه ی سرعت کمینه است. اگر صوت در این گستره حرکت کند، می تواند درست مانند نوری که در یک تار نوری گرفتار شده است، به دام افتد. مثلاً، اگر صوت تا اندازه ای به طرف بالا و به درون منطقه ی با سرعت بیشتر در بالای کانال هدایت شود، بر اثر تغییر سرعت مسیر آن رو به عقب و به سمت بالا خم می شود. سروصدای زیر دریایی های شوروی که در عرض های جغرافیایی قطبی فعالیت داشتند، در

در مورد دلیل سوم، اگر دمای هوا با ارتفاع کاهش پیدا کند، امواج صوتی ای که در امتداد مسیرهایی منتشر می شوند که قدری رو به بالا کج شده اند، در طول مسیرهایی حتی پرتیبتر به حرکت درمی آیند و در نتیجه به ناظرانی که در چند کیلومتری، روی زمین قرار دارند نمی رسند (شکل ۲، الف). سرعت باد معمولاً با ارتفاع افزایش می یابد. اگر در این وضعیت طبیعی، صدا در جهت باد فرستاده شود، می خواهد ناگهان به طرف زمین پیش رود و در نتیجه می توان آن را شنید (شکل ۲، ب). اما اگر صدا در خلاف جهت باد فرستاده شود، می خواهد مسیری را دنبال کند که روبه بالا خمیده می شود و در نتیجه نمی توان آن را شنید.



(الف)



(ب)

شکل ۲. الف) با کاهش دمای هوا بر اثر افزایش ارتفاع، صدای جنگ با خم شدن از ناظر دور می شود. ب) باد مسیرهای صدا را خم می کند.

در بعضی نبردهای جنگ داخلی، وقتی سرعت باد بر اثر ارتفاع افزایش چشمگیری می یافت، فرمانده در خلاف جهت باد قرار داشت. [اصطلاحاً] گفته می شد فرمانده در **سایه ی صوتی** قرار دارد. حتی عجیب تر وضعیت هایی بود که در آن ها امواج

طول موج های صدا در نجا، کوتاه تر از بیشتر طول موج های یک صدای معمولی است (بسامدهای بالاتری دارد)

این کانال صوتی به دام می افتاد و سپس به طرف آنتن هایی می رفت که در عرض های جغرافیایی میانی قرار داشتند.

بوق معرکه گیر، بوق مه کشتی ها^{۱۷}

اگر یک معرکه گیر رو به جمعیت عظیم و شلوغی فریاد بزند، هیچ کس در جمعیت صدای فریاد او را نخواهد شنید. اما اگر این معرکه بگیر در بلندگو فریاد بزند، صدای او به راحتی شنیده می شود. چگونه بلندگو صدای فریاد را بلندتر می کند؟ چرا دهانه ای یک بوق مه سنتی در جهت عمودی عریض تر از جهت افقی است؟ آیا این بدان معنا نیست که صدا در انتشار رو به بالا، تلف می شود؟

پاسخ. وقتی صدا از روزه ای خارج شود که اندازه اش با طول موج صوت قابل مقایسه است، پراشیده می گردد، یا در مسیرهای جدیدی پخش می شود. هرچه روزه کوچک تر باشد، این پخش شدن بیشتر است. وقتی یک معرکه گیر در جمعیت فریاد می کشد، صدایی که از دهان او خارج می شود به میزان چشمگیری، نه تنها به سمت جلو، بلکه به راست، چپ، بالا و پایین نیز پراشیده می شود. این پراشیدگی، شدت صوت (بلندی صدا) در هر جهت را به میزان زیادی کاهش می دهد. وقتی معرکه گیر در بلندگو با لبه ای مخروطی فریاد می زند، صدا از دهانه ای بسیار بزرگ تر (در انتهای دور بلندگو) خارج می شود و پخش شدن به طور چشمگیری کاهش نمی یابد. بنابراین، صدا عمدتاً رو به جلو حرکت می کند و شدت آن بسیار بیشتر است. پس، از بلندگو برای کاهش پراش فریادهای معرکه گیر استفاده می شود.

بوق مه می خواهد اعلام خطر را در جهت افقی و در گستره ای حتی الامکان وسیع پخش کند، تا هر کس که کشتی در حال نزدیک شدن به او است، بتواند آن اعلام خطر را بشنود. چون پخش شدن افقی و نه عمودی صدا مطلوب است، دهانه ای بوق مه عرض کم و ارتفاع زیادی دارد.

جهت نجوا

در محیطی باز (که در آن چیز کمی وجود دارد که صداها را به طرف شما باز بتاباند، از کسی بخواهید تا در حالی که روی خود را از شما برمی گرداند با صدایی نسبتاً یکنواخت و آرام صحبت کند. احتمالاً، می توانید حرف های او را در بیشتر مدت این کار بشنوید. سپس از او بخواهید

تا دوباره این کار را با همان سطح صدای پیچ (شاید به صورت نجوا در صحنه، مثل این که شنوندگانی باید آن را بشنوند) تکرار کند. چرا وقتی شخص از شما دور می شود، نجوا سریع تر از صدای طبیعی، غیر قابل شنیدن می گردد؟

پاسخ. در اینجا دو توضیح وجود دارد که اول توضیح ساده تر را بیان

می کنیم. همان طور که در بخش قبل گفتیم، وقتی صدا از روزه ای می گذرد که اندازه ای آن با طول موج صوت قابل مقایسه است، پراشیده می شود (در جهت حرکت خود پخش می گردد). پراش برای طول موج های کوتاه تر کمتر است. طول موج های صدا در نجوا، کوتاه تر از بیشتر طول موج های یک صدای معمولی است (بسامدهای بالاتری دارد). بنابراین، چون پخش شدن کمتر است، صورت شخصی که نجوا می کند باید به طرف شما باشد تا بتوانید صدایش را بشنوید.

پاسخی مبهم تر بدین صورت است: محاسبه ی پخش شدن صدا از دهان، که اولین بار لرد ریلی^{۱۸} در سال ۱۸۹۶ انجام داد، دشوار است. ریلی با فرض آن که یک چشمه ی کوچک صوتی روی سطح کره ای قرار گرفته است، پی برد که امواج صوتی به دور کره می پیچند، به طوری که پیچش امواج با طول موج کوتاه تر کمتر از امواج با طول موج بلندتر است. در نتیجه، نجوا که دارای طول موج های کوتاه تری است به اندازه ی یک صدای طبیعی به دور سر نمی پیچد.

می توانید متوجه اثر مشابه در زمانی شوید که در میان حضار نمایشی در فضای آزادید که فاقد سطوح کافی برای بازتاب صدای بازیگران است. شاید صدای یک بازیگر مرد را حتی زمانی که رویش به طرف شما نیست، به راحتی بشنوید، اما احتمالاً بازیگر زنی که درست به همان بلندی اما با بسامدهای بیشتر صحبت می کند، باید روبه شما باشد تا صدایش شنیده شود.

انتقال دوپلر

چرا اگر در کنار خط آهن ایستاده باشید و قطاری سوت زنان از کنارتان بگذرد، بسامد سوت آن تغییر می کند؟ و آیا این تغییر از بسامد بالا به پایین رخ می دهد یا برعکس؟

پاسخ. حرکت چشمه ی صوت نسبت به شنونده (شما یا هر آشکارساز

دیگر) بسامد صوت را تغییر می دهد، اثری که انتقال دوپلر خوانده می شود. دلیل

اصلی این انتقال آن است که صدا موج است. اگر چشمه ی صوت نسبت به شما

ساکن باشد، فازهای پرفشار موج با همان آهنگ (بسامدی) از کنار گوش های شما

می گذرند که چشمه تولید کرده است. بنابراین، همان بسامدی را می شنوید که چشمه تولید

کرده است، و انتقالی وجود ندارد. ولی، اگر چشمه ی صوت به طرف شما حرکت کند، امواجی

**شاید صدای یک
بازیگر مرد را حتی
زمانی که رویش به
طرف شما نیست،
به راحتی بشنوید،
اما احتمالاً بازیگر
زنی که درست به
همان بلندی اما با
بسامدهای بیشتر
صحبت می کند،
باید روبه شما
باشد تا صدایش
شنیده شود**

را که به طرف شما گسیل می‌دارد، دنبال می‌کند. اکنون آهنگ عبور فازهای پر فشار از کنار شما از آهنگ تولید آن‌ها توسط چشمه‌ی صوت بیشتر است و در نتیجه بسامد بالاتری را می‌شنوید. اگر چشمه‌ی صوت از شما دور شود، این اثر دقیقاً برعکس می‌شود: بسامدی کمتر از آنچه چشمه تولید کرده است را می‌شنوید. بنابراین، "به طرف شما" به معنی انتقال بسامد به بالا و "به دور از شما" به معنی انتقال بسامد به پایین است و میزان این انتقال به سرعت چشمه بستگی دارد. اگر حرکت چشمه در راستای شما نباشد، این اثر (میزان انتقال بسامد) کمتر است، و اگر این حرکت عمود بر مسیر شما باشد، هیچ انتقالی صورت نمی‌گیرد.

اگر یک آشکارساز صدا را بین ریل‌های قطار قرار دهید، می‌توانید انتقال دوپلر سوت قطار را اندازه بگیرید. سوت در کل حرکت خود به طرف آشکارساز، بسامد بالایی معینی خواهد داشت (تا این‌که تقریباً در بالای آشکارساز قرار گیرد) و سپس در کل مدت دور شدن خود از آشکارساز، بسامد پایین معینی خواهد داشت.

حال اگر آشکارساز را در فاصله‌ی ایمنی از ریل قرار دهید - مثلاً در ۲۰ متری آن - به دلایل هندسی این اندازه‌گیری‌ها متفاوت خواهد بود. با نزدیک شدن قطار به آشکارساز، سرعت آن طرف آشکارساز کمتر و کم‌تر می‌شود و در نتیجه میزان انتقال دوپلر کاهش می‌یابد. بنابراین اگر بسامد را آشکارساز روی ریل اندازه بگیرد، سوت قطار در بیشتر زمان نزدیک شدن قطار به آشکارساز، بسامد بالایی معینی خواهد داشت. اما، با نزدیک‌تر شدن قطار، هم‌راستا نبودن چشمه و آشکارساز شروع می‌شود و بسامد به سرعت کاهش می‌یابد تا این‌که حرکت قطار عمود بر جهت آشکارساز شده و بسامد ثابت شود. سپس، بسامد دوباره به سرعت کاهش می‌یابد تا این‌که به بسامد پایین معینی برسد، که تا زمانی که بتوان صدای سوت را شنید این بسامد حفظ شد.

فرض کنید شما آشکارسازید و به حدی نزدیک خط آهن قرار دارید که می‌توان تأثیر هندسی را نادیده گرفت. باید با نزدیک شدن قطار به شما، بسامد بالایی معینی را حس کنید و با دور شدن قطار، بسامد پایین معینی را. اما، در کمال تعجب چنین نیست. بلکه، وقتی قطار به طرف شما حرکت می‌کند / افزایش مدام می‌یابد / در بسامد حس می‌کنید، و وقتی قطار از شما دور می‌شود، کاهش مدام می‌یابد. این بسامد حس شده را اغلب / ارتفاع صدا /^{۱۹} گویند. در این وضعیت، ارتفاعی که حس می‌شود تحت تأثیر بلندی صدا قرار دارد. چون با نزدیک شدن سوت، صدای آن مدام زیاد می‌شود، به غلط فکر می‌کنید که بسامد دائماً افزایش می‌یابد. چون با دور شدن سوت، صدای آن مدام کمتر می‌شود، به غلط فکر می‌کنید که بسامد دائماً کاهش می‌یابد. این اثر تغییر ارتفاع را توهم / اثر دوپلر می‌نامند.

مرجع

Jearl Walker, The Flying Circus of Physics
, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 2007.

زیرنویس

1. cicada
2. syrinx
3. warble
4. sperm whale
5. spermceti sac
6. Lake Erie
7. Mount St. Helens
8. Messines
9. Ypres
۱۰. Zulo. قبیله‌ای در آفریقای جنوبی (مترجم).
11. Stratosphere
12. stratopause
13. thermosphere
14. mesopause
15. Toledo
16. Deep Sound Chanel
۱۷. foghorn، بوق اعلام خطری که وقوع مه را در مسیر کشتی‌ها خبر می‌دهد (مترجم).
18. Lord Rayleigh
19. pitch



اخبار علمی

مترجم: منیژه رهبر

تازه‌ترین اخبار پژوهشی

مرزهای فیزیک

جست‌وجوی فناوری‌های نوین در درون اتم

فیزیک هسته‌ای که هسته‌های گوناگون را در ماده‌ی اطراف ما بررسی می‌کند، نه تنها پاسخ‌هایی به چگونگی تحول عالم می‌دهد، بلکه شناخت لازم برای بهره‌گیری از ویژگی‌های هسته در فناوری‌های نوین را فراهم می‌سازد.

گزارش جدید انستیتیو فیزیک^۱ (IOP) با عنوان فیزیک و فناوری هسته‌ای در درون اتم، بیان می‌کند که چگونه کشف اتم توسط رادرفورد در دانشگاه منچستر در سال ۱۹۱۱ به بهبود کیفیت مراقبت‌های بهداشتی، تأمین انرژی امنیت ملی انجامید و الهام‌بخش هزاران دانشجو در رشته‌های علمی شد.

در پزشکی نوین می‌توان مثال‌های فراوانی از بهره‌گیری فناوری‌های مبتنی بر فیزیک هسته‌ای یافت. کشف ایزوتوپ‌های با نیمه عمر کوتاه، و تابشی که این ایزوتوپ‌ها گسیل می‌کنند، آغازگر عصری جدید در تصویرگیری پزشکی بود. با بهره‌گیری از روش موسوم به توموگرافی رایانه‌ای با گسیل تک‌فوتون، پیشرفت‌های بیش‌تر در زمینه‌ی تصویرگیری سه‌بعدی از جریان خون در مغز و قلب به وجود آمده است. در این روش پرتوهای گامای گسیل شده از ردیاب‌های پرتوزا در تمام زاویه‌ها آشکارسازی می‌شوند که این روش فیزیک هسته‌ای مناسبی برای استفاده در بیمارستان‌هاست.

هم‌چنین روش‌های فیزیک هسته‌ای روش‌هایی را برای درمان بیماری‌هایی مانند سرطان در اختیار می‌گذارند. استفاده از باریکه‌های ذرات برای از بین بردن مستقیم تومورها کاربردهای روزافزون دارند. شکل و انرژی این باریکه‌ها را می‌توان طوری تنظیم کرد که تمام انرژی خود را در تومور از دست بدهند بدون این‌که به بافت سالم اطراف آن آسیب برسانند.

درست همان‌طور که خیره شدن به درون اتم به پیدایش فناوری‌های بدیعی در زمینه‌ی مراقبت‌های بهداشتی انجامید، کاوش در این علم بنیادی همواره روش‌های نوینی را برای به‌کارگیری و شناخت نیروهای توانمند درون هسته، و کمک به تولید چشمه‌ی انرژی دوست محیط‌زیست فراهم می‌سازد.

سایر کاربردهای فیزیک هسته‌ای در گزارش مذکور عبارت‌اند از روش‌های تبدیل پسماندهای هسته‌ای به مواد بی‌ضرر، و تولید یک رشته ابزارهای مختلف برای پژوهش و ساخت دستگاه‌های دیدبانی زیست محیطی.

دکتر رابرت کربی - هاریس^۲ رئیس IOP اظهار داشت: «آشکار شدن ساختار اتم‌ها - اجزای بنیادی ماده - به‌صورت واحدهای متشکل از ابرهای الکترونی در اطراف یک هسته‌ی مرکزی، یکی از رویدادهای بزرگ قرن بیستم بود که اساس مراقبت‌های بهداشتی نوین، تولید مواد پیشرفته و فناوری اطلاعات را بنیان نهاد».

**کشف ایزوتوپ‌های
با نیمه عمر کوتاه،
و تابشی که این
ایزوتوپ‌ها گسیل
می‌کنند، آغازگر
عصری جدید در
تصویرگیری پزشکی
بود.**

زیرنویس

1. Institute of Physics
2. Robert Kirby - Harris

مرجع

• www.phsorg.com

«ماشین زمان» باستان‌شناختی دانشمندان

پژوهشگران دانشگاه کوپنیز^۱ ابزار باستان‌شناختی جدیدی را تولید کرده‌اند که می‌تواند به بسیاری از پرسش‌های تکامل انسان پاسخ دهد.

منحنی درجه‌بندی جدید که تا ۵۰۰۰ سال پیش گسترش یافته نقطه‌ای عطف مهمی در سن‌یابی رادیو کربنی است، باستان‌شناسان و دانشمندان علوم زمین از این روش برای تعیین سن اشیاء مبتنی بر کربنی استفاده می‌کنند.

این طرح در دانشگاه کوپنیز بلفاست و با حمایت مالی مرکز ملی پژوهش‌های زیست‌محیطی انجام شده است. این منحنی که INTCALoq نامیده می‌شود در مجله‌ی **رادیو کربن** چاپ شده است و نه تنها درجه‌بندی رادیو کربنی را توسعه داده بلکه بخش‌های اولیه‌ی آن را به‌طور قابل ملاحظه‌ای بهبود بخشیده است.

رون رایمر^۲ استاد ممتاز دانشگاه کوپنیز می‌گوید: «باستان‌شناسان و دانشمندان علوم زمین در سراسر جهان از این منحنی درجه‌بندی رادیو کربنی برای تبدیل سن‌های اشیاء به مقیاس‌های زمانی با معنای قابل مقایسه با زمان‌های تاریخی و برآورد سن تقویمی استفاده خواهند کرد.

منحنی درجه‌بندی جدید از این‌رو اهمیت دارد که اکنون گستره‌ی کامل سن‌یابی رادیو کربنی تا ۵۰،۰۰۰ سال پیش را دربرمی‌گیرد. مقایسه‌های منحنی جدید با آرشیوهای مربوط به هسته‌ی یخی یا دیگر آرشیوهای آب و هوا اطلاعاتی را در مورد تغییرات فعالیت خورشید و جریان اقیانوسی در اختیار می‌گذارد.

۳۰ سال طول کشیده تا پژوهشگران این منحنی درجه‌بندی را که تا این حد به اعماق گذشته می‌رود تهیه کنند. یک گروه بین‌المللی از اوایل سال‌های ۱۹۸۰ به کار زمینه مشغول بوده‌اند.

بنای سن‌یابی رادیو کربنی آن است که گیاهان و حیوانات در طول زندگی خود اندکی کربن ۱۴ پرتوزا را از دیوکسید کربن موجود در جو جذب می‌کنند، ولی این فرایند پس از مرگ موجود زنده متوقف می‌شود. کربن ۱۴ موجود در نمونه‌های باستان‌شناختی و زمین‌شناختی واپاشیده می‌شود، به‌طوری که مقداری کربن ۱۴ باقی‌مانده سن نمونه را تعیین می‌کند.

چون مقدار کربن ۱۴ موجود در جو ثابت نیست بلکه برحسب شدت میدان مغناطیسی زمین، فعالیت خورشید تغییر می‌کند، سن‌های رادیو کربنی را باید با یک منحنی درجه‌بندی تصحیح کرد.

بیشتر متخصصان حد **سن‌یابی رادیو کربنی** را حدود ۵۰،۰۰۰ سال می‌دانند، که پس از آن مقدار کربن ۱۴ موجود در نمونه کوچک‌تر از آن می‌شود که با فناوری‌های کنونی بتوان مقدار آن را تعیین کرد. برای اطلاعات بیشتر به سایت www.chrono.qub.ac.uk مراجعه کنید.



پروفسور گری مک کورمک^۳ و دکتر پائولا رایمر^۴ در مرکز کربن - ۱۴ دانشگاه کوپنیز. کارکنان این مرکز منحنی درجه‌بندی جدیدی را به‌وجود آورده‌اند که تا ۵۰،۰۰۰ سال پیش گسترش یافته‌اند.

منحنی
درجه‌بندی
جدید از این‌رو
اهمیت دارد که
اکنون گستره‌ی
کامل سن‌یابی
رادیو کربنی تا
۵۰،۰۰۰ سال پیش را
دربرمی‌گیرد

زیر نویس

1. Queen's university
2. Ron Rimer
3. Gerry Mc Cormac
4. Paula Reimer

مرجع

• www.physorg.com

◀ سرانجام «سیندرلا» کشف شد ▶

پژوهش‌های اخیر وجود بلورهای مایع با دو محور اصلی را ثابت کرده‌اند. بلورهای مایع با یک محور اصلی در LCDS (نمایشگرهای بلور مایع) مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما بلورهای با دو محور اصلی می‌توانند نمایشگرهای رایانه‌ای و سوئیچ‌های اپتیکی را بسیار سریع‌تر سازند، و راه‌گشای فناوری‌های سه‌بعدی نوین باشند.

چند دهه است که پژوهشگران در پی «سیندرلای» بلورهای مایع هستند که بلور مایع دو محدود است. چند سال پیش، تشکیل این بلورهای مایع با دو محور اصلی در مولکول‌های پیچیده به شکل نور گزارش داده شد؛ اما، این نتایج زیر سؤال رفت، زیرا برخی پژوهشگران گمان می‌کردند این مشاهدات می‌تواند ناشی از ساختار داخلی پیچیده‌ی بلورهایی باشد که الزاماً دومحوره نیستند. پژوهشگران دانشگاه اوترخت^۱، هلند، وجود بلورهای مایع دومحوره را در دستگاه بسیار ساده‌تر ذرات آلی کلوییدی ثابت کرده‌اند که می‌توانند خودبه‌خود بلورهای دومحوره تشکیل دهند. دلیل این امر وسیله‌ای به دست آمد که در آن پژوهشگران هلندی و فلاندری از پرتوهای ESRF X^۲ (دستگاه تابش سنکروترون اروپایی) در گرونوبل فرانسه استفاده می‌کردند.

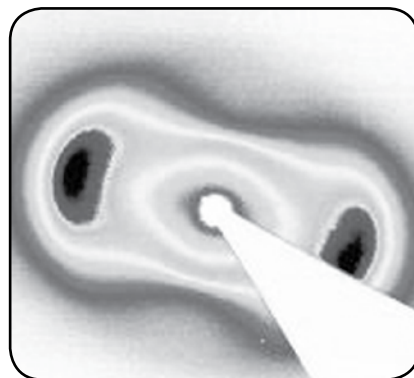
اگر انگشتان را به پرده‌ی LCD فشار دهید - که در واقع توصیه نمی‌شود - متوجه حرکتی در اطراف انگشتان خود خواهید شد. علت آن است که بلورهای مایع (LCS) می‌توانند مثل یک مایع جریان یابند. با این همه، بلورهای مایع برخلاف بلورهای معمولی از مولکول‌های طولی تشکیل شده‌اند که همگی در امتداد یک محور اصلی قرار گرفته‌اند. بنابراین بلورهای مایع ناهمسا نگرند. یعنی، ضریب شکست نور بستگی به این دارد که قطبش آن در امتداد محور اصلی باشد یا در دو جهت دیگر. می‌توانید با استفاده از ولتاژ الکتریکی جهت این مولکول‌ها را تنظیم کنید. از این اثرها در نمایشگر LCD شما استفاده می‌کنند تا نور را با سیگنال‌های الکتریکی دست‌کاری کرده و تصویر تشکیل دهند. مولکول‌های نمایشگر LCD شما در امتداد یک محور منظم می‌شوند. بخش طولی مولکول‌های میله‌ای شکل موازی هم قرار می‌گیرند و می‌توان آن‌ها را به راحتی در جهت‌های دیگر چرخاند. بلورهای مایع متشکل از مولکول‌های به شکل قرص نیز وجود دارند، که بخش کوتاه‌شان موازی هم قرار می‌گیرند. در هر دو مورد، طول و عرض به روشنی از دو بُعد دیگر متفاوت است. با این همه، بیش از چهار سال قبل پیش‌بینی شد که مولکول‌های با طول، عرض، و ضخامت متفاوت می‌توانند در امتداد بلندترین و کوتاه‌ترین محورهای خود ردیف شوند. این نظریه اکنون برای اولین بار امتحان شده است.

دانشمندان تشکیل خودبه‌خود بلورهای مایع به وسیله‌ی ذرات قرص مانند ماده‌ی معدنی کوئیت^۳ را بررسی کردند. آن‌ها با بهره‌گیری از پرتوهای X ساختار سه‌بعدی بلورهای مایع را آشکار ساختند. ذرات استوانه‌ای شکل توانستند در هر سه جهت، طول، عرض، و ضخامت موازی هم قرار گیرند. پیش‌بینی چهار سال قبل سرانجام عملی شد. نتیجه‌ی این پژوهش بر روی جلد شماره دسامبر مجله‌ی معتبر فیزیکیال ریپید لتررز به چاپ رسید.

ذرات کوئیت اکنون دلیل روشنی برای ساختار دومحوره در اختیار دانشمندان گذاشته‌اند. با این همه، ذرات مورد استفاده‌ی پژوهشگران را نمی‌توان بلافاصله برای ساخت نمایشگر یا سوئیچ‌های اپتیکی بسیار سریع به کار برد. این ذرات نور زیادی را جذب می‌کنند و هنوز تا اندازه‌ای بزرگ و در نتیجه کُند هستند. اما، اصل امکان استفاده از آن نویدبخش است.

وسیله‌ی مورد استفاده‌ی آن‌ها یکی از سی وسیله‌ی اطراف حلقه‌ی ESRF در گرونوبل است که پرتوهای X مورد استفاده در پژوهش را تأمین می‌کند. تابش آن بسیار شدید و شامل تمام طول موج‌های طیف الکترومغناطیسی است. دانشمندان با بهره‌گیری از پراکندگی پرتو X می‌توانند ساختارهای بین ۱ تا ۱۰۰۰ میلیونیم میلی‌متر (یعنی ۱ نانومتر تا ۱ میکرون) را بررسی کنند. در چهار سال اخیر، دانشمندان از این روش برای مطالعه‌ی مواردی مانند پروتئین‌های بزرگ، بلورهای مایع، بلورهای کلوییدی، آب فوق سرد، پلی‌مرها و پوست استفاده کرده‌اند.

طرح پراش پرتو X روی جلد فیزیکیال ریپید لترز نشان می‌دهد که دو طول همبستگی متفاوت در بلور مایع دومحوره‌ی ذرات کوئیت وجود دارد.



زیرنویس

1. Utecht
2. European Synchrotron Radiation Facility
3. goethite

مرجع

• www.physorg.com

**پژوهشگران
دانشگاه اوترخت،
هلند، وجود
بلورهای مایع
دومحوره را در
دستگاه بسیار
ساده‌تر ذرات
آلی کلوییدی
ثابت کرده‌اند
که می‌توانند
خودبه‌خود
بلورهای دومحوره
تشکیل دهند**

گامی به سوی اَبَر جامد بی اصطکاک

مخلوط‌های اَبَرشاره‌ای اتم‌های در دماهای فوق‌العاده کم می‌جوشند و منجمد می‌شوند. این انجماد باعث تشکیل اَبَر جامدهایی از اتم‌ها می‌شود که می‌توانند بدون اصطکاک در کنار هم روان شوند. این گفته‌ی پژوهشگر هلندی کوس گابلس^۱ است نتیجه‌های پژوهش او، شناخت اَبَررساناها را، که می‌توانند مسئله‌ی انرژی را حل کنند آسان‌تر کرده است.

اَبَرشارگی و اَبَررسانایی باعث می‌شوند که ذرات بی‌اصطکاک حرکت کنند. کوس گابلس بررسی کرده است که در چه شرایطی این ذرات همواره بدون اتلاف انرژی به حرکت خود ادامه می‌دهند؛ مثل شناگری که پس از یک ضربه‌ی قوی برای همیشه در استخر شنا به آرامی حرکت می‌کند. اَبَرشارگی و اَبَررسانایی دارای اهمیت عملی و بنیادی بسیار زیادند. مثلاً، مورد اول را می‌توان در اندازه‌گیری‌های بسیار دقیق به کار برد. اَبَررسانایی تولید میدان‌های مغناطیسی قوی برای پژوهش MRI، شتابگرهای ذره با خنک‌کننده‌ی هلیوم مایع یا قطارهای سریع‌السیر ژاپنی را امکان‌پذیر می‌سازد. اَبَررسانایی حتی می‌تواند به ما کمک کند تا در آینده معضل انرژی را حل کنیم.

گازهای اتمی را بررسی کرده است. این مواد از فلزاتی که اَبَررساناها را تشکیل می‌دهند بسیار ساده‌ترند، اما هنوز فرایند بنیادی اَبَرشارگی را از خود نشان می‌دهند. امتیاز اصلی گازهای اتمی، راحتی کار با آنهاست از جمله، پژوهشگران می‌توانند دما و شدت برهم‌کنش بین ذرات آنها را به راحتی کنترل کنند. گابلس همراه با استاد راهنمای خود هنک استوف^۲ نظریه‌ای را برای پیش‌بینی رفتار این اَبَرشاره‌ها به وجود آورد و کشف کرد که گازهای اتمی می‌توانند دارای ویژگی‌های منحصر به فرد باشند.

گابلس در طی کار خود نشان داد که گازهای اتمی مورد بررسی او ابتدا در دمای اندکی بیش از صفر مطلق شروع به «جوشیدن» می‌کنند. سپس، در مخلوط، جدایی حالت رخ می‌دهد. همه‌ی ما هر روز با جدایی حالت روبه‌رو می‌شویم، مثل این که ظرف آب روی اجاق از مایع تشکیل شده است، ولی هم‌زمان حاوی حباب‌های گاز هم هست؛ بنابراین، بخشی از آن مایع و بخش دیگر گاز است. گرچه جدایی حالت در مواد اَبَرشاره بسیار نادر است، اما گابلس کشف کرد که این پدیده در دماهای فوق‌العاده کم و قطبش‌های خاص امکان‌پذیر است. در این مورد، قطبش تعیین می‌کند چگونه تعداد زیادی ذره می‌توانند برهم‌کنش کرده و به‌صورت اَبَرشاره درآیند. گابلس پیش‌بینی کرد که مخلوط‌های اَبَرشاره‌ی خاصی از اتم‌ها می‌توانند منجمد هم بشوند، یعنی به‌طور شگفت‌انگیزی بدون اصطکاک روان شوند و هم‌زمان در ساختاری ثابت به دام افتند.

حالت بی‌اصطکاک گازهای اتمی به‌صورت شگفت‌انگیزی پایدار است. گاز، در این حالت، تا دمای حدود ۱۰۰۰ درجه‌ی کلوین، که بسیار داغ‌تر از دمای اتاق است، اَبَررسانا باقی می‌ماند. اگرچه اَبَررساناهای فعلی را باید بسیار سرد نگه داشت که مسئله‌ی مهمی را در کاربرد بزرگ مقیاس آنها به‌وجود می‌آورد.

پژوهش گابلس بخشی از طرح ویجی به رهبری هنک استوف است که در سال ۲۰۰۳ برنده‌ی جایزه‌ی پژوهش نوآورانه‌ی سازمان پژوهش علمی هلند (NWO) شد.

امتیاز اصلی
گازهای اتمی،
راحتی کار با
آنهاست
از جمله،
پژوهشگران
می‌توانند دما و
شدت برهم‌کنش
بین ذرات آنها
را به راحتی
کنترل کنند.

زیرنویس

1. Koos Gubbles
2. Henk Stoof

مرجع

• www.physorg.com



چکیده

اتخاذ روش مناسب برای آموزش فیزیک و در حالت کلی آموزش علوم بسیار حائز اهمیت است چرا که علاقه‌مند کردن شاگردان به شناخت محیط زیست خود و پژوهش در آن یکی از اهداف اصلی آموزش علوم است. آموزش علوم باید به رشد مهارت‌ها و نگرش‌های لازم در دانش‌آموزان به‌منظور شناخت ابعاد علمی دنیای پیرامونشان بینجامد.

این مقاله اهمیت استفاده از تاریخ فیزیک در تدریس فیزیک و روش‌های مطرح کردن تاریخ فیزیک در کلاس را بررسی می‌کند و نیز تأکید می‌کند که تاریخ علم چالش‌های عقلانی را که در تفکر علمی وجود دارد نشان می‌دهد و می‌تواند ارتباط خوبی با دانش و تجربه‌ی دانش‌آموزان برقرار کند و به‌عنوان یک ابزار انگیزشی مورد استفاده قرار گیرد.

مقدمه

آموزش و پرورش نوعی سرمایه‌گذاری بلندمدت و البته ارزشمند برای جامعه و کلید توسعه محسوب می‌شود. از این‌رو، تقویت حس کنجکاوی و پرورش روحیه‌ی علمی در کودکان و نوجوانان امری است که توجه به آن پیشرفت علمی و فناورانه کشور را تضمین می‌کند. یکی از نکته‌هایی که در اکثر کشورهای جهان سوم و نیز در کشور ما کمتر به آن توجه شده است، مسئله پرورش روحیه علمی و پژوهشی در دانش‌آموزان است.

آموزش علوم و به‌ویژه علوم پایه، سنگ بنای پیشرفت‌های علمی و فنی جامعه تلقی می‌شود و در کشور ما باید در این زمینه گام‌های بلندی برداشته شود. علوم باید به شیوه‌ای آموزش داده شود که علاوه بر این‌که شاگردان را با اصول و مفاهیم شاخه‌های مختلف علم آشنا می‌کند و آن‌ها را برای زندگی در جهان رو به رشد و فناورانه امروز آماده می‌کند، شوق یاد گرفتن را نیز در آن‌ها افزایش داده و شاگردان را به یادگیرندگان مادام‌العمر تبدیل می‌کند.

یکی از مهم‌ترین عوامل آموزشی که در ایجاد انگیزه و ترغیب دانش‌آموزان به یادگیری تأثیر بسزایی دارد، نحوه‌ی فعالیت و روش تدریس معلم است. معلمان موفق تنها کسانی نیستند که در عرضه‌ی مطالب متخصص، قانع‌کننده، و برتر باشند، بلکه، معلمانی موفقند که به شاگردان خود مطالب شناختی و اجتماعی را خوب عرضه می‌دارند و نحوه‌ی استفاده‌ی مؤثر از آن‌ها را می‌آموزند. یادگیران خوب از معلمان خود اطلاعات، نظرات و حکمت دریافت کرده و به خوبی از منابع یادگیری استفاده می‌کنند. بنابراین، نقش عمده در تدریس، پرورش یادگیرانی خوب است. [۱]

استفاده از تاریخ فیزیک در آموزش آن

خدیجه محبوبی
دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک دانشگاه شهید رجایی تهران
و دبیر فیزیک آموزش و پرورش ناحیه‌ی ۳ تبریز
کلید واژه‌ها: تاریخ فیزیک، تاریخ علم، آموزش علوم.

تاریخ علم منبع بالقوه‌ای است که با مطرح شدن صحیح در کلاس درس می‌تواند علم را به‌صورت یک فعالیت بشری جلوه داده و به شاگردان بقبولاند که دانشمندان انسان‌هایی عادی هستند. به‌ویژه اطلاعاتی در مورد این که دانشمندان چگونه در تحقیقات علمی‌شان دچار اشتباه شده‌اند و شکست خورده‌اند می‌تواند علاقه شاگردان را به علم افزایش دهد. به این ترتیب شاگردان یاد می‌گیرند که آن‌ها نیز می‌توانند کار علمی انجام دهند.

بیان مسئله

درس‌های علوم و مخصوصاً درس فیزیک اغلب برای اکثر شاگردان جذابیتی ندارد و یکی از دلایل بی‌علاقگی شاگردان به فیزیک به این علت است که آن‌ها فکر می‌کنند فیزیک تنها به آزمایشگاه‌های فیزیک مربوط می‌شود و محتوای آن به زندگی روزمره ربطی ندارد. یکی از مشکلات اساسی دانش‌آموزان و دانشجویان در کشور ما عدم آشنایی عملی و واقعی با مفاهیم و مطالبی است که در درس‌های نظری می‌آموزند. این مسئله اغلب باعث می‌شود که بین دنیای کتاب و درس و دنیای زندگی واقعی فاصله عمیقی وجود داشته باشد.

در حال حاضر روش معمول این است که شکل نهایی علم آموزش داده شود و نظریه‌های جاری مورد قبول ارائه شود و به‌ندرت پیش می‌آید که در مورد آن‌ها پرسشی مطرح شود. حتی در یک نظام آموزش مبتنی بر آزمایش نیز، آزمایش‌ها طوری طراحی

می‌شود که به یک جواب درست از پیش تعیین شده بینجامند. حال آن که «در آموزش علوم به جای رسیدن به فرآورده‌های علم، کوشش بر آن است که یادگیرندگان با فرایند علم آشنا شوند تا به جای مصرف‌کنندگی به درجه سازندگی و خلاقیت علمی برسند» [۲] گذر از مرحله مصرف به مرحله تولید فناوری و علم در گرو شکستن سدّ عظیمی است که بین زندگی روزمره و معارف نظری قرار گرفته در ذهن افراد وجود دارد. این کار در گرو تحول اساسی در نحوه آموزش علوم تجربی از مقطع ابتدایی تا مقاطع عالی است.

تاریخ علم به‌خوبی نشان می‌دهد که علم یک فرایند است، فرایندی که در آن یک پاسخ غلط مدت‌های زیادی مورد قبول واقع می‌شود. برای مثال از زمان ارسطو (قرن چهارم قبل از میلاد) تا زمان کوپرنیک (قرن شانزدهم میلادی) پذیرفته شده بود که زمین مرکز عالم است.

مروری بر تحقیقات انجام گرفته

از سال ۱۹۵۰ به بعد، برای وارد کردن تاریخ علم در آموزش علوم از روش‌های گوناگونی استفاده شده است. قبل از سال ۱۹۷۰، آموزشگران علوم، تاریخ علم را در برنامه‌ی درسی علوم قرار دادند تا نگرش شاگردان را به درس علوم تغییر دهند و به شاگردان کمک کنند تا روش‌شناسی علمی را بهتر بفهمند. در این قسمت به چند نمونه از تحقیقات انجام گرفته اشاره می‌شود.

– واریک^۱ [۳] از تاریخ علم در کلاس علوم خود به‌صورت یک فعالیت فوق‌برنامه استفاده کرد و مشاهده کرد که علاقه‌ی شاگردان به علوم افزایش یافت. او طرحی داشت که در آن شاگردان، هر کدام در مورد زندگی و اختراعات یکی از شیمی‌دان‌های معروف تحقیق کردند و گزارش کارشان را به کلاس ارائه دادند. او ادعا کرد که علاقه و انگیزه‌ی شاگردان به‌دلیل این طرح افزایش یافت.

– کلویفر و کولی^۲ [۴] اولین کسانی هستند که تاریخ علم را به برنامه‌ی درسی دبیرستان وارد کرده‌اند. آن‌ها ۱۶۰ کلاس را به‌طور تصادفی به یکی از گروه‌های آزمایش (۵۹ کلاس) یا گروه کنترل (۴۷ کلاس) اختصاص دادند. کلویفر و کولی با استفاده از تاریخ علم، ۸ مطالعه‌ی موردی برای موضوع‌های مختلف در شاخه‌های مختلف علوم انجام دادند. موضوع‌های مورد مطالعه‌ی آن‌ها در زمینه‌ی فیزیک، شامل تاریخ «خطوط فرانیهوفر»، «سرعت نور» و «فشار هوا» بود. این موضوع‌ها در گروه‌های آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت، در حالی که برنامه‌ی درسی سنتی هم توسط گروه کنترل دنبال می‌شد. نتایج نشان داد که استفاده از تاریخ علم تأثیر معناداری بر درک شاگردان از اراده علمی و روش‌ها و اهداف علوم دارد، اما بر دانش محتوایی تأثیر معناداری ندارد.

– بریان جی^۳ [۵] در تحقیقی با عنوان «پیشنهادهایی برای

یکی از نکته‌هایی که در اکثر کشورهای جهان سوم و نیز در کشور ما کمتر به آن توجه شده است، مسئله‌ی پرورش روحیه‌ی علمی و پژوهشی در دانش‌آموزان است

استفاده از تاریخ فیزیک در درس فیزیک» پیشنهادهایی برای افزودن تاریخ فیزیک به تدریس فیزیک برای یادگیری بهتر و عمیق‌تر مطالب درسی ارائه کرده است که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. به آزمایش‌های اصلی مراجعه شود. انجام دادن آزمایشی که با آزمایش اصلی ارتباط دارد برای شاگرد ارزشمند است.
۲. یک نسخه یا کپی از متن نوشته‌های اصلی دانشمندان یا کتاب‌های قدیمی به شاگردان داده شود.
۳. یک پرسش تاریخی به‌صورت تحقیق به شاگردان داده شود.
۴. فیلم‌های ویدئویی کوتاه از زندگی و اکتشافات دانشمندان تهیه شود.

– تحقیق هولتون، رادفورد واتسون^۴ [۶] که به تألیف کتاب‌های درسی طرح فیزیک هاروارد انجامید. یکی از هدف‌های این تحقیقات گنجاندن تاریخ فیزیک در برنامه‌های درسی فیزیک بود.

– سیداحمد سادات حسینی [۷] در تحقیقی نقش تاریخ ریاضی در تدریس و یادگیری حسابان را بررسی کرده است. وی تاریخ انتگرال و مشتق و رابطه بین انتگرال و مشتق و نیز تاریخ آموزش ریاضی در ایران را بررسی کرده است. وی پیشنهاد کرده است که محتوای تاریخی در کتاب‌های ریاضی گنجانده شود و مفاهیمی مثل حد، پیوستگی، انتگرال و مشتق به‌صورت سیر تکوینی آن‌ها آموزش داده شود.

اهمیت تاریخ علم در آموزش علوم

«درک عمیق دانش فیزیک، بدون توجه به روند تاریخی و نگرش‌های فلسفی آن، از جذابیت این دانش بنیادی می‌کاهد» [۸]

در زمان‌ها و مکان‌های مختلف به دلایل زیر کشش‌هایی برای وارد کردن یک بخش تاریخی به برنامه‌ی درسی علوم وجود داشته است:

۱. تاریخ علم به درک بهتر مفاهیم و روش‌های علمی کمک می‌کند.
۲. رویکردهای تاریخی توسعه‌ی تفکر فردی را به توسعه‌ی ایده‌های علمی ربط می‌دهد.

۳. تاریخ علم ذاتاً ارزشمند است. شاگردان باید با رویدادهای مهم علمی مثل انقلاب علمی، داروینیزم، کشف پنی‌سیلین و... آشنا شوند.

۴. تاریخ علم لازم است تا سرشت علم را بفهماند.
۵. تاریخ، با آزمون زمان و زندگی فردی دانشمندان، موضوع علم را انسانی می‌کند. نیز باعث می‌شود که علم از حالت مجرد درآمده و برای شاگردان جذاب شود.

۶. تاریخ علم موضوع‌ها و شاخه‌های مختلف علم را به خوبی به یکدیگر متصل می‌کند؛ تاریخ علم نشان می‌دهد که طبیعت

پیشرفت‌های انسان چگونه به یکدیگر وابسته است. [۹]

در تلاش‌های علمی برخی حادثه‌های ضمنی وجود دارد که اهمیت فوق‌العاده‌ای در میراث فرهنگی دارد، که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- نقش گالیله در شناخت ما از جایگاهمان در جهان.
- دیدگاه نیوتون مبنی بر این که همان قوانینی که برای حرکت در روی زمین به کار می‌رود برای حرکت افلاک نیز به کار می‌رود.
- مشاهدات طولانی داروین از گوناگونی و ارتباط شکل‌های زندگی که منجر به اصل موضوع وی شد.
- شناسایی بیماری‌های واگیر یا ارگانیسم‌های کوچکی که فقط با میکروسکوپ قابل رؤیت است توسط پاستور.

ابعاد بافت تاریخی و مثال‌هایی از تاریخ علم برای تأیید ایده‌ی استفاده از تاریخ فیزیک در تدریس فیزیک از دیدگاه‌ها هاسلر و هافمن^۵ [۱۰] به‌صورت زیر است:

۱. فیزیک به‌عنوان ابزاری برای بهبود صلاحیت علمی: اختراعات ادیسون تغییرات شگرفی در زندگی روزمره‌ی انسان ایجاد کرده است. بعد از مرگ ادیسون تمام شهرها با الکتریسیته روشن شدند.

۲. فیزیک به‌عنوان یک اقدام مهم اجتماعی – اقتصادی: ضرورت لامپ‌های روشنایی و استفاده از آن‌ها از زمان اختراع تا کنون.

۳. فیزیک برای ارتقاء تجربه‌ی هیجانی: آزمایش‌های هیجان‌انگیز از اختراع لامپ، داستان اختراع لامپ را می‌توان در اختیار شاگردان قرار داد تا آن‌ها همان آزمایش‌ها را انجام دهند. انجام دادن آزمایش‌هایی که توسط یک دانشمند برجسته انجام شده می‌تواند علاقه‌ی شاگردان را افزایش دهد و نگرش آن‌ها را به علم تحت تأثیر قرار دهد.

۴. فیزیک به منزله‌ی یک چالش خردمندانه‌ی مهم علمی: پایداری ادیسون در تکرار آزمایش‌ها حتی در صورتی که شکست می‌خورد.

۵. فیزیک به‌عنوان ابزاری برای توصیف کردن کار جهان: اختراع لامپ با زدن مثال‌هایی از زندگی روزمره.

مرور مطالعات اصلی از سال ۱۹۵۰ به بعد نشان می‌دهد که برای استفاده از اطلاعات تاریخی در کلاس درس، چهار نوع رویکرد وجود دارد: الف) تاریخچه مفاهیم علمی، ب) روش‌های علمی، ج) تعامل بین علم و جامعه و د) داستان‌هایی از زندگی شخصی دانشمندان.

الف. تاریخچه مفاهیم علمی

بعضی از منابع تاریخی توسعه مفاهیم علمی را در طول تاریخ نشان می‌دهد. مثلاً، تاریخ حرکت نشان می‌دهد که دانشمندان

روش‌های استفاده از تاریخ علم در کلاس درس

سه روش اصلی برای فراهم کردن بافت کلاس با مواد تاریخی وجود دارد. اولی پیشنهاد می‌کند که اندیشه‌های شاگردان مشابه اندیشه‌های دانشمندان گذشته است. تاریخ‌نویسان علوم و معلمان علوم دریافته‌اند که شباهت‌هایی بین اندیشه‌های دانشمندان در طول تاریخ و دانش پیشین شاگردان وجود دارد؛ شباهت‌هایی که از تجربه‌های زندگی روزمره یا فعالیت‌های یادگیری به‌وجود می‌آید. به‌عنوان مثال دانش‌آموزان در مورد جایگاه زمین در جهان کج‌فهمی دارند: زمین در مرکز است. این اندیشه شبیه به اندیشه فیلسوفان قدیم یونان است. اگر شاگردان با این اندیشه‌ها در بافت تاریخی آشنا شوند، به تشخیص آن‌ها در کج‌فهمی‌های خود کمک می‌کند.

دومین روش، پیشنهاد می‌کند که تعارض بین شاگردان نیز مشابه تعارض‌های دانشمندان است. تاریخ علم شامل بحث‌هایی است بین دانشمندان تا تضادهایشان را رفع کنند. پاسخ‌های دانشمندان پرسش‌هایی را برای دانشمندان آینده ایجاد می‌کند. همان‌طور که دانشمندان با ابهام در آزمایش‌های خود با ابهام در مطالعات دانشمندان دیگر مجبور می‌شوند که نظریه‌های جدیدی بدهند. این احتمال نیز وجود دارد که وقتی شاگردان با مفاهیم جاری قانع نشدند، مفاهیم جدید را یاد بگیرند. معلم‌ها می‌توانند از جلسه‌های بحثی مشابه جلسه‌های بحث دانشمندان پیشین استفاده کنند تا شاگردان به درگیر شدن در کلاس درس تشویق شوند. سومین روش در بافت تاریخی، توضیح‌هایی را به‌ویژه به شکل داستان پیشنهاد می‌کند. داستان‌ها به‌عنوان یک سازمانگر شناختی، ابزار تدریس نیرومندی هستند.

نتیجه‌گیری

دادن اطلاعات تاریخی به شاگردان سبب تغییر دید آن‌ها نسبت به علم می‌شود و باعث می‌شود بفهمند که اولین جواب یا فرضیه‌ای که برای مسئله‌ای معین به ذهن ما می‌رسد، لزوماً جواب درست نیست.

نمونه‌هایی از اصل آزمایش‌هایی که توسط دانشمندان برجسته انجام گرفته و داستان‌هایی در مورد زندگی دانشمندان و تاریخچه‌ی قانون‌ها و مفاهیم فیزیک می‌تواند بافت زندگی واقعی را برای ارائه فیزیک فراهم کند و علم را به‌صورت یک فعالیت انسانی درآورد. مخصوصاً مثال‌هایی در مورد این که دانشمندان چگونه در تحقیقات و آزمایش‌های علمی‌شان دچار خطا شدند و شکست خوردند، می‌تواند نگرش شاگردان را به آزمایش‌هایی که در آن‌ها نتایج واقعی انتظار دارند تغییر دهد.

امتیاز دیگر وارد کردن تاریخ علم به درس فیزیک این است

زیادی با مفاهیم شتاب، سقوط آزاد و... درگیر شده‌اند. در این رویکرد به جای انواع دیگر اطلاعات شخصی، سهم دانشمندان در توسعه مفاهیم علمی گفته می‌شود.

ب. روش‌های علمی در طول تاریخ

نوع دوم اطلاعات تاریخی بر چگونگی تولید دانش علمی توسط دانشمندان تمرکز می‌کند. این نوع اطلاعات تاریخی می‌تواند جنبه‌های طبیعت علم را تأیید کند.

ج. تعامل بین علم و جامعه

یکی دیگر از جنبه‌های تدریس تاریخ علم این است که به شاگردان کمک می‌کند تا تعامل بین علم و جامعه را درک کنند. وقتی چنین تعاملاتی در کلاس درس مطرح نمی‌شود، مشاهده می‌شود که شاگردان با ارتباط متقابل بین علم، فناوری و محیط اجتماعی که در آن زندگی می‌کنند آشنا نیستند و دیدی که نسبت به علم دارند دور از جهانی است که در آن زندگی می‌کنیم.

درک تعامل بین علم و جامعه یکی از اصول طبیعت علم است. شاگردان باید از ارزش دانش علمی آگاه شوند، از این‌رو، معلم‌ها باید شاگردان را از تأثیر اختراعات و اکتشافات بر توسعه‌ی فرهنگی و اجتماعی جوامع مطلع سازند. بعضی از اطلاعات تاریخی به نقش علم در رویدادهای فرهنگی و اجتماعی تأکید می‌کند و نشان می‌دهد علم و فناوری از طریق مشارکت مردمان مختلف در فرهنگ‌های مختلف و در زمان‌های مختلف در طول تاریخ پیشرفت کرده است.

البته کتاب‌های درسی و معلمان در پوشش و آموزش تعامل بین علم، فناوری و جامعه موفق نبوده‌اند و این امر باعث شده است که شاگردان به فیزیک علاقه چندانی نداشته باشند. [۱۱]

د. داستان‌های زندگی شخصی دانشمندان

در این رویکرد تاریخ علم، عموماً بر رویدادهای مهم زندگی دانشمندان برجسته متمرکز است و ارتباطی به محتوای علم و مفاهیم علمی ندارد. لذا، معلم شاگردان را با اطلاعاتی در مورد دانشمندان آشنا می‌کند تا تصویر آن‌ها را از دانشمند تغییر دهد. برای مثال، اطلاعات تاریخی نظیر این که نیوتون بعد از مرگ پدرش در خانه مادر بزرگش بزرگ شد. وقتی او سه‌ساله بود مادرش مجدداً ازدواج کرد و او را ترک کرد، توجه شاگردان را به تجربه‌های دانشمندان در مقام یک شخص عادی جلب می‌کند. استفاده از اطلاعات تاریخی به شکل داستان به شاگردان کمک می‌کند که ساختار شناختی خود را سازمان دهند و عقاید خود را به موضوع درس ارتباط دهند.

برای استفاده از اطلاعات تاریخی در کلاس درس، چهار نوع رویکرد وجود دارد: الف) تاریخچه مفاهیم علمی، ب) (روش‌های علمی، ج) تعامل بین علم و جامعه و د) داستان‌هایی از زندگی شخصی دانشمندان

که مفاهیم علمی و طبیعت علم را تأیید می‌کند و می‌تواند شاگردان را به درس فیزیک علاقه‌مند کند. «البته افزودن تاریخ فیزیک به تدریس فیزیک به این معنی نیست که نام‌ها و داده‌ها الزاماً مهم است، آن‌چه که اهمیت بیشتری دارد این است که در زمان‌های مختلف چه ایده‌هایی متداول بوده است، و یا زمانی که اختراعی پدید آمده و یا مفهومی برای اولین بار مطرح شده، چگونه این ابزارها و مفاهیم بر روش زندگی انسان تأثیر گذاشته است.» [۵]

استفاده از تاریخ فیزیک در تدریس فیزیک می‌تواند شاگردان را یاری دهد تا علم فیزیک را به صورتی واقعی، آن‌چنان‌که هست، به صورت فعالیت انسانی همه‌جانبه، بنگرند، و این بدان معنی است که موضوع در دورنمای تاریخی و فرهنگی آن ارائه شود و معلوم گردد که اندیشه‌های علم فیزیک با آن‌که راه‌های تکاملی سازگاری و تغییر را می‌پیماید سابقه و سنتی دیرینه نیز دارد. بدین ترتیب، با تأکید بر اصول انسان‌دوستانه و با توجه به دستاوردهای علم، فیزیک را نه به صورت مجموعه‌ای از قانون‌ها و واقعیت‌ها، بلکه به صورت فعالیتی پیگیر و فرایندی پژوهشی، و ثمره‌ی کار بسیاری از مردمان سرزمین‌های گوناگون جهان خواهیم یافت. [۶]

باید به توصیه‌ی رابی^۶ (فیزیکدان برنده جایزه نوبل) گوش کنیم که می‌گوید: «علم باید از بالاترین تا پایین‌ترین سطح آن به روشی انسان‌دوستانه، یعنی با یک درک تاریخی روشن از زندگینامه، پیروزی‌ها، شکست‌ها، رنج‌ها و طبیعت کسانی که ساختار علم را به وجود آورده‌اند، تدریس شود.» [۵]

زیر نویس

1. Warrick
2. Klopfer, L., & Cooley, W.
3. Brian Gee
4. Holton, Rutherford & Watson
5. Haussler, P., & Hoffmann
6. Rabi

منابع

۱. بروس، جویس، مارشا، ویل و بورلی شاورز، الگوهای تدریس، ترجمه محمدرضا بهرنگی، تهران: کمال تربیت، چاپ چهارم، (۱۳۷۵).
۲. معتمدی، اسفندیار، آموزش علوم پایه در ایران «فیزیک»، مجله رشد آموزش فیزیک، شماره ۵۶ وزارت آموزش و پرورش، دفتر انتشارات کمک‌آموزشی، سال هجدهم، صص ۱۰-۲، (۱۳۸۲).
3. Warrick, J. Bringing science history to life. Science Scope, 23(7), 23-25. (2000).
4. Klopfer, L., & Cooley, W. The use of case histories in the development of student understanding of

science and scientists. Cambridge, MA: Harvard University Press. P. 5. (1961).

5. Gee, B. Some suggestion for the use of the history of physics in a physics course, Jurnal of Physics education, 7(8), 53-57. (1972).

۶. هولتون و دیگران، طرح فیزیک هاروارد واحد ۱، ترجمه‌ی احمد خواجه نصیر طوسی و هوشنگ شریف‌زاده، تهران، انتشارات فاطمی، چاپ پنجم (۱۳۸۰).

۷. سادات حسینی، سیداحمد، نقش تاریخ ریاضی در تدریس و یادگیری حسابان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، (۱۳۸۳).

۸. جوادی، حسین، جوادی، افسانه، فیزیک از آغاز تا امروز، تهران، انتشارات اندرز، چاپ دوم (۱۳۸۷).

9. Matthews, M. R. Science teaching: The role of history and philosophy of science. New York: Routledge. 47-50. (1994).

10. Solbes, J., & vilches, A. STS interactions and teaching of physics and chemistry. Science Education, 81, 377-386. (1997).

11. Haussler, P., & Hoffmann, L. A curricular frame for physics education: Development, comparison with student interests, and impact on students' achievement and self-concept. Science Education, 84, 689-705. (2000).



آموزشی

تعیین چگالی مایع با خط کش

کی، ان چاتوپادها^۱
ترجمه: زهراسادات مرتضوی
دبیر فیزیک

روشی را برای اندازه‌گیری چگالی یک مایع توضیح داد. این بر پایه‌ی اصلی است که نیروی شناوری (ارشمیدس) که یک مایع به جسم غوطه‌ور اعمال می‌کند با نیروی رو به پایین وارد بر آن متوازن می‌شود. هیوز [۲] از اصل ارشمیدس برای تعیین چگالی مایعات استفاده کرد و سینگ [۳] دو روش ساده را برای تعیین چگالی جامدات با استفاده از اصل ارشمیدس و گشتاور یک نیرو تشریح کرد.

اخیراً، مامبا و تی‌سای [۴] روش خیلی خوبی را برای تعیین چگالی یک شی بدون اندازه‌گیری جرم و حجم پیشنهاد کردند. این روش مبتنی بر اصل ارشمیدس و گشتاور نیروها، و خیلی ساده و دقیق است و به آسانی می‌توان در کلاس انجام داد. اما آن‌ها نگفته‌اند که چگونه می‌توان از این روش برای اندازه‌گیری چگالی مایعات استفاده کرد.

چکیده

روش ساده‌ای که تنها بر پایه‌ی اصل گشتاور نیروهاست، برای تعیین چگالی مایعات بدون اندازه‌گیری جرم و حجم شرح داده می‌شود. ابتدا یک لوله‌ی آزمایش خالی و یک ماده‌ی جامد که به دو طرف یک خط‌کش آویزان‌اند، متوازن می‌شوند و بازوی گشتاور لوله‌ی آزمایش اندازه گرفته می‌شود. با نگه داشتن جسم جامد در وضعیت قبلی، لوله‌ی آزمایش با مایعی که چگالش معلوم است به اندازه‌ی مشخص پر می‌شود و دوباره توازن برقرار می‌شود و بازوی گشتاور اندازه گرفته می‌شود. سپس لوله‌ی آزمایش با مایع نامعلوم (که چگالش باید اندازه گرفته شود) تا اندازه‌ی مشخص قبلی پر شده و بعد از حالت تعادل بازوی گشتاور اندازه‌گیری می‌شود. با اندازه‌گیری این سه بازوی گشتاور و استفاده از رابطه‌ی چگالی مایع معلوم، چگالی مایع نامعلوم تعیین می‌شود.

مقدمه

یک روش ساده که تنها براساس اصل گشتاور نیروهاست برای تعیین چگالی مایعات شرح داده می‌شود. چگالی به صورت جرم واحد حجم تعریف می‌شود یعنی حجم / جرم = چگالی، بنابراین برای محاسبه‌ی مقدار چگالی یک جسم، جرم و حجم آن اندازه گرفته می‌شود. در سال ۱۹۸۴ کونینگز [۱]

روش آزمایش

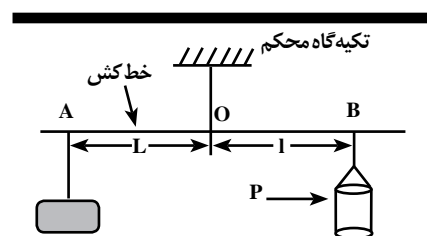
مواد و وسایل لازم: یک خط‌کش یک متری، سه قطعه نخ سبک، یک جسم جامد با هر شکلی و جرم نامشخص، یک لوله‌ی آزمایش به جرم نامعلوم و مایعی با چگالی مشخص (مثلاً آب). ترتیب آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است. خط‌کش با یک نخ از یک تکیه‌گاه محکم در نقطه‌ی مرکزی O آویزان شده است. جسم جامد از سمت چپ خط‌کش با یک نخ از نقطه‌ی A آویزان است. برای تعادل دستگاه، یک لوله‌ی آزمایش خالی به‌وسیله‌ی یک تکه نخ در سمت راست خط‌کش در نقطه‌ی B آویزان شده است. اگر جرم‌های جسم جامد و لوله‌ی آزمایش خالی به ترتیب M و m و فاصله‌ی نقاط A و B از نقطه‌ی O به ترتیب L و l باشد، از اصل گشتاور نیروها می‌توانیم بنویسیم:

$$MgL = mgl$$

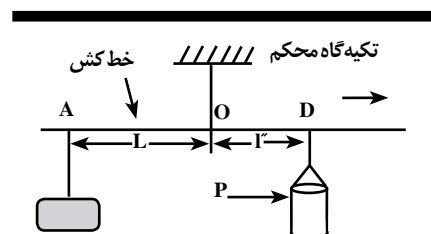
(۱)

مایعی با چگالی معلوم (مثلاً آب) را در لوله‌ی آزمایش تا علامت P می‌ریزیم. این علامت می‌تواند هر جایی باشد اما بهتر است که درست زیر بالای لوله باشد. باید موقع ریختن آب در لوله دقت شود تا هیچ آبی روی کناره‌های لوله باقی نماند و زمانی که سطح آب تقریباً به علامت P رسید توصیه می‌شود که آب قطره قطره ریخته شود. برای حفظ تعادل دستگاه، لوله‌ی آزمایش پر از

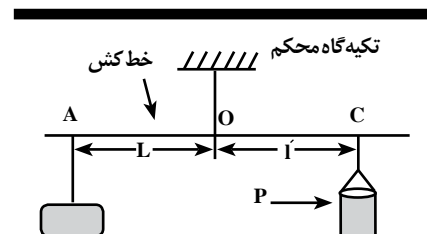
در روش یافتن چگالی مایع با استفاده از خط کش، احتیاجی به دانستن جرم و حجم مایع نیست



شکل ۱. متوازن ساختن یک لوله آزمایش خالی با جسم جامدی به جرم نامعلوم



شکل ۳. متوازن ساختن لوله آزمایش پر از مایع ناشناخته با جسم جامد



شکل ۲. متوازن ساختن لوله آزمایش پر از آب با جسم جامد

اما با استفاده از معادله‌ی (۴) و (۵)، معادله‌ی (۶) را می‌توان به این شکل نوشت:

$$d_v/d_l = (l/l'' - 1)/(l'/l' - 1) \quad (۷)$$

چگالی آب، d_l ، معلوم است بنابراین از معادله‌ی (۷)، d_v ، چگالی مایع نامعلوم به آسانی محاسبه می‌شود. به جای آب، می‌توان از مایع مناسب دیگری استفاده کرد اما چگالی آن مایع (d_l) باید در دمای آزمایشگاه معلوم باشد.

این روش پیدا کردن چگالی مایع برای مدارس و همچنین سطح پیش‌دانشگاهی مفید است و این مزیت‌ها را دارد:

۱. احتیاجی به دانستن جرم و حجم مایع نیست.
 ۲. تنها کمیت‌هایی که اندازه‌گیری می‌شود سه بازوی گشتاور است.
 ۳. نیازی به تعادل فیزیکی نیست.
 ۴. روش خیلی آسان و دقیق است.
- ممکن است خطاهایی در اندازه‌گیری بازوی گشتاور وجود داشته باشد اما این خطاها را می‌توان با دقیق خواندن کمینه کرد.

زیرنویس

1. K N Chattopadhyay
- Physics Education, March 2008, 43(2), pp203-205

منابع

1. Koenigs F F R 1984 Phys. Educ. 19 83-5
2. Hughes S W 2005 Phys.Educ. 40 468-74, 2006 Phys. Educ. 41 211-2
3. Singh S 2006 Phys.Educ. 41 297-8
4. Mumba and Tsige M 2007 Phys.Educ. 42 293-5

آب را به سمت نقطه‌ی C در سمت راست خط‌کش حرکت دهید (شکل ۲). محل ماده‌ی جامد S و تکیه‌گاه O تغییر نمی‌کند. اگر فاصله‌ی نقطه‌ی C از نقطه‌ی O، l' باشد دوباره با استفاده از اصل گشتاور نیروها می‌توانیم بنویسیم:

$$Mgl = (m + M_l)gl' \quad (۲)$$

که M_l جرم آب در لوله‌ی آزمایش است. لوله‌ی آزمایش را از آب خالی کرده و خشک می‌کنیم. سپس خیلی با دقت آن را تا علامت P از مایعی که باید چگالش تعیین شود پر می‌کنیم. با نگه داشتن جسم جامد S و تکیه‌گاه O در مکان‌های اولیه، لوله‌ی پر شده از مایع را به نقطه‌ی D حرکت می‌دهیم، به‌طوری‌که دستگاه دوباره متوازن شود (شکل ۳). اگر این طول برای حفظ تعادل (OD) را l'' در نظر بگیریم، از اصل گشتاور نیروها می‌توانیم بنویسیم:

$$Mgl = (m + M_v)gl'' \quad (۳)$$

که M_v جرم مایعی است که در لوله تا علامت P پر شده است. از معادله‌های (۱) و (۲) ما داریم:

$$M_l = m(l/l' - 1) \quad (۴)$$

و از معادله‌های (۱) و (۳) می‌توانیم بنویسیم:

$$M_v = m(l/l'' - 1) \quad (۵)$$

اگر V حجم داخلی لوله‌ی آزمایش تا علامت P و d_l و d_v به ترتیب چگالی‌های آب و مایع نامشخص باشد، آنگاه:

$$d_l = M_l/V \quad \text{و} \quad d_v = M_v/V$$

بنابراین،

$$d_l/d_v = M_l/M_v \quad (۶)$$



گوناگون

مهدی آذر یزدی (۱۳۸۸-۱۳۰۱) عمر پربرکت خود را صرف خواندن و نوشتن کرد. از روستای خرمشاه، شهر بادگیرها و آتشفشانهای زیبا سربر آورد و قصه‌هایی از قرآن مجید و متن‌های کهن فارسی را به شکل ساده و روان به کودکان ایرانی پیشکش کرد و آن‌ها را با ریشه‌های فرهنگی خود آشنا نمود

مهدی آذر یزدی

اسفندیار معتمدی

زندگی این دو انسان سخت‌کوش در بسیاری جهات شبیه یکدیگر بود اما محیط اجتماعی آن‌ها با هم تفاوت بسیار داشت. هر دو مؤثر بودند اما این کجا و آن کجا.

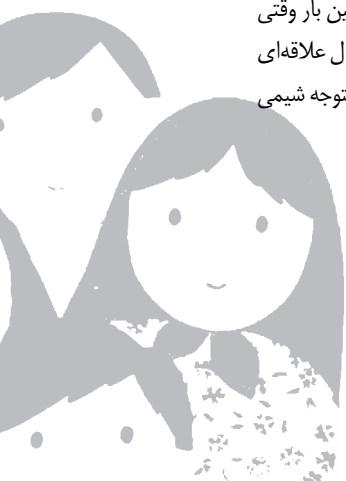
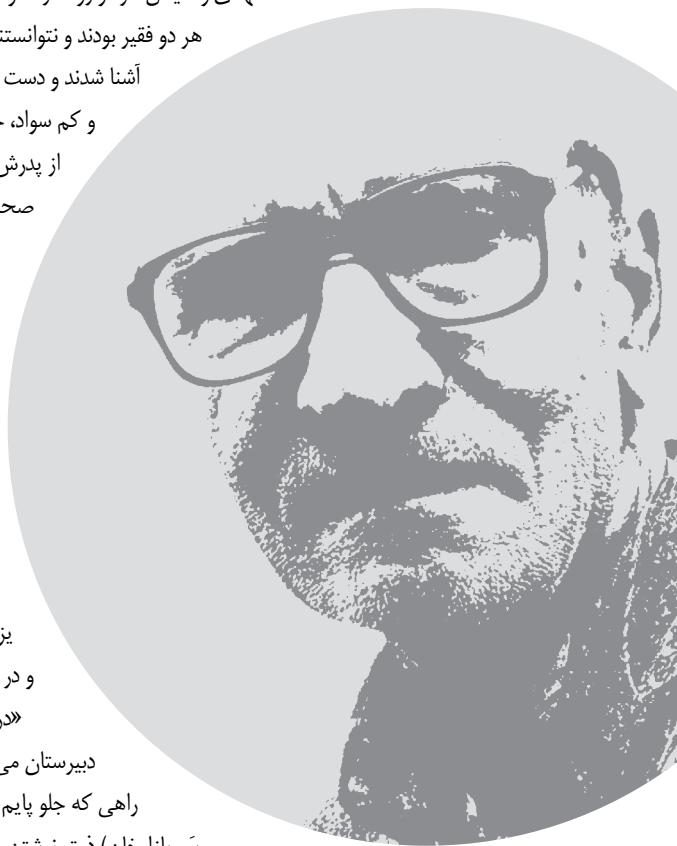
مهدی و مایکل هر دو روستازاده و دهاتی بودند. مهدی در خرمشاه یزد به دنیا آمد و مایکل در روستایی در حومه لندن. هر دو فقیر بودند و نتوانستند به مدرسه بروند و تحصیلات رسمی داشته باشند. هر دو از کودکی با کار سخت آشنا شدند و دست و مغز آن‌ها به کار افتاد. پدر مهدی جز کار زراعت و باغبانی درآمد دیگری نداشت و کم سواد، خیلی خشک، وسواسی و متعصب بود. مهدی مختصر خواندن و نوشتن را در خانه از پدرش یاد گرفت و قرآن را از مادر بزرگش. از هفت و هشت سالگی همراه پدرش توی صحرای داغ و زمین زراعتی کار می‌کرد.

پدر مایکل آهنگری و نعلبندی داشت. هر روز با کوره آتش و دم آهنگری سروکار داشت و چکش‌های سنگین بر سر میخ و نعل می‌زد. و مایکل از همان کودکی با نعل و میخ و سم اسب و خر سرگرم بود و دست‌هایش برای کار کردن ورزیده شد. هنوز به سن نوجوانی نرسیده بود که پدرش را از دست داد و مهم‌تر از آن دکانش نیز تخته شد و نتوانست کار پرزحمت پدر را ادامه دهد و بر دست و پای قاطر و مادیان نعل بزند و مزد بگیرد و زندگی کند. پس به ناچار کار نعلبندی را کنار گذاشت و در ۱۴ سالگی در یک کتابفروشی و صحافی به کار پرداخت.

مهدی هم یک روز از کار زراعت دست کشید و گفت: «دیگر به صحرا نمی‌روم» گرچه اوقات پدرش تلخ شد اما مادرش با این کار موافق بود. ابتدا در شهر یزد کارگر بنا شد، بعد در کارگاه جوراب بافی مشغول شد تا به بهشت خود دست یافت و در یک کتابفروشی به کار پرداخت و در راه دانایی قدم برداشت.

«در این کتابفروشی بود که فهمیدم چه قدر بی‌سوادم و بچه‌هایی که به دبستان و دبیرستان می‌روند چه قدر چیزها می‌دانند که من نمی‌دانم. برای رسیدن به دانایی بیشتر، یگانه راهی که جلو پایم بود خواندن کتاب بود. سه، چهار سال کار در این کتابفروشی (کتابفروشی یزد،

سَر بازارخان) ذوق نوشتن و شعر گفتن و با بچه‌های درس خوانده هم‌رنگ شدن را در من به وجود آورد.» مایکل در کتابفروشی تحول یافت و به خواندن کتاب‌ها پیش از چاپ و صحافی آن‌ها پرداخت. نخستین بار وقتی مقاله برق را در نسخه‌ای از دانشنامه بریتانیکا که مشغول صحافی آن بود خواند کاملاً برانگیخته و دگرگون شد. به دنبال علاقه‌ای که به خواندن یافت کتابی به نام «مکالماتی درباره شیمی» از جین مارست در دسترس او قرار گرفت که افکارش را متوجه شیمی کرد و وی را به سوی توانایی و ساختن رهنمون شد.



مایکل فارادی هم نخستین کتاب
علمی مخصوص کودکان را منتشر
کرد و برای بچه‌ها سخنرانی ترتیب
می‌داد. او هم مانند آذر یزدی بچه‌ها
را دوست داشت

مایکل فارادی

در همین کتابفروشی بود که «یکی از مشتریانش بلیط سخنرانی‌های همفری دیوی دانشمند انگلیسی را به او داد. فارادی در این سخنرانی‌ها شرکت و نکته‌های این سخنرانی‌ها را یادداشت کرد و آن‌ها را به صورت کتابی درآورد و همراه درخواست شغلی برای دیوی فرستاد. او پذیرفته شد و به عنوان دستیار آزمایشگاه دیوی در مؤسسه سلطنتی شروع به کار کرد».

فارادی به عنوان کارگر عادی در سال ۱۸۱۳ به آزمایشگاه سلطنتی انگلیس راه یافت و پس از آن که با سارا بارنارد ازدواج کرد در یک اتاقک زیر شیروانی بالای مؤسسه سلطنتی انگلیس زندگی می‌کرد و شبانه‌روز در تلاش آن بود که **توانایی** خود را افزایش دهد.

مهدی در کتابفروشی یزد رشد یافت. با اهل مطالعه، کتاب و شعر آشنا شد و به جایی رسید که شهر برایش کوچک شد و به دنبال یافتن محیط بزرگ‌تری به تهران نقل مکان کرد. در خیابان ناصرخسرو در چاپخانه حاج محمدعلی علمی به کار مشغول شد و از آن پس در کتابفروشی‌های مختلفی به کار پرداخت و به خواندن نمونه‌های چاپی کتاب‌های متعدد مشغول شد.

مهدی آذر یزدی و مایکل فارادی هر دو برای کودکان کتاب نوشتند. اما مهدی کتاب می‌نوشت تا دانستی‌ها و آگاهی‌های کودکان را افزایش دهد و آن‌ها را به مرحله **دانایی** برساند اما مایکل می‌نوشت و می‌ساخت تا کودکان را به درجه سازندگی و **توانایی** برساند.

مهدی می‌گوید: «اولین بار که به فکر تدارک کتاب برای کودکان افتادم سال ۱۳۳۵ (یعنی در سن ۳۵ سالگی ام) بود. بعضی‌ها از کودکی شروع به نوشتن

می‌کنند، ولی من تا سن هجده سالگی خواندن درست و حسابی را بلد نبودم در سال ۱۳۳۵ در «عکاسی یادگار» یا «بنگاه ترجمه و نشر کتاب» کار می‌کردم و

ضمناً کار غلطگیری نمونه‌های چاپی را هم از انتشارات امیرکبیر گرفته بودم و شب‌ها آن را انجام می‌دادم. قصه‌ای از انوار سهیلی را در چاپخانه می‌خواندم که خیلی جالب بود.

فکر کردم اگر ساده‌تر نوشته شود، برای بچه‌ها خیلی مناسب است. جلد اول قصه‌های خوب برای

بچه‌های خوب خود به خود از این‌جا پیدا شد. آن را شب‌ها در حالی می‌نوشتم که توی یک اتاق ۳×۴ متری

زیرشیروانی با یک چراغ لامپا نمره ۱۰ دیوارکوب زندگی می‌کردم. نگران بودم کتاب خوبی نشود و مرا مسخره کنند.

کتاب اول مهدی آذر یزدی چاپ شد و کم‌کم به هشت جلد رسید و بعد نوشت و هم‌چنین نوشت تا در کارنامه‌ی او ۳۶ جلد کتاب ثبت شد. برای نوشته‌هایی که نوشته، جایزه یونسکو، جایزه سلطنتی کتاب سال، و جایزه کتاب برگزیده سال جمهوری اسلامی ایران را گرفته است.



مهدی آذریزدی

در آموزش و پرورش دانش‌آموزان و جوانان ایران بعضی از افراد نقش‌های مهمی داشته‌اند: حاج میرزا حسن رشیدیه اولین مدرسه را در ایران دایر کرد، میرزا علی‌خان امین‌الدوله با تأسیس انجمن معارف مدرسه‌سازی را رونق داد، میرزا احمدخان بدر دولت را مسئول آموزش و پرورش کودکان کشور کرد و مدرسه دولتی را بنیان نهاد، میرزا ابوالحسن فروغی معلم آموزش دیده تربیت کرد و علی اصغر حکمت آموزش بزرگسالان را به راه انداخت و بسیاری کسان دیگر کارهای مهم دیگری کردند.

در این میان مهدی آذر یزدی دست به کار مهم‌تری زد و آن به ذوق آوردن بچه‌ها برای خواندن بود. او خالق «قصه‌های خوب برای بچه‌های خوب» بود. مهدی آذر یزدی (۱۳۸۸-۱۳۰۱) عمر پربرکت خود را صرف خواندن و نوشتن کرد. از روستای خرمشاه، شهر بادگیرها و آتشگاه‌های زیبا سربرآورد و قصه‌هایی از قرآن مجید و متن‌های کهن فارسی را به شکل ساده و روان به کودکان ایرانی پیشکش کرد و آن‌ها را با ریشه‌های فرهنگی خود آشنا نمود و در دل آن‌ها جای گرفت. او آغازگر نوشتن برای بچه‌ها بود. در فقر و تنگدستی به دنیا آمد، با سربلندی زیست و نوشته‌اش را هرکس خواند عشق به زندگی و یادگیری و انسانیت آموخت.

خشت زیر سرو بر تارک هفت اختر پای

دست قدرت نگر و منصب صاحب جاهی

آذر یزدی مدرسه نرفت، استاد نداشت، ازدواج نکرد، خانه و زندگی مرتبی نداشت اما آزاد بود، نیازمند زر و مال و جاه نبود، از انسان‌های خود ساخته بود، احساس می‌کرد که باید مؤثر باشد. در حالی که خود را در برابر بچه‌ها مسئول احساس می‌کرد در یکی از نامه‌ها، در روزگار پیری خود، چنین نوشته است: همین که هیچ مسئولیتی ندارم، در مضیقه مالی هم نیستم و با این که هیچ عضو تن‌ام درست کار نمی‌کند، اما چشم‌ام درست کار می‌کند و برای کتاب خواندن هیچ غصه‌ای ندارم. یعنی آدم می‌تواند این قدر خوشبخت و آزاد باشد؟ (۱۳۸۱/۵/۲۸).

او علاقه‌مند به کتاب و خواندن بود و می‌خواست همه را به کتاب و خواندن علاقه‌مند کند و در جامعه‌ای که مردم کمتر کتاب می‌خوانند و بیشتر حرف می‌زنند او مشوق بزرگی بود و توانست شیرینی کتاب خواندن را به بسیاری از بچه‌های کشور بچشاند. آذر یزدی ریشه در فرهنگ غنی این سرزمین داشت و در عمر پر ثمر خود کوشید برای همه‌ی بچه‌ها قصه‌های خوب نوشت و فرهنگ گذشته ایران زمین را به خانه‌های آن‌ها برد.

مایکل فارادی هم نخستین کتاب علمی مخصوص کودکان را منتشر کرد برای بچه‌ها سخنرانی ترتیب می‌داد. او هم مانند آذر یزدی بچه‌ها را دوست داشت اما فقط به جای خواندن و نوشتن و دانا شدن به ساختن و تولید کردن وسایل برقی و اختراع و اکتشاف روی آورد.

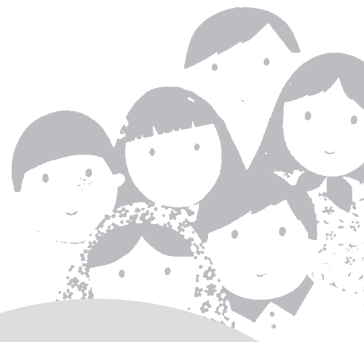
نخستین اختراع او ساختن موتور الکتریکی بود. موتور الکتریکی دستگاهی است که با جریان الکتریکی حرکت مکانیکی تولید می‌کند. نمونه این دستگاه را در پنکه، یخچال، پمپ آب، جاروبرقی می‌توان دید. کار مهم‌تری که فارادی کرد تبدیل حرکت مکانیکی به جریان الکتریکی و اختراع مولد الکتریکی بود. نمونه مولد الکتریکی دینام دوچرخه، دینام اتومبیل و در نمونه‌های بزرگ ژنراتورهای عظیمی است که برق شهرها و کشورها را تولید می‌کنند. اختراع دیگر فارادی ساختن مبدل یا ترانسفورماتور است. ترانسفورماتور دستگاهی است که ولتاژ برق را می‌تواند زیاد یا کم کند. مثلاً برق ۲۲۰ ولت شهر به کمک مبدل به برق ۳ ولت یا ۶ ولت تبدیل می‌شود و موتورهای کوچک الکتریکی را به کار می‌اندازد و یا آن که برق با ولتاژ چند هزار ولت تبدیل می‌گردد.

جالب است بدانیم که مهدی آذر یزدی و مایکل فارادی در زمان زندگی خود به شهرت فراوان رسیدند و لیکن نه این یکی قبول کرد که در قطعه نام‌آوران به خاک سپرده شود. و نه آن حاضر شد که در گورستان وست مینیستر دفن گردد. هر دو وصیت و درخواست کردند که در زادگاه‌های خود به خاک روند.

مهدی آذر یزدی و مایکل فارادی انسان‌های کوشا و پرتلاشی بودند که شرایط اولیه زندگی آن‌ها یکسان بود اما محیط اجتماعی یکی را فقط تا حد دانایی بالا برد و دیگری علاوه بر آن به جایگاه توانایی رساند. مهدی آذر یزدی کودکان را به سوی اندیشه روشن و دانایی حرکت داد و مایکل فارادی با اختراع مولد برق زمین را روشنایی الکتریکی بخشید و با اختراع موتور انرژی الکتریکی را به کار مکانیکی تبدیل کرد و حمل‌ونقل و انجام بسیاری از کارها را آسان نمود. یاد و نام هر دو جاودان خواهد ماند. این یکی برای ما ایرانیان و آن دیگری برای مردم جهان.

زیرنویس

- برای اطلاعات بیشتر به کتاب‌های زیر مراجعه شود:
- ۱. خلاصه زندگینامه علمی دانشوران، بنیاد دانشنامه بزرگ فارسی.
- ۲. ۱۰۰ دانشمند که جهان را تغییر داده‌اند. انتشارات فاطمی، ترجمه اسفندیار معتمدی و امیر فرهنگ معتمدی.
- ۳. زندگی‌نامه و خدمات علمی و فرهنگی. استاد مهدی آذر یزدی، انجمن آثار و مفاخر فرهنگی.



**مهدی آذر یزدی و مایکل
فارادی در زمان زندگی خود
به شهرت فراوان رسیدند،
ولی نه این یکی قبول کرد که
در قطعه نام‌آوران به خاک
سپرده شود و نه آن حاضر شد
که در گورستان وست مینیستر
دفن گردد. هر دو وصیت
و درخواست کردند که در
زادگاه‌های خود به خاک روند**



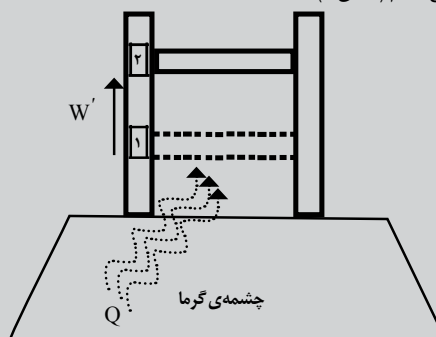
آموزشی

روشی برای تدریس قانون اول ترمودینامیک

دستان هرمزی نژاد
دبیر فیزیک اصفهان،
مدرس فیزیک دانشگاه پیام نور مرکز شاهین شهر

مقدمه

یکی از روش‌های توانا تر کردن دانش‌آموزان برای حل مسائل، تجزیه و تحلیل عمیق مفاهیم فیزیک بر اساس قوانین پایستگی حاکم بر طبیعت است. در این نوشتار سعی بر این است که با به دست آوردن قانون اول ترمودینامیک از قانون پایستگی انرژی، این درک در دانش‌آموز سوم ریاضی افزایش یابد. خوشبختانه به نظر می‌رسد که دانش‌آموزان از این روش احساس رضایت می‌کنند. دستگاهی را شامل مقدار معینی گاز کامل و پیستونی که اصطکاک ناچیز با استوانه دارد، در نظر می‌گیریم. دستگاه را با چشمه‌ی گرما تماس می‌دهیم (شکل ۱).



شکل ۱. چشمه‌ی گرما به دستگاه گرمای Q را می‌دهد و پیستون به سمت بالا به اندازه‌ی مشخصی جابه‌جا می‌شود و دستگاه کار W' را روی محیط انجام می‌دهد.

انرژی درونی دستگاه قبل از تماس با چشمه‌ی گرما برابر U_1 بوده است. بدیهی است که انرژی درونی گاز کامل برابر مجموع انرژی‌های جنبشی و پتانسیل تک‌تک ذرات گاز است.

چشمه‌ی گرما به آرامی مقدار Q ژول گرما به دستگاه می‌دهد. در نتیجه گاز کامل منبسط می‌شود و کار W' را روی محیط انجام می‌دهد. در این حالت، انرژی درونی دستگاه برابر U_2 می‌شود. قانون پایستگی انرژی برای این فرایند غیرخاص را - که همواره بسیار نزدیک به حالت تعادل است - می‌نویسیم:

$$(1) \quad \text{انرژی حالت (2)} = \text{انرژی حالت (1)}$$

$$(2) \quad U_2 + Q = U_1 + W'$$

بنابراین

$$(3) \quad -W' + Q = U_2 - U_1$$

چون کار دستگاه روی محیط W' برابر منفی کار محیط روی دستگاه،

$$(4) \quad \left. \begin{aligned} -W' + Q &= \Delta U \\ W &= -W' \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta U = Q + W.$$

که در این جا Q گرمای داده شده به دستگاه است. معادله‌ی (۴)

قانون اول ترمودینامیک را بیان می‌کند:

«در هر فرایند ترمودینامیکی مجموع گرمای داده شده به

دستگاه و کار انجام شده روی دستگاه برابر تغییر انرژی درونی

دستگاه است.»



آموزشی

کی. گداما
ترجمه: زهرا خواصی
دبیر فیریک زنجان

نمایشی ساده از قاعده‌ی کلی تغییر میدان مغناطیسی با فاصله

میدان مغناطیسی زمین [۱] یا اندازه‌گیری شدت میدان مغناطیسی زمین مطرح شده است [۲]. آزمایشی که درباره‌ی آن توضیح داده می‌شود از این رو بی‌همتا است که به شاگردان امکان می‌دهد قانون کلی را بدون نیاز به وسایل خاص از مشاهداتشان استنتاج کنند [۳]. اساس این آزمایش بر مبنای الکترومغناطیس است اما به راحتی قابل درک است چون فقط از نسبت بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده استفاده می‌کند. بعضی محاسبات مثلثاتی و لگاریتمی به آسانی با ماشین حساب جیبی محاسبه می‌شود. هیچ محاسبات خاصی که به رایانه نیاز داشته باشد لازم نیست.

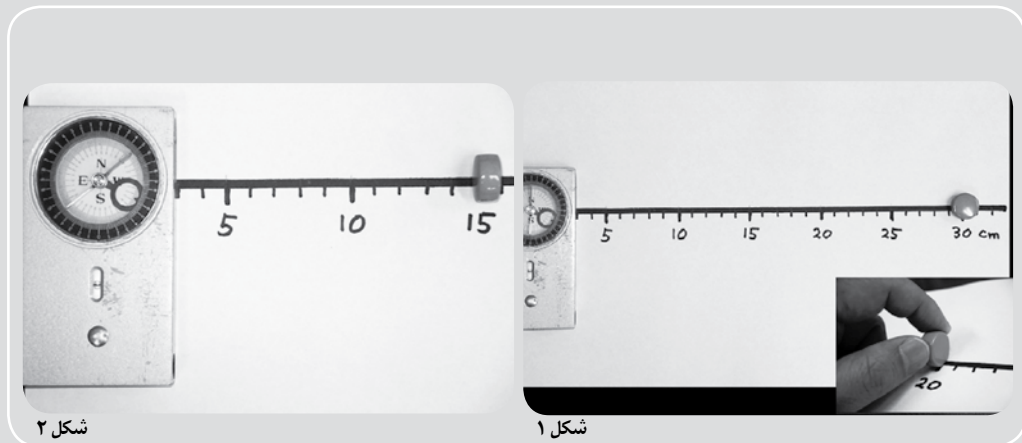
مقدمه

بیشتر دانشجویان علوم، اغلب اطلاعات بنیادی درباره‌ی آهنربا دارند. قطب‌های آهنربا بستگی به قطبیت خود همدیگر را جذب یا دفع می‌کنند. هرچه فاصله تا آهنربا کمتر باشد نیروی مغناطیسی بزرگ‌تر خواهد بود اگرچه به نظر می‌رسد، رابطه‌ای بین نیروی مغناطیسی و فاصله باعث سردرگمی شاگردان می‌گردد. بسیاری از آن‌ها به غلط، در مقایسه با میدان الکتروستاتیک یا گرانی، فکر می‌کنند که نیروی بین آهنرباها از قانون عکس مجذوری پیروی می‌کند. مشکل بتوان به دانش‌آموزان آموخت که جهت و اندازه‌ی میدان مغناطیسی به طریق کاملاً متفاوت از نیروهای برهم‌کنشی دیگر تغییر می‌کند. ما یک ابزار آموزشی مبتنی بر تغییر اندازه میدان مغناطیسی نسبت به فاصله را پیشنهاد می‌کنیم که به شاگردان این امکان را می‌دهد که معنی قطب‌ها و دوقطبی‌های مغناطیسی را به روشنی درک کنند.

این روش از قطب‌نمای معمولی، آهنربای کوچک (دایره‌ای شکل)، و یک میله‌ی آهنربا به طول حدود ۶۰ cm استفاده می‌کند. آهنربای کوچک مثل آهنرباهایی است که در تابلوی اعلانات و یا در یخچال‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. آهنربای میله‌ای بلند هم یک میله‌ی فولادی است که با یک سیم‌لوله بلند و با استفاده از جریان کم آهنربا شده است. روش‌های مشابه دیگر با استفاده از قطب‌نما و آهنربای میله‌ای برای نشان دادن پدیده‌های مختلف مانند آشکارسازی اختلالات غیرعادی و شدید

اصل و روش

خطی روی صفحه‌ی A۴ بزرگ‌تر رسم کنید و آن را بر حسب سانتی‌متر یا اینچ مدرج کنید. قطب‌نمای مغناطیسی را در یک انتهای خط قرار دهید. قطب‌نما و کاغذ زیر آن را طوری تنظیم کنید که عقربه‌ی قطب‌نما به موازات میدان مغناطیسی زمین قرار گیرد (شکل ۱). قطب‌نماهای پر از مایع برای سریع خواندن بهتر است. سپس آهنربای دگمه‌ای کوچکی را در دور از قطب‌نما قرار دهید. این موجب می‌شود عقربه‌ی قطب‌نما چندین درجه به غرب یا شرق منحرف شود. در همین حالت آهنربا را طوری بچرخانید که صفحات آن یک در میان رو به عقربه قرار گیرد (سمت راست پایین شکل ۱). عقربه‌ی قطب‌نما کمی بیشتر منحرف می‌شود. این نشان می‌دهد که برهم‌کنش مغناطیسی بین دو آهنربا با تغییر جهت یکی نسبت به دیگری تغییر می‌کند. آهنربا را ثابت نگه دارید و آن را آهسته در امتداد خط به سمت قطب‌نما حرکت دهید. به عنوان مثال اگر آهنربا در سمت راست قطب‌نما طوری قرار گرفته باشد که قطب S (جنوب) آن به سمت قطب‌نما باشد با نزدیک کردن آهنربا به قطب‌نما عقربه‌ی قطب‌نما بیشتر به سمت شرق منحرف می‌شود (شکل ۲). این شکل نشان می‌دهد که برهم‌کنش مغناطیسی با فاصله‌ی بین دو آهنربا تغییر می‌کند. آموزنده و مفید است بگوییم وقتی عقربه‌ی قطب‌نما ۴۵ درجه از شمال منحرف شده باشد نشانه



شکل ۲

شکل ۱

رابطه‌ی (۲) داریم

$$\tan \theta = A / L^N, \log(\tan \theta) = \log A - N \log L \quad (۳)$$

که در آن $A = C_M / H_E$

معادله‌ی (۳) رابطه‌ای خطی بین $\log(\tan \theta)$ و $\log(L)$ را نشان می‌دهد. در نتیجه ضریب N را می‌توان شیب خط در نظر گرفت و می‌تواند هر مقداری باشد. اما در این مورد به خصوص فرض می‌کنیم که N عددی صحیح است. بنابراین فرایند به‌دست آوردن N چنین است (i) زاویه‌ی θ را چندبار در فاصله‌های مختلف L از مرکز عقربه قطب‌نما بخوانید، θ_i و با L_i را به i امین اندازه‌گیری نسبت دهید. (ii) لگاریتم $\tan \theta_i$ و L_i را محاسبه کنید. (iii) نمودار آن‌ها را رسم کنید طوری که در آن $\log(\tan \theta_i)$ به‌عنوان محور عمودی و $\log(L_i)$ به‌عنوان محور افقی در نظر گرفته شود. (iv) بهترین خط منطبق

این است که مؤلفه‌ی افقی میدان مغناطیسی زمین برابر با نیروی جاذبه آهنربایی است که در مجاورت آن قرار دارد. در ادامه روشی را برای بیان کمی‌تر و فیزیکی‌تر این مشاهدات شرح می‌دهیم تا بتوانیم قاعده‌ای کلی بین نیروی مغناطیسی و فاصله ارائه دهیم. فرض کنید عقربه‌ی قطب‌نما در زاویه‌ی θ از شمال میدان مغناطیسی زمین منحرف شود. آهنربای دگمه‌ای را مثل دوقطبی مغناطیسی فرض کنید. تعادل به‌صورت توازن بین دو گشتاور مغناطیسی رقیب (که یکی ناشی از میدان مغناطیسی زمین و دیگری ناشی از آهنربای نزدیک قطب‌نما است) بیان می‌شود (شکل ۳).

$$\mathbf{m} \times (\mathbf{H}_E + \mathbf{H}_M) = 0 \quad (۱)$$

که در آن m به‌عنوان گشتاور دوقطبی مغناطیسی عقربه‌ی قطب‌نما، H_E مؤلفه افقی میدان مغناطیسی زمین (که در محیط آزمایش ثابت فرض می‌شود) و H_M مؤلفه‌ی افقی میدان مغناطیسی ناشی از آهنربا است. اگر m و H_M و H_E شدت‌های H_E, H_M باشند آن‌گاه سه رابطه‌ی (۱) به‌صورت زیر درمی‌آید:

$$m H_E \sin \theta = m H_M \cos \theta$$

$$\Rightarrow \tan \theta = \frac{H_M}{H_E} \quad (۲)$$

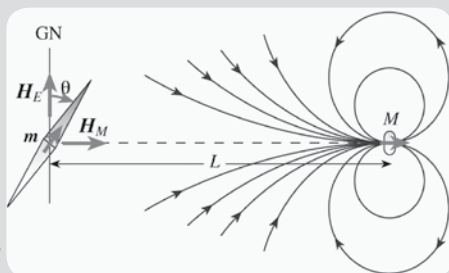
به‌طور کلی H_M با تغییر سمت‌گیری و محل آهنربا تغییر می‌کند، اگر سمت‌گیری ثابت باشد H_M تابع فاصله (L) است. سپس فرض می‌کنیم که H_M با توان N ام L رابطه‌ی معکوس دارد. در این صورت

$$H_M = C M L^{-N}$$

در آن C ثابت و M گشتاور مغناطیسی آهنربا است. بنابراین از

هرچه فاصله تا آهنربا کمتر باشد نیروی مغناطیسی بزرگ‌تر خواهد بود اگرچه به‌نظر می‌رسد، رابطه‌ای بین نیروی مغناطیسی و فاصله باعث سردرگمی شاگردان می‌گردد

شکل ۳



شکل ۴



**اساس این آزمایش بر
مبنای الکترومغناطیس به
راحتی قابل درک است
چون فقط از نسبت بین
ویژگی‌های اندازه‌گیری
شده استفاده می‌کند**

۴۵ درجه)، که وقتی آهنربای دایره‌ای در آن فاصله قرار می‌گیرد، برای هر دو آزمایش با تغییر فاصله از مرکز عقربه مغناطیسی θ هشت‌بار خوانده شد.

نتایج در جدول (۱) و نمودار آن‌ها در شکل ۵ نشان داده شده است. این نمودارها چگونگی تغییر شدت میدان مغناطیسی را با فاصله را نشان می‌دهند. دو خط که با روش برگشت کمترین مربعات رسم شده‌اند دارای شیب‌های زیرند:

۳/۳ برای آهنربای کوچک‌تر و ۱/۹ برای آهنربای میله‌ای بلند، همان‌طور که انتظار می‌رفت نزدیک‌ترین عدد صحیح به اولی قانون عکس مکعبی را برای میدان مغناطیسی ناشی از دوقطبی مغناطیسی نشان می‌دهد، برعکس، عدد دوم قانون عکس مجذوری را که بیشتر شبیه به الکتروستاتیک و گراش است تا مغناطیس نتیجه می‌دهد، مفید و جالب است به تفاوت این دو قانون تأکید کنیم که دلیل فیزیکی تفاوت بین دوقطبی و تک‌قطبی‌های مغناطیسی را بیان می‌کند.

ما این آزمایش را با استفاده از یک آهنربای کوچک دایره‌ای در یک کلاس دو ساعته درس زمین‌شناسی مقدماتی برای شاگردان جدیدالورود در رشته‌ی زمین‌شناسی به کار بردیم. اغلب آن‌ها با قطب‌نمای مغناطیسی به‌عنوان ابزار ضروری مکان‌یابی جغرافیایی آشنایی داشتند و در ژئوفیزیک مقدماتی آموخته بودند که زمین دارای میدان مغناطیسی است که موجب می‌شود عقربه قطب‌نما به سمت جنوب یا شمال سمتگیری کند. با وجود این که بسیاری از شاگردان پیش‌زمینه‌ای از الکترومغناطیس داشتند، تدریس مفاهیم ابتدایی الکترومغناطیس را از قانون کولن شروع کردیم، سپس مفاهیم و مهارت‌های عملی آزمایش‌ها را توضیح دادیم. در پی این مقاله مقدماتی، تمامی ۲۷ شاگرد در ۶ گروه تقسیم شدند، که آزمایش را از طریق بحث با همدیگر و با سه

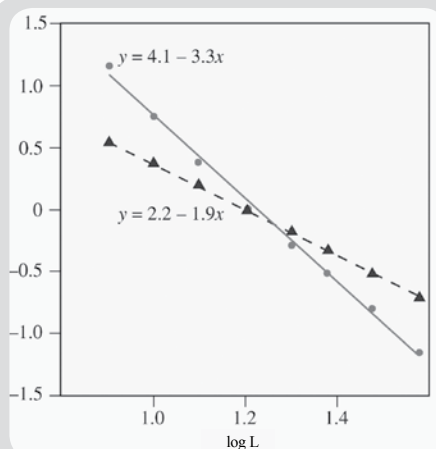
بر مجموعه داده‌هایمان را رسم کنید. (۷) شیب خط را به‌دست آورید و آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید. این پاسخ باید مقدار N باشد.

روش بالا در مورد دیگری نیز به کار می‌رود که در آن آهنربای دایره‌ای کوچک با میله‌ی آهنربا جایگزین شود. اگر فاصله‌ی یک سر آهنربای میله‌ای از قطب‌نما به اندازه‌ی کافی زیاد باشد می‌توان با تقریب خوبی مشاهده کرد که میدان مغناطیسی نزدیکی یک قطب آهنربا چگونه با مقایسه N برای دو آهنربای مختلف تفاوت زیادی در اندازه میدان مغناطیسی برحسب فاصله از آهنربا نشان می‌دهد. شاید مفید باشد که گشتاور مغناطیسی آهنربای کوچک دایره‌ای را تغییر دهیم، یعنی با روی هم قرار دادن چند آهنربای کوچک و افزایش گشتاور مغناطیسی نشان دهیم که این گشتاور مستقل از N است.

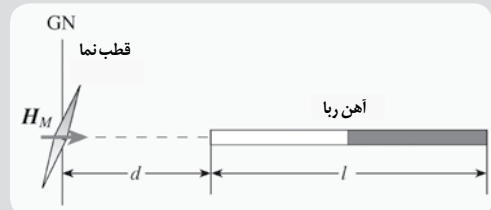
با انجام یک‌سری از این آزمایش‌ها، شاگردان در نهایت قادر خواهند بود سرشت دوقطبی مغناطیسی را تشخیص دهند که مفهوم علمی مشکلی در کتاب‌های درسی است زیرا به صورت یک آهنربای فرضی با دو قطبی مغناطیسی مخالف متصل به هم در نظر گرفته می‌شود.

نتایج و بحث

ما دو آزمایش انجام دادیم و در هر یک از آن‌ها از آهنربای دایره‌ای کوچک یا یک آهنربای میله‌ای بلند استفاده کردیم (شکل ۴). آهنربای میله‌ای، یک میله‌ی فلزی با طول 63 cm و قطر 5 mm بود که درست قبل از آزمایش وامغناطیده و سپس با استفاده از یک سیم‌لوله (سیم‌پیچ) مغناطیسی شد. گشتاور مغناطیسی میله طوری بود که وقتی در فاصله 16 cm از قطب‌نما قرار می‌گیرد، عقربه‌ی قطب‌نما همان مقدار منحرف شود (مثلاً



شکل ۵



شکل ۶

L (cm)								θ
۸	۱۰	۱۲.۵	۱۶	۲۰	۲۴	۳۰	۳۸	(درجه)
۸۶	۸۰	۶۷	۴۵	۲۷	۱۷	۹	۴	θ_s
۷۴	۶۷	۵۸	۴۵	۳۴	۲۵	۱۷	۱۱	θ_b

جدول ۱

باید توجه کنیم که m/l بر بار مغناطیسی در مغناطوستاتیک دلالت دارد و نشان می‌دهد که قانون عکس مجذوری نظیر قانون کولن در الکتروستاتیک است. در مورد آهنربای کوچک دایره‌ای فرض شده که $1/d \ll 1$ و H_M تبدیل می‌شود به

$$H_M = \frac{m}{4\pi\mu_0 l} \frac{1/d + (l/d)}{(l/d + 1)} \approx \frac{m}{4\pi\mu_0 d} \quad (۵)$$

معادله‌ی (۵) قانون عکس مکعبی را نمایش می‌دهد و نشان می‌دهد H_M با گشتاور مغناطیسی m متناسب است نه با m/L مانند رابطه (۴). بنابراین باید تأکید کرد در این حالت گشتاور مغناطیسی را باید گشتاور دوقطبی مغناطیسی نامید.

این دو آزمایش و رابطه‌های ریاضی بر مبنای فرض‌های نسبتاً ساده و ترتیب آزمایشی خاصی است. نتایج حاصله به‌طور منطقی شامل قاعده‌های کلی الکترومغناطیس است. با در نظر گرفتن سادگی آزمایش‌ها ما بر این باوریم که روش پیشنهاد شده در تدریس اصول مغناطوستاتیک با استفاده از شباهت آن با الکتروستاتیک بسیار ارزشمند است.

استاد آموزشی پیش می‌برند. هر شاگرد برای امتحان (ارزشیابی) باید برگه‌ای شامل نتایج آزمایش مانند شکل (۱) و جدول ۵ تحویل دهد. بهترین خط با پردازش به نقطه‌ها رسم شد، اما میانگین کلی شیب $2/9 \pm 0/6$ بود که با پاسخ درست سازگاری داشت.

چند نفر از شاگردان شکل‌های ناجورمانند شکل ۱ و ۴ به‌دست آوردند، برای این که آن‌ها فاصله را بدون تبدیل لگاریتمی رسم کرده بودند و در نتیجه نقاط را خیلی پرت و پراکنده به‌دست آوردند. چند دانشجوی دیگر در بازه‌هایی غیر از بازه‌های جدول (۱) انجام دادند هنگامی که آن‌ها نمودارشان را رسم کردند نقطه‌های طبق انتظار توزیع نشدند ولی به‌صورت مکانیکی آن‌ها را تحلیل کردند (بنابراین اطلاعاتشان را دستکاری کردند).

در یک چنین سطح مقدماتی برای به‌دست آوردن بهترین نمودار برای داده‌هایی که به صورت یکنواخت بعد از تبدیل لگاریتمی پراکنده شد باید تأکید کنیم. برای بهتر فهمیدن چگونگی رسیدن به دو قانون، استفاده از یک رابطه‌ی کلی مبتنی بر رابطه‌ی کولن در مغناطوستاتیک مفید خواهد بود. در روش ما (شکل ۶) میدان مغناطیسی H_M ناشی از میله آهنربا به طول l با گشتاور مغناطیسی m به‌طور معمول نوشته می‌شود.

$$H_M = \frac{m}{4\pi\mu_0 l} \left[\frac{1}{d^2} - \frac{1}{(d+l)^2} \right]$$

که μ_0 تراوایی مغناطیسی در خلأ و d فاصله‌ی بین عقربه‌ی قطب‌نما و قطب آهنربایی است که در نزدیک به انتهای آهنربا است. در مورد آهنربای طویل فرض می‌کنیم: $d/l \ll 1$ و در نتیجه H_M تقریباً برابر است با

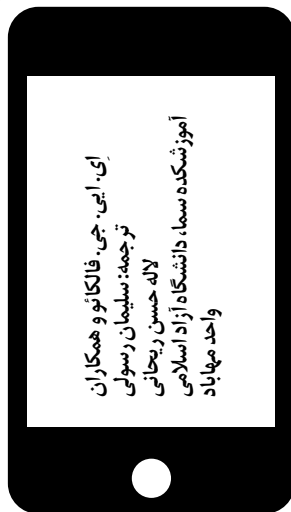
$$H_M = \frac{m}{4\pi\mu_0 l} \frac{2d/l + 1}{(d/l + 1)} \approx \frac{m}{4\pi\mu_0 d} \quad (۴)$$

زیرنویس

- Kodama K. 2009, Phys. Edu. 44(3), 276-280.

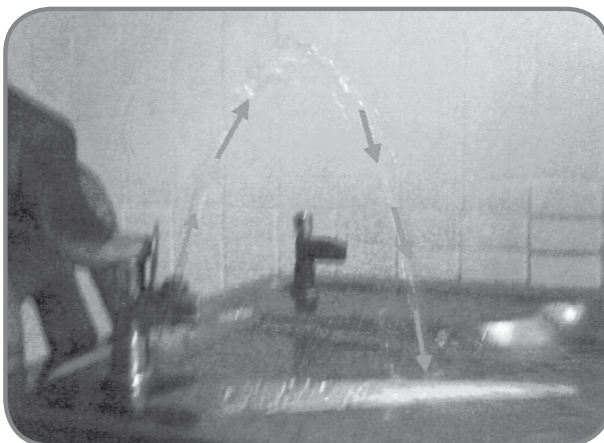
منابع

1. Zaffo P.A. 2000 A simple aurora defector, J. Geosci. Educ. 48, 127-130
2. Cartacci A. And Straulino S. 2008 Measuring the Earth's magnetic field in a Laboratory, Phys. Educ. 43, 412, 416
3. IMAGE Education and Public Outreach 2003, Exploring the Earth's Magnetic Field, NaSA, Imager for Magnetopause - to - Auroral Global Exploration (IMAGE) P64.



گوشی های تلفن همراه کمک می کنند تا تصویر واضح تری از حرکت شناسی به دست آید

هدف اصلی این مقاله افزایش فهرست مثال هایی است که بیان می کنند چگونه گوشی تلفن همراه را می توان به عنوان ابزار تدریس در کلاس درس به کار برد [۱]. یک نمونه ی بسیار جالب از این مثال ها به مطالعه ی حرکت پرتابه، مسئله ی کلاسیک «گلوله ی توپ»، برمی گردد. این مسئله برای مطالعه ی حرکت شناسی مهم و نخستین موضوعی است که دانش آموز در فیزیک با آن روبه رو می شود. با توجه به این که اکنون تقریباً تمام دانش آموزان تلفن همراه دارند و بیشتر تلفن های همراه دوربین دارند به این موضوع پرداخته ایم

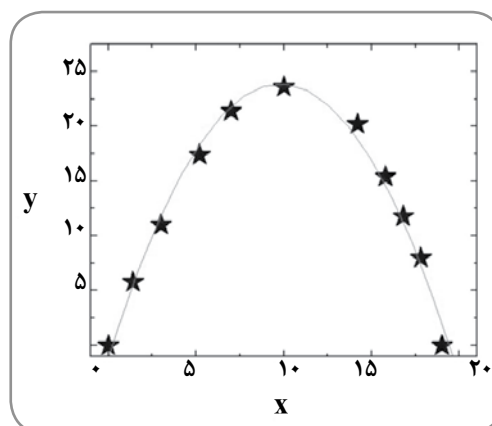


شکل ۱. عکس
فوران آب از لوله ی
آب سردکن

در حین سفر به یک باغچه‌ی مربوط به گیاه‌شناسی، دانش‌آموزان می‌توانند سرعت برگ‌های شناور در یک آبراه را اندازه گرفته، وجود کشش سطحی را تحقیق کنند و اندازه‌ای برای نیروی چسبندگی آب به دست آورند

آزمایش‌های مشابه دیگری را می‌توان با به‌کارگیری دوربین گوشی تلفن همراه در بیرون منزل انجام داد، این روش کمک می‌کند ارتباط بین فیزیک، ریاضی و سایر علوم طبیعی به دانش‌آموزان نشان داده شود. برای نمونه، در حین سفر به یک باغچه‌ی مربوط به گیاه‌شناسی، دانش‌آموزان می‌توانند سرعت برگ‌های شناور در یک آبراه را اندازه گرفته، وجود کشش سطحی را تحقیق کنند و اندازه‌ای برای نیروی چسبندگی آب به دست آورند. یا ممکن است عکس‌هایی از آذرخش گرفته و شکل‌ها و ابعاد فرتال آن را استخراج نمایند، به علاوه نوع ابرهایی که معمولاً به طوفان مربوط هستند را ثبت نمایند. حالت‌های امکان‌پذیر زیادی وجود دارند که نشان می‌دهند گوشی‌های تلفن همراه بسیار بیشتر از یک زنگ برهم‌زننده و مزاحم در طول مدت درس دادن هستند. آن‌ها ابزار قدرتمندی برای تدریس هستند.

شکل ۱ روال کار را نشان می‌دهد، عکسی از فوران آب از لوله‌ی آب‌سردکن گرفته شده، که در آن یک خط‌کش به عنوان مقیاس اندازه‌گیری به کار رفته است، و جهت رسم نمودار منحنی $(X-Y)$ چاپ شده است. فواره از قطره‌های آب تشکیل شده است، تقریباً به طور پیوسته از لوله‌ی خروجی بیرون می‌آید. پس از چاپ عکس، دانش‌آموزان یک جفت از محورهای X و Y را رسم کرده، مختصات دو بعدی $(X-Y)$ حرکت پرتابه را به دست آوردند و جدولی طرح‌ریزی کردند.



شکل ۲. نمودار ارتفاع بر حسب جابه‌جایی افقی برای پرتابه‌ی قطره‌های آب

سپس داده‌ها با معادله‌ی (۱) و همان گونه که در شکل ۲ نشان داده شده است با به‌کاربردن نرم‌افزار گرافیکی اصلی [۲] برازش داده شد. جدول I پارامترهای a ، b و c را نشان می‌دهد. با قراردادن $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ و $c = -g/2(v_0 \cos \theta_0)^2$ و $b = \tan \theta_0$. مقدار $\theta_0 = 78.8 \pm 0.5^\circ$ و $v_0 = 223 \pm 5 \text{ cm/s}$ به دست آمد.

پارامتر	اندازه (مقدار)
a	-1.03 cm
b	5.07 cm
c	-0.26 cm^{-1}

مرجع

The Physics Teacher Vol.47, March 2009, PP 167-168

منابع

1. See, for example, Dave Van Domelen, "Teaching light polarization with cell phones," phys. Teach. 45, 469 (Nov. 2007), and E.C. Hammond and Meron Assefa, "Cell phones in the classroom," phys. Teach. 45, 312 (May 2007).
2. See <http://originlabs.com> (temporary web address).
3. David Halliday, Robert Resnick, and Jearl Walker, Fundamentals of physics, 6th ed. (Wiley, 2001), p. 65.



آموزشی

بنابر این تغییرات انرژی از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

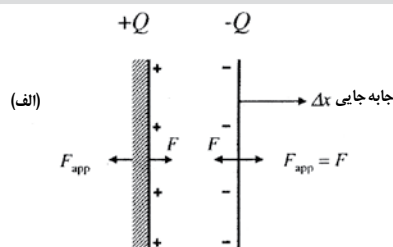
(۲)

$$\Delta U = \frac{1}{2} \sigma A E \Delta x$$

حال این پرسش مطرح می‌شود که این افزایش انرژی از کجا تأمین می‌گردد؟ عامل خارجی که صفحه‌ها را با سرعت ثابت از یکدیگر دور می‌کند باید نیرویی برابر با نیروی دافعه‌ی الکتریکی بین دو صفحه وارد کند کار این نیرو برابر است با

(۳)

$$W = F \Delta x$$



شکل (۱- الف): نیروی وارد صفحه‌ی منفی را با سرعت ثابت دور می‌کند در حالی که صفحه‌ی مثبت ثابت نگه داشته می‌شود. در این حالت بار خازن ثابت است.
شکل (۱- ب): کار انجام شده توسط نیرو باعث افزایش انرژی خازن می‌گردد.

شکل (۱- الف) این وضعیت را نشان می‌دهد و شکل (۱- ب) مربوط به روان شدن انرژی است. کار انجام شده به انرژی تبدیل می‌گردد. پس، از روابط (۲) و (۳) نتیجه می‌شود که:

(۴)

$$F = \frac{1}{2} \sigma A E = \frac{1}{2} Q E$$

در این رابطه ضریب $\frac{1}{2}$ قابل توجه است زیرا معمولاً به دانش‌آموزان گفته می‌شود که نیروی الکتریکی از رابطه $F = QE$ به دست می‌آید. یک توضیح برای این ضریب آن است که بار تحت

هنگامی که صفحه‌های خازنی از یکدیگر فاصله می‌گیرند بسته به این که بار الکتریکی و یا اختلاف پتانسیل ثابت بماند، انرژی الکتروستاتیکی ممکن است کاهش و یا افزایش یابد. در حالت ثابت ماندن ولتاژ می‌توان پرسش جالبی برای دانش‌آموزان طرح کرد. چرا در حالی که عامل خارجی بر روی خازن کار مثبت انجام می‌دهد، انرژی ذخیره شده در آن کم می‌گردد؟ درک این موضوع با روان شدن انرژی بین اجزای مختلف دستگاه براساس مقاله‌ی هابسون میسر است. [۱] هم‌چنین در این مسیر می‌توان آن‌چه را که ریچارد فاینمن در رابطه با نیروی بین دو صفحه خازن «ضریب شگفت‌انگیز $\frac{1}{2}$ » نامیده است برای دانش‌آموزان مطرح کرد. [۲]

روان شدن انرژی در خازن با فاصله‌ی متغیر صفحه‌ها

ناتانیل ر. گرین

ترجمه: جلال صبری

مرکز استعدادهای درخشان شهید هاشمی نژاد (۲)

حالت بار ثابت و ضریب شگفت‌انگیز $\frac{1}{2}$

خازنی با صفحات تخت و موازی را در نظر بگیرید. فرض کنید بار هر صفحه‌ی خازن Q است و پس از جدا کردن آن از باتری در حالی که یک صفحه‌ی آن ثابت نگه داشته شده است صفحه‌ی دیگرش از x به $x + \Delta x$ جابه‌جا گردد. انرژی ابتدایی ذخیره شده در میدان الکتریکی خازن برابر است با

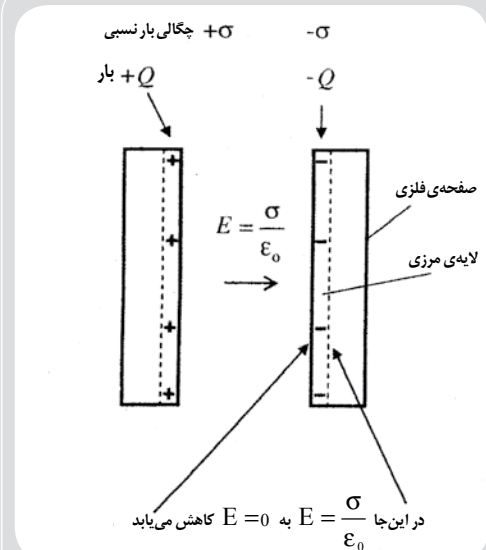
(۱)

$$U_1 = \frac{1}{2} Q V = \frac{1}{2} Q (E x) = \frac{1}{2} \sigma A E x$$

که V اختلاف پتانسیل اولیه‌ی بین دو صفحه، E میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات، σ چگالی بار الکتریکی صفحات و A مساحت هر صفحه است. با افزایش فاصله‌ی بین صفحات انرژی ذخیره شده برابر است با $U_2 = \frac{1}{2} \sigma A E (x + \Delta x)$ می‌شود.

تأثیر میدان الکتریکی صفحه‌ی دیگر قرار دارد و میدان حاصل از هر صفحه $\sigma/2\epsilon_0$ است که در واقع نصف میدان الکتریکی در فضای بین دو صفحه‌ی خازن تخت است. اما قانون گاوس تفاوتی بین میدان صفحه‌ها قایل نیست. به بیان دیگر اگر سطح گاوسی را با قوطی قرصی انتخاب کنیم که در دو طرف صفحه قرار دارد به نتیجه‌ی $E = \sigma/\epsilon_0$ می‌رسیم. پس، براساس قانون گاوس بار Q در واقع میدان $\sigma/2\epsilon_0$ را تجربه می‌کند پس چرا بر این بار نباید نیروی QE وارد شود؟ پاسخ هوشمندانه‌ای به این پرسش را ریچارد فاینمن داده است. بار Q در گستره‌ی بسیار باریکی از عمق صفحه پخش می‌شود. در نزدیکی سطح میدان الکتریکی $\sigma/2\epsilon_0$ است در حالی که درون آن میدان صفر است. بنابراین میدان میانگین این دو مقدار یعنی $\sigma/2\epsilon_0$ می‌گردد (شکل ۲ را ببینید).

با وسایل ساده‌ای می‌توان نیروی الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن را اندازه‌گیری کرد و وجود ضرب $\frac{1}{2}$ را مشاهده نمود [۳ و ۴].



شکل ۲. توضیح فاینمن در رابطه با توزیع بار در صفحه‌های خازن تخت. در سطح فلز مقدار میدان برابر با مقدار آن در هوا است (با چشم‌پوشی از اثرات لبه‌ای). اما ضمن نفوذ در فاز مقدار آن به صفر می‌رسد. بنابراین مقدار میدان اعمال شده بر هر بار نصف مقدار آن بر روی سطح است.

حالت اختلاف پتانسیل ثابت و روان شدن انرژی

بیاید یک بار دیگر آزمایش بالا را با ثابت نگهداشتن ولتاژ دو

صفحه‌ی خازن ضمن دور کردن آن‌ها از یکدیگر بررسی کنیم.

مقادیر اولیه و نهایی و تفاوت انرژی در این دو حالت برابر است با

$$U_1 = \frac{1}{2} C_1 V^2$$

$$U_2 = \frac{1}{2} C_2 V^2$$

$$\Delta U = -\frac{1}{2} |\Delta C| V^2 \quad (5)$$

علامت منفی نشان‌دهنده‌ی کاهش انرژی خازن است (کاهش

ظرفیت باعث کاهش بار و در نتیجه کاهش انرژی می‌گردد) چون

عامل خارجی دو صفحه با بار الکتریکی مخالف را از یکدیگر دور

می‌کند، پس باید کار مثبت انجام دهد. کار انجام شده برابر است با:

$$\begin{aligned} W &= \int_x^{x+\Delta x} F dx = \int_x^{x+\Delta x} \frac{1}{2} QE dx \\ &= \frac{1}{2} \int_x^{x+\Delta x} C V \left(\frac{V}{x} \right) dx = \frac{1}{2} V^2 \int_x^{x+\Delta x} \left(\frac{C}{x} \right) dx \end{aligned}$$

با فرض بزرگ بودن صفحه‌های موازی می‌توان از مقدار

$\epsilon_0 A/x$ برای ظرفیت استفاده کرد.

$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{2} V^2 \int_x^{x+\Delta x} (\epsilon_0 A/x^2) dx \\ &= \frac{1}{2} \epsilon_0 A \left[\frac{1}{x} - \frac{1}{x+\Delta x} \right] V^2 = \frac{1}{2} |\Delta C| V^2 \quad (6) \end{aligned}$$

مقایسه‌ی رابطه‌های (۵) و (۶) نتیجه‌ی عجیبی را نشان

می‌دهد: با وجود این که انرژی به خازن داده شده است (به دلیل کار

مثبت W) انرژی ذخیره شده در خازن کم می‌گردد (ΔU منفی

است). برای محاسبه‌ی این اختلاف انرژی که دو برابر W است

باید به برهم‌کنش باتری با خازن توجه کرد. شکل (۳) این موضوع

را به‌طور خلاصه نشان می‌دهد.

با دور کردن صفحه‌های خازن از یکدیگر که به معنای کاهش

ظرفیت خازن است یک تخلیه‌ی جزئی بار از خازن به باتری انجام

می‌شود. به بیان دیگر جریان الکتریکی به باتری در جهت معکوس

برقرار می‌گردد گویی که باتری شارژ می‌شود. در واقع اگر باتری واقعاً

شارژپذیر باشد انرژی در آن به‌صورت انرژی شیمیایی ذخیره می‌گردد. در

غیر این صورت به صورت گرما در مقاومت داخلی آن نمایان می‌گردد.

در این جا می‌خواهیم انرژی منتقل شده به باتری را بیابیم. کار

انجام شده بر روی باتری صرفاً از ضرب مقدار باری که خازن از

دست می‌دهد در اختلاف پتانسیل باتری به دست می‌آید:

$$W' = |Q| V = (|\Delta C| V) V = 2W$$

جشنواره‌ی

در طی سال‌های اخیر موضوع فناوری نانو و انقلابی که در صنعت و تولید مواد و طبعاً شیوه‌ی زندگی ما به وجود خواهد آورد یکی از بحث‌های مهم به شمار می‌رود و این پرسش در ذهن ما شکل می‌گیرد که «فناوری نانو چیست؟»

ستاد فناوری نانو در راستای تحقق اهداف سند راهبردی در سال ۸۷ در محل مرکز آفرینش‌های فرهنگی و هنری (سالن حجاب) اقدام به برگزاری نمایشگاه فناوری نانو کرد که با استقبال گسترده‌ی مخاطبان و متخصصان روبه‌رو شد. ستاد ویژه‌ی توسعه‌ی فناوری نانو امسال این رویداد را در سطح وسیع‌تر و در قالب جشنواره‌ی فناوری نانو برگزار کرد. این جشنواره از تاریخ ۱۳ تا ۱۷ آبان ماه ۱۳۸۸ در محل مصلا‌ی بزرگ امام خمینی (ره) برگزار شد. جشنواره دارای ۸ بخش اصلی به شرح زیر بود:

۱. نمایشگاه

در بخش نمایشگاه شرکت‌کنندگان در هفت گروه مجزا دستاوردهای خود را در حوزه‌ی فناوری نانو به نمایش گذاشته بودند.

این هفت گروه به شکل زیر تقسیم شده بود:

۱- تحقیقات (دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها)

۲- ترویج (نشریات و انجمن‌ها و شرکت‌های آموزشی)

۳- آزمایشگاه (آزمایشگاه‌ها و شرکت‌های تولیدکننده‌ی تجهیزات)

۴- فناوری (شرکت‌های دارای محصول و مراکز رشد)

۵- کریدور فناوری

(شرکت‌های خدماتی و نهادهای پشتیبان)

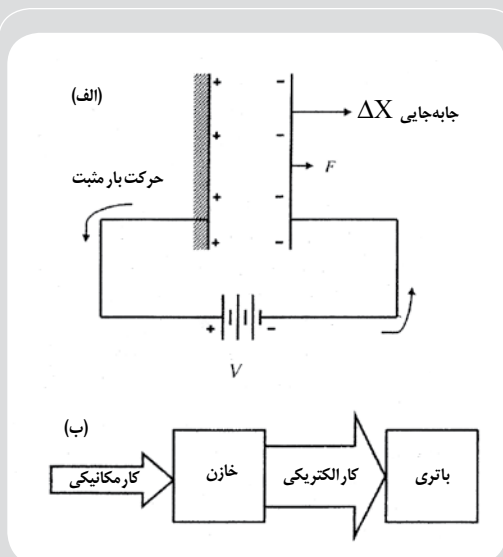
۶- نهادهای دولتی

۷- بخش فروش

۸- بخش بین‌الملل

در توافق با نمایش روان شدن انرژی در شکل (۳-ب) انرژی داده شده به باتری بزرگ‌تر از (دقیقاً دو برابر) انرژی داده شده به خازن توسط عامل خارجی است.

برخلاف نمایش انرژی هابسون که در آن روان شدن انرژی در دستگاه‌های پایدار و یا فرایندهای چرخه‌ای پایسته است، در این‌جا با موقعیتی روبه‌رو می‌شویم که انرژی خروجی از خازن بیشتر از انرژی ورودی به آن است. این وضعیت بیشتر شبیه دستگاه‌های هیدرولیکی با جریان‌هایی با سرعت ثابت است. مواردی که لوله‌ی باریکی آب را به درون محفظه وارد می‌کند و لوله‌ی بزرگی آن را از محفظه خارج می‌کند. بدیهی است در این حالت آب ذخیره شده در محفظه کم می‌گردد. به همین ترتیب خازن نیز انرژی ذخیره شده‌اش را از دست می‌دهد.



شکل (۳.الف): صفحه‌ی منفی با رعایت ثابت ماندن اختلاف پتانسیل در جهت مخالف حرکت می‌کند. در این حالت ظرفیت خازن کم می‌گردد که به معنای تخلیه‌ی جزیی بار در باتری است. شکل (۳.ب): توسط کار عامل خارجی انرژی به خازن داده می‌شود اما انرژی بیشتری (دو برابر) با انجام کار بر روی باتری تخلیه می‌گردد. از این‌رو انرژی ذخیره شده در خازن کم می‌گردد.

مرجع

• The Physics Teacher, Vol.43, Sep. 2005, pp541-342

منابع

1. A. Hobson. "Energy flow diagrams for teaching physics concepts," *Phys. Teach.* **42**, 113-117 (Feb. 2004).
2. R. P. Feynman, R. B. Leighton, and M. Sands, *The Feynman Lectures on Physics*, Vol. II (Addison-Wesley, Reading, MA, 1964), pp. 82-84.
3. R.J. Harwood and D.E. Kinkaid, "Use of a mettler balance and parallel plate capacitor to measure the permittivity of free space," *Am. J. Phys.* **43**, 924 (Oct. 1975).
4. F.N. Yan and H.K. Wong. "Force between the plates of a parallel-plate capacitor," *Am. J. Phys.* **61**, 1153 (Dec. 1993).

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های رشد توسط دفتر انتشارات کمک آموزشی سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش تهیه و منتشر می‌شوند:

مجله‌های عمومی دانش آموزی

(به صورت ماهنامه و ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

♦ **رشد کودک** (برای دانش آموزان آمادگی و پایه ی اول دوره ی دبستان)

♦ **رشد نوجوان** (برای دانش آموزان پایه های دوم و سوم دوره ی دبستان)

♦ **رشد دانش آموز** (برای دانش آموزان پایه های چهارم و پنجم دوره ی دبستان)

♦ **رشد نوجوان** (برای دانش آموزان دوره ی راهنمایی تحصیلی)

♦ **رشد جوان** (برای دانش آموزان دوره ی متوسطه و پیش دانشگاهی)

مجله‌های عمومی بزرگسال

(به صورت ماهنامه و ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

♦ **رشد آموزش ابتدایی** ♦ **رشد آموزش راهنمایی تحصیلی** ♦ **رشد تکنولوژی آموزشی** ♦ **رشد مدرسه فردا** ♦ **رشد مدیریت مدرسه** ♦ **رشد معلم**

مجله‌های اختصاصی

(به صورت فصلنامه و ۴ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

♦ **رشد برهان راهنمایی** (مجله ریاضی برای دانش آموزان دوره ی راهنمایی تحصیلی) ♦ **رشد برهان متوسطه** (مجله ریاضی برای دانش آموزان دوره ی متوسطه و پیش دانشگاهی) ♦ **رشد آموزش قرآن** ♦ **رشد آموزش معارف اسلامی** ♦ **رشد آموزش زبان و ادب فارسی** ♦ **رشد آموزش هنر** ♦ **رشد مشاور مدرسه** ♦ **رشد آموزش تربیت بدنی** ♦ **رشد آموزش علوم اجتماعی** ♦ **رشد آموزش تاریخ** ♦ **رشد آموزش جغرافیا** ♦ **رشد آموزش زبان** ♦ **رشد آموزش ریاضی** ♦ **رشد آموزش فیزیک** ♦ **رشد آموزش شیمی** ♦ **رشد آموزش زیست شناسی** ♦ **رشد آموزش زمین شناسی** ♦ **رشد آموزش فنی و حرفه ای** ♦ **رشد آموزش پیش دبستانی**

مجله‌های رشد عمومی و اختصاصی برای آموزگاران، معلمان، مدیران، مربیان و مشاوران مدارس، دانش جویان مراکز تربیت معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان آموزش و پرورش تهیه و منتشر می‌شوند.

♦ نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شماره ی ۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات کمک آموزشی.

♦ نمابر: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۴۷۸

♦ تلفن: ۰۲۱-۸۸۸۴۹۰۹۹

♦ E_mail: info@roshdmag.ir ♦ www.roshdmag.ir

فناوری نانو

مهرنار طلوع شمسی

۲. آموزش عمومی

در این بخش مفاهیم و کاربردهای ملموس از فناوری نانو به طور علمی به بازدیدکنندگان و به ویژه دانش آموزان آموزش داده می‌شد و جزوه‌ها و کتابچه‌هایی نیز در میان بازدیدکنندگان توزیع می‌شد.

۱-۲ اهداف

- افزایش سطح آگاهی عمومی نسبت به فناوری نانو و فرصت‌های موجود در آن.

- فرهنگ سازی و ایجاد بستر مناسب جهت آشنایی خانواده‌ها با محتوای علمی مرتبط با فناوری نانو

- آشناسازی خانواده‌ها با مزایا و معایب فناوری نانو در فرصت‌های موجود در این حوزه.

- آشنایی کودکان با علوم و فناوری نانو.

۲-۲ معرفی بعضی از غرفه‌ها

غرفه‌های متعددی در فضای جذاب و دلنشین پذیرای چشم‌ها و ذهن‌های پرسشگر بود. در هر غرفه یکی از کاربردها و یا مفاهیم مربوط به فناوری نانو به نمایش گذاشته شده بود که توسط مسئول غرفه (دانش آموز یا دانشجوی عضو باشگاه نانو) توضیحات کافی در مورد آن داده می‌شد. مثلاً در یکی از غرفه‌ها شیشه‌هایی به نمایش گذاشته شده بود که با فناوری نانو لایه گذاری شده‌اند. این شیشه‌ها قادرند مانع عبور گرما شوند. همچنین در کنار آن‌ها شیشه‌های آب‌گریز قرار داشت با این شیشه‌ها هنگام رانندگی زیر باران نیاز به استفاده از برف پاک‌کن نیست.

در غرفه‌ای دیگر خاصیت آب‌گریزی سطوح با استفاده از ویژگی برگ گیاهان توضیح داده می‌شد و در قسمتی الیاف نسوز معرفی می‌شد. دانش‌آموزانی که به طور گروهی با همراهی مسئولان مدرسه





برگ اشتراک مجله های رشد

شرایط:

- ۱- پرداخت مبلغ ۵۰/۰۰۰ ریال به ازای هر عنوان مجله ای درخواستی، به صورت علی الحساب به حساب شماره ی ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه ی سه راه آزمایش (سرخه حصار) کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست.
- ۲- ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شده ی اشتراک با پست سفارشی. (کپی فیش را نزد خود نگه دارید).

نام مجله های درخواستی :

.....

.....

.....

نام و نام خانوادگی:

تاریخ تولد:

میزان تحصیلات:

تلفن:

نشانی کامل پستی:

استان: شهرستان:

خیابان:

پلاک: کد پستی:

در صورتی که قبلاً مشترک مجله بوده اید، شماره ی اشتراک خود را بنویسید:

امضا:

● امور مشترکین: ۷۷۳۳۶۶۵۵ - ۷۷۳۳۶۶۵۶ - ۰۲۱

● صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱

● پیام گیر مجله های رشد: ۰۲۱ - ۸۸۳۰۱۴۸۲

یادآوری:

- هزینه ی برگشت مجله در صورت خوانا و کامل نبودن نشانی و عدم حضور گیرنده، بر عهده ی مشترک است.
- مبنای شروع اشتراک مجله از زمان دریافت برگ اشتراک است.

در حاشیه ی جشنواره چندین کارگاه آموزشی با هدف آشنا کردن متخصصان با توسعه ی فناوری نانو در زمینه های مختلف برگزار شد

خود در جشنواره شرکت کرده بودند از مشاهده ی خودروبی که با پیل سوختی کار می کرد به وجد آمده بودند و مسئول غرفه در مورد کاتالیزگر پلاتین آن که با فناوری نانو بسیار نازک و من هزینه تهیه شده است توضیح می داد.

مسئولان باشگاه نانو در غرفه ی خود از متقاضیان عضویت ثبت نام به عمل می آوردند.

یکی از پرطرفدارترین غرفه ها مربوط به مسابقه ی جورچین بود که در آن به هر متقاضی یک بسته جورچین داده می شد تا با آن بتواند ساختار نانو کربن C_{60} (معروف به باکی بال) را بسازد. با تحویل دادن C_{60} ساخته شده، دو بسته ی جورچین برای ساخت یک مولکول ابتکاری به متقاضی داده می شد که او می توانست با رعایت تعداد پیوندهای ممکن و قابل قبول بین اتم های کربنی در ساختارهای نانویی طرحی ابتکاری ارائه کند. مشاهده ی خانواده هایی که گروه گروه روی پله ها و یا هر گوشه ی سالن نشسته بودند و با شور و هیجان جورچین خود را می ساختند بسیار دلنشین بود. در روز پایانی جشنواره داوران طرح های رسیده را بررسی کردند و به خانم پگاه فلاح جایزه ی بهترین طرح را دادند و ۵ طرح دیگر را نیز به عنوان طرح های قابل قبول معرفی کردند.

۳-۲. معرفی باشگاه دانش آموزی نانو

کار گروه ترویج ستاد نانو فعالیت های آموزشی دانش آموزان را در قالب باشگاه نانو برنامه ریزی کرده است. انجام این فعالیت ها برای کمک به سازوکارهای آموزشی و ایجاد انگیزه های نو در تربیت پژوهشگران فناوری نانو است. باشگاه با تأمین محتوای آموزشی مورد نیاز دانش آموزان، برقراری ارتباط مستقیم با آن ها و آموزش مفاهیم پایه ای در کارگاه های آموزشی خود سعی در رسیدن به این اهداف را دارد.

با توجه به اهمیت فناوری نانو و لزوم آشنایی معلمان و دانش آموزان با آن باشگاه سایتی را با آدرس:

Nanoclub.ir





یکی از پرطرفدارترین غرفه‌ها مربوط به مسابقه‌ی جورچین بود که در آن به هر متقاضی یک بسته جورچین داده می‌شد تا با آن بتواند ساختار نانو کربن C₆₀ (معروف به باکی بال) را بسازد



ضدباکتری و انواع هواکش و فیلتر و... عرضه شده بود. بسیاری از مراجعان برای اولین بار امکان استفاده از محصولات را پیدا می‌کردند که با استفاده از فناوری نانو تهیه شده بودند. صحبت‌های فروشندگان در مورد خواص جالب این محصولات خریداران را هیجان زده کرده بود.

۶. نشست‌ها و کارگاه‌های تخصصی

در حاشیه‌ی جشنواره چندین کارگاه آموزشی با هدف آشنا کردن متخصصان با توسعه‌ی فناوری نانو در زمینه‌های مختلف برگزار شد که فهرست این کارگاه‌ها و امکان ثبت‌نام در آن‌ها در سایت جشنواره قرار داشت.

۷. مراسم تجلیل از برترین‌های فناوری نانو ایران

این برنامه به صورت سالیانه برگزار می‌شود و به منظور تجلیل از افراد و مؤسسه‌هایی است که بیشترین فعالیت مؤثر در زمینه‌ی فناوری نانو را داشته باشند. بر این اساس محققان، فناوران، مراکز پژوهشی بنگاه‌ها و مراکز رشد، رسانه‌ها و آزمایشگاه‌های برتر معرفی شدند.

۸. بخش بین‌الملل

در این بخش کشورهایی مثل روسیه و قزاقستان و... حضور داشتند. هدف از تدارک این بخش کمک به شرکت‌های داخلی بود به این ترتیب که متقاضیان حضور در نمایشگاه باید قادر به انتقال فناوری به طرف‌های ایرانی باشند و صرفاً محصولات نهایی خود را ارائه نکنند. به امید آن که شاهد برگزاری هر چه بیشتر این گونه جشنواره‌ها و نمایشگاه‌ها باشیم.

طراحی کرده است که در آن اطلاعات جامع و کاملی را درباره‌ی فناوری نانو به زبان ساده در اختیار کاربران قرار می‌دهد. دانش‌آموزان می‌توانند در این سایت عضو باشگاه شوند و از بانک اطلاعاتی مقالات نانو به زبان ساده استفاده کنند.

پایگاه مجازی علاوه بر مقالات دارای تالارهای گفت‌وگوی فعالی است که در آن فضای دوستانه و روحیه‌ی پژوهش هم‌افزایی پیدا می‌کند.

گزارش‌ها، فعالیت‌ها و کارتون‌ها از بخش‌های دیگر این پایگاه است. مهم‌ترین جز قالب جدید در این سایت طرح آموزش پروژه محور و هدایت پروژه‌های دانش‌آموزی است. در این قسمت دانش‌آموزان علاقه‌مند و دوره‌دیده در هر کجای ایران توسط پژوهش‌یاران متخصص برای انجام طرح‌های مفید و موفق راهنمایی می‌شوند.

۳. بخش ویژه‌ی صنعت

در این بخش مدیران و متخصصان صنایع امکان آشنایی با کارکردهای صنعتی و توانمندی‌های داخلی را داشتند. آن‌ها در زمینه‌های نفت، گاز، پتروشیمی و پلیمر، کشاورزی و مواد غذایی، پزشکی و بهداشتی و دارویی، ساختمان، نساجی و صنعت خودرو با دارندگان فناوری ارتباط برقرار می‌کردند.

۴. نمایش دستاوردهای علمی دانشجویی

تا به حال بیش از ۳۵۰۰ پایان‌نامه و طرح پیشنهادی مورد حمایت ستاد قرار گرفته است.

در این نمایشگاه از بین حدود ۱۰۰ پایان‌نامه ارسالی به دبیرخانه ۱۵ پایان‌نامه اجازه‌ی حضور پیدا کردند که همگی دفاع شده بودند، نمونه‌ی آزمایشگاهی داشتند و یا امکان تجاری‌سازی آن‌ها وجود داشت.

۵. فروشگاه محصولات نانو

در این قسمت محصولات گوناگونی از نرم‌افزارها و کتاب‌های اطلاع‌رسانی و حتی تخصصی گرفته تا روغن موتور و جوراب

IN THE NAME OF ALLAH

91 Roshd

- The problem of leisure time / M. Rahbar / 2
- Physics of paper rockets / S.Khademi and A.Farnoodi / 3
- Effects of viscosity on turbulence of fluids flow / R.Khalili Boroujeni / 12
- Proper approach to quantum physics / M.R. Khoshbin-e- Khoshnazar / 16
- Using conceptual maps in education / S. Mohebi and S. Niknia / 19
- Roots of physics words / J. Mehrdad / 26
- The flying circus of physics / Jearl Walker / 30
- Physics frontier / M. Rahbar / 37
- Using the history of physics in its education / Kh. Mahbobi / 41
- Finding the density of a liquid using a metre ruler
/ K. N. Chattopadhyay / 46
- Mehdi Azar yazdi and Michael Faraday / S. Moatamedi / 49
- A method for teaching first law of thermodynamics
/ D. Hormozi Nejad / 51
- A simple demonstration of a general rule for the variation of magnetic
field with distance / K. Kodama / 52
- Cellular phones helping to get a clear picture of kinematics
/ A. Falcao etal / 56
- Energy flow for a variable - gap capacitor / Nathani R. Greene / 58
- Nanotechnology festival / M. Toloeshams / 61



Ministry of Education
Organization of Research & Educational Planning
Teaching-Aids Publications Office

www.roshdmag.ir
info@roshdmag.ir

ISSN: 1606-917x

P.O. Box: 15875/6585

Department of Physics, Tehran-Iran

Physics Education Journal

Vol.25- No.91- 2010

Managing Editor: Mohammad Naseri

Editor-in-Chief: Manijeh Rahbar

Executive Director: Ahmad Ahmadi

Graphic Designer: Navid Andarodi

Editor Board: Ahmad Ahmadi,

Rouhollah Khalili, M.R. Khoshbin-e-
Khoshnazar, Jafar Mehrdad, Manijeh
Rahbar