بسم الله الرحمن الرحیم

رشد آموزش فیزیک
www.roshdmag.ir

۹۵

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر انتشارات کمک‌آموزشی

فصلنامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی
برای آموزگاران، دبیران، دانشجویان تربیت‌معلم

در این شماره می‌خوانید:

۲	آموزش برای زندگی بهتر	سردبیر
۴	آموزش فیزیک ذرات بنیادی با تصویر	علی هدایتی
۱۰	تأثیر ارزشیابی مستمر مهارت‌های فرایندی بر ...	دکتر محرم آقازاده، مهسا جلیلی
۱۸	دست‌ساخته‌های ابتکاری برای پدیده‌های فیزیکی جالب	نعمت‌الله مختاری
۲۲	کنفرانس بین‌المللی آموزش فیزیک اروپا GIREP	معصومه‌شاهسواری
۲۴	چرا هواپیماها پرواز می‌کنند؟	ترجمه: سید مهدی میرفتحی
۲۶	چرا ماهی قرمز در تنگ ناپدید می‌شود؟	ژویوهوآوشی‌فنگلیانگ
۲۸	تأثیر کاهش جرم خورشید بر شعاع مدار و دوره‌ی تناوب سیاره‌ها	محمد کبودوند مهدی سعادت
۳۰	تاریخ فیزیک ایران	اسفندیار معتمدی، سید حجت‌الحق حسینی
۳۵	همه‌چیز روی باریکه‌ای از نور!	ال.جی.اف. هرمانس
۳۸	تطبیق محور فاز بر محور زمان در حرکت نوسانی هماهنگ ساده	مژگان زمانی
۴۲	از داده‌ها تا مدل‌ها	مارتا سی. گونزالز و همکاران
۴۴	مرزهای فیزیک	منیژه رهبر
۴۸	نظام آموزشی و برنامهٔ درسی فیزیک ترکیه	اشرف‌السادات شکر باغانی
۵۵	بررسی تغییرات ثابت گرانشی	رضا توشمالانی
۵۸	نمایش هیجان‌انگیز فیزیک	یرل واکر

دوره‌ی بیست‌وششم ✦ شماره‌ی ۴ ✦ تابستان ۱۳۹۰

مدیر مسئول: محمد ناصری
سردبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی، دکتر سید حجت الحق حسینی، دکتر منیژه رهبر، سید جعفر مهرداد، آزیتا سید فدایی
طراح گرافیک: شاهرخ خره‌غانی
ویراستار: منیژه رهبر

وبگاه: www.roshdmag.ir
رایانامه: physics@roshdmag.ir
نشانی دفتر مجله: تهران، ایرانشهر شمالی، شماره‌ی ۲۶۶.
نشانی پستی مجله: تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
تلفن دفتر مجله:
۸۸۳۰۵۸۶۲- ۰۲۱ (داخلی ۳۷۴ -۳۷۰)
تلفن گویای نشریات رشد:
۸۸۳۰۱۴۸۲- ۰۲۱
مدیر مسئول: ۱۰۲
امور مشترکین: ۱۱۴
صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
امور مشترکین: ۷۷۳۳۶۶۵۶ و ۷۷۳۳۵۱۱۰
شمارگان: ۸۰۰۰ نسخه
چاپ: شرکت افست (سهامی عام).

قابل توجه نویسندگان و مترجمان گرامی

مجله رشد 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.
- پی‌نوشت‌ها 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.

آموزش برای زندگی بهتر

سرمقاله

سردبیر

پایان سال تحصیلی و آغاز تعطیلات تابستانی فرصتی را در اختیارمان می‌گذارد تا با نگاهی اجمالی به آنچه در طول سال تحصیلی رخ داده است و تفکر عمیق دربارهٔ آن بررسی کنیم در طول این مدت چه اندازه به اهداف موردنظر خود دست یافته‌ایم. بدیهی است که برای ارزیابی دقیق این مطلب باید هدف‌های موردنظرمان را به دقت مشخص کنیم.

معمولاً در تدوین برنامه‌های درسی اهداف مختلفی ذکر می‌شود که تحقق بسیاری از آن‌ها در مدت تحصیل در دبیرستان امکان‌پذیر نیست. اما، معمولاً مهم‌ترین هدف که تربیت دانش‌آموزان برای زندگی به عنوان شهروندی متعهد در جامعه که بتواند نیازهای خود در برخورد با شرایط مختلف زندگی مدنی و تعامل با دیگر شهروندان است یا کاملاً نادیده گرفته می‌شود و یا به آن توجه کافی نمی‌شود.

امروزه، تقریباً کم‌وبیش می‌دانیم که فیزیک نقش بسیار مهمی در پیشرفت تمدن بشر داشته است. اغلب امکانات مختلفی که در دسترسی ما قرار دارد و زندگی‌مان را دگرگون ساخته محصول تلاش کسانی است که با علاقه‌مندی در این زمینه به پژوهش پرداخته و محصول کار خود را در خدمت جامعهٔ بشری قرار داده‌اند. البته، ذکر این نکته هم ضروری است که به‌کارگیری این دستاوردها اگر با تعهد اخلاقی همراه نباشد، به ضد خود تبدیل می‌شود و به جای رفاه و سعادت بشر موجب نابودی و ویرانگری می‌شود.

بنابراین، آنچه باید در آموزش مورد توجه قرار گیرد، توجه به جنبه‌های مختلف علم، و چگونگی به‌کارگیری درست امکاناتی است که علم در اختیارمان قرار می‌دهد. هرگونه بی‌توجهی به این مطلب پیامدهای ناخوشایندی دارد که اکنون هم کم‌وبیش شاهد آن در سراسر جهان هستیم. یک مثال بارز این مطلب شرایط نامطلوب جوی ناشی از استفادهٔ بی‌رویهٔ سوخت‌های فسیلی توسط کشورهای صنعتی و عدم توجه به پیامدهای آن است. همچنین از بین رفتن لایهٔ اُزن که نتیجهٔ به‌کارگیری گازهای مخرب در وسایل جدید است.

نکتهٔ دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد آن است که برای استفادهٔ مطلوب از امکاناتی که آموزش در اختیارمان قرار می‌دهد، درک عمیق پدیده‌های مختلف علمی ضروری است. چون با حفظ کردن طوطی‌وار مطالب نمی‌توان از امکاناتی استفاده کرد که شناخت درستی از آن نداریم. خداوند نعمت‌های خود را به صورت پدیده‌های طبیعی در اختیار بشر قرار داده است، و برای شکر این نعمت‌ها باید ابتدا شناخت درستی از آن‌ها به دست آوریم. در هیچ کتاب آسمانی به اندازهٔ قرآن مجید بر تفکر علمی و غور در طبیعت تأکید نشده است. بنابراین، وظیفهٔ ما به عنوان یک مسلمان متعهد آن است که برای پیروی درست از این آیین مقدس به تفکر عمیق بپردازیم و بکوشیم تا

پدیده‌های طبیعی را به درستی درک کنیم.

حال، این پرسش مطرح می‌شود که در آموزش علوم تا چه اندازه روش درست آموزشی را در برنامه‌های خود در نظر می‌گیریم؟

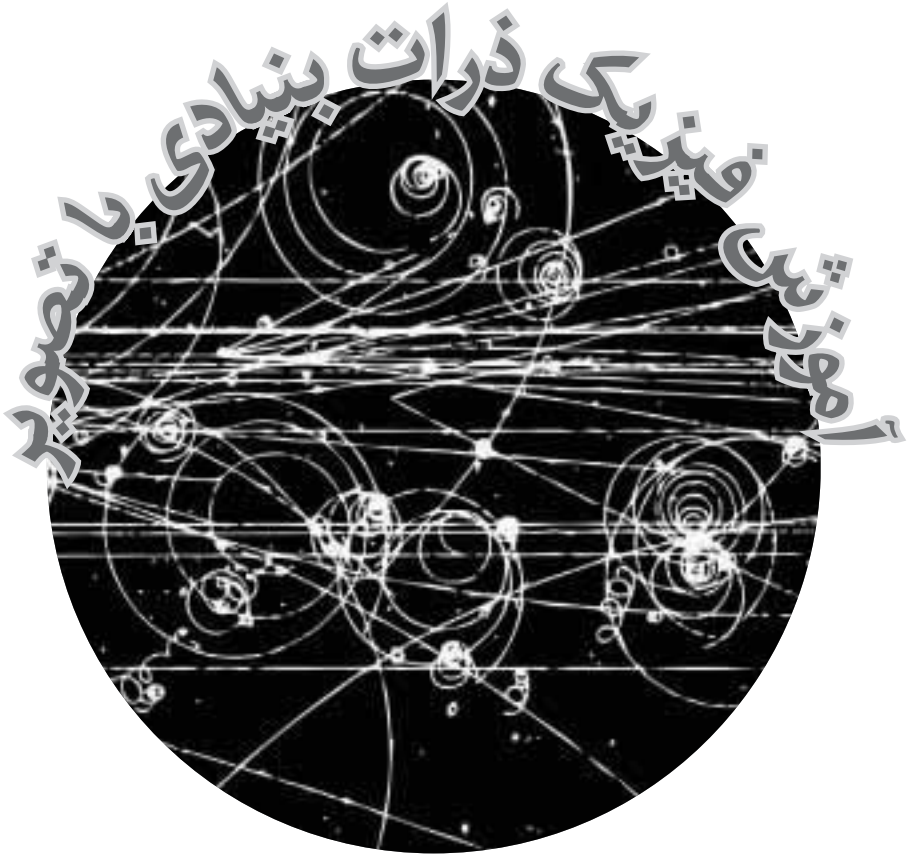
بررسی‌های مختلف در مورد کیفیت آموزش علوم در کشورمان نشان می‌دهد که در این مورد روش‌های چندان مطلوبی به‌کار گرفته نمی‌شود. رسانه‌های فراگیر ما همواره مواد آموزشی را تبلیغ می‌کنند که مهم‌ترین دستاورد آنها قبول‌شدن در آزمون‌های مختلف بدون درک کاملی از پدیده‌هاست. برای من به عنوان یک معلم باورکردنی نیست که مسئولان کشور اجازهٔ تبلیغ کتابی را بدهند که عنوان آن پرسش‌های پرتکرار باشد. این یعنی توصیه به حفظ‌کردن پرسش‌هایی که احتمال آمدن آن در آزمون زیاد است، بدون توصیه به درک مطلب و منطق مطرح شده در پرسش.

نتیجه این نوع آموزش چیزی است که امروز کم‌وبیش با آن مواجه‌ایم. یعنی، در کشوری با در اختیار داشتن تمام امکانات لازم مانند شرایط متنوع طبیعی، منابع گستردهٔ انرژی، معادن مختلف، و مهم‌تر از همه نیروی انسانی جوان و با استعدادی که در نتیجهٔ گسترش وسیع مؤسسه‌های آموزش عالی امکان مشارکت مؤثر در توسعه سریع کشور را به دست آورده است، با شاخص‌هایی مواجهیم که از بسیاری کشورهای با امکانات بسیار محدودتر پایین‌تر است. از این‌رو نمی‌توانیم این امکانات بالقوهٔ عظیم را به صورت بالفعل درآوریم که هدف اول نظام آموزشی، قبول شدن شاگردان در امتحان‌های مختلف است و هدف نهایی که تربیت افراد برای زندگی بهتر باشد نادیده گرفته شده است. بنابراین، مشاهده می‌کنیم که به‌رغم رشد آمار در زمینه‌های مختلف از قبیل تعداد دانشجویان در دوره‌های تحصیلات تکمیلی، رشد سریع تعداد مقاله‌های علمی و غیره، نتیجهٔ آن در جامعه چندان مشاهده نمی‌شود. پژوهش‌های زیادی در کشور صورت می‌گیرد، ولی نتیجهٔ آن‌ها که باید باعث تولید محصولات بهتر و از بین رفتن مشکلات جامعه باشد، چندان ملموس نیست.

به عنوان مثال، یکی از مسئله‌های مورد توجه در جهان امروز مسئله محیط‌زیست و مشکلات گسترده‌ای است که رشد جمعیت و صنعتی‌شدن جوامع مختلف به‌وجود آورده است. مسائل زیست‌محیطی تداوم زندگی بشر روی کرهٔ زمین را تهدید می‌کنند. با این همه، نظام آموزشی ما به این موضوع مهم و حیاتی، که کشورمان به‌طور گسترده با آن درگیر است، توجه چندانی ندارد. باید به شاگردان در مقاطع مختلف بیاموزیم که محیط زندگی ما ودیعهٔ گرانبهایی است که خداوندمان در اختیارمان قرار داده و برای تداوم زندگی سعادتمندانه و توأم با رفاه باید آن را حفظ کنیم. حال، بررسی کتاب‌های درسی در مقاطع مختلف نشان می‌دهد که به این مسئلهٔ مهم توجه چندانی نشده است.

بنابراین، تعطیلات در پیش‌رو فرصتی است تا دربارهٔ مطالب درسی و چگونگی ارائهٔ مطلوب آنها بیندیشیم و برنامهٔ آموزشی خود را طوری برنامه‌ریزی کنیم که علاوه بر جذاب‌بودن برای شاگردان، این امکان را در اختیارشان بگذارد که از آنچه یاد می‌گیرند در جهت زندگی بهتر خود و دیگر شهروندان استفاده کنند.

آموزش فیزیک ذرات بنیادی با تصویر



علی هدایتی

دبیر و مدرس مراکز ضمن خدمت فرهنگیان میانه

چکیده: **ذرات بنیادی کوچک‌ترین اجزای ماده هستند که از دو گروه فرمیون‌ها[1] و بوزون‌ها[2] تشکیل شده‌اند. پروتون‌ها و نوترون‌ها از ذرات کوچکی به نام کوارک[3] ساخته شده‌اند که با ذرات بنیادی دیگری به نام گلوئون[4] به همدیگر متصل شده‌اند. کوارک‌ها و گلوئون‌ها دارای بار رنگی[5] هستند که این ویژگی آن‌ها عامل اصلی برهم‌کنش بین کوارک‌ها معرفی شده است. مبادله گلوئون بین کوارک‌ها نیروی قوی را پدید می‌آورد که این نیرو مانع دور شدن کوارک‌ها و دیگر ذرات درون هسته می‌شود.**

چهار نوع نیروی بنیادی در طبیعت وجود دارد این نیروها شامل نیروی الکترومغناطیسی، نیروی هسته‌ای قوی، نیروی هسته‌ای ضعیف و نیروی گرانشی است، همه این نیروها با تبادل بوزون‌ها بین ذرات (فرمیون) مبادله می‌شوند.

در این نوشته تلاش بر آن شده است که به پرسش‌هایی نظیر (ذرات بنیادی، ماهیت نیروی جاذبهٔ بین نوکلئون‌ها[6]، ماهیت نوکلئون‌ها، سازوکار پرتوزایی و...)، که ذهن بسیاری از دانش‌آموزان و دانشجویان عزیز را به خود مشغول می‌کند تا حد امکان پاسخ داده شود.

کلید واژه‌ها: ذرات بنیادی، فرمیون، بوزون، نوکلئون، کوارک، گلوئون.

ابداع روش‌های نوین آزمایشگاهی و اختراع دستگاه‌های پیشرفته، باعث کشف ذرات جدیدتر در داخل اتم می‌شود اما از میان صدها ذره کشف شده فقط تعدادی معدودی در حکم ذره بنیادی هستند. ذرات درون اتم به روش‌های تجربی به وسیله دستگاه‌های شتاب‌دهنده خطی، سیکلوترون‌ها، برخورددهنده‌ها و غیره شناسایی می‌شوند.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که نیروهای جاذبهٔ بسیار قوی بین ذرات هسته وجود دارد و این نیروها بر دافعه الکتروستاتیک بین پروتون‌ها غلبه می‌کند. سرشت نیروی جاذبه نوکلئون‌ها مستقل از بار الکتریکی آن‌هاست و به خاصیت دیگری از ذرات هسته‌ای ارتباط دارد.

برخی از ذرات بنیادی اجزای ماده‌اند و ماده را تشکیل می‌دهند اما برخی دیگر

از آن‌ها حامل، نیروهای بنیادی بین ذرات ماده هستند.

گرچه در ظاهر هسته اتم فقط از پروتون‌ها و نوترون‌ها تشکیل شده است اما بررسی دقیق‌تر نشان می‌دهد که چند نوع ذره دیگر در ساختار هسته وجود دارد که برهم‌کنش بین این ذرات کوچک‌تر، نیز بسیار شگفت‌انگیز است.

تاریخچه ساختار ذره‌ای ماده

حدود ۴۰۰ سال پیش از میلاد مسیح، لوکیپوس؛ فیلسوف یونان باستان، مطرح کرد که ماده ساختار ذره‌ای دارد، یعنی ماده از اجتماع ذره‌های بسیار بسیار ریزی تشکیل شده است. به عقیده او این ذرات بسیار ریز آخرین حد از تقسیم ماده‌اند و دیگر قابل تقسیم نیستند، او این ذرات را اتم نامید.

پس از وی یکی از شاگردانش به نام دموکریتوس، اولین نظریه درباره اتم را ارائه داد، اما نظریه دموکریتوس به دلیل این‌که بر پایه آزمایش نبود و اندیشه‌اش بسیار فراتر از سطح درک انسان‌های آن زمان بود فراگیر نشد. پس از گذشت ۲۲ قرن، در سال ۱۸۰۸ جان دالتون، دانشمند مشهور انگلیسی، براساس شواهد و قوانین تجربی که خود و دیگر دانشمندان کشف کرده بوده‌اند به ویژگی ذره‌ای ماده که دموکریتوس مطرح کرده بود، پی برد. دالتون، اتم‌ها را گوی‌های توپری فرض کرد که به ذرات دیگری قابل تجزیه نبودند (شکل ۱).

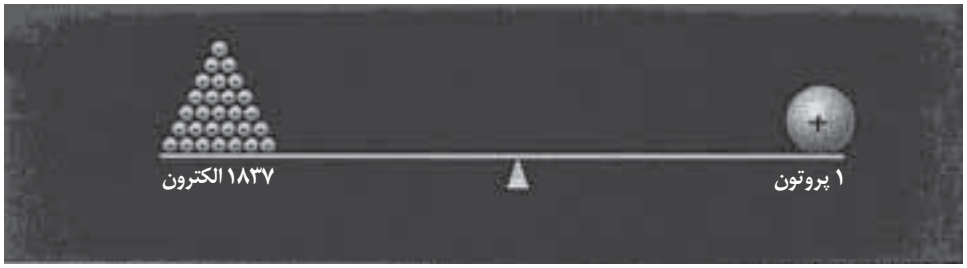
شکل ۱: مدل اتمی دالتون

پس از نظریه اتمی دالتون آزمایش‌های تامسون و رادرفورد نشان داد که هر اتم از ذرات دیگری به قرار زیر تشکیل شده است.

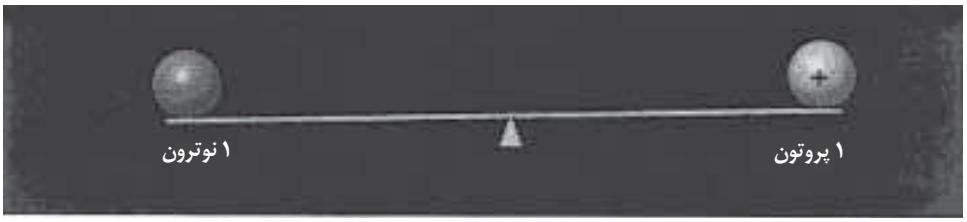
الف) الکترون: ذره‌ای با بار منفی که جرم آن $\frac{1}{1837}$ جرم پروتون است به عبارت دیگر جرم پروتون معادل جرم ۱۸۳۷ الکترون است (شکل ۲).

ب) پروتون: ذره‌ای با بار مثبت که جرم آن معادل جرم ۱۸۳۷ الکترون است.

ج) نوترون: ذره‌ای خنثی که جرم آن اندکی از جرم پروتون بیشتر است ولی می‌توان جرم آن را تقریباً معادل جرم پروتون فرض کرد (شکل ۳).



شکل ۲: مقایسه جرم پروتون با الکترون



شکل ۳: مقایسه جرم نوترون با پروتون

ذرات بنیادی اتم

ذرات بنیادی در واقع کوچک‌ترین جزء شناخته شده ماده‌اند که به ذرات ریزتر و کوچک‌تر قابل تقسیم نیستند. قبلاً تصور می‌شد که پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌ها تنها ذرات بنیادی سازنده اتم‌ها هستند اما مطالعات دقیق‌تر نشان داد که نوترون‌ها و پروتون‌ها خود از ذرات دیگری ساخته شده‌اند. در فیزیک ذرات بنیادی، مدلی به نام **مدل استاندارد** مطرح شده که تمام **ذرات** و **نیروهای** جهان هستی را شرح می‌دهد. این مدل صدها ذره زیر اتمی و برهم کنش‌های پیچیده آن‌ها را به کمک ۱۷ ذره بنیادی زیر توضیح می‌دهد (جدول ۱).

در این مدل فرمیون‌ها (کوارک‌ها و لپتون‌ها[۲]) سنگ بناهای ماده‌اند اما بر هم‌کنش بین آن‌ها با خانواده دیگری از ذرات به نام بوزون‌ها توجیه می‌شود. برهم‌کنش بین ذرات منشأ تولید نیروهای بنیادی بین ذرات است و برای هر **نیروی خاص** یک نوع ذرهٔ متفاوت وجود دارد. مثلاً فوتون‌ها (ذرات نور) حامل‌های نیروی الکترومغناطیس‌اند؛ گلوئون‌ها،

	فرمیون‌ها			بوزون‌ها
کوارک‌ها	u بالا	c افسون	t بالا	γ فوتون
	d پایین	s شگفت	b ته	Z بوزون Z
لپتون‌ها	ν_e نوترونیوی الکترون	ν_μ نوترونیوی مئون	ν_τ نوترونیوی تاو	W بوزون W
	e الکترون	μ مئون	τ تاو	g گلوئون

ذرات حامل نیرو

بوزون هیگز

جدول ۱: ۱۷ ذره بنیادی

حامل‌های نیروی قوی و بوزون‌ها (باردار و خنثی) حامل نیروی ضعیف هستند.

۱. فرمیون‌ها: ذرات تشکیل‌دهنده ماده هستند که تمایل به اشغال حالت کوانتومی یکسان ندارند و از اصل طرد پاولی پیروی می‌کنند. این ذرات از مکانیک آماری فرمی ـ دیراک پیروی می‌کنند، عدد کوانتومی اسپین این ذرات مانند الکترون ۱/۲ است. این ذرات شامل کوارک‌ها و لپتون‌ها هستند.

۲. بوزون‌ها: این ذرات حامل نیروهای بنیادی بین فرمیون‌ها بوده و به ذرات تبادلی نیز معروف هستند. این ذرات تمایل به اشغال حالت کوانتومی یکسان دارندو از اصل طرد پاولی پیروی نمی‌کنند. این ذرات از آمار بوز ـ اینشتین پیروی می‌کنند مانند نور لیزر، عدد کوانتومی اسپین این ذرات عدد صحیح است. برخی بوزون‌ها مانند فوتون (γ) گلوئون (g) بدون جرم هستند ولی برخی از آن‌ها مانند بوزون‌ها از نوع Z، W و بوزون هیگز[۸] جرم دارند، به پنج بوزون بالا، بوزون‌های بنیادی می‌گویند.

بوزون هیگز: این ذره اخیراً پیشنهاد شده است و جرم آن بیشتر از بوزون W یا Z است.

کوارک و انواع آن: کوارک‌ها اجزای بنیادی ماده‌اند که در اواخر سال‌های ۱۹۶۰ و اوایل سال ۱۹۷۰ مطرح شده‌اند. ویژگی‌های کوارک شامل بار الکتریکی، بار رنگی، اسپین و جرم است. کوارک‌ها اجزای سازنده پروتون و نوترون هستند و بار الکتریکی آن‌ها کسری است، کوارک‌های دارای بار الکتریکی ۲/۳+ است c، u و t و کوارک‌های دارای بارالکتریکی ۱/۳− s، d و b هستند. همان‌طور که در جدول (۳) آمده است، شش نوع کوارک شناسایی شده است که از بین آن‌ها فقط کوارک u (بالا) و d (پایین) پایدار است و جرم هر یک از آن‌ها ۱/۳ جرم پروتون یا نوترون است.

مجزا کردن[۹] کوارک منفرد غیرممکن است اما ترکیب دو یا چند کوارک با یکدیگر تشکیل ذراتی به نام هادرون[۱۰] می‌دهد که به‌وسیله دستگاه‌های پیشرفته قابل ردیابی هستند، هادرون‌ها به دو دسته باریون[۱۱] و مزون[۱۲] تقسیم می‌شوند.

باریون‌ها، ذراتی هستند که از سه کوارک تشکیل شده‌اند و مشهورترین آن‌ها همان پروتون و نوترون است. مزون‌ها، ذراتی هستند که از یک کوارک و پادکوارک تشکیل شده‌اند و مشهورترین آن‌ها پیون[۱۳] است.

لپتون‌ها: بار الکتریکی این ذرات خنثی و یا (۱−) است، اما عدد کوانتومی اسپین این ذرات مانند کوارک‌ها ۱/۲ است به‌طور کلی شش نوع لپتون وجود دارد سه نوع از آن‌ها دارای بار الکتریکی و سه نوع دیگر هم فاقد بارالکتریکی هستند. لپتون‌ها ذرات بنیادی هستند و معروف‌ترین لپتون همان الکترون است.

پادماده: دانشمندان عقیده دارند که برای هر نوع ذرهٔ یک پاد ذره وجود دارد مثلاً پوزیترون پاد ذره الکترون است که فقط از نظر بار الکتریکی با آن تفاوت دارد وقتی ذره و پاد ذره در کنار هم باشند بلافاصله همدیگر را نابود کرده و به انرژی تبدیل می‌شوند.

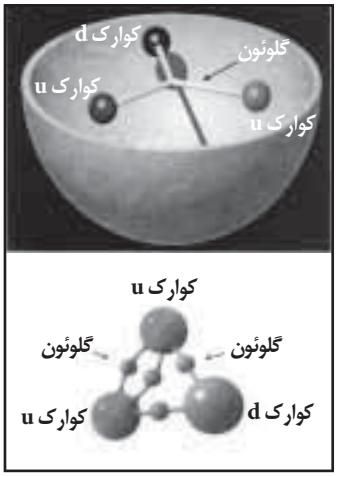
کوارک‌های سازنده پروتون

پروتون که دارای بار (۱+) است از دو کوارک u (۲/۳+) و یک کوارک d (۱/۳−) تشکیل شده است (شکل ۴).

۱+= (۲/۳+۲/۳+−۱/۳) = بار پروتون

شکل ۴: کوارک‌های سازنده پروتون

در پروتون، کوارک‌ها را ذرات دیگری به نام گلوئون به یکدیگر پیوند می‌دهد (شکل ۵).



شکل ۵: ساختار ترکیبی پروتون

گلوئون‌ها: گلوئون از واژه glue به معنی چسب و پسوند on گرفته شده است، این ذرات از نوع بوزون بوده و شبیه فوتون‌های نور هستند، این ذرات بار الکتریکی و جرم ندارند. کوارک‌های پروتون یا نوترون به وسیله گلوئون‌ها، به یکدیگر متصل می‌شوند. امروزه به روش‌های **پیچیده ریاضی ۸** نوع گلوئون پیش‌بینی شده است. نماد این ذره حرف g است و اولین شواهد تجربی این ذرات در سال ۱۹۷۹ به دست آمد.

ذرات سازنده نوترون: هر نوترون از دو کوارک d (۱/۳−) و یک کوارک u (۲/۳+) تشکیل شده است بنابراین نوترون از نظر بار خنثی است.

۰= (۱/۳−۱/۳−+۲/۳+)= بار نوترون

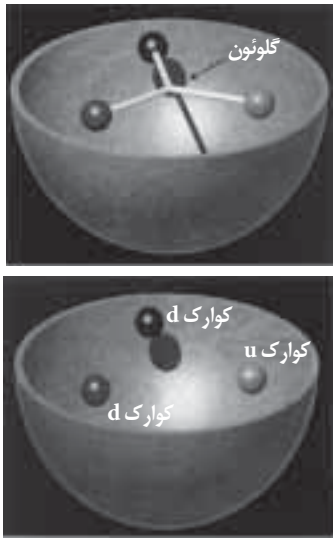
در هر نوترون نیز کوارک‌ها را گلوئون‌ها به یکدیگر پیوند می‌دهد (شکل ۶).

نوکلئون: پروتون‌ها و نوترون‌ها را به‌طور کلی نوکلئون می‌نامند.

ساختار ترکیبی نوکلئون (پروتون و نوترون)

هر نوکلئون‌ها شامل سه کوارک است که به‌وسیله گلوئون به یکدیگر متصل شده‌اند و تفاوت آن‌ها فقط در نوع کوارک‌های سازنده است به‌طوری‌که

در فیزیک ذرات بنیادی، مدلی به نام مدل استاندارد مطرح شده که تمام ذرات و نیروهایی که جهان هستی را می‌سازند شرح می‌دهد. این مدل صدها ذره زیر اتمی و برهم کنش‌های پیچیده آن‌ها را در عالم به کمک ۱۷ ذره بنیادی زیر توضیح می‌دهد



شکل ۶: ذرات سازندهٔ نوترون

پروتون از دو کوارک u و یک کوارک d ولی نوترون از یک کوارک u و دو کوارک d ساخته شده است (شکل ۷).

انواع پیون: با توجه به نوع کوارک و پاد کوارک‌های سازنده، پیون‌ها شامل سه نوع (پیون منفی، پیون مثبت و پیون خنثی) است.

۱. **پیون منفی:** از یک کوارک d و یک پاد کوارک u تشکیل شده است. ($d, \bar{u}$)

۲. **پیون مثبت:** از یک کوارک u و یک پاد کوارک d تشکیل شده است. ($u, \bar{d}$)

۳. **پیون خنثی:** از یک کوارک d و یک پاد کوارک d ($d, \bar{d}$) یا از یک کوارک u و یک پاد کوارک u تشکیل شده است ($u, \bar{u}$).

قطر ذرات بنیادی

قطر کوارک در حدود ۰/۰۰۰۰۰۰۱ قطر هسته است و قطر هسته در حدود ۰/۰۰۰۱ قطر اتم است. پس می‌توان گفت اگر قطر یک اتم را ۱ سانتی‌متر فرض کنید قطر هسته آن یک ده هزارم (۰/۰۰۰۱) سانتی‌متر ولی قطر هر کوارک فقط یک **میلیاردم** (۰/۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰۱) سانتی‌متر خواهد بود. پس کوارک‌ها در ناحیه بسیار کوچکی از هسته متمرکز شده‌اند و قسمت زیادی از فضایی هسته

شکل ۷: ذرات سازنده پروتون و نوترون

اتم خالی است (شکل ۸).

بار رنگی (نیروی رنگ): بار رنگی، ویژگی شبیه بار الکتریکی ذرات است که به کوارک‌ها و گلوئون‌ها نسبت داده می‌شود. به‌وسیله بار رنگی، حالت کوانتومی، یکسان برخی کوارک‌ها (کوارک‌های همنام) **در داخل نوکلئون‌ها توجیه می‌شود، نظریهٔ این پدیده به نظریه کوانتومی کرومودینامیک[۱۴] (QCD) معروف است. در مدل استاندارد پاد کوارک‌ها نیز مانند کوارک‌ها دارای بار رنگی هستند (پاد قرمز، پاد سبز و پاد آبی).** بار رنگی کوارک‌ها با رنگ‌های واقعی فرق دارد و یک تصویر ذهنی است که برای سادگی بحث به رنگ‌های اصلی تشبیه می‌شود. اگرچه بار الکتریکی ذرات فقط شامل دو حالت می‌شود (مثبت یا منفی) ولی بار رنگی کوارک‌ها، مانند رنگ‌های اصلی، شامل سه حالت (قرمز، سبز و آبی) است. در این مدل رنگ هر کوارک می‌تواند یکی از سه رنگ اصلی (قرمز، آبی و سبز) را داشته باشد و همان‌طور که از ترکیب این سه رنگ، رنگ سفید به دست می‌آید از برهم‌کنش چند کوارک، ذره‌ای سفید رنگ به دست می‌آید، و ذراتی قابل مشاهده در طبیعت که شامل باریون (پروتون و نوترون)، مزون (پیون)

شکل ۸: قطر ذرات درونی اتم

و... هستند هر یک از آن‌ها بی‌رنگ بوده و از سه رنگ اصلی به‌وجود آمده‌اند (شکل ۹ و ۱۰).

برهم‌کنش کوارک‌ها و مبادله گلوئون بین آن‌ها منشأ تولید نیروی بسیار قوی است و مانع جداشدن کوارک‌ها از هم می‌شود. با توجه با این‌که رنگ هر گلوئون مخلوطی از یک رنگ و یک پاد رنگ فرض شده، معادله‌های ریاضی وجود ۸ نوع گلوئون را پیش‌بینی می‌کند. در فرایند فرضی زیر رنگ گلوئون مبادله شده مخلوطی از دو رنگ قرمز و پاد سبز است و تبادل گلوئون بین کوارک‌ها، رنگ کوارک قرمز را به سبز و کوارک سبز را به قرمز را تغییر می‌دهد (شکل ۱۱).

اگرچه فوتون‌ها به هنگام مبادله، بار الکتریکی ذرات را تغییر **نمی‌دهند** اما گلوئون‌ها به هنگام مبادله، رنگ کوارک را تغییر می‌دهند.

مبادله گلوئون بین کوارک‌ها نیروی چسبندگی کوارک‌ها را تأمین می‌کند و از جدا شدن آن‌ها جلوگیری می‌کند (شکل ۱۲).

نیروهای بنیادی: بین ذرات بنیادی (فرمیون‌ها) چهار نوع نیرو حاکم است، منشأ این نیروها مربوط به مبادله ذره‌هایی از نوع بوزون (فوتون، گلوئون) است این نیروها شامل نیروهای الکترومغناطیسی، نیروهای هسته‌ای ضعیف، نیروهای هسته‌ای قوی و نیروهای گرانش به شرح زیر می‌باشد:

۱. نیروهای الکترومغناطیسی

وقتی دو ذره باردار مثل الکترون به یکدیگر نزدیک می‌شوند تبادل فوتون بین آن‌ها نیروی الکترومغناطیس را پدید می‌آورد و بر اثر ظهور نیروی الکترومغناطیس سرعت و جهت حرکت دو الکترون تغییر می‌کند (شکل ۱۳).

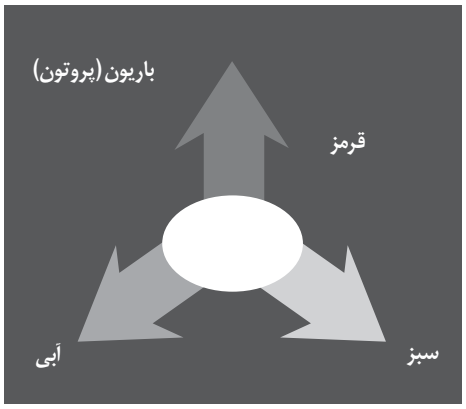
۲. نیروی هسته‌ای قوی

نیروی هسته‌ای قوی یکی از چهار نیروی بنیادی طبیعت است. این نیرو علاوه بر این‌که کوارک‌ها را در کنار هم نگه می‌دارد، نوکلئون‌ها را نیز در داخل هسته اتم به هم پیوند می‌دهد. این نیرو همانند نیروی الکترومغناطیسی با تبادل نوعی بوزون به نام **گلوئون** اعمال می‌شود. نیرویی که پروتون‌ها و نوترون‌ها را در هسته اتم‌ها نگه می‌دارد و از جدا شدن آن‌ها بر اثر نیروی دافعه بارهای مثبت پروتون‌ها جلوگیری می‌کند، یک نیروی عظیم است که این نیرو با تبادل ذره‌ای به نام **پیون** انجام می‌گیرد (شکل ۱۴).

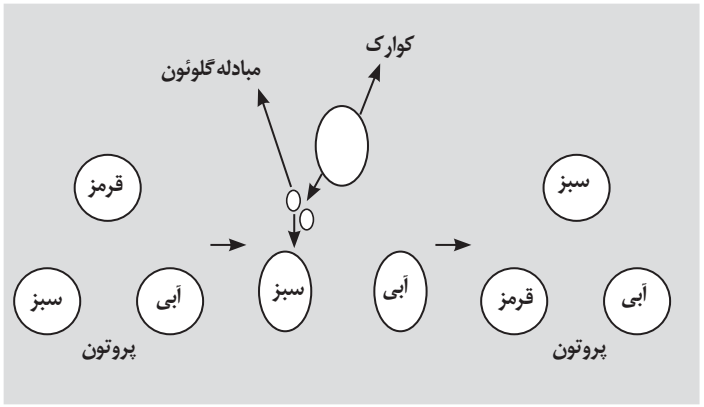
پیون، نوعی بوزون ترکیبی است که از یک کوارک و یک پادکوارک تشکیل شده است (شکل ۱۵).

اگر قطر پروتون‌ها و نوترون‌ها در این شکل ۱۰cm بود، قطر کوارک‌ها و الکترون کمتر از ۰/۱mm و اندازهٔ کل اتم حدود ۱۰km می‌شد

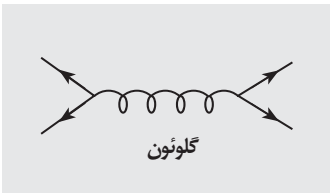
شکل ۹: پیون خنثی ترکیبی از دو کوارک



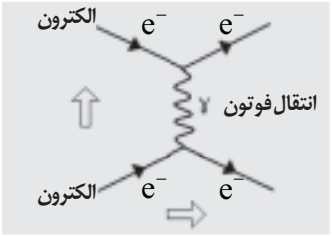
شکل ۱۰: پروتون، ترکیبی از سه کوارک



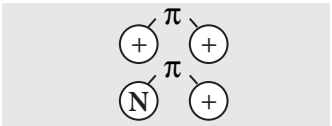
شکل ۱۱: تغییر رنگ کوارک‌ها بر اثر مبادله گلوئون



شکل ۱۲: مبادله گلوئون بین دو کوارک آبی و سبز



شکل ۱۳: دافعه الکترومغناطیس الکترون‌ها بر اثر تبادل فوتون



شکل ۱۴: تبادل پیون حامل نیروی قوی

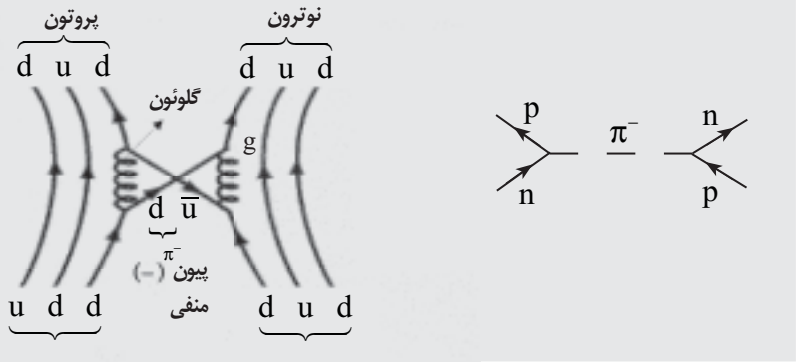
شکل۱۵: ساختار ترکیبی پیون (+)

رنگی کوارک‌ها سرچشمه می‌گیرد.

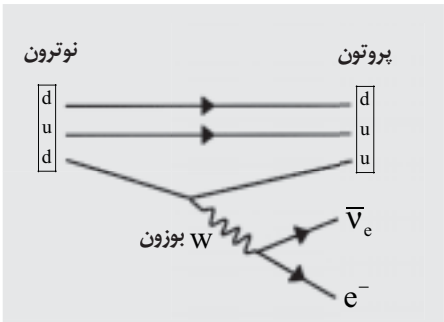
به عبارت دیگر نیروی جاذبه قوی بین پروتون‌ها و نوترون‌ها، حاصل نیروی رنگی کوارک‌هاست که در فراسوی ذرات (نوکلئون‌ها) گسترش یافته است.

۳. نیروی هسته‌ای ضعیف

نیروی هسته‌ای ضعیف که بین کوارک‌ها و لپتون‌ها وجود دارد، باعث تبادل انرژی و تکانه بین آن‌ها می‌شود و به اندازه 10^{-13} مرتبه از نیروی هسته‌ای قوی ضعیف‌تر است. همانند، سایر نیروهای بنیادی طبیعت، نیروی هسته‌ای ضعیف نیز توسط تبادل بوزون‌ها صورت می‌گیرد، که در اینجا ذرات مبادله شده **بوزون‌های** از نوع W یا Z هستند. این نیرو همان نیروی دخیل در فرایند واپاشی بتاز است (شکل ۱۷).



شکل ۱۶: تبادل پیون بین پروتون و نوترون



شکل ۱۷: تبادل بوزون به هنگام تبدیل نوترون به پروتون

۴. نیروی جاذبه گرانشی

گمان می‌رود که ذره‌ای با نام گراویتون (نوعی بوزون) که هنوز مشاهده نشده مسئول نیروی گرانشی باشد؛ اما هنوز امکان ارائهٔ نظریهٔ جامعی که شامل گراویتون باشد، قطعی نیست.

ویژگی‌های انواع نیروهای بنیادی: چند ویژگی مهم نیروهای بنیادی (شدت، نوع ذره تبادلی و برد مؤثر نیرو) به شکل زیر است، با توجه به این جدول، نیروی هسته‌ای قوی، قوی‌ترین و نیروی گرانشی، ضعیف‌ترین نیرو بین ذرات است (جدول۲).

جدول۲: ویژگی‌های انواع نیروهای بنیادی

نیروی بنیادی	ذره تبادلی	شدت نیرو	برد نیرو (متر)
الکترومغناطیسی	فوتون	10^{36}	بی‌نهایت
نیروی هسته‌ای ضعیف	بوزون W.Z	10^{25}	10^{-18}
نیروی هسته‌ای قوی	گلوئون	10^{38}	10^{-15}
گرانشی	گراویتون	۱	بی‌نهایت

نتیجه‌گیری

۱. ذرات بنیادی، کوچک‌ترین ذرات شناخته شده ماده‌اند که تاکنون ۱۷ ذره از آن‌ها شناسایی شده است.

۲. ذرات بنیادی شامل دو گروه فرمیون‌ها و بوزون‌ها هستند که فرمیون‌ها سنگ بناهای ماده بوده ولی بوزون‌ها حامل نیروهای بنیادی بین ذرات هستند.

۳. پروتون‌ها و نوترون‌ها از ذرات کوچک‌تری به نام کوارک تشکیل شده‌اند که این ذرات به‌وسیله گلوئون‌ها به یکدیگر متصل شده‌اند.

۴. کوارک‌ها و گلوئون‌ها دارای ویژگی بار رنگی هستند که این ویژگی عامل اصلی برهم‌کنش بین کوارک‌هاست.

۵. مبادله گلوئون بین کوارک‌ها نیروی قوی را پدید می‌آورد که این نیرو مانع پراکنده شدن کوارک‌ها و دیگر ذرات درون هسته می‌شود.

۶. نیروهای بنیادی شامل نیروهای هسته‌ای قوی، نیروهای هسته‌ای ضعیف، نیروی الکترومغناطیسی و نیروی گرانشی است که همه آن‌ها با تبادل بوزون بین ذرات اعمال می‌شوند.

۷. قطر هسته بسیار کم است در نتیجه قسمت زیادی از حجم اتم خالی است.

پی‌نوشت

1. Fermions
2. bosons
3. quark
4. Gluon
5. color charge
6. nucleon
7. Lepton
8. Higgs boson
9. isolation
10. Hadron
11. baryon
12. meson
13. pion
14. quantum chromodynamics

منابع

۱. **آشنایی با فیزیک هسته‌ای**، کنت کرین، مترجم: محمد ابراهیم ابوکاظمی و منیژه رهبر، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، چاپ اول، ۱۳۷۱
۲. **سیری در جهان ذرات زیر اتمی**، سیندی شوآرتز، مترجم: جلال‌الدین کاشانی راد و محمد ابراهیمی ابوکاظمی، انتشارات فاطمی، چاپ اول، ۱۳۷۵
۳. **شیمی عمومی (۲)**، تألیف چارلز مورتیمر، مترجم یاوری، عیسی، ویرایش ششم، انتشارات علوم دانشگاهی، ۲۷ آبان ۱۳۸۸
4. http://education. jlab. org/faq/index.html by Steve Gagnon 2009
5. http://www.phys.ncku. edu.tw/mirrors/physicsfaq/ Administrivia/ copyright. html by James Bottomley and John Baez, 1996
6. http://en.wikipedia.org/ wiki/Gluon 23 June 2010
8. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/Hbase/forces/ funfor.html 2008
9. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/particles/ quark.html 2008

پژوهشی

تأثیر ارزشیابی مستمر مهارت‌های فرایندی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان

دکتر محرم آقازاده
دکترای برنامه‌ریزی درسی
و مشاور یونسکو در ایران
مهسا جلیلی
کارشناس ارشد برنامه‌ریزی درسی
و دبیر فیزیک شهر قدس

چکیده: این پژوهش با هدف بررسی تأثیر ارزشیابی مستمر مهارت‌های فرایندی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در درس فیزیک ۲ و آزمایشگاه رشته تجربی سال دوم متوسطه دبیرستان هدی ۲ منطقه شهر قدس اجرا شد و این پرسش مطرح شد که آیا بین ارزشیابی مستمر مهارت فرایندی با پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان رابطه معناداری وجود دارد؟

نمونه مورد مطالعه شامل ۴۰ دانش‌آموز سال دوم متوسطه دبیرستان هدی منطقه شهر قدس است. که با انتخاب کاتوره‌ای دو گروه شاهد و آزمایش، در دو کلاس برای سال تحصیلی ۸۹-۸۸ برای پژوهش انتخاب شدند، روش پژوهش شبه آزمایشی با پیش آزمون و پس آزمون است. ابتدا پیش آزمون از هر دو گروه گرفته شد در دو گروه مورد پژوهش، براساس آزمون اندازه تأثیر، اهمیتی در پیش آزمون گروه کنترل و آزمایش دیده نشد. در طی ۱۰ جلسه آموزش مهارت‌های فرایندی به دانش‌آموزان آموزش داده شد. دانش‌آموزان به صورت گروهی پروژه‌ای را انتخاب کرده و طی انجام پروژه محقق با چک لیست‌های مستمر مراحل کار دانش‌آموزان را بررسی کرده است و در پایان با اجرای پس آزمون از گروه آزمایش و کنترل به بررسی میزان پیشرفت تحصیلی دو گروه پرداخته شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که همه مهارت‌های فرایندی به جز فرض پنجم (فرضیه‌سازی) و فرض ششم (مهارت اندازه‌گیری) مورد تأیید هستند. و پرسش اصلی پژوهش که آیا ارزشیابی مستمر مهارت‌های فرایندی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان تأثیر دارد، تأیید شد.

کلید واژه‌ها:
ارزشیابی مستمر، مهارت‌های فرایندی، پیشرفت تحصیلی، رویکرد آموزشی فرایند ـ مدار.

مقدمه

مطالعه نظری در شناسایی خصوصیات انسان آینده و نیازهای اساسی وی و رویکردهای نظری و علمی در آموزش دیروز از مهم‌ترین نیازهای مطالعاتی حوزه تعلیم و تربیت است.

اکنون در شرایطی هستیم که گوناگونی مسائل و مشکلات بی‌سابقه و شگفت‌انگیز است. آنچه در اطراف ماست از جزئی‌ترین مسائل مادی زندگی تا مهم‌ترین ابداعات و ابتکاراتی که به تسخیر فضا انجامیده است همه دستخوش دگرگونی و تغییرند (آقازاده، ۱۳۸۷، ص ۱۱).

در چنین دورانی از بی‌ثباتی، اضطراب، رشد بی‌سابقه و تنعم بی‌اندازه، تنها عاملی که می‌تواند ما را در این گیرودار رهبری کند تقویت نیروی عقلانی است (حسینی، ۱۳۸۴، ص ۲).

اگر هدف برنامه‌ریزی درسی، ایجاد تغییرات مطلوب در رفتار فراگیران باشد، پس یکی از وظیفه‌های اساسی معلمان، پرورش تفکر دانش‌آموزان است. همچنین این امر که آموزش محور تربیت است و ما باید از طریق تفکر، سطح معلومات خود و شاگردان را بالا بریم، ایجاب می‌کند در هنگام تدریس و آموزش و سازماندهی فعالیت‌های یاددهی ـ یادگیری، تفکر یا فعالیت فکری را به عنوان محور تدریس و آموزش خود

در نظـر بگیریم (یارمحمدیان، ۱۳۷۷). جریان فکر براسـاس عـادت‌ورزی به بررسـی، کنجکاوی و کاوشـگری معنی‌دار اسـت. و مهارت‌های فرایندی که شامل مهارت مشاهده‌گری، گردآوری اطلاعات، سازماندهی داده‌ها، تدوین آزمون فرضیه و استنباط است موجب اعتلای ذهن و تدوین و توسعه افکار می‌شود (جویس، ۱۳۸۷، ص ۲۴۴).

ابزار و عوامل تشکیل‌دهنده جریان تفکر براساس تحقیقات انجام شده عبارتند از: توانایی‌های یادآوری، مقایسه، گروه‌بندی، استقرا، استنتاج، ترکیب، تجزیه و تحلیل، تفسیر و تعبیر، پیش‌بینی و ارزشیابی (آقازاده، ۱۳۸۷، ص ۱۹). بر این اساس برای آن‌که دانش‌آموز در محیطی که به سرعت در حال تغییر و تحول است عملکرد خوبی داشـته باشد باید فرصت یابد تا کاری بیش از جمع‌آوری و انبار کردن اطلاعات انجام دهد. باید به او فرصتی برای تغییر و تحول داده شود (تافلر، ۱۳۷۷، ص ۲۴).

امروزه شیوه‌های جدید و فعال در یادگیری نقش اساسی برعهده دارند اما این شیوه‌ها باید به گونه‌ای به کار گرفته شوند که دانش‌آموزان به جای ذخیره‌سـازی اصول و مطالب علمی درگیر مسائل زندگی گردند؛ مسائلی را با زندگی واقعی آن‌ها مرتبط باشد یاد بگیرند، زیرا روش‌های ابتکاری منطبق با زندگی، موقعیت آموزشی را جذاب‌تر و رغبت و تلاش فراگیران را در یادگیری افزون‌تر می‌کند (شریعتمداری، ۱۳۸۷، ص ۱۸).

از سـال ۱۹۶۰ در برنامه‌ریـزی آموزشـی به دلیل کثرت اطلاعات، دیدگاهی پیدا شد مبنی بر این‌که چون همهٔ دانش‌ها را نمی‌تـوان به دانش‌آموزان آموخت، باید مفاهیم اساسـی و کلیدی را به آن‌ها یاد داد تا خود، جزئیات را فرا گیرند. پس از سپری شدن مدتی، دانشمندان به این نتیجه رسیدند که به دلیل تعدد و تنوع مطالب آموختنی، آموختن همهٔ مفاهیم اساسی نیز عملی نیسـت و باید راه یادگیری و به دست آوردن مطالب را به دانش‌آموزان آموخت. این نگرش بر آموزش راه یادگیری و یادگیری فرآیند محور، تأکید دارد (پروزیان، ۱۳۸۳، ص ۶۷).

مأموریت اصلی نظام‌های تعلیم و تربیت ایجاد، هدایت و غنی کردن فرایند یادگیری است. برای موفقیت در این مأموریت خطیر، اطلاعـات مربوط بـه فرایندهای یادگیـری، از نتایج یادگیری اساسی‌تر است. تأکید بر نتایج یادگیری و تعیین نمره برای معلومات و محفوظات دانش‌آموزان، پیامدهای نامطلوبی داشته است (کیامنش، ۱۳۷۸، ص ۱۶۸).

تأکید بر ارزشیابی‌های پایانی و عدم توجه به فرایند یادگیری موجب آن شده است که از پرورش مهارت‌های مقایسه کردن، دیدن شباهت‌ها و تفاوت‌ها، کشف رابطه‌های علت و معلولی، جابه‌جایی موقت علت و معلول، رسـیدن از مثال به قاعده و از قاعده به مثال و ارزشـیابی پدیده‌های مورد مطالعه، غفلت شود. ارزشیابی‌های بین‌المللی نظیر طرح تیمز و طرح A.B.C نیز نشان داده است که محصولات نظام آموزش‌وپرورش ما به

دلیل محروم بودن از مهارت‌های اساسی تفکر، از نظر پایداری و کاربسـت معلومات و حل مسایل جدید بسـیار ناتوان‌اند؛ حـال آنکه از جهت محفوظات و معلومات اندوخته‌های قابل ملاحظه‌ای دارند (کیامنش، ۱۳۷۸، ص ۷۰).

ارزشیابی باید بخشی از فرایند یاددهی ـ یادگیری محسوب شود، زیرا هدف آن بهبود بخشیدن و اصلاح کردن آموزش است نه صرفاً تعیین میزان موفقیت در پیشرفت تحصیلی

بحث

ارزشیابی باید بخشی از فرایند یاددهی ـ یادگیری محسوب شـود، زیرا هدف آن بهبود بخشـیدن و اصلاح کردن آموزش اسـت نه صرفاً تعیین میزان موفقیت در پیشـرفت تحصیلی. ارزشیابی اگر در مسیر فرایند آموزشی انجام گیرد، تعیین می‌کند که چه چیزی، به چه کسـی، در چه زمانی، به چه منظوری و چگونه باید آموزش داده شود تا رفتارهای مطلوب و منطبق با اهداف فراگرفته شوند (رستگار، ۱۳۸۲، ص ۱۸).

در سال ۲۰۰۴ جی، فوستر به نقل از استامپن بیان می‌کرد که در بلندمدت جامعه از یک‌سـو متمایل به کارگیری فرایند آموزشی است که تفکر و شیوه انتقال دانش را در عرصه زندگی آموزش دهد و از سـوی دیگر تمایل به فرایند ارزشیابی دارد که مبتنی بر سـنجش و قضاوت عادلانه و براساس اطلاعات دقیقی باشد که در ضمن یادگیری و آموزش گردآوری می‌شود. در رویکرد آموزشـی فرایند ـ مدار، هدف‌ها، روش‌ها، ابزارها، برنامه‌ها، سـازماندهی آموزشی و ارزشـیابی از آن با توجه به توسعه فرایندهای ذهنی و مهارت‌های تفکر صورت می‌گیرد. در ایـن رویکـرد دانش‌آمـوز فعال، محیط یادگیری مشـوق

فرایندهای شـناختی، نقش معلم تسهیل کننده ـ ترغیب‌کننده و هدایتگر، و شـیوه ارزشـیابی نیز بر مشاهده عملکرد و ارائه بازخوردهای مستمر به دانش‌آموزان مبتنی است. این رویکرد بر تحلیل مستمر فرایند آموزشی و یادگیری و ارائه بازخوردهای به هنگام برای تحقق بخشـیدن به اهداف آموزشی تأکید دارد (فرج‌اللهی، ۱۳۸۱، ص ۸۶).

ویژگی‌های رویکرد آموزشی فرایند ـ مدار

در رویکرد فرایند مدار **نقش معلم** بررسی مواد و برنامه‌های درسی و شـناخت مهارت‌های علمی است، **نقش دانش‌آموز** شـرکت فعـال در تجربیات یادگیـری، **نگاه بـه علم** روش علمی: مشاهده، گردآوری اطلاعات، پیش‌بینی، فرضیه‌سازی، اندازه‌گیری، تفسیر داده‌ها و نتیجه و تصمیم‌گیری مناسب است کـه به تعمیق یادگیری می‌انجامد، **نـگاه به یادگیری** از طریق مشـارکت فعال اسـت و دانش‌آموزان به پرورش مهارت‌های خود می‌پردازند. **مزیت** رویکرد مهارت‌های فرایندی آن است که دانش‌آموزان فعالانه در فرایند یاددهی ـ یادگیری مشارکت می‌کننـد و زمانی که توجه به پـرورش مهارت‌های فرایندی معطوف باشـد و محتوا اهمیت کمتری داشـته باشـد، توالی یادگیری آسـان‌تر سازمان‌دهی می‌شـود. **ولی** با محدود بودن میزان توجه به محتـوای علمی، کمبود وقت ایجاد تعادل بین حیطه‌های مختلف یادگیری دشوار است.

سطوح مهارت‌های فرایندی

مهارت‌های فرایندی به دو دسته فکری و فیزیکی تقسیم می‌شـود. مهارت فکری، شـامل همان اهـداف رفتاری بلوم از سـطح فهمیدن تا سـطح ارزشیابی اسـت، مهارت‌هـای فرضیه‌سـازی، پیش‌بینـی، طراحـی، تحقیق، تفسـیر یافته‌ها، نتیجه‌گیـری و... نمونه‌هایی از مهارت فکری هستند و مشاهده، کاربرد ابزار، اندازه‌گیـری و... نیز نمونه‌های از مهارت‌های فیزیکی هسـتند (موسوی، ۱۳۸۴، ص ۴۵) (جدول ۱).

اینـک به چند نمونـه از مطالعات پژوهشـی در خارج از کشور در مورد مهارت‌های فرایندی و ارزشیابی مستمر اشاره می‌شود.

پروژه تدریس علـوم و ریاضیات مینه‌سـوتا[1] ایـن پروژه در سـال ۱۹۶۱ میلادی آغاز شـد که مرکز آن دانشگاه مینه‌سـوتا اسـت. هدف آن تشـکیل برنامه‌ای متشـکل از ریاضیات و علوم برای دوره شش‌ساله ابتدایی است. برنامه این پژوهش شش مرحله علمی دارد که عبارتنداز: مشاهده، اندازه‌گیری، آزمایش، تشریح، تعمیم و قیاس (نوقابی، ۱۳۷۴، به نقل از شواخی، ۱۳۸۰،ص ۸۵).

۲. تحقیق در مورد برنامه‌های علوم

این تحقیق در مـورد بهبود برنامه علوم در سـال ۱۹۶۲ آغاز شد و مرکز آن دانشـگاه کالیفرنیا در برکلی است. هـدف عمده آن پرورش سـواد علمی کودکان شامل به دست آوردن معلومات و درک مفاهیم اساسی علوم فیزیکی و

جدول ۱: اهداف و مراحل تدریس مهارت‌های فرایندی

عنوان مهارت تفکر	اهداف و شاخص تسلط دانش‌آموزان	نمونه
مشاهده	از حواس پنجگانه خود کمک می‌گیرند، با تمرکز و توجه به بررسی دقیق می‌پردازند، مشاهدات را ثبت می‌کنند.	به مشـاهده دقیق (با ذره‌بین) یک قطره آب روی دسـتمال کاغذی و روی پلاسـتیک می‌پردازند.
اندازه‌گیری	باید هر کمیت را با یکای همان کمیت مقایسه کنند، از ابزار مناسـب استفاده کنند، نحوه استفاده درست وسایل و دقت اندازه‌گیری هر وسیله را مشخص کنند.	قطر، جـرم قطـره و زمان جـذب و قطر دستمال را با وسایل و، کولیس، زمان‌سنج، پیپت و...
گردآوری اطلاعات	در مورد پدیده و مسئله از منابع و مراجع و سایت‌ها علاوه بر کتاب درسی و معلم اطلاعات لازم را کسب کند.	در مـورد نیازهـای بین مولکولـی و انواع دستمال‌ها اطلاعات را به دست آورند.
فرضیه‌سازی	رابطه‌ی بین متغیرها را بر مبنای پیش دانسته‌ها حدس بزنند، درباره متغیرهای مربوط با توجه به موقعیت فرضیه می‌سازند برای اطمینان از فرضیه خود استدلال می‌کند.	میـزان جـذب آب به عواملـی چون قطر دستمال، نرمی و زبری دستمال، نوع دستمال حجم قطره و... بستگی دارد.
پیش‌بینی	براسـاس فرضیه‌ها بـا توجه با اصول علمـی و اطلاعات گردآوری شده قبل از انجام آزمایش رویداد مورد انتظار در آینده را پیش‌بینی‌کند.	با افزایش چین و چروک دسـتمال‌ها میزان جذب قطره آب زیاد می‌شود.
استنباط کردن	روابـط بین اشـیا و رویدادها را برمی‌شـمارد. در توصیف مشـاهدات از دلایـل منطقی بهره می‌گیرد. از اسـتنباط در شرایط متفاوت استفاده می‌کند.	مشاهده می‌شود قطره‌ی آب روی پلاستیک جذب نمی‌شود، پس نتیجه می‌گیریم نیروی چسبندگی بین مولکول‌های آب ؟؟؟ بسیار ناچیز است.
تفسیر داده‌ها	داده‌هـای مورد نیـاز را تشـخیص می‌دهـد اطلاعات را گردآوری می‌کند. به رسـم نمودار می‌پردازد و اطلاعات را تفسیر می‌کند.	نمـودار مربوط به زمان جـذب قطره‌ها را با تغییر متغیرهای مختلف رسم می‌کنند و نمودار را برای مقایسه رسم می‌کنند.
نتیجه‌گیری	آنچـه، از همه مشـاهدات خود اسـتنباط کرده‌اند خلاصه می‌کننـد. به عواملی که در طی کاری توجه نکرده‌اند توجه می‌کنند و در تجربه و دانش خود را تجدیدنظر می‌کنند.	عامل دمای محیط را در تمام مراحل آزمایش ثابت در نظر گرفتند.

زیستی است. برای مشارکت مؤثر دانش‌آموزان در زندگی قرن بیستم ایجاد انگیزه در نگرش آزاد و کاوشگرانه و به کار بردن روش‌های منطقی در تصمیم‌گیری ضروری است. واحدهای درسی با تأکید بر وسائل و مواد آموزشی و پروژه‌ها و تجربیات دانش‌آموزان شکل می‌گیرد (نوقابی، ۱۳۷۴، به نقل از شواخی، ۱۳۸۰، ص ۸۸).

۳. هیگ بی و دیگران (۱۹۹۱) نشـان داده‌اند که فراگیران سـبک‌های یادگیری مختلف دارند و عملکرد آن‌ها نه تنها به سبک یادگیری بلکه به روش تدریس مورد استفاده نیز مربوط می‌گردد. نتیجه این تحقیق نشـان می‌دهد اگر روش یاددهی- یادگیـری مورد اسـتفاده به صورت عملی و پروژه‌ای شـیوه یادگیری را در بر گیرد، دانش‌آموز تمایل پیدا می‌کند که تکالیف آموزشـگاهی را خوب انجام دهد (نوقابـی، ۱۳۷۴، به نقل از شواخی، ۱۳۸۰، ص ۸۹).

۴. بلـوم و همکارانش ۱۹۸۶ تحقیقی تحت عنوان رابطه نگرش مثبت دانش‌آموزان نسبت به ارزشیابی تکوینی و آنچه در کلاس درس می‌گذرد انجام دادند، که در این تحقیق نشان داده شـد که بین این دو مقوله، همبستگی بالایی وجود دارد. وی تخمین می‌زند که می‌تـوان ۲۵ درصد واریانس نمره‌های پیشرفت تحصیلی را به نگرش‌های مثبت نسبت داد.

۵. جی، ال برون و همکارانش[۲] (۱۹۹۹) به بررسی سنجش تأثیرات نهایی بازخورد در ارزشیابی‌های تکوینی در یک برنامه در دانشگاه پنسلوانیا پرداخته‌اند در این مطالعه خاطرنشان شده اسـت که ضمن کم بودن تحقیقات انجام گرفته در این زمینه بازخورد در ارزشـیابی‌های تکوینی بر تقویت مؤثر یک برنامه تأکید دارد. این تحقیق به نحوی به مفهوم‌سازی و تعبیر و تفسیر نظری بر روی بازخورد ارزشیابی تکوینی پرداخته است و آن را از سایر ارزشیابی‌های انباشتی جدا کرده است.

با توجه به آنکه محقق در فرایند یاددهی و یادگیری درس فیزیک حضور دارد و پیوسـته با مسائل یادگیری و ارزشیابی دانش‌آموزان درگیر اسـت درصـدد برمی‌آید تا به عنوان معلم پژوهش‌گر به بررسی عوامل مختلف مؤثر بر پیشرفت تحصیلی و عملکرد یادگیری دانش‌آموزان بپردازد در این پژوهش بررسی تأثیر ارزشیابی مستمر مهارت‌های فرایندی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دختر سـال دوم متوسطه رشته تجربی دبیرستان هدی ۲ منطقه شـهر قدس در درس فیزیک ۲ و آزمایشگاه در سـال تحصیلی ۸۹-۱۳۸۸ را مورد بررسـی قرار می‌دهد تا در دانش‌آموزان نسبت به ارزشیابی و ایجاد مهارت فرایندی تغییر نگرش پدید آورد.

۱-۴- اهداف پژوهش

۱-۴-۱- هدف کلی:

بررسـی تأثیر ارزشیابی مسـتمر مهارت‌های فرایندی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان

بـا توجه به این هدف کلی اهـداف جزئی زیر مورد نظر است.

اهداف جزئی:

۱. بررسـی تأثیر ارزشـیابی مسـتمر مهارت مشاهده بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان

۲. بررسـی تأثیر ارزشـیابی مسـتمر مهارت گـردآوری اطلاعات بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان

۳. بررسی تأثیر ارزشیابی مستمر مهارت استنباط بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان

۴. بررسـی تأثیر ارزشیابی مسـتمر مهارت پیش‌بینی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان

۵. بررسی تأثیر ارزشیابی مستمر مهارت فرضیه‌سازی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان

۶. بررسی تأثیر ارزشـیابی مستمر مهارت اندازه‌گیری بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان

۷. بررسی تأثیر ارزشیابی مستمر مهارت تفسیر داده‌ها بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان

۸. بررسـی تأثیـر ارزشـیابی مسـتمر مهـارت نتیجه و تصمیم‌گیری بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان

برای مشارکت مؤثر دانش‌آموزان در زندگی قرن بیستم ایجاد انگیزه در نگرش آزاد و کاوشگرانه و به کار بردن روش‌های منطقی در تصمیم‌گیری ضروری است

پرسش اصلی پژوهش

آیا بین ارزشـیابی مسـتمر مهارت فرایندی با پیشـرفت تحصیلی دانش‌آموزان رابطه معناداری وجود دارد؟

روش تحقیق

بـا توجه به اهداف این پژوهش مبتنی بر تأثیر ارزشـیابی مستمر، مهارت‌های فرایندی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان و بـه منظور بالا بردن کیفیت آمـوزش در تدریس و یادگیری مهارت‌های فرایندی درس فیزیک ۲ و آزمایشگاه رشته تجربی سـال دوم متوسطه اجرا شـد. لذا برای تحقق هدف تحقیق از روش تحقیق شبه آزمایشـی (تجربی) استفاده شده است. در تحقیق محقق دو گروه آزمایش و شاهد را دختر با سن بین ۱۵-۱۶ سال در کلاس دوم تجربی به صورت تصادفی انتخاب کرد. و با آموزش مهارت‌های فرایندی به گروه آزمایش و بررسـی مستمر فعالیت‌های آنان وقوع تغییرات و رویدادها را در شرایط کنترل شده به وجود آورد.

جامعه آماری و روش نمونه‌گیری

شـرکت‌کنندگان در این پژوهش ۴۰ نفر دانش‌آموز سال دوم متوسـطه دبیرستان هدی منطقه شهر قدس هستند. که با انتخـاب تصادفی دو گروه شـاهد و آزمایـش، در دو کلاس

برای تحصیلی ۸۹-۸۸ برای پژوهش انتخاب شدند روش پژوهش شبه‌آزمایشی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون است که برای همسان‌سازی دو گروه مورد پژوهش، براساس آزمون اندازه اثر، تفاوت با اهمیتی در پیش‌آزمون دو گروه کنترل و آزمایش دیده نشد و انحراف معیار که به عنوان با ثبات‌ترین شاخص پراکندگی معرفی می‌شود در این دو گروه تقریباً مساوی بود که بیانگر همسانی دو گروه است. شایان ذکر است برای قوت بخشیدن به نتایج پژوهش حاضر دو گروه از لحاظ سن، شرایط اجتماعی، اقتصادی، سطح فرهنگی و محل آموزش (دبیرستان هدی در منطقه شهر قدس) تقریباً همسان بودند همچنین با توجه به نمره‌های آزمون ترم اول درس فیزیک ۲ و آزمایشگاه در سال تحصیلی ۸۹-۸۸ دانش‌آموزان همسان بودند.

ابزار پژوهش

در این پژوهش جهت جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز برای پاسخ به پرسش‌های پژوهش فصل اول، برای هر دو گروه کنترل و آزمایش در حیطه دانشی ۸ پرسش برای پیش‌آزمون و پس‌آزمون با توجه به پرسش‌های پژوهش فصل اول تهیه شد، و در حیطه مهارتی به صورت مستمر در طول مدت دو ماه در حین تدریس مهارت‌های فرایندی و انجام پروژه‌های دانش‌آموزی چک‌لیست‌هایی، به صورت آزمون‌های عملکردی اجرا شد و در حیطه نگرشی با ۲۰ دانش‌آموز گروه آزمایش مصاحبه انجام شد. در پایان گزارش کار مراحل انجام مهارت‌های فرایندی که در قالب یک پروژه انتخابی توسط دانش‌آموزان انجام شد توسط محقق و ۳ نفر از دبیران فیزیک با توجه به فرم داوری که در پیوست آمده مورد داوری قرار گرفت.

روایی و اعتبار ابزار پژوهش

بررسی روایی و اعتبار پرسشنامهٔ بخش شناختی این پژوهش بدین صورت انجام شد. در مرحله اول براساس پرسش‌هایی که در فصل اول به آن پرداخته شد و با توجه به متغیرهای مورد اندازه‌گیری تهیه شده جهت بررسی میزان اعتبار و پایایی بر اصلاح، و برای تغییرات از راهنمایی‌های استاد راهنما و همچنین از تجربیات و نظرات ۳ نفر از دبیران محترم فیزیک کمک گرفته شد. برای ۹ پاسخ آزمون پرسشنامه نهایی پژوهش، برآورد اعتبار از الفای کرنباخ با نرم‌افزار spss محاسبه گردید که عدد ۷۸٪ به دست آمد بالا بودن این ضریب به معنای این است که پرسش‌های مقایسه‌ای با یکدیگر همخوانی (همسانی) دارند. در بخش مهارتی این پژوهش از چک لیست‌های برای بررسی ارزشیابی مستمر استفاده شد. این چک‌لیست‌های مهارتی از کتاب راهنمای فیزیک ۲ دفتر تألیف کتب درسی و با هماهنگی و نظر استاد راهنما انجام شد. همچنین جهت بررسی گزارش کارهای نهایی دانش‌آموزان از چک لیست‌های ارزشیابی طرح پژوهشی (پروژه) دانش‌آموزان راهنمای عملی پژوهش زهرا حریرفروش و... استفاده شده است که مورد تأیید استاد راهنما و ۳ نفر از دبیران فیزیک منطقه شهر قدس قرار گرفت. و در پایان در بخش مهارتی برای بررسی میزان انگیزش دانش‌آموزان مصاحبهٔ با ۲۰ نفر از دانش‌آموزان گروه آزمایش با توجه به هدف تعیین شده در فصل اول انجام گرفت.

روش اجرا و گردآوری

در این پژوهش محقق برای اجرای ارزشیابی مستمر طی دوره ۱۰ جلسه‌ای مهارت‌های فرایندی و گام‌های دست‌یابی به این مهارت‌ها را به دانش‌آموزان گروه آزمایش آموزش داد و در ادامه دانش‌آموزان به صورت گروهی با انتخاب یک عنوان برای انجام پروژه، فعالیت‌های خود را در زمینه دست‌یابی به شاخص‌های که در هر گام از انجام مهارت‌های فرایندی موردنظر محقق بود اجرا کردند. در تمام این مراحل محقق با چک‌لیست‌های ارزشیابی مستمر نحوی فعالیت آنان را بررسی کرد و دانش‌آموزان را در فرایند یادگیری خود سهیم ساخت تا توان خود ارزیابی را در آنان تقویت کند. با توجه به فعالیت‌های دانش‌آموزان، عواملی را که مانع پیشرفت آنان بود شناسایی کرد، و بازخوردهای لازم را به آنان داد. سرانجام، با اجرای آزمون و مصاحبه پیشرفت تحصیلی آنان را مورد بررسی قرار داد.

روش‌های آماری تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش، با استفاده از نرم‌افزار spss در دو سطح توصیفی و استنباطی به تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده پرداخته شده است. در سطح توصیفی از شاخص‌های جدول همبستگی پیرسون، شاخص‌های پراکندگی، نمودار نمره‌های پس آزمون و پیش آزمون استفاده شده است. همچنین جهت تحلیل استنباطی داده‌ها و بررسی فرضیه‌های پژوهش از آزمون مقایسه میانگین جفت نمونه‌ای (آزمون تی)، آزمون اندازه اثر بین موردی[۳]، استفاده شده است. در تجزیه تحلیل داده‌های به دست آمده از آزمون گروه کنترل و آزمایش در بخش بین گروهی صورت گرفته است.

تجزیه و تحلیل نمرات ۸ پرسش پیش‌آزمون گروه آزمایش و کنترل

سؤال اصلی پژوهش پیش آزمون گروه آزمایش و کنترل

روش‌های آماری تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش، از نرم‌افزار spss ۱۷ در دو سطح توصیفی و استنباطی به تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده پرداخته شده است.

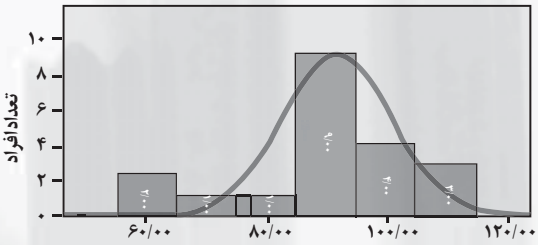
پرسش اصلی پژوهش

آیا بین ارزشیابی مستمر مهارت فرایندی با پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان رابطه معناداری وجود دارد؟

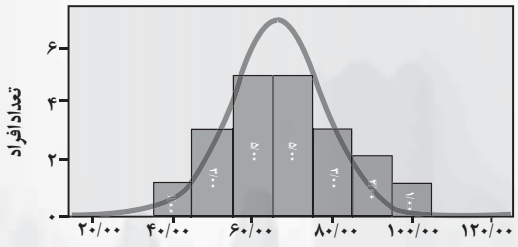
جدول ۲. جدول آمار توصیفی سؤال اصلی پیش آزمون گروه آزمایش و کنترل

پیش‌آزمون	میانگین	میانه	مد	انحراف معیار
پرسش اصلی گروه آزمایش	۶۸/۰۰۰۰	۷۰/۰۰۰۰	۶۰/۰۰	۱۵/۴۲۳۸۴
پرسش اصلی گروه کنترل	۵۳/۰۰۰۰	۵۰/۰۰۰۰	۵۰/۰۰	۱۳/۸۰۳۱۳

با مشاهده نمودارهای زیر و جدول بالا می‌توان بیان کرد که،



نمره‌های پیش آزمون گروه کنترل



نمره‌های پیش‌آزمون گروه آزمایش

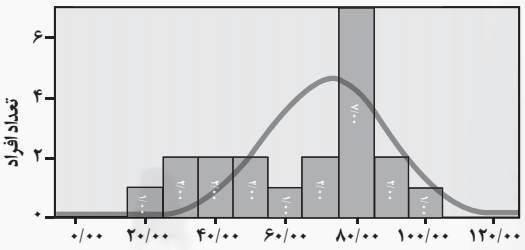
با مشاهده نمودارها و جدول فوق می‌توان بیان کرد که، نمودار پیش‌آزمون گروه آزمایش کجی ندارد و میانگین میانه و مد آن تقریباً یکی است. و در نمودار پیش‌آزمون گروه کنترل نیز کمی کجی به سمت مثبت وجود دارد و تقریباً به نمودار بهنجار نزدیک است. بنابراین توزیع نمره‌های پیش‌آزمون گروه آزمایش و کنترل بهنجار است و می‌توان از آزمون t در تحلیل داده‌ها استفاده کرد.

جدول خلاصه نتایج حاصل از پژوهش

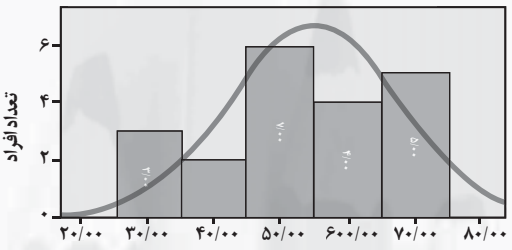
عنوان مهارت	فرض‌های پژوهش	شماره سؤال	اختلاف میانگین	تی معیار	حد بالا و پایین	قبول یا رد فرضیه	اندازه اثر	میزان اندازه اثر
مشاهده	فرض اول	۱	۱	۱/۴۵	۴/۸۱<۱<-۸/۸۱	قبول	۰/۱۵۲	ضعیف
گردآوری اطلاعات	فرض دوم	۲	۲/۰۰۰	۱/۰۷۳	۵/۹۰<۲<-۱/۹۰	قبول	۰/۰۰۹	ضعیف
استنباط‌کردن	فرض سوم	۳	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۳/۰۹۳<۱<-۱/۰۹۳	قبول	۰/۰۲۰	ضعیف
پیش‌بینی	فرض چهارم	۴	۱/۰۰۰	۰/۵۶۷	۴/۶۸<۲<-۲/۶۸	قبول	۰/۰۴۲	ضعیف
فرضیه‌سازی	فرض پنجم	۵	۰/۰	۰/۰	۰/۱۴۷>۰<۲/۱۴۷	رد	۰/۰۸۳	ضعیف
اندازه‌گیری	فرض ششم	۶	۱/۵۰۰	۱/۰۰۰	۱/۵<۴/۶۴ و ۱<۱/۵۰>۰/۶۴	رد	۰/۰۷۶	ضعیف
تفسیر داده‌ها	فرض هفتم	۷	۱/۵۰۰	۱/۸۳۱	۳/۲۱<۱/۵۰<۰/۲۱۵	قبول	۰	ضعیف
تصمیم‌گیری	فرض هشتم	۸	۱/۰۰۰	۰/۶۲۳	۲/۳۶>-۱>۴/۳۶	قبول	۰/۰۰۱	ضعیف
فرایندی	پرسش اصلی پژوهش	مجموع نمرات	۲۵	۳/۸۴	۳۹/۳۷<۲۵<۱۱/۶۲	قبول	۰/۴۳۹	ضعیف

فرض اصلی محقق در مورد ارزشیابی مستمر مهارت‌های فرایندی بر پیشرفت تحصیلی مورد تأیید است.

جدول آزمون t که اختلاف میانگین بین پرسش اصلی پژوهش پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه آزمایش را نشان می‌دهد و ۳/۸۴<۲۵/۵ نشان می‌دهد اندازه اثر کل پرسش ضعیف است.



نمره‌های پیش آزمون گروه کنترل



نمره‌های پیش‌آزمون گروه آزمایش

بحث و نتیجه‌گیری

در فصل دوم بر اهمیت ارزشیابی مستمر دانش‌آموزان به عنوان بخشی از فرایند یاددهی ـ یادگیری تأکید شد با توجه به پیام یونسکو «فراموش نکنیم که یکی از هدف‌های مهم آموزش، به‌ویژه در دوره‌های آموزش عمومی، آموختن برای زیستن، برای در جمع زیستن و برای بهتر زیستن است. امروزه دیدگاهی که دوران یادگیری را از بقیهٔ عمر جدا می‌سازد، مطرود است. اگر آموزش در دوران تحصیل نتواند دانش‌آموز را در جهت حصول به ابزاری برای زندگی بهتر هدایت کند، در اعتبار آن آموزش باید شک کرد، زیرا یادگیری فرایندی به اندازهٔ تمام زندگی، هم در طول و هم در گوناگونی است، بر این اساس کالینز[۴] مطرح می‌کند» ارزشیابی معتبر است که بر یادگیری و تفکر، به‌خصوص تفکر سطوح بالا مثل روش‌های حل مسئله تأکید دارد.

۱. چون تحقیق حاضر در مورد ارزشیابی مهارت‌های فرایندی که جزئی از مهارت‌های تفکر است دانش‌آموزان گروه آزمایش توانستند به سطوح بالاتر تفکر که شامل استنباط کردن، تجزیه و تحلیل و تصمیم‌گیری برسند که بر نتایج آماری حاصل از این پژوهش تأیید کننده است.

نیومن[۵] ارزشیابی را پژوهش منظمی می‌داند که به تلفیق یا تولید دانش بینجامد، نه این که اطلاعات و دانش‌های مجزایی را که دیگران تولید کرده‌اند، بازگو کند و ویگینز[۶] می‌گوید: ارزشیابی تکالیفی که به توانایی‌های دانش‌آموز در انجام یک فعالیت یا تولید یک محصول کیفی تأکید دارد معیار معتبر اطلاعاتی از حدود موفقیت یا عدم موفقیت یک دانش‌آموز در انجام یک تکلیف می‌دهد. ولی مهم این است که این سنجش با ارزش، با معنا، بارز و در یک کلمه معتبر باشد (آرشبالد[۷] و نیومن، ۱۹۹۱، ص ۱، به نقل از رستگار ۱۳۸۵، ص ۲۱).

۲. لذا در تحقیق حاضر در کل فرایند مهارت‌های یادگیری دانش‌آموزان توانایی‌ها، عملکرد، دانش و نگرش آن‌ها مورد توجه قرار گرفت و در زمان‌های مناسب در جهت رسیدن به توانایی لازم و ملاک‌های تعیین شده بازخوردهای ارائه می‌شود.

زهوریک[۸] از صاحب‌نظران تعلیم و تربیت معتقد است در جریان یاددهی ـ یادگیری معلم باید با به کار بردن مهارت‌های فرایند علمی یا مهارت‌های حل مسئله و بررسی مستمر در پی دستیابی به حقیقت باشد و فعالانه دانش‌آموزان را در مسیر رشد و اتکای نفس هدایت کند. در این صورت است که با خلق و تولید پرسش در ذهن دانش‌آموزان می‌تواند به نظامی کارآمد در تعلیم و تربیت برسد و در مورد نادانسته‌های خود احساس خلاء و کمبود کند (مهرمحمدی، ۱۳۸۷، ص ۳۷).

زهوریک[۸] از صاحب‌نظران تعلیم و تربیت معتقد است در جریان یاددهی ـ یادگیری معلم باید با به کار بردن مهارت‌های فرایند علمی یا مهارت‌های حل مسئله و بررسی مستمر در پی دستیابی به حقیقت باشد

۳. لذا دانش‌آموزان گروه آزمایش برای اجرای عملی پروژه‌های خود هر جلسه پرسش‌های جدیدی را مطرح می‌کردند و محقق آنان را در جهت رسیدن به راه‌حل‌های علمی هدایت می‌کرد که با توجه به نتایج تحقیق مهارت‌های فرایندی بر پیشرفت تحصیلی مؤثر است.

رابینسون معتقد است که بسیاری از خیزهای شناختی، در تفکر منطقی (کمی)، تفکر علی که شامل آزمایش کردن و انتخاب تصادفی و تحلیل و بررسی موردی است، و تصمیم‌گیری حاصل می‌شود، که در این موقعیت‌ها مواجههٔ چهره به چهره معلم با شاگرد اتفاق می‌افتد و معلم می‌تواند لحظه به لحظه این خیزش‌ها را تشخیص دهد و با تدارک وسایل مناسب باعث رشد فرایند شناختی و تفکر دانش‌آموزان را فراهم کند (مهر محمدی، محمود، ۱۳۸۳، ص ۱۷۲).

۴. در تحقیق حاضر روبه‌رو شدن اولیه دانش‌آموزان با یک مسئله علمی آغاز شد و محقق با روند و چگونگی یادگیری آنان و میزان علاقه و توجه دانش‌آموزان به فرایند یاددهی ـ یادگیری گام بعدی فرایند را برداشت و این حرکت مرحله به مرحله و با تدارک امکانات لازم برای گام بعدی موجب رشد و نظم‌دهی فرایند تفکر برای دانش‌آموزان

بود. چنانچــه در اظهارنظرهایی که در پیوســت آمده به آن اشــاره شــده اســت. در این فرایند معمولاً برای ارزشــیابی دانش‌آموزان خواسته می‌شود مهارت‌های فرایندی (تفکر) را در موقعیت‌های مسئله‌ای گوناگون به کار گیرد (مهرمحمدی، ۱۳۸۳، ص ۲۶۷).

۵. در درس فیزیــک بــا توجه به ارزشــیابی پایانی که براساس توانایی‌های ذهنی دانش‌آموزان انجام می‌شود کمتر بــه اســتفاده از مهارت‌های فرایندی در حل مســائل واقعی اســتفاده می‌شود. ولی با رویکرد ارزشــیابی مستمر و انجام پروژه در مدت طولانی‌تر، مهارت‌های فرایندی در مســائل زندگی و موقعیت‌های مســئله‌ای بــه کار می‌رود. در تحقیق حاضــر دانش‌آموزان گروه آزمایش توانســتند بــا توجه به مهارت‌های فرایندی با ساختن فرضیه و پیش‌بینی راه‌حل‌هایی برای مسئله‌ای که با آن روبه‌رو شده‌اند آن‌را حل کنند. روش تفکــر در علم از مهارت‌های فرایندی اســت که در واقع در هنگام مطالعه و تحقیق شکل می‌گیرد. مشاهده، اندازه‌گیری، فرضیه‌سازی، اســتنباط کردن، آزمایش و تجزیه و تحلیل از جمله مهارت‌های اندیشــیدن هستند و مهارت‌های یادگیری در کنار دانشــی که از طریق آن مهارت‌ها حاصل می‌آید، به همراه ارزش‌های علمی و عادت‌های تفکر کردن، در مجموع ماهیت علم را تشکیل می‌دهند (رستگار، ۱۳۸۷، ص ۱).

۶. ماهیــت علــوم تجربــی از جمله فیزیک براســاس مهارت‌های فرایندی اســت. پس برای آموزش و ارزشــیابی درس فیزیک نیز باید از مهارت‌های فرایندی استفاده شود و

نتایج تحقیق حاضر مؤید آن است که به کمک این مهارت‌ها می‌توان در پیشــرفت تحصیلی دانش‌آمــوزان به تفاوت‌های معناداری رسید. پس برای دستیابی به فرایند مادام‌العمری که دسترسی کامل و یکپارچگی دانش را میسر کند دانش‌آموزان بــه تجاربی نیــاز دارند کــه از پژوهش‌های مــداوم حاصل گردد. دانش‌آموزان با فرایند پژوهشــی علمی درگیر شــوند و مهارت‌هــای مادام‌العمر را برای خــود فراهم آورند (لین، ۲۰۰۷، ص ۸).

۷. در تحقــق حاضــر دانش‌آموزان با انجــام پروژه‌های علمــی توانســتند در طول مدت انجام پــروژه تجاربی را به دست آورند که برای آنان بسیار جالب و عامل انگیزش برای انجام پروژه‌های بعدی بوده اســت. و حتــی مایل بودند در طول تابســتان هم در مورد مسائل فیزیکی پروژه‌ای را انجام دهند.

پی‌نوشت

1. minneste
2. J.L.Brownet.al
3. Effect Size
4. Collins
5. Newman
6. Wiggins
7. Archbald
8. zahoric

منابع

۱. آقازاده، محرم، سنه، افسانه، (۱۳۸۷)، فرهنگ مطالعه و پژوهش، مؤسسه فرهنگی منادی تربیت.

۲. جویس، بروس، الگوهای جدید تدریس (۱۳۷۸)، ترجمه دکتر محمدرضا بهرنگی، چاپ دوم، انتشارات تابان.

۳. حسنی، محمد، احمدی، حسین، (۱۳۸۴)، ارزشیابی توصیفی، تهران، انتشارات مدرسه.

۴. پرویزیان، محمدعلی، کاظمی، مریم، (۱۳۸۳)، بررسی وضع ارزش‌یابی‌های مستمر در دوره‌های ابتدایی، فصل‌نامهٔ تعلیم و تربیت، سال بیست و یکم، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۸۴، شمارهٔ مسلسل ۸۲، نشریهٔ پژوهشکدهٔ تعلیم و تربیت.

۵. تافلر، الوین، یادگیری برای آینده، (۱۳۷۷)، ترجمه بابک پاکزاد و رضا خیام، انتشارات بهنامی.

۶. رستگار، طاهره، (۱۳۸۲)، ارزشیابی در خدمت آموزش، تهران مؤسسه فرهنگی منادی تربیت.

۷. رستگار، طاهره، (۱۳۷۸)، آموزش و ارزشیابی مهارت‌های یادگیری، انتشارات مدرسه.

۸. شریعتمداری، علی، (۱۳۸۶)، رسالت تربیتی و علمی مراکز آموزشی، تهران، انتشارات سمت.

۹. شواخی علیرضا، (۱۳۸۰)، بررسی و ارزشیابی تأثیر بهره‌گیری از امکانات و تجهیزات آزمایشگاهی بر یادگیری درس زیست‌شناسی دانش‌آموزان پسر پایه اول دبیرستان‌های شهر اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

۱۰. فرج‌اللهی، مهران، حقیقی، فهیمه السادات، (۱۳۸۱)، نقش ارزشیابی مستمر در تعمیق یادگیری دانش‌آموزان پایه دوم مقطع ابتدایی شهر تهران، فصل‌نامهٔ تعلیم و تربیت، سال بیست و سوم شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۸۶، شمارهٔ مسلسل ۹۲، نشریهٔ علمی ـ پژوهشی پژوهشکدهٔ تعلیم و تربیت.

۱۱. کیامنش، علیرضا، روش‌های ارزشیابی آموزشی، ۱۳۷۴، تهران، نشر دوران.

۱۲. کیامنش، علیرضا، نوری، رحمان، (۱۳۷۶)، یافته‌های سومین مطالعات بین‌المللی تیمز، پژوهشکده تعلیم و تربیت.

۱۳. موسوی، فرشته، (۱۳۸۳)، چهار گام اساسی در ارزشیابی پیشرفت تحصیلی، تهران، انتشارات عابد.

۱۴. مهرمحمدی، محمود، (۱۳۸۷)، بازاندیشی فرایند یاددهی ـ یادگیری، انتشارات مدرسه.

۱۵. مهرمحمدی، محمود، نظرگاه‌ها و رویکردها و چشم‌اندازها، (۱۳۸۳)، انتشارات آستان قدس رضوی.

۱۶. یارمحمدیان، محمدحسین، (۱۳۷۷)، اصول برنامه‌ریزی درسی چاپ یادواره کتاب تهران.

17. Harlen, W. (2001). Primary science taking the plunge (2nd), Heinemann: portmouth. NH Publications.

نعمت‌الله مختاری
دبیر فیزیک ناحیه‌ی ۳ شیراز

دست‌ساخته‌های ابتکاری برای پدیده‌های فیزیکی جالب

در فرایند تدریس بسیار مهم است که معلم از وسیله‌های ساده برای انجام آزمایش‌ها استفاده کند. زیرا این امر موجب تشویق دانش‌آموزان به ساختن چنین ابزارهایی و استفاده از آن‌ها برای آزمایش‌های فیزیک می‌شود.

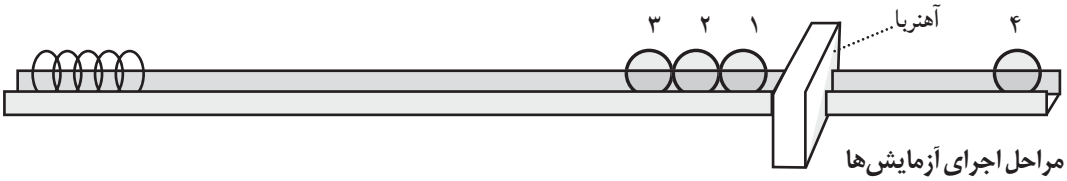
کلید واژه‌ها:
آزمایش ساده، انرژی جنبشی، انرژی پتانسیل کشسانی، القای مغناطیسی.

دست‌ساختهٔ ابتکاری برای آزمایش پدیده‌های فیزیکی جالب

با این وسیلهٔ ساده که از یک ریل آلومینیمی یک آهنربای نسبتاً قوی و چند گلوله یا ساچمهٔ فولادی ساخته می‌شود چندین پدیدهٔ فیزیکی جالب ازجمله:

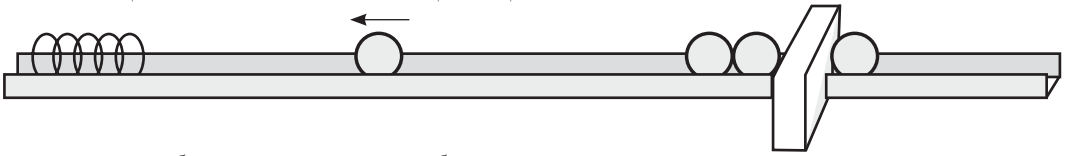
الف) انتقال انرژی جنبشی **ب)** تبدیل انرژی جنبشی به پتانسیل کشسانی و برعکس **ج)** پایستگی تکانه
د) القای مغناطیسی **ه)** مقایسهٔ اصطکاک لغزشی و غلتشی

را می‌توان به نحو جذاب مورد آزمایش و بررسی قرار داد.



مراحل اجرای آزمایش‌ها

الف) سه گلوله در سمت چپ آهنربا (مطابق شکل) قرار می‌دهیم به‌طوری که به آهنربا می‌چسبند سپس گلولهٔ چهارم را در ابتدای ریل که اندکی شیب‌دار است قرار داده و رها می‌کنیم این گلوله به حرکت درمی‌آیند و بر اثر نیروی جاذبهٔ آهنربا شتاب گرفته و محکم به آهنربا برخورد می‌کند در همین حال بلافاصله گلولهٔ سوم از سمت چپ از دو گلولهٔ دیگر جدا می‌شود و بر روی ریل به حرکت درمی‌آید با این آزمایش انتقال انرژی جنبشی از یک جسم به جسم دیگر را به نحو جذاب نشان می‌دهیم.



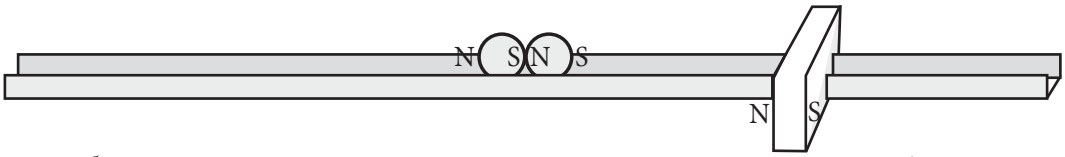
ب) گلولهٔ ساکن شمارهٔ ۳ که در مرحلهٔ قبل بر اثر برخورد گلولهٔ ۴ به آهنربا بر روی ریل به‌حرکت درآمده بود به فنر انتهای ریل برخورد کرده و تمام انرژی جنبشی خود را به فنر منتقل می‌کند و با متراکم‌کردن آن ساکن می‌شود. اما فنر دوباره باز می‌شود و این انرژی را به گلوله بازمی‌گرداند و گلوله درخلاف جهت قبل روی ریل به حرکت درمی‌آید تا به مکان اولش برسد و در آن‌جا

ساکن شود.

ج) مرحلهٔ اول را تکرار می‌کنیم با این تفاوت که به جای گلولهٔ فولادی شمارهٔ ۳، یک گلولهٔ سبک‌تر قرار می‌دهیم با انجام این آزمایش متوجه می‌شویم که گلولهٔ سوم در این مرحله با سرعت بیشتری به حرکت درمی‌آید که درواقع پایستگی تکانه را نشان می‌دهد.

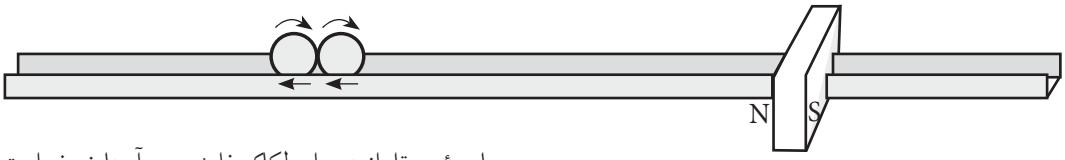
د) دو گلولهٔ فولادی روی ریل و در نزدیکی آهنربا بدون تماس با آن قرار می‌دهیم.

متوجه می‌شویم که این دو گلوله به هم می‌چسبند. اما وقتی دو گلولهٔ چسبیده به هم را از آهنربای روی ریل دور می‌کنیم دوباره به‌راحتی از یکدیگر جدا می‌شوند. با این آزمایش القای مغناطیسی در گلوله‌ها توسط آهنربا را به خوبی نشان داده می‌شود.



ه) در زیر دستگاه در سمتی که فنر قرار دارد جسم کوچکی مانند چوب‌کبریت قرار می‌دهیم تا ریل اندکی به طرف آهنربا شیب پیدا کند. اکنون دو گلولهٔ فولادی متصل به هم را روی ریل قرار داده و سپس آن‌ها را رها می‌کنیم. مشاهده می‌شود که این دو گلوله به دلیل شیب‌دار بودن ریل، با هم روی ریل می‌غلتند و رفته‌رفته به آهنربا نزدیک و نزدیک‌تر می‌شوند. اما وقتی این دو گلوله به فاصلهٔ کمی از آهنربا برسند به‌هم می‌چسبندو با کمال تعجب می‌ایستند و جلو نمی‌روند و برخلاف انتظار جذب آهنربا نمی‌شوند.

آیا می‌توانید دلیل این امر را توجیه کنید؟ (راهنمایی: با توجه به مرحلهٔ قبل یعنی القای مغناطیسی و همچنین مقایسهٔ اندازهٔ اصطکاک لغزشی با اصطکاک غلتشی می‌توان به‌خوبی این پدیده را توجیه کرد).



دو ساچمهٔ مستقل از هم و اصطکاک غلتشی بین آن‌ها ضعیف است

دو ساچمهٔ متصل به هم می‌شوند و نمی‌توانند بغلتند و اصطکاک لغزشی آن‌ها نسبتاً بزرگ است بنابراین به‌رغم جذب توسط آهن‌ربا روی ریل می‌ایستند

دست‌ساختهٔ ابتکاری برای آزمایش و بررسی ثابت زمانی خازن (t=RC)

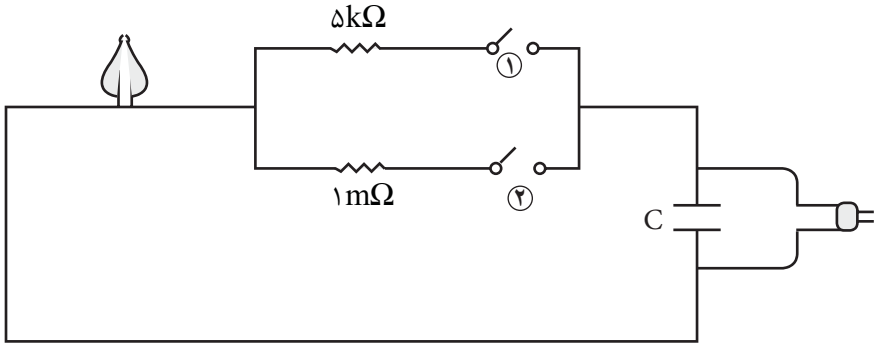
مقدمه :همان‌طور که می‌دانیم ثابت زمانی خازن به دو عامل ظرفیت خازن و مقاومت الکتریکی بستگی دارد. چون ظرفیت خازن‌های معمولی ثابت است بنابراین تنها راه افزایش ثابت زمانی خازن افزایش مقاومت الکتریکی است. دست‌ساختهٔ ابتکاری زیر به نحو جالب و جذاب نحوهٔ افزایش ثابت زمانی یک خازن را به کمک مقاومت نشان می‌دهد.

کلید واژه‌ها: آزمایش، ثابت زمانی خازن، مقاومت الکتریکی

وسایل لازم

۱. خازن ۸ یا ۲۰ میکروفاراد بزرگ (به‌عنوان مثال خازن ماشین لباسشویی)
۲. مقاومت‌های ۵ کیلو و ۱ مگا اهم
۳. دو عدد کلید قطع و وصل بین‌راهی (کوچک)
۴. لامپ نئون کوچک (فازمتری)
۵. سیم برق و دوشاخه
۶. تختهٔ چوبی یا پلاستیکی به ابعاد تقریبی ۲۰ در ۱۰ سانتی‌متر

با وسایل بالا مدار زیر را ببندید.



مراحل اجرا

الف) نخست دو کلید را در وضعیت قطع قرار دهید.

ب) دو شاخهٔ متصل به خازن را برای اندک زمانی (حدود ۲ ثانیه) به پریز برق شهر وصل کرده و سپس از آن بیرون بکشید. با این کار خازن شارژ می‌شود. دقت شود دوشاخه به جسم رسانایی ازجمله بدن تماس نیابد و آن را روی میز قرار دهید.

ج) اکنون کلید ۱ را وصل کنید. مشاهده خواهید کرد که لامپ نئون برای اندک زمانی در حدود کمتر از ۱ ثانیه با نور نسبتاً زیادی روشن شده و بلافاصله خاموش می‌شود.

د) دوباره کلید ۱ را خاموش کنید و باز خازن را مطابق مرحلهٔ ۲ شارژ کنید.

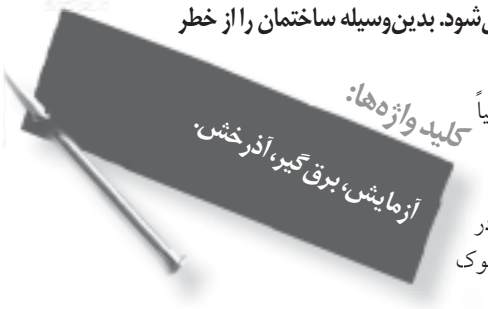
ه) این دفعه کلید ۲ را وصل کنید. مشاهده خواهید کرد که لامپ نئون با نور ضعیف‌تر ولی برای مدت زمانی به مراتب بیشتر در حدود ۳۰ ثانیه روشن خواهد ماند.

تذکر: با اتصال دوشاخهٔ متصل به خازن به برق شهر، در اغلب موارد در همان بار اول خازن شارژ می‌شود. در غیر این صورت اتصال به پریز را یک‌بار دیگر تکرار کنید.

چگونه عملکرد برق‌گیر را با آزمایش تجربه کنیم

آزمایش ابتکاری و ملموس در مورد عملکرد برق‌گیر

مقدمه: می‌دانیم که برق‌گیر یک میلهٔ رسانای نوک‌تیز است که در بالاترین نقطهٔ ساختمان نصب و توسط کابل ضخیمی به اعماق مرطوب زمین متصل می‌شود. بدین‌وسیله ساختمان را از خطر آذرخش در امان نگه می‌دارد.



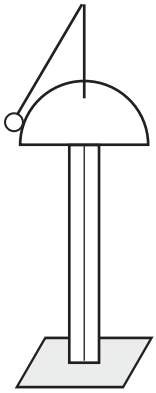
می‌تـوان با آزمایشـی اولاً اهمیت «نوک‌تیز» بـودن برق‌گیر و ثانیاً اهمیت «اتصال به زمین» آن را به‌خوبی و به‌طور ملموس و عملی به دانش‌آموزان نشان داد. درواقع در این آزمایش دانش‌آموز خود همانند یـک برق‌گیر عمـل خواهد کرد و بار الکتریکی بسـیار زیاد موجود در کلاهـک وان دو گـراف را به‌صورت ایمن و بدون ایجاد جرقه و شـوک الکتریکی تخلیه می‌کند.

مراحل این آزمایش به‌صورت زیر است:

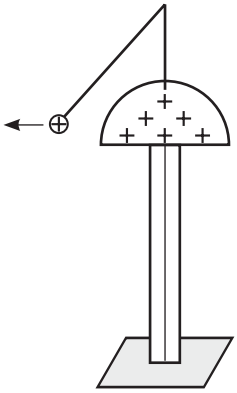
۱. یک آونگ الکتریکی سبک را به میله‌ای عایق آویزان می‌کنیم و انتهای میله را بر روی کلاهک وان دو گراف قرار می‌دهیم (شکل ۱).

۲. کلاهک وان دو گراف را با چرخاندن غلتک و تسمه آن باردار می‌کنیم. در این حالت هم کلاهک و هم آونگ متصل به آن دارای بارهای همنام می‌شوند درنتیجه آونگ به دلیل نیروی دافعه و به دلیل سبک‌تر بودن از کلاهک دور می‌شود (شکل ۲ صفحهٔ بعد).

۳. اکنون یک جسـم رسـانا مانند کرهٔ فلزی را از فاصلهٔ کمی دور به کلاهک وان دو گراف نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود نزدیک کردن این رسانا به کلاهک وان دو گراف تأثیری در کاهش یا تخلیهٔ بار آن نداشته و آونگ همچنان از کلاهک دور می‌ماند،

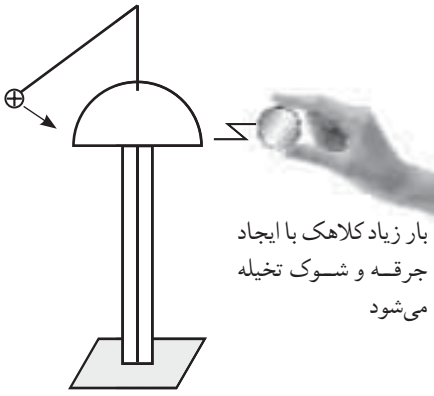


(۱)

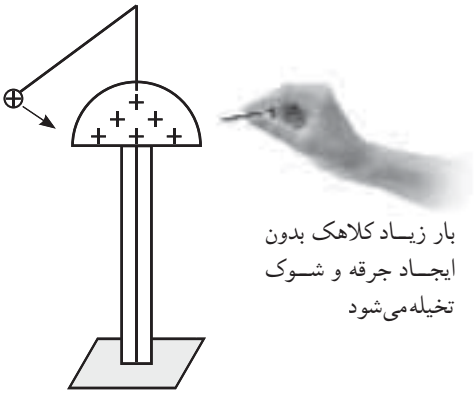


(۲)

مگر اینکه این رسانای فلزی را خیلی‌خیلی نزدیک به کلاهک وان دوگراف کنیم که در این حالت با ایجاد جرقهٔ نسبتاً شدیدی بار کلاهک به‌طور ناگهانی تخلیه می‌شود و آونگ بر روی کلاهک سقوط می‌کند. ایجاد جرقه در این آزمایش تولید آذرخش در مقیاس کوچک را نشان می‌دهد (شکل ۳).



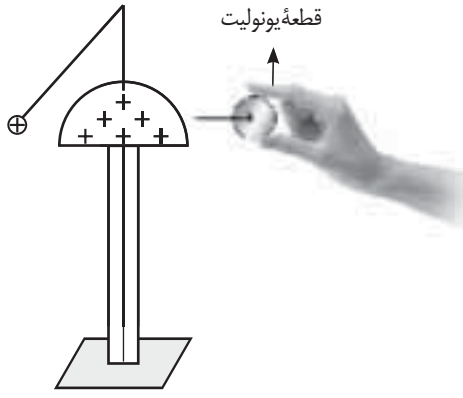
(۳)



(۴)

۴. اکنون همین آزمایش را با یک سنجاق یا میلهٔ فلزی نوک‌تیز انجام می‌دهیم. به این ترتیب که سر تیز سنجاق را از فاصلهٔ کمی دور به کلاهک نزدیک می‌کنیم، با کمال تعجب مشاهده خواهیم کرد حتی با وجود فاصلهٔ نسبتاً دور سنجاق از کلاهک وان‌دوگراف، بار آن بدون ایجاد هیچ‌گونه جرقه‌ای تخلیه می‌شود و آونگ بر روی کلاهک سقوط می‌کند. با این آزمایش اهمیت نوک‌تیز بودن برق‌گیر به نمایش گذاشته می‌شود (شکل ۴).

۵. اکنون برای آن‌که اهمیت اتصال به زمینِ برق‌گیر نیز نشان داده شود ته سنجاق را در یک قطعه عایق مانند یونولیت یا کائوچو فرو کرده و آزمایش اخیر را تکرار می‌کنیم. مشاهده خواهیم کرد در این حالت حتی اگر نوک سنجاق را به کلاهک وان‌دوگراف تماس دهیم بار آن تخلیه نمی‌شود. درحقیقت در آزمایش‌های اخیر بدن نقش اتصال به زمینِ برق‌گیر را ایفا می‌کرده است و چون در این‌جا اتصال برق‌گیر به زمین به دلیل وجود یونولیتِ عایق قطع شده است نمی‌تواند عمل تخلیهٔ بار را انجام دهد.



(۵)

گزارش

کنفرانس بین‌المللی آموزش فیزیک اروپا GIREP

معصومه‌شاهسواری
رئیس اتحادیه انجمن‌های
علمی ـ آموزشی معلمان فیزیک ایران

کنفرانس بین‌المللی آموزش فیزیک اروپا هر سال در یکی از کشورهای اروپایی برگزار می‌شود. در این کنفرانس جمعی از متخصصان آموزش علوم و آموزش فیزیک از سراسر دنیا شرکت می‌کنند، دستاوردهای خود را ارائه می‌دهند و از نتایج فعالیت‌های علمی دیگران در زمینه آموزش فیزیک بهره می‌برند.

سابقه برگزاری این کنفرانس به سال ۱۹۶۰ میلادی برمی‌گردد که در پاریس برگزار شد. امسال در پنجاهمین سال برگزاری این کنفرانس، از ۲۳ تا ۲۷ اوت ۲۰۱۰ مجدداً فرانسه در شهر ریمس (Riems) میزبان آن شد محل برگزاری در مرکز همایش‌های شهر و در محلی خوش‌منظره و مناسب انتخاب شده بود.

یکی از موضوع‌هایی که در این کنفرانس مورد بحث و بررسی قرار گرفت، کاهش علاقه‌مندی به فیزیک در بین دانش‌آموزان و دانشجویان در طول پانزده سال گذشته در اغلب کشورهای جهان بود. به‌طوری که میزان ثبت‌نام و ادامه تحصیل در این رشته با کاهش جدی روبه‌رو شده است. روش‌های متفاوتی برای رفع این مشکل و افزایش علاقه به علم فیزیک در دبیرستان‌ها و دانشگاه‌ها مطرح شده و در عمل به کار گرفته شده است که برخی از آن‌ها موفقیت‌آمیز بوده‌اند. برگزارکنندگان کنفرانس‌های آموزش فیزیک امیدوارند در این محافل علمی فرصت‌هایی برای بحث‌های عمیق‌تر درباره این موضوع فراهم شود و دست‌اندرکاران آموزش فیزیک تجربه‌های خود را به اشتراک گذاشته و با این کار در پیشبرد علم فیزیک گام‌های بلندی بردارند.

کنفرانس بین‌المللی آموزش فیزیک اروپا امسال، با مشارکت سه مرکز؛ گروه آموزش فیزیک اروپا GIREP، مرکز بین‌المللی آموزش فیزیک ICPE و مرکز چندرسانه‌ای در یادگیری و تدریس فیزیک MPTL برگزار شد. شعار مشترک این سه گروه در کنفرانس سال ۲۰۱۰ «تدریس و یادگیری فیزیک امروزی: چالش‌ها و فرصت‌ها» اعلام شده است. علاوه بر دبیران و متخصصان آموزش فیزیک بسیاری از شرکت‌کنندگان این کنفرانس را استادان دانشگاه تشکیل می‌دادند که در زمینه‌های مختلف در آموزش فیزیک فعالیت علمی داشته‌اند. علاوه بر ارائه سخنرانی‌های عمومی در صبح، کارگاه‌های آموزشی و سمینارهایی تخصصی در بعدازظهرها در نظر گرفته شده بود که شرکت‌کنندگان برحسب علایق خود در آن‌ها حضور پیدا می‌کردند. در این کنفرانس مقاله‌های زیادی به صورت شفاهی یا پوستر ارائه شد که در زیر به چند عنوان مهم آن اشاره می‌شود:

یکی از موضوع‌هایی که در این کفنرانس مورد بحث و بررسی قرار گرفت، کاهش علاقه‌مندی به‌فیزیک در بین دانش‌آموزان و دانشجویان در طول پانزده سال گذشته در اغلب کشورهای جهان بود

۱. چگونه به دانش‌آموزان خود کمک کنیم تا فیزیک یاد بگیرند و همچون دانشمندان فکر کنند.
توسط: Engenia Etkina, Rutgers University, USA

۲. آموزش برخی مفاهیم کوانتوم مکانیکی به کودکان
توسط: Miguel Garcia-Guerrero

۳. مدل‌سازی رایانه‌ای در فیزیک مقدماتی
توسط: Ruth Chabay, North Carolina State University, USA

۴. آموزش انرژی: در هر سطح آموزشی چه مفاهیمی باید تدریس شود؟
توسط: -Paula R.L. Heron, Depatment of Physics, Uni versity of Washington, USA

۵. آنتروپی به عنوان گرما، دیدگاه جدیدی برای آموزش ترمودینامیک برای تمام سطوح
توسط: Physics, Friedrich Hermann and Michael pf University of Washington, USA

۶. برنامه درسی فیزیک، چگونه فعالیت‌های مدل‌سازی رایانه‌ای اضافه شود؟
توسط: Vitor Duarte Teodoro & al., University Nova de Lisboa, Caparica, Portugal

۷. دنیای اسپین ترونیک: الکترون‌ها، اسپین‌ها، رایانه‌ها و تلفن‌ها
توسط: Albert Fert, CNRS/ Thales, University Paris-Sud 11, France Nobel Prize in Physics 2007

۸. بررسی درک دانش‌آموزان در حرکت و نیرو در شهر سیناپ برزیل
توسط: Marco Aurelio Clemente Goncalves, physics Professor, Brazil.

اتحادیه انجمن‌های علمی ـ آموزشی معلمان فیزیک ایران نیز با ارائه مقاله‌ای با عنوان:

"The Role of Iranian Physics Societies in Physics Education"

«نقش انجمن‌های معلمان فیزیک ایران در آموزش فیزیک»

توسط دکتر سیامک خادمی و معصومه شاهسواری

www.Ipsteachers.com

در این کنفرانس شرکت کرد. در این مقاله فعالیت‌های مختلف انجمن‌های علمی آموزشی معلمان فیزیک در استان‌های مختلف معرفی شده و به تشریح اهداف انجمن‌ها در آموزش معلمان و ارتقای آموزش فیزیک در کشور، پرداخته شد.

اغلب شرکت‌کنندگان در کنفرانس فعالیت‌های علمی خود را، در زمینه آموزش فیزیک، در قالب تیم‌های چند نفره و به‌صورت گروهی انجام داده بودند. بسیاری از این شرکت‌کنندگان از حمایت‌های مراکز علمی، آموزشی و پژوهشی جهت شرکت در کنفرانس از حمایت‌های سازمان مطبوع خود بهره‌مند بودند.

در یکی از سخنرانی‌های خانم اتکینا محور آموزش را تغییر در فکر دانش‌آموزان برشمردند. وی سعی می‌کند به دانش‌آموزان فیزیک را یاد بدهد و کمک کند تا ایشان همچون دانشمندان بیندیشند

Helping our students learn physics and think like scientists.

Eugenia Etkina, Rutgers University

تجربه‌های دانش‌آموزان در سه پله مشاهداتی، تجربه‌کردن و به‌کاربستن است که در کتاب راهنمای یادگیری فعال فیزیک The Physics Active Learing Guide نوشته خانم اتکینا و همکاران ایشان آمده است.

در سال‌های گذشته نیز این کنفرانس میزبان تعدادی از دبیران فیزیک ایرانی بود. امسال نیز در بخش ارائه پوستر از ایران سه مقاله دیگر نیز با عناوین:

«نیل به اهداف آموزش فیزیک از طریق طراحی کارگاه‌های آموزشی برای دبیران فیزیک»

توسط خانم آزیتا سیدفدایی

«مسابقه فیزیکدانان جوان ایرانی و آموزش فیزیک»

و **«آموزش فیزیک و دانش‌آموزان با استعداد»**

توسط خانم دینا ایزدی از مؤسسه اندیشه‌های خلاق جوان آریایی

www.ayimi.org

ارائه شد. امیدواریم در سال‌های آینده شاهد شرکت بیشتر پژوهشگران ایرانی در این نوع کنفرانس‌ها باشیم. در آخر امیدواریم بتوانیم با به اشتراک گذاشتن تجربه‌های دبیران فیزیک و استادان دانشگاه در زمینه آموزش فیزیک داشته باشند. این هدف پنهانی است که در پایان هیچ سال تحصیلی قابل اندازه‌گیری و سنجش نیست و تأثیر آن فقط در سال‌های آینده مشخص می‌شود.

مراسم جشن پنجاهمین سال فعالیت مرکز بین‌المللی آموزش فیزیک ICPE، اختتامیه کنفرانس سال ۲۰۱۰ را تشکیل داد. در این مراسم رئیس این مرکز خانم جولی پراتیبها از هندوستان به معرفی فعالیت‌های این مرکز پرداختند.

The International Commission on Physics Education (ICPE): Challenges and Opportunities

Pratibha Jolly, Chair, International Commission on Physics Education C14 of International Union for Pure and Applied Physics (IUPAP)

کنفرانس بعدی GIREP از ۱ تا ۵ اوت ۲۰۱۱ در کشور فنلاند برگزار می‌شود. در پایان مراسم امسال مسئول اجرایی کنفرانس آینده بعد از معرفی کشور و دانشگاه برگزارکننده از شرکت‌کنندگان دعوت کرد تا سال آینده در فنلاند مهمان ایشان باشند.

اغلب شرکت‌کنندگان در کنفرانس فعالیت‌های علمی خود را، در زمینه آموزش فیزیک، در قالب تیم‌های چند نفره و به‌صورت گروهی انجام داده بودند. بسیاری از این شرکت‌کنندگان از حمایت‌های مراکز علمی، آموزشی و پژوهشی جهت شرکت در کنفرانس از حمایت‌های سازمان مطبوع خود بهره‌مند بودند

پی‌نوشت

* group International de RecherchesSur l'Enseignment de la physique

چرا هواپیماها، پرواز می‌کنند؟

کاربردی

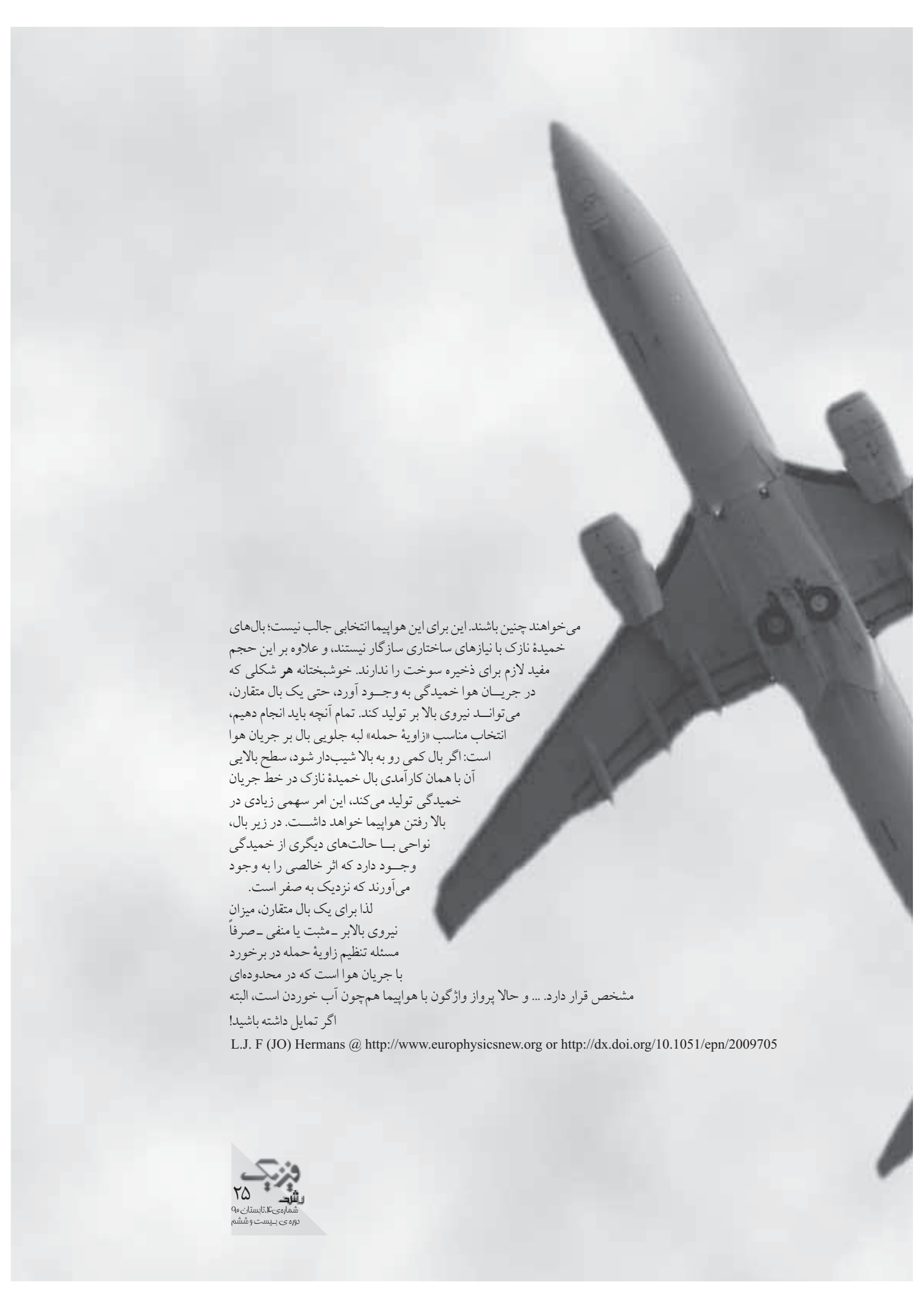
ال. جی. اف. هرمانس،
دکترای فیزیک،
دانشگاه لایدن، هلند
ترجمه:
سید مهدی میرفتحی
کارشناس ارشد فیزیک
دبیر دبیرستان غیرانتفاعی شهید میرباقری
رامسر

بررسی مفاهیم فیزیکی در پرواز هواپیما از مواردی است که درک «کاربرد فیزیک در زندگی» را امکان‌پذیر می‌کند. در مقالهٔ زیر یکی از این موارد را مطالعه می‌کنید..

کلید واژه‌ها:
هواپیما، پرواز، اصل برنولی.

بسیاری از فیزیکدانان در پاسخ به این پرسش که بال هواپیما چگونه کار می‌کند به توضیح معمولی براساس اصل برنولی می‌پردازند، ایدهٔ اصلی مبتنی بر خمیده بودن سطح بالایی بال و کمابیش مسطح بودن سطح پایینی بال است. هوا در برخورد با لبهٔ جلویی بال هواپیما، به دو بخش تقسیم می‌شود. این دو بخش درباره در لبهٔ پشتی بال به یکدیگر خواهند پیوست. چون مسافتی که هوا در سطح بالایی بال طی می‌کند بیشتر از سطح پایینی است، پس سرعت هوا در سطح بالایی باید بیشتر باشد. طبق اصل برنولی سرعت بیشتر، فشار کمتر را ایجاب می‌کند، بنابراین نیروی خالص رو به بالا بر بال‌ها وارد خواهد شد. این استدلال ساده و منطقی به نظر می‌رسد. اما غلط است. *می‌دانیم* که این استدلال باید غلط باشد چرا که اگر این چنین توجیهی صحیح باشد، چگونه هواپیماها می‌توانند واژگونه پرواز کنند؟ پس چه *عاملی* با وارد کردن نیرو به بال سبب بالا رفتن هواپیما می‌شود؟ معلوم شده است که تمام آنچه نیاز داریم انحراف جریان هوا به سمت پایین، به واسطه برش عرضی بال است خمیدگی خط جریان بال کلید این معما است. قایقی بادبانی را در نظر بگیرید و برای یک لحظه دکل آن را نادیده بگیرید. بادبان را می‌توان بالی عمودی در نظر گرفت. بادبان به خوبی قایق را پیش می‌برد، اما شکل آن هیچ شباهتی به بال‌های معمولی هواپیما ندارد. مسافتی که جریان هوا در دو سوی بادبان می‌پیماید با هم فرق ندارند، بنابراین توضیح اصل برنولی که بر تفاوت مسافت‌ها استوار است در اینجا به کار نمی‌آید. در عین حال، بادبان به این دلیل ساده که جریان هوا را خمیده می‌کند کارایی زیادی دارد. با بررسی این پدیده، رابطه‌ای ساده میان خمیدگی جریان هوا و تغییرات فشار (عمود بر جریان‌های خطی) خواهیم یافت: $\frac{dP}{dn} = \rho \frac{v^2}{R}$، که n مختصه عمود بر خط‌های جریان ρ، چگالی هوا، v سرعت هوا و R شعاع خمیدگی است. علامت این رابطه به گونه‌ای است که شاهد کاهش فشار به طرف داخل منحنی جریان هوا خواهیم بود این موضوع سبب کاهش فشار در بخش کوژ بال هواپیما و افزایش فشار در بخش آن خواهد شد.

در واقع، بال‌های خمیده نازک مانند بادبان قایق، انتخابی ایده‌آل برای ایجاد خمیدگی در خط جریان ایده‌ال‌اند. بال‌های پرندگان نیز



می‌خواهند چنین باشند. این برای این هواپیما انتخابی جالب نیست؛ بال‌های خمیدهٔ نازک با نیازهای ساختاری سازگار نیستند، و علاوه بر این حجم مفید لازم برای ذخیره سوخت را ندارند. خوشبختانه **هر** شکلی که در جریـــان هوا خمیدگی به وجـــود آورد، حتی یک بال متقارن، می‌توانـــد نیروی بالا بر تولید کند. تمام آنچه باید انجام دهیم، انتخاب مناسب «زاویهٔ حمله» لبه جلویی بال بر جریان هوا است: اگر بال کمی رو به بالا شیب‌دار شود، سطح بالایی آن با همان کارآمدی بال خمیدهٔ نازک در خط جریان خمیدگی تولید می‌کند، این امر سهمی زیادی در بالا رفتن هواپیما خواهد داشـــت. در زیر بال، نواحی بـــا حالت‌های دیگری از خمیدگی وجـــود دارد که اثر خالصی را به وجود می‌آورند که نزدیک به صفر است.

لذا برای یک بال متقارن، میزان نیروی بالابر ـ مثبت یا منفی ـ صرفاً مسئله تنظیم زاویهٔ حمله در برخورد با جریان هوا است که در محدوده‌ای مشخص قرار دارد. ... و حالا پرواز واژگون با هواپیما هم‌چون آب خوردن است، البته اگر تمایل داشته باشید!

L.J. F (JO) Hermans @ http://www.europhysicsnew.org or http://dx.doi.org/10.1051/epn/2009705

چرا ماهی قرمز در تنگ نادیده

ژو یو هوآ و شی فنگلیانگ،
دانشکده تربیت معلم تانگشان، چین
ترجمه: سید مهدی میرفتحی
کارشناس ارشد فیزیک
دبیر دبیرستان غیرانتفاعی شهید میرباقری رامسر

کاربردی

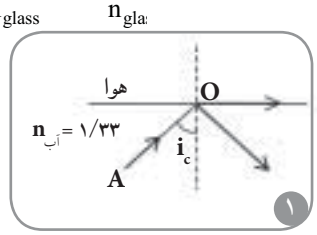
در کتاب فیزیک (۱) و آزمایشگاه سال اول متوسطه، در فصل شکست نور، موضوع بازتاب کلی و زاویهٔ حد مطرح شده است. بررسی علت فیزیکی ناپدیدشدن ماهی طلایی در حال حرکت در تنگ آب موضوع مقالهٔ زیر است که به پدیدهٔ بازتاب کلی مربوط است.

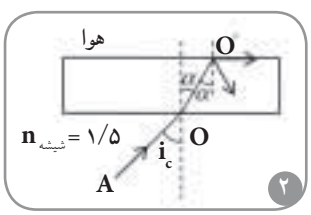
کلید واژه‌ها: جسم نامرئی، شکست نور، زاویهٔ حد.

شـاید دیده باشـید که ماهی طلایی کوچکی که در تنگ کروی شنا می‌کند ناگهان ناپدید شود. چرا چنین می‌شود؟ این اثر ناشی از بازتاب کلی است. در این مقاله مکان‌های ماهی و ناظر را می‌یابیم که در آن‌ها ماهی قرمز دیده نمی‌شود.

اثر تنگ شیشه‌ای

ابتدا نشـان می‌دهیم که اثر دیواره تنگ شیشه‌ای (نازک) ناچیز اسـت و لذا دسـتگاه را می‌توان به‌طـور تقریبی کره‌ای از آب (بـه همراه ماهی قرمـز) در هوا، در نظر گرفت. مطابق شـکل ۱ پرتو فرودی AO با زاویه تابش برابر با زاویه حد i_c به سـطح مشترک آب ـ هوا برخورد می‌کند. طبق قانون اسنل: $\sin i_c = \frac{۱}{n_{water}}$. شکل ۲ پرتوفرودی AO را با همان زاویه تابش نشان می‌دهد که از آب بر دیوارهٔ شیشه‌ای تنگ آب فرود می‌آید. ما در این بررسـی شیشـه را به انـدازه کافی نازک در نظـر گرفته‌ایم، به‌طوری که بخش کوچکی از آن را می‌توان به صورت تیغهٔ شیشه‌ای متوازی‌السطوح در نظر گرفت. ضریب شکست شیشـه نیز $n_{glass}=۱/۵$ در نظر گرفته می‌شود. بازتاب کلی در سـطح مشـترک آب ـ شیشـه رخ نخواهد داد. زاویه شکست پرتو در داخل شیشه α (پرتو O'O) برابر با زاویه تابش در سطح شیشه ـ هوا است. با کمک قانون اسنل خواهیم داشت: $n_{water}\sin i_c = n_{glass}\sin\alpha$ که با حل آن زاویه α به دست خواهد آمد: $\sin\alpha = \frac{n_{water}\sin i_c}{n_{glass}} = \frac{۱}{n_{gla}}$ که بدان معنی است که





α زاویه حد پرتو نوری است که از شیشه وارد هوا می‌شود. لذا شرط بازتاب کلی به حضور یا عدم حضور شیشه بستگی ندارد و لذا از اثر دیواره شیشه‌ای تنگ را می‌توان نادیده گرفت.

ماهی مرئی/نامرئی

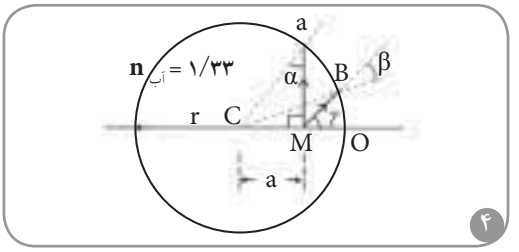
در بعضی مکان‌ها (به‌طور مثال نزدیک مرکز C تنگ آب در شکل ۳)، ماهی را می‌توان از هر جایی در خارج تنگ دید.

پرتوهای نور ناشـی از ماهی در برخورد با سطح داخلی تنگ در هر مکان دارای زاویه تابشی کمتر از زاویهٔ حد خواهد بود. با این همه، وقتی ماهی از مرکز دور شـود، به‌طور مثال مطابق شکل ۳ به سمت نقطه N برود، وضعیت تغییر می‌کند. اکنون بعضـی از پرتوهای نور از نقطهٔ N با زاویه‌ای قابل مقایسـه با زاویـه حد و چه بسـا بزرگ‌تر از آن به دیـواره تنگ برخورد می‌کند. لذا با وجودی که ماهی برای ناظر P قابل مشاهده است ولی برای ناظر 'P قابل مشاهده نخواهد بود، زیرا برای رسیدن به آن نقطه زاویهٔ فرود بزرگ‌تر از زاویهٔ حد لازم است.

تشخیص این‌که بازتاب کلی می‌تواند رخ دهد.

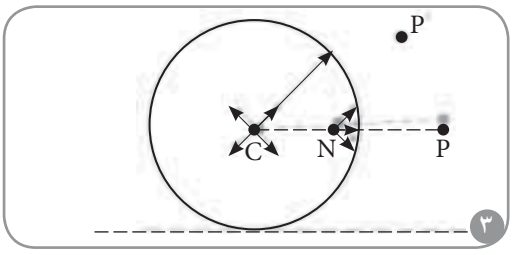
مطابق شـکل ۴، ماهی در نقطهٔ M در فاصله α، از مرکز تنگ قرار دارد. در این شـکل دو پرتو MA و MB نشان داده شده است. پرتو MB جهتی دلخواه دارد، در حالی‌که پرتو MA عمود برمحور CO اسـت. می‌توان ثابت کرد که زاویه فرود α برای پرتو MA بزرگ‌تر از زاویه فرود β برای پرتو MB است. در واقع α بزرگ‌ترین زاویه فرود بین همه پرتوهای فرودی از نقطه M است:

$$\frac{\alpha}{\sin\beta}=\frac{r}{\sin\gamma}\Rightarrow\sin\beta=\frac{\alpha\sin\gamma}{r}$$

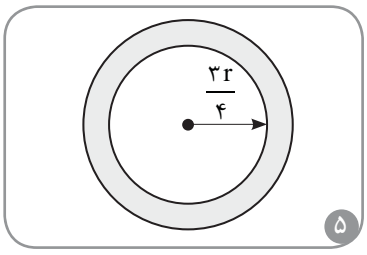


۴

بیشـینهٔ مقدار $\sin\beta$، ۱ اسـت که به ازای $\gamma=90$ به دست می‌آید، لذا بیشـینه مقدار $\sin\beta$، a/r خواهد بود. اما $a/r=\sin\alpha$ اسـت، پس α بیشـینه مقدار زاویه فرود پرتوهایی است که از نقطه M گسیل می‌شوند. این بدان معنی است که اگر α (زاویه فرود پرتـو MA) از زاویه حد تجاوز نکند، هیچ پرتوفرودی از نقطهٔ M بازتاب کلی نخواهد داشت. بنابراین شرط بازتاب کلـی، بزرگ‌تر بـودن α از i_c اسـت: $\sin\alpha\geq\frac{1}{n_{water}}$ و از آنجا کـه $\sin\alpha=a/r$ لذا باید $\alpha\geq\frac{1}{n_{water}}$ باشـد. با قراردادن $n_{water}=1/33=4/3$ خواهیم داشت: $\alpha\geq\frac{3}{4}r$. لذا بازتاب کلی در صورتی رخ می‌دهد که ماهی در فاصله‌ای دورتر از سه چهارم شعاع تنگ از مرکز آن قـرار گیرد. اگر ماهی در هر نقطه‌ای از منطقهٔ بدون سایه شکل۵ قرار گیرد، هیچ پرتو ناشی از آن بازتاب کلی را نخواهد داشت و می‌توان از هر مکانـی خارج از تنگ ماهی را دید. اگر ماهی در



۳

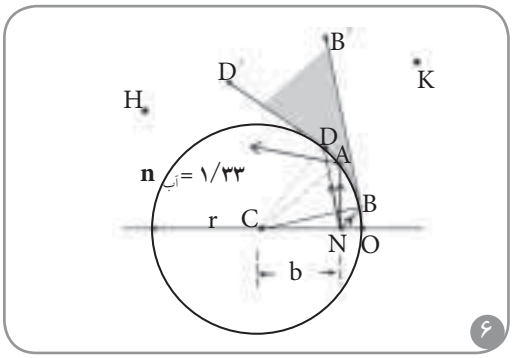


۵

منطقه سایه زده باشـد، امکان بازتاب کلی وجود دارد و ناظر بسـته به موقعیت، یا ماهی را می‌بیند و یا ماهی از چشمان او پنهـان خواهد ماند. این وضعیـت را در بخش بعد به تفصیل بررسی می‌کنیم.

ماهی طلایی نامرئی

در شکل ۶ ماهی قرمز در نقطهٔ N و در فاصلهٔ $b(b>3r/4)$، از مرکز تنگ آب قرار گرفته اسـت. پرتوهای NB و ND در شـکل ۶ را در نظر بگیرید. هر دو با زاویه شکست ۹۰ درجه از سـطح تنگ آب خارج می‌شوند. لذا زاویهٔ فرود هر دو پرتو معادل زاویه حد است و بنابراین هر ناظری در نقطهٔ 'B و 'D که در راستای مماس با سطح کروی تنگ به آن می‌نگرد، پرتوهای تابشی از موقعیت N را خواهد دید. ناظران نقطه‌های H و K، خارج از منطقهٔ سایه‌دار نیز ماهی را خواهند دید چرا که برای دستیابی به آن نقاط پرتوهای ناشی از نقطه N با زاویه‌های فرود کمتر از زاویه حد به سطح تنگ برخورد خواهند کرد.



۶

اما ناظری که در ناحیه سـایه‌دار باشـد، چه خواهد دید؟ پرتوهایی که از نقطهٔ N ناشـی می‌شوند باید در بین پرتوهای NB و ND قرار داشـته باشند تا امکان دستیابی آن‌ها به ناحیه سـایه‌دار وجود داشته باشد. از سوی دیگر در بخش قبل ثابت کردیـم که زاویهٔ فرود پرتوهـای NB و ND همان زاویه حد اسـت و پرتوهای بین آن‌ها زاویه‌های فرود **بزرگ‌تر** دارند. در بخش قبل نشـان دادیم که زاویهٔ فـرود NA از همه بزرگ‌تر اسـت. در نتیجه هر پرتو نور از N که به ناحیه سایه‌دار برسد، باید از زاویه حد بزرگ‌تر باشد و لذا به دلیل بازتاب کلی داخلی امکان خـروج از تنگ آب برای چنین پرتویی وجود نخواهد داشت. به دلیل تقارن نسبت به تقارن برای تنگ کروی می‌توان تصویر را دور محور CO چرخاند تا کل ناحیه‌ای را به دست آورد که در آن ناظر ماهی واقع در نقطهٔ P را نخواهید دید.

منابع

1. John L. Roeder, "Why light won't refract through adjacent faces of a cube," Phys, Teach. 45, 182, 2007
2. Zhy Yuhua and Shi Fengliang, The Physics Teacher, Vol 47, Oct 9. 2009, pp 424-426.

پژوهش کاهش جرم

آموزشی

محمد کبودوند ، دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
phynetdot@yahoo.com

مهدی سعادت ، عضو هیئت علمی دانشـگاه تربیت دبیر شهید رجایی، استادیار دانشکدهٔ علوم پایه، گروه فیزیک

چکیده: در این مقالـه با نادیـده گرفتن جاذبهٔ گرانشـی بین سـیاره‌های منظومهٔ شمسی، تأثیر کاهش تدریجی جرم خورشـید را بر فاصلهٔ سیاره‌ها از خورشید و دورهٔ تناوب حرکت آن‌ها بررسی می‌کنیم. به‌عنوان مثال تغییر دورهٔ تنـاوب و فاصلهٔ کرهٔ زمین از خورشید را برای مدت ۳/۸ میلیارد سال که عمر قدیمی‌ترین فسـیل یافت‌شـده است، محاسبه کرده‌ایم. محاسـبات نشان می‌دهد تغییر شعاع چرخش و دورهٔ تناوب زمین در این مدت ناچیز بوده و تأثیری بر محیط‌زیست جانداران نداشته است.

کلید واژه‌ها: خورشید، سیارات منظومه‌ی شمسی، دورهٔ تناوب، شعاع چرخش، کاهش جرم خورشید.

مقدمه

انرژی تولید شـده از خورشید حاصل همجوشی اتم‌های هیـدروژن و تبدیل آن‌ها به اتم هلیم اسـت. اتم‌های هیدروژن پس از همجوشـی به هلیم تبدیل می‌شوند، چون جرم هلیم از اتم‌هـای هیدروژن کمتر اسـت بنا بـه رابطهٔ $E=mc^2$ جرم کاهش‌یافته به انرژی تبدیل شـده اسـت. جرم فعلی خورشید $m_s = ۱/۹۹\times ۱۰^{۳۰}\ kg$ است و در هر ثانیه به‌طور متوسط ۴/۳۳ میلیون تن از جرم خورشـید کم شـده و به انرژی تبدیل می‌شـود. همچنین نیروی وارد بر هریک از سیاره‌های منظومهٔ شمسـی را نیروی جاذبهٔ گرانشی خورشـید در نظر می‌گیریم. چون گشتاور ناشی از این نیرو حول مرکز نیرو صفر است، تکانهٔ

خورشید بر شعاع مدار و دورهٔ تناوب سیاره‌ها

زاویه‌ای پایسته و درنتیجه قانون‌های کپلر بر حرکت سیاره‌ها حول خورشید حاکم است.

محاسبهٔ تغییرات شعاع مدار و دورهٔ تناوب سیاره‌های منظومهٔ شمسی بر اثر کاهش جرم خورشید

اگر سیاره‌ای به جرم m با سرعت v بر یک مدار دایره‌ای به شعاع r حول خورشید بچرخد تکانهٔ زاویه‌ای آن L، برابر است با:

$$L = mvr \qquad (۱)$$

اگر T دورهٔ تناوب حرکت سیاره باشد [۱]، $T=\frac{۲\pi r}{V}$، درنتیجه بنا به رابطهٔ (۱):

$$T=\frac{۲\pi r^{۲}m}{L} \qquad (۲)$$

بنا به قانون سوم کپلر [۲] بین مجذور دورهٔ تناوب چرخش و مکعب فاصله از خورشید رابطه:

$$\frac{T^{۲}}{r^{۳}}=\frac{۴\pi^{۲}}{G(M+m)} \qquad (۳)$$

برقرار است که M جرم خورشید و $G=۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\ m^{۳}/s^{۲}kg$ ثابت گرانش است. با توجه به این‌که تکانه زاویه‌ای L پایسته است، تغییرات T و r در اثر تغییر M را محاسبه می‌کنیم. از معادلهٔ (۲) داریم:

$$\Delta T=\frac{۴\pi m r\Delta r}{L} \qquad (۴)$$

با قرار دادن T از معادلهٔ (۲) در معادلهٔ (۳) خواهیم داشت.

$$\frac{\left[\frac{۲\pi r^{۲}m}{L}\right]^{۲}}{r^{۳}}=\frac{۴\pi^{۲}}{G(M+m)}\Rightarrow r=\frac{L^{۲}}{m^{۲}G(M+m)} \qquad (۵)$$

درنتیجه:

$$\Delta r=-\frac{۱}{G}\left(\frac{L}{m(M+m)}\right)^{۲}\Delta M \qquad (۶)$$

اگر r و Δr را از معادلهٔ اخیر در معادلهٔ (۴) قرار دهیم:

$$\Delta T=-\frac{۴\pi}{G^{۲}}\left(\frac{L}{m(M+m)}\right)^{۳}\Delta M \qquad (۷)$$

معادله‌های (۶) و (۷) رابطه‌هایی هستند که تغییرات شعاع مدار و زمان تناوب حرکت سیاره را به واسطهٔ کاهش جرم خورشید، ΔM، به ما می‌دهند.

مثال: با توجه به اینکه عمر قدیمی‌ترین فسیل یافت شده ۳/۸ میلیارد سال برآورد شده است، تغییر شعاع مدار زمین که آن را دایره فرض می‌کنیم و نیز تغییر زمان تناوب حرکتش به دور خورشید را برای این مدت زمان محاسبه می‌کنیم. جرم زمین $m_e=۵/۹۸\times۱۰^{۲۴}\ kg$، دورهٔ تناوب کنونی آن $T_e=۳۶۵/۲۵\ day$ و فاصلهٔ متوسط آن از خورشید در حال حاضر $r_e=۱۵۰\times۱۰^{۹}\ m$ است. چون که L پایسته است مقدار آن همواره یکسان است، یعنی با توجه به رابطهٔ (۱) داریم:

$$L_e=m_e r_e v_e=m_e r_e^{۲}\omega_e$$
$$=m_e r_e^{۲}\left(\frac{۲\pi}{T_e}\right)=۲/۶۸\times۱۰^{۴۰}\ \frac{kg.m^{۲}}{s}$$

برای مدت زمان ۳/۸ میلیارد سال جرم کم شده از خورشید:

$$\Delta M=-(۳/۸\times۱۰^{۹}\times۳۶۵/۲۵\times۸۶۴۰۰)\times(۴/۳۳\times۱۰^{۹})$$
$$=-۵/۱۹\times۱۰^{۲۶}\ kg$$

است. البته مدت یک سال را برابر همان مقدار فعلی فرض کرده‌ایم. با قرار دادن مقادیر عددی بالا در معادله‌های (۶) و (۷) به نتایج زیر می‌رسیم:

$$\Delta T_e=۱/۶۷\times۱۰^{۴}\ s=۴h,۳۸min$$ و

$$\Delta r=۳/۹۴\times۱۰^{۴}\ km$$

یعنی نسبت به ۳/۸ میلیارد سال قبل زمان یک دور چرخش زمین به دور خورشید ۴ ساعت و ۳۸ دقیقه و شعاع مدار زمین به دور خورشید نیز حدود ۴۰ هزار کیلومتر افزایش یافته است.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه $\Delta r_e/r_E=۲/۶۳\times۱۰^{-۷}$ و $\Delta T_e/T=۵/۲۹\times۱۰^{-۴}$، یعنی کاهش جرم خورشید طی ۳/۸ میلیارد سال تأثیر محسوسی بر فاصلهٔ زمین از خورشید و دورهٔ تناوب زمین به دور خورشید نداشته است و درنتیجه ثبات محیط‌زیست برای جانداران حفظ شده است. محاسباتی مشابه را می‌توان برای سایر سیارات منظومهٔ شمسی انجام داد.

منابع

۱. دیوید هالیدی، رابرت رزینک، فیزیک جلد اول ترجمه‌ی نعمت‌الله گلستانیان، مرکز نشر دانشگاهی، چاپ دهم، ۱۳۷۵.

2. Fowles, Grant R. Aanalytical mechanics 4th ed. CBS International Editions, 1987

تاریخ فیزیک ایران

تاریخ علم

اسفندیار معتمدی
سید حجت‌الحق حسینی

گفتار نخست: ایران باستان

(بخش اول)

کلید واژه‌ها: ایران باستان، چغازنبیل، کشف آتش، انرژی باد و آب و جانوران، ماشین‌های ساده.

پیشگفتار: ایران یکی از کهن‌ترین کشورهای جهان و از بنیادهای ارزشمند فرهنگ و فرزانگی انسانی است. مردم یکتاپرست ایران به‌دلیل جایگاه جغرافیایی سرزمین خود همواره کوشنده، نواندیش، نوآور و فرهنگساز بوده‌اند. سرزمین ایران، تنها پایگاه پیوند میان خاور و باختر دنیای فرهنگمند کهن بوده و هست، از این‌روی بر سر راه کوچ‌ها و یورش‌های درون‌میهنی و برون‌کشوری، جای گرفته است. ایرانیان، بر پایهٔ چنین جایگاهی پیوسته در جریان اندیشه‌ها و دست‌سازهای انسانی بوده‌اند و خود نیز در دوره‌هایی که آرامش، دادگستری و آسایش داشته‌اند، نوآوری‌های بسیار، ساختمندی‌های فراوان ابزاری در پهنهٔ نیازهای دانشی، زیستی داشته‌اند. آن‌ها، یافته‌های بسیار ارزشمندی در فرآوری دانش، هنر و گونه‌های پیشرفته ابزارهای فناورانه در بازار جهانی از خود نشان داده‌اند.

ایران، اگرچه هم‌اکنون نیز کشوری گسترده است، ولی تا روزگاری نزدیک دو سده پیش، بسیار گسترده‌تر بود. زمانی ایران، دربرگیرندهٔ بخش‌هایی از افغانستان، پاکستان و عراق کنونی بود و مرزهای آن از خاور و باختر، از هند تا دریای سرخ می‌رسید و خراسان بزرگ دربردارندهٔ شهرهای بخارا، سمرقند، خوارزم، مرو، غزنین، توس، هرات و نیشابور بود. در سراسر این سرزمین گسترده، فرمانروایی سیاسی ایران برقرار بود ولی قلمرو فرهنگی آن از مرزهای چین هم گذشته بود. پس از ورود اسلام به ایران، و گذشت یکی دو سده، بیشتر مردم، با فرهنگ ایرانی اسلامی پرورش یافتند. آن‌ها به زبان فارسی سخن می‌گفتند و اندیشه‌ورزی داشتند. از این‌روی، دانشوران و بزرگانی از میان آن‌ها برخاست. بسیاری از دانشمندان ایرانی مانند فرزانه فردوسی، پورسینا، ابوریحان بیرونی، فرزانه خیامی نیشابوری و خواجه نصیرالدین توسی، اگرچه شماری از کتاب‌های خود را به زبان عربی، (زبان همگانی مسلمانان و آیین مسلمانی) نوشتند، همواره خود را ایرانی می‌دانستند و کتاب‌هایی به زبان فارسی نیز می‌نوشتند.

چکیده: این نوشتار، کوششی است برای شناخت و بازشناسی کارهای علمی و کاربردی در رشتهٔ فیزیک که از سوی دانشمندان ایرانی برای شناخت بهتر جهان، دریافت دستورهای فرمانروا بر طبیعت، آسان‌تر کردن کارها و هموار شدن راه آسایش زندگی این جهانی از خود نشان دادند. می‌دانیم که علم هم‌چون هنر، اندیشه‌ورزی و فناوری، دستامد شناخت و سازگاری هوشمندانهٔ انسان با پدیدهٔ زندگی بوده و جدای از جهان مادی پیرامونی نیست. ایرانیان همواره کوشیده‌اند تا این سازگاری بر پایهٔ شناخت و ساخت جهانی آباد، برای آبادانی و بهره‌گیری از طبیعت، انجام پذیرد.

در بخش نخستین «تاریخ فیزیک ایران»، به یافته‌های دانشی، نواندیشی‌ها و نوآوری‌های کاربردی ایرانیان از آغاز تاریخ تا دورهٔ اسلامی پرداخته می‌شود.

تاریخ، فیزیک و ایران

تاریخ، بررسی و بیان رویدادهای گذشته، و سبب‌شناسی پیدایش آن‌هاست.

فیزیک شاخه‌ای از علم است که به شناخت دوسویهٔ مادّه و انرژی، و دریافت ویژگی‌های کلی آن‌ها می‌پردازد.

ایران کنونی سرزمینی در آسیای باختری است که بخشی از سرزمین گستردهٔ ایران (فلات) شناخته می‌شود.

فلات ایران در قارهٔ آسیا و در میان جلگهٔ سند در خاور و جلگهٔ میان رودان (بین‌النهرین) در باختر جای گرفته است. شمال فلات ایران به بیابان‌های آسیای میانه و دریای خزر و جنوب آن به دریای فارس و عمان محدود شده است. مساحت فلات ایران نزدیک ۲/۶۰۰/۰۰۰ کیلومتر مربع است. نزدیک ۹۰٪ ایران کنونی با مساحت ۱/۶۴۸/۰۰۰ کیلومترمربع در فلات ایران جای گرفته است.

فلات ایران، پیوندگاهی است که دو بخش باختری و خاوری آسیا را به همدیگر پیوند می‌زند و از گذشته‌های دور راه، شاهراه ارتباطی شناخته شده است.

«تاریخ فیزیک ایران» سرگذشت بخشی از کوشش‌ها و بالندگی‌هایی است که ایرانیان از آغاز پیدایش و پس از آن برای برآورده ساختن نیازمندی‌های زیستی خود، بر پایهٔ شناخت طبیعت و بهره‌گیری از آن داشته‌اند. این کوشش‌ها، دربردارندهٔ دو بخش کاربردی و نظری بوده است.

دوران پیش از تاریخ به زمانی گفته می‌شود که انسان، خط برای نوشتن و دستور برای نگارش نداشت

دوران پیش از تاریخ

دوران پیش از تاریخ به زمانی گفته می‌شود که انسان، خط برای نوشتن و دستور برای نگارش نداشت. آغاز دوران پیش از تاریخ نامعلوم است. برخی از تاریخ‌نگاران این زمان را نزدیک ۲/۵ میلیون سال پیش و نوآوری خط را به ۴۵۰۰ سال پیش از میلاد مسیح می‌دانند.

دوران پیش از تاریخ خود، دربرگیرندهٔ زمان‌های شناخت سنگ و فلز، و کاربردهای ابزاری آنان است.

دورهٔ «سنگی» از زمان ابزارسازی انسان و به‌کار بردن سنگ آغاز می‌شود و دربردارندهٔ سه عصر پارینه سنگی، میان‌سنگی و نوسنگی است.

اطلاعات دوران پیش از تاریخ در ایران

آگاهی انسان از دوران پیش از تاریخ، از راه بررسی ابزارهای سنگی یا فلزی، سفالینه‌ها، جمجمه‌ها و استخوان‌هایی است که از زمان‌های دور در غارها و در زیر خاک‌ها مانده است؛ یا کنده‌کاری‌ها و نقاشی‌هایی بر روی دیوار غارها و سنگ‌نوشته‌هایی در طبیعت، به‌دست آمده است.

انسان در فلات ایران

پیشینهٔ زندگی انسان در فلات ایران به‌درستی روشن نیست. برخی پژوهشگران، به کوچ گروه‌های انسانی از آفریقا، آسیای مرکزی، قفقاز و شبه‌قارهٔ هند به سوی فلات ایران گمان برده‌اند. گویا کهن‌ترین جایگاه شناخته شده برای زندگی در دورهٔ دیرینهٔ سنگی قدیم در ایران، خراسان و در بستر رودخانه کشف رود بوده است. دیرینگی ابزار سنگی به‌دست آمده در آن‌جا را نزدیک ۸۰۰ هزار سال گمان برده‌اند (دایره‌المعارف بزرگ اسلامی، ج ۱۰، ص ۵۲۲).

مردمانی که نزدیک صد هزار سال پیش در فلات ایران زندگی می‌کرده‌اند، از گیاهان خودرو و گوشت جانوران بهره می‌برده‌اند و نزدیک ۱۲۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح به رام کردن جانوران، کاشتن دانه‌های خوراکی و ساختن خانه پرداختند. نزدیک ۵۰۰۰ سال طول کشید تا نخستین آبادی‌ها را به‌وجود آوردند و در آن‌جا زندگی گروهی کردند؛ سپس به کشاورزی و دامداری پرداختند. نخستین آبادی‌ها در ایران در چشمه‌علی (دامغان)، قره‌تپه (ری)، اسماعیل‌آباد (کرج)، سیلک (کاشان)، دالماثیه و حاجی‌فیروز در جنوب دریاچهٔ ارومیه، هفت‌تپه، (شوش)، تل حسنج و تل گوری در خوزستان، تل بلبل (کرمان) و... به‌وجود آمده است.

نخستین قومی که در جنوب باختری فلات ایران و در خوزستان فرمانروایی کردند، ایلامی‌ها (عیلامی‌ها) بودند که نزدیک ۷۰۰۰ سال پیش شهرنشینی ایلامی را پایه‌گذاری کردند. مهم‌ترین آثار به‌جای مانده از آن‌ها ویرانه‌های شهر شوش پایتخت ایلامی‌هاست. در ۴۵ کیلومتری جنوب خاوری شوش در تپه‌ای به نام چغازنبیل آثاری از تمدن ایلامی‌ها به‌دست آمده است.

مردمانی که نزدیک صد هزار سال پیش در فلات ایران زندگی می‌کرده‌اند، از گیاهان خودرو و گوشت جانوران بهره می‌برده‌اند و نزدیک ۱۲۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح به رام کردن جانوران، کاشتن دانه‌های خوراکی و ساختن خانه پرداختند

سرچشمه‌هایی برای بررسی تاریخ علم

روشی که برای بررسی و واکاوی پدیده‌ها و پژوهش‌های علمی به‌کار می‌بریم روش علمی است. روش علمی از برخورد با پرسش آغاز می‌شود و به‌دنبال آن فرضیه‌ای، ساخته می‌شود. برای درستی فرضیه به گردآوری دانسته‌ها و کارهای آزمایشگاهی می‌پردازند؛ آن‌گاه فرضیه را می‌آزمایند تا اینکه سرانجام به قانون و آموزه‌ای، که پذیرش همگانی و درستی همیشگی دارد، برسند. در این میان، تاریخ علم، روشمندی ویژهٔ خود را دارد نه همانند علوم فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی، کاربردی و آزمایشگاهی است و نه مانند ریاضیات استدلالی و ذهنی.

در تاریخ علم، داده‌ها و دانسته‌های پژوهشی، از راه‌های دیگری مانند:

۱. ابزارهای گوناگون دست‌ساختهٔ آدمی در گسترهٔ فناوری‌های کشاورزی، دامداری و صنعتی که از سطح یا زیر زمین، و پس از کاوش به دست می‌آید.

۲. ساختمان و سازه‌های گوناگون دربردارندهٔ پرستشگاه‌ها، نیایشگاه‌ها، پل‌ها، خانه‌ها و راه‌ها، سدها و...

۳. زبان و ادب گفتاری مردمان، مانند داستان‌ها، اسطوره‌ها، مثل‌ها، شعرها بر پایهٔ رفتارهای فرهنگی و باورهای اجتماعی آن‌ها.

۴. زبان و ادب نوشتاری مردمان، مانند نوشته‌ها و نگاره‌های آنان از کتاب و دست‌نوشته تا کتیبه‌ها و... به‌دست می‌آیند.

سرچشمهٔ ویژه برای بررسی پدیده‌ها و سازمان‌های دانشی، پژوهشی و آموزشی در گسترهٔ فیزیک در ایران‌باستان، کتاب «اوستا» و روشنگری‌های آن، برگردان «مینوی خرد» و «جاودان خرد»، «تاریخ ادبیات ایران پیش از اسلام» از شادروان احمد تفضلی، «تاریخ کیش زردشت» از بانو مری بویس و برگردان زندهٔاد همایون صنعتی‌زاده، «فرهنگ ایران باستان» از شادروان ابراهیم پورداوود، «تاریخ ایران باستان»

از مشـیرالدوله پیرنیا، «سـیر تمدن در ایران» از اسدالله بیژن، «تاریخ مهندسـی در ایران» نوشـتهٔ دکتر فرشاد و «علم در ایران و شرق باستان»، نوشتارها و جستارهایی برگردان‌شده از همایون صنعتی‌زاده و «شاهنامه» فرزانه ابوالقاسم فردوسی، شناخته شده‌اند.

در آغاز اندیشه‌های ایرانیان را از گفتار کیهان‌شناسانهٔ آفرینش جهان، پیدایش انسـان، زیست‌زمینی، پدیدآیی آسـمان و زمین، کشـف آتش، ذوب فلزها، بهره‌مندی از انرژی طبیعـت (آب، باد و جانوران) و بهره‌گیری از ماشین‌های ساده را بررسی می‌کنیم.

پژوهش کیهان‌شناسی: آفرینش جهان و پیدایش انسان

تا آنجا که، بر پایهٔ پژوهش‌های انجام‌شده و یافته‌های علمـی می‌دانیم، ایرانیـان از آغاز یکتاپرسـت بوده‌اند و خداونـد را تنها آفرینندهٔ جان و جهان می‌دانسـته و پرستش کرده‌اند و هر کاری را به نام او می‌آغازیده‌اند.

به نام خداوند جان و خرد
کزین برتر اندیشه برنگذرد

ایرانیان باسـتان، بـر این باور بوده‌انـد که خداوند جهـان را از هیـچ آفرید و در آن شـگفتی‌های فراوان پدیدار ساخت. چهار عنصر خاک، آب، هوا و آتش مایهٔ پیدایش هر چیز در این جهان هستند.

سرآغاز باید که دانی درست
سرمایهٔ گوهران از نخست
که یزدان زناچیز چیز آفرید
بدان تا توانایی آمد پدید
و زو مایه گوهر آمد چهار
برآورده بی‌رنج و بی‌روزگار

خداوند پس از آفرینش جهان و آفتاب و ماه، انسان را آفرید و او را برگزید تا رازهای جهان را بگشـاید و کلیدی برای قفل درهای بسته باشد.

چو زین بگذری مردم آمد پدید
شد این بندها را سراسر کلید
به رنج اندر آری تنت را رواست
که خود رنج بردن تلاشی سزاست

کشف آتش و ذوب فلزها

بر پایهٔ بازگویی داسـتان اسطوره مانندی که فرزانه ابوالقاسم فردوسی، سرایندهٔ نامدار و رزم‌گویندهٔ بزرگ ایرانی در «شاهنامه» آورده است. کشف آتش و نگهداری آن به دست ایرانیان صورت گرفته است. با کشف آتش بوده است که روشـنایی پدید آمده، انسان از سرما پناه داشـته، غذا پخته، فلزها نرم و ابزارهای فلزی سـاخته می‌شده است.

بر پایهٔ سـرودهٔ فردوسی، هوشـنگ پادشاه ایرانی روزی برای شـکار به‌سوی کوهسـتان رفت. ماری در مسـیر او نمایان شد. هوشنگ سـنگی را به طرف مار پرتاب کرد. این سنگ به مار برنخورد و به سنگی دیگر ضربه زد و از آن آتشـی پدید آمد. شاه آتش را هدیه‌ای از سوی آفریدگار پنداشت و نیایش کرد و آفرین گفت و جشن سده را برقرار کرد.

بهره‌گیری از آتش و وجود مایهٔ سوخت و معدن‌های فلزی فراوان و پراکنده در ایران، مایهٔ ذوب فلزها و تهیه و فرآوری ابزارهای فلزی بوده است. ابزارهای نخستین فلزی دربرگیرندهٔ کارد، تبر، بیل، میخ، چکش و... برای بهره‌مندی در شکار و کشاورزی مردم ایران بود. افزون بـر این کاربردهـا، به‌عنوان کالایی برای داد و سـتد به کاروان‌هایـی که از ایران می‌گذشـتند، گزارش شـده است. این بازرگانی‌های ساده، زمینه‌ساز گسترش بازار اقتصادی و تجارت، انگیـزه‌ای برای نوآوری ابزارهای تازه و آسایش بهتر زندگی شد.

در تپـه سـیلک (کاشـان) کهن‌تریـن آثار مسـی چکش‌کاری‌شـده به‌دسـت آمـده که به ۴۱۰۰ سـال پیش از میلاد مسـیح برآورد زمانی شـده است. از این یافتهٔ باستان‌شناسـی، دریافت می‌شود که گذار از دورهٔ سـنگی به عصر فلزی، در هزارهٔ پنجـم پیش از میلاد مسـیح انجام گرفته است. باستان‌شناسان در تپه سیلک ابزارهای پیرایشـی و آرایشـی مانند سنجاق‌های بلند،

نشانه‌هایی در برخی جاهای ارومیه، فارس، کردستان، لرستان و... کشف شده که نشان می‌دهد انسان در این زیست‌گاه‌ها نزدیک صد هزار سال پیش زندگی کرده است

دستبند، گردنبند و کمربند کشف کرده‌اند که به دورهٔ مفرغ تا دورهٔ آهن (اواخر هزارهٔ چهارم تا هزارهٔ دوم پیش از میلاد مسیح) برآورد شده است.

ایرانیان باستان، برای ذوب فلزهای مس، آهن، طلا، نقره، سرب و فرآوری ابزارها، ساخت زیورابزارهای فلزی به ساختن کوره‌ذوب فلزها و نوآوری دم آهنگری و قالب‌های سفالی و سنگی کوشش کردند و دستاوردهایی داشتند.

خبررسانی و آگاهی دادن، یکی دیگر از راه‌های بهره‌گیری ایرانیان از آتش بوده است.

«در دورهٔ هخامنشی برافروختن آتش بر فراز برج‌ها برای خبررسانی و آگاهی دادن گزارش شده است. این رفتار سادهٔ انسان‌ها تا زمان نوآوری دستگاه دورنویس (تلگراف) و دورگو (تلفن) که دیرزمانی از آن نمی‌گذرد معمول بود (میراث باستانی ایران، ۱۳۸۳، ۱۶۷).

بهره‌گیری از انرژی آب، باد و جانوران

نشانه‌هایی در برخی جاهای ارومیه، فارس، کردستان، لرستان و... کشف شده که نشان می‌دهد انسان در این زیست‌گاه‌ها نزدیک صد هزار سال پیش زندگی کرده است. این زمان نزدیک ۳۰ الی ۵۵ هزار سال پیش از زمان زندگی زیستگاهی انسان در اروپا گزارش شده است.

ایرانیان باستان، از نخستین مردمانی بوده‌اند که برخی از جانوران را برای آسان‌تر کردن کارهای خود رام کردند و از نیرو و انرژی آن‌ها برای سواری، جابه‌جایی بار و کشاورزی بهره گرفتند (شاهنامه، فرزانه فردوسی).

ز هوشنگ ماند این سده یادگار
بسی باد چون او دگر شهریار
جدا کرد گاو و خر و گوسپند
به‌ورز آورید آنچه بُد سودمند
ز پویندگان هر که مویش نکوست
بکشت زایشان بر آهیخت پوست
بدین‌گونه از چرم پیوندگان
بپوشید بالای گویندگان

ایران، نخستین سرزمین کاشت گندم و جو و مردم آن اهلی‌کنندهٔ گوسفند، بز و گونه‌ای اسب و نوآور لگام، دهنه و زین اسب بودند.

از دیگر نوآوری‌های ایرانیان **آسیاب‌های آبی** و **بادی** است. این ابزار نوآوری ایرانیان، به زمانی که کشاورزی پیشرفته‌تری وجود داشته و دستاوردهایی مانند گندم و جو فرآوری کرده است، برمی‌گردد. در بسیاری از جاهای ایران و در کنار چشمه‌ها و رودخانه‌ها آسیاب‌های آبی وجود داشته است. آسیاب‌های سربند دزفول و گرگر شوشتر نمونه‌هایی از آسیاب‌های زمان ساسانیان (سده‌های نخستین پس از زایش مسیح) است. شاید در این زمان بوده است که فناوری آسیاب با چرخ آب‌گردان از باختر فلات ایران به جاهای دیگر جهان رفته است.

در جنوب ایران آسیاب‌های بادی وجود داشته است. آسیاب‌های بادی با انرژی باد کار می‌کنند. از آسیاب‌های بادی برای بالا کشیدن آب و نرم کردن دانه‌های خوراکی بهره‌گیری می‌شده است.

استفاده از ماشین‌های ساده

بی‌گمان، تخت جمشید، یکی از باشکوه‌ترین ساختمان‌های بازماندهٔ تاریخی انسان است. تخت‌جمشید نشانگر توانایی فرماندهی، آیین کشورداری و توان دانشی و فناوری ساختمان و یادمان‌سازی ایران باستان است. در تخت‌جمشید کتیبه‌ها و لوح‌ها و نقش‌های برجسته‌ای وجود دارد که نشانگر یکتاپرستی، آزادگی، طبیعت‌دوستی، هنرمندی و درستکاری مردم ایران بوده است.

دیدن ستون‌هایی بلندبالا و سنگ‌هایی کار شده به وزن نزدیک ۳۰ تن این پرسش را زنده می‌کند که ایرانیان با چه روشی و با کدام ابزارها این سنگ‌ها را از کوه بریده، جابه‌جا کرده و بر روی هم انباشته‌اند؟

گفته‌اند ایرانیان ماشین‌های ساده مانند اهرم، چرخ و محور، سطح شیب‌دار و قرقره را می‌شناخته‌اند و با درهم آمیختن و سازمندی آن‌ها جرثقیل‌های بزرگ و ماشین‌های مرکب مکانیکی می‌ساخته‌اند و با بهره‌گیری از آن‌ها این کارهای بزرگ را انجام می‌داده‌اند.

نویسنده: **ال. جی. اف. هرمانس**
مترجم: **منیژه رهبر**

همه‌چیز روی باریکه‌ای از نور!

مجلهٔ نیوزویک در شماره ۱۸ فوریه سال ۱۹۶۱ گزارشی داد که **اکتشافات جدید دانشمندان آزمایشگاه تلفن بل نشان می‌دهد که نور در آینده حامل تعداد بسیار زیادی مکالمهٔ تلفنی، نمایش‌های تلویزیونی، و پیام‌های مختلف خواهد بود.**
این گزارش حاکی از آن بود که دانشمندان آزمایشگاه‌های بل برای اولین بار صدای انسان را روی باریکه‌ای از نور فروسرخ «همدوس» منتقل کرده‌اند.

نور معمولی ـ از نوعی که از چراغ‌های اتاق گسیل می‌شود ـ حرکتی چون جمعیت نافرمان دارد. حرکت امواج همدرس مانند سربازان منضبط است. آن‌ها را می‌توان کنترل کرد، جهت داد و درست مثل امواج رادیویی مدوله کرد

کلید واژه‌ها: لیزر، نور همدوس، لامپ تخلیه، پلاسما.

نور جادویی

این گزارش حاکی از آن بود که دانشمندان برای این کار از میزر اپتیکی جدید خود استفاده کرده‌اند که ابزاری انقلابی بود که می‌توانست نور را رسانه‌ای جدید برای مخابرات تلویزیونی و داده‌ها سازد، امواج نور میلیون‌ها بار سریع‌تر از امواج رادیویی معمولی ارتعاش می‌کنند. بنابراین، باریکه‌های نور به واسطهٔ این بسامدهای زیاد خود امکانات هیجان‌انگیزی برای انتقال حجم عظیمی از اطلاعات دارند.

نور معمولی ـ از نوعی که از چراغ‌های اتاق گسیل می‌شود ـ حرکتی چون جمعیت نافرمان دارد. حرکت امواج همدرس مانند سربازان منضبط است. آن‌ها را می‌توان کنترل کرد، جهت داد و درست مثل امواج رادیویی مدوله کرد. امکانات این نوع نور حیرت‌انگیز است. باریکه‌های نور را می‌توان در لوله‌های طویل منتقل کرد، که می‌تواند درست همان چیزی باشد که

برای مخابرات فضایی، مثلاً بین سفینه‌های فضایی لازم است.

دانشـمندان آزمایشـگاه‌های بل مدل میزر اپتیکی جدید را تنظیم می‌کنند که اولین نمونه اسـت که به‌طور پیوسته کار می‌کند. میزر از توان کمی استفاده می‌کند، و نازک‌ترین باریکه نـور ممکن را انتقـال می‌دهد. میزر از حـروف اول «تقویت ریزموج با گسیل برانگیخته تابش»[1] تشکیل شده است.

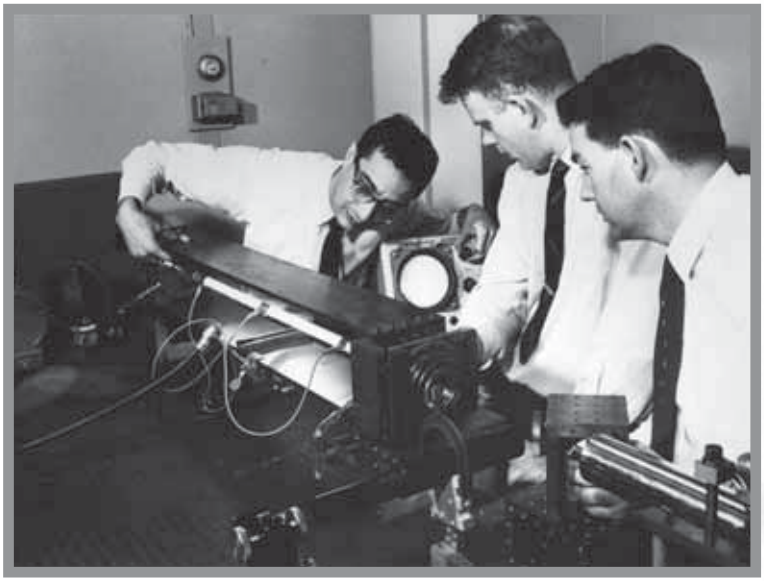
رویداد تاریخی ۱۲ دسامبر ۱۹۶۰

آن روز برف سـنگینی باریده بود. آزمایشـگاه‌های بل که انتظار توفان برف سـنگین در عصر آن روز را داشتند ساعت ۴/۵ بعدازظهر تعطیل شـده بودند. طرح تکمیل شده به مدت پنج روز و پنج شب در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد تحت خلأ کامل گاززدایی شـده بود تا رد هرگونه خالصی جذب شده یا موجود در لامپ‌های تخلیهٔ پلاسما را خارج کند، و سپس طی روز و شب قبل به تدریج به دمای اتاق آورده شده بود. وجود هرگونه ناخالصی موجود به واسـطهٔ یونش سبب فرونشاندن ترازهای شـبه‌پایدار He می‌شـد. به‌طور خلاصـه، این طرح حاصل مدت دو سال کار و کوشش بی‌وقفه در آزمایشگاه بود. و علی جوان، اکنون به‌رغم برف سنگین صبح زود به آزمایشگاه آمده بود تا شاهد رویدادی تاریخی باشد که قبلاً برای آن روز برنامه‌ریزی شده بود. دو نفر دیگر از اعضای گروهش، ادوارد بالیک[2] و دونالد هریوت[3] نیز برف سنگین را پشت سر گذاشته و در آزمایشگاه بودند. سومین نفر، ویلیام بنت[4]، پشت برف گیر کرده و نتوانسته بود بیاید.

صحنهٔ آزمایشـگاه بـرای رویدادی که معلوم شـد کاملاً منحصر به فرد اسـت آماده شده بود. دو طیف‌سنج قابل تنظیم بسیار دقیق این طراحی خاص را احاطه کرده و قرار بود همراه با دستگاه آشکارسازی و نمایشگرها سیگنال‌های آشکارسازی شـده را نشـان دهند. در آن روز چیزهای زیادی اتفاق افتاد. و باز هم به‌طور خلاصه، هنگام بعدازظهر او و بلیک با استفاده از دستگاهی که مخصوصاً برای کار با گاز در شرایط خلأ خوب طراحی شده بود مخلوط He-Ne را به نسبت دقیق وارد تمام طول یک متری آن کرده و تخلیهٔ گازی پلاسما را روشن کردند تا نور مشـهور سبز مایل به سـرخ آن نمایان شود. بد نیست در اینجـا برای ثبت در تاریخ بگوییم رنگ‌های سـبز مایل به قرمز تخلیهٔ گازی پلاسـما، بر **تمام** نور موجود در آزمایشگاه حکمفرما بود. از قرار معلوم، هر دو رنگ قرمز و سبز ناشی از گذارهای وارون با بهرهٔ اپتیکی قابل ملاحظه در نئون هستند.

سپس، دونالد هریوت که متخصص اپتیک این گروه بود ـ کار صف‌آرایی تداخل‌سـنج، آینه‌های با بازتابندگی زیاد، و همان‌طـور که قبلاً گفتیم قراردادن هـر چیز در جای خود در این پلاسـمای تخلیهٔ گازی به‌طول یک متر را به عهده گرفت. و اکنون در اواسـط بعدازظهر، با اسـتفاده مجدد از موازی‌ساز خودکاری که دربارهٔ آن بحث شـد، یک بار دیگر توانست به صف‌آرایی تداخل‌سنج و آینه‌های با بازتابش زیاد در محدودهٔ دقت طول مـوج موردنظر ۱/۲۵μm بپردازد که مربـوط به گذار وارون نئون با بهرهٔ اپتیکی است.

بالیـک و جوان بـا همکاری یکدیگر اتصال‌هـای الکترونیکی لازم را انجـام داده و **برانگیختگی پس‌تاب تپی لامپ تخلیهٔ گازی** را روشـن کردند. که در نتیجهٔ آن افزایش قابل ملاحظـه‌ای در بهره و ضریب تقویت پس‌تاب حاصل شـد که امکان غلبه بر اتلاف‌ها ی اجتناب‌ناپذیـر تداخل‌سـنج را امکان‌پذیر می‌ساخت.



پس از کارهای نهایی و تنظیم دقیق تداخل‌سنج سازوکار کنترل، که توسط علی جوان انجام شد ... دستگاه وارد مرحله نوسان خود نگهدار شد، و از آن برای اولین بار موج پیوسته، CW، باریکه نور موازی با آن درجه از خلوص که محدودیت قانون‌های فیزیک اجازه می‌داد گسیل شد. علی جوان به ساعت خود نگاه کرد. ۴:۲۰ بعدازظهر بود

و در عین حال

در آن بعدازظهر، برف همچنان

می‌بارید و تبدیل به توفان برف شـدیدی شـده بود. همه در آزمایشگاه‌های بل محل کار خود را ترک کرده بودند. به استثنای سـه نفری که گفتیم. و **چنانکه خواهید دید** رؤسـا و مدیران آزمایشـگاه در آن زمان در جلسه‌ای شرکت داشتند که از قرار معلوم به لحاظ روند رویدادها اهمیتی تاریخی داشت. زیرا این بحـث مطرح بود که آیا این طرح، با این همه چشـم‌انتظاری از آن، و تـوان بالقـوه‌اش، بـا کار زیادی که صرف شـده بود موفقیت‌آمیز خواهد بود.

رویدادی که منتظـرش بودند چگونه اتفاق افتاد... پس از کارهای نهایی و تنظیم دقیق تداخل‌سـنج سازوکار کنترل، که توسـط علی جوان انجام شـد ... **دستگاه وارد مرحله نوسان خـود نگهدار شـد**، و از **آن بـرای اولین بار** موج پیوسـته، CW، باریکه نور نوازی با آن درجه از خلوص که محدودیت قانون‌های فیزیک اجازه می‌داد گسیل شد. علی جوان به ساعت خود نگاه کرد. ۴:۲۰ بعدازظهر بود.

او باید کارهای زیادی را انجام می‌داد. او یادداشتی را برای رئیس پژوهشی آزمایشگاه بل فرستاد که در جلسه بود. متن این دست‌نوشته چنین بود: **دستگاه نوسان می‌کند و CW نوسان می‌کند.** در این‌جا بود که سرانجام متوجه شد رویداد تاریخی موردنظر به وقوع پیوسته است.

همین‌طـور اعضای جلسـه‌ای که دست‌نوشـتهٔ جوان را دریافت کرده بودند. و لحظاتی بعد، در آزمایشـگاه باز شد و چهار رئیس اصلی آزمایشـگاه وارد شدند. صحنهٔ پیش‌رو در آزمایشگاه بود و باریکهٔ نور موازی پیوسته که از خروجی لیزر گسیل می‌شد برای اولین بار نشان می‌داد که چه چیزی به وقوع پیوسـته است. رویدادهای آن جلسه هیئت مدیره، و همچنین آن‌چه در ساعت‌های بعد رخ داد، داستانی هیجان‌انگیز است.

به علـت اهمیت تاریخی این رویداد، علی جوان شـرح مفصـل آن را ثبت کرده اسـت و شـما در آن‌چه گذشـت با جزئیات آن آشنا شدید.

اختراع جوان

در هـر اختراعی رویدادهای قبلی و بعدی وجود دارد. در این‌جا رویدادهای بعدی با گذشت اندکی بیش از هفت هفته پس از واقعهٔ تاریخی ۱۲ دسامبر رخ داد. انتشار خبر این رویداد تاریخی در **۱۷ فوریه** ۱۹۶۱ در کنفرانس خبری انجام شـد که آزمایشگاه‌های تلفن بل در پارک شرایتون هتل در شهر نیویورک ترتیب داده بود. در آن‌جا مطبوعات بی‌صبرانه در انتظار انتشار رسمی چیزی بودند که از پیش خبر داشتند، دستگاه موردنظر در یک اتاق بزرگ ویژه مراسم رسمی به نمایش گذاشته شده بود. چشمهٔ نور لیزر روز ۱۲ دسامبر اکنون کاملاً کار می‌کرد. تخلیهٔ گازی رنگارنگ به صورت باریکه‌ای از نور موازی با خلوص

رنگی ویژه‌اش به گونه‌ای از دستگاه گسیل می‌شد که پیش از آن هرگز آن را امکان‌پذیر نمی‌دانسـتند. این باریکه نور موازی هنگامی از خروجی لیزر گسیل می‌شد که خبرنگاران و مهمانان این مراسم برای اولین بار گزارش آن را شنیده و اکنون آن را به چشم خود می‌دیدند. اکنون برای اولین بار **سیگنال‌های صدا** از **یک تلفن** در اتاق مجاور در این اتاق مراسم منتشر می‌شد و یک **گیرندهٔ اپتیکی** با طراحی خاص که به **تلفن دومی متصل بود** آن را دریافت می‌کرد که مهندسان آزمایشگاه طراحی کرده بودند... به‌طوری که **مکالمهٔ تلفنی دوطرفه** می‌توانست بین دو دستگاه تلفن برقرار شود ـ رویدادی تاریخی که برای نخستین بار رخ می‌داد.

آن‌چه به وقوع پیوسته بود اولین مکالمهٔ تلفنی با استفاده از باریکهٔ نور حاصل از اولین لیزر هلیم نئون بود که به عنوان **حلقهٔ ارتباط** در انتقال سیگنال صدا بین دو دستگاه **تلفن** عمل می‌کرد توجه کنید که این لیزر تخلیهٔ گازی هلیم نئون بدیع، در آن زمان **تنها و تنها** چشمهٔ نور لیزر در حال کار در جهان بود.

گزارش این رویداد تیتر مطبوعات آن روز و روز بعد شد. آزمایشگاه بل عکسی از این لیزر اولیه با علی جوان منتشر کرد کـه تصویر گزارش‌های خبری این رویداد تاریخی شـد. این خبر به سراسـر جهان مخابره شد و برای ماه‌ها توجه همگان را به خود جلب کرد. گزارش‌ها اختراع دانشمند ایرانی‌الاصل آزمایشگاه بل علی جوان را شرح می‌داد که تصویرش در تمام نشریه‌های معتبر جهان منتشر شد.

و همچنین بستهٔ خاصی که آزمایشگاه بل تهیه کرده بود در اختیار بخش علمی کلیهٔ رسانه‌ها قرار داده شد. گزارش این کار قبلاً در فیزیکال ریویو لترز (۳۰ ژانویه ۱۹۶۱) منتشر شده بود.

آزمایشگاه بل عکسی از این لیزر اولیه با علی جوان منتشر کرد که تصویر گزارش‌های خبری این رویداد تاریخی شد. این خبر به سراسر جهان مخابره شد و برای ماه‌ها توجه همگان را به خود جلب کرد. گزارش‌ها اختراع دانشمند ایرانی‌الاصل آزمایشگاه بل علی جوان را شرح می‌داد که تصویرش در تمام نشریه‌های معتبر جهان منتشر شد

پی‌نوشت

1. Microwave Amplification by Stimulated Emission of radiation
2. Edward Balik
3. Donald Heriot
4. William Bennett

تطبیق محور فاز به

تجربه‌های آموزشی
مژگان زمانی

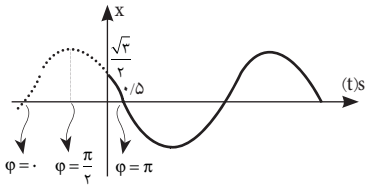
چکیده: چون بسیاری از دانش‌آموزان در درس فیزیک ۱ پیش‌دانشگاهی در فصل سوم مبحث حرکت نوسانی در حل مسائل نوسانگر هماهنگ ساده، در تشخیص فاز اولیه، فاز در یک لحظه و تغییر فاز در یک بازهٔ زمان مشکل دارند و روش توضیحی در کتاب با استفاده از حل ریاضی تابع و انتخاب جواب‌های ممکن و یا روش دایرهٔ مرجع که در بسیاری از کلاس‌های کنکور یا مراکز پیش‌دانشگاهی تدریس می‌شود برای دانش‌آموزان پیچیده و سخت است. «با اندکی تغییر در حل این نوع مسائل با استفاده از تطبیق محور فاز بر روی زمان در نمودارهای x-t، v-t، a-t و ارائهٔ نمودار به‌صورت نقطه‌چین تا رسیدن به فاز صفر» در طی پنج دوره تدریس در مرکز پیش‌دانشگاهی هفده شهریور نتایج این روش در درک ساده و سریع آن برای دانش‌آموزان مشاهده شده است.

کلید واژه‌ها: حرکت نوسانی، هماهنگ ساده، تغییر فاز، نوسانگر، مسیر حرکت، معادلهٔ حرکت.

در شکل زیر نمودار را به‌صورت نقطه‌چین ادامه می‌دهیم تا در قسمت $t<0$ به فاز صفر برسیم. بدین ترتیب تشخیص فاز اولیه بسیار ساده است. هم‌چنین بسیاری از مسائل این فصل به این ترتیب ساده حل می‌شوند.

مثال ۳-۵ کتاب فیزیک ۱- پیش‌دانشگاهی

حل این مسئله در کتاب در یک صفحه توضیح داده شده اما با این روش:



$\frac{\pi}{2}<\varphi_0<\pi$

$$\left.\begin{array}{l}\sin\varphi_0=\dfrac{x_0}{A}=\dfrac{+\frac{\sqrt{3}}{2}}{1}=+\dfrac{\sqrt{3}}{2}\\ \dfrac{\pi}{2}<\varphi_0<\pi\end{array}\right\}\rightarrow\varphi_0=\frac{3\pi}{2}$$

$$t=0/5\rightarrow\varphi=\frac{2\pi}{T}t+\frac{3\pi}{2}=\pi\rightarrow T=0/3(s)$$

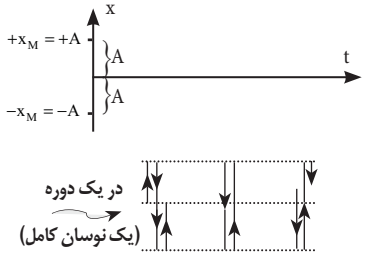
تطبیق محور φ بر روی محور t

ابتدا روش تطبیق و مفهوم آن را در مثال زیر به‌صورت کامل و جامع به دانش‌آموز می‌آموزیم (به روش پرسش و پاسخ) سپس بعد از رفع اشکال و اطمینان از این مطلب که تمامی دانش‌آموزان مفهوم را درک کرده‌اند، مثال‌های متنوع را حل می‌کنیم و در ضمن آن، نکته‌هایی را متذکر می‌شویم.

مثال ۱) معادلهٔ حرکت نوسانگر هماهنگ ساده زیر $x=A\sin\omega t$ است. نمودار مکان-زمان آن را رسم کنید.

ـ ابتدا به دانش‌آموزان یادآوری می‌کنیم و متذکر می‌شویم که:

۱. این معادله برای متحرکی است که بر روی خط راست، بر روی پاره‌خطی به طول A ۲ حرکت رفت و برگشت انجام می‌دهد، که می‌توان مسیر حرکت را بر روی محور x (محور عمودی در نمودار x-t) نمایش داد. (با حرکت دست به بالا و پایین).



۲. در تابع x برحسب متغیر t، مقادیر A و ω ثابت هستند مانند: $x=0/2\sin5\pi t$ یا $x=\sin\frac{\pi}{3}t$ یا $x=\frac{3}{5}\sin\pi t$

۳. در این معادله دوره‌ای، رسم نمودار در طی یک دوره مشابه دوره‌های بعدی است. پس کافی است آن را تنها در طی یک دوره رسم کنیم و سپس آن را ادامه دهیم.

محور زمان در حرکت‌های نوسانی هماهنگ ساده

۴. بررسی می‌کنیم در چه لحظاتی $x=0$ یا $x=\pm A$ شده است.

۵. نکتهٔ مهم: در این‌جا فاز نوسان $\varphi=\omega t$ است یعنی فاز اولیه $\varphi_0=0$

$0\le\varphi\le 2\pi$ می‌دانیم.

$\varphi_0=0$

$x=A\sin ax$

$k=0,1,2,\cdots$

$\omega t=\varphi$	t	x
0	0	0
$\frac{\pi}{2}$	$\frac{T}{4}$	+A
π	$\frac{T}{2}$	0
$\frac{3\pi}{2}$	$\frac{3T}{4}$	−A
2π	T	0

$x=0\rightarrow \sin\omega t=0\rightarrow \varphi=k\pi$

$=2k\frac{\pi}{2}$

در طی یک دوره $\varphi\le 2\pi$

$\varphi=\omega t=0\rightarrow t=0$

$\varphi=\omega t=\pi\rightarrow \frac{2\pi}{T}t=\pi\rightarrow t=\frac{T}{2}$

$\varphi=\omega t=2\pi\rightarrow \frac{2\pi}{T}t=2\pi\rightarrow t=T$

$k=0,1,2,\cdots$

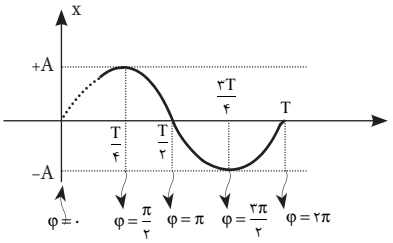
$x=\pm A\rightarrow \sin\omega t=\pm 1\rightarrow \varphi=(2k+1)\frac{\pi}{2}$

$k=0,1,2,\cdots$

در طی یک دوره $\varphi\le 2\pi$

$\varphi=\omega t=\frac{\pi}{2}\rightarrow \frac{2\pi}{T}t=\frac{\pi}{2}\rightarrow t=\frac{T}{4}$

$\varphi=\omega t=\frac{3\pi}{2}\rightarrow \frac{2\pi}{T}t=\frac{3\pi}{2}\rightarrow t=\frac{3\pi}{2}$



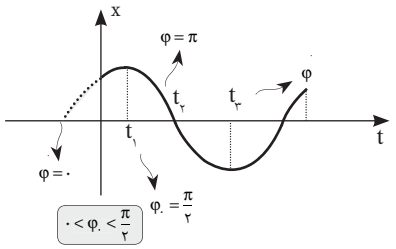
$\varphi_0=0$

نتیجه: مدت زمانی که طول می‌کشد تا (max نمودار به صفر) یا (صفر به min) و... برسد برابر $\frac{T}{4}$ است یعنی به‌عبارتی مدت زمانی که طول می‌کشد تا متحرک از مبدأ به انتهای پاره‌خط نوسان یا از انتهای پاره‌خط نوسان به مبدأ رود $\frac{T}{4}$ است.

مثال ۳-۴ کتاب

نمودار شکل ۳-۷ مربوط به حرکت هماهنگ ساده با دورهٔ ۰/۲ ثانیه و فاز اولیهٔ $\frac{\pi}{6}$ رادیان است. زمان‌های t_1 و t_2 و t_3 را به‌دست آورید.

نمودار را به‌صورت نقطه‌چین ادامه می‌دهیم تا در سمت زمان‌های منفی محور را قطع کند یعنی مشابه نمودار مرجع شود با مقایسه داریم:



پاسخ:

$\varphi=\omega t+\varphi_0=\frac{2\pi}{0/2}t+\frac{\pi}{6}\rightarrow \varphi=10\pi t+\frac{\pi}{6}$

$t_1\rightarrow \varphi=\frac{\pi}{2}\rightarrow 10\pi t_1+\frac{\pi}{6}=\frac{\pi}{2}\rightarrow t_1=\frac{1}{30}(s)$

یا $t_2=t_1+\frac{T}{4}$

$t_2\rightarrow \varphi=\pi\rightarrow 10\pi t_2+\frac{\pi}{6}=\pi\rightarrow t_2=\frac{1}{12}(s)$

$t_3\rightarrow \varphi=\frac{3\pi}{2}\rightarrow 10\pi t_3+\frac{\pi}{6}=\frac{3\pi}{2}\rightarrow t_3=\frac{2}{15}(s)$

$t_3=t_2+\frac{T}{4}=t_1+\frac{T}{2}$

مثال ۳-۵ (در چکیده به همین روش توضیح داده شده است)

مسئلهٔ ۶ کتاب، صفحهٔ ۹۹

۶. دامنهٔ نوسان یک حرکت هماهنگ ساده و بسامد آن ۵ هرتز است. معادلهٔ این حرکت را در دو حالت زیر بنویسید و در هریک از دو حالت نمودار مکان-زمان را در یک دوره رسم کنید.

الف- در لحظهٔ صفر نوسانگر در مبدأ قرار دارد.

ب- در لحظهٔ صفر مکان نوسانگر $+۳\times۱۰^{-۲}(m)$ است.

پاسخ:

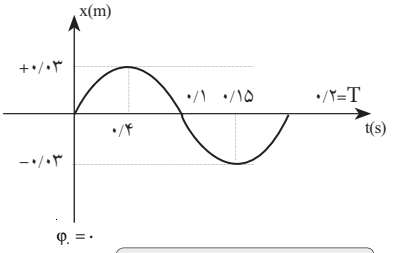
الف) $x = A\sin(\omega t + \varphi_.)$

$x_. = ۰$ ، $\varphi_. = ۰$ → $x_. = ۰ , v_. > ۰$

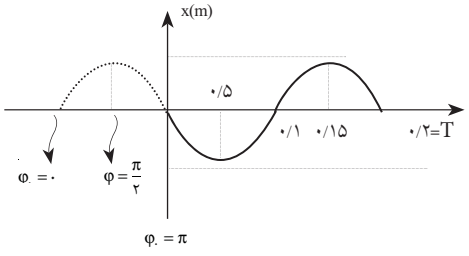
$x_. = ۰$ ، $\varphi_. = \pi$ → $x_. = ۰ , v_. < ۰$

$$\omega = ۲\pi f = ۱۰\pi(rad/s) \rightarrow T = \frac{۱}{f} = \frac{۱}{۵} = ۰/۲s \rightarrow \frac{T}{۴} = ۰/۰۵s$$

$x = ۰/۰۳\sin(۱۰\pi t + \pi)$



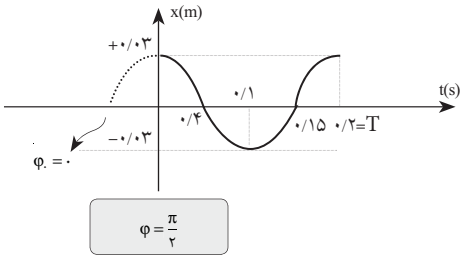
$x = ۰/۰۳\sin ۱۰\pi t$



ب) $\sin\varphi_. = \frac{x_.}{A} = \frac{+۳\times۱۰^{-۲}}{۳\times۱۰^{-۲}} = +۱ \rightarrow \varphi_. = \frac{\pi}{۲}$

$x_. = +۳\times۱۰^{-۲}m$

$x = ۰/۰۳\sin(۱۰\pi t + \frac{\pi}{۲})$



مسئلهٔ ۱۱ صفحهٔ ۱۰۰ کتاب

۱۱. معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده‌ای را بنویسید که دامنهٔ آن ۴cm و دورهٔ آن ۰/۴s و در لحظهٔ صفر در ۲ سانتی‌متری مبدأ قرار دارد و سرعت آن منفی است. نمودار مکان-زمان این حرکت را در یک دوره رسم کنید.

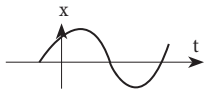
پاسخ:

می‌دانیم شیب نمودار مکان-زمان معرف سرعت است.

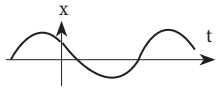
چهار حالت ممکن را بررسی می‌کنیم تا دانش‌آموز با مقایسه آن‌ها تفاوت فاز اولیه را به‌راحتی درک کند.

$$\sin\varphi_. = \frac{x_.}{A} = \frac{+۲}{۴} = \frac{+۱}{۲} \begin{cases} \varphi_. = \frac{\pi}{۶} \\ \varphi_. = \frac{۵\pi}{۶} \end{cases}$$

شکل تقریبی ← غ‌ق‌ق $v_. > ۰$

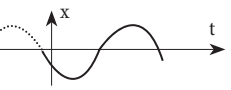


شکل تقریبی ← ق‌ق $v_. < ۰$

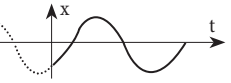


$$\sin\varphi_. = \frac{x_.}{A} = \frac{-۲}{۴} = \frac{-۱}{۲} \begin{cases} \varphi_. = \frac{۷\pi}{۶} \\ \varphi_. = \frac{۱۱\pi}{۶} \end{cases}$$

ق‌ق ← $v_. < ۰$



غ‌ق‌ق



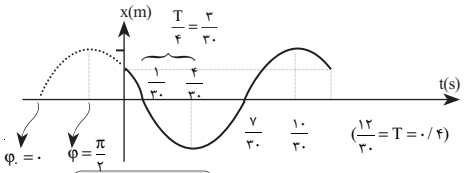
$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۰/۴} = ۵\pi(rad/s) \rightarrow \frac{T}{۴} = ۰/۱s = \frac{۱}{۱۰}s = \frac{۳}{۳۰}s$$

تا بتوانیم به‌راحتی با $\frac{۱}{۳۰}$ جمع کنیم:

$$x = ۰/۰۴\sin(۵\pi t + \frac{۵\pi}{۶})$$

برای رسم با توجه به نمودار مرجع و محدوده $\varphi_.$ بررسی می‌کنیم در چه لحظه‌ای فاز برابر π شده است.

$$۵\pi t + \frac{۵\pi}{۶} = \pi \rightarrow t = \frac{۱}{۳۰}$$

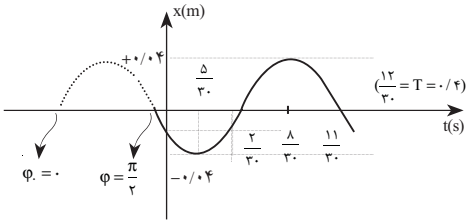


$$\frac{\pi}{۲} < \varphi_. < \pi$$

$$x = ۰/۰۴\sin(۵\pi t + \frac{۷\pi}{۶})$$

برای رسم با توجه به شکل تقریبی بررسی می‌کنیم در چه لحظه‌ای فاز برابر $\frac{۳\pi}{۲}$ شده است.

$$۵\pi t + \frac{۷\pi}{۶} = \frac{۳\pi}{۲} \rightarrow t = \frac{۲}{۳۰}s$$



$$\pi < \varphi_. < \frac{۳\pi}{۲}$$

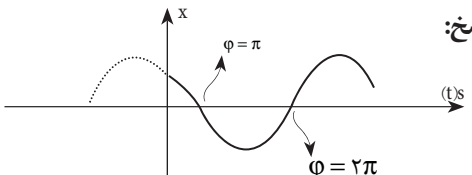
مسلهٔ ۱۳ صفحهٔ ۱۰۱ کتاب

۱۳. معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به‌صورت $x = ۰/۰۵\sin(۲۰\pi t + \frac{۲\pi}{۳})$ است.

الف) در چه زمانی، پس از لحظهٔ صفر، برای اولین‌بار سرعت نوسانگر به بیشینه مقدار خود می‌رسد؟

ب) در چه فاصله‌ای از مبدأ انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل آن خواهد بود؟

پاسخ:



$$\frac{\pi}{۲} < \varphi_. < \pi$$

الف) برای اولین بار $\rightarrow V = V_M \rightarrow x = ۰ \rightarrow \varphi = \pi$

$$۲۰\pi t + \frac{۲\pi}{۳} = \pi \rightarrow ۲۰\pi t = \frac{\pi}{۳} \rightarrow t = \frac{۱}{۶۰}s$$

به همین ترتیب با رسم نمودار تقریبی می‌توان با تعیین فاز روی نمودار به پرسش‌هایی از این دست به‌راحتی پاسخ داد.

۱) در چه زمانی، پس از لحظهٔ صفر، برای دومین‌بار انرژی جنبشی بیشینه می‌شود؟

$K = K_M \rightarrow V = V_M \rightarrow X = ۰ \rightarrow \varphi = ۲\pi$ برای دومین‌بار

۲) در چه زمانی، پس از لحظهٔ صفر، برای اولین‌بار شتاب نوسانگر بیشینه می‌شود؟

$a = a_M \rightarrow x = x_M \rightarrow \varphi = \frac{۳\pi}{۲}$ برای اولین‌بار

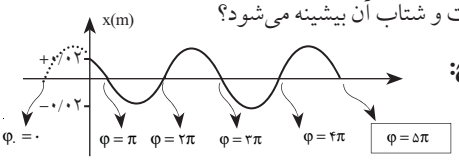
مسئلهٔ ۱۴ صفحهٔ ۱۰۱ کتاب

۱۴. نمودار مکان ـ زمان نوسانگر مطابق شکل زیر است.

الف) معادله‌های حرکت و سرعت و شتاب این نوسانگر را بنویسید.

ب) چه زمانی، پس از لحظهٔ صفر، برای اولین‌بار به‌ترتیب، سرعت و شتاب آن بیشینه می‌شود؟

پاسخ:



$$\frac{\pi}{۲} < \varphi_. < \pi$$

$$A = ۰/۰۴_{(m)}$$

$$\sin\varphi_. = \frac{y_.}{A} = \frac{+۱}{۲} \rightarrow \begin{cases} \varphi_. = \frac{\pi}{۶} \\ \varphi_. = \frac{۵\pi}{۶} \end{cases}$$ با توجه به نمودار ← ق‌ق

$$t = ۰/۵s \rightarrow \varphi = ۵\pi$$

$$۰/۵\omega + \frac{۵\pi}{۶} = ۵\pi \rightarrow \omega = \frac{۲۵\pi}{۳}$$

الف) $y(t) = ۰/۰۴\sin(\frac{۲۵\pi}{۳}t + \frac{۵\pi}{۶})$

$$V(t) = \underbrace{۰/۰۴(\frac{۲۵\pi}{۳})}_{۱}\cos(\frac{۲۵\pi}{۳}t + \frac{۵\pi}{۶})$$

$$a = \underbrace{-(\frac{۲۵\pi}{۳})^۲(۰/۰۴)}_{-۲۵}\sin(\frac{۲۵\pi}{۳}t + \frac{۵\pi}{۶})$$

ب) به جای استفاده از معادله‌های y، v، a از روی نمودار و فازهای مربوطه حل می‌کنیم.

$V = V_M \rightarrow x = ۰ \rightarrow \varphi = \pi$ برای اولین بار

$$\frac{۲۵\pi}{۳}t + \frac{۵\pi}{۶} = \pi \rightarrow \frac{۲۵\pi}{۳}t = \frac{\pi}{۶} \rightarrow t = \frac{۱}{۵۰}(s)$$

$a = a_M \rightarrow x = x_M \rightarrow \varphi = \frac{۳\pi}{۲}$ برای دومین بار

$$\frac{۲۵\pi}{۳}t + \frac{۵\pi}{۶} = \frac{۳\pi}{۲} \rightarrow \frac{۲۵\pi}{۳}t = \frac{۲\pi}{۳} \rightarrow t = \frac{۲}{۵۰} = \frac{۱}{۲۵}(s)$$

از داده تا مدل‌ها

کاربردی

ام. سی. گوانزالر
آلبرت ـ لاسزلو باراباسی
ترجمه: پروین نظری

اگـر تلفن همراه داشـته باشـید دستگاه اپراتور مربوط ـ ادارهٔ مخابرات ـ همیشه جای شما را می‌داند و فهرستی از دوستان شما را دارد و می‌داند اخیراً چه وقـت با آنهـا تماس داشـته‌اید. اطلاعات ثبت شده به همراه اطلاعات به‌دسـت آمده از پسـت الکترونیکی، جست‌وجو در شـبکهٔ جهانی وب یا خرید از شرکت‌های مختلف می‌تواند دخالـت بزرگی در زندگی خصوصی شما باشد.

به هر حال این اطلاعات ثبت شده فهرستی بزرگ را در اختیار می‌گذارد که الگوهای رفتاری انسان را با جزئیاتی ارائـه می‌کند که در گذشـته غیرقابل تصور بود.

کمّی‌سازی و درک چنین الگوهایی می‌تواند در طراحی دستگاه حمل‌ونقل عمومی بهتر و ایجـاد فضای عمومی امن‌تر و یا کنترل شیوع بیماری‌ها کمک کند. اما چه‌طور می‌توانیم بین کشش ذاتی نیاز بـه اطلاعات و زندگی خصوصی تعادل برقرار کنیم؟ یک راه، پیروی از چارچوبی است که کلیزا[1] و همکارانش ارائه کردند. در مـدل کلیزا فردیّت‌ها نادیده گرفته شـده و در عوض تمرکز بر روی کلیات دسـتگاه و به‌کارگیری متغیرهای قطعه‌ای یا سلول برای حل مسئله‌های مهمی مانند پیش‌بینی شیوع یک بیماری ویروسی است. مدل نهایی و دیدبانی دستگاه نیازمند مکان هر فرد در کشور است. در کشورهای صنعتی که ضریب نفوذ تلفن همراه ۱۰۰درصد اسـت این اطلاعـات بـه راحتی در اختیار شـرکت‌های تلفن است. چون هر تلفـن همراه بـا نزدیک‌ترین برج مخابراتی ارتباط برقرار می‌کند موجب تقسـیم کشـور به مناطق جغرافیایی متمایز می‌شود (شکل ۱). تماس‌های انجام‌شده به خاطر تهیهٔ صورت‌حساب ثبت می‌شـوند، طوری که تغییر مکان هـر کاربـر تلفن همراه که در شـکل (۱) با خط‌های ممتد نشـان داده شده، مشـخص اسـت. در حال حاضر اگر بخواهیم پخش یک بیماری ویروسی واگیردار مانند آنفولانزا یا سـارس را پیش‌بینی کنیم اطلاعات فردی همراه با جزئیات لازم نیست و دانستن تعداد افرادی که از یک منطقه به منطقه دیگر حرکت می‌کنند کافی اسـت (شـکل ۱). دیدبانی مجموع حرکت‌های افراد نسـبت به دیدبانی مسیر حرکت‌های افراد شـاید برای کسـانی کـه مدافع زندگی خصوصی هستند بیش‌تر قابل قبول باشـد و این کار برای گسترش دیدبانی جامعه و دستگاه‌های هوشمند کافی اسـت. به هر حـال این تحقیق دارای چالش‌های عملی اساسی است.

امـا چه‌طـور می‌تـوان نفوذهای پیچیده و مسئله‌های پخش پیچیده را با اسـتفاده از یک بررسی کلی تدوین کرد.

مسئله‌های موجود در این تحولات را کلیـزا و همکارانش نشـان داده‌اند. آن‌ها یک فرمول‌بندی کلی برای مطالعه دستگاهی ارائه کرده‌اند که در آن امکان حضور چند ذره (این ذرات می‌توانند افراد، گونه‌های شیمیایی یا مجموعه‌ای کوچک‌تر از اطلاعات باشد) در مناطق مشـابه وجود دارد. در ایـن مدل هر منطقه به‌صورت گرهی در یک شبکه است. نفوذ به مناطق همسایه از طریق ارتباط شبکه صورت می‌گیرد. به‌عنوان مثال اگر هدف نفوذ واکنش‌گرها برای انجام واکنش است شبکه می‌تواند یک سلول معمولی باشد.

بـا وجود این اگر مشـکل مورد مطالعه پخش ویروس توسط ترافیک خط هوایی بین شـهرها باشد آن را ساختار بدون مقیاس[2] می‌نامند (که در بسیاری از شبکه‌های جهانی موجود است). برای دستگاه تلفن همراه که در شـکل آمده است شـبکه‌ای که ترافیـک بین ناحیه‌هـای مختلف را ثبت می‌کند توسـط برج‌هایی تعیین می‌شـوند که در ناحیـه جغرافیایی همسایه قرار دارند.

ویژگی مهم ویروس‌ها این است که اگر خیلی آرام پخش شوند ممکن اسـت همگی بمیرند و اگر سـرعت پخـش آن‌ها از مقدار آسـتانهٔ بحرانی بیش‌تر شود شـیوع صورت می‌گیرد که می‌تواند کسـر قابل ملاحظه‌ای از جمعیت را دربرگیرد.

در سـال ۲۰۰۱ پاسـتور ساترز و وسپیگنانی[3] نتایج کلاسیکی را به‌دست آوردند که نشـان می‌دهد اگر شبکه‌ای که ویروس در آن پخش شـده بدون مقیاس باشد مقدار آستانهٔ همه‌گیری از

کمّی‌سازی و درک چنین الگوهایی می‌تواند در طراحی دستگاه حمل‌ونقل عمومی بهتر و ایجاد فضای عمومی امن‌تر و یا کنترل شیوع بیماری کمک کند

بین می‌رود.

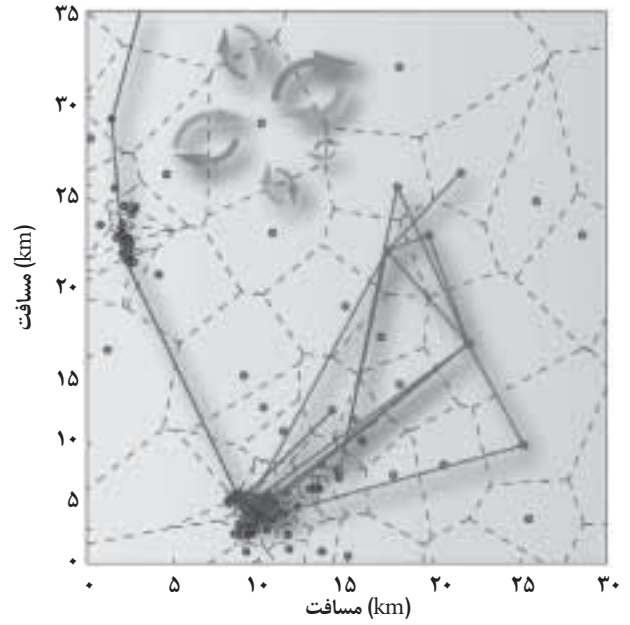
بنا بر اســناد موجود شــبکه‌های جنسی و پست‌الکترونیک ممکن است دارای ویژگی بدون مقیاس باشــند که در آن حتی بیماری‌های ویروســی یا ویروس‌های پســت‌الکترونیکی بسیار ضعیف، پتانسیل پخش شدن را دارند. نه تنها بررســی ارتباط میان ســاختار شبکه و فرایند پخش مورد توجه است بلکــه در این مــورد تردیدهایی را نیز ایجاد کرده است.

اما وقتی که از تک‌تک موجودات به متغیرهــای قطعــه‌ای می‌رویم چه اتفاقی برای این مقدار آســتانهٔ نابودی ویروس‌ها می‌افتد؟ برای پاسخ به این پرسش کلیزا و همکارانش معمایی را ارائــه کرده‌اند. وقتــی هر موجود فقط با تعداد محدودی از موجودات دیگر درون یک قطعه بر هم‌کنش دارند (که این یک فرض منطقی است) حتی اگر شبکه بدون مقیاس باشد، مقدار آستانه برای نابودی ویروس‌ها باقی می‌ماند.

توضیح‌های مبتنــی بر متغیرهای قطعــه‌ای پیش‌بینــی می‌کنــد کــه ویروس‌های پخش‌شــونده ضعیف به آسانی از بین می‌روند و کاهش سرعت پخــش آن‌ها و متوقف‌کــردن بیماری همه‌گیر امکان‌پذیر است.

شــگفت اینکه وقتــی فرایندهای تماســی (مانند پســت‌الکترونیکی یا برهم‌کنش جنســی) مســئول پخش ویروس هســتند، حدّ آســتانهٔ نابودی ویــروس (وقتی یک موجــود با دیگر موجودهــا در یک قطعــه برهم‌کنش می‌کنند) واقعی نیست.

این معمای کلی مســئلهٔ حرکت از یــک موجود به متغیرهای قطعه‌ای را نشــان می‌دهد و تأکید می‌کند که ارتبــاط بین تک‌تک موجــودات در یک قطعــه به‌طور کامــل قابل درک نیســت. مثلاً یــک شــبکهٔ کوچک مقیاس برهم‌کنش‌های بین موجودات درون هــر ســلول را نشــان می‌دهد



شکل ۱

و در نهایت مجبوریم که مســئله‌ای چندفضایــی را معرفی کنیم که خود شــبکه‌ای از شبکه‌هاست. همین‌طور اندازه‌گیری‌هــا بــر مبنــای بررســی پول‌های مبادله شده نشان می‌دهد که الگوی آمد و شد میان قطعه‌ها ممکن است مستلزم محاسبات پیچیده باشد. تمام زمان‌های اندازه‌گیری شــده بین فرایندهای انســانی (مانند مراجعه به کتابخانه یا پست‌الکترونیکی) توسط فرایندهایــی بــا محاســبات پیچیده توضیح داده می‌شوند که با فرایندهای ســنتی پواســون[4] بر پایه مدل‌سازی چهارچوب رقابت می‌کنند. بنابراین مدلی که توســط کلیزا و همکارانش مطالعه شــده است موردهای منطقی را نسبت به الگوهای مخلوط محدود برپایه آزمایش گسترش می‌دهد.

با این حال مدل‌های ســادهٔ مبتنی بر فیزیک آماری (مانند این مورد) راه زیادی را در درک ما از ویژگی‌های مهم مانند دشواری‌ها و پارادوکس موجود در مدل‌ســازی فرآیندهای انسانی طی کرده‌اند.

فناوری همان‌طــور که ارتباطات و توانایی‌هــای دیدبانــی را افزایش می‌دهد مقادیــر عظیمی از اطلاعات در مورد الگوهای رفتاری انســان را نیز در اختیارمان می‌گذارد. این سیل داده‌ها می‌توانند انقلابی در شــناخت ما از رفتار انسان‌ها با کارهای شهری و برنامــه حمل‌ونقــل تا پاســخ‌های ضروری و تحقیقات جنایی به‌وجود آمدند.

در حرکــت از داده‌ها به ســمت مدل‌ها نظریه‌های فیزیــک آماری که یک چهارچوب را برای کمی‌ســازی فرایندهــای انســانی پیشــنهاد می‌کننــد، نقش اساســی دارنــد. این فرصت‌ها جامعــه فیزیک را به رقابت دعــوت و مــا را مجبــور می‌کند که محدودیت‌ها و پتانسیل‌های ابزارهایمان را گسترش دهیم.

این یک وضعیت برد ـ برد و مثال روشنی از تغییر سرشت فیزیک در قرن بیست‌ویکم است که ما را به حوزه‌هایی می‌راند که قبلاً جرأت حضور در آن‌ها را نداشتیم.

در حرکت از داده‌ها به سمت مدل‌هانظریه‌های‌فیزیک آماری که یک چهارچوب را برای کمی‌سازی‌فرایندهای اتفاقی‌انسانی‌پیشنهاد می‌کنند،نقش‌اساسی‌دارند

پی‌نوشت

1. Colizza
2. Scale free
3. Pastor-Satorrs, Vespignani
4. Poisson

منبع

Nature Physics /Vol3/ April2007

خبرهای علمی

مرزهای فیزیک

ریزترین آینهٔ جهان

درست همان‌طور که آینه مسیر فوتون‌های نور را هدایت می‌کند، اتم‌های دارای گشتاور مغناطیسی را می‌توان با یک آینهٔ مغناطیسی کنترل کرد.

پژوهشی که شرح آن در *جورنال او اپلاید فیزیکز*[1] آمده است امکان بهره‌گیری از دیوارهٔ حوزه‌های مغناطیسی برای هدایت و در نهایت به دام انداختن تک‌تک اتم‌ها در ابری از اتم‌های بسیار سرد را فراهم می‌سازد. توماس هیوارد[2] نویسنده مقاله از دانشگاه شفیلد در بریتانیا می‌گوید «با بهره‌گیری از مواد فرد مغناطیسی نرم، به صورت نانوساختار، می‌توانیم با بهره‌گیری از ویژگی‌های مواد اتم‌ها را هدایت کنیم.»

پژوهشگران طراحی، ساخت، و تعیین مشخصات آینهٔ تشکیل‌شده توسط دیوارهٔ حوزه‌های میدان مغناطیسی را در آرایه‌ای از نانوسیم‌های مغناطیسی تخت مواج توصیف می‌کنند. میدان مغناطیسی با پیچ و تاب خوردن سیم‌ها تغییر وضعیت می‌دهد. وقتی میدان مغناطیسی اعمال شده بر سیم‌ها عمود باشد، دیوارهٔ حوزه‌ها در وضعیت روشن هستند، وقتی میدان موازی سیم‌ها اعمال شود، در وضعیت خاموش قرار می‌گیرند. اصولاً، دستگاه به صورت آینه‌ای منطقی با حالت‌های ۰ و ۱ درمی‌آید.

گام بعدی ریختن ابر بسیار سرد اتم‌ها روی آینه است به طوری که بتوان واجهیدن آن‌ها را مشاهده کرد. از همین فناوری می‌توان در ابزارهایی استفاده کرد که اتم‌ها را به دام انداخته و محصور می‌کنند، همچنین احتمالاً در ابزارهایی که از تک‌تک اتم‌ها به عنوان کوبیت‌ها (بیت‌های کوانتومی) استفاده می‌کنند.

برای اطلاعات بیشتر می‌توانید به مقاله زیر مراجعه کنید:

"Design and Characterization of a Field- Switchable Nano magnetic Atom Mirror" by Thomas J. Hayward et al, *Journal of Applied Physics*

«رباینده‌ها» مواد تاریک را به هم می‌چسبانند

مقدار بسیار زیادی مادهٔ نامریی ـ مادهٔ تاریک ـ در عالم وجود دارد. نمی‌دانیم این مادهٔ تاریک چیست، اما می‌دانیم که وجود دارد و بدون این ماده هیچ کهکشان، و در نتیجه ستارگان، سیارات و زندگی به وجود نمی‌آمد. عالم پر از ساختارهای عظیمی است که مادهٔ تاریک بر آن‌ها سیطره دارد و در این کره‌های مادهٔ تاریک یا «هاله‌ها» ذرات نور گسیل

ستارگان و توده‌های گازی را تشکیل می‌دهند. مطالعات اخیر نشان داده است که این هاله‌های مادهٔ تاریک دارای به اصطلاح رباینده‌هایی هستند که شکل آن‌ها را حفظ می‌کند. نتایج حاصل از این مطالعه در *استروفیزیکال جورنال لترز* چاپ شده است.

اِستن هنین[1] از مرکز اخترشناسی تاریک انستیتوی نیلس‌بور دانشگاه کپنهاگ می‌گوید «این‌که درک نمی‌کنیم چرا این هاله‌های مادهٔ تاریک چنین به نظر می‌رسند تا حدی شگفت‌انگیز است. ذرات مادهٔ تاریک فقط کشش گرانی را حس می‌کنند، بنابراین درک اینکه مثلاً هنگام حرکت از بخش‌های داخلی به خارجی چگالی‌شان چگونه تغییر می‌کند، باید ساده باشد. اما هنوز هیچ‌کس نفهمیده است چرا دما و چگالی مادهٔ تاریک به صورتی است که مشاهده می‌کنیم.

به علاوه، هنوز معلوم نیست که آیا دلیلی برای ساختار سادهٔ دما و چگالی مشاهده شدهٔ هاله‌ها وجود دارد، یا آیا می‌توان شکل آن‌ها را از روی برخوردها و رویدادهایی تعیین کرد که در طول تاریخ عالم، به صورت تقریباً کاتوره‌ای، در معرض آن‌ها قرار گرفته‌اند.

ستارگان رفتار خاص خود را دارند

می‌توانیم دمای سطح و درخشندگی یک ستاره در طول تحول آن را اندازه بگیریم. تقریباً تمام ستارگان فرایند سوزاندن سوخت هیدروژن خود و تبدیل شدن به یک ستاره رشته اصلی را به صورت یکنواخت طی می‌کنند. این یکنواختی برای ذرات درخشان معمولی یک رباینده است زیرا هنگام همجوشی اتم‌های هیدروژن و تبدیل‌شان به هلیم، همواره توازن خاصی بین فشار تابش و گرانی وجود دارد.

اگر یک ستارهٔ رشته اصلی را بگیرید و به آن «ضربه بزنید» به طوری که مثلاً برای مدت کوتاهی درخشان‌تر از چیزی شود که یک رباینده رشته اصلی باید باشد (این تغییر شرایط کنترل شده را می‌توان مثلاً با تغییر انرژی ستاره در یک شبیه‌سازی رایانه‌ای انجام داد) ستاره دوباره به رشتهٔ اصلی برمی‌گردد. این ویژگی تمام رباینده‌ها در طبیعت است.

مادهٔ تاریک هم رفتار خاص خود را دارد

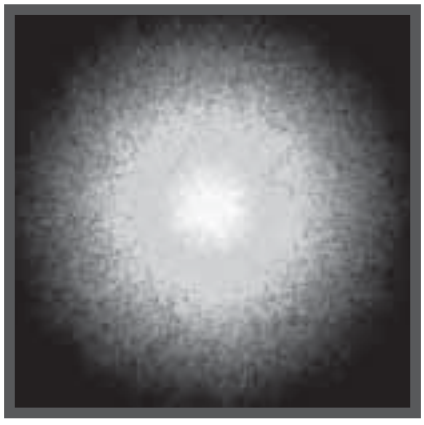
ذرات مادهٔ تاریک فشار تابش ندارند، بنابراین قبلاً نمی‌دانستیم که آیا می‌توانند رباینده مشابهی داشته باشند که به کمک آن بتوان گفت چرا تمام هاله‌های مادهٔ تاریک عملاً یکسان به نظر می‌رسند.

استن هنسن[3] می‌گوید «شبیه‌سازی رایانه‌ای برای اولین بار نشان داده است که هاله‌های مادهٔ تاریک دارای رباینده‌اند. بین وضعیت دما و چگالی مادهٔ تاریک از درونی‌ترین بخش تا قسمت خارجی رابطه‌ای خاص به دست آمده است.»

پژوهشگران مدل‌های رایانه‌ای متنوعی را برای هاله‌های مادهٔ تاریک به دست آوردند که تمام آن‌ها در توازن کامل بودند. سپس به این ساختارها «ضربه زدند» تا تغییر کنند. این کار با حرکت انرژی در آن‌ها انجام شد، که با مدل رایانه‌ای امکان‌پذیر است. به این ترتیب معلوم شد که تمام هاله‌ها وضعیت خود به طرف شکل یکنواخت را یکسان تغییر می‌دهند. از این نظر هاله‌های مادهٔ تاریک کاملاً با ستارگان فرق دارند. زیرا وقتی ستارگان سوخت هیدروژن خود را تمام می‌کنند، از رشته اصلی دور می‌شوند ـ رباینده خود را ترک می‌کنند. چون هیچ نشانه‌ای دال بر گسیل تابش از مادهٔ تاریک یا برخورد آن‌ها به یکدیگر وجود ندارد، بنابراین به گمان هنسن «فکر می‌کنیم که این هاله‌ها همواره رباینده باقی می‌مانند.»

برای اطلاعات بیشتر می‌توانید به سایت زیر مراجعه کنید.

www.Physorg.com/news2006 73321.html



ساختار مادهٔ تاریک در یک اَبَر رایانه شبیه‌سازی شده است. این شکل نشان می‌دهد که چگالی مادهٔ تاریک در بخش داخلی بیشینه است و با حرکت به طرف سطح به تدریج کم می‌شود.

دانشمندان به بالاترین تفکیک MRI یک آهنربا دست می‌یابند

پژوهشگران دانشگاه ایالتی اوهایو، در تحولی که نویدبخش افزایش توان ذخیره داده و تصویرگیری پزشکی است، روشی را در جهت به دست آوردن تصویر MRI با بالاترین تفکیک در یک آهنربا به کار گرفته‌اند.

کریس همل[۴]، دانشمند برجسته فیزیک تجربی، و همکارانش با آزمایش روی یک دیسک مغناطیسی به قطر فقط ۲ میکرون و ضخامت ۴۰ نانومتر توانسته‌اند تصویر تشدیدهای مغناطیسی واضحی را از درون دیسک به دست آورند.

تصویر حاصل ـ که هر «پیکسل» آن یک دهم اندازهٔ خود دیسک است ـ دارای بیش‌ترین تفکیکی است که تاکنون از میدان‌های مغناطیسی و برهم کنش‌های داخل یک آهنربا به‌دست آمده است.

چرا به نگاه کردن به داخل آهنربا علاقه‌مندیم؟ چون بررسی رفتار مواد در این مقیاس‌های بسیار ریز کلید گنجاندن آن‌ها در تراشه‌های رایانه‌ای و سایر وسایل الکترونیکی است.

پژوهشگران این یافته خود را در شماره ۱۲ اوت مجلهٔ *نیچر*[۵] گزارش داده‌اند.

همل و همکارانش در سال ۱۹۰۸ کار با نوع جدیدی از دستگاه اسکن کردن با تفکیک زیاد را شروع کردند که سه نوع فناوری MRI، تشدید فرومغناطیسی، و میکروسکوپی نیروی اتمی را با هم ترکیب می‌کرد. فرومغناطیس‌ها ـ که در این بررسی مورد استفاده قرار گرفتند ـ آهنرباهایی از فلزاتی مانند آهن هستند. آهنرباهای معمولی روی یخچال در خانه فرومغناطیس‌اند.

چون مواد فرو مغناطیسی پس از آهنربا شدن قطبیدگی خاص خود را حفظ می‌کنند، بخش ضروری رایانه‌ها و دیگر وسایل الکترونیکی کنونی را تشکیل می‌دهند که در کنار تراشه‌های رایانه‌ای امکان ذخیره‌سازی داده‌ها را فراهم می‌سازند. اما آهنرباهای کوچک‌تری که مستقیماً در تراشه‌های رایانه‌ای قرار داشته باشند این کار را بهتر انجام می‌دهند.

همل می‌گوید «می‌دانیم که کوچک‌کردن آهنرباها تا مقیاس نانو و قرار دادن آن‌ها در بخش الکترونیکی باعث می‌شود که ابزارها با مصرف انرژی کمتر کار بیش‌تری را انجام دهند. اما مانع اصلی همواره تصویرگیری و تعیین ویژگی‌های نانو آهنرباها بوده است.»

دستگاه‌های MRI معمولاً با القای یک میدان مغناطیسی در داخل اجسام غیر مغناطیسی، مانند بدن، کار می‌کنند. چون مواد فرومغناطیسی قبلاً مغناطیسی‌اند، دستگاه MRI معمولی نمی‌توانند داخل خود را مشاهده کنند.

ترکیب روشی که پژوهشگران دانشگاه اوهایو ابداع کرده‌اند «تصویرگیری تشدید فرومغناطیسی با کاوشگر اسکن شده یا FMRI با کاوشگر اسکن شده نامیده می‌شود، و شامل آشکارسازی یک سیگنال مغناطیسی با استفاده از میلهٔ سیلیسیمی حتی ریزتر از کاوشگر مغناطیسی در نوک آن است.

گروه با استفاده از لایهٔ نازک آلیاژ مغناطیسی نیکل ـ آهن که به طور تجارتی در دسترس است به عنوان دیسک، موفقیت این روش را با تصویرگیری از درون قرص مغناطیسی به ضخامت ۰/۲ میکرون (۲۰۰ نانومتر) را نشان داده‌اند.

دنیس پله‌خوف[۶] رئیس آزمایشگاه دستگاه‌های نانو در دانشگاه اوهایو می‌گوید «اصولاً توانستیم اندازه‌گیری‌های تشدید فرومغناطیسی را در بخش کوچکی از دیسک انجام داده و سپس با حرکت اندک اندک کاوشگر این کار را در بخش دیگر تکرار کنیم. با بهره‌گیری از نتایج حاصل، توانستیم مشاهده کنیم که ویژگی‌های مغناطیسی در داخل دیسک چطور تغییر می‌کند.»

متخصصان انتظار دارند تراشه‌های رایانه‌ای مجهز به این آهنرباهای ریز روزی بتوانند امکان ذخیره‌سازی داده‌ها با چگالی زیاد را فراهم سازند.

رایانه‌هایی که آهنرباها در واحدهای پردازش مرکزی (CPUs) آن‌ها قرار داشته باشد به بخشی از کارهای اولیه برای راه‌اندازی نیاز ندارد.

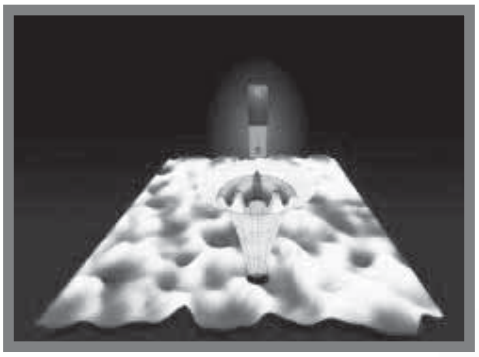
تمام رایانه در داخل CPU قرار دارد که باعث کوچک‌تر شدن رایانه و مصرف انرژی کمتر آن می‌شود.

همل بر این باور است که این روش روزی ابزاری مفید در آزمایشگاه‌های پژوهشی بیوشیمی خواهد شد. پژوهشگران

می‌توانند از آن برای مطالعهٔ نمونه‌های بافت و جرم‌هایی استفاده کنند که روی بافت‌های مغز و شریان‌ها تشکیل می‌شود، و شاید راه‌های بهتری برای آشکارسازی آن‌ها در بدن به دست آورند. دانستن این‌که جرم‌ها چگونه تشکیل می‌شوند می‌توانند به پیشرفت مطالعات در زمینهٔ بیماری‌های بسیاری مانند آلزایمر و آرتروز کمک کند.

برای اطلاعات بیشتر می‌توانید به سایت زیر مراجعه کنید:

www.Physorg.com/news2007 6887.html



پژوهشگران دانشگاه ایالتی اوهایو روش جدیدی از تشدید مغناطیسی را ابداع کرده‌اند که می‌تواند درون مواد مغناطیسی را مشاهده کند. در این‌جا، تغییرات مختصر در ساختار یک لایهٔ نازک مغناطیسی به صورت تغییرات در بسامد تشدید فرومغناطیسی قابل مشاهده است که با تغییر رنگ نشان داده شده است. در بالای لایه نوک مغناطیسی قطبیده قرار دارد که ماده را اسکن می‌کند.

میکروسکوپ جدید مانع تفکیک میکروسکوپی نوری را از میان برمی‌دارد

یک میکروسکوپ مجهز به لیزر در مرکز تصویرگیری میکروسکوپی نور بلومینگتون[7] در دانشگاه ایندیانا امکان بررسی سه بعدی نمونه‌های زیست‌شناختی با جزئیات بی‌سابقه را فراهم کرده است.

بودجه ۱/۲ میلیون دلاری میکروسکوپ با تفکیک بسیار زیاد را انستیتوی ملی سلامت برای حمایت از تجهیز مراکز آموزش عالی فراهم آورد.

مسئولان این مرکز آن را ابزاری بسیار ارزشمند می‌دانند. این میکروسکوپ با تفکیک بسیار زیاد که یکی از ۱۶ میکروسکوپ موجود در جهان از این نوع است به پژوهشگران امکان می‌دهد به مطرح کردن پرسش‌هایی بپردازند که قبلاً به دلیل نداشتن فناوری مناسب از پاسخ دادن به آن‌ها ناتوان بودند.

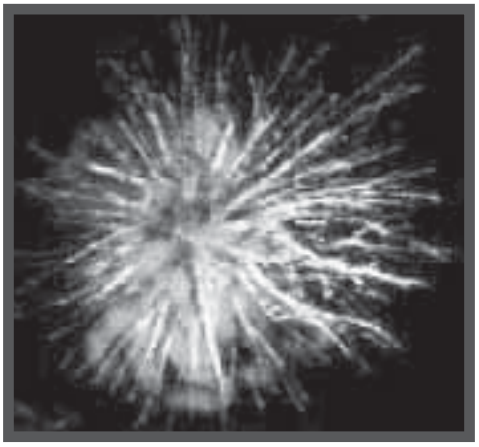
این دستگاه تصویرگیری به سرعت از نمونه‌های زیست‌شناختی تصویر می‌گیرد و با این کار به دانشمندان امکان می‌دهد تا داده‌های مهمی را گردآوری کنند. دستگاه از نور لیزر با چهار رنگ مختلف برای روشن کردن نمونه‌ها استفاده می‌کند، و چهار دوربین دیجیتالی حساس در هر ۱۰ میلی‌ثانیه یک تصویر می‌گیرند. این وسیله می‌تواند تا ۵۰۰۰ تصویر تمام رنگی در هر دقیقه بگیرد و وظیفهٔ اصلی آن تولید تصویرهای با تفکیک بسیار زیاد است.

این میکروسکوپ به دانشمندان کمک می‌کند تا به کمک تفکیک بی‌سابقهٔ خود شناخت بهتری از چگونگی توزیع پروتئین‌ها به دست آورند.

اغلب میکروسکوپ‌های نوری پیشرفته در ۲۵۰ تا ۳۰۰۰ نانومتر ـ قطر یک سلول کوچک باتری ـ به حد تفکیک خود می‌رسند. این میکروسکوپ جدید می‌تواند تصویرهای روشن تا حدود ۱۰۰ نانومتر در ابعاد جانبی تولید کند. تفکیک در امتداد محور Z (عمود بر صفحه) تا اندازه‌ای کمتر است. انتظار می‌رود که دانشمندان رشته‌های دیگر نیز راه‌های سازنده‌ای برای بهره‌گیری مؤثر از این دستگاه بیابند.

برای اطلاعات بیشتر در این مورد می‌توانید به سایت زیر مراجعه کنید:

www.Physorg.com/news2007 61303.html



یک سلول PTK (سلول کلیه کیسه‌داران) درهنگام تقسیم سلولی، تصویرگیری به کمک میکروسکوپ جدید انجام شده و برای تشکیل آن بیش از ۲۰۰۰ تصویر گرفته و پردازش شده است.

دو پروتئین در دو سر microtubuls نشان داده شده‌اند. برای تشکیل این تصویر بیش از ۳۰۰۰ تصویر گرفته و پردازش شده‌اند.

پی‌نوشت

1. Journal of Appliecl physics
2. Thomas Hayward
3. Sten Hansen
4. Chris Hammel
5. Nature
6. Denis Pele khov
7. Bloomington

برنامهٔ درسی

نظام آموزشی و برنامهٔ درسی فیزیک
ترکیه

اشرف‌السادات شکرباغانی
هیئت علمی مؤسسهٔ پژوهشی
برنامه‌ریزی درسی و نوآوری‌های آموزشی

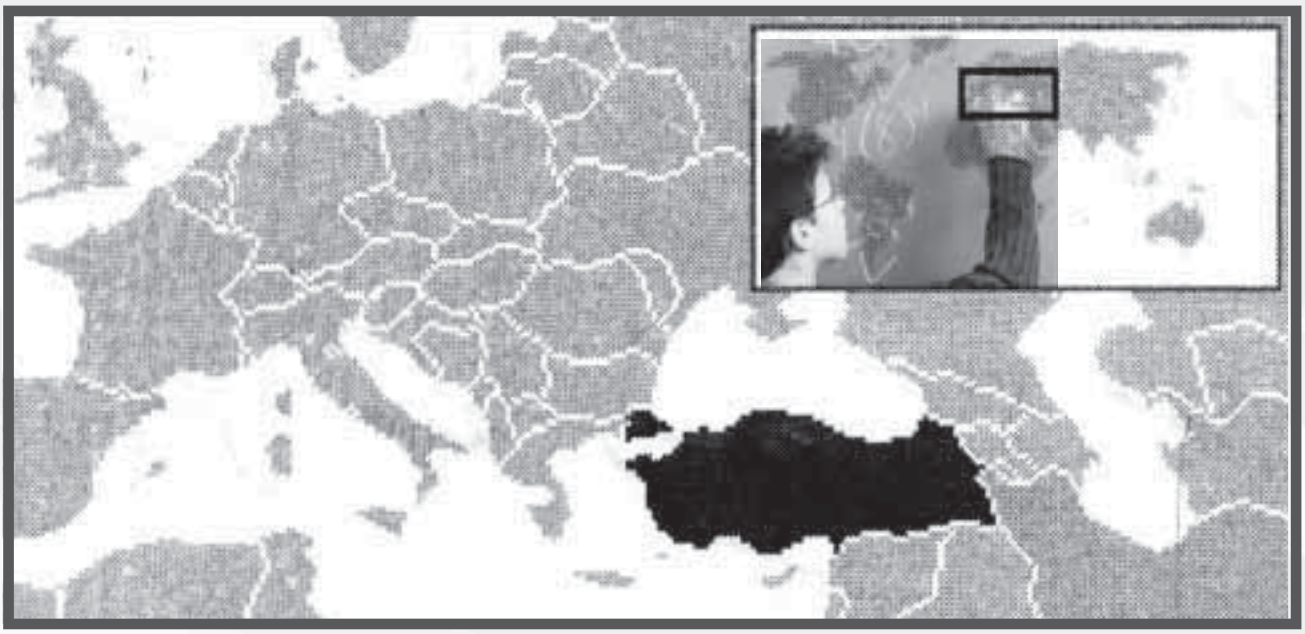
راهنمای برنامهٔ درسی نقشهٔ راه برای تمام دست‌اندرکاران، سیاست‌گزاران، برنامه‌ریزان، گروه‌های آموزشی، تولیدکنندگان محتوا و سایر متولیان امر آموزش مانند مدیران و معلمان است. در یک برنامهٔ درسی متعارف به اهمیت و ضرورت یک درس، رویکرد برنامهٔ درسی، اهداف کلی و جزیی، آموزش معلمان، سرفصل‌های درس، شیوه‌های ارزشیابی و غیره پرداخته می‌شود. بنابراین، از این پس در یک سلسله مقالات برنامهٔ درسی کشورهایی که آشنایی با آن‌ها می‌تواند مفید واقع شود، بررسی خواهد شد. در اولین مقاله به بررسی برنامهٔ درسی فیزیک کشور ترکیه می‌پردازیم.

کلید واژه‌ها:
برنامهٔ درسی فیزیک، نظام آموزشی، فنی حرفه‌ای، موضوعات درسی، ارزشیابی

وضعیت جغرافیایی، سیاسی، اقتصادی و اجتماعی ترکیه

ترکیه (به ترکی استانبولی: Turki-ye) با نام رسمی جمهوری ترکیه (Turkiye Cumhuriyeti)، کشوری اوراسیایی است که بخش بزرگ کشور یعنی آناتولی یا آسیای کوچک در جنوب غربی آسیا و خاورمیانه واقع است و بخش کوچکی نیز به نام تراکیه در منطقهٔ بالکان (منطقه‌ای در جنوب خاور اروپا) قرار دارد. ترکیه از شرق با کشورهای ایران، جمهوری آذربایجان، نخجوان، ارمنستان، و گرجستان؛ در جنوب شرقی با عراق و سوریه؛ و در شمال غربی (بخش اروپایی) با بلغارستان و یونان همسایه است. همچنین ترکیه از شمال با دریای سیاه، از غرب با دو دریای کوچک مرمره و اژه، و از جنوب غربی با دریای مدیترانه مرز آبی دارد. دو تنگه راهبردی بسفر و داردانل نیز در اختیار ترکیه است. پهناوری ترکیه ۷۸۳/۶۵۴ کیلومتر مربع است. ترکیه کشوری کوهستانی و پرباران است. شکل این کشور مانند یک مستطیل است که دو از سوی شرق و غرب امتداد یافته است. ترکیه با قرار گرفتن در یکی از حساس‌ترین مناطق جهان، دارای موقعیت جغرافیایی راهبردی و بسیار خوبی است و گذرگاه جنوب غربی آسیا و اروپا به حساب می‌آید و کشورهای بسیاری، به ویژه ایران از خاک ترکیه برای ترانزیت کالا و انرژی استفاده می‌کنند. ترکیه حدود ۷۲میلیون نفر (برآورد ۱۳۸۷) جمعیت دارد، که حدوداً ۷۵درصد مردم سنی و ۱۵ تا ۲۵ درصد هم علوی هستند اگرچه اقلیت‌های دینی هم در ترکیه زندگی می‌کنند اما بسیاری از مردم به دین اسلام پایبند هستند و عید فطر و عید قربان در این کشور تعطیل رسمی است. همچنین در ترکیه حدود ۷۵ درصد مردم ترک و ۲۰درصد نیز کرد هستند که بیشتر در جنوب شرقی کشور زندگی می‌کنند. زبان رسمی ترکیه، ترکی (استانبولی) است که در گذشته با خط عربی (عثمانی) نوشته می‌شد و از زمان تشکیل جمهوری ترکیه در سال ۱۳۰۲ هجری خورشیدی (۱۹۲۳) با خط لاتین نوشته می‌شود. ترکیه در محل برخورد دو فرهنگ شرقی و غربی است. ترکیه با نام امپراتوری عثمانی در چند سده گذشته، بخش‌های بزرگی از خاورمیانه و جنوب خاوری اروپا را در دست داشت. تا اینکه پس از جنگ جهانی اول و فروپاشی امپراتوری عثمانی، جمهوری ترکیه به رهبری مصطفی کمال‌پاشا در سال ۱۳۰۲ (۱۹۲۳) تأسیس شد. ترکیه اکنون روابط بسیار خوبی با ایران دارد و در چند سال گذشته سطح روابط اقتصادی و فرهنگی دو کشور چند برابر شده است.

اقتصاد ترکیه ترکیبی از صنایع بومی و مدرن است که روز به روز بر دامنه‌اش افزوده می‌شود. تولیدات فراوان کشاورزی ترکیه در سال ۲۰۰۵ رتبه هفتم جهان را به دست آورد و در سال ۲۰۰۶ برای ۱۱/۲٪ از مردم ترکیه اشتغال ایجاد کرد. بخش خصوصی اقتصاد ترکیه نیز قوی و به سرعت در حال رشد است و نقش مهمی در بانکداری، حمل و نقل و ارتباطات دارد. در سال‌های اخیر اقتصاد ترکیه رشد خوبی داشته و رشد ۸/۹٪ و ۷/۴٪ را در سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ به‌دست آورده است. در سال ۲۰۰۸ اقتصاد ترکیه با درآمد ملی بیش از ۲۹۵میلیارد دلار به عنوان شانزدهمین



اقتصاد بزرگ دنیا اعلام شد.

ساختار نظام آموزشی ترکیه

در ماه مه سال ۲۰۰۵، درست هفت ماه پس از جلسه بررسی OECD[1]، MONE[2] از سازمان‌دهی مجدد آموزش متوسطه خبر داد. به طوری که طرح سازمان‌دهی آموزش متوسطه از سال ۲۰۰۵ شروع شد و در بسیاری از مدارس، نشانه‌هایی مبنی بر تغییراتی که در دست اقدام هستند به‌وجود آمد. با طرح سازمان‌دهی مجدد، که از سال تحصیلی ۲۰۰۶-۲۰۰۵ اجرا شد، دوره آموزش متوسطه از سه سال به چهار سال افزایش یافت. در این چهارچوب، آموزش متوسطه شامل حداقل یک دوره چهارساله پس از آموزش ابتدایی و تحصیلات تخصصی آموزش متوسطه است و گروه سنی ۱۴ تا ۱۷ سال را دربر می‌گیرد.

گزارش اولیه نشان می‌دهد که هدف آموزش متوسطهٔ ترکیه «ارائهٔ فرهنگ عمومی به دانش‌آموزان، آشنا کردن آن‌ها با مشکلات فرد و جامعه، آموزش جست‌وجوی حل مسئله، افزایش آگاهی برای حصول اطمینان از همراهی آن‌ها در توسعهٔ اجتماعی و فرهنگی کشور، و آماده کردن دانش‌آموزان برای تحصیلات در مقاطع بالاتر، برای تحصیلات تخصصی، برای زندگی و برای تجارت در راستای علایق و مهارت‌های آن‌هاست. همهٔ دانش‌آموزانی که دورهٔ ابتدایی را به اتمام رسانده‌اند برای حضور در آموزش متوسطه ثبت‌نام می‌کنند و این حق را دارند که با توجه به علایق، توانایی‌ها، و قابلیت‌های خود از فرصت‌های آموزش متوسطه برخوردار شوند. نظام آموزش متوسطه در ترکیه به آموزش متوسطه عمومی و به آموزش متوسطه فنی‌وحرفه‌ای تقسیم‌بندی می‌شود. به دلیل پیچیدگی این نظام‌ها (به‌ویژه تحصیلات فنی‌وحرفه‌ای)، بررسی انواع مختلف مدارس مقطع آموزش متوسطه مفید است که عبارتند از:

۱. آموزش متوسطه عمومی

آموزش متوسطه عمومی به گروه سنی ۱۵ تا ۱۷ سال اختصاص دارد. هشت نوع مختلف دبیرستان برای این منظور وجود دارد.

۲. آموزش متوسطه فنی‌وحرفه‌ای

نظام آموزش فنی‌وحرفه‌ای در ترکیه دارای دو بعد اصلی است: نظری (آموزش مدرسه‌ای) و عملی (آموزش گروهی). نظام آموزشی فنی‌وحرفه‌ای شامل موارد زیر است:

- *آموزش بیش از ۱۳۰ حرفه در دبیرستان‌های فنی‌وحرفه‌ای و تربیت کارگران ماهر و متخصص؛*
- *کارآموزی، شامل ترکیبی از آموزش‌های عملی در مؤسسه‌ها و آموزش نظری در مراکز تحصیلی حرفه‌ای؛*
- *تحصیل غیررسمی، که به‌عنوان تحصیل، آموزش و راهنمایی تعریف می‌شود برای کسانی است که هرگز وارد نظام آموزشی نشده‌اند یا افرادی که بدون این‌که به سطحی از مهارت برسند، اخراج شده‌اند. آموزش‌های غیررسمی را می‌توان از طریق مراکز آموزشی حرفه‌ای در اختیار افراد قرار داد.*

دبیرستان‌های فنی‌وحرفه‌ای علاوه بر مراکز آموزش فنی، آموزش آزاد و مدارس خصوصی و...، شامل انواع مختلف است. دبیرستان‌های فنی‌وحرفه‌ای به پنج دسته تقسیم می‌شوند:

- *دبیرستان‌های فنی پسرانه*

نظام آموزشی ترکیه، دوگانه است به‌طوری که آموزش‌های نظری در مراکز آموزشی حرفه‌ای و آموزش‌های عملی در کارگاه‌ها انجام می‌شوند

- *دبیرستان‌های فنی دخترانه*
- *مدارس بازرگانی و گردشگری*
- *مدارس امام- واعظ[3]: که بر زبان‌های خارجی تمرکز دارند.*
- *دبیرستان‌های حرفه‌ای سلامت.*

دبیرستان‌های آموزش آزاد برای دانش‌آموزانی است که به هر دلیلی نمی‌توانند در آموزش‌های رسمی شرکت کنند، مثل کسانی که سن آن‌ها بیش از آن است که در آموزش‌های رسمی شرکت کنند، یا کسانی که دوست دارند به دبیرستان‌های آموزش آزاد منتقل شوند درحالی‌که در دبیرستان‌های رسمی مشغول به تحصیل هستند.

۳. آموزش‌های عملی (دورهٔ کارآموزی)

همان‌طور که گفته شد، نظام آموزشی ترکیه، دوگانه است به‌طوری‌که آموزش‌های نظری در مراکز آموزشی حرفه‌ای و آموزش‌های عملی در کارگاه‌ها انجام می‌شوند. دانش‌آموزان باید ۱۴ سال داشته باشند و دست‌کم آموزش ابتدایی را طی کرده باشند تا بتوانند در دورهٔ کارآموزی شرکت کنند.

دورهٔ کارآموزی برای کسانی است که نتوانسته‌اند پس از آموزش ابتدایی تحصیل خود را ادامه دهند، یا کسانی که به دلایل مختلفی از تحصیل رسمی بازمانده‌اند. دورهٔ کارآموزی بسته به نوع حرفه، بین دو تا چهار سال به‌طول می‌انجامد. آموزش نظری در برنامه‌های کارآموزی شامل ۳۰ درصد رشته‌های عمومی و ۷۰ درصد رشته‌های حرفه‌ای است. آموزش‌های نظری در مراکز آموزشی حرفه‌ای، مراکز آموزشی فنی‌وحرفه‌ای، یا مراکز آموزشی است که توسط مؤسسه‌ها و یک روز در هفته اجرا می‌شوند. آموزش‌های عملی در کارگاه‌ها و در محیط واقعی تولید و در بقیهٔ ایام هفته به مدت پنج روز در هفته انجام می‌شوند. کسانی که دورهٔ کارآموزی را تکمیل کنند پس از قبول شدن در امتحان باید تجربهٔ کاری به‌دست آورند تا به مقام مدیریت و استادی برسند. به‌طوری‌که فقط کسانی که مدرک استادی دارند می‌توانند کارگاه بزنند. در سال ۲۰۰۴، ۳۳۳۲۵۵ دانش‌آموز در دوره‌های کارآموزی شرکت کرده بودند که نسبت به سال ۹۷-۱۹۹۶ که این تعداد ۱۹۵۹۶۱ بود، افزایش داشته است. این کارآموزان در ۳۵۹ مرکز آموزشی فنی‌وحرفه‌ای، آموزش دیده‌اند.

اهداف و سیاست‌های آموزش متوسطهٔ ترکیه را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:

- *افزایش دورهٔ آموزش اجباری تا ۱۲ سال، بسته به مدرکی که از اتمام دورهٔ ابتدایی گرفته‌اند و مقررات قانونی در رابطه با تخصیص منابع برای کامل کردن زیرساخت‌های آموزش متوسطه، ایجاد می‌شود؛*
- *فراهم کردن آموزش رسمی برای کل افرادی که در محدودهٔ سنی ۱۵ تا ۱۷ سال قرار دارند، و آموزش آزاد برای همهٔ شهروندان ترکیه؛*
- *حصول اطمینان از آموزش ۶۵ درصد از دانش‌آموزان در مدارس فنی‌وحرفه‌ای و ۳۵ درصد در مؤسسات آموزشی متوسطهٔ دیگر؛*
- *سازمان‌دهی مجدد نظام به‌صورتی که جوانان بین ۱۵ تا ۱۷ سال برای اشتغال در یک حرفه یا تحصیل در مقاطع بالاتر آماده شوند؛*
- *مهیا کردن دورهٔ تحصیلات فنی‌وحرفه‌ای با توجه به ویژگی‌های محلی؛*
- *اجرای دورهٔ تحصیلی فنی‌وحرفه‌ای به‌نحوی که از دست‌یابی به استانداردهای بین‌المللی اطمینان حاصل شود.*
- *برنامه‌های آموزش فنی‌وحرفه‌ای باید گسترده باشند و در محدودهٔ انسجام و پیوستگی این برنامه‌ها قرار داشته باشند؛ یک ساختار انعطاف‌پذیر باید دربرگیرندهٔ انتقال‌های افقی و عمودی باشد که شامل مطالعات بعد از فارغ‌التحصیلی می‌شود؛*
- *هنگام آماده‌سازی برنامه‌های آموزشی فنی‌وحرفه‌ای، همهٔ سازمان‌ها و مؤسسات مربوطه باید به‌حضور فعالانه در مراحل تصمیم‌گیری، تشویق شوند؛*
- *فرصت‌های انتقال افقی و عمودی بین برنامه‌های آموزش متوسطه باید افزایش یابد؛*
- *در مناطق کم‌جمعیت، تأکید باید روی دبیرستان‌های چندبرنامه‌ای باشند، که در آن چندین برنامه با هم انجام می‌شوند، و مدارس و مؤسسات فنی‌وحرفه‌ای براساس قوانین چندبرنامه‌ای با مدیریت منفرد، با هم ترکیب شوند تا تأثیرگذاری و سودمندی استفاده از منابع را افزایش دهند و با کاهش قیمت، کیفیت آموزش را بهبود ببخشند؛*
- *با ایجاد همکاری و یکپارچگی بین آموزش‌های رسمی و غیررسمی حرفه‌ای، باید استفاده از تجربه‌های حاصله از بازار در چرخه‌های تحصیلی فراهم گردد؛*
- *خدمات راهنمایی مشاغل که بر بازار کار متمرکزند، باید به‌وسیلهٔ روش‌های یادگیری مادام‌العمر گسترش یابند.*
- *طرح تحصیلات متوسطهٔ ترکیه برای شروع از سال ۲۰۰۵ با پشتیبانی و حمایت دولت ترکیه برنامه‌ریزی شد. با قسمتی از اعتبار حاصل از محل صندوق مالیات ابتدا برای تحصیلات پایه/ابتدایی امکان‌پذیر شد. علاوه بر حمایت بانک جهانی به‌منظور نیل به اهداف اصلی و اولیه موارد زیر به چشم می‌خورد: افزایش مدت‌زمان تحصیلات اجباری تا ۱۲ سال، افزایش سهم آموزش فنی‌وحرفه‌ای در تحصیلات متوسطه و رسیدن به سطح تجربه در آموزش فنی‌وحرفه‌ای.*

برنامه‌های بخش‌بندی‌شده براساس شایستگی مطابق با شاخص‌های توسعه‌افته توسط نظام‌های شایسته و با صلاحیت ملی ارائه شده‌اند که شامل آموزش حرفه‌ای در سطح مقدماتی و آموزش حرفه‌ای در سطح متوسطه است. مدارسی که نظام را از طریق رویکرد پایین به بالا با اجرای طرح‌های کوچک تقویت می‌کنند نوآوری

را توسعه می‌دهند. به‌طور کلی در دبیرستان‌های عادی هدف، آماده کردن دانش‌آموزان برای ورود به دانشگاه است و این در حالی است که در دبیرستان‌های حرفه‌ای هدف، تربیت نیروی انسانی، در جهت برخورداری از قابلیت برای حرف مختلف و آماده کردن دانش‌آموزان برای ورود به دانشگاه است.

چارچوب برنامهٔ درسی فیزیک در ترکیه

درس فیزیک در ترکیه در کلاس‌های نهم، دهم، یازدهم و دوازدهم ارائه می‌شود.

درس فیزیک کلاس نهم

درس عمومی کلیهٔ رشته‌ها: ۲ ساعت در هر هفته

با توجه به اجباری بودن و مشترک بودن این درس برای کلیهٔ رشته‌ها، محتوا براساس نیاز دانش‌آموزان به‌عنوان شهروند انتخاب شده است که در زندگی با آن مواجه می‌شوند. علاوه بر انتقال دانش، توجه خاصی به پرورش مهارت‌ها و ایجاد نگرش‌ها شده است، به‌طوری‌که برای تقویت و رسیدن به این اهداف تکالیف و فعالیت‌های مختلفی در کتاب به‌عمل آمده است.

موضوع‌های درسی کتاب فیزیک کلاس نهم (۷۲ ساعت درسی)

فصل اول: ماهیت فیزیک
(۹ ساعت درسی)
- *محدودهٔ بحث فیزیک*
- *سرشت فیزیک*
- *مدل فیزیک و جایگاه ریاضی*
- *فیزیک، زندگی روزمره و فناوری*

فصل دوم: انرژی
(۱۸ ساعت درسی)
- *کار، نیرو و انرژی*
- *تبدیل و بازیافت انرژی*
- *منابع انرژی*
- *گرما*

فصل سوم: ماده و ویژگی‌های آن
(۹ ساعت درسی)
- *انواع ماده و ویژگی‌های آن*
- *حالت مواد*

فصل چهارم: نیرو و حرکت
(۱۶ ساعت درسی)
- *حرکت*
- *نیروهای طبیعی*
- *قانون‌های حرکت نیوتون*
- *نیروی اصطکاک*

فصل پنجم: الکتریسیته و مغناطیس
(۱۰ ساعت درسی)
- *جریان الکتریکی*
- *اختلاف پتانسیل*
- *مقاومت*
- *آثار جریان الکتریکی*

فصل ششم: امواج
(۱۰ ساعت درسی)
- *حرکت نوسانی*
- *زلزله*

درس فیزیک کلاس‌های دهم، یازدهم و دوازدهم

درس فیزیک در کلاس‌های دهم (۲ ساعت در هفته)، یازدهم (۳ ساعت در هفته) و دوازدهم (۳ ساعت در هفته) با ساعت‌های متفاوت ارائه می‌شود. این درس را ممکن است بعضی از شاگردان به عنوان واحد درسی نگیرند و فیزیک کلاس نهم آخرین درس فیزیک آنان باشد.

این درس از نظر محتوا با سرفصل‌هایی نظیر سرفصل‌های کتاب فیزیک نهم براساس نیاز دانش‌آموزان در زندگی روزمره تنظیم شده است. علاوه بر انتقال دانش، توجه خاصی به پرورش مهارت‌ها و ایجاد نگرش‌ها شده به‌طوری‌که با مهارت‌ها، درک و مسئولیت‌ها براساس مفاهیم زندگی محور تقویت می‌شود و برای رسیدن به این اهداف کتاب شامل تکالیف و فعالیت‌های مختلف است.

موضوع‌های درسی کتاب فیزیک کلاس دهم (۷۲ ساعت درسی)

فصل اول: ماده و ویژگی‌های آن

(۹ ساعت درسی)
- *شکل ساختمانی و مقاومت (استقامت) ماده*
- *کشش سطحی*
- *گازها و پلاسما*

فصل دوم: نیرو و حرکت (۲۵ ساعت درسی)
- *نیرو و ویژگی‌های آن*
- *حرکت فنر بر اثر نیروی کشسانی فنر*
- *حرکت فنر بر اثر نبود نیروی کشسانی فنر*
- *کنش و واکنش زوج نیرو*
- *حالت خنثی*

فصل سوم: الکتریسیته (۱۶ ساعت درسی)
- *الکترواستاتیک*
- *میدان الکتریکی*

فصل چهارم: فیزیک جدید
(۹ ساعت درسی)
- *مقدمهٔ فیزیک جدید*
- *ویژگی‌های فیزیک جدید*

فصل پنجم: امواج
(۱۳ ساعت درسی)
- *امواج ایجاد شده روی طناب*
- *امواج آب*

موضوع‌های درسی کتاب فیزیک کلاس یازدهم (۱۰۸ ساعت درسی)

فصل اول: ماده و ویژگی‌های آن

(۱۳ ساعت درسی)
- فشار واقعی
- نیرو و فشار
- گرما
- انقباض و انبساط گازها و جامدات بر اثر تغییر دما

فصل دوم: نیرو و حرکت
(۲۵ ساعت درسی)
- کار و انرژی
- تکانه ـ ضربه
- گشتاور
- گشتاور لختی
- گشتاور زاویه‌ای
- مختصات مرکز جرم
- پایستگی تکانه
- شرایط تعادل

فصل سوم: مغناطیس
(۱۷ ساعت درسی)
- میدان مغناطیسی (حلقه، سیملوله)
- منبع تولید میدان مغناطیسی
- الکترومغناطیس القایی

فصل چهارم: فیزیک جدید
(۲۵ ساعت درسی)
- ویژگی جسم سیاه
- اثر فوتوالکتریک
- اثر کامپتون
- ویژگی‌های ذره‌ای نور
- ویژگی‌های ذره‌ای امواج

فصل پنجم: امواج
(۱۱ ساعت درسی)
- امواج صوتی
- امواج نور

فصل ششم: از ستارگان تا اخترو‌ش‌ها
(۱۷ ساعت درسی)
- ستاره‌ها
- طبقه‌بندی ستاره‌ها
- اجرام آسمانی
- با ستاره‌ها
- محاسبهٔ سن و حجم ستارگان

موضوع‌های درسی کتاب فیزیک کلاس دوازدهم (۱۰۸ ساعت درسی)

فصل اول: ماده و ویژگی‌های آن
(۱۲ ساعت درسی)
- پایستگی انرژی
- توزیع انرژی
- تبادل انرژی
- انتقال فشار

فصل دوم: نیرو و حرکت
(۱۰ ساعت درسی)
- حرکت خطی
- حرکت دورانی
- شتاب مرکزگرا
- حرکت نوسانی ساده
- نیروی بازگرداننده

فصل سوم: الکتریسیته و الکترونیک
(۱۴ ساعت درسی)
- جریان الکتریکی متغیر
- جریان الکتریکی ثابت
- ظرفیت خازن
- ترانسفورماتور
- قابلیت نفوذ الکتریکی
- دی‌الکتریک
- پدیدهٔ القای الکترومغناطیسی

فصل چهارم: امواج
(۳۳ ساعت درسی)
- پخش منظم و نامنظم نور
- آینهٔ تخت
- ویژگی‌های تصویر
- میدان دید
- آینه‌های محدب و مقعر
- شعاع خمیدگی
- شکست نور
- قانون اسنل
- عمق ظاهری
- تجزیهٔ نور سفید
- بازتاب کامل
- زاویهٔ حد
- ضخامت عدسی
- نزدیک‌بینی، دوربینی و آستیگماتی
- همگرایی عدسی
- بزرگ‌نمایی زاویه‌ای
- رنگ
- بازتاب گزینشی
- جذب گزینشی
- صافی رنگ
- منبع تولید رنگ
- رنگ‌های مکمل و ضد هم
- امواج الکترومغناطیس
- طیف امواج الکترومغناطیسی
- اثر دوپلر
- قطبش
- تغییر مسیر نور
- اصل هویگسن
- توان تفکیک اپتیکی دستگاه
- سایه و نیمسایه
- زمان عبور نور

فصل پنجم: فیزیک جدید
(۲۴ ساعت درسی)
- پرتو X
- ویژگی‌های ماده
- ویژگی‌های هسته
- تابش پرتوزا
- انرژی هسته‌ای

فصل ششم: از اتم‌ها تا کوارک‌ها
(۱۱ ساعت درسی)
- ذره و پادذره
- هادرون‌ها
- لپتون‌ها
- باریون‌ها
- مزون‌ها
- کوارک و پادکوارک‌ها

فصل هفتم: سرشت فیزیک
(۴ ساعت درسی)
- فرضیه
- قانون
- نظریه

سازمان همکاری اقتصادی و توسعه تشخیص داده است که ترکیه باید طرح اصلی کنکور را تغییر دهد

روش‌های تدریس در ترکیه

سازمان همکاری اقتصادی و توسعه تشخیص داده است که ترکیه باید طرح اصلی کنکور را تغییر دهد. طرح جدید کمتر روی معیارهای استعداد تأکید می‌کند و بیشتر روی ترتیب برنامهٔ آموزشی ۱۲ ساله، مقدماتی تا دورهٔ متوسطه تأکید دارد. به‌طوری‌که تأکید روی تقویت برنامهٔ درسی دبیرستان و آموزش و پرورش است و ارتباط عمیقی

بین چیزی که دانش‌آموزها در دبیرستان انجام می‌دهند و در آینده به آن نیاز دارند وجود داشته باشد. برنامهٔ درسی جدید فیزیک (۲۰۰۹–۲۰۰۸) دارای مؤلفه‌های زیادی است؛ به‌طوری‌که یادگیری توسط مهارت‌ها، درک و مسئولیت‌ها براساس مفاهیم زندگی محور تقویت می‌شود.

تربیت معلم در ترکیه

نظام آموزش حرفه‌ای معلمان فنی‌وحرفه‌ای با توسعه‌های اصلی و پیشرفته در اهداف اروپای متحد هماهنگ شده‌اند تا برای دستیابی به مقاصد زیر اجرا شوند:

ـ توسعهٔ استاندارد تربیت معلم به‌صورت ملی و افزایش کیفیت و قابلیت اطمینان نظام آموزش به‌صورت فنی‌وحرفه‌ای؛

ـ توسعهٔ برنامهٔ درسی جدید در برنامه‌های درسی، پیش از خدمات و در تعلیم معلمان فنی، حرفه‌ای و خدماتی براساس استانداردهای قابل قبول؛

ـ کمک به دولت ترکیه برای توسعهٔ راهکارهای میان‌مدت به‌منظور تأمین منابع انسانی در نظام آموزشی.

مراکز تربیت معلم در ترکیه، به سه دسته تقسیم می‌شوند؛ برخی مؤسسه‌های تربیت‌معلم، طی یک دورهٔ ۲ ساله معلمان را جهت تدریس در مدارس ابتدایی تعلیم می‌دهند. مؤسسه‌های تربیت‌معلم سه ساله آموزگاران را برای مدارس متوسطه کلاس ششم الی هشتم آموزش می‌دهند و مؤسسه‌های تربیت‌معلم چهار ساله کار تربیت معلم برای تدریس در مقطع تکمیلی متوسطه، کلاس نهم الی دوازدهم را به عهده دارند. دانشجویان مراکز تربیت‌معلم، در سطوح بالاتر درس‌های تخصصی در مراکز دانشگاهی مقتضی و واحدهای روش تدریس را در مراکز تربیت‌معلم عالی می‌گذرانند.

به‌طور کلی می‌توان گفت که کلیهٔ معلمان (ابتدایی و بالاتر) باید تحصیلات دانشگاهی داشته باشند. کسانی که متقاضی تدریس در مدارس هستند باید دوره‌های آموزش اولیه، آموزش تدارکاتی و برنامه‌های تدریس عملی را بگذرانند، که طول این دوره‌ها از سه تا ده ماه متغیر است. در دورهٔ تدریس عملی، افراد زیر نظر یک معلم ارشد تدریس می‌کنند.

دوره‌های تربیت‌معلم دو الی چهار ساله است و معلمان برای ارتقای شغلی باید آموزش‌های از راه دور را با همکاری دانشگاه‌ها بگذرانند. معلمان می‌توانند از طریق مدارس عالی تربیت‌معلم مدارک تکمیلی را دریافت کنند.

مدت زمان تدریس به تفکیک مقاطع مختلف تحصیلی عبارتند از:

- *مقطع ابتدایی: ۵ سال اول معادل ۳۰ ساعت در هفته*
- *مقطع مقدماتی متوسطه کلاس ششم الی هشتم معادل ۲۴ ساعت در هفته*
- *مقطع تکمیلی متوسطه: کلاس نهم الی دوازدهم معادل ۱۵ ساعت در هفته*

در برنامهٔ آموزش پایه، ارائهٔ آموزش رایانه به آموزگاران ازجمله فعالیت‌هایی است که برای گسترش افق آموزش پایه در نظر گرفته شده است. تعداد آموزش‌دهندگان به معلمان بیش از ۱۵۰۰ نفرند و تعداد معلمان که از طریق کلاس‌های آموزش رایانه به‌وسیله این آموزش‌دهندگان در استان‌های مختلف آموزش دیده‌اند از مرز ۱۰۰۰۰۰ نفر گذشته است. با استفاده از تجربه‌های آموزشی معلمان و دانش‌آموزان به کمک فناوری‌های رایانه، برنامه‌هایی برای آموزش‌های ضمن‌خدمت در آشنایی با رایانه طراحی گردیده است. این برنامه‌ها، معلمان سراسر کشور را تا سال ۲۰۰۰ تحت پوشش قرار داده‌اند. معلمان مدارس متوسطه نیز در دانشگاه‌ها آموزش دیده و به احراز مدرک کارشناسی نائل می‌آیند.

هدف از دورهٔ آموزش ضمن‌خدمت، برنامه‌ریزی و مدیریت برای اهداف آموزشی و اجرای مناسب برنامه‌های آموزش معلمان است. وزارت آموزش و پرورش معلمان را برای شرکت در این دوره‌ها انتخاب می‌کند. این افراد از بین افرادی که ثبت‌نام کرده‌اند برگزیده می‌شوند. طول هر دوره از ۳ تا ۹۰ روز متغیر است. آموزش‌های ضمن‌خدمت می‌بایست به‌وسیلهٔ بازرسان در سطح استانی براساس مقیاس‌های طرح شده به‌وسیلهٔ MEB[۴] اداره شود. آموزش‌ها باید شامل روش‌های آموزشی، ارزیابی تحصیلی، شرکت جمعی، ادارهٔ کلاس و مطالب تکمیل‌شده از طریق برنامه‌های راهنمای آموزشی در مراکز آموزشی باشد. شرکت اولیا در فعالیت‌های مدرسه نیز باید در این برنامه‌ها مورد استفاده قرار گیرد. این آموزش دو هفته‌ای با حضور بازرس‌ها در مدارس مناطق روستایی و برگزاری سمینارهای ماهیانه تکمیل می‌گردد.

دوره‌های تربیت‌معلم دو الی چهار ساله است و معلمان برای ارتقای شغلی باید آموزش‌های از راه دور را با همکاری دانشگاه‌ها بگذرانند

روش‌های ارزشیابی در ترکیه

دورهٔ آموزش ابتدایی کشور ترکیه به مدت ۵ سال با میانگین سنی ۶ تا ۱۱ سال و دروس اجباری: زبان ترکی، ریاضیات، علوم، تعلیمات اجتماعی، تعلیمات دینی، هنر، موسیقی و تربیت‌بدنی با نظام نمره‌دهی ۱ تا ۵ اجرا می‌شود و در پایان دوره مدرک دیپلم تکمیل دورهٔ ابتدایی به فارغ‌التحصیلان داده می‌شود.

نظام نمره‌دهی در آموزش ابتدایی کشور ترکیه

مردود	قبول	رضایت‌بخش	خوب	عالی	رتبه
۱	۲	۳	۴	۵	امتیاز

آموزش مقدماتی متوسطه (راهنمایی) به مدت: ۳ سال برای میانگین سنی: ۱۲ تا ۱۴ سال و دروس اجباری: زبان و ادبیات ترکی، ریاضیات، علوم، جغرافیا، تاریخ ملی، زبان خارجی، تعلیمات دینی، هنر، موسیقی و تربیت‌بدنی و با نظام نمره‌دهی ۶ تا ۸ با اعطای مدرک پایان دوره: دیپلم تکمیل دورهٔ پیش متوسطه انجام می‌شود.

آموزش تکمیلی متوسطه در کشور

ترکیه به چند بخش تقسیم می‌شود به‌طوری‌که:

بخش آموزش متوسطه عمومی به مدت ۳ سال با دروس اجباری: زبان و ادبیات ترکی، روان‌شناسی، منطق و جامعه‌شناسی، تاریخ، جغرافیا، ریاضیات، زیست‌شناسی، فیزیک، شیمی، زبان خارجی، آموزش دینی و تربیت‌بدنی و تحت نظام نمره‌دهی ۹ تا ۱۱ و با دریافت مدرک پایان دورهٔ دیپلم متوسطه به پایان می‌رسد.

بخش فنی متوسطه به مدت ۴ سال با دروس اجباری: واحدهای فنی مانند الکترونیک، نقشه‌کشی، دروس فنی و ارتباطات و تحت نظام نمره‌دهی ۹ تا ۱۲ و با دریافت مدرک پایان دوره: دیپلم آموزش فنی دولتی به پایان می‌رسد.

بخش آموزش متوسطه حرفه‌ای به مدت ۳ سال با دروس اجباری: صحافی و چاپ روی پرده، سرامیک‌سازی، مهندسی برق و الکترونیک، فن‌آوری غذایی، علوم کتابخانه‌ای، واحدهای مربوط به تهویهٔ هوا، مخابرات و فناوری تأسیسات و با نظام نمره‌دهی ۹ تا ۱۱ و با دریافت مدرک پایان دوره: دیپلم آموزش حرفه‌ای دولتی به پایان می‌رسد.

ازجمله مهم‌ترین وظایف بخش ارزیابی پیشرفت و تحقیقات آموزشی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- *طراحی پرسش‌های امتحانی به‌وسیلهٔ بخش ارزیابی و هماهنگ با تجزیه و تحلیل دقیق مطالب درسی؛*
- *هر پرسش در مرحلهٔ آماده‌سازی حتی درکوچک‌ترین جزئیات مورد مباحثه قرار می‌گیرد. پیشرفت دانش‌آموز که به‌وسیلهٔ پرسش سنجیده می‌شود به‌وضوح توصیف و مشخص شده است. پرسش‌ها نه‌تنها شامل پرسش‌های چهار گزینه‌ای می‌شود بلکه پرسش‌های تشریحی را نیز دربرمی‌گیرد که دانش‌آموز برای جواب دادن به آن‌ها مجبور به نوشتن می‌شود. بنابراین سعی بر این بوده که تمامی اطلاعات مربوط به پیشرفت تحصیلی دانش‌آموز مشخص شود.*
- *آزمون پرسش‌های بر روی گروهی انتخابی از دانش‌آموزان؛ تجزیه و تحلیل آماری در مورد هر پرسش در این مرحله با دقیق‌ترین جزئیات انجام و پرسش‌هایی که مشکل به‌نظر می‌رسند در امتحان اصلی قید نمی‌گردد. درنتیجه با معین شدن مشخصات فنی پرسش‌ها، کیفیت آن‌ها افزایش می‌یابد.*

دو ویژگی فنی که در امتحانات بین‌المللی مطرح می‌شود به‌وسیلهٔ این امتحانات تا حد امکان تأمین شده است که از آن جمله می‌توان به دو ویژگی زیر اشاره کرد:

الف) نمرهٔ امتحان بیان‌کنندهٔ پیشرفت دانش‌آموز با حداقل خطا باشد؛

ب) نمرهٔ امتحان درواقع انعکاس جنبه‌های یادگیری دانش‌آموز هست.

- *بررسی پیشرفت دانش‌آموز به‌عنوان موضوعی چندبعدی نه یک‌بعدی و تهیهٔ پرسش‌های امتحانی بر این مبنا؛ در کنار پرسش‌هایی است که دانش‌آموز می‌تواند با استفاده از حافظهٔ خود به آن‌ها جواب دهد، گروه دیگری از پرسش‌ها نیز مطرح می‌شود تا مشخص شود که آیا دانش‌آموز قادر است معنای یک نمودار را به‌درستی دریابد یا متغیرهای کنترل یک آزمایش را تشخیص دهد. به‌همین صورت در امتحان درس ترکی، مهارت‌های تفکر دانش‌آموز مانند درک یک متن، فهمیدن یک موضوع و یا یک متن در کنار دستور زبان و معنی لغت سنجیده می‌شود. در پایان گروه‌های متفاوت پرسش به‌طور جداگانه در هر گروه مورد بررسی قرار می‌گیرد و به این‌گونه نقاط‌قوت و ضعف دانش‌آموز در مهارت‌های ذهنی متفاوت کشف می‌شود. هنگام امتحانات بخش ارزیابی، پرسش‌نامه‌ای هم دربارهٔ اطلاعات مربوط به ساختار خانوادگی دانش‌آموز، نگرش آن‌ها و عادات مطالعه، نحوهٔ درس خواندن دانش‌آموزان را به آن‌ها می‌دهد. این اطلاعات با نمرهٔ امتحان مورد استفاده قرار می‌گیرد و به این‌گونه عوامل تأثیرگذار بر سطح فراگیری تحصیلی دانش‌آموز مشخص می‌شود.*
- *برگزاری امتحانات در شرایطی کاملاً استاندارد: اطلاعات جمع‌آوری شده از طریق بررسی و پرسش از دانش‌آموزان، طرحی کلی از ساختار خانوادگی دانش‌آموزان را به‌دست می‌دهد، فعالیت‌های درون‌کلاسی آن‌ها مشخص شده و افکار و عقایدشان در مورد درس‌های علوم طبیعی فهمیده می‌شود. چنین اطلاعاتی هرگز با چنین جامعیتی در مورد هیچ نوع برنامهٔ امتحانی دیگر جمع‌آوری نشده است.*

نتایج مطلوب ناشی از برنامهٔ درسی آموزش و پرورش ترکیه

به حمایت دولت ترکیه از طریق MONE در فرآیند بهبود نظام آموزشی و حرفه‌ای مطابق با نیازهای اقتصادی و اجتماعی به اصول یادگیری مادام‌العمر متمایل است. نتایج مورد انتظار شامل موارد زیر است:

۱. مشارکت و برقراری عدالت بین همهٔ اقشار؛

۲. حذف اختلاف بین مشارکت دخترها و پسرها در آموزش متوسطه؛

۳. کمک‌های هدفمند به مدارس در جهت حذف موانع آشکار مثل محل سکونت دختران؛

۴. ایجاد راه‌های جایگزین برای ارائهٔ تحصیلات متوسطه برای دخترانی که تحصیلات ابتدایی را گذرانده ولی موفق به گذر از این مقطع به دورهٔ متوسطه در سن معمول نشده‌اند؛

۵. شناخت ویژه از کیفیت نه‌تنها با توجه به ویژگی‌های ورودی مثل شرایط ورود دانش‌آموزان و صلاحیت‌های معلمان یا منابع به دست می‌آید، بلکه با کارایی آموزش، مثل موفقیت چشمگیر و مشخص یک مدرسه در بهبود موفقیت‌های دانش‌آموزان نیز مورد توجه قرار می‌گیرد.

۶. ایجاد استاندارد ملی حرفه‌ای در مشارکت با بخش صنعتی و دیگر نهادهای اجتماعی توسعه‌افته و فراخوان همگانی برای رفع نیازهای بازار کار.

پی‌نوشت

1. Organisation for Economic Co-Operation and Development
2. Ministry of National Education
3. Imam-Hatip
4. Mili Eğitim Bakanliği

منابع

1. T.C,(2007), MILIEGITIM BAKANLIGI, TALIM ve TERBIYE KURULU BASKANLIGI, ORTAOGRETIM FIZIK DERSI, 9. SINIF, OGREHIM PROGRAM, ANKARA.
2. T. C, (2007), MILIEGITIM BAKANLIGI, TALIM ve TERBIYE KURULU BASKANLIGI, ORTAOGRETIM FIZIK DERSI, 10. SINIF, OGREHIM PROGRAM, ANKARA.
3. T. C, (2007), MILIEGITIM BAKANLIGI, TALIM ve TERBIYE KURULU BASKANLIGI, ORTAOGRETIM FIZIK DERSI, 11. SINIF, OGREHIM PROGRAM, ANKARA.
4. T. C, (2007), MILIEGITIM BAKANLIGI, TALIM ve TERBIYE KURULU BASKANLIGI, ORTAOGRETIM FIZIK DERSI, 12. SINIF, OGREHIM PROGRAM, ANKARA.
5. Reviews of National policies for education Basic education in Turkey-OECD 2007-ISBN 978-92-64-03009-1.

بررسی تغییرات ثابت گرانشی

پژوهشی

رضا توشمالانی

کلید واژه‌ها:
نیروی گرانشی، ثابت گرانشی، آزمایش کاوندیش.

صدها سال است که اندیشمندان بزرگ دربارهٔ سرشت ماده و به ویژه در مورد جرم آن، اندیشیده‌اند و کار آیزاک نیوتون[1] سرآغاز همهٔ این اندیشه‌ها بود. این دانشمند و ریاضی‌دان انگلیسی که بین سال‌های ۱۶۴۲ تا ۱۷۲۷ میلادی زندگی می‌کرد از برجسته‌ترین افرادی است که دنیا تاکنون به خود دیده است. می‌گویند افتادن یک سیب از درخت، نیوتون را بر آن داشت که دربارهٔ قانون گرانش بیندیشد. گرانش نیرویی است که ما را روی زمین نگه داشته است.

چون نیوتون آزمایشگری ماهر بود، کار بر روی قوانین گرانش را به سرعت آغاز کرد و در ۴۴ سالگی دریافت که علت حرکت سیاره‌ها و ماه همچنین افتادن سیب را می‌توان با قانون سادهٔ گرانش عمومی[2] توضیح داد. این قانون بیان می‌کند که هر دو شیئی، یکدیگر را را با نیرویی برابر با حاصل ضرب جرم یکدیگر M۱ و M۲ تقسیم بر مجذور فاصله‌هایشان از هم R ضرب در ثابت تناسب G، جذب می‌کنند.

$$F = \frac{G(M_1 . M_2)}{R^2}$$

نیوتون مقدار این ثابت تناسب را براساس مقدار شتاب گرانشی سقوط سیب و حدس زدن تقریبی میانگین چگالی زمین تخمین زد و آن را ثابت گرانشی G نامید که به آن (G بزرگ)[3] نیز گفته می‌شود. با وجود این بیش از صد سال طول کشید تا مقدار عددی G برای اولین بار در آزمایشگاه اندازه‌گیری شود. این اتفاق در سال ۱۷۹۸ به وقوع پیوست و هنری کاوندیش[4] و همکارانش توانستند با دقت ۱٪ به مقدار $۶/۶۷ E-۱۱ Newton.m^2/Kg^2$ (نیوتون در مجذور متر بر مجذور کیلوگرم) دست پیدا کنند.

کاوندیش در طول آزمایش‌هایش مدعی شد که موفق به اندازه‌گیری جرم زمین شده است زیرا هنگامی که مقدار G مشخص باشد، می‌توان جرم زمین را از شتاب گرانشی سطح زمین به دست آورد. در واقع با دانستن مقدار G می‌توانیم جرم هر جسم چرخان را به دست آوریم. به‌طور مثال می‌توان جرم خورشید یا ماه را با داشتن اندازه شعاع مدار و مدت زمانی که برای یک گردش کامل لازم است، به دست آورد.

در اوایل قرن بیستم، آلبرت انیشتین[5] نظریهٔ گرانشی که به نظریه نسبیت عام[6] مشهور است، منتشر کرد. این نظریه بیان می‌کند که گرانش را به صورت خمیدگی فضا زمان نشان می‌دهد. این خمیدگی متناسب با G و مقداری ثابت است. پلانک نیز ثابت G را یکی از ثابت‌های جهانی دانست (G,h,c) و معتقد بود که این سه عدد ثابت در همه جای این عالم یکسان است.

مقدارهای بحث‌انگیز G

این عکسی از دستگاه سادهٔ G بزرگ است که از آن به‌طور غیرمستقیم برای تعیین مقدار عددی G استفاده می‌شده است. بیش از سیصد سال است که اندازهٔ عددی ثابت اصلی G مورد توجه فیزیک‌دانان قرار گرفته است و بعد از سرعت نور دارای طولانی‌ترین پیشینه در اندازه‌گیری است. مقدار ثابت گرانش عمومی دارای اهمیت بسیاری است. اما هنوز مقدار دقیق آن نسبت به ثابت‌های اصلی دیگر به خوبی مشخص نشده است.

با وجود فناوری‌های پیشرفته، تقریباً در همهٔ اندازه‌گیری‌های مقدار G از تغییرات ترازوی دوار قدیمی که

کاوندیش در قرن ۱۷ ابداع کرده بود، استفاده شده است. ترازوی دوار معمولی دارای دو جرم است که با میله‌ای افقی که از رشتهٔ بسیار نازک آویزان است به هم متصل شده‌اند و به آن دمبل گویند. وقتی دو جسم سنگین که یکدیگر را جذب می‌کنند، در دو سوی دمبل قرار می‌گیرند، دمبل به مقدار بسیار کمی تاب می‌خورد. سپس دو جسم جذب‌کننده به سمت دیگر دمبل حرکت می‌کنند و دمبل در جهت مخالف تاب می‌خورد. از اندازه این پیچش‌ها برای یافتن مقدار عددی G استفاده می‌شود. حالت متداول دیگری که برای این روش به کار می‌رود، قرار دادن دمبل در حرکت نوسانی و اندازه‌گیری بسامد نوسان‌ها است.

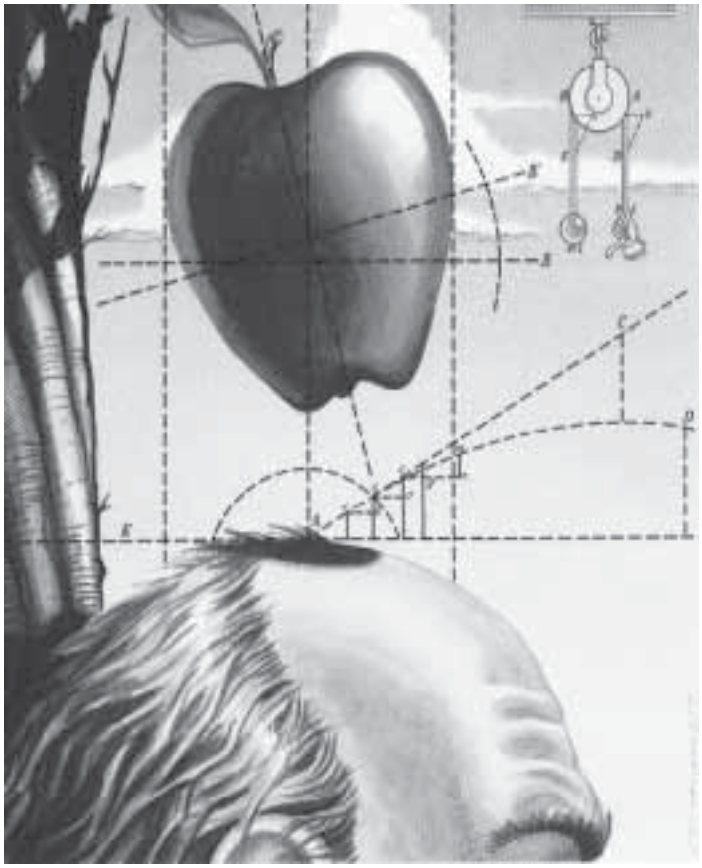
کشش گرانشی متقابل میان دمبل و دو جسم، باعث می‌شود هنگام تغییر موقعیت دو جسم، بسامد نوسان‌ها اندکی تغییر کند و همین تغییر بسامد، اندازه G را مشخص می‌کند. گیب لوتر[۷] و ویلیام تولر[۸] از دفتر ملی استانداردها[۹] و دانشگاه ویرجینیا تا سال ۱۹۸۲ از این روش تغییر بسامد برای تعیین دقیق‌ترین اندازهٔ G استفاده می‌کرده‌اند. هم‌اکنون براساس اندازه‌گیری آن‌ها کمیتهٔ اطلاعات علوم و فناوری[۱۰] (CODATA)، مقدار G را برابر با $۶/۶۷۴۲E-۱۱ N m^۲/K g^۲$ می‌داند و ضریب خطا را ۰/۰۱۵٪ تعیین می‌کند.

با مقایسهٔ مقدار ثابت G با سایر مقادیرهای شناخته شده در علم فیزیک در می‌یابیم که ضریب خطای G با وجود ناچیز بودن باز هم از سایر موارد، هزاران بار بزرگ‌تر است. در نتیجه جرم زمین، خورشید، ماه و همهٔ کره‌های آسمانی نمی‌تواند دقیق‌تر از مقدار G باشد چون همهٔ این اندازه‌ها از اندازهٔ تجربی G برگرفته شده‌اند. یکاهای G مترمکعب $m^۳$، کیلوگرم Kg و مجذور ثانیه $s^۲$ هستند پس هر خطایی در یکای کیلوگرم نشان‌دهندهٔ یک خطا در مقدار G است. ضریب خطای ۰/۰۱۵٪ ممکن است بسیار کوچک به نظر برسد اما

با وجود وسایل اندازه‌گیری بسیار پیشرفته، هنوز به دقت حدود یک درصد، که کاوندیش در قرن هفدهم به آن دست یافته بود، بسیار نزدیک هستیم

تغییرات G در گسترهٔ زمان ۲۰۰ سال

ردیف	نویسنده	سال	$G(\times ۱۰^{-۱۱} m^۳/kg-s^۲)$	دقت	٪ انحراف
۱	Cavendish H.	۱۷۹۸	۶/۷۴	±۰/۰۵	+۰/۹۸۶
۲	Reich F.	۱۸۳۸	۶/۶۳	±۰/۰۶	−۰/۶۶۲
۳	Baily F.	۱۸۴۳	۶/۶۲	±۰/۰۷	−۰/۸۱۲
۴	Corny A, Baille J.	۱۸۷۳	۶/۶۳	±۰/۰۱۷	−۰/۶۶۲
۵	Jolly Ph.	۱۸۷۸	۶/۴۶	±۰/۱۱	−۳/۲۰۹
۶	Wilsing J.	۱۸۸۹	۶/۵۹۴	±۰/۰۱۵	−۱/۲۰۲
۷	Poynting J.H.	۱۸۹۱	۶/۷۰	±۰/۰۴	+۰/۳۸۷
۸	Boys C.V.	۱۸۹۵	۶/۶۵۸	±۰/۰۰۷	−۰/۲۴۳
۹	Eotvos R.	۱۸۹۶	۶/۶۵۷	±۰/۰۱۳	−۰/۲۵۸
۱۰	Brayn C.A.	۱۸۹۷	۶/۶۵۸	±۰/۰۰۷	−۰/۲۴۳
۱۱	Richarz F. & Krigar-Menzel O.	۱۸۹۸	۶/۶۸۳	±۰/۰۱۱	+۰/۱۳۲
۱۲	Burgess G.K.	۱۹۰۲	۶/۶۴	±۰/۰۴	−۰/۵۱۲
۱۳	Heyl P.R.	۱۹۲۸	۶/۶۷۲۱	±۰/۰۰۷۳	−۰/۰۳۱
۱۴	Heyl P.R.	۱۹۳۰	۶/۶۷۰	±۰/۰۰۵	−۰/۰۶۳
۱۵	Zaradnicek J.	۱۹۳۳	۶/۶۶	±۰/۰۴	−۰/۲۱۳
۱۶	Heyl P., Chrzanowski	۱۹۴۲	۶/۶۷۳	±۰/۰۰۳	−۰/۰۱۸
۱۷	Rose R.D. et al.	۱۹۶۹	۶/۶۷۴	±۰/۰۰۴	−۰/۰۰۳
۱۸	Facy L., Pontikis C.	۱۹۷۲	۶/۶۷۱۴	±۰/۰۰۰۶	−۰/۰۴۲
۱۹	Renner Ya.	۱۹۷۴	۶/۶۷۰	±۰/۰۰۸	−۰/۰۶۳
۲۰	Karagioz et al.	۱۹۷۵	۶/۶۶۸	±۰/۰۰۲	−۰/۰۹۳
۲۱	Luther et al	۱۹۷۵	۶/۶۶۹۹	±۰/۰۰۱۴	−۰/۰۶۴
۲۲	Koldewyn W., Faller J.	۱۹۷۶	۶/۵۷	±۰/۱۷	−۱/۵۶۱
۲۳	Sagitov M.U. et al	۱۹۷۷	۶/۶۷۴۵	±۰/۰۰۰۸	+۰/۰۰۴
۲۴	Luther G., Towler W.	۱۹۸۲	۶/۶۷۲۶	±۰/۰۰۰۵	−۰/۰۲۴
۲۵	Karagiz et al	۱۹۸۵	۶/۶۷۳۰	±۰/۰۰۰۵	−۰/۰۱۸
۲۶	Dousse & Rheme	۱۹۸۶	۶/۶۷۲۲	±۰/۰۰۵۱	−۰/۰۳۰
۲۷	Boer H. et al	۱۹۸۷	۶/۶۶۷	±۰/۰۰۰۷	−۰/۱۰۸
۲۸	Karagioz et al	۱۹۸۶	۶/۶۷۳۰	±۰/۰۰۰۳	−۰/۰۱۸
۲۹	Karagioz et al	۱۹۸۷	۶/۶۷۳۰	±۰/۰۰۰۵	−۰/۰۱۸
۳۰	Karagioz et al	۱۹۸۸	۶/۶۷۲۸	±۰/۰۰۰۳	−۰/۰۲۱
۳۱	Karagioz et al	۱۹۸۹	۶/۶۷۲۹	±۰/۰۰۰۲	−۰/۰۱۹
۳۲	Saulnier M.S., Frisch D.	۱۹۸۹	۶/۶۵	±۰/۰۹	−۰/۳۶۳
۳۳	Karagioz et al	۱۹۹۰	۶/۶۷۳۰	±۰/۰۰۰۰۹	−۰/۰۱۸
۳۴	Schurr et al	۱۹۹۱	۶/۶۶۱۳	±۰/۰۰۹۳	−۰/۱۹۳
۳۵	Hubler et al	۱۹۹۲	۶/۶۷۳۷	±۰/۰۰۵۱	−۰/۰۰۸
۳۶	Izmailov et al	۱۹۹۲	۶/۶۷۷۱	±۰/۰۰۰۴	+۰/۰۴۳
۳۷	Michaelis et al	۱۹۹۳	۶/۷۱۵۴۰	±۰/۰۰۰۰۸	+۰/۶۱۷
۳۸	Hubler et al	۱۹۹۳	۶/۶۶۹۸	±۰/۰۰۱۳	−۰/۰۶۶
۳۹	Karagioz et al	۱۹۹۳	۶/۶۷۲۹	±۰/۰۰۰۲	−۰/۰۱۹
۴۰	Walesch et al	۱۹۹۴	۶/۶۷۱۹	±۰/۰۰۰۸	−۰/۰۳۵
۴۱	Fitzgerald & Armstrong	۱۹۹۴	۶/۶۷۴۶	±۰/۰۰۱	+۰/۰۰۶
۴۲	Hubler et al	۱۹۹۴	۶/۶۶۰۷	±۰/۰۰۳۲	−۰/۲۰۲
۴۳	Hubler et al	۱۹۹۴	۶/۶۷۷۹	±۰/۰۰۶۳	+۰/۰۵۵
۴۴	Karagioz et al	۱۹۹۴	۶/۶۷۲۸۵	±۰/۰۰۰۰۸	−۰/۰۲۰
۴۵	Fitzgerald & Armstrong	۱۹۹۵	۶/۶۶۵۶	±۰/۰۰۰۹	−۰/۱۲۹
۴۶	Karagioz et al	۱۹۹۵	۶/۶۷۲۹	±۰/۰۰۰۲	−۰/۰۱۹
۴۷	Walesch et al	۱۹۹۵	۶/۶۶۸۵	±۰/۰۰۱۱	−۰/۰۸۵
۴۸	Michaelis et al	۱۹۹۶	۶/۷۱۵۴	±۰/۰۰۰۸	−۰/۶۱۷
۴۹	Karagioz et al	۱۹۹۶	۶/۶۷۲۹	±۰/۰۰۰۵	−۰/۰۱۹
۵۰	Bagley & Luther	۱۹۹۷	۶/۶۷۴۰	±۰/۰۰۰۷	−۰/۰۰۳
۵۱	Schurr, Nolting et al	۱۹۹۷	۶/۶۷۵۴	±۰/۰۰۱۴	+۰/۰۱۸
۵۲	Luo et al	۱۹۹۷	۶/۶۶۹۹	±۰/۰۰۰۷	−۰/۰۶۴
۵۳	Schwarz W. et al	۱۹۹۸	۶/۶۸۷۳	±۰/۰۰۹۴	+۰/۱۹۶
۵۴	Kleinvoss et al	۱۹۹۸	۶/۶۷۳۵	±۰/۰۰۰۴	−۰/۰۱۱
۵۵	Richman et al	۱۹۹۸	۶/۶۸۳	±۰/۰۱۱	+۰/۱۳۲
۵۶	Luo et al	۱۹۹۹	۶/۶۶۹۹	±۰/۰۰۰۷	−۰/۰۶۴
۵۷	Fitzgerald & Armstrong	۱۹۹۹	۶/۶۷۴۲	±۰/۰۰۰۷	±۰/۰۱
۵۸	Richman S.J. et al	۱۹۹۹	۶/۶۸۳۰	±۰/۰۰۱۱	+۰/۱۳۲
۵۹	Schurr, Nolting et al	۱۹۹۹	۶/۶۷۵۴	±۰/۰۰۱۵	+۰/۰۱۸
۶۰	Gundlach & Merkowitz	۱۹۹۹	۶/۶۷۴۲۲	±۰/۰۰۰۰۹	+۰/۰۰۰۳
۶۱	Quinn et al	۲۰۰۰	۶/۶۷۵۵۹	±۰/۰۰۰۲۷	+۰/۰۲۱
	PRESENT CODATA VALUE	۲۰۰۴	۶/۶۷۴۲	±۰/۰۰۱	±۰/۰۱۵۰

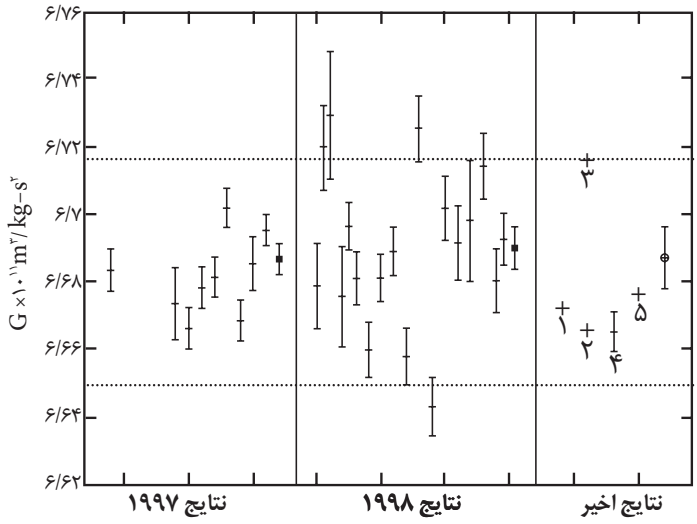


وقتی در مورد جرم‌های مطرح شـده به کار برده می‌شود مثلاً در مورد جرم زمین با جرم اسمی $۵/۹۷۲\times۱۰^{۲۴}$ کیلوگرم به آن معناست که خطا در جرم زمین ممکن اسـت بیشـتر از $۸/۹۵۸\times۱۰^{۲۰}$ کیلوگرم باشـد! و به همین دلیل اسـت که جرم زمین فقط تا سـه رقم اعشار نشان داده می‌شود.

تغییر

مقدار رسـمی G در سـال ۱۹۸۶ براسـاس اندازه‌گیـری لوتـر و تولـر $(۶/۶۷۲۸۹\pm۰/۰۰۰۸۵)\times۱۰^{-۱۱}\ m^{۳}Kg^{-۱}s^{-۲}$ تعیین شد. به تازگی، گروه‌های تحقیقاتی مرتبط در آلمان، نیوزیلند و روسیه اقدام به اندازه‌گیـری مقـدار G نمودند. این اندازه‌گیری‌ها به منظور روشـن‌تر شدن مسئله انجام و موفق شد اندازهٔ عددی G را زیر سؤال برد.

این اندازه‌های جدید که با استفاده از بهتریـن امکانـات آزمایشـگاهی تعیین شـده بودند، عقیدهٔ بسـیاری از دانشـمندان را دربـاره این‌کـه G پارامتری متغیر اسـت، نقض می‌کند؛ همچنین برخلاف تصور دانشمندانی بود که معتقد بودند نیروهای جدیدی وجود دارد که می‌توان به وسـیلهٔ آن علت این پدیده‌های غیرعادی گرانشی را توضیـح داد. بـرای مثال در سـال ۱۹۹۶ گروهی از مؤسسهٔ استانداردهای آلمان[11] به رهبری دبلیو. میکائیلس[12] به مقدار ۰/۶٪ بیشتر از اندازهٔ پذیرفته شده دست یافتند؛ گروهی دیگر از دانشگاه ووپرتال[13] در آلمـان به رهبری هنریچ میـر[14] به اندازهٔ ۰/۰۶٪ کمتـر از اندازهٔ پذیرفته شـده رسیدند و در سال ۱۹۹۵ مـارک فیتزجرالـد[15] و همکارانش در آزمایشگاه استانداردهای اندازه‌گیری[16] از نیوزیلند به انـدازه‌ای معادل ۰/۱۳٪ کمتر از مقدار پذیرفته شده دست یافتند. گروه روسـی به میـزان تغییر عجیبی از انـدازهٔ زمـان و مکان G رسـیدند کـه بیش از ۰/۷٪ بـود. اوایل دههٔ ۸۰، فرانک استیسـی[17] و همکارانش مقدار G را در معدن‌هـا و چاه‌های باریک و عمیق اندازه گرفتند و اندازهٔ به دسـت آمده ۱٪ بیشـتر از مقدار پذیرفته شده کنونـی بـرای G بود. در سـال ۱۹۸۶ افرین فیسکباخ[18] از دانشگاه واشنگتن در سیاتل مدعی شد که آزمایش‌ها نشان می‌دهند کـه انحراف ناچیزی در قانون گرانش نیوتون وجود دارد و این نتایج هماهنگ با نتایج محققان اسـترالیایی است. از اطلاعات کنفرانس کاوندیش می‌توان دریافت نتایج به دست آمده در ۷ گـروه اصلی احتمالاً فقط در سـطح $۱۰^{-۱}$٪ با یکدیگـر توافق دارند. پس با وجود وسایل بسیار پیشرفتهٔ اندازه‌گیری، هنوز به دقت ۱٪ که کاوندیش در قرن هفدهم به آن دسـت یافته بود، بسـیار نزدیک هستیم. این مباحثات باعث شد تا تلاش‌های بسیاری صورت بگیرد تا اندازهٔ عددی معتبرتری برای G به دست بیاید اما تاکنون فقط شاهد نتایج مغایر با یکدیگر بوده‌ایم. نمودار زیر تمام مقادیر اندازه‌گیری شده ثابت گرانش عمومی در ده ساله اخیر را به ما نشان می‌دهد.



پی‌نوشت

1. Isaac Newton
2. Universal Gravitation
3. big G'
4. Henry Cavendish
5. Albert Einstein
6. General Relativity
7. Gabe Luther
8. William Towler
9. National Bureau of Standards
10. (CODATA) Committee on Data for Science and Technology
11. German Institute of Standards
12. W. Michealis
13. University of Wuppertal
14. Hinrich Meyer
15. Mark Fitzgerald
16. Measurement Standards Laboratory
17. Frank Stacey
18. Ephrain Fischbach

منابع

1. [Diarc, 1937] P.A.M. Diarc, The cosmological constants, Nature 20 (1937), p. 323.
2. [Jordan, 1949] Jordan, Formation of the stars and development of the universe, Nature 164 (1949), pp. 637-640. View Record in Scopus | Cited By in Scopus (56)
3. [Narlikar and Kembhavi, 1980] Narlikar and Kembhavi, Non Standard cosmologies, Fundamentals of Cosmic Physics 6 (1980), pp. 1-186.
4. [Qadir and Mufti, 1980] Qadir, Mufti, 1980. Do neutron stars disprove multiplicative creation in Dirac's large number hypothesis, Internal report, International Center for Theoretical Physics, Trieste, Italy, July 1980.
5. [Roxburgh, 1976] Roxburgh, Dirac's continuous creation cosmology and the temperature of the Earth, Nature 261 (1976).
6. [Wesson, 1980] Wesson, P.S., 1980. Gravity, Particles, and Astrophysics. D. Redel.

آموزشی

یرل‌واکر
ترجمه:
محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

زمزمه‌ای که استروبوسکوپ می‌شود

با زمزمه کردن در بسامدی مناسب، می‌توانید چرخش ملخ یک هواپیما یا پرهٔ یک پنکه را به طور استروبوسکوپی بی‌حرکت سازید. اگر با بسامدی قدری پایین‌تر زمزمه کنید، این نقش استروبوسکوپی به آرامی در جهت چرخش جسم، می‌چرخد. در بسامدی قدری بالاتر، این نقش در جهت مخالف می‌چرخد.

اگر هنگام تماشای تلویزیون از فاصلهٔ به اندازهٔ کافی دور زمزمه کنید، توقف استروبوسکوپی مشابهی می‌تواند رخ دهد. زمزمه کردن خط‌هایی را بر روی صفحهٔ تلویزیون ایجاد می‌کند که در یک بسامد، ثابت‌اند ولی در بسامدهای دیگر، به بالا یا پایین حرکت می‌کنند.

برای مطالعهٔ این‌که چگونه زمزمه کردن دید من را تغییر می‌دهد، یک طرح کاغذی را آماده کردم و آن را روی یک صفحهٔ گردان قرار دادم. این طرح متشکل از قطاع‌های سیاه و سفیدی با پهنای زاویه‌ای یک درجه بود که از مرکز به بیرون امتداد می‌یافت. ترتیبی دادم تا در حالی‌که طرح با سرعت $33\frac{1}{3}$ دور بر دقیقه می‌چرخید، نور خورشید آن را روشن کند (یک لامپ معمولی، نور سوسوزن تولید می‌کند [و از این‌رو مناسب نیست]). چون نمی‌توانم بسامد ثابتی را حفظ کنم، چانهٔ خود را روی بلندگوی کوچکی قرار دادم که ۱۰۰ بار بر ثانیه نوسان می‌کرد (این بلندگو را یک نوسانگر به‌کار می‌انداخت). طرح چرخان روی صفحهٔ گردان، به‌طور استروبوسکوپی با یک طرح تیره و مات ثابت شد. چرا در این مثال و مثال‌های دیگر، نوسان (حاصل از بلندگو یا زمزمه کردن) چرخش را متوقف می‌سازد؟

پاسخ: زمزمه کردن، خُرخُر کردن، یا نوسان سر توسط یک بلندگوی کوچک، به نوسان عمودی چشمان می‌انجامد. اگر این نوسان دارای بسامد مناسبی باشد، نقشی که از مقابل دید من عبور می‌کند، در بیشتر چرخهٔ نوسان، در مکان ثابتی روی شبکیه قرار می‌گیرد.

فرض کنید من به بخشی از نقش روی صفحهٔ گردان خیره شوم که از مقابل دید من پایین می‌آید. وقتی چشم من در طول یک چرخهٔ نوسان پایین می‌آید، طرح همچنان همان بخش از شبکیهٔ من را روشن می‌کند و ساکن به نظر می‌رسد. وقتی چشم من به بالا حرکت می‌کند، طرح روشنایی روی شبکیه جابه‌جا می‌شود، اما برای مدتی کوتاه. طرح اولیهٔ سیاه و سفید به‌سرعت روی همان مکان‌هایی از شبکیه می‌افتد که قبلاً می‌افتاد. دستگاه بینایی من از روشنایی در یک چرخهٔ نوسان میانگین می‌گیرد. مکان‌هایی که تصویر روشنی را در طول بیشتر نوسان دریافت می‌کنند، روشن دیده می‌شوند. برعکس، مکان‌هایی که تصویر تاریکی را در طول بیشتر نوسان دریافت می‌کنند، تاریک به‌نظر می‌رسند. درنتیجه، طرح سیاه و سفید ساکن به نظر می‌رسد.

تصویر تلویزیون بر اثر روبش افقی و خطبه‌خط نمایشگر، از بالا به پایین ایجاد می‌شود. سرعت این روبش و استمرار دید من، محو شدن هر خط را پنهان می‌کند. وقتی من زمزمه می‌کنم، نوسان چشم من به‌طور استروبوسکوپی این روبش را ثابت می‌کند. در بخش اعظم یک چرخهٔ نوسان، خطی افقی روی شبکیه‌ام وجود دارد که تصویری از خط روی صفحهٔ تلویزیون است که در آن‌جا تصویر قبلی محو شده و تصویر جدید هنوز تشکیل نشده است. درنتیجه، دائماً خطی سیاه را روی صفحهٔ تلویزیون می‌بینم.

نمایش

هاله‌های اطراف چراغ‌های خیابان، درخشش شمع، تصویرهای ستاره

بس٠ مردم، هنگام شب در نگاه هستیم به چراغ‌های روشن، حلقه‌هایی (هاله‌هایی) را دور آن‌ها می‌بینید. (مشاهدهٔ آن‌ها از پنجره‌ای پوشیده از بخار، مجموعهٔ متفاوتی از حلقه‌ها را ایجاد می‌کند.) قطر چهارِ حلقهٔ اول (که برحسب درجهٔ کمانی که در میدان دید شما اشغال می‌کنند، اندازه گرفته می‌شود) تقریباً ۲/۵، ۴/۵، ۵/۵، ۶/۰، و ۹/۰ است. این حلقه‌ها در نور قرمز بزرگ‌تر از نور آبی هستند. بنابراین اگر چشمه، نور سفید تولید کند، شاید این حلقه‌ها در بیرون سرخ و در داخل آبی باشند. چرا این حلقه‌ها ظاهر می‌شوند؟

بعضی از نقاشی‌های *ونسان وَن‌گوک*[1]، مثل خورشید در نقاشی *تاکستان سرخ در آرل*[2] و ستاره‌ها در نقاشی *شب پر ستاره*[3] حلقه‌هایی را دور چشمهٔ نور نشان می‌دهند. این حلقه‌ها را تا حدی به‌خاطر سبک خود می‌کشید، زیرا حسی از درخشندگی را روی بوم القأ می‌کردند. ولی، برخی از گزارش‌ها حاکی از آن است که او این حلقه‌ها را از آن‌رو به دور چشمه‌های نور می‌دید که بینایی او بر اثر استفادهاز داروی *دیجیتالیس*[4] به میزان مسموم‌کننده آسیب دیده بود.

چرا وقتی در اتاق تاریکی به شعلهٔ شمع نگاه می‌کنید، تابش ضعیفی را در اطراف آن می‌بینید؟ ستاره‌ها به دلیل تغییرات جوّی می‌درخشند، ولی چه عاملی تصویر نوعیِ ستارگان با پره‌ها یا تیرک‌های شعاعی را به‌وجود می‌آورد؟

هیجان انگیز فیزیک

(قسمت سیزدهم و پایانی)*

پاسخ: حلقه‌هـــای دور چراغ‌های روشن که *هاله‌های انتوتپیک*[5] خوانده می‌شوند، ناشـــی از پراش نـــور هنگام عبور از ســـاختارهای کوچک (ناحیه‌های غیر یکنواخت) چشـــم است که در مسیر حرکت نور به شبکیه قرار دارند. پراش، نوعی پراکندگی است که در آن امواج نور با پخش شدن در اطراف یک مانع طرحی از نوارهای تاریک و روشن هم‌مرکز را در اطراف یک نقطهٔ روشن مرکزی تولید می‌کنند. ناحیه‌های روشن در جاهایی است که امواج نور یکدیگر را تقویت می‌کنند؛ ناحیه‌های تاریک در جاهایی اســـت که امواج نور یکدیگر را تقویت می‌کنند؛ ناحیه‌های تاریک در جاهایی است که امواج نوری یکدیگر را خنثی می‌کنند. نقطهٔ روشن مرکزی از این‌رو دیده نمی‌شود که به دیدگاه مستقیم (و بسیار روشن‌تر) چشمهٔ نور منطبق است، اما نخستین حلقهٔ روشن را می‌توان دید. اندازهٔ زاویه‌ای این حلقه به اندازهٔ ساختاری که نور را پراشیده می‌کند و فاصلهٔ بین آن ساختار تا شبکیه بستگی دارد: ساختار کوچک‌تر، حلقهٔ بزرگ‌تری ایجاد می‌کند؛ فاصلهٔ بیشتر نیز حلقهٔ بزرگ‌تری به‌وجود می‌آورد.

وقتی چند حلقه دیده شود، پراش توسط چند ساختار با اندازه‌ها و فاصله‌های متفاوت از شبکیه ایجاد شده است. هیچ‌کس اطمینان ندارد چه ساختاری مسئول این پراش است. نامزدهای ممکن شامل سلول‌های اِپیتلیوم[6] قرنیه (با اندازهٔ بین ۱۰ تا ۴۰ میکرومتر)، سلول‌های اِندتلیال[7] قرنیه، شیارهای قرنیه‌ای، و تارهای عدسی است.

پراش نور در داخل چشم عاملِ درخشش ضعیف اطراف شعلهٔ شمع و هم‌چنین نقاطی است که در تصویر نوعیِ پره‌دار یک ستاره یا هر چشمهٔ نور کوچک و درخشانی می‌بینید که در فاصلهٔ دوری قرار گرفته است. پره‌های ستاره احتمالاً ناشی از نایکنواختی خطوط بخیه[8] (محل اتصال تارها) روی سطح جلویی عدسی چشم هستند.

فُسفن‌ها[۹]ـ جلوه‌های روان‌گردان

زندانیان محبوس در سلول‌های تاریک، گاهی جلوه‌هایی از نور درخشان موسوم به فُسفن را مشاهده می‌کنند که می‌توانند رنگی و یا دارای خالی‌های رنگی باشند. رانندگان کامیون نیز پس از زل زدن طولانی به جاده‌های پوشیده از برف، این جلوه‌ها را مشاهده می‌کنند. درواقع، هرگاه محرّک‌های دیداری وجود نداشته باشند، این جلوه‌ها ظاهر می‌شوند.

سردردهای میگرنی و برخی داروهای روان‌گردان (مثل LSD) می‌توانند جلوه‌های فسفن حیرت‌انگیزی را به‌وجود آورند. شتاب‌گرفتن‌های سریع سر که خلبانان و فضانوردان در معرض آن قرار می‌گیرند نیز این جلوه‌ها را ایجاد می‌کنند. همچنین می‌توان آن‌ها را با فشاری ملایم بر یک چشم بسته نیز ایجاد کرد. با حرکت انگشت بر روی پلک، جلوه‌های مختلفی نمایان می‌شوند. افزایش این فشار، نقش‌های پیچیده‌تری را به‌وجود می‌آورد. (چشم خود را آن‌قدر فشار ندهید که آسیب ببیند و اگر از عدسی‌های تماسی استفاده می‌کنید، هرگز چشمانتان را فشار ندهید.) اگر هر دو چشم را همزمان فشار دهید، نقش‌هایی هندسی ظاهر می‌شوند.

این نقش‌ها هنگام نگاه کردن به نوری چشمک‌زن، مثل استروبوسکوپ یک کنسرت موسیقی راک نیز ظاهر می‌شوند. وقتی به درخشش نور چشمک‌زنی نگاه می‌کنم که با آهنگی بین ۱۰ تا ۳۰ بار در ثانیه چشمک می‌زند، آرایه‌های هندسی رنگی و واضحی ظاهر می‌شوند. (برای حفظ ایمنی، وقتی در مقابل درخش نور قرار می‌گیرم، چشمانم را می‌بندم. این نور چنان درخشان است که از پلک‌های بستهٔ من نیز عبور می‌کند.) گاهی آرایه‌ای از مربع‌های یک صفحهٔ شطرنج و گاهی شش‌ضلعی‌ها یا مثلث‌هایی را می‌بینم. وقتی این نورها به آهستگی چشمک می‌زنند، فُسفن‌ها می‌چرخند. اما وقتی سریع چشمک می‌زنند، فُسفن‌ها محو می‌شوند. برای نقش‌های هندسی پیچیده باید روشنایی به هر دو چشم برسد. با روشن شدن فقط یک چشم، نقش‌های ساده‌ای از خط‌ها و پیچ‌ها را می‌بینم.

فسفن‌ها با عبور جریان الکتریکی ضعیف از سر ناظر نیز تولید می‌شوند. (من هیچ‌وقت چنین کار خطرناکی را انجام نمی‌دهم، و شما نیز نباید انجام دهید.) فُسفن پارتی‌ها در قرن هجدهم میلادی بسیار رایج بودند (حتی *بنیامین فرانکلین* نیز یک‌بار در آن‌ها شرکت کرد.) در حالی که مردم دست در دست هم دایره‌ای را تشکیل می‌دادند، یک مولد الکتروستاتیک ولتاژ بالا و کم‌جریان شوکی را به آن‌ها وارد می‌کرد. هر بار که این جریان عبور می‌کرد، آن‌ها جلوه‌های فُسفن را می‌دیدند.

حتی عجیب‌تر (و احمقانه‌تر) آزمایش‌هایی بود که فیزیولوژیستی به نام *یوهان پورکینیه*[۱۰] در سال ۱۸۱۹ انجام داد. او یک الکترود را بر پیشانی و الکترود دیگر را در دهان خود گذاشت و سپس پی‌درپی آن‌ها را قطع و وصل کرد، تا تپ‌هایی از جریان در سر او به‌وجود آید. این تپ‌ها تصاویر فسفن پایداری را تولید کردند.

چه چیزی فسفن‌ها را تولید می‌کند؟

پاسخ: وقتی بر چشم بسته‌ای فشار می‌آورید، زجاجیه‌ای که چشم شما را پر کرده است، بر شبکیه فشار می‌آورد و باعث می‌شود گیرنده‌های نوری یا مسیرهای عصبی فعال شوند و مانند زمانی که چشم روشن شده است، سیگنال‌هایی را به مغز بفرستند. بنابراین، بی‌آن‌که حتی نوری به چشم شما وارد شود، نور را مشاهده می‌کنید.

اگر به نور چشمک‌زن هم نگاه کنیم، فسفن‌ها تولید می‌شوند. نقش‌های هندسی پیچیده‌تر به برانگیزش هر دو چشم نیاز دارند که نشان می‌دهد آن‌ها تعابیری هستند که مغز به سیگنال‌هایی که از چشم می‌رسند، تحمیل می‌کند. این طرح‌های هندسی از این‌رو ظاهر می‌شوند که سیگنال‌های عصبی آشکارسازهای خطی و شکلی را در مغز فعال می‌کنند. رنگ‌ها وقتی تولید می‌شوند که آشکارسازهای رنگ فعال شوند. (بنابراین، مشاهدهٔ رنگ ناشی از ادراک مستقیم رنگ توسط گیرنده‌های مخروطی روی شبکیه نیست.) شاید نورهای چشمک‌زن اتفاقاً با کُد مغز برای رنگ‌ها جور درآید. اگر چنین شود، شاید نور سفید چشمک‌زن به مشاهدهٔ آرایه‌های رنگی درخشانی بینجامد. محتمل‌تر آن است که رنگ‌ها ناشی از تداخل متقابل مسیرهای عصبی در شبکیه و مسیرهای عصبی‌ای باشند که به مغز می‌رسند.

فسفن‌هایی که به صورت الکتریکی تولید شده‌اند می‌توانند ناشی از تحریک مستقیم مغز باشند. شاید با آن‌ها بتوان به یک شخص نابینا، بینایی بخشید. یک دوربین ویدیویی کوچک که روی چارچوبی سوار شده باشد (مثل آن‌هایی که در عینک‌ها به‌کار می‌روند)، سیگنال‌هایی را به یک ریزپردازنده (میکروپروسسور) می‌فرستد، و سپس این ریزپردازنده با گسیل مستقیم سیگنالی کم‌جریان به مغز، فسفن‌ها را تولید می‌کند. مثلاً، وقتی این دوربین ویدئویی جسمی را در طرف چپ میدان دید شخص بیابد، مغز طوری تحریک می‌شود که شخص فسفنی را در طرف چپ میدان دید خود ببیند. درنتیجه، محیط اطراف شخص با فسفن‌ها نشان داده می‌شود و به‌عبارتی مشخص می‌تواند «ببیند».

فسفن‌های ناشی از مواد مخدر در هنر عصر پارینه‌سنگی یافت می‌شوند که بر صخره‌ها و در غارها نقش بسته‌اند. این فسفن‌ها می‌توانند بخشی از تجربهٔ دیداری یک شخص (شاید یک شَمَن) باشند که در خلسه فرو رفته است، و شاید نمادهایی از جادوی نهفته‌ای باشند که مردم گمان می‌کردند بر جهان حکمفرمایی می‌کند.

چشم دوختن به توپ بیس‌بال

بازیکن حرفه‌ای بیس‌بال، *تد ویلیامز*[11] مدعی آن بود که می‌تواند توپی را که به چوگان او می‌خورد، ببیند. چند بازیکن ادعا کرده‌اند که می‌توانند هنگام عبور توپ از مقابل خود، بخیه‌های روی توپ و چرخش آن را ببینند. آیا بازیکن واقعاً می‌تواند چنین مشاهداتی داشته باشد؟ آیا بازیکن می‌تواند توپ را از لحظهٔ پرتاب تا عبور از پشت صفحهٔ خانه یا برخورد با چوگان، با چشمان خود دنبال می‌کند؟

آیا بازیکن برای بازی بیس‌بال باید دو چشم سالم داشته باشد؟ ظاهراً خیر. در این صورت، چگونه بازیکنانی که فقط یک چشمشان کار می‌کند مسافت و خطّ سیر توپ را تعیین می‌کنند؟ همچنین، چگونه شخصی که فقط یک چشمش می‌بیند، هنگام رانندگی یا هدایت هواپیما عمق میدان دید خود را تعیین می‌کند؟ برای مثال، فرود آوردن یک هواپیما یقیناً نیاز به درک عمیق دارد، اما با وجود این، خلبان مشهور، *وایلی پُست*[12]، فقط یک چشمش می‌دید.

پاسخ: فرض کنید یک بازیکن حرفه‌ای بیس‌بال با دست راست به توپ در صفحهٔ خانه ضربه بزند. اگر این بازیکن بخواهد مسیر توپی را که روی صفحهٔ خانه پرتاب شده است دنبال کند، باید خط دید خود را به سمت راست پرتاب‌کننده بچرخاند. بیشتر بازیکنان قابل، می‌توانند تا زمانی که توپ حدود ۵/۵ فوت از صفحهٔ خانه فاصله دارد، این کار را انجام دهند، اما پس از آن، چرخش مورد نیاز باید بسیار سریع باشد. با این حال، بازیکن در صورتی **می‌تواند** برخورد توپ با چوگان را ببیند، که محل برخورد توپ با چوگان را به‌درستی پیش‌بینی کند و خط دید خود را به آن نقطه بیراند. احتمالاً **تد ویلیامز** از این پرش دید، که **ساکاد**[13] خوانده می‌شود، برای دیدن توپی که به چوگانش می‌خورد، استفاده می‌کرد.

شاید عامل دیگری هم در دنبال کردن توپ با چشم دخیل باشد. ظاهراً دستگاه بینایی می‌تواند عمق را در حرکت یک جسم دریابد، حتی اگر نتواند محل آن را تشخیص دهد. این قابلیت، یک عامل بقای واضح دارد: می‌توانید حرکت یک جسم به طرف خود را تشخیص دهید، حتی اگر نتوانید دقیقاً محلّ آن در هر لحظه را مشخص کنید. ادراک عمق در حرکت جسم را می‌توان فقط با یک چشم هم انجام داد. بنابراین، کسانی که فقط یک چشم سالم دارند نیز می‌توانند ورزش کنند و هواپیماها را به پرواز درآورند. وقتی هر دو چشم سالم باشند، شاید مغز حرکت نسبی مشاهده شده توسط هر چشم را مقایسه کند. مثلاً، اگر چشم راست شما جسمی را در حرکت به سمت چپ ببیند و چشم چپ شما آن را در حرکت به سمت راست مشاهده کند، در آن صورت این جسم مستقیماً به طرف شما می‌آید.

امپرسیونیسم

در سبک نقاشی امپرسیونیسم، اشیأ و زمینهٔ آن‌ها به جای جزئیات، فقط با شکل کلی خود نقاشی می‌شوند. برای مثال، *کلود مونه*[14] به خاطر نقاشی‌های امپرسیونیستی خود از مناظر طبیعت مشهور است. ولی با بالارفتن نسل سبک امپرسیونیستی خود را حفظ کرد، اما آثار او «رنگ گرم‌تری» از قرمز و زرد به خود گرفت و رنگ‌های طرف مقابل طیف مرئی از آن‌ها حذف شد. گرچه امپرسیونیسم سبک هنری جذابی است، اما آیا پیدایش این سبک می‌توانست دلایل فیزیکی یا فیزیولوژیکی داشته باشد؟

چه چیزی تغییر رنگ در آثار مونه را توجیه می‌کند؟

پاسخ: بسیاری از نقاشان عصر امپرسیونیسم دارای نقص‌های بینایی بودند. برخی از آن‌ها نزدیک‌بین بودند و درنتیجه اشیایی را که نقاشی می‌کردند مبهم و مات می‌دیدند ــ که برای سبک امپرسیونیستی تصاویر مبهم و تار مناسب بود. دست‌کم یک نقاش، بوم را در فاصلهٔ یک دست از خود قرار می‌داد تا بیرون از فاصلهٔ کانونی قرار گیرد. نقاشان دیگر، مثل *مونه*، از بیماری آب‌مروارید رنج می‌بردند که مانع از دید در فاصلهٔ بیش از چند متر می‌شد. احتمالاً مونه *آب‌مروارید هسته‌ای*[15] داشت، که انتهای آبی طیف را جذب و انتهای زرد ــ قرمز آن را حفظ می‌کند، و همین موضوع سیطرهٔ رنگ زرد ــ قرمز در آثار متأخر او را توضیح می‌دهد. پس از آن‌که در اواخر عمر تحت عمل جراحی قرار گرفت، از این آثار زرد ــ قرمز خود خشمگین شد و تهدید به از بین بردن و یا رنگ‌آمیزی مجددشان کرد.

نقاشی‌های پوئن‌تیلیستی[16] [نقطه‌پردازی]

یک نقاشی پوئن‌تیلیستی، مانند *بعدازظهر یکشنبه در جزیرهٔ لاگراند ژات*[17] اثر *ژرژ سورا*[18] با استفاده از ضربه‌های معمول قلم‌مو نقاشی نمی‌شود، بلکه از تعداد بی‌شماری نقطه‌های رنگی کوچک بهره می‌گیرد. اگر به اندازهٔ کافی به این نقاشی‌ها نزدیک شوید، می‌توانید این نقطه‌ها را ببینید. اما وقتی از آن‌ها دور می‌شوید، نقطه‌ها در هم می‌آمیزند و دیگر نمی‌توانید آن‌ها را از هم تمیز دهید. افزون بر این، رنگی که در نقطهٔ معینی از نقاشی می‌بینید، می‌تواند با فاصله گرفتن شما از آن، تغییر کند. به همین دلیل است که یک نقاشی پوئن‌تیلیستی از نقطه‌ها تشکیل شده است. چه عاملی باعث این تغییر رنگ می‌شود؟

پاسخ: نور در عبور از عنبیهٔ دایره‌ای چشم پراشیده می‌شود؛ یعنی، پخش شده و طرح پراشی را تشکیل می‌دهد. اگر به یک چشمهٔ نور نقطه‌ای نگاه کنید، پراش تصویری دایره‌ای از این چشمه را بر روی شبکیهٔ شما تشکیل می‌دهد. اگر به دو چشمهٔ نور مجاور نگاه کنید، هریک از آن‌ها می‌خواهند تصویر دایره‌ای مربوط به خود را تشکیل دهند، اما اگر خیلی به هم نزدیک باشند، تصاویر روی یکدیگر می‌افتند و فقط می‌توانید یک تصویر ادغام‌شده را تشخیص دهید. بنابراین، شروع همپوشانی این تصاویر، حد توانایی شما در تفکیک دو چشمهٔ نور به‌عنوان نقطه‌های مجزا را تعیین می‌کند.

دو نقطه‌رنگ مجاور در یک نقاشی پوئن‌تیلیستی به‌عنوان دو چشمهٔ نور عمل می‌کنند. فرض کنید رنگ این نقطه‌ها متفاوت باشد. اگر درست جلوی این نقاشی بایستید، این دو نقطه به اندازهٔ کافی در دید شما از هم فاصله دارند که بتوانند تصاویر مجزایی را روی شبکیهٔ شما تشکیل دهند، و درنتیجه شما رنگ واقعی این نقطه‌ها را می‌بینید. با دور شدن شما از نقاشی، نقطه‌ها سرانجام تصویرهای همپوشانی را تشکیل می‌دهندو دیگر نمی‌توانید آن‌ها را از هم تمیز دهید. شاید رنگی ساختهٔ مغز شما باشد. برای مثال، فرض کنید یک نقطهٔ قرمز-ارغوانی[19] (آبی و قرمز) در مجاورت یک نقطهٔ زرد باشد. ترکیب این دو رنگ به شکل صورتی ادراک می‌شود. بنابراین، نقاش پوئن‌تیلیستی از دستگاه بینایی شما برای تولید رنگ‌های هنری استفاده می‌کند.

یک نقاشی رنگ روغن معمولی معمولاً تیره‌تر از یک نقاشی پوئن‌تیلیستی است، زیرا رنگ‌های آن به ترکیب رنگ‌ها در یک لایهٔ رنگ روغن بستگی دارد. نور باید از این لایه بگذرد، بازبتابد و سپس مجدداً با عبور از لایه دوباره به شما برسد. وقتی رنگدانه‌های بیشتری در این لایه باشد، نوری که از نقاشی به شما می‌رسد مات‌تر است. چون یک نقاشی پوئن‌تیلیستی رنگ‌ها را در مغز شما ترکیب می‌کند و نه بر روی بوم، پس به اندازهٔ یک نقاشی رنگ روغن تار نیست.

بسیاری از سطوح رنگی، مانند موزائیک‌ها، تار و پودهای درهم‌بافته، چاپ رنگی، و صفحهٔ نمایشگرهای رنگی، آرایه‌هایی از نقاطی هستند که رنگ‌های مختلفی دارند. در نظریهٔ رنگ سنتی، سه رنگ اصلی (قرمز، آبی و سبز) برای تولید تمام رنگ‌های ممکن دیگر لازم‌اند. بنابراین، یک نمایشگر رنگی حاوی آرایه‌هایی از نقاطی با این سه رنگ هستند. با کنترل روشنایی هر نقطه می‌توان هر رنگ دلخواهی را تولید کرد.

طرح‌های موآره[20]

اگر یک توری ریز روی طرحی با همان نقش قرار بگیرد، می‌توانید طرحی در مقیاس بزرگ‌تر موسوم به *طرح موآره* را ببینید. من طرح‌های موآره را هنگامی می‌بینم که پارچه‌ای ابریشمی روی پارچهٔ ابریشمی دیگر یا یک حصار چوبی در پشت یک حصار چوبی موازی دیگر قرار گیرد. هم‌چنین آن‌ها را در آرایه‌هایی از حفره‌های دایره‌ای می‌بینم. وقتی یکی از آرایه‌های حفره‌ای چند سانتی‌متر جلوی آرایهٔ دیگر قرار گیرد، طرح موآرهٔ دایره‌ای را در این ترکیب می‌بینم. چه چیزی طرح‌های موآره را تولید می‌کند؟

پاسخ: طرح‌های موآره به واسطهٔ ترتیب دوره‌ای طرح‌هایی مشاهده می‌شود که برهم نهاده شده‌اند. برای مثال، دو رشته تیر پرچین موازی را در نظر بگیرید که در فاصله‌ای از یکدیگر قرار دارند و دارای پس‌زمینهٔ روشنی هستند. در برخی نقاط، فضاهای خالی در حصارها در حوزهٔ دید شما هم‌ردیف می‌شوند و بنابراین ناحیه‌های روشنی را می‌بینید. در نقاطی دیگر، تیرها هم‌ردیف می‌شوند و درنتیجه ناحیه‌های تاریکی را می‌بینید. در جاهایی که این هم‌ردیفی کامل نیست، ناحیه‌های باریکی از روشنایی را می‌بینید. ترکیب این ناحیه‌های روشن و تاریک، طرح موآره‌ای است که در پرچین‌ها دیده می‌شود. طرح مکرری از تغییر روشنایی در طول پرچین. اگر یکی از پرچین‌ها به اندازه‌ای کمتر از فاصلهٔ بین دو تیر جابه‌جا شود، این طرح موآره نیز انتقال قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت به‌طوری که حرکت واقعی پرچین تقویت می‌شود.

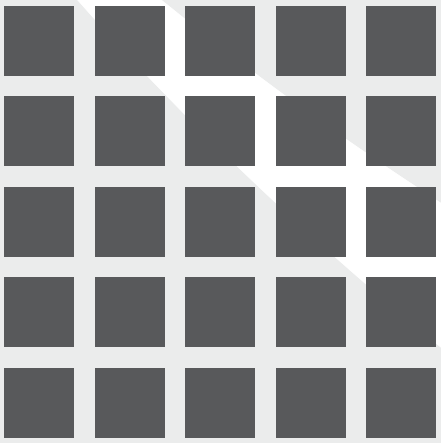
بهترین توضیح برای این‌که چرا طرح‌های موآره این‌قدر جذابند آن است که دستگاه بینایی شما حساسیت ویژه‌ای به محل برخورد خطوط دارد و در جست‌وجوی آن‌هاست. به‌خاطر این حساسیت حتی جابه‌جایی‌های کوچک در یک آرایه، طرح موآرهٔ واضحی را تولید می‌کند.

هنر OP

وقتی نمونه‌ای از هنر OP را می‌بینید (اصطلاحی که در سال ۱۹۶۴ برای optical art [به معنای هنر بصری] وضع شد)، ترتیب ثابتی از خطوط، قطعه‌ها، یا نقطه‌ها توهمی از حرکت ایجاد می‌کند، گویی بخش‌هایی از اثر می‌درخشند، می‌چرخند، و یا چشمک می‌زنند. این ترتیب هم‌چنین می‌تواند توهم رنگ‌هایی را به‌وجود آورد که به نظر می‌رسد از بخشی به بخش دیگر می‌ریزند. چه عاملی این توهم‌ها را به‌وجود می‌آورد.

پاسخ: هیچ‌کس نمی‌تواند توهم‌های هنر OP را توضیح دهد. آن‌ها هنوز در حال کشف شدن، فهرست شدن، و مقایسه‌شدن هستند. از منظر یک هنرمند، این کشف‌های جدید می‌توانند به آثار هنری بدیعی بینجامند. از منظر یک فیزیولوژیست، آن‌ها می‌توانند به درک چگونگی کار دستگاه بینایی و مغز بیانجامند.

دستگاه بینایی می‌تواند تصویر را برای مدت کوتاهی به‌عنوان یک پَس‌ـ تصویر[21] حفظ کند. چشم در معرض پرش‌های کوچکی موسوم به **ساکاد** قرار می‌گیرد که در آن دید کمی تغییر می‌کند. وقتی یک اثر OP را وارسی می‌کنید که دارای طرحی هندسی است، پَس‌ـ تصویرهای حاصل از ساکادهای متوالی می‌توانند به لحاظ روانی بر هم نهاده شوند. ولی، چون این پس‌ـ تصویرها اندکی متفاوت‌اند، به نظر می‌رسد این طرح از پس‌ـ تصویری به پس‌ـ تصویر دیگر حرکت کرده است. این توهم بسیار نامحسوس است و شاید از آن آگاه نشوید ــ صرفاً می‌دانید که هنر OP با سایر تصاویر ثابت فرق دارد.



شکل ۱. شبکه‌ای با خال‌های سیاهِ گذرا که در محل برخورد خط‌ها ظاهر می‌شوند.

برخی آرایه‌های هندسی، توهمی از نقطه‌های روشن یا تاریک را به‌وجود می‌آورند که درواقع وجود ندارند. برای مثال، شبکه‌ای که در شکل ۱ دیده می‌شود می‌تواند در محل برخورد خط‌های سفید، خال‌های سیاه گذرایی را تولید کند ــ می‌گویند این خال‌های سیاه **القا شده‌اند**. این خطای دید کاملاً درک نشده است، اما احتمالاً ناشی از تداخل عملکرد گیرنده‌های یک ناحیهٔ از چشم با گیرنده‌های ناحیهٔ مجاور آن است. در برخی آرایه‌های رنگی، خطوط یا نقاط رنگی القا شده (موسوم به **پخش نئونی**[22]) می‌توانند رخ دهند که نشان می‌دهد این تداخل شامل پیام‌هایی در مورد رنگ است که از چشم به مغز فرستاده می‌شود.

**** با توجه به اینکه هم‌اکنون ترجمهٔ کل کتاب به چاپ رسیده است، این آخرین بخش از این مجموعه است و خوانندگان علاقه‌مند می‌توانند برای دسترسی به کلِ اثر، این کتاب را تهیه نمایند.***

پی‌نوشت

1. Vincent van Gogh
2. Red Vineyard at Arles
3. Starry night
۴. digitalis. دارویی تهیه شده از برگ‌های گل انگشتانه که برای تحریک قلب استفاده می‌شود (مترجم).
5. entoptic halos
6. epithelium
7. endthelial
8. suture
9. phosphenes
10. Johanne Purkinje
11. Ted Williams
12. Wiley Post
13. Saccade
14. Claude Monet
15. nuclear cataracts
16. pointillistic
17. Sunday Afternoon on the Island of La Grande Jatte
18. George Seurat
19. magenta
20. Moire patterns
21. after-image
22. neon spreading

منبع

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

برگ اشتراک مجله‌های رشد

شرایط:
۱. پرداخت مبلغ ۷۰/۰۰۰ ریال به‌ازای یک دوره یک ساله مجله‌ی درخواستی، به صورت علی‌الحساب به حساب شماره‌ی ۰۰۰ ۹۶۶۲ ۳۹۵ بانک تجارت شعبه‌ی سه‌راه آزمایش (سرخه‌حصار) کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست.
۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شده‌ی اشتراک با پست سفارشی. (کپی فیش را نزد خود نگه دارید.)

◆ نام مجله‌های درخواستی:

◆ نام و نام‌خانوادگی:
◆ تاریخ تولد:
◆ میزان تحصیلات:
◆ تلفن:
◆ نشانی کامل پستی:
استان:
خیابان:
شهرستان:
پلاک:
شماره‌ی پستی:
◆ در صورتی که قبلاً مشترک مجله بوده‌اید، شماره‌ی اشتراک خود را بنویسید.
کد اشتراک:
امضا:

◆ صندوق پستی مرکز بررسی آثار: ۱۵۸۷۵/۶۵۶۷
◆ صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
◆ نشانی اینترنتی: www.roshdmag.ir
◆ امور مشترکین: ۷۷۳۳۶۶۵۶ ـ ۰۲۱
◆ پیام‌گیر مجله‌های رشد: ۸۸۳۰۱۴۸۲ ـ ۰۲۱

یادآوری:
◆ هزینه‌ی برگشت مجله در صورت خوانا و کامل نبودن نشانی و عدم حضور گیرنده، برعهده‌ی مشترک است.
◆ مبنای شروع اشتراک مجله از زمان دریافت برگ اشتراک خواهد بود.

IN THE NAME OF GOD

ROSHD

Physics Education Journal

95

Ministry of Education
Organization of Research & Educational Planning
Teaching-Aids Publication Office
www.roshd mag.ir
ISSN: 1606-917X
P.O.Box: 15875/61585
Department of - Physicses , Tehran- Iran
Physicses Education Journal
Vol.26-No.95-2011

Education for a better life/ 2
Teaching elementary Particles with pictures/ H. Hedayati 4
The role of Continous evaluation on students progress/ M. Aghazadeh M. Jalilli 10
Handmade instruments of interesting phenomena/ N. Mokhtari 18
International conference of Physics/ M. Shahsavari 22
Why planes fly?/L.J.F. (Jo) Hermans 24
Why does the goldfish disappear in the fishbolwl?/ Zhu yuhua et al 26
Effect of Sun's mass reduation on radii and Periods of Planets/ M. Kabudvan d, M. Saadat 28
History of Physics in Iran/E. Motamedi, H. Hosseini 30
All on a beam of light/ L.J. F. Hermans 35
Super Position of Phase axis on time axis in simple harmonic motions/ M. Zamani 38
From data to models/ M. C. Goanzales et al 42
Physics frontrier/ M. Rahbar 44
Physics Curriculum in Turkey/ A. Shekar Baghani 48
Variations of gravitational constants/R. Toshamali 55
The flying Circus of Physics/ J. Walker 58

Magazin Editor :
Mohammad Naseri
Editor- in- chief :
Manijeh Rahbar
Executive Director :
Ahmad Ahmadi
Graphic Designer :
Shahrokh Kharaghani
Editor Board :
Ahmad Ahmadi,
Rouhollah Khalili,
M.R. Khoshbin-e-khoshnazar,
Jafar Mehrdad,
Manijeh Rahbar

دفتر انتشارات کمک آموزشی

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله های رشد توسط دفتر انتشارات کمک‌آموزشی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش تهیه و منتشر می‌شوند:

مجله های دانش‌آموزی
(به صورت ماهنامه و ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):
برای دانش‌آموزان آمادگی و پایه‌ی اول دوره‌ی دبستان
برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دوره‌ی دبستان
برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم و پنجم دوره‌ی دبستان
برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی
برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه‌ویژه‌ی دانشگاهی

مجله‌های بزرگسال عمومی
(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 بزرگسال و دانش‌آموزی اختصاصی
(به صورت فصلنامه و ۴ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):
◆ رشد برهان راهنمایی (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی) ◆ رشد برهان متوسطه (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه) ◆ رشد آموزش قرآن ◆ رشد آموزش معارف اسلامی ◆ رشد آموزش زبان و ادب فارسی ◆ رشد آموزش هنر ◆ رشد مشاور مدرسه ◆ رشد آموزش تربیت‌بدنی ◆ رشد آموزش علوم اجتماعی ◆ رشد آموزش تاریخ ◆ رشد آموزش جغرافیا ◆ رشد آموزش زبان ◆ رشد آموزش ریاضی ◆ رشد آموزش فیزیک ◆ رشد آموزش شیمی ◆ رشد آموزش زیست‌شناسی ◆ رشد آموزش زمین‌شناسی ◆ رشد آموزش فنی‌وحرفه‌ای ◆ رشد آموزش پیش دبستانی

مجله‌های رشد عمومی و اختصاصی برای آموزگاران، معلمان، مدیران و کارکنان اجرایی مدارس، دانشجویان مراکز تربیت‌معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شوند.

◆ نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شماره‌ی ۴ آموزش‌وپرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات کمک‌آموزشی
◆ تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸ - ۰۲۱