رشد

آموزش فیزیک

سال سیزدهم - بهاء ۲۰۰۰ ریال

ISSN 1606-914X

در شیوه‌های نوین آموزش، معلم پس از ایجاد انگیزه، ایجاد سؤال کرده و دانش آموزان را درگیر می کند. سپس دانش آموزان با فعالیت های فردی و گروهی و راهنمایی معلم، به مفاهیم مورد نظر می رسند. (مفاهیم را تولید می کنند)

ISSN 1606-917X

بسم الله الرحمن الرحیم

رشد آموزش فیزیک ۵۹

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
دفتر انتشارات کمک آموزشی
دورهٔ انتشار: پاییز ۱۳۸۰

ارزش علم ◆ *ریچارد فاینمن* ◆ ۲
نگاهی اجمالی به تحولات تعلیم و تربیت در چند دههٔ اخیر ◆ *روح‌الله خلیلی بروجنی* ◆ ۶
سواد علمی فناورانه به عنوان یک هدف محوری ◆ ۸
هدف‌های آموزش علوم ◆ ۱۰
هدف کلی آموزش فیزیک در دوره‌های متوسطه و پیش دانشگاهی ◆ ۱۳
چرا کتاب‌های فیزیک تغییر کرده است؟ ◆ ۱۵
برنامه درسی فیزیک(۱) و آزمایشگاه ◆ ۱۷
روش تدریس فعال ◆ ۱۸
جدول توزیع ساعت‌های درس فیزیک و آزمایشگاه در دورهٔ متوسطه و پیش دانشگاهی ◆ ۲۰
ارزش یابی ◆ *احمد احمدی* ◆ ۲۱
روش علمی ◆ *اسفندیار معتمدی* ◆ ۳۰
جایگاه نگرش مفهومی در آموزش فیزیک ◆ *جهانگیر ریاضی* ◆ ۳۲
شما چه فکر می کنید؟ ◆ *حسن قلمی باویل علیایی* ◆ ۳۳
نقش همیاری در آموزش فیزیک ◆ مجید حجتی ◆ ۳۴
نحوه تشکیل تصویر نامرئی الکتروستاتیک در فرآیند زیروگرافی ◆ *جلیل بدراقی، اقدس بنایی* ◆ ۳۹
جایگاه اندیشهٔ منظم در برخورد با طبیعت ◆ *جهانگیر ریاضی* ◆ ۴۴
مسائل نامتداول ◆ *ویدا کاریز مرهر* ◆ ۴۷
پایستگی رنگ ◆ *گوردون آر. گور* ◆ ۴۸
سی و یکمین المپیاد بین المللی فیزیک ◆ ۵۰

❀ دفتر انتشارات کمک آموزشی، این مجلات را نیز منتشر می کند:
رشد کودک (ویژهٔ پیش دبستان و دانش آموزان کلاس اول دبستان) رشد نوآموز (برای دانش آموزان کلاس دوم و سوم دبستان) رشد دانش آموز (برای دانش آموزان کلاس چهارم و پنجم دبستان) رشد نوجوان (برای دانش آموزان دورهٔ راهنمایی) رشد جوان (برای دانش آموزان دورهٔ متوسطه) مجلات رشد معلّم، تکنولوژی آموزشی، آموزش ابتدایی، آموزش معارف اسلامی، آموزش شیمی، آموزش زبان وادب فارسی، آموزش زبان، آموزش راهنمایی تحصیلی، آموزش ریاضی، آموزش زیست شناسی، آموزش جغرافیا، آموزش تاریخ، آموزش تربیت بدنی (برای دبیران، آموزگاران، دانشجویان تربیت معلم، مدیران مدارس و کارشناسان آموزش و پرورش)

❀ مجله رشد آموزش فیزیک نوشته ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت، ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان را، در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط با موضوع مجله باشد، می پذیرد. ❀ مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته و در صورت امکان تایپ شود. ❀ شکل قرار گرفتن جدولها، نمودارها و تصاویر ضمیمه باید در حاشیهٔ مطلب نیز مشخص شود. ❀ نثر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه های علمی و فنی دقت لازم مبذول گردد. ❀ مقاله های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز ضمیمهٔ مقاله باشد. ❀ در متنهای ارسالی باید تا حد امکان از معادلهای فارسی واژه ها و اصطلاحات استفاده شود. ❀ زیرنویسها و منابع باید کامل و شامل نام اثر، نام نویسنده، نام مترجم، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شماره صفحهٔ مورد استفاده باشد. ❀ مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله های رسیده مختار است. ❀ آرای مندرج در مقاله ها، ضرورتاً مبین نظر دفتر انتشارات کمک آموزشی نیست و مسؤولیت پاسخگویی به پرسشهای خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است. ❀ مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی شود، معذور است.

مدیر مسؤول: علیرضا حاجیان زاده
سردبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
طراح گرافیک: پروانه هادی پور
هیأت تحریریه:
احمد احمدی. روح الله خلیلی بروجنی.
منیژه رهبر. سیدجعفر مهرداد.

Roshd_Office @yahoo.com
نشانی دفتر مجله: تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
تلفن امور مشترکین: ۸۸۳۹۱۸۶
تلفن دفتر مجله: ۹-۸۸۳۱۱۶۱ داخلی: ۲۷۱
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)
تیراژ: ۸۰۰۰ نسخه

تصویر روی جلد:
برگرفته از کتاب College physics سروی و فان- چاپ ۱۹۹۹

ریچارد فاینمن
منیژه رهبر

ارزش علم*

گاهی مردم به من پیشنهاد می کنند که دانشمندان باید توجه بیشتری به مسائل اجتماعی داشته باشند ـ به ویژه، آنها باید مسئولیت زیادتری را در قبال تأثیر علم بر اجتماع حس کنند. به نظر می رسد که این باور عمومی وجود دارد که اگر دانشمندان توجه بیشتری به مسائل دشوار اجتماعی داشته باشند و تمام وقت خود را صرف مسائل علمی کم اهمیت تر نکنند به موفقیت بیشتری دست می یابند.

به نظر من ما گاه به گاه دربارهٔ این مسائل فکر می‌کنیم، اما تمام کوشش خود را صرف این امور نمی کنیم ـ زیرا هیچ فرمول جادویی برای حل مسائل اجتماعی در اختیار نداریم. مسئله های اجتماعی بسیار پیچیده تر از مسائل علمی هستند، و هنگامی که دربارهٔ آنها می اندیشیم راه به جایی نمی بریم.

به گمان من دانشمندی که به مسائل غیرعلمی می پردازد، همان موقعیتی را دارد که هر فرد دیگر ـ به هنگامی که در مورد مسائل غیرعلمی بحث می کند ـ به ساده لوحی کسی است که هیچ آموزش علمی ندارد. بدین لحاظ، چون مسئلهٔ ارزش علم یک موضوع علمی نیست، در این سخنرانی با ذکر مثال به اثبات نظرات خود می پردازم.

نخستین راهی که علم می تواند در آن سودمند باشد را همه می شناسند و می دانند که شناخت علمی این امکان را فراهم می سازد که هر نوع کاری را انجام دهیم و هر نوع چیزی را بسازیم. البته، اگر چیزهای خوب را بسازیم، تنهاعلم اعتبار به دست نمی آورد؛ بلکه به حساب گزینش اخلاقی که ما را به انجام آن رهنمون شده است نیز گذاشته می شود. معلومات علمی نیرویی است که ما را قادر به انجام کارهای خوب یا بد می سازد ـ اما دستورالعملی برای چگونگی استفاده از آن در اختیارمان نمی گذارد. بدیهی است که این توان ارزشمند است ـ اگرچه ممکن است کاری که شخص با آن انجام می دهد آن را نفی کند.

من در سفری به هرنولولو آموختم که چگونه این مسئله مشترک انسانی را بیان کنم. در آنجا در یک معبد بودایی، یک نفر که مسئول دادن توضیحی مختصر دربارهٔ مذهب بودایی به گردشگران بود، سخن خود را با این گفته به پایان رساند که می خواهد چیزی بگوید که آنها هرگز فراموش نخواهند کرد:

به هر انسانی کلید دروازه های بهشت داده شده است؛ همین کلید دروازه های دوزخ را نیز باز می کند.

پس در این صورت، ارزش کلید بهشت چیست؟ درواقع، اگر دستورالعمل روشنی نداشته باشیم تا تعیین کند دروازه بهشت چیست و دروازهٔ دوزخ کدام است، استفاده از کلید می تواند خطرناک باشد.

اما خود کلید بدون شک ارزشمند است: چون بدون آن نمی توان وارد بهشت شد.

دستورالعمل ها بدون کلید ارزشی نخواهند داشت. بنابراین، بدیهی است به رغم این واقعیت که علم می تواند وحشت فراوانی را در جهان به وجود آورد، ارزشمند است زیرا می *تواند* چیزی را تولید کند.

ارزش دیگر علم سرگرمی و خشنودی است که برخی افراد از خواندن، آموختن و فکر کردن دربارهٔ آن به دست می‌آورند، و افراد دیگر از کار کردن دربارهٔ آن نصیبشان می شود. این نکته مهمی است، و افرادی که به ما می گویند مسئولیت اجتماعی ما بررسی تأثیر علم بر اجتماع است به اندازه کافی به آن نپرداخته اند.

آیا این لذت شخصی صرف برای کل جامعه ارزش دارد؟ نه! اما درنظر گرفتن هدف خود جامعه نیز یک مسئولیت است. آیا باید امور را طوری ترتیب داد که مردم از آن لذت

ببرند؟ اگر چنین باشد، لذت بردن از علم به اندازهٔ هر چیز دیگری حائز اهمیت است.

اما نمی خواهم ارزش دیدگاه جهانی را که نتیجه کوشش علمی است دست کم بگیرم. ما به تجسم انواع چیزهایی رهنمون شده ایم که بینهایت با شکوه تر از چیزهایی است که شاعران در گذشته مجسم کرده اند. علم نشان داده است که تخیل طبیعت بسیار بسیار فراتر از تخیل بشر است. به عنوان مثال، چقدر این موضوع که همهٔ ما ـ نیمی از ما به طور وارونه، با جاذبه ای اسرارآمیز به گوی چرخانی چسبیده ایم که برای بیلیون ها سال در فضا تاب می خورد، جالب توجه تر از این است که بر پشت فیلی قرار گرفته باشیم که بر پشت لاک پشتی در دریایی ژرف شناور است.

من دربارهٔ این مطالب به قدری در تنهایی اندیشیده ام که امیدوارم عذر مرا برای یادآوری چیزهایی که بدون شک بسیاری از شما می دانید، و هیچکس در گذشته نمی توانست به علت نداشتن اطلاعات کنونی ما دربارهٔ جهان به آنها بپردازد، بپذیرید.

به عنوان مثال، من تنها در ساحل دریا می ایستم و فکر می کنم.

امواج خروشان در آنجا
کوه هایی از مولکول هستند
که هر یک احمقانه به کار خود می پردازند
تریلیون ها مولکول مجزا
که مشترکاً موجی را به وجود می آورند
مدت ها و مدت ها
قبل از اینکه هیچ چشمی بتواند ببیند
هر سال پس از سال دیگر
چون اکنون رعدآسا به ساحل می کوبیدند.
برای که، برای چه؟
بر روی یک سیارهٔ مرده
که هیچ زندگی در آن وجود نداشت
همواره ناآرام
در شکنجه از انرژی
تحت تابش سرسام آور خورشید
که در فضا سرازیر می شد.
یک ذرهٔ خرد دریا را به خروش در آورد.
در عمق دریا
همهٔ مولکول ها تکرار می کردند
نقش های یکدیگر را
تا اینکه مولکول های پیچیدهٔ جدیدی تشکیل شدند
و مولکول های دیگری چون خود را تشکیل دادند
و رقص جدیدی آغاز شد.
با بزرگ شدن اندازه و پیچیدگی
موجودات زنده
انبوهی از اتم ها
دی. ان. اِی، پروتئین
طرحی پیچیده تر را به رقص درآوردند
خارج از گهواره
در سرزمین خشکی
اینجاست
ایستاده:
اتم های هشیار؛
مادهٔ سرشار از کنجکاوی
بر لب دریا ایستاده،
به شگفتی ها می اندیشم: من
عالمی از اتم ها
اتمی در عالم.

همین شور و هیجان، همین هیبت و معما، هنگام تفکر عمیق در مورد این پرسش دوباره و دوباره تکرار می شود. همراه با دانش بیشتر، معمای شگفت انگیزتر، آدم را به تعمق بیشتر تشویق می کند. بدون توجه به اینکه پاسخ ممکن است ناامیدکننده باشد، با لذت و اطمینان هر سنگ جدیدی را برای یافتن شگفتی باورنکردنی که به پرسش های جالب تر و اسرارآمیزتری می انجامد به حرکت درمی آوریم ـ این کار بدون تردید یک ماجراجویی بزرگ است!

در واقع، تعداد اندکی از افراد غیرعلمی دارای این تجربهٔ خاص مذهبی هستند. شاعران ما دربارهٔ آن چیزی نمی نویسند؛ هنرمندان ما نمی کوشند که این چیز جالب توجه را به تصویر درآورند. نمی دانم چرا. آیا کسی از تصویر فعلی عالم الهام نمی گیرد؟ خوانندگان دربارهٔ این جنبه ازعلم ترانه نمی خوانند: شما هرگز ترانه یا شعری دربارهٔ آن نمی شنوید، تنها چیزی که نصیب شما می شود یک سخنرانی عصرانه است.

شاید یک دلیل این سکوت آن است که باید بدانیم چگونه این موسیقی را بخوانیم. برای مثال، مقالهٔ علمی شاید بگوید «محتوای فسفر رادیواکتیو در مغز موش در طی دو هفته به نصف تقلیل می یابد» خُب این به چه معنی است؟

این به معنی آن است که فسفر موجود در مغز موش ـ و همین طور مغز من و شما ـ همان فسفری نیست که دو هفته پیش بود. یعنی اتم های موجود در مغز جایگزین می شوند: آنهایی که قبلاً آنجا بودند از میان رفته اند.

پس در ذهن ما چیست؛ این اتم های آگاه چه چیزی هستند؟ سیب زمینی های هفتهٔ قبل! آنها اکنون می توانند *به خاطر بیاورند* که در سال گذشته در ذهن ما چه می گذشته است ـ ذهنی که مدتی قبل جایگزین شده است.

برای اینکه متوجه شوید چیزی که من فردیّت خود می نامم فقط یک نقش یا رقص است، باید توجه کنید که معنی اینکه چقدر طول می کشد تا اتم های مغز توسط اتم های دیگر جایگزین شوند چیست. اتم ها وارد مغز من می شوند، به رقص درمی آیند، و بیرون می روند ـ همواره اتم های جدید وجود دارند، اما همیشه یک رقص را اجرا می کنند ـ و به خاطر دارند که رقص دیروز چه بوده است.

آنچه در روزنامه در این مورد می خوانیم به این صورت است که «دانشمندان می گویند این کشف ممکن است در جستجوی درمانی برای سرطان مهم باشد». روزنامه فقط به استفاده از ایده علاقه مند است نه خود ایده. به ندرت کسی می تواند متوجه اهمیت ایده ای شود که تا این اندازه جالب توجه است. مگراینکه، شاید بعضی از بچه ها اهمیت آن را دریابند. و وقتی کودکی ایده ای چون این را درمی یابد، ما یک دانشمند داریم. متوجه روح این مطلب شدن وقتی آنها در دانشگاه های ما هستند بسیار دیر است، بنابراین باید بکوشیم تا این ایده ها را برای بچه ها تشریح کنیم.

اکنون به سومین ارزش علم می پردازم. این ارزش کمتر از دو ارزش دیگر، البته نه چندان، صریح است. دانشمندان تجربیات زیادی در مورد ناآگاهی، تردید، و عدم قطعیت دارند، و به گمان من این تجربه دارای اهمیت بسیار است. وقتی یک دانشمند پاسخ یک مسئله را نمی داند، ناآگاه است. وقتی او احساسی دربارهٔ نتیجه دارد، نامطمئن است. و وقتی کاملاً مطمئن است که نتیجه چه خواهد شد، هنوز در تردید است. ما دریافته ایم که برای پیشرفت کردن بسیار مهم است که متوجه ناآگاهی خود باشیم و همواره جای شک را باقی بگذاریم. معلومات علمی مجموعه ای از گزاره های با درجات متفاوت قطعیت هستند ـ بعضی از آنها بسیار نامطمئن، برخی تقریباً مطمئن هستند، ولی هیچکدام از آنها مطلقاً قطعی نیستند.

حال، دانشمندان به این موضوع عادت کرده اند، و ما این را مسلم فرض می کنیم که نامطمئن بودن دارای انسجام کامل است، یعنی این امکان وجود دارد که *ندانیم* و زنده بمانیم. اما من نمی دانم که آیا همه کس متوجه می شود که این موضوع حقیقت دارد. آزادی ما در برابر تردید، ناشی از تلاش در برابر اقتدار روزهای اولیهٔ علم است. این تلاش بسیار عمیق و شدید بوده است: به دست آوردن مجوزی برای پرسش ـ تردید ـ نامطمئن بودن. من فکر می کنم بسیار مهم است که این تلاش را فراموش نکنیم و در نتیجهٔ آن شاید آنچه را که به دست آورده ایم از دست بدهیم. این مسئولیت ما در برابر جامعه است.

همهٔ ما هنگام اندیشیدن دربارهٔ استعدادهای بالقوهٔ انسان ها، در مقابل دستاوردهای اندکی که داشته اند غمگین می شویم. بارها و بارها مردم متوجه شده اند که می توانسته اند کارهای خیلی زیادتری انجام دهند. پیشینیان ما در کابوس زمان خود رؤیای آینده را داشتند. ما، که آیندهٔ *آنها* هستیم، می بینیم که رؤیاهای آنها به راه های مختلف سرکوب شده است، و از جهت های بسیار رؤیا باقی مانده است. امیدهایی که امروزه برای آینده داریم، از جنبه های بسیار، همان رؤیاهای امروز است.

زمانی تصور می شد که امکانات مردمان از این جهت گسترش نیافته است که اغلب آنان بی سواد بودند. با آموزش عمومی، آیا همهٔ مردمان می توانند ولتر شوند؟

ارتباط میان ملت ها باید باعث بالا رفتن تفاهم شود ـ این یکی از رؤیاهای دیگر بوده است. اما ماشین ارتباطات را می توان دستکاری کرد. آنچه انتقال داده می شود می تواند حقیقتظ یا دروغ باشد. ارتباطات نیز نیرویی قوی برای نیکی یا بدی است.

علوم کاربردی باید لااقل مسائل مادی بشر را حل کند. پزشکی بیماری ها را کنترل می کند. و سابقهٔ این مورد همه در جهت صلاح بشر به نظر می رسد. اما امروزه بعضی صبورانه در جهت خلق بلایا و سموم برای استفاده در جنگ افزارهای آینده کار می کنند.

تقریباً همهٔ مردم از جنگ بدشان می آید. رؤیای کنونی ما صلح است. در هنگام صلح، بشر بهترین امکان را برای گسترش امکانات بالقوهٔ خود دارد. اما، شاید مردمان در آینده دریابند که صلح هم می تواند خوب یا بد باشد. شاید مردمان صلح جو از کسالت به مسکرات روی آورند. در این صورت مشروب یک مسئله بزرگ می شود که بشر را از به کارگیری امکانات بالقوهٔ خود بازمی دارد.

بدون شک، صلح نیرویی قوی است ـ جدیت، توان مادی، ارتباطات، آموزش، صداقت، و ایده ال های

بسیاری از خیالپردازان نیز چنین است. نیروهایی که امروز باید کنترل کنیم بسیار بیشتر از گذشته است. و شاید کار ما اندکی بهتر از چیزی باشد که آنها می توانستند انجام بدهند. اما آنچه ما باید بتوانیم به انجام برسانیم در مقایسه با دستاوردهای آشفتهٔ ما سترگ به نظر می رسند.

چرا چنین است؟ چرا نمی توانیم بر خودمان غلبه کنیم؟

زیرا درمی یابیم که حتی نیروهای بزرگ و قابلیت ها حامل دستورالعمل های لازم برای چگونگی به کارگیری آنها نیستند. به عنوان یک مثال، تراکم عظیم آگاهی از چگونگی رفتار جهان فیزیکی ما را متقاعد می سازد که این رفتار از یک لحاظ بی هدف است. علوم مستقیماً خوبی یا بدی را آموزش نمی دهند.

در طی اعصار گذشته، مردم کوشیده اند تا به کُنه مفهوم زندگی پی ببرند. آنها متوجه شده اند که اگر بتوان به اعمال ما جهت یا معنی داد، نیروهای عظیم انسانی آزاد می شوند. بنابراین، پاسخ های بسیاری به پرسش معنای زندگی داده شده است. اما این پاسخ ها از همه نوع بوده اند، و طرفداران یک پاسخ با وحشت به اعمال معتقدان به پاسخ های دیگر نگریسته اند ـ وحشت از این رو که از یک دیدگاه مخالف تمام امکانات نوع بشر به یک معبر بن بست و محدود نادرست رانده می شود. در واقع، از تاریخچهٔ اعمال نفرت انگیز عظیمی که باورهای غلط به وجود آورده اند فیلسوفان متوجه ظرفیت های نامحدود و شگفت انگیز نوع بشر شده اند. رؤیای ما یافتن یک بستر باز است.

خُب، پس معنای همهٔ اینها چیست؟ چه می توانیم بگوییم تا معمای وجود را از میان بردارد؟

اگر همه چیز را به حساب آوریم ـ نه تنها آنچه که گذشتگان می دانستند، بلکه آنچه را که امروز می دانیم و آنها نمی دانستند ـ فکر می کنم که باید بپذیریم که چیزی *نمی دانیم*.

اما، در پذیرش این مطلب، احتمالاً بستر باز را یافته ایم. این یک ایده جدید نیست؛ بلکه ایدهٔ عصر خرد است. این فلسفه ای است که راهنمای مردانی شد که مردم سالاری کنونی را به وجود آوردند. این ایده که هیچکس به تنهایی نمی تواند حکومتی را اداره کند به این فکر انجامید که باید سیستمی را به وجود آوریم که در آن ایده های جدید بتوانند شکل بگیرند، امتحان شوند، و در صورت لزوم کنار گذاشته شوند، و ایده های جدیدی مطرح شوند ـ یعنی یک سیستم آزمون و خطا. این روش حاصل این واقعیت بود که در اواخر قرن هیجدهم معلوم شده بود که علم خطرورزی موفقیت آمیزی است. حتی در آن هنگام هم مردمان با ذهنیت اجتماعی می دانستند باز بودن امکانات یک فرصت است، و تردید و مباحثه برای پیشرفت در ناشناخته ها ضروری است. اگر بخواهیم مسئله ای را که قبلاً حل نکرده ایم حل کنیم، باید در را بر روی ناشناخته ها بازبگذاریم.

ما در آغاز زمان برای نژاد بشر هستیم. پس غیرمنطقی نیست که با مسائل بسیاری کلنجار برویم. اما هزاران سال در آینده وجود خواهد داشت. مسئولیت ما این است که آنچه می توانیم انجام دهیم، آنچه را می توانیم بیاموزیم، راه حل هامان را بهبود بخشیم، و آنها را به آیندگان منتقل کنیم. مسئولیت ما این است که آیندگان را آزاد بگذاریم. در جوانی شتاب زدهٔ انسانیت، می توانیم مرتکب خطاهای بزرگی شویم که مانع از رشد ما برای مدتی طولانی شود. این کار در صورتی انجام می شود که از روی جوانی و ناآگاهی بگوییم که پاسخ همهٔ پرسش ها را می دانیم. اگر مانع از هر نوع مباحثه و نقد شدیم و مدعی شویم که «دوستان من، این پاسخ همهٔ پرسش هاست؛ بشریت نجات یافته است!» بشریت را برای مدتی طولانی مقید به زنجیرهای اقتدار، و حدود تخیل فعلی خود کرده ایم. این کار قبلاً به کرات انجام شده است.

مسئولیت همهٔ ما به عنوان دانشمندانی که پیشرفت های عظیم ناشی از فلسفهٔ قانع کنندهٔ ناآگاهی، یعنی پیشرفت بزرگی که ثمرهٔ آزادی فکر است را می دانیم، این است که اهمیت این آزادی را اعلام کنیم؛ به شاگردان خود بیاموزیم که نباید از تردید ترسید بلکه باید از آن استقبال و دربارهٔ آن بحث کرد؛ و تقاضای این آزادی را وظیفهٔ خود نسبت به نسل های آینده تلقی کنیم.

مرجع:

Richard P. Feynman "What do you care what other people think?" Battam New Age Book, 1966, PP 240-248

* متن سخنرانی فاینمن در همایش پاییز ۱۹۵۵ فرهنگستان ملی علوم.

نگاهی اجمالی به

تحولات تعلیم و تربیت در چند دههٔ اخیر

روح الله خلیلی بروجنی

تغییرات شگرف معنوی و مادی طی دهه های اخیر و رشد حیرت انگیز دانش، اطلاعات و فناوری، و به تبع آن تغییرات ماهُوی در زندگی انسان عصر حاضر، به زعم بسیاری از اهل نظر، جامعهٔ جهانی را با یک بحران جدی مواجه ساخته است. این بحران در زمینه های گوناگون و از جمله در قلمرو تعلیم و تربیت تأثیر زیاد داشته است.[1]

در عصر حاضر که عصر دانش ـ محوری، عصر فنّاوری اطلاعاتی و ارتباطی و یا عصر جهانی شدن نامیده می شود، نظام های آموزشی هم از درون و هم از بیرون آماج حملات بسیاری قرار گرفته اند که عمده ترین دلایل آن عبارت اند از:

- چرا میان نظام آموزشی با پیشرفت های سریع علمی و فنی پیوندی وجود ندارد؟
- چرا مدارس از واقعیت های زندگی به دورند و از برآوردن نیازهای اجتماع در حال تحول ناتوان اند؟
- چرا نظام آموزشی نمی تواند شخصیت انسانی را تکامل بخشد و افراد را آزاد و خلاق بار آورد؟

این پرسش ها و پرسش های بسیار دیگر، در نیمهٔ دوم قرن گذشته، سازمان ها و در رأس آنها سازمان علمی فرهنگی یونسکو وابسته به سازمان ملل متحد را واداشتند که با برگزاری همایش ها و تشکیل کمیسیون های متعددی در صدد تعیین و تبیین هدف های نوین آموزش و پرورش در جهان متحولی که در آن زندگی می کنیم، برآیند.

در سال ۱۹۷۱ میلادی یونسکو با تشکیل کمیسیونی هفت نفره به ریاست ادگارفور[2] وظیفهٔ تعیین «**هدف های جدید آموزش و پرورش، با توجه به تغییرات سریع در دانش و جوامع، نیازهای توسعه، آرزوهای فردی و تسریع در صلح و تفاهیم بین المللی**» را به عهده گرفت تا پیشنهادهایی را در مورد «**روش های فکری، انسانی و مالی مورد نیاز برای رسیدن به آن هدف ها**» ارائه دهد.

گزارش این کمیسیون که در کتابی با نام «**آموختن برای زیستن**»[3] در سال ۱۹۷۳ به چاپ رسید، این مزیت مهم را داشت که مفهوم آموزش مستمر را، در زمانی که نظام های آموزشی سنتی با چالش های زیادی مواجه شده بودند، به خوبی تثبیت کند.

> **امروز معلمان نیاز وافری برای به روزآمد کردن دانش و مهارت های خود دارند.**

در سال ۱۹۹۳ نیز کمیسیون دیگری از طرف یونسکو با نام «**کمیسیون بین المللی برای تعمق روی آموزش و پرورش و یادگیری در قرن بیست و یکم**» تشکیل شد. ریاست این کمیسیون ۱۴ نفری را که از شخصیت های برجستهٔ آموزشی از سراسر جهان با سوابق متنوع فرهنگی و تخصصی تشکیل شده بود، ژاک دلور برعهده داشت. فعالیت های این کمیسیون در سال ۱۹۹۶ به پایان رسید

و گزارش آن در کتابی با عنوان «یادگیری: گنج درون»[4] منتشر شد. در این گزارش چهار محور اصلی برای آموزش مستمر تحت عناوین: «یادگیری برای دانستن،[5] یادگیری برای انجام دادن،[6] یادگیری برای زیستن[7] و یادگیری برای باهم زیستن»[8] اعلام شد.

در فصل هفتم این کتاب تحت عنوان «معلمان در جستجوی چشم اندازهای نو» به موارد زیر برمی خوریم:

● در حالی که وضعیت روان شناختی و مادی معلمان از کشوری به کشور دیگر بسیار متفاوت است، بهبود موقعیت همهٔ آنها امری اساسی و الزامی است. به ویژه، اگر بخواهیم به وظایفی که از سوی کمیسیون در مورد «یادگیری در طول زندگی» تعیین شده است جامهٔ عمل بپوشند- وظیفه هایی از قبیل پیشرفت جوامع و تقویت تفاهم متقابل در میان افراد- موقعیت معلمان باید توسط جامعه شناخته شود و مسؤولیت و اختیارات لازم و هم چنین منابع مناسب به آنان اختصاص یابد.

● معلمان نیز با نیازی وافر برای به روزآمد کردن دانش و مهارت های خود مواجه هستند. زندگی حرفه ای آنها باید به گونه ای تنظیم شود که فرصت یابند یا حتی مجبور شوند، در هنر حرفه ای خود ماهرتر شوند و از دوره های تجربه اندوزی در زمینه های مختلف زندگی اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی بهره جویند. چنین امکانی معمولاً باید به صورت مرخصی مطالعاتی یا مرخصی ادواری در اختیار آنها گذاشته شود. شکل های مختلف این امکانات باید در اختیار همهٔ معلمان قرار بگیرد.

● گرچه تدریس با این مفهوم که هر معلم با مسؤولیت ها و وظایف حرفه ای خاص خود مواجه است، اساساً یک فعالیت فردی و منحصر است؛ اما کار گروهی، به ویژه در سطح متوسطه، به منظور اصلاح کیفیت آموزش و انطباق بیشتر آن با ویژگی های خاص کلاس ها و گروه های دانش آموزان، بسیار اساسی و مهم است.

● انتظار ما از معلمان زیاد و شاید زیاده از حد است؛ به این دلیل که از آنان می خواهیم کوتاهی های سایر نهادهایی را که آنها هم مسؤولیت تعلیم و تربیت جوانان را برعهده دارند، جبران کنند. اگر معلمان بخواهند که جوانان آنها را بپذیرند و درک کنند، باید به این وضعیت جدید توجه کنند، باید به جوان ها طعم یادگیری را بچشانند و نشان دهند که اطلاعات و دانش دو چیز متفاوت است و کسب دانش مستلزم تلاش، تمرکز، انضباط و تصمیم است.

کار گروهی، به ویژه در سطح متوسطه، به منظور اصلاح کیفیت آموزش و انطباق بیشتر آن با ویژگی های خاص کلاس ها و گروه های دانش آموزان، بسیار اساسی و مهم است.

اگر معلمان بخواهند که جوانان آنها را بپذیرند و درک کنند، باید به این وضعیت جدید توجه کنند، باید به جوان ها طعم یادگیری را بچشانند و نشان دهند که اطلاعات و دانش دو چیز متفاوت است و کسب دانش مستلزم تلاش، تمرکز، انضباط و تصمیم است.

زیرنویس:

۱. در سال ۱۹۶۸م، کتاب «بحران آموزشی در جهان، تحلیلی از نظام های آموزشی» تألیف فیلیپ اچ. کومبز، مدیر وقت مؤسسه بین المللی برنامه ریزی آموزشی یونسکو، توانست با بررسی نظام های آموزش و پرورش، نوآوری های گسترده ای را توصیه کند. هم چنین نگاه کنید به کتاب دیگری از همین مؤلف با نام «بحران جهانی آموزش و پرورش- چشم انداز آن از دههٔ هشتاد». ترجمهٔ دکتر فریدهٔ آل آقا، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی- ۱۳۷۳.

۲. نخست وزیر و وزیر پیشین آموزش و پرورش فرانسه.

3. Learning to be

4. Learning: The Treasure Within

چکیدهٔ پرمغزی از این کتاب با عنوان نکته های برجسته (Highlights) توسط واحد انتشارات پژوهشکدهٔ تعلیم و تربیت (بهمن ۱۳۷۵) ترجمه و منتشر شده است.

5. Learning to know

6. Learning to do

7. Learning to be

8. Learning together

سواد علمی و فناورانه[1] به عنوان یک هدف محوری

تغییر و تحوّل از ویژگی‌های جهان امروز است؛ به طوری که یکی از دغدغه‌های انسان روزگار ما هماهنگی با این دنیای متحول است.

در سال‌های اخیر، در عرصه‌های گوناگون از جمله حوزهٔ تعلیم و تربیت در جهان تغییر و تحولات فراوانی به وقوع پیوسته است. در این میان شاید هیچ حوزه‌ای به اندازهٔ حوزهٔ علوم تجربی[2] دچار تغییر و تحول نشده است. این تغییر تنها جنبهٔ محتوایی آموزش علوم را دربرنمی گیرد. بلکه اهداف آموزش علوم، نحوهٔ گزینش محتوا، روش‌های یاددهی ـ یادگیری و روش‌های ارزش یابی را نیز دربرمی گیرد.

آن چه در این سال‌ها توجه بیشتر صاحب نظران را به خود معطوف داشته، این است که چگونه می توان دانش آموزان را به گونه‌ای آموزش داد تا توانایی رویارویی با مشکلات جدیدی را که در دنیای غیرقابل پیش بینی فردا بروز خواهند کرد، داشته باشند و بتوانند به حل مسایل و مشکلات آتی بپردازند.

همگان بر این نکته واقف اند که دانش آموزان امروز، در آیندهٔ نه چندان دور، در شرایطی متفاوت با شرایط زندگی کنونی ما، زندگی خواهند کرد. بعضی از مسائلی که آنان در آینده با آن روبه رو خواهند شد، هم اکنون یا اصلاً وجود ندارند تا راه حل آن ها به دانش آموزان آموخته شود، و یا آنقدرها به نظر ما مهم نمی آیند که در حال حاضر مطرح شوند. از این رو منطقی است که به دانش آموزان راه و روش برخورد با مسائل جدید را آموزش دهیم، نه فقط پاسخ تعدادی مسئله مشخص را.

اشاره به این نکته ضروری است که در تعاریف جدیدی که از سواد و سوادآموزی می شود، دیگر از کلمهٔ «سواد» فقط توانایی «خواندن و نوشتن» برداشت نمی شود، بلکه باسواد کسی است که دارای حداقل سواد علمی ـ فناورانه باشد، به طوری که توانایی بهره برداری صحیح از مواهب دنیای امروز را داشته باشد.[3]

سواد علمی ـ فناورانه ماهیتی پیچیده و در عین حال پویا دارد و به سادگی نمی توان آن را تعریف کرد. در ضمن نمی توان آن را به طور کامل شناخت و تجربه کرد. با وجود این، **نهضت آموزش علوم که امروز مورد توجه جهانیان است، سواد علمی ـ فناورانه را به عنوان یک هدف محوری** در نظر می گیرد. چنانچه معلمان درصدد باشند که به دانش آموزان برای رسیدن به سواد علمی ـ فناورانه کمک کنند، نخست باید خود روی تعریف نسبتاً روشنی از سواد علمی ـ فناورانه به توافق برسند و درک مشترکی از ماهیت آن به دست آورند.[4]

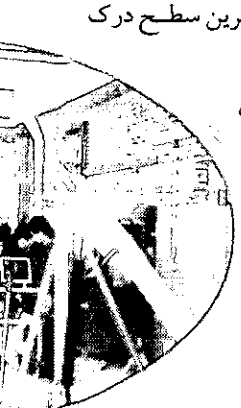
محتوا، معنا و مقاصد مربوط به سواد علمی طی سال‌های اخیر، به موازات گسترش روزافزون علوم گوناگون و افزایش نقش و اهمیت آنها در زندگی فردی و اجتماعی، دچار تحوّل بزرگی شده است.[5]

به عنوان یک هدف آموزشی، سواد علمی را نیز اغلب مانند دیگر هدف‌های آموزشی، نوعی تغییر و تحول می دانند که در پایان یک دورهٔ آموزشی برای تمامی دانش آموزان تحقق می یابد.[6]

برای آسانی کار، سواد علمی ـ فناورانه را در سه بُعد مختلف بررسی می کنند:

بُعد اول: شامل سطوح سواد علمی است که از بی سوادی متعارف آغاز می شود و تا بالاترین سطح درک علمی پیش می رود.

بُعد دوم: کل نگری و چندگانگی قلمروهای آن است، و این می رساند که یک شخص ممکن است سواد فیزیکی داشته باشد، اما سواد شیمی یا تاریخ علم نداشته باشد.



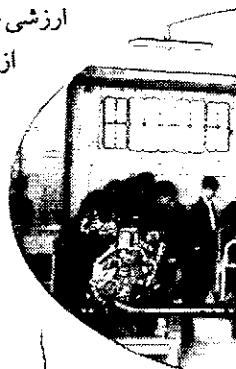
بُعد سوم: ارزش های وابسته به پی گیری سواد علمی است، چه برای افراد و چه برای جامعه ای که در آن زندگی می کند.

در یک کل نگری، این ابعاد نوعی چارچوب سه بعدی را تشکیل می دهند که آن را **گسترهٔ سواد علمی**[7] می نامند. هر شخص دارای گستره ای از سواد علمی است که این گستره برحسب چگونگی کاربرد، یادگیری و یا فراموش کردن دانش علمی و مهارت های آن، تغییر می کند.

سواد علمی ـ فناورانه شامل سلسله مراتبی از شناخت ها و کسب توانایی هایی است که به شهروندان یک جامعه امکان می دهد تا به میزان متفاوت نسبت به زندگی و جهان علمی ـ فناورانهٔ امروزی پاسخ دهند و درگیر باشند. به عنوان مثال کودکی که هرگز به مدرسه نرفته، در تمامی قلمروهای علمی نسبت به کودک مدرسه رفته، در سطح پایین تری واکنش نشان می دهد. افزون بر این، سواد یک شخص در برخی حوزه های علمی ممکن است بیش از حوزه های دیگر باشد.

ارزش گذاردن یک شخص (عامل درونی) یا یک جامعه (عامل بیرونی) بر سواد علمی ـ فناورانه انگیزهٔ لازم را برای کسب این سواد علمی فراهم می کند. به همین جهت سواد علمی ـ فناورانه را نوعی ارزش نیز می دانند.

این یک امر مسلم است که گام های اولیه برای پی گیری سواد علمی ـ فناورانه ممکن است در آموزش علوم در مدرسه برداشته شود، اما این چالش نباید در پایان دوره تحصیلی دانش آموز، متوقف شود. **سواد علمی ـ فناورانه یک هدف مادام العمر است** و این برعهدهٔ معلمان است که زمینهٔ دانش و مهارتی لازم را برای پی گیری این امور در وجود دانش آموزان فراهم کنند. معلمان هم چنین باید دانش آموزان را در کسب انگیزه برای ارج گذاری بر دانش و مهارت های علمی یاری دهند. در عین حال هم خود و هم دیگران باید پی ببرند که سواد علمی ـ فناورانه از چنان ابعاد ارزشی برخوردار است که بخش اعظم آن در خارج از محدودهٔ آموزش و پرورش رسمی شکل می گیرد. چنانچه درصدد باشیم که سواد علمی گسترش یابد، همواره باید تمامی عوامل جامعه که شامل نهادهای حکومتی، بخش مشاغل و رسانه هاست، در ارج گذاری و پشتیبانی از گسترش آن کوشا باشند.



زیرنویس:

1. Scientific and Technological Literacy (STL)

۲. منظور از درس علوم تجربی، الزاماً علوم تلفیقی از قبیل برنامه علوم تجربی دورهٔ راهنمایی ایران نیست، بلکه هرگونه درس علمی مانند فیزیک، شیمی، زیست شناسی و علوم فیزیکی را دربرمی گیرد.

۳. بیسوادی، کم سوادی، نداشتن مهارت شغلی رقابت پذیر، بی اطلاعی از دانش فناوری روز، ناتوانی در به کارگیری آنها، ناتوانی در گردآوری و پردازش داده ها، نحوهٔ دستیابی به اطلاعات، تحلیل اطلاعات و تصمیم گیری مبتنی بر اطلاعات در عصری که هدف آن توسعه انسانی و گسترش دامنهٔ انتخاب برای همهٔ انسانهاست، غیرقابل قبول و دور از کرامت انسانی است. با توجه به مراتب یاد شده، یادگیری مداوم یکی از کلیدهای ورود به قرن بیست و یکم از طرف یونسکو اعلام شده است.

۴. نگاه کنید به مقالهٔ «سواد علمی ـ مفهوم و گسترهٔ آن» نوشتهٔ آقای مرتضی خلخالی، رشد آموزش شیمی، شمارهٔ ۵۶

۵. پروژهٔ آموزش علوم «علم برای همهٔ شهروندان آمریکایی: Science For All Americans» شخص برخوردار از سواد علمی ـ فناورانه را چنین توصیف می کند: کسی به این نکته واقف است که بداند علوم، ریاضی و فناوری قلمروهای فعالیت انسانی وابسته به یکدیگرند، که هم دارای مزیت اند و هم با محدودیت هایی روبه رو هستند. او هم چنین مفاهیم کلیدی و اصول علمی بنیادی را می فهمد و طوری با دنیای طبیعی خود آشناست که هم تنوع و واگرایی های آن را درک می کند، و هم وحدت کلی آن را تشخیص می دهد. افزون بر این، او دانش علمی و روش های علمی اندیشیدن را برای مقاصد فردی و اجتماعی به کار می برد.

هم چنین سواد علمی ـ فناورانه برحسب تعریف «استانداردهای ملی آموزش علوم: National Science Education Standards» عبارت است از: کسب آگاهی و درک مفاهیم علمی و فرآیندهای لازم برای تصمیم گیری افراد، مشارکت در مسایل و خدمات مدنی و فرهنگی جامعه و باروری اقتصادی.

۶. واقعیت آن است که با توجه به سرشت پیچیده و پویای سواد علمی ـ فناورانه، تضمینی وجود ندارد که با پایان یافتن دورهٔ آموزش متوسطه و دریافت مدرک دیپلم و یا طی کردن موفقیت آمیز تمامی درس های یک رشته علمی در دورهٔ کارشناسی دانشگاه، چنین ویژگی ها و امتیازاتی به دست آید. به همین جهت سواد علمی ـ فناورانه را یک راه و روش و یک فرآیند پیوسته و مادام العمر می داند.

7. Scientific Literacy Spectrum

هدف های آموزش علوم*

هر چند در گذشته، یکی از هدف های آموزش هر موضوع درسی، فراگرفتن مطالب بیشتر و به عبارت دیگر تبدیل دانش آموز به یک دانشنامهٔ پر از **اطلاعات** بود، ولی با توجه به آنچه قبلاً در ارتباط با افزایش حیرت انگیز دانش بشری (انفجار اطلاعات) و یادگیری در طول عمر اشاره کردیم، دیگر نمی توان چنین انتظاری از دانش آموزان داشت. به همین جهت، متخصصان آموزش علوم سه هدف زیر را برای آموزش علوم در رشته های مختلف و حتی در سطوح مختلف، در نظر می گیرند:

الف ـ انتقال دانستنی های لازم

ب ـ ایجاد و پرورش مهارت های لازم

پ ـ ایجاد و پرورش نگرش های لازم

بنابراین انتظار می رود که هر دانش آموز در فرایند یاددهی ـ یادگیری به هر کدام از این هدف ها با توجه به رشته و سطح خود، برسد. به دلیل اهمیت هرکدام از این هدف ها به شرح هرکدام می پردازیم.

الف ـ انتقال دانستنی های لازم

هر رشته از علوم شامل یک سری اصول، قواعد و قوانینی است که به منزلهٔ دانش پایهٔ آن علم تلقی می شود. به همین جهت لازم است با توجه به رشته و سطح یادگیرنده، بخشی از این دانش پایه را به او منتقل کنیم.

آنچه که دربارهٔ انتقال دانستنی های لازم باید به آن توجه کرد این است که اگرچه در ضروری بودن آموزش بعضی دانستنی ها، مانند موضوع هایی که به بهداشت و سلامت انسان ها مربوط است، تردیدی وجود ندارد؛ ولی در بسیاری موارد، تشخیص این که آموختن چه چیزی به دانش آموزان ضروری است و آموختن چه چیزی ضروری نیست، بسیار دشوار است. برای مثال در زندگی روزمرهٔ کنونی، شاید لازم باشد که دانش آموزان دربارهٔ باتری های معمولی چیزهایی بدانند، زیرا دایماً با آن ها سر و کار دارند و از آن ها استفاده می کنند. اما ممکن است در بیست سال آینده، چنان تحولی در این زمینه رخ دهد که دیگر نیازی به طرح این موضوع احساس نشود. و یا در زمینهٔ صنایع مخابرات و کاربرد رایانه در ارتباطات و استفاده از تارهای نوری به جای کابل های مسی نیز نمی دانیم که در آینده چه رخ می دهد. بنابراین ممکن است بعضی از موضوع هایی که امروز دانستن آن ها ضروری به نظر می رسد، در زندگی

آیندهٔ نه چندان دور فرزندان ما هیچ نقش و جایگاهی نداشته باشند و از طرف دیگر، شاید دانستن بعضی از موضوع هایی که امروزه هنوز در زندگی ما نقش اساسی ندارند، یا چیزهایی که هنوز کشف یا اختراع نشده است، در آینده بسیار مهم و اساسی باشند.

ولی آنچه که لازم است به آن اشاره شود، این است که محتوای کتاب های درسی باید براساس یک نیازسنجی انجام بگیرد و لازمهٔ آن نیز تحقیقات هدفدار و با پشتیبانی کامل است.

ب ـ ایجاد و پرورش مهارت های لازم

امروزه یکی از مهم ترین وظایف آموزش در مدرسه ها، یاد دادن شیوه های یادگیری و پرورش مهارت هایی است که خود فرد بتواند به کمک آنها، راه های حل مسأله و کشف نادانسته ها را بیابد. به عبارت دیگر، پرورش مهارت ها در دانش آموزان به منزلهٔ آموختن راه یادگیری به آنان است.

در طول چند دههٔ اخیر، تحقیقات زیادی در زمینهٔ روش های علم آموزی و توانایی هایی که باید در دانش آموزان ایجاد شود، صورت گرفته است. اما آنچه که هم اکنون، مورد قبول بیشتر متخصصان آموزش علوم در جهان است، لزوم پرورش مهارت هایی است که دانش آموزان را در پیمودن مراحل **روش علمی** تواناتر می سازد و به آن ها امکان می دهد تا یادگیری های جدید، از طریق به کار گیری این مهارت ها، به راحتی انجام دهند. این مهارت ها عبارت اند از:

● **مشاهده کردن**: تقویت و استفاده از همه حواس به منظور جمع آوری اطلاعات دربارهٔ پدیده ها و اشیاء. مشاهده فقط دیدن و نگاه کردن نیست، بلکه استفاده از همهٔ حواس در بررسی یک پدیده و کسب اطلاعات از آن است. آنچه که دانش آموز را به یک مشاهده گر خوب تبدیل می کند، دقت در مشاهده است. معلم باید دانش آموزان را به دقت در مشاهده ترغیب کند تا به جزئیات توجه خاص نشان دهند.

● **اندازه گیری**: مقایسه بزرگی هر کمیت بایکای همان کمیت است. اساس و شالودهٔ علم فیزیک را اندازه گیری کمیت ها تشکیل می دهد. در بسیاری از مشاغل، مهارت اندازه گیری برای انجام درست وظایف ضرورت اساسی دارد و لازم است دانش آموزان این مهارت را به دست آورند. اندازه گیری باید دقیق باشد، همچنین استفاده از جدول و نمودار برای ثبت و نشان دادن اطلاعات حاصل از اندازه گیری ضروری است.

● **گردآوری اطلاعات**: کسب و گردآوری اطلاعات لازم در مورد یک پدیده، از راه ها، منابع و مراجع مناسب.

مهارت گردآوری اطلاعات در عصر انفجار اطلاعات، در مقایسه با گذشته از اهمیت بیشتری برخوردار است. دانش آموزان باید بفهمند که علاوه بر معلم و کتاب درسی، منابع اطلاعاتی دیگری نیز در اطرافشان وجود دارد. معلم باید ضمن ایجاد شوق و انگیزه در دانش آموزان، آنها را به سمت گردآوری اطلاعات هدفدار رهنمون کند.

● **تفسیر یافته ها**: ارائه یک توضیح کلی در مورد مجموعهٔ اطلاعاتی است که دانش آموز از راه های گوناگون در مورد یک موضوع گردآورده است. به عبارت دیگر، قرار دادن نتایج در کنار هم به منظور به دست آوردن الگوها، روابط، قاعده ها و قانون ها، به معنای تفسیر یافته هاست. آنچه که باید در تفسیر یافته ها به آن توجه کرد این است که نتایج به دست آمده را باید با احتیاط تعمیم داد و این با احتیاط عمل کردن را باید به دانش آموزان بفهمانیم. همچنین معلم، در رویارویی با تفسیر یافته های غلط، نباید به سرعت نتایج غلط را رد کند و خود شخصاً پاسخ صحیح را ارایه دهد، بلکه باید با طرح پرسش های مناسب دانش آموزان را به سمت نتایج صحیح هدایت کند.

● **فرضیه سازی**: کوشش در جهت ارائه یک یا چند راه حل برای یک مسئله را فرضیه سازی می گویند. در فیزیک فرضیه ها باید قابل آزمایش باشند تا درستی یا نادرستی آن ها روشن شود. معلم باید علاوه بر اینکه فرضیه ها و

راه حل های ابتکاری و خلاقانه را تشویق کند، باید فرضیه های غلط را هم با برخورد مثبت مورد توجه قرار دهد و مهم تلقی کند، زیرا این امر باعث تقویت و پرورش اعتماد به نفس در دانش آموزان می شود.

● **پیش بینی کردن علمی**: تصمیم گیری براساس مشاهدات، یافته ها و اندازه گیری ها دربارهٔ یک واقعه یا رویداد، قبل از رخ دادن آن را مهارت پیش بینی می گویند. معمولاً پیش بینی براساس یک فرضیهٔ ذهنی و رابطهٔ علت و معلولی از پیش کشف شده انجام می پذیرد. هر پیش بینی خوب باید به طور منطقی، بر اصول و قواعد علمی از پیش آموخته، استوار باشد و همواره با استدلال بیان شود.

ممکن است دانش آموزی، پیش بینی خود را بر پایهٔ الگوهای غلط قبلی انجام دهد، در این هنگام، معلم باید با برخورد مثبت این نظرات و با انجام فعالیت ها و آزمایش های مناسب، راه را برای دستیابی به نتایج صحیح و علمی هموار سازد.

● **کاربرد ابزار**: به کار بردن ابزار و وسایل مناسب و به موقع ضرورت را مهارت کاربرد ابزار می گویند. این مهارت یک توانایی پایه ای مورد نیاز برای زندگی عادی، شغلی و علمی هر شهروند به شمار می رود. کار با اشیای واقعی و ابزارها سبب رشد ذهنی و عقلی دانش آموزان و ایجاد هماهنگی بین اعضای بدن و به کارگیری دقیق حواس گوناگون می شود. در فیزیک استفاده از ابزار، به منظور مشاهدهٔ دقیق تر و بهتر، اندازه گیری دقیق تر و انجام آزمایش های مختلف صورت می پذیرد. ساخت ابزارهای مناسب و متناسب با سن و سطح توانایی های دانش آموزان، می تواند به عنوان یک فعالیت مثبت و سازنده برای آنها باشد.

● **برقراری ارتباط**: برقراری ارتباط به معنی مهارت پیدا کردن در تبادل عقاید، اطلاعات و یافته ها از راه های گوناگون، مانند: بحث و گفتگو، گزارش کردن، رسم منحنی، تهیه جدول، نمایش دادن و ... است. این مهارت دانش آموزان راقادر می سازد تا آنچه را آموخته اند و یا فکر می کنند، به گونه ای مناسب و جذاب به دیگران انتقال دهند. درواقع، برقراری ارتباط که یک امر دوسویه است به معنی تبادل اندیشه های خود با دیگران است. مهارت برقراری ارتباط فرصتی را فراهم می کند تا ارتباط عاطفی عمیق تری بین معلم و دانش آموزان و همچنین، دانش آموزان با یکدیگر ایجاد شود. اگر در کلاسی دانش آموزانی در برقراری ارتباط مشکلاتی داشته باشند، معلم باید با تدبیری که به کار می گیرد از منزوی شدن دانش آموزان جلوگیری کند.

● **طراحی تحقیق**: درگیر شدن در مراحل یک مسئله و تبدیل آن به فرضیه یا عملی که پاسخ را دربرداشته باشد، را مهارت طراحی تحقیق می گویند. این مهارت مستلزم به کارگیری تمام مهارت های دیگر است. گاهی طرح یک پرسش خوب از حل آن مهم تر و دشوارتر است، بنابراین باید دانش آموزان را نسبت به محیط اطراف خود و مسائل آن حساس کنیم.

مهارت های طراحی تحقیق از پنج مرحله به شرح زیر تشکیل می شود:

۱ـ فهم دقیق مسئله

۲ـ گردآوری اطلاعات دربارهٔ موضوع

۳ـ پیش بینی یک یا چند راه حل

۴ـ آزمودن راه حل یا راه حل ها

۵ـ نتیجه گیری و تفسیر نتایج

یکی از ملاک های مهم اعتبار یا عدم اعتبار نتایج یک تحقیق، کنترل متغیرها است. کنترل متغیرها یعنی توجه به این که در یک تحقیق، چه عواملی را باید ثابت نگه داریم و چه عواملی را باید تغییر دهیم. معمولاً در هر بار انجام یک آزمایش، تنها یکی از عوامل مؤثر در مسأله را باید تغییر داد و به نتیجهٔ آن توجه کرد.

پ ـ ایجاد و پرورش نگرش های لازم

فرآیند یاددهی ـ یادگیری مثلثی است محصور به سه ضلع انتقال دانستنی های لازم، ایجاد و پرورش مهارت های لازم و ایجاد و پرورش نگرش های لازم.

در دو قسمت پیشین در ارتباط با انتقال دانستنی های لازم و ایجاد و پرورش مهارت های لازم توضیحاتی داده شد. در این قسمت به شرح و بررسی **ایجاد و پرورش نگرش های لازم** می پردازیم، که متأسفانه در آموزش رسمی کشور ما به دلیل توجه بیشتر به آموزش دانستنی ها و مهارت های ضروری، مورد غفلت قرار گرفته است.

ایجاد و پرورش نگرش ها، فرآیند یاددهی ـ یادگیری از اهمیت بسیاری برخوردار است و در واقع، آموزش را باید وسیله ای برای رسیدن به آنها دانست. اما از طرفی راه آسان و مشخصی برای نیل به آنها وجود ندارد. زیرا بر خلاف انتقال دانستنی های لازم و ایجاد مهارت های ضروری، ایجاد و پرورش نگرش ها یاد دادنی نیستند، زیرا نگرش ها در رفتار ما تجلّی می کنند و دانش آموزان هم آنها را از ما به عنوان الگو، می گیرند.

چون علم فیزیک مبتنی بر تجربه، منطق و استدلال است، و مباحثی اجازه ورود به عرصهٔ این علم را دارند که با تجربه و آزمایش سازگار باشند؛ بنابراین با توجه به این ویژگی بسیار مهم علم فیزیک، لازم است این نگرش در دانش آموزان به عنوان یک شهروند ایجاد شود که رفتار، گفتار و اندیشهٔ آنها نیز مبتنی بر منطق و استدلال باشد و از طرف دیگر، آمادگی پذیرش گفتار و اندیشه های منطقی را ـ هرچند به ضرر او باشد ـ نیز داشته باشد. به عبارت دیگر اساس و مبنای بحث و گفتگوی او با دیگران، خرد، منطق و استدلال باشد.

هدف علم

هدف علم هرگز اثبات «حقایق تغییرناپذیر» و تثبیت عقاید قطعی و ابدی نیست. علم می کوشد گام به گام به واقعیت نزدیکتر شود و به تدریج درهای بسته گنجینه اسرار طبیعت را روی آدمی بگشاید و پرده های ابهام را یکی پس از دیگری پاره کند تا بلکه به قله معرفت «ممکن» تقرب بیشتری حاصل کند، بدون این که در هیچ یک از مراحل تکامل خود مدعی بر «صحت کامل و نهایی» باشد.

برتراند راسل

هدف های کلی آموزش فیزیک در دوره های متوسطه و پیش دانشگاهی

از دانش آموزان رشته های علوم تجربی و ریاضی فیزیک انتظار می رود در پایان دورهٔ متوسطه و پیش دانشگاهی، پس از گذراندن دروس فیزیک به هدف هایی که در سه حیطهٔ کلی هدف های دانشی، مهارتی و نگرشی طبقه بندی می شوند، برسند.

● هدف های دانشی

داشتن اطلاعات لازم دربارهٔ مفهوم ها، قانون ها و نظریه های هر علم، جهت کسب هرگونه مهارت یا افزایش دانش، ضروری است. بدون آگاهی از اصل ها و قانون های اولیهٔ هر علم، یادگیری آن علم، غیرممکن است. هدف های دانشی فیزیک که با توجه به سطح و رشتهٔ دانش آموز تعیین می شوند، عبارت اند از:

۱ ـ آشنایی با تعاریف، اصطلاحات، نمادها، مفهوم ها، قانون ها و نظریه های فیزیکی

۲ ـ آشنایی با روابط فیزیکی و تجزیه و تحلیل آنها

۳ ـ بهره گیری از نظریه ها و قانون ها برای توجیه پدیده های فیزیکی

۴ ـ آشنایی با منابع و مآخذ علم فیزیک برای وسعت بخشیدن به مطالعات و استمرار یادگیری

۵ ـ آشنایی با روش های تحقیق در علم فیزیک

۶ ـ آشنایی با دانشمندان علم فیزیک

و پی بردن به مسایلی که موجب کشف یا اختراع به وسیله آنها شده است.

۷ ـ آشنایی با مسائل و پاسخ های علمی و غیرعلمی و تشخیص آنها از یکدیگر (تشخیص علم از شبه علم)

۸ ـ توجه به این نکته که در علم فیزیک قانون ها و نظریه ها تا زمانی مورد پذیرش اند که با تجربه سازگار باشند و امکان بسط و گسترش و دخل و تصرف آگاهانه در آنها وجود دارد.

۹ ـ چشم اندازی به گذشته و آینده علم داشته باشد.

● هدف های مهارتی (ذهنی و عملی)

هدف های مهارتی شامل آن دسته از توانایی هایی می شوند که راه فراگیری علوم را آسان تر می سازند.

این مهارت ها عبارت اند از:

الف ـ مهارت های ذهنی

۱ ـ کسب توانایی جهت طراحی برخی از آزمایش ها و نتیجه گیری از آزمایش های انجام شده

۲ ـ کسب توانایی لازم برای فرضیه سازی

۳ ـ کسب توانایی لازم برای پیش بینی رویدادها بر اساس تجربه هایی که انجام گرفته است

۴ ـ کسب توانایی برای تعمیم قانون ها و مفهوم های فیزیکی آموخته شده در مسئله های مشابه

۵ ـ کسب توانایی های لازم برای کشف و پرورش استعدادهای شخصی به منظور تجزیه و تحلیل مسئله های فیزیکی

ب ـ مهارت های عملی:

۱ ـ کسب توانایی لازم برای انجام برخی آزمایش های فیزیکی و جمع آوری داده ها و تجزیه و تحلیل آنها

۲ ـ کسب توانایی لازم در اندازه گیری و محاسبهٔ پاره ای از کمیت ها

۳ ـ کسب توانایی لازم برای ساختن برخی از ابزارهای ساده که در آزمایش های فیزیکی به کار می روند.

۴ ـ کسب توانایی لازم در به کارگیری مهارت هایی همچون (مشاهده، اندازه گیری، گردآوری اطلاعات، تفسیر یافته ها، طراحی تحقیق ...) و پاره ای از مفهوم های فیزیکی در زندگی

۵ ـ پرورش و تقویت مهارت برقراری ارتباط و مشارکت در فعالیت های گروهی و جمعی

● هدف های نگرشی

فراگیری دانش و کسب مهارتهای مختلف وسیله ای برای به دست آوردن ارزش های معنوی و نزدیک شدن و رسیدن به کمال انسانی است. بدون دریافت و کسب ارزش معنوی رسیدن به کمال میسر نخواهد شد و علم در خدمت انسان نخواهد بود. تحقق هدف های نگرشی، این منظور را محقق می سازد. پاره ای از این هدف ها عبارت اند از:

۱ ـ پی بردن به اهمیت و نقش علم فیزیک در شناخت و عظمت آفرینش.

۲ ـ تقویت حس کنجکاوی نسبت به پدیده های فیزیکی.

۳ ـ ایجاد و تقویت تفکر علمی و حس کاوشگری برای کشف رابطهٔ علت و معلولی در پدیده های فیزیکی.

۴ ـ تقویت دید انتقادی در مورد نظریه های فیزیکی.

۵ ـ پی بردن به وجود خالق و نظم دهندهٔ یکتا با توجه به مشاهدهٔ نظام مند بودن پدیده های طبیعی

۶ ـ توجه به اهمیت کار دانشمندان در سیر تکوینی نظریه ها و قانون های فیزیکی.

۷ ـ تقویت روحیه ارزش گذاری به منابع طبیعی و حفاظت از محیط زیست و استفادهٔ بهینه از منابع طبیعی.

۸ ـ تقویت روحیهٔ صرفه جویی و رعایت اعتدال در زندگی.

۹ ـ تقویت روحیه همکاری و تعاون و احترام به دیدگاه های متفاوت و پذیرفتن منطق و استدلال در گفت و گو.

۱۰ ـ تقویت روحیه انعطاف پذیری.

۱۱ ـ پرورش و تقویت حس احترام و اعتماد به خود و دیگران.

۱۲ ـ پرورش و تقویت روحیهٔ احترام به نظم و قانون در عمل و مسئولیت پذیری در زندگی فردی و اجتماعی.

۱۳ ـ پرورش و تقویت روحیه قدرشناسی نسبت به دانش و دانشمندان و جلوه های مختلف هستی.

زیرنویس:

* همان طور که قبلاً نیز اشاره کردیم، منظور از علوم، الزاماً علوم تلفیقی از قبیل برنامهٔ علوم تجربی دورهٔ راهنمایی ایران نیست، بلکه هرگونه درس علمی مانند فیزیک، شیمی، زیست شناسی و علوم فیزیکی را دربرمی گیرد.

چرا کتاب های فیزیک تغییر کرده است؟

برنامهٔ درسی سیستم بسیار پیچیده ای متشکل از متغیرهای درهم تنیدهٔ گوناگون از قبیل: **هدف های آموزشی، محتوای آموزشی، کتابهای درسی و سایر مواد آموزشی، شیوه های یاددهی ـ یادگیری، تربیت معلم و عنصر مهم ارزشیابی و سنجش یادگیری هاست.**

به همین جهت نباید انتظار داشت که با تغییر یک قسمت از برنامهٔ درسی مثلاً با تغییر عنصر محتوا در برنامه و تألیف کتابهای درسی جدید و حتی اجرای برخی اقدام های مکمل دیگر، تغییرات چشمگیری در کیفیت فرآیندهای آموزش مدرسه ای حاصل شود و بیشتر هدف ها و مقاصد غایی نظام آموزشی تحقق یابد.[1]

از دیدگاه نظام مند، تغییر معنی دار و هدفمند هنگامی در کارکرد یک سیستم رخ می دهد که همهٔ اجزای آن سیستم به طور هماهنگ با یکدیگر عمل کنند.

با توجه به آنچه گفته شد ممکن است این پرسش مطرح شود که آیا نظام آموزشی کشور ما از یک تغییر و تحول نظام مند پیروی می کند؟ چرا همیشه یکی از گام های اولیه در تغییر نظام برنامهٔ درسی کشور ما، با تغییر در کتاب های درسی شروع می شود؟ پاسخ به این پرسش ها و پرسش های بسیار دیگر نیازمند یک تحقیق و پژوهش همه جانبه است و در اینجا نمی خواهیم بیش از این وارد این مقوله شویم. ولی آنچه مسلم است با توجه به دنیای متحول کنونی که تغییر و تحول جوهرهٔ آن را تشکیل می دهد، هرگاه یک سیستم به ویژه سیستم آموزشی آن کشور به طور هماهنگ دستخوش تغییر و تحول نشود، عقب ماندگی و روزمرگی از ویژگی های آن نظام آموزشی خواهد بود.

اما بازگردیم به این پرسش که **چرا کتاب های فیزیک تغییر کرده است؟** برای پاسخ به این سئوال بررسی نتیجهٔ نامطلوب دانش آموزان ایرانی شرکت کننده در سومین مطالعهٔ بین المللی ریاضی و علوم[2] (تیمز ـ TIMSS) و به تبع آن تغییر کتاب های علوم دورهٔ ابتدایی و راهنمایی[3] می تواند به ما کمک کند. نتیجهٔ دانش آموزان ایرانی در مقایسه با کشورهای دیگر شرکت کننده در طرح تیمز، بسیار تأسف آور بود؛ به طوری که در دورهٔ راهنمایی رتبهٔ ۳۷ در بین ۴۱ کشور و در دورهٔ ابتدایی، رتبهٔ آخر در بین ۲۵ کشور را کسب کردند.

به همین جهت یکی از مهم ترین تغییراتی که باید در وضعیت برنامهٔ درسی ما

صورت بگیرد، تغییر روش های یاددهی ـ یادگیری از شیوه های سنتی و انفعالی (شیوهٔ رایج سخنرانی و حفظ مطالب) به شیوه های فعال یاددهی ـ یادگیری است.[۴] و این امر مستلزم آن است که کتاب جدیدی مبتنی بر رویکردهای جدید آموزش علوم برنامه ریزی و تألیف شود.

ملاک های انتخاب محتوا

چون در آموزش فیزیک **ارتقای سواد علمی ـ فناورانه** دانش آموزان به عنوان یک **هدف محوری** در نظر گرفته شده است؛ در انتخاب مباحث، سرفصل ها و مفاهیم کتاب های ۴ سالهٔ فیزیک اولویت ها و ملاک های زیر مورد نظر بوده است:

- با زندگی روزمرهٔ دانش آموزان مرتبط باشد.
- در جهت برآوردن نیازهای فردی و اجتماعی دانش آموزان باشد.
- حاوی دانش پایهٔ لازم برای دانش آموزان باشد.
- با نیازهای کلی کشور مطابقت داشته باشد.
- در مقایسه با موضوع های درسی پایه های مشابه کشورهای توسعه یافته قابل دفاع باشد.
- پیش نیاز لازم را برای آشنایی دانش آموزان با فناوری فراهم کند.

همچنین **اصولی که در برنامه ریزی و تألیف کتابهای فیزیک مورد نظر بوده است**، از این قرارند:

- حتی الامکان از مطرح کردن موضوع های انتزاعی اجتناب شود.
- مطالب متناسب با سن دانش آموزان تنظیم شود.
- فعالیت ها و مطالبی متناسب با زندگی در جهان امروز گنجانده شود.

زیر نویس: .....

۱ ـ به اعتقاد بسیاری از متخصصان تعلیم و تربیت، یکی از عوامل بازدارندهٔ اساسی که مانع انجام تغییر معنی دار در نظام آموزشی می شود، محدودیت های حاصل از ادامهٔ سنت های قدیمی و غیر علمی ارزشیابی و سنجش است.

۲ ـ اتحادیهٔ بین المللی ارزشیابی از عملکردهای آموزش و پرورش معروف به IEA (یا: (International Association for Evaluation of Educational Achievement که شاخه ای از فعالیت های آن تحت عنوان مطالعات بین المللی ریاضی و علوم TIMSS (Third International Mathematics and Science Study)

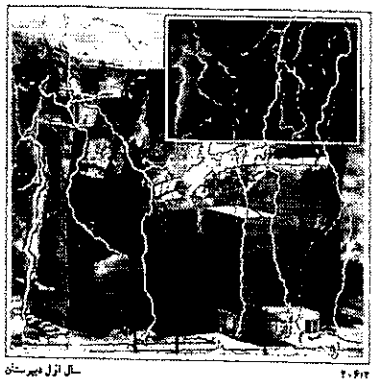
پژوهش ها و نوآوری هایی را در امر آموزش و ارزشیابی در کشورهای مختلف و از جمله ایران انجام داده است. هدف از این مطالعهٔ جهانی پیشرفت تحصیلی دانش آموزان شرکت کننده در دو درس ریاضی و علوم و همچنین، بررسی تأثیر عوامل مربوط به برنامه و مواد آموزشی، مدرسه و خانواده در یادگیری دانش آموزان در این دو درس است.

ایران برای اولین بار در سال ۱۹۹۲، با شرکت در طرح تیمز به عضویت اتحادیهٔ بین المللی سنجش و ارزشیابی معروف به IAEA (یا: (International Association for Educational Assessment درآمد.

۳ ـ از سال تحصیلی ۷۲ ـ ۷۱ با تغییر کتاب علوم سال اول ابتدایی و اجرای آزمایشی آن به طور پیوسته کتاب های دیگر نیز تغییر کرده اند به طوری که در سال تحصیلی ۸۱ ـ ۸۰ کتاب علوم دوم راهنمایی به طور سراسری و کتاب علوم سوم راهنمایی به طور آزمایشی در برخی از مدارس در حال اجراست.

۴ ـ امروزه، در تمام نشست های جهانی تعلیم و تربیت، بر اهمیت به کارگیری روش های فعال یاددهی ـ یادگیری برای آموزش همهٔ درس ها تأکید می شود. زیرا در این شیوه ها دانش آموز به طور مستقیم و فعال در فرآیند یاددهی ـ یادگیری شرکت می کند و به دانش خود عمق می بخشد.

برنامه درسی فیزیک (۱) و آزمایشگاه



درس فیزیک (۱) و آزمایشگاه که در سال اول متوسطه ارائه می شود، درسی عمومی است و همهٔ دانش آموزان بدون توجه به شاخه ای که بعداً انتخاب می کنند، باید آن را فراگیرند. در نتیجه برای تعداد بسیار زیادی از مخاطبان، که ممکن است از ۵۰ درصد کل آنان نیز بیشتر باشد، درس فیزیک (۱) و آزمایشگاه تنها درس فیزیک است که در دورهٔ تحصیلات متوسطهٔ خود فرامی گیرند.

با توجه به میزان واحد مربوط به این درس و پایین بودن سن مخاطبان و سطح دانش ریاضی آنان سعی شده است از مباحث گستردهٔ فیزیک، مباحثی انتخاب شود که هم عمومیت بیشتری داشته باشند و هم در زندگی روزمره یک شهروند بیشتر مورد نیاز باشد، به عبارت دیگر جنبهٔ **«سواد علمی ـ فناورانه»** داشته باشند.

موضوع دیگری که در انتخاب محتوای این درس به آن توجه شده است، ارتباط این درس با درس علوم در دورهٔ راهنمایی است. به این مسئلهٔ بسیار مهم قبلاً کمتر توجه شده و این امر باعث ناپیوستگی آموزش علوم بین دو مقطع راهنمایی و دبیرستان شده بود ولی با توجه به شیوه و رویکردی که در تألیف کتاب به کار گرفته شده است و در آن دانش آموز اساس و محور یادگیری است و به طور مستقیم در فرآیند یادگیری شرکت می کند، لازم است آموخته های قبلی وی نیز در نظر گرفته شود.

شورای فیزیک دفتر برنامه ریزی و تألیف کتاب های درسی، پس از بحث های طولانی و نظرخواهی از صاحب نظران و با توجه به نکته های بالا، مفهوم عام **انرژی** را به عنوان مفهوم اصلی و محوری کتاب فیزیک (۱) و آزمایشگاه برگزید و مقرر داشت که علاوه بر آن مباحث گرما، الکتریسیتهٔ ساکن و نور هندسی به عنوان مباحث دیگر کتاب منظور شوند.

دانش آموزان با برخی از رابطه ها و مفهوم های ارائه شده در این کتاب، مانند سرعت، انرژی و یکای آن ها تا حدّی که در کتاب لازم است، از قبل (در دورهٔ راهنمایی) آشنایی دارند. به همین جهت تدریس مجدد این مفهوم ها، در این کتاب ضروری نبوده است. در آموزش فیزیک متوسطه که از فیزیک (۲) و آزمایشگاه به طور اختصاصی برای دانش آموزان رشته های ریاضی فیزیک و علوم تجربی شروع می شود، این مفهوم در جای مناسب و به طور دقیق تر معرفی و بررسی خواهند شد.

چون در برنامه ریزی و تألیف این کتاب، دانش آموز اساس و محور یادگیری در نظر گرفته شده است، در کتاب فعالیت های مختلفی آمده است که دانش آموز در فرآیند یاددهی ـ یادگیری به طور فعال درگیر شود و در عمق بخشیدن به دانش خود کوشش کند. بسیاری از فعالیت های این کتاب به صورت **«کار گروهی»** پیش بینی شده است؛ بنابراین لازم است معلم با تقسیم بندی کلاس به گروه های مختلف[1]، و با نظارت و هدایت این گروه ها، دانش آموزان را به طور مستقیم در فرآیند یاددهی ـ یادگیری شرکت دهد.

در این کتاب، دانش آموزان با پرسش های زیادی مواجه می شوند که پاسخ تعدادی از آن ها را مستقیماً در متن کتاب نمی بینند. این امر خود به توجیه و آموزش همه جانبهٔ دبیران و اولیای دانش آموزان نیاز دارد که نحوهٔ برخورد صحیح با این گونه پرسش را بیابند. همچنین در کتاب برخی پرسش ها به صورت واگرا (پاسخ باز) طرح شده اند. این پرسش ها که بیش از یک راه حل دارند، ذهن دانش آموز را متوجه راه های مختلف و امکانات تازه می کند و موجب خلاقیت و تفکر انتقادی آنها می شود. همچنین این پرسش ها باعث می شود که دانش آموزان عمیق تر مشاهده کنند، چیزهای تازه ای برای خود کشف کنند و از میان یافته های خود، به نتیجه گیری برسند.

زیر نویس:

۱ ـ تعداد اعضای هر گروه با توجه به تعداد دانش آموزان یک کلاس و همچنین امکانات مدرسه از قبیل وسایل آزمایش، گنجایش کلاس و ... تعیین می شود. اما توصیه می شود تعداد اعضای هر گروه حداقل ۳ نفر و حداکثر ۶ نفر باشند، به طوری که یک نفر از آنها با تدبیری که معلم به کار می بندد به عنوان سرگروه انتخاب شود.

روش تدریس فعال

محتوای کتاب های فیزیک و آزمایشگاه به گونه ای سازمان یافته اند که برای تدریس به شیوهٔ **فعال** مناسب اند. در فرایند یاددهی ـ یادگیری فعال، یادگیرنده خود از طریق تجربیات دست اول، آزمایش های مستقیم و درگیر شدن در تحقیق و حل مسأله به علم آموزی می پردازد. اساس روش یاددهی ـ یادگیری فعال، کمک به دانش آموز برای فرضیه سازی، پیش بینی، کاوش، برقراری ارتباط، استنباط و کسب تجربه های گوناگون علمی و ... است. این شیوه موجب پرورش مهارت های مختلفی چون اندیشیدن، نقد کردن، به کارگیری آموخته ها در موقعیت های مختلف برای یافتن پاسخ پرسش های موجود و یا ابداع روش های نوین و ... می شود.

بر اساس نظریه های جدید تعلیم و تربیت، یادگیرنده زمانی بهتر یاد می گیرد که انگیزهٔ یادگیری در او به وجود آید و به گونه ای فعال، به یادگیری بپردازد.

● **اساس روش تدریس مبتنی در فرایند یاددهی ـ یادگیری فعال**

در این جا جنبه های اساسی فرایند یاددهی ـ یادگیری فعال را فهرست بندی می کنیم:

۱ ـ فعالیت های آموزشی دانش آموزان گروهی است و تأکید عمده بر همیاری است.

۲ ـ مسئول یادگیری دانش آموز، خود اوست.

۳ ـ معلم نقش تسهیل کنندهٔ یادگیری و راهنمای دانش آموز را دارد.

۴ ـ به مهارت های تفکر و مطالعه بهای بیشتری داده می شود.

۵ ـ فرصت های یادگیری برابر برای همهٔ دانش آموزان فراهم می شود.

۶ ـ اعتماد به نفس در دانش آموزان تقویت می شود.

۷ ـ رقابت فردی تضعیف می شود و در مقابل احساس موفقیت گروه تقویت می شود.

● **مراحل اجرایی تدریس به شیوهٔ یاددهی ـ یادگیری فعال**

در فرایند یاددهی ـ یادگیری فعال، دبیر و دانش آموز هر یک نقش فعالی دارند. در ادامه مجموعهٔ کارهایی که هر یک باید انجام دهند به طور خلاصه فهرست بندی می شود.

الف ـ آنچه که دبیر باید انجام دهد :

۱ ـ تبیین اهمیت و نقش فرایند یاددهی ـ یادگیری فعال برای دانش آموزان .

۲ ـ واقف کردن دانش آموزان به قبول مسئولیت یادگیری .

۳ ـ تشویق دانش آموزان به تفکر به وسیلهٔ طرح مسئله و شیوه های دیگر .

۴ ـ قرار دادن فرصت های یادگیری گوناگون در اختیار دانش آموزان .

۵ ـ ارایه هر گونه فعالیت یا فعالیت هایی که دانش آموزان را به سوی یادگیری فعال سوق می دهد .

۶ ـ تشویق و ترغیب دانش آموزان به انجام آزمایش های کتاب و ارایه گزارش توسط آنها .

۷ ـ تشویق و ترغیب دانش آموزان به انجام آزمایش هایی که خود و یا همکلاسی هایشان طراحی و ابداع کرده اند .

۸ ـ تشویق و ترغیب دانش آموزان به کنجکاوی در محیط اطراف برای یافتن مصداق آنچه که در کتاب خوانده اند .

۹ ـ تشویق و ترغیب دانش آموزان به بررسی کارهـای یکدیگر و نقد این کارها .

۱۰ ـ ارزش یابی دانش آموزان به صورت یک فرایند .

۱۱ ـ ایجاد انگیزه به صورت یک فرایند .

ب ـ آنچه که باید دانش آموز انجام دهد :

۱ ـ شرکت در فعالیت های یادگیری از روی علاقه .

۲ ـ انجام آزمایش ها و فعالیت هایی که در کتاب توصیه شده است .

۳ ـ ابداع آزمایش ها ، طرح ها و روش های جـدیـد و انجام آنها .

۴ ـ تبیین نظریه ها و روش هایی که فرامی گیرد و مربوط ساختن آنها با آموخته های قبلی خود .

۵ ـ ارزیابی دائم خود در حین یادگیری و پس از آن .

۶ ـ تجربه و آزمایش نظریه های خود و در صورت لزوم اصلاح آنها .

۷ ـ ارائهٔ نتایج فعالیت های خود در گروه (و در صورت لزوم به کلاس)

۸ ـ ارائهٔ نتایج فعالیت های گروه به کلاس .

۹ ـ حل مشکلات خود و گروه .

۱۰ ـ بحث و گفتگو و تبادل نظر در گروه .

۱۱ . نقد کارهای خود و دیگران .

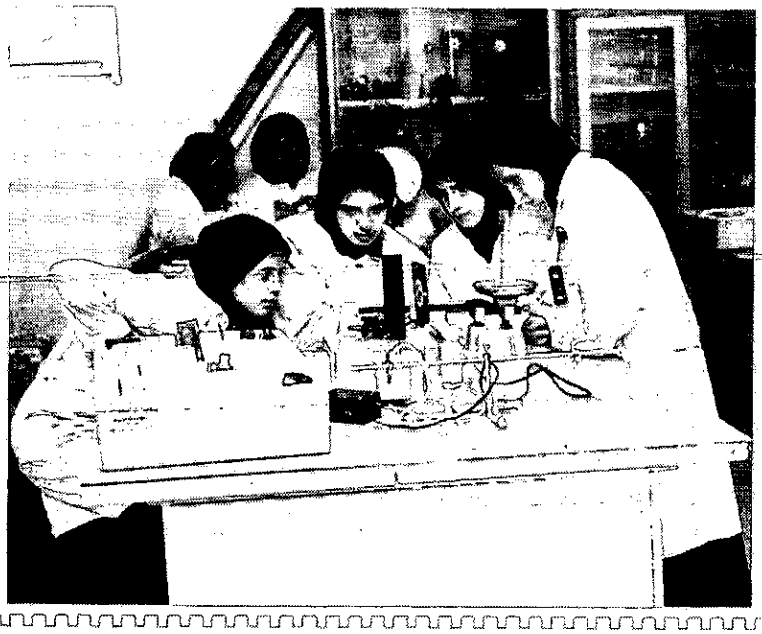
جدول توزیع ساعت های درس فیزیک و آزمایشگاه
در دورهٔ متوسطه و پیش دانشگاهی

تغییر و تجدید نظر در برنامه های درسی هر مقطع تحصیلی فرصتی را فراهم می سازد تا درهدف ها، محتوا و روش های یاددهی ـ یادگیری بازنگری شود. این بازنگری و تغییرات احتمالی تابعی از جدول توزیع ساعت های اختصاص یافته به هر درس است. در جدول زیر تغییرات ایجاد شده در دوره متوسطه و پیش دانشگاهی برای نظام سالی واحدی آمده است.

پایه	نام درس	رشته	واحد عملی	واحد نظری	جمع واحد	تدریس در هفته عملی	تدریس در هفته نظری	جمع ساعات در هفته	جمع ساعات در طول سال تحصیلی
سال اول متوسطه	فیزیک (۱) و آزمایشگاه	درس مشترک همهٔ رشته های دورهٔ متوسطه	۰/۵	۲	۲/۵	۱	۲	۳	۹۰
سال دوم متوسطه	فیزیک (۲) و آزمایشگاه	اختصاصی دانش آموزان تجربی و ریاضی	۰/۵	۲/۵	۳	۱	۳	۴	۱۲۰
سال سوم متوسطه	فیزیک (۳) و آزمایشگاه	اختصاصی دانش آموزان تجربی	۰/۵	۲/۵	۳	۱	۳	۴	۱۲۰
		اختصاصی دانش آموزان ریاضی	۱	۳	۴	۲	۳	۵	۱۵۰
سال چهارم (پیش دانشگاهی)	فیزیک پیش ـ دانشگاهی رشته علوم تجربی	اختصاصی دانش آموزان تجربی	—	۳	۳	—	۳	۳	۹۰
	فیزک پیش ـ دانشگاهی رشتهٔ علوم ریاضی	اختصاصی دانش آموزان ریاضی	—	۴	۴	—	۴	۴	۱۲۰

ارزشیابی

احمد احمدی



در فرایند یاددهی و یادگیری فعال هر سه ضلع مثلث آموزش اهمیت دارند، یعنی:

چه آموزش دهیم؟، چگونه آموزش دهیم؟ و نتیجه را چگونه ارزش یابی کنیم؟

ارزش یابی یکی از ارکان مهم یاددهی ـ یادگیری است و همواره بخشی از فرآیند برنامه درسی و آموزش بوده و **ابزاری است که میزان موفقیت ما در رسیدن به اهداف آموزشی را مشخص می کند** و دانش آموز را در یادگیری یاری می دهد و معنی آن تنها گرفتن امتحان و نمره دادن به دانش آموز نیست.

ارزش یابی عبارت است از **جمع آوری اطلاعات از آموخته های دانش آموزان و قضاوت در مورد حدود آن آموخته ها.**

معلم در فرایند ارزش یابی اطلاعاتی گرد آوری می کند تا با تفسیر آن ها تعیین کند که دانش آموز چه دانشی فرا گرفته و چه توانایی هایی کسب کرده است. ارزش یابی باید در جهت هدف های آموزشی درس باشد و اطلاعاتی که در ارزش یابی جمع آوری می شود باید به گونه ای باشد که معلم با تفسیر آن ها بتواند به درستی در مورد میزان دستیابی دانش آموزان به هدف های برنامهٔ قصد شده قضاوت کند.

ارزش یابی قبل از هرچیز ابزاری است برای معلم که به وسیلهٔ آن میزان موفقیت و شکست خود در مراحل مختلف آموزش شناسایی کند و متوجه شود که دانش آموز نیازمند چه کمکی است و میزان مهارت خود را در این زمینه ارزیابی بشناسد.

بسیاری تصور می کنند که در کلاس درس باید آن چیزی را آموزش دهند که قرار است ارزش یابی شود نه آنکه آن چیزی را که آموزش داده اند، ارزش یابی کنند.

معلم باید دانش ها و مهارت هایی را که تلاش در آموزش آن ها داشته است مورد ارزش یابی قرار دهد. برای مثال اگر هدف یک درس آموزش «تعیین متغیرها» باشد، باید توانایی دانش آموز در «تعیین متغیرها» ارزش یابی شود، نه تکرار

تعیین متغیرهایی که دیگران انجام داده‌اند. به عبارت دیگر به خاطر سپردن روش کار دیگران در «تعیین متغیرها» یک ارزش‌یابی حافظه‌ای است، نه ارزش‌یابی توانایی «تعیین متغیرها».

اگر از دانش‌آموزان انتظار داشته باشیم که به جای درک مسئله و یافتن راه‌حل به حفظ کردن راه‌حل‌ها بپردازند و به جای پروراندن ذهن خود، به تراکم معلومات آماده اکتفا کنند و به جای انتخاب، تذکر و اگر را به تفکر ترجیح دهند، روی آورند، ارزش‌یابی پایانی را نیز بر پایهٔ همین انتظارات انجام خواهیم داد. به این معنا که پاسخ‌ها و راه‌حل‌های درست، از قبل کاملاً تعیین شده‌اند. دانش‌آموز برای موفقیت در ارزش‌یابی نیازی به درک کامل مفهوم‌ها ندارد و تنها به حافظه اتکا می‌کند. **روشن است که این نوع یادگیری حاصلی جز فلج کردن ذهن و از میان بردن کنجکاوی و سرکوب شدن خلاقیت ندارد.**

در شیوهٔ سنتی تدریس و ارزش‌یابی اعتقاد بر آن است که **دانش‌ها و مهارت‌ها و نگرش‌های** آموزش داده شده را می‌توان به اجزای مستقل از هم تفکیک کرد و هر یک را به طور مستقل مورد ارزش‌یابی قرار داد. این روش سنتی را معمولاً در مورد آن چه که دانش‌آموز از باب محتوا فراگرفته، تا حدودی موفق است. اما در فرایند یاددهی ـ یادگیری فعال، آموزش محتوا تنها قسمتی از هدف اصلی آموزش است.

امروزه همراه با شیوه‌های سنتی تدریس، شیوه‌های سنتی ارزش‌یابی نیز در بسیاری از کشورها منسوخ شده است. **ارزش‌یابی بیشتر براساس عملکرد دانش‌آموز و به صورت مستمر (و نه مقطعی) انجام می‌شود.**

زیرا آموزش علوم، فرایند تولید مفاهیم است و ارزش‌یابی از این آموخته نیز در طی همین فرایند یک ارزش‌یابی معتبر است. در این نوع ارزش‌یابی برای هر دانش‌آموز پرونده‌ای تنظیم می‌شود که اطلاعات مربوط به وی به صورت مستمر در آن نگه‌داری و مقایسه می‌شود.

۱ـ مزایا و ویژگی‌های ارزش‌یابی مستمر

ارزش‌یابی مستمر همواره پیام روشن و تعیین‌کننده‌ای برای دانش‌آموز و معلّم دارد. این پیام آن است که:

الف) دانش‌آموز در چه سطحی از یادگیری قرار دارد.

ب) مرحلهٔ بعدی آموزش در کلاس چگونه برنامه‌ریزی شود تا ضعف‌ها و کاستی‌ها در جریان یادگیری برطرف شود.

با توجه به این توضیحات می‌توان دریافت که فرمول خاصی برای ارزش‌یابی مستمر وجود ندارد، بلکه معلّم متناسب با پیشرفت دانش‌آموز در فرایند یاددهی ـ یادگیری فعّال، نوع و زمان ارزش‌یابی را تعیین می‌کند. ارزش‌یابی مستمر دارای ویژگی‌های زیر است:

۱ـ ارزش‌یابی جزئی از فرایند یاددهی ـ یادگیری فعال است.

۲ـ هدف ارزش‌یابی مستمر علاوه بر جمع‌آوری اطلاعات از آموخته‌ها و مهارت‌های دانش‌آموزان، برانگیختن ذهن دانش‌آموزان و ایجاد کنجکاوی و بررسی سؤال‌های عمیق‌تر است.

۳ـ یکی از معیارهای ارزش‌یابی هر دانش‌آموز، تعداد سؤال‌هایی است که دانش‌آموز، در ذهن خود می‌پروراند. به عبارت دیگر هر دانش‌آموزی که بیشتر و عمیق‌تر سؤال می‌کند، نمرهٔ بالاتری می‌گیرد.

۴ـ عملکرد هر دانش‌آموز در مقایسه با وضعیت قبلی خود وی ارزش‌یابی می‌شود.

باید توجه داشت که این نوع ارزشیابی نباید به رتبه‌بندی و دسته‌بندی دانش‌آموزان بینجامد و باید بین ارزشیابی با هدف نمره دادن به دانش‌آموز و ارزشیابی با هدف تفسیر، قضاوت و استفاده از اطلاعات در امر آموزش و طراحی مراحل بعدی آموزش خود، تفاوت اساسی قائل شویم. زیرا نتیجه ارزش‌یابی مستمر باید این پیام را به معلم بدهد که «*برای پیشرفت این دانش‌آموز چه باید کرد؟*»

قبلاً دیدیم که آموزش فرایندی درهم تنیده متشکل از سه حوزهٔ مهارتی، نگرشی و دانشی است و این سه حوزه تفکیک ناپذیرند. در حین ارزش‌یابی نیز نمی‌توان آن‌ها را به طور کامل مجزا از هم درنظر گرفت. در واقع می‌توان گفت بهترین شکل ارزش‌یابی آن است که معلم در حین انجام فعالیت‌ها توسط دانش‌آموزان، براساس عملکرد آن‌ها در هر سه حوزه به طور همزمان قضاوت کند. درضمن این قضاوت کلی، باید جزئیات یا زیرمجموعهٔ توانایی‌های مربوط به هر حوزه را نیز درنظر داشته باشد. برخی از این جزئیات در جدول (۱) ارائه شده‌اند.

جدول (۱)

ردیف	زمان ارزش یابی	زمینه ی ارزش یابی	نمره	موضوع ها	روش ارزش یابی	نحوه ی ارزش یابی
۱	مستمر	مهارت ها و دانستنی ها		مشاهده، گردآوری اطلاعات، طبقه بندی اطلاعات و نمایش داده ها، برقراری ارتباط بین یافته ها، اندازه گیری، پیش بینی، نتیجه گیری، شناسایی و کنترل متغیرها، فرضیه سازی، تفسیر یافته ها، آزمایش کردن، مدل سازی، طراحی تحقیق و دانستنی هایی که در حین انجام فعالیت های یادگیری حاصل می شود و گزارش کارنویسی*	تکمیل فهرست ارزش یابی از مهارت ها و دانستنی های مورد نظر در هر فعالیت بر اساس عملکرد مورد انتظار در هنگام انجام هرفعالیت	ازطریق مشاهده ی رفتار دانش آموزان و طرح پرسش های مناسب درحین انجام فعالیت ها.
		نگرش ها		کنجکاوی، همکاری گروهی، مسئولیت پذیری، توجه به محیط زیست، اعتماد به این که داشتن سواد علمی فنآورانه برای او زندگی بهتر و با صرفه تری را فراهم می کند.	تکمیل لیست ارزش یابی از نگرش ها براساس عملکرد مورد انتظار	از طریق مشاهده ی رفتار دانش آموز (در زمان های مختلف)
		فعالیت های خارج از کلاس		ساخت وسیله و انجام آزمایش، جمع آوری اطلاعات، تهیهٔ گزارش، انجام تحقیقات، شناسایی سؤال برای تحقیق، طراحی تحقیق و	دریافت حاصل کار (برون داد) هر فعالیت	از طریق بررسی گزارش کار (پروژه ای)
۲	پایانی	دانستنی ها و مهارت ها		مفاهیم، اصول، قوانین، تعاریف و مهارت هایی هم چون فرضیه سازی، تفسیر یافته ها، پیش بینی، به کارگیری اصول علمی برای حل مسائل.	طرح پرسش های مناسب برای سنجش دانستنی ها و مهارت ها	به صورت آزمون کتبی

* نحوه ی گزارش یک آزمایش:

به شرح جزئیات و مرحله های انجام یک آزمایش، گزارش کار یک آزمایش گویند. گزارش آزمایش باید حاوی نکته های زیر باشد:

۱ـ موضوع آزمایش
۲ـ هدف از انجام آزمایش
۳ـ زمان ومکان انجام آزمایش
۴ـ وسایل لازم برای انجام آزمایش
۵ـ شرح انجام آزمایش
۶ـ درج اعداد در جداول مربوطه و رسم نمودارها
۷ـ عوامل ایجاد خطا
۸ـ نتیجه گیری
۹ـ پیشنهاد روشهای دیگری برای انجام آزمایش
۱۰ـ هر مطلب دیگری که لازم باشد.

۲ـ ارزش یابی مهارت ها و دانستنی ها

در هنگام انجام هر فعالیت یادگیری، پرورش مهارت ها و کسب دانش، به طور همزمان انجام می پذیرد. ازین رو در فهرست ارزش یابی مربوط به هر فعالیت، هم مهارت های مورد نظر در آن فعالیت و هم مفاهیم مرتبط با آن، مورد قضاوت قرار می گیرند. روش های عملی ارزش یابی از مهارت ها و دانستنی ها به صورت زیر است:

الف ـ برای هر جلسهٔ درس معلم باید با توجه به عملکرد مورد انتظار در فعالیت های یادگیری مربوط به آن جلسه یک فهرست ارزش یابی مشابه جدول (۲) از مهارت ها و دانستنی ها تنظیم کند. وی در این فهرست عملکرد مورد انتظار خود را به صورت چند جمله ی مشخص درج و نمرهٔ مربوط به هر عملکرد را بر حسب اهمیت آن و با توجه به جدول مشخص کند.

ب ـ سعی شود در هر نیم سال چند بار فهرست ارزش یابی از مهارت ها و دانستنی ها علامت گذاری شود و چنانچه روند نمرات کسب شده توسط دانش آموز در زمینه ی مهارت ها و دانستنی ها حاکی از پیشرفت دانش آموز باشد آخرین نمره ی کسب شده و در غیراین صورت میانگین نمره های کسب شده، نمره ی وی در این قسمت به حساب می آید.

جدول (۲)، نمونه ای از فهرست ارزش یابی از مهارت ها و دانستنی هاست. این فهرست جنبهٔ پیشنهادی دارد و دبیران محترم می توانند مواردی را حذف یا اضافه کنند*

نوع مهارت	عملکرد دانش آموز					ملاحظات خاص
	خیلی ضعیف	ضعیف	خوب	خیلی خوب	عالی	
ـ مشاهده (فرآیند به کار بردن حواس در جمع آوری اطلاعات از پدیده ها، وقایع و اجسام)						
ـ کاربرد ابزار و اندازه گیری (انتخاب مناسب ترین وسیله در فعالیت و کاهش درصد خطا و ...)						
ـ گردآوری اطلاعات (انتخاب راه درست در جمع آوری اطلاعات)						
ـ شناسایی و کنترل متغیرها (شناسایی عواملی که بر نتایج آزمایش مؤثرند و عواملی که قابل کنترل هستند).						
ـ تفسیر یافته ها (ارائه الگوها، روابط و نتایج بر اساس اطلاعات جمع آوری شده)						
ـ فرضیه سازی (ارائه دلایل برای حوادث و پدیدها که با مشاهدات و تجربه ها سازگاری داشته باشد)						
ـ پیش بینی (استفاده از دانش قبلی و روابط کشف شده به منظور پیش بینی وقایع)						
ـ برقراری ارتباط (ارائه روشن، دقیق و مرتبط مطالب)						
ـ طرح پرسش های مناسب و عدم تعجیل در نتیجه گیری						
ـ ارائه نظرات انتقادی و توان تصمیم گیری						

** تهیه فهرست ارزش یابی فقط مختص فعالیتهای گروهی یا انفرادی نیست، بلکه چنین فهرستی در مواردی هم که معلم به تدریس مفاهیم از طریق گفتگوی کلاسی مشغول است او را در ارزش یابی از دانش آموز و مشارکت او در فرآیند آموزش یاری می دهد.*

۳ـ ارزش یابی نگرش ها

دبیران محترم در هنگام تدریس و در طول هر نیمسال، با زیر نظر داشتن فعالیت ها، رفتارها و عملکرد دانش آموزان از میزان و نوع نگرش های مورد نظر در آموزش فیزیک شناخت پیدا می کنند و براساس فهرست ارزش یابی از نگرش ها مشابه جدول (۳) را برای هر دانش آموز علامت گذاری کنند.

جدول (۳) نمونه ای از فهرست نگرش هاست

نوع مهارت	عملکرد دانش آموز					ملاحظات خاص
	خیلی ضعیف	ضعیف	خوب	خیلی خوب	عالی	
ـ کنجکاوی (آیا به شروع فعالیت علاقه مند است و پرسش های جالب و تازه ای مطرح می کند؟)						
ـ مسئولیت پذیری						
ـ همکاری گروهی						
ـ پذیرش خطای خود						
ـ شرکت در بحث ها						
ـ ارزش و اقدام برای کار و نظر دیگران						
ـ حفاظت از محیط زیست						
ـ بهداشت و ایمنی						
ـ ...						

فیزیک ۵۹
۲۵

۴ـ فعالیت های خارج از کلاس

در برنامه جدید آموزش فیزیک سعی شده تا توانایی لازم برای به کارگیری آنچه دانش آموز آموخته را در زندگی روزمره به کار گیرد و از محیط زندگی خود به منزلهٔ یک آزمایشگاه استفاده کند، به این منظور «فعالیت های خارج از کلاس» دانش آموز نقش مهمی دارد. در طول هر نیمسال دبیران محترم تعدادی فعالیت خارج از کلاس برای دانش آموزان به صورت انفرادی یا گروهی تعیین می کنند. تعداد این فعالیت ها بستگی به نوع هر فعالیت و میزان وقت گیری آن دارد. دانش آموزان پس از انجام هر فعالیت حاصل آن را به شکل یک گزارش کتبی ارائه کنند. در مواردی که ساخت یک وسیله یا جمع آوری یک مجموعه توسط دانش آموزان انجام می پذیرد، ارائهٔ همان وسیله یا مجموعه تهیه شده گزارش کار محسوب می شود. زمینه های اصلی انجام فعالیت های خارج از کلاس عبارتند از:

۱ـ ساخت ابزار: ساختن ابزارها و وسایل مرتبط با موضوعات درسی

۲ـ طراحی و انجام یک آزمایش مرتبط با موضوع های درسی

۳ـ مشاهدهٔ یک پدیده: مشاهدهٔ دقیق با جمع آوری اطلاعات و تهیهٔ گزارش دربارهٔ موضوع های گوناگون مرتبط با درس

۴ـ مصاحبه با افراد مطلع: گردآوری اطلاعات و تهیه گزارش از طریق گفت وگو با افراد متخصص و مطلع دربارهٔ موضوع های گوناگون مرتبط با درس

۵ـ بازدیدهای علمی (فرهنگسراها، خانه های علم، بنیادهای فرهنگی، مرکز تحقیقاتی وصنعتی و ...)
۶ـ تحقیق در مورد زندگی و فعالیتهای علمی دانشمندان
۷ـ تحقیق درباره بعضی از موضوعات مرتبط با کتاب
۸ـ ...

۵ـ ارزشیابی پایانی

در ارزش یابی پایانی (نیمسال اول و آخر سال تحصیلی)، نیز علاوه بر ارزش یابی دانستنی های اکتسابی دانش آموزان، مهارت های «فکر کردن»، «مقایسه کردن»، «تفسیر کردن»، «طراحی تحقیق»، «نتیجه گیری»، «آزمایش» و ... را باید ارزش یابی کرد. حداقل نمره ای که به این مهارت ها اختصاص داده می شود نبایستی از ۲۵٪ نمره ی کل آزمون کمتر باشد.

پرسش های این آزمون باید عمدتاً فکری و فهمیدنی باشند و از پرسش هایی که متکی بر حافظه اند کمتر استفاده شود، یعنی بهتر است پرسش تفکر برانگیز باشد و دانش آموزان را با یک مسئلهٔ جدید درگیر کند. گاهی از طریق مطرح ساختن بعضی شرایط فرضی می توان از دانش آموزان خواست که به نتیجه گیری، تفسیر یافته ها، طراحی تحقیق، آزمایش و ... بپردازند. چنین پرسش هایی در واقع مهارت های دانش آموزان را مورد سنجش قرار می دهند.

نمونه ی پرسش هایی که برای ارزش یابی از این مهارت ها طرح می شوند، در کتاب درسی دانش آموز موجود است. بدیهی است اگر در آزمون سؤالاتی درست شبیه سؤالات کتاب درسی داده شود، از نظر ارزش یابی کم ارزش و گاهی اوقات به طور کامل فاقد ارزش است.

جدول (۴) ـ بارم بندی کتاب فیزیک ۱ و آزمایشگاه *
در سال تحصیلی ۸۱ ـ ۱۳۸۰

عنوان فصل	نوبت اول	نوبت دوم	شهریور
فصل ۱ـ انرژی	۷	۲	۳/۲۵
فصل ۲ـ دما و گرما	۷	۲	۳/۲۵
فصل ۳ـ الکتریسیته	۶ تا پایان صفحه ۶۲ — — — —	۱ — — — ۳	۴/۵
فصل ۴ـ نور ـ بازتاب نور	—	۶	۴/۵
فصل ۵ـ شکست نور	—	۶	۴/۵
جمع	۲۰	۲۰	۲۰

* نمرات هر فصل می تواند حداکثر ۰/۵ نمره نسبت به بارم فوق تغییر یابد.

جدول ۵ـ بارم بندی کتاب فیزیک (۲) و آزمایشگاه رشته های علوم تجربی و علوم ریاضی
در سال تحصیلی ۸۱ ـ۱۳۸۰

عنوان فصل	نوبت اول	نوبت دوّم	شهریور
فصل اول ـ فیزیک و اندازه گیری	۵	۱/۲۵	۲/۵
فصل دوم ـ حرکت شناسی	۷/۵	۱/۷۵	۳/۷۵
فصل سوم ـ دینامیک	۷/۵	۲	۳/۷۵
فصل چهارم ـ کار و انرژی	—	۴	۲/۷۵
فصل پنجم ـ ویژگی های ماده	—	۵	۳/۲۵
فصل ششم ـ گرما و قانون گازها	—	۶	۴
جمع	۲۰	۲۰	۲۰

جدول ۶ ـ بارم بندی کتاب فیزیک (۳) و آزمایشگاه رشتهٔ علوم تجربی
در سال تحصیلی ۸۱ ـ۱۳۸۰

عنوان فصل	نوبت اول	نوبت دوّم	شهریور
فصل اول ـ الکتریسیته	۱۱	۲/۷۵	۵/۵
فصل دوم ـ جریان الکتریکی	۹	۲/۲۵	۴/۵
فصل سوم ـ مغناطیس	—	۸/۵	۶
فصل چهارم ـ القای الکترومغناطیسی	—	۶/۵	۴
جمع	۲۰	۲۰	۲۰

جدول ۷ ـ بارم بندی کتاب فیزیک (۳) و آزمایشگاه رشتهٔ علوم ریاضی
در سال تحصیلی ۸۱ ـ ۱۳۸۰

عنوان فصل	نوبت اول	نوبت دوّم	شهریور
فصل اول ـ ترمودینامیک	۱۰	۲/۵	۴/۵
فصل دوم ـ الکتریسیته	۱۰	۲/۵	۴/۵
فصل سوم ـ جریان الکتریکی	—	۵	۳/۵
فصل چهارم ـ مغناطیس	—	۶	۴/۵
فصل پنجم ـ القای الکترومغناطیسی	—	۴	۳
جمع	۲۰	۲۰	۲۰

جدول ۸ ـ بارم بندی کتاب فیزیک (۱) رشتهٔ علوم تجربی دورهٔ پیش دانشگاهی
در سال تحصیلی ۸۱ ـ ۱۳۸۰

عنوان فصل	پایان نیم سال	جبرانی
فصل اول	۱/۵	۲
فصل دوم	۳/۵	۴/۷۵
فصل سوم	۴/۵	۶
فصل چهارم	۵/۵	۷/۲۵
جمع	۱۵	۲۰

جدول ۹ ـ بارم بندی کتاب فیزیک (۲) رشتهٔ علوم تجربی دورهٔ پیش دانشگاهی
در سال تحصیلی ۸۱ ـ۱۳۸۰

عنوان فصل	پایان نیم سال	جبرانی
فصل اول	۴	۵/۵
فصل دوم	۶	۸
فصل سوم	۵	۶/۵
جمع	۱۵	۲۰

جدول ۱۰ ـ بارم بندی کتاب فیزیک (۱) پیش دانشگاهی رشتهٔ علوم ریاضی
در سال تحصیلی ۸۱ ـ۱۳۸۰

عنوان فصل	پایان نیم سال	جبرانی
فصل اول	۱	۱/۵
فصل دوم	۴/۵	۶
فصل سوم	۳/۲۵	۴/۲۵
فصل چهارم	۳/۲۵	۴/۲۵
فصل پنجم	۳	۴
جمع	۱۵	۲۰

جدول ۱۱ ـ بارم بندی کتاب فیزیک (۲) رشتهٔ ریاضی دورهٔ پیش دانشگاهی
در سال تحصیلی ۸۱ ـ۱۳۸۰

عنوان فصل	پایان نیم سال	جبرانی
فصل اول	۳/۵	۴/۷۵
فصل دوم	۳/۵	۴/۷۵
فصل سوم	۳/۲۵	۴/۲۵
فصل چهارم	۴/۷۵	۶/۲۵
جمع	۱۵	۲۰

اسفندیار معتمدی

روش علمی

مقدمه

روزی پزشکی به دیدار استاد خود رفت. استاد مشغول امتحان از دانشجویان بود. پزشک چشمش به برگه پرسش های امتحانی افتاد و تعدادی از آنها را خواند. سپس از استاد پرسید که: این پرسش ها همان سؤالاتی است که سی سال پیش در کلاس ما پرسیده بودید. آیا در این مدت هیچ تغییری در علم پزشکی صورت نگرفته است؟

استاد در پاسخ گفت: ***پرسش ها همان است که بود. اما پاسخ پرسش ها و روش رسیدن به آن پاسخ ها آن نیست که بود. روش ها کامل تر، ابزارها دقیق تر و پاسخ ها علمی تر شده است.*** شما در آن زمان پاسخ پرسش ها را از دیده ها و شنیده ها و خوانده های خود می گفتید یا بر پاسخنامه می نوشتید و ***امروز با روش علمی پاسخ ها را کشف می کنند.*** به طوری که هر پاسخگو یک محقق است و ضمن یافتن پاسخ هر سؤال یا مسئله، پرسش های تازه تری را مطرح می کند و راه های جدیدتری را می یابد. مثلاً سقوط سیب از درخت، یک پدیده طبیعی است. اما در برابر مشاهده این واقعیت، افراد کنجکاو می پرسند چرا سیب سقوط می کند.

ارسطو می گوید:

سیب، عنصری خاکی است و مکان اولیه آن زمین بوده و می خواهد به اصل خود بازگردد. «کلُ شیئٍ یرجع الی اصله» و نظریه عناصر چهارگانه خاک، آب، هوا و آتش را مطرح می کند.

نیوتون می گوید:

نیروی جاذبه زمین سبب سقوط سیب می شود و نظریه گرانش را مطرح می کند.

اینشتین می گوید:

خمیدگی فضا سبب سقوط سیب می شود و نظریه نسبیت و خمیدگی جریان را مطرح می کند.

کدام از این سه پاسخ درست است؟

لازم است بدانیم که با چه روشی به این پاسخ ها رسیده اند؟

> ◆ مجموعه کارهایی را که پژوهشگر برای رسیدن به پاسخ درست یک پرسش یا مسئله یا رفع یک مشکل انجام می دهد روش علمی نامند.

روش علمی چیست؟

مجموعه کارهایی را که پژوهشگر برای رسیدن به پاسخ درست یک پرسش یا مسئله یا رفع یک مشکل انجام می دهد روش علمی نامند. با کشف راه های جدید و اختراع وسایل دقیق روش علمی درحال رشد و تکامل است و نحوه استفاده از روشها و ابزارها در افراد مختلف متفاوت است.

آلبرت اینشتین (۱۹۵۵ ـ ۱۸۷۹ م) در برابر این پرسش که: «دانشمند از چه راهی و چگونه به رازهای طبیعت پی می برد و قوانین آن را درمی یابد»؟ می گوید:

اگر شما می خواهید به روش کار دانشمند پی ببرید، آنچه دانشمند ممکن است بگوید، نشنوید و آنچه می کند، را جستجو کنید ...»[1]

بنابراین راه و روش دانشمندان در تحقق واقعیت ها با هم تفاوت دارد. با وجود این، همه آنها کم و بیش مراحلی را طی می کنند تا معمایی را کشف کنند. به طور کلی روش علمی یا روش کار دانشمندان شامل مراحل زیر است:

۱ ـ انتخاب موضوع و هدف از فعالیتی که باید صورت گیرد.

۲ ـ مطالعه آن چه درباره آن موضوع

صورت گرفته است.

۳ ـ طرح فرضیه

۴ ـ مشاهده، آزمایش، جمع آوری و طبقه بندی اطلاعات و تجزیه و تحلیل یافته ها

۵ ـ نتیجه گیری و امتحان فرضیه و بیان قانون

نخستین مرحله تحقیق هنگامی شروع می شود که انسان کنجکاو با مسئله ای روبه رو شود که با اطلاعات و انتظارات او هماهنگ نباشد و نتواند از عهده حل و بحث آن برآید. این مسئله و موضوع می تواند یک پدیده طبیعی مانند تأخیر در انجماد آب، یک بیماری مانند سرطان یا یک مسئله اجتماعی مانند اعتیاد باشد. پژوهشگر باید موضوع و هدف پژوهشی خود را کاملاً تعریف و حدود کار خود و هدف از تحقیق را مشخص کند.

دومین مرحله تحقیق، جمع آوری کارهایی است که در موضوع تحقیق صورت گرفته است. در این مرحله پژوهشگر با استفاده از انواع منابع اطلاعاتی مانند روزنامه، مجله، کتاب، فیلم، اسلاید و شبکه های اطلاع رسانی ملی و بین المللی از سابقه کار و نتایجی که به دست آمده آگاهی های لازم را به دست می آورد و آنها را مطالعه، طبقه بندی و تجزیه و تحلیل می کند. پژوهشگری موفق تر است که اطلاعات دقیق تری از کارهای گذشتگان را از نظر زمانی و مکانی گردآوری و تحلیل کند.

سومین مرحله روش علمی ساختن فرضیه است. ***فرضیه یک پاسخ احتمالی است.*** فرضیه یک راه حل است که شخص برای توضیح و تعبیر موضوع و مسئله موردنظر برمی گزیند. هر اندازه اطلاعات مقدماتی فرد بیشتر و قدرت تجزیه و تحلیل آن زیادتر باشد فرضیه کامل تر است. با افزایش اطلاعات و برخورد با رویدادهای جدید فرضیه ها تکامل می یابند. مثلاً در موضوع ساختار اتم فرضیه اتم قلابدار دالتون، فرضیه کیک کشمشی یا مدل هندوانه ای تامسون، فرضیهٔ منظومه ای رادرفورد فرضیه بور، مطرح شدند و هر یک توانستند در زمان خود پدیده هایی را توجیه و تفسیر کنند تا به فرضیه های جدید امروزی رسیدند.

چهارمین مرحله از روش علمی مشاهده، آزمایش، گردآوری اطلاعات و تجزیه و تحلیل یافته ها از راه های گوناگون است. این مرحله مهم ترین کار پژوهشگر است. در این مرحله است که دانشمندی چون **رونتگن** سه سال در آزمایشگاه خود می ماند تا سرشت پرتوهای x (پرتوهای رونتگن) و چگونگی تولید وآثار آن را کشف کند. یا مایکلسون به مدت ۴۰ سال، از ۱۸۸۰ تا ۱۹۲۰ میلادی به اندازه گیری سرعت نور می پردازد و با آزمایش های مشهور خود نشان می دهد که سرعت نور در تمام امتدادهای فضا یکسان است. یا هنری کاوندیش (۱۸۱۰ ـ ۱۷۳۱) مدت شصت سال درآزمایشگاه خود مشغول بود و ضمن آزمایش و تحقیق بر ثابت جهانی جاذبه، ترازوی پیچشی را اختراع کرد و جرم زمین را اندازه گرفت.

پژوهشگر پس از انجام آزمایش یا جمع آوری آمارها به تحلیل آنها می پردازد و رابطه میان علت ها و معلول ها را بررسی و ارزیابی می کند. ضمن گردآوری اطلاعات و بررسی آزمایش ها ممکن است پژوهشگر به مواردی برخورد کند که اطلاعات نادرست و انجام آزمایش ها با خطا همراه بوده است. در این جاست که دقت علمی و تیزبینی او در کار مؤثر است و سبب می شود که اطلاعات ناقص و نادرست را کنار بزند.

پنجمین مرحله از فعالیت روش علمی نتیجه گیری و اثبات درستی فرضیه است. پژوهشگر در این مرحله صحت فرضیه خود را با استفاده از نتایج آزمایش های گوناگون تأئید می کند و برای آن که کاملاً به کار خود مطمئن شود دوباره اسناد و مدارک خود را از نو بررسی می کند و با انجام آزمایش های جدید به امتحان فرضیه می پردازد. اگر فرضیه در همه موارد تأئید شد به شکل قانون درمی آید در این صورت پژوهشگر به تنظیم و بیان قانون و تهیه گزارش کامل از مجموعه فعالیت های خود مشغول می شود. هرگاه ضمن تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش، فرضیه تأئید نشد، فرضیه جدید پیشنهاد می شود و دوباره مراحل کار انجام می شود.

◆ نخستین مرحله تحقیق هنگامی شروع می شود که انسان کنجکاو با مسئله ای روبه رو شود که با اطلاعات و انتظارات او هماهنگ نباشد و نتواند از عهده حل و بحث آن برآید.

زیر نویس:

1. "don't listen to what scientist may tell you. watch what he does"

جایگاه «نگرش مفهومی» در آموزش فیزیک

جهانگیر ریاضی

مقدمه: *نظام آموزشی پویا، حاصل یک دوره آموزش فیزیک در سطح دبیرستان یا دانشگاه؛ دست یابی به اصولی است که با استفاده از آنها بتوان قوانین ناظر بر رویدادهای طبیعت را از نظر فیزیکی ارزیابی کرد و بر روند رویداد اثر گذاشت. حصول به چنین هدفی از طریق روش های مرسوم در «آموزش سنتی» امکان پذیر نیست. در این نوشتار بر آموزش مفهومی فیزیک به عنوان اساس و پایهٔ پرورش روحیه خلاق در استفاده از قوانین و اصول فیزیک تأکید می شود. و در نهایت ویژگی های چنین آموزشی مورد بررسی قرار می گیرد.*

رابطهٔ «هدف» و «شیوه های آموزش»

اصولاً «هدف آموزش» عامل تعیین کننده در اتخاذ روش ها و الگوهای آموزش است. به این اعتبار دو وضعیت کلی قابل ارزیابی است:

۱) شرایطی که هدف آموزش صرفاً آماده کردن دانش آموزان برای پاسخ گویی به پرسش هایی «مشخص» و کلیشه ای با الگوهای از قبل تعیین شده باشد: در چنین شرایطی نیازی به تحلیل بنیادی مسائل و آموزش اصولی مفاهیم نیست و ضرورت آن احساس نمی شود. این روش قبل از آنکه مفهوم «علمی آموزش» را به خود بگیرد، نوعی آماده سازی دانش آموزان برای موفقیت در یک «مسابقه» است و هدف آن در همین حد باقی خواهد ماند. هرچند ظاهراً ادعا بر آن باشد که پس از گذشتن از این مسابقه و ورود به دانشگاه فرد فرصت بیشتری برای پرداختن به «نگرش مفهومی» به مسائل فیزیک خواهد داشت، ولی واقعیت این است که آن فرصت طلایی «پرداختن به مفاهیم بنیادی» در چنین دیدگاهی هرگز ایجاد نخواهد شد، زیرا با اهداف علمی آموزش در تضاد است. حاصل کارکرد این روش، افرادی هستند که در عمل حتماً مصرف کنندگان خوبی برای دستاورد علمی دیگران نیستند. حاصل این شیوه که متأسفانه «آموزش» نام گرفته، ترویج نوعی سطحی نگری، استفاده موردی و کلیشه ای از فرمول ها، عدم درک جامع قوانین فیزیک و در نهایت پرورش نوعی فرهنگ غیرمولد و معرفی در محدودهٔ کار علمی است.

۲) اگر هدف آموزش، تربیت انسان هایی باشد که در نهایت خود منشاء تولید اندیشه های نو در علم هستند، به بیان دیگر در تولید اندیشه های علمی سهیم اند، آنگاه ضرورت کار اصولی و آموزش بنیادی مفاهیم احساس خواهد شد. در چنین آموزشی است که روند یکسویه آموزش، جای خود را به گفتگوی دوجانبه بین معلم و دانش آموز خواهد داد. دانش آموز فرصت دخالت در امر فراگیری داشته و مجال می یابد با تجربه خود «مفاهیم» را درک کند.

ویژگی های آموزش بنیادی مفاهیم فیزیک:

۱) آموزش جامع نگری به طبیعت و قوانین ناظر بر آن:

رویدادهای طبیعت از قوانین خاص خود پیروی می کنند. ولی این بدان معنا نیست که به تعداد رویدادهای طبیعت باید قانون وجود داشته باشد. رویدادهای به ظاهر متنوع از «قوانین واحدی» پیروی می کنند. درک این موضوع همان فراگیری نگرش جامع به رویدادهاست. برای تقویت این آموزش مفید است که بر قوانینی مانند «قوانین پایستگی» شامل: پایستگی انرژی، پایستگی بار الکتریکی، پایستگی تکانه، پایستگی تکانه زاویه ای و ... که در گسترهٔ وسیعی از رویدادها کاربرد دارند، تأکید بیشتری کرد.

۲) درک تشابه رفتار طبیعت در پدیده هایی به ظاهر متفاوت:

در این راستا ضمن تأکید بر یافتن گسترهٔ کاربرد یک قانون معین در عرصه های مختلف، از دانش آموز می خواهیم پس از به کارگیری قانون در یک مسئله مشخص، تلاش کند که سایر عرصه های کاربرد آن را بیابد. به بیان دیگر، فهرستی از

کاربردهای این قانون را در ذهن مجسم کند.

۳) جایگاه درست «الگوهای ریاضی» در ارائه مفاهیم فیزیک:

قوانین ناظر بر رویدادهای طبیعت نهایتاً در قالب روابط ریاضی بیان می شوند، تا بتوان در یک رویداد مشخص به طور کمّی از آنها استفاده کرد. این موضوع نباید باعث جایگزین کردن روابط ریاضی به جای مفاهیم اساسی فیزیک شود. به بیان دیگر در آموزش فیزیک آنچه حائز اهمیت است، تلاش در درک مفاهیم و قوانین ناظر بر رویدادها، از طریق تجزیه و تحلیل هایی است که فرد خود را در فضای یک رویداد احساس کند و با تجربه خود بتواند تا حد امکان موضوع را درک کند. ولی متأسفانه دیده می شود که برای سهولت کار، مفاهیم فیزیک را در حد چند فرمول و رابطه ریاضی خلاصه، و «کارکرد کلیشه ای این روابط در مسائل مشخص» را جایگزین آموزش مفاهیم می کنند. ضمن تأکید بر جایگاه مهم الگوهای ریاضی به عنوان قالب های ارائه قوانین، نباید نگرش فیزیکی را تحت الشعاع دیدگاه صرفاً ریاضی به مفاهیم قرار داد.

۴) رویدادها حاصل برهم کنش اجسام هستند:

هیچ رویدادی مستقل از متغیرهای محیطی مؤثر قابل بررسی نیست. برای مثال در تحلیل دینامیکی حرکت یک جسم، اساس بررسی، توجه به برهم کنش های جسم با محیط یا اجسام اطراف آن است. همچنین در ترمودینامیک، هدف بررسی تبادل کار و گرما بین یک دستگاه ترمودینامیکی و محیط است.

۵) مفاهیم فیزیک را می توان «یاد گرفت»:

مفاهیم و قوانین فیزیک، رویدادهایی را توصیف می کنند که قانونمند و از انسجام داخلی برخوردارند و قابل «یادگیری» هستند. پس به جای «حفظ کردن الگوهای کلیشه ای» در آموزش فیزیک، باید روش یادگیری بنیادی را آموزش داد. تأکید بر این باور که فیزیک و مفاهیم اساسی آن قابل یادگیری است به شرط آنکه روش فراگیری آن را بیاموزیم.

۶) تأکید بر تعاریف و مفاهیم اولیه، و قائل بودن به، روند ساده به پیچیده در فرایند یادگیری.

از دانش آموز بخواهیم چهارچوب طرح شده در برنامه آموزش دبیرستان را بخوبی بیاموزد و از همان آغاز خود را درگیر موضوعات پیچیده و دور از دسترس نکند.

شما چه فکر می کنید؟

حسن قلمی باویل علیایی

نوشته نامرئی

وسایل مورد نیاز: ۱ ـ کاغذ ۲ ـ خودکار

یک برگه کاغذ را خیس کنید و به روی یک سطح صاف و محکم (مانند شیشه یا آینه) قرار دهید به روی کاغذ خیس یک کاغذ خشک قرار دهید و با خودکار جمله «***این نوشته پس از مدتی محو خواهد شد***» را بنویسید. کاغذ خشک را بردارید و مدتی صبر کنید تا کاغذ خیس خشک شود. پس از خشک شدن کاغذ خیس شما بر روی آن هیچ نوشته ای مشاهده نمی کنید. برای آنکه نوشته شما بازگردد مجدداً کاغذ را خیس کنید. در این صورت شما جمله «***این نوشته پس از مدتی محو خواهد شد***» را خواهید دید.

چرا یک چنین اتفاقی می افتد؟ آیا فشاری که در هنگام نوشتن به روی کاغذ به کمک خودکار به کاغذ وارد می سازیم نقش مهمی را ایفا می کند؟ شما چه فکر می کنید؟

نقش همیاری در آموزش فیزیک

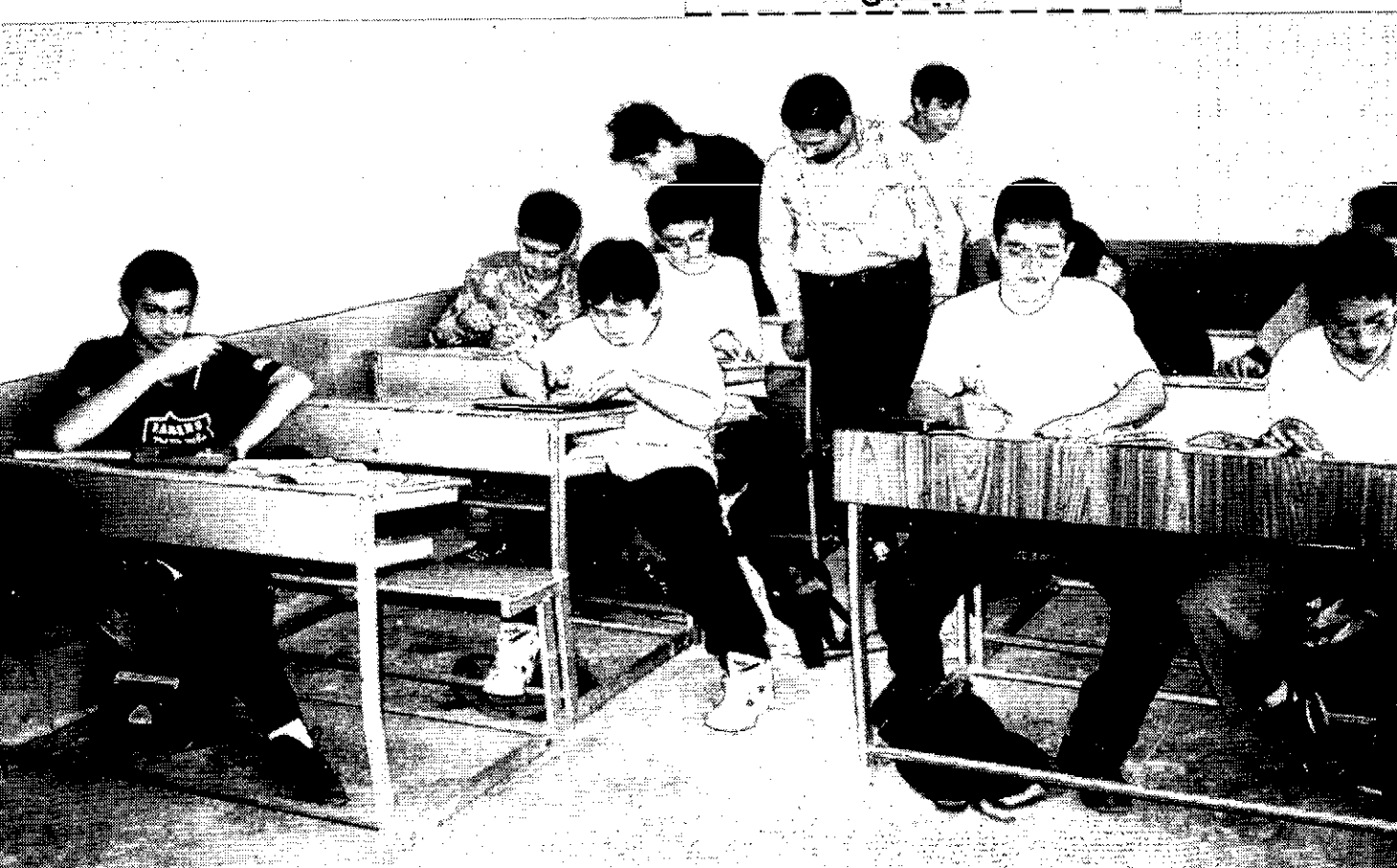
مجید حجتی

مقدمه

با توجه به آنکه حدود یک دهه از شروع تغییر و تحول در ساختار آموزش متوسطه کشورمان می گذرد به نظر می رسد نظام جدید با وجود ارزشمند بودن (به لحاظ پویایی آن) به دلیل عدم همخوانی با دوره های آموزشی قبل از آن نتوانسته است جای خود را آن طور که باید و متناسب با تلاشی که در جهت تثبیت آن می شود در نظام آموزشی کشور باز کند. از این روی وظیفه کلیه دست اندرکاران امر تعلیم و تربیت است تا با ارائه راهکارهای مناسب آموزش و پرورش را در راستای اصلاحات آموزشی آتی یاری دهند. به امید آنکه بتوانیم شاهد ایجاد یک نظام آموزشی جامع و کارآمد در کشورمان باشیم.

نوشتاری که پیش روی دارید تحقیقی پیرامون «**روش عملی آموزش مفاهیم و حل مسائل فیزیک به شیوه همیاری**[1]» است که اینجانب چندین سال است به عنوان روش آموزش گروهی در کلاس درس به کار گرفته ام. همچنین در جهت رسیدن به مطلوب ترین طریقه اجرای آن به طوری که حداقل اشکال را در پی داشته باشد در چندین مرحله آن را به کار بسته ام و در مواردی آنرا تغییر داده و تصحیح کرده ام و در هر مرحله تأثیر آن را با مراحل قبل مقایسه کرده و عملاً به نتایج مثبتی دست یافته ام که ماحصل آن را در زیر می آورم. همچنین توانسته ام با به کار بردن آن دانش آموزانی را به مراحل دلخواهشان در زمینه یادگیری فیزیک ارتقا دهم.

امیدوارم مورد استفاده همکاران گرامیم نیز قرار گیرد و خداوند توفیق بهره گیری از تجربه های دیگران را نیز نصیب اینجانب بفرماید.



الف) نقش همیاری در یادگیری فیزیک

پس از چند سال سروکله زدن با دانش آموزان دوره متوسطه به این نتیجه رسیدم که یکی از عواملی که یادگیری فیزیک را برای ایشان بغرنج جلوه می دهد آن است که در این زمینه هیچ نوع حس همیاری ندارند. بدین معنی که هیچ وقتی را به صورت گروهی صرف یادگیری مفاهیم فیزیک نمی کنند. از طرفی یادگیری این مفاهیم مستلزم بررسی و آزمایش هستند و آزمایش نیازمند صرف وقت زیاد است. از طرف دیگر، دانش آموزان کشور ما به طور معمول در سنین نوجوانی برای چنین کاری حوصله به خرج نمی دهند[۲].

البته ذکر این مطلب بدین معنا نیست که بی حوصلگی طبیعت دوران نوجوانی است. چراکه ما می بینیم بسیاری از دانش آموزان کشورهای توسعه یافته در این رده سنی شیفته تحقیق بر روی عناوین مختلف علمی هستند. حال، قبل از بررسی علت این اختلاف به منظور آنکه مفهوم واژه همیاری را در دوران کودکی بیان نمایم به ذکر دو تجربه می پردازم:

تجربه اول مربوط به دکتر کفارت رئیس مرکز تحقیقات کارهای بزرگ کودکان آمریکاست، ایشان می گوید: «در حقیقت نیروی جاذبه زمین نقطه ثابتی است که نوزاد در مرحله اول احساس حرکت سعی می کند آن را تحت قوانین و اصول معینی بشناسد. بنابراین، این تجربه را شما باید با برداشتن یک اسباب بازی که برای هشتاد و هفتمین بار به زمین پرت شده است بهتر درک کنید[۳]» نکته مسلمی که از این گفته می توان دریافت آن است که کودک برای درک مفاهیم نیاز به همیاری دارد و این کار چیزی را جز صبر و حوصله ما نمی طلبد.

به مورد دیگری که خودم تجربه کرده ام توجه کنید: رفتار کودکی که توانایی های حسی و حرکتی اش به اندازه کافی رشد کرده بود را هنگام برخورد به دیوار به دقت مشاهده کردم. او پس از برخورد به دیوار و احساس درد در یکی از اعضای بدنش دیوار را مورد حمله قرار داد. این رفتار کودک حاکی از آن بود که احساس کرد دیوار او را زده است. این زدن از لحاظ علمی ضربه نامیده می شود و ضربه نتیجه وارد شدن نیرو است. این نیرو همان چیزی است که نیوتون آن را در قانون سوم حرکت واکنش (F-) معرفی می کند. او در حالی که دوباره به دیوار حمله می کرد واکنش دیوار را مجدداً احساس کرد. اگر در این مورد نیز تأمل کنیم درمی یابیم که کودک در حال کسب تجربه است. در این جا همیاری ما با کودک می تواند این باشد که مانع وی نشویم زیرا مطمئناً وی با انجام این عمل نمی تواند خودش راناقص کند. ترس از آنکه مبادا ضرر و زیانی به دیوار وارد شود ممکن است باعث ایجاد خسارت جبران ناپذیری از لحاظ کسب تجربه در کودک شود. اگر بازی بچه ها را در مهدهای کودک با دقت زیر نظر بگیریم، درمی یابیم که ایشان به طور غریزی یک نوع حس همیاری دارند و این حس نیازمند جهت دهی و تقویت است. این همان کاری است که کشورهای توسعه یافته در انجام آن از ما پیشی گرفته اند. در این کشورها گروهی متخصص، یادگیری به شیوه همیاری را از دوران کودکی فراگیر کرده اند. چرا که پی برده اند اگر در سنین قبل از دبستان و دبستان کودکان را با امکانات خاصی آزاد بگذارند به طور گروهی به نتایجی (هرچند بدیهی) دست می یابند که در آینده ایشان را از آموختن نظریهٔ کلاسیک بسیاری از مطالب (که طبیعتاً بغرنج است) بی نیاز می کند. با این عمل حس کنجکاوی وی ارضا می شود و ارضای حس کنجکاوی باعث ایجاد روحیه مکاشفه و بررسی در کودک می شود و با تقویت این روحیه می توان از او یک فرد خلاق و محقق ساخت. تنها در این صورت است که ایشان در دوران نوجوانی نیز به تحقیق و بررسی عادت می کنند و چه بسا به کمک اندوخته های اندک خود دست به کارهای بزرگی بزنند. آری اگر ما واقعاً خواهان آن هستیم تا ایشان در دوره نوجوانی افرادی خودجوش و خلاق باشند لازمه آن این است که در دورانی که نیاز به همیاری واقعی ما دارند ایشان را تنها نگذاریم.

ب) علل عدم همیاری دانش آموزان در ایران

پس از آن که تصمیم گرفتم از طریق همیاری دانش آموزان را به فعالیت بیشتر تشویق کنم سعی کردم عواملی که باعث شده است ایشان از همدیگر فاصله بگیرند را شناسایی، و در عمل از آن عوامل اجتناب کنم. آنجایی که مجبور بودم به دلیل قوانین موجود به آنها عمل کنم نقش آنها را در موفقیت

کمرنگ جلوه دادم. علل مذکور را در طی چند جلسه پرسش و پاسخ با دانش آموزان دوره راهنمایی و متوسطه بررسی کرده ام که نتیجه آن عبارت است از:

(۱) ممانعت از انجام بازی های گروهی در دوران کودکی یا عدم تجربه صحیح دانش آموز از فعالیت های گروهی

در جامعه ما بسیاری از بچه ها در دوران کودکی توسط والدین از با هم بودن منع می شوند و دلیل والدین نیز ترس *از آن است که شخصیات سایر بچه ها در فرزندشان تأثیر منفی* بر جای گذارد.

(۲) قوانین سخت مدارس

در مدارس ما از ابتدایی تا متوسطه نه تنها آموزش به شیوه گروهی کمتر مرسوم است، بلکه از صحبت کردن دانش آموزان با همدیگر نیز ممانعت به عمل می آید. حتی، به گفته بعضی از دانش آموزان معلم بیشتر مایل است دانش آموز فقط با وی صحبت کند و چنانچه سؤالی دارد فقط با خود او در میان بگذارد یعنی از تبادل نظرات دانش آموزان در زمینه درس نیز جلوگیری می کند.

(۳) لحاظ کردن نمره به عنوان تنها نشانه موفقیت دانش آموز

اگر دلایل همیاری کودکان در مهدهای کودک را جویا شویم درمی یابیم یکی از علل آن راه نیافتن سیستم نمره گذاری به این مراکز است. امید است که در آینده نیز به بهانه رسمیت بخشیدن به آموزش مقوله نمره و امتیاز آنگونه که در مدارس رایج است به این مراکز راه نیابد. البته لازم به ذکر است که سیستم نمره گذاری اشکالی ندارد. بلکه برداشت های نادرستی که بزرگترها از نمرات دانش آموزان دارند محل اشکال است. افرادی که با دانش آموزان سروکار دارند به جای آنکه در این دوران از نمره به عنوان وسیله ای در جهت کشف استعدادهای ایشان بهره بگیرند نمره را به منزله هدف تلقی می کنند و به طور مداوم بالا رفتن سطح نمرات دانش آموزان رادال بر پیشرفت ایشان قلمداد می کنند. دانش آموزی که با این دید مورد توجه قرار می گیرد برای جلب توجه دیگران سعی می کند از همکلاسان خود کناره گرفته و سعی در کشف راه مناسبی جهت کسب نمره برتر کند. بنابر این طبیعی است که حاضر نیست با دیگران در زمینه درسی همیاری کند.

(۴) مقایسه فرزندان با همدیگر و با دوستانشان از طرف والدین

یکی دیگر از عواملی که باعث فاصله گرفتن دانش آموزان از همدیگر می شود مقایسه وی با دیگران صرف نظر از استعداد ایشان است که غالباً توسط والدین صورت می گیرد. ایشان معمولاً با قصد تحریک غیرت فرزند خود استعداد دیگران را به رخ وی می کشند و احیاناً سرکوفت دیگران را به او می زنند. این کار باعث می شود که او دیگران را نه تنها دوست بلکه دشمن خود فرض کند و چه بسا چنانچه نتواند از ایشان پیشی بگیرد سعی می کند به آنها ضربه بزند تا آنکه جلوی پیشرفتشان را سد کند. جالب اینجاست که والدین گرامی براین احساس حسادتی که در فرزندان خود ایجاد می کنند مارک رقابت سالم و سازنده می زنند.

این عوامل دست به دست هم داده و زمینه دور شدن بیش از پیش دانش آموزان و در نتیجه عدم همیاری ایشان را فراهم می آورد.

پ) ارائه روش عملی پیشنهادی جهت یادگیری مفاهیم فیزیک به شیوه همیاری

با توجه به اینکه از بین بردن کامل آثار سوء ناشی از عدم همیاری در دوران کودکی ممکن نیست، می توان با به کارگیری روش هایی روحیه میل به همیاری را تا حدودی در ایشان تقویت کرد. به طوری که از یادگیری در گروه لذت ببرند. بدین منظور به عنوان اولین قدم ایشان را برای انجام فعالیت های مرتبط با موضوع های درس به صورت گروهی درآوردم و بخشی از نمره درس را که در اختیارم بود به کارهای عملی ایشان که در غالب گروه انجام می شد اختصاص دادم. به عنوان نمونه و ارائه الگو در اولین جلسه آزمایشگاه یک وسیله ساده را با همدیگر ساختیم.

مرحلهٔ بعد در هر جلسه وسیله آزمایشگاهی ساده ای که مربوط به درس آن جلسه می شد را به کلاس بردم و سعی کردم در مورد طرز کار، طریقه ساخت و کاربرد آن در آزمایشگاه توضیح دهم. همچنین آن وسیله را در اختیارشان گذاشتم تا با آن آزمایش کنند. سپس از ایشان خواستم تا در مورد کاربرد آن در صنعت تحقیق کنند. به عنوان مثال روزی که قرار بود در رابطه با وزن صحبت کنم تعدادی نیروسنج را به کلاس بردم و از بچه ها خواستم تا با آن وزن کیف و لوازم التحریری که دارند را تعیین کنند، و فرق آن را با ترازو

بیان کنند. همچنین از ایشان پرسیدم که آیا مـی شـود از آن به عنوان ترازو استفاده کرد؟ دانش آموزان مدتی با این وسیله مشغول شدند و در جلسات بعد به عنوان تکلیف به صورت گروهی نمونه ای از آن را ساختند و به کلاس آوردند.

به عنوان گام بعدی بعضـی از جـلسـات درس را بـه آزمایشگاه کشاندم و در آنجا ایشان همزمان با درس به انجام آزمایش پرداختند. حتی در بسیاری از موارد قبل از شـروع درس به ایشان کمک کردم تا آزمایشی مرتبط با موضـوع آن جلسه انجام دهند. پس از انجام آن خواستم تا نتایجشان را به صورت گروهی ارائه دهند و سپس شروع به بیان نظـری مطالب کردم. جالب اینجاست که برخلاف نظر بعضـی از همکاران این کار باعث شد تا بتوانم درس را بـا سـرعـت بیشتری به پیش ببرم و درعین حال باعث رضایت بچـه هـا (از لحاظ یادگیری)شوم.

در مجموع این گونه همیاری دانش آمـوزان دو فـایـده داشت یکی آنکه حساسیت ایشان را در گرفتن نمـره بـرتـر شخصی تا حدودی کاهش داد، و آنها را وادار کرد تا برای گرفتن نمره برتر با همدیگر همفکری کنند. چرا که گرفتـن نمره برتر فرد در گرو گرفتن نمره برتر گروه بود.

دیگر آنکه هر کدام برای نشان دادن برتری های شخصی خود سعی کردند در پیشبرد کار بیشتر موثر واقـع شـونـد. بالطبع آنهایی که در گروه از لحاظ علمی در سطح پایین تری قرار داشتند از کمک قوی ترها استفاده می کردند و این همان چیزی بود که از به کارگیری این روش دنبال می کردم.

این نتیجه از آن روی حائز اهمیت بود که دانش آموزانی به فیزیک علاقه نشان دادند که به گفته خودشان قبل از آن از این درس متنفر بودند. همچنین به دلیل آن که به طور عملی با همفکری دیگران توانسته بودند به نتایجی دست یـابـنـد ماحصل فعالیت خود را دیرتر به دست فراموشی می سپردند و این مطلبی بود که ایشان در سالهای بعد اذعان می داشتند.

ت) ارائه روش عملی پیشنهادی جهت یادگیری چگونگی حل مسائل فیزیک به شیوه همیاری

آنچه مرا برآن داشت تا روش همیاری را برای حل مسائل فیزیک به کار ببرم آن بود که احساس کردم عـلـل ضـعـف بسیاری از دانش آموزان در حل مسائل فیزیک ضعف ایشان در یادگیری درست و منطقی ریاضیات است. از آنجایی که مخصوصاً ریاضیات در این رابطه نقش کلیدی بازی می کند دانش آموز ملزم به یادگیری آن است. ولی متأسفانه ایشـان ضعف ریاضی خود را دال بر ضعف در فیزیـک قـلـمـداد می کند و به جای آنکه بنیه ریاضی خود را تقویت کند وقتش را در کلاسهای تقویتی فیزیک تلف می کند، درصورتی که ابتدا باید مفاهیم ریاضی را به درستی درک کـنـد، و بـعـد مشغول به حل مسائل فیزیک شود. چه بسا مشکل بسیاری از دانش آموزان ضعیف اصلاً در زمینه مفاهیم فیزیک نیست و با برطرف شدن ضعف ریاضیشان دیگر هیـچ احـسـاس ضعفی در زمینه حل مسائل فیزیک از خود نشان نمی دهند.

بنابراین، بدین صورت اشکال موجود راتا حدود زیادی مرتفع کردم که با توجه به مراحل حل مسئله (به طـور عـام چهار مرحلـه اسـت.) دانـش آمـوزان را بـه گـروه هـای چهار نفری تقسیم کردم و با توجه به میزان غنی بودن کلاس از دانش آموزان مستعد در زمینه ریاضیات در هر گروه یک یا دو نفر از آنها را جای دادم و قبل از آنکه وظـایـف آنـهـا را مشخص کنم منظور از چهار مرحله را این طور بیان کردم.

مرحله اول نوشتن اطلاعات (اعم از معلوم و مجهـول) است و این کار یعنی فهم مسئله، و از آن روی حائز اهمیت است که دانش آموز درک کند مسئله چه مطالبـی را بـرای او مشخص کرده و چه چیز یا چیزهایی را از او می خواهد. فقط در این صورت است که خواهد توانست گام بعدی را بردارد (همان طور که گفته اند فهم مسئله نیمی از حل مسئله است).

مرحله دوم آن است که دانش آموز بتوانـد فـرمـول یـا فرمول هایی را که با اطلاعات مسئله در ارتباط است بیابد.

شرط چنین کاری آن است که ایشان مفاهیم مربوط به مسئله را خوب یاد گرفته باشد و تا حد امکان روش فرمولبندی مفاهیم را نیز بداند (بتواند فرمول را اثبات کند).

مرحله سوم جایگذاری اعداد در فرمول هاست که در این مرحله دانش آموز باید شروط حل مسئله را نیز در نظر داشته باشد. بنابراین دقت کردن در این مرحله شرط رسیدن به جواب صحیح است.

چنانچه دانش آموزی این دو مرحله را پشت سر بگذارد گوییم مسئله را از لحاظ فیزیکی حل کرده است.

و بالاخره مرحله چهارم حل ریاضی مسئله است.

حال برای آنکه منظور خود را صریح تر بیان کنم نحوهٔ اجرای روش مذکور را با ذکر مثالی ارائه می دهم:

ـ راننده ای تصویر اتومبیل پشت سرش را در آینه محدبی که در پیش رو دارد مشاهده می کند. چنانچه فاصله اتومبیل تا آینه بیست متر و فاصله کانونی آینه پنج متر باشد با محاسبه تعیین کنید راننده اتومبیل را در چه فاصله ای از خود تصور می کند.

برای حل این مسئله نفر اول گروه را مسئول نوشتن اطلاعات کردم و او چنین کرد:

$p = ۲۰m\ ,\ f = ۵m,\ q = ?$

سپس نفر دوم به نوشتن فرمول پرداخت که چنین بود:

$(1/P)+(1/q) = (1/f)$

به دنبال آن نفر سوم عمل جایگذاری را با رعایت شروط بدین صورت انجام داد:

$(1/۲۰)+(1/q) = (1/-۵)$

و بالاخره نفر چهام که در زمینه ریاضیات مستعدتر از بقیه بود حل ریاضی مسئله را به عهده گرفت:

$(1/q) = (1/-۵)-(1/۲۰) = -1/۴ \Rightarrow q = -۴m$

البته اگر آنها در حل مسئله اشکالی داشتند در وحله اول سایر اعضای گروه و در وحله دوم خودم اشکالشان را برطرف کردم. در مرحله بعد با عنوان کردن مسئله دیگری دانش آموزان به طور چرخشی وظیفه اشان را تغییر دادند. بدین ترتیب که نفر چهارم مسئول انجام قسمت اول، نفر اول *مسئول انجام قسمت دوم*، نفر دوم مسئول انجام قسمت سوم و نفر سوم مسئول انجام قسمت چهارم شد. این تغییر باعث شد که هر کدام از ایشان دو مرحله از مراحل حل مسئله را تجربه کند. در این مرحله نیز اگر هر کدام در طی مرحله خود دچار اشکال می شد اشکالشان رفع می شد. البته در این مرحله سعی کردم که کمتر خودم به رفع اشکالاتشان بپردازم تا مشارکت ایشان در حل مسئله افزایش یابد این چرخش دوبار دیگر نیز تکرار شد و بدین ترتیب هرکدام تمام مراحل را تجربه کردند. ولی کار به اینجا ختم نشد چرا که یادگیری دانش آموزان تا اینجا در حدود ۶۰٪ حاصل شده بود.

در تکمیل کارم کل دانش آموزان کلاس را به گروه های دو نفری تقسیم کردم و این بار مراحل اول و دوم را به نفر اول و مراحل سوم و چهارم را به نفر دوم محول کردم و مثل حالت قبل با تکرار مسئله جدید جای آنها را تغییر دادم. آنها پس از پایان هر مسئله به رفع اشکال پرداختند و نتیجه ای که این بار به دست آمد بازده ۸۰٪ بود. درنهایت از آنها خواستم به صورت انفرادی به حل مسئله همت گمارند و همان طور که انتظار می رفت اکثراً موفق به حل صحیح مسئله شدند.

البته این طبیعی بود که دانش آموزانی که بیشتر تمرین می کردند در این زمینه توفیق بیشتری داشتند و همین دانش آموزان بودند که به حل مسائل چند مجهولی نیز نائل می آمدند.

پاورقی:

(۱) لازم به ذکر است روش مذکور با روشی که از طرف دفتر برنامه ریزی و تألیف کتب درسی با همین عنوان (همیاری) ارائه شده است مرتبط نیست.

(۲) این موضوع را در چند استان تجربه کرده ام.

(۳) برگرفته از کتاب چگونه فرزند باهوش تری تربیت کنیم نوشته جان بک و ترجمه علی شایق (از انتشارات کویر)

نحوهٔ تشکیل تصویر نامرئی الکتروستاتیک در فرآیند زیروگرافی

جلیل بدراقی - اقدس بنایی
عضو هیأت علمی جهاد
دانشگاهی

چکیده مقاله:

یکی از مراحل فرآیند زیروگرافی، تشکیل تصویر نامرئی الکتروستاتیکی بر روی نوررساناست. برای تشکیل چنین تصویری ابتدا از الگوی موردنظر (سند اصلی) تصویر نوری ایجاد می کنند و سپس نوررسانای باردار شده را در معرض تابش این تصویر نوری قرار می دهند.

با توجه به خواص فیزیکی نوررسانا، در نواحی نوردیده حامل هایی در داخل آن تولید می شود و به سمت سطح حرکت و بار اولیه نوررسانا را خنثی می کنند ولی نقاط تاریک بصورت باردار باقی می مانند که معرف تصویر نامرئی الکتروستاتیکی هستند.

مقدمه و تاریخچه:

از نظر زیروگرافی سال ۱۹۰۶ سالی بس مهم تلقی می شود. زیرا در این سال دو رویداد بسیار مؤثر در صنعت زیروگرافی و در ایالات متحده آمریکا به وقوع پیوست. اولین رویداد تأسیس شرکت هالوید در حومه شهر نیویورک بود که بعداً به شرکت زیراکس تغییر نام داد. دومین رویداد تولد فردی به نام چستر کارلسون در در ایالت کالیفرنیا بود. کارلسون پس از اخذ مدرک لیسانس فیزیک خود در یک مؤسسه الکترونیکی در نیویورک در قسمت اختراعات آن مشغول به کار شد. ناراحتی و زحمتی که او در تهیه نسخه های اضافی از اسناد و اشکال و نوشته ها متحمل می شد وی را در سال ۱۹۳۵ به فکر اختراع فرآیند نسخه برداری خشک که بعداً زیروگرافی نامیده شد، انداخت.

چستر کارلسون به مطالعاتی وسیع درخصوص فوتورساناها و الکتروستاتیک پرداخت و بر مبنای نتایج حاصل از مطالعات، آزمایش هایی را طرح و انجام داد و بالاخره پس از سه سال تلاش موفق شد اولین آزمون خود را برای دست یابی به یک تصویر کامل در اتاق محقرش انجام دهد. وی یک ورقه فلزی آغشته به سولفور را که با یک دستمال کتانی ماساژ داده بود، برای چند دقیقه در معرض یک تصویر آغشته به پودر قرار داد و تصویر را بر روی یک صفحه کاغذ مومی منتقل کرد. بدین طریق چستر کارلسون در ۲۲ اکتبر سال ۱۹۳۸ اولین نسخه برداری خشک دنیا را انجام داد.

کارلسون پس از تلاش بسیار در سال ۱۹۴۰ موفق به ثبت اختراع خود شد، و در سال ۱۹۴۴ توانست توجه انجمن تحقیقات صنعتی غیرانتفاعی به نام باتل مموریال را به اختراع خود جلب کند. این انجمن نیز در جهت توسعه این اختراع اقدامات لازم را مبذول داشت ولی موفقیت چندانی کسب نکرد.

شرکت هالوید در سال ۱۹۴۸ میلادی برای به دست آوردن حق انحصاری توسعه بازرگانی اختراع کارلسون که درآن وقت الکتروفوتوگرافی نامیده می شد، وارد معامله شد. با موفقیت این شرکت، سایر شرکت ها و دانشمندان فیزیک به تحقیق در زمینه زیروگرافی پرداختند و در نتیجه روش های مختلفی برای تشکیل، ظهور و انتقال تصاویر

الکتروستاتیک از گیرنده های نوری به صفحات دیگر معرفی شدند. نتیجه این تلاش ها گسترش فوق العاده این صنعت و تشکیل شرکت های تجاری جدید در این زمینه بود. شرکت های تجاری جهت حفظ منافع خود سعی در انحصاری کردن فناوری مربوط به ساخت قطعات مورد استفاده دستگاه زیروگرافی کردند، و هرازچندگاهی سیستمی جدید و مدرن را روانه بازار مصرف می کنند. بنابر

ریاست های عملی شرکت های تجاری در این زمینه با ورود

هر سیستم جدید تولید مواد مصرفی و قطعات یدکی سیستم های قبلی را متوقف و یا آن را متناسب با سیستم جدید اصلاح می کنند.

نظریه کارلسون:

کارلسون معتقد بود که میدان های الکتروستاتیک ناشی از مالش دادن یک پارچه یا پوست خز روی یک لایه عایق سبب ایجاد یک نیروی الکتروستاتیک می شود که قادر به جذب رنگدانه های باردار است. در این صورت، ذرات رنگدانه های باردار شده را می توان برای ظهور تصویرهای نهان الکتروستاتیک روی عایق ها مورد استفاده قرار داد. کارلسون نظریه اش را با یک روش ساده آزمود. او یک تصویر نهان الکتروستاتیک را به وسیله باردار کردن نوررسانا و تخلیه تصویر نوری نوررسانا تولید کرد. ناحیه ای از سطح نوررسانا که نور ندیده است، باری از دست نمی دهد و درواقع معرف تصویر نهان الکتروستاتیک است. کارلسون برای مرئی کردن تصویر مقداری پودر گیاه لیکوپودیوم را روی سولفور گداخته پاشید. این پودر دارای مقدار قابل توجهی ذرات باردار است که در نقاط تخلیه نشده تصویر نهان الکتروستاتیک جذب می شوند سپس تصویر پودر به کاغذ مومی با فشردن کاغذ به سولفور گداخته منتقل می شود و بدین طریق کار تصویربرداری کامل می شود.

بعدها با اختراع روش های مناسب ظهور و انتقال تصاویر الکتروستاتیک، باردارسازی به وسیله دستگاه کرنا و نیز پودرهای ظاهرکننده مناسب، صنعت زیروگرافی به پیشرفت های فوق العاده ای دست یافت. به رغم اینکه دستگاه های مورد استفاده امروزی در زیروگرافی از پیچیدگی بسیار زیاد برخوردارند ولی هنوز هم نظریه اولیه کارلسون (نیروی الکتروستاتیک) بر تولید محصولات آنان حاکم است. تنها تفاوت بین محصولات در روش های صحیح استفاده از نظریه اولیه کارلسون است.

بر مبنای نظریه کارلسون نیروی الکتروستاتیک بر مراحل مختلف زیروگرافی حاکم است. این موضوع را با رابطهٔ ساده زیر می توان نشان داد.

$$F_e = Q E$$

F_e نیروی الکتروستاتیک ذره رنگدانه و Q بار آن ذره است و E میدان الکتروستاتیک در مکانی است که بر روی ذره باردار Q عمل می کند. اطلاعات تصویری در نیروی الکتروستاتیک شامل تغییرات مکانی یا تغییر بزرگی Q و یا تغییر بزرگی E یا هر دو است. یعنی

$$dF_e = QdE + EdQ$$

در هر حال سیستم فقط یکی از تغییرات مقدم بر دیگری را داراست، یا بار روی ذرات رنگدانه ثابت می ماند و اطلاعات تصویری برحسب تغییرات میدان (dE) به صورت یک تصویر نوری در بالای نوررسانا ظاهر می شود، و یا میدان الکتروستاتیکی ثابت می ماند و تصویر برحسب تغییرات بار dQ روی ذرات رنگدانه به شکل یک تصویر نوری ظاهر می شود. در این حالت رنگدانه ها باید نوررسانا باشند. در سیستم های عملی از هر دو نظر بالا استفاده می شود اما اکثریت دستگاه های تجاری تغییرات میدان QdE را مورد استفاده قرار می دهند.

مراحل تشکیل تصویر نامرئی الکتروستاتیکی:

ابتدا یک سند را در محیطی تاریک و در یک زمینه سفید قرار می دهند و نور را با شدت موردنظر به آن می تابانند: در نقاطی که روی آن نوشته وجود دارد قسمت اعظم نور تابش شده جذب می شود، ولی در نواحی سفید زمینه بازتاب کلی رخ می دهد و بدین طریق پرتوهای بازتابشی دارای تصویر نوری از الگوی موردنظر خواهند بود.

تصویر نوری را می توان برحسب اندازه فیزیکی و چگالی نوری توصیف کرد. تصویرهای نوری از لحاظ پهنا می توانند از خطوط بسیار و نازک به نواحی توپر یعنی بسیار حجیم نظیر لکه های بزرگ سیاه و قهوه ای تغییر یابند. چگالی نوری تصویر تابع میزان نور بازتابیده از آن و میزان نور بازتابیده از زمینه مجاور آن است:

$$D = -\log \frac{x}{x_m}$$

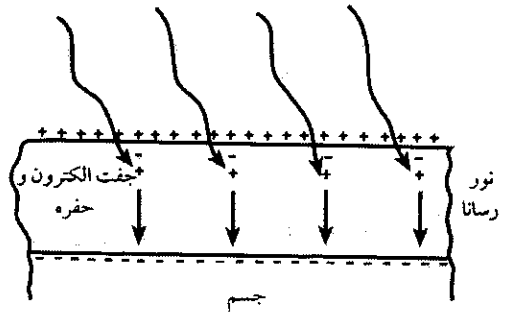
که در آن x نور بازتابیده از تصویر و x_m نور بازتابیده از زمینه است.

برای تبدیل تصویر نوری به تصویر الکتروستاتیک ابتدا رسانای نوری را باردار می سازند. معمولی ترین روش باردارسازی سطح نوررسانا، استفاده از یک جریان هاله ای است. اگر یک ولتاژ بالا بین یک سیم نازک و یک سطح رسانای موازی با آن ایجاد شود هوای نزدیک سیم یونیده می شود. یون های به وجود آمده با بار مخالف قطبیت پتانسیل روی سیم به وسیله میدان الکتریکی به طرف سطح نوررسانا رانده می شوند. حرکت این یون ها جریان هاله ای نام دارد. حرکت جریان برای هر قطبیت متفاوت است. اگر سیم نسبت به زمین به طور منفی بایاس شده باشد، یون های مثبت در ناحیه نزدیک سیم که در آنجا میدان الکتریکی خیلی قوی است، تشکیل می شوند. یون ها تحت تأثیر میدان الکتریکی قوی به سمت سیم رانده می شوند. یون ها ضمن حرکت انرژی را از میدان الکتریکی دریافت می کنند. سرانجام، یون ها سیم را بمباران می کنند که در مقابل الکترون ها را خارج کنند. این الکترون ها از سیم شتاب می گیرند و هوا را بیشتر یونیده می کنند و سبب تخلیه الکتریکی می شوند. از طرف دیگر، اگر سیم نسبت به زمین به طور مثبت بایاس شده باشد، تخلیه الکتریکی متفاوت خواهد بود. در این حالت الکترون هایی که در ابتدا تولید می شوند، به صورت پرتو کاتدی به طرف سیم شتاب می گیرند. الکترون های با جرم کمتر، انرژی خود را از میدان ناشی از آبشارهای الکترونی می گیرند.

به طور کلی یکنواختی هاله های مثبت و منفی متفاوت است. هاله های منفی عموماً ناهمگن هستند، زیرا گسیل الکترون ها از سیم مشکل است. هاله های مثبت بستگی به گسیل از سیم ندارند. بنابراین هاله های مثبت معمولاً خیلی پایدار هستند و گسیل بر روی طول سیم کاملاً یکنواخت و همگن است.

در مرحله بعد نوررسانای باردار شده را در معرض تابش تصویر نوری قرار می دهند. این نوردهی سبب ایجاد جفت الکترون و حفره (بارهای مثبت و منفی) در داخل نوررسانا می شود. حفره ها و الکترون ها ازمیان نوررسانا جریان می یابند، تا وقتی که به سطوح مناسبی برسند.

تولید حامل ها توسط نور و چگونگی انتقال آن از میان بدنه نوررسانا دو فرآیند اصلی تشکیل تصویر نهان الکتروستاتیک و کنترل آن است.



شکل ۱ ـ تولید جفت الکترون و حفره بر اثر جذب نور

یکی از پارامترهای بسیار مهم در تولید و انتقال حامل های تولید نوری بهرهٔ کوانتومی است. بهرهٔ کوانتومی احتمال آن است که یک فوتون موجب حرکت یک حفره یا الکترون یا هر دوی آنها بشود. برای یک نوررسانایی که هیچ گونه میدانی بر آن وارد نمی شود، یعنی حالتی که هنوز نوررسانا باردار نشده و الکترون در یک چاه انرژی به عمق E_0 قرار داشته و در معرض تابش فوتون با انرژی h_υ (h ثابت پلانک و υ بسامد نور) قرار می گیرد (فرض می کنیم $h_\upsilon > E_0$) بهره ی کوانتومی برابر است با:

$$G_p = \frac{n_e}{n_\circ} = \frac{P_e}{P_e + P_r}$$

که در آن P_e احتمال اینکه الکترون در یک مقطع زمانی از چاه خارج شود، P_r احتمال این است که الکترون در یک مقطع زمانی به چاه برگردد، n_0 تعداد کل الکترون هایی است که در معرض فوتون قرار گرفته اند و n_e تعداد کل الکترون هایی گسیل شده می باشد. بهره ی کوانتومی هنگامی ۱ می شود که P_r صفر باشد. این حالت، یک حالت مطلوب زیروگرافی است زیرا به ازای هر فوتون جذب شده یک الکترون آزاد می شود. وقتی نوررسانا باردار شود و در معرض تابش نور قرار گیرد، میدان الکتریکی ارتفاع دیواره چاه را از E_0 به $E_\circ - \Delta E$ کاهش می دهد. چون ارتفاع سد پایین تر آمده است، احتمال P_e برای گسیل حامل از سد برابر می شود با:

$$P_e = e^{-(E_\circ - \Delta E)\,/\,KT}$$

که در آن T دما و K ثابت بولتزمن است بیشینه کاهش ΔE برابر است با:

$$\Delta E = \beta E^{\frac{1}{2}}$$

بنابراین بهره ی کوانتومی برای یک نوررسانای باردار شده که در معرض تابش نور قرار می گیرد برابر است با :

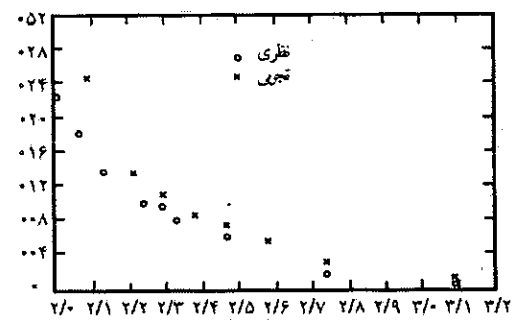
$$G_p(E,T)=\frac{\exp\left[-\left(E_0-\beta E^{1/2}\right)/KT\right]}{\exp\left[-\left(E_0-\beta E^{1/2}\right)/KT\right]+P_r}$$

که برای میدان های کوچک و بهره ی کوانتومی کوچک می توان تقریب زیر را درنظر گرفت :

$$G_p(E,T)=\frac{\exp\left[-\left(E_0-\beta E^{1/2}\right)/KT\right]}{P_r}$$

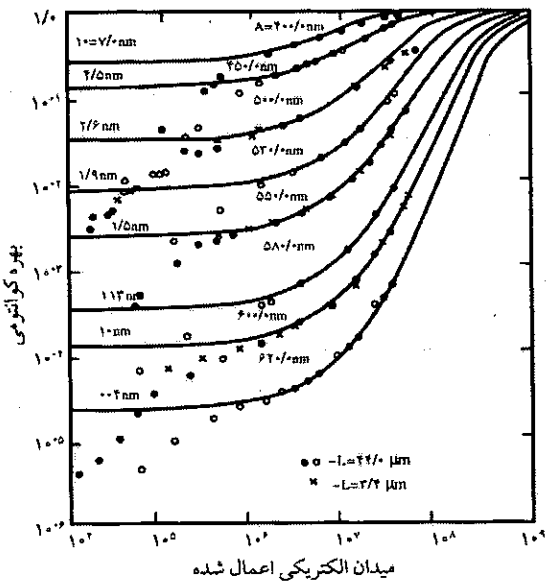
سالهاست که برای توضیح وابستگی به میدان تولید نوری در نوررساناها از بهرهٔ کوانتومی استفاده می شود هرچند که نتایج حاصل از این نظریه با نتایج تجربی تطابق خوبی دارد، ولی این نظریه قادر به توضیح برخی پدیده ها نیست. به عنوان مثال در این مدل انرژی برانگیختگی E_0 (ارتفاع سد) باید مستقل از طول موج گسیل شده باشد که در عمل مشخص شده که این مطلب درست نیست.

برای رفع این مشکل فرض می شود که بر اثر جذب فوتون تابش شده در نزدیک سطح نوررسانا اکسایتون به وجود می آید. اکسایتون عبارت است از : یک جفت الکترون حفره تولید شده در اثر نور که هنوز حفره ـ الکترون در یک پتانسیل کولنی در یک فاصله(γ_0) به هم وابسته شده اند.



شکل ۲ ـ انرژی نور تابشی برحسب انرژی برانگیختگی

فاصله ی بین الکترون و حفره (r_0) برای هر اکسایتون تابعی از انرژی فوتون تابش شده است. فوتون های با انرژی زیاد موجب زیاد شدن فاصله ی بین الکترون و حفره می شوند و برعکس فوتون های با انرژی کم جفت الکترون و حفره های نزدیک به هم ایجاد می کنند. برای اکسایتون دو امکان وجود دارد. آنها می توانند دوباره ترکیب شوند (الکترون و حفره یکدیگر را خنثی می کنند) و یا می توانند جدا شوند. این احتمال جدایی با افزایش میدان الکتریکی، انرژی فوتون و دما زیاد می شود میدان اعمال شده موجب کاهش نیروی پیوند الکترون و حفره در اکسایتون می شود. انرژی فوتون تابش شده فاصله بین الکترون و حفره را مشخص می کند و دما موجب می شود که بر سد بین الکترون



شکل ۳ ـ بهرهٔ کوانتومی برحسب میدان اعمال شده : برای میدان اعمال شده کوچک نتایج نظری بر نتایج تجربی منطبق نیست.

وقتی حامل های بار در نوررسانا تولید شدند، می توانند تحت تأثیر میدان مربوط به بارهای سطحی حرکت کنند. اگر حامل ها در جایی توقف نکنند حفره ها می توانند موجب خنثی سازی بار سطح یا بار الکترون ها در هر جای دیگر شوند. اما در برخی حالت ها حامل ها در بدنه نوررسانا به دام می افتند و لذا هرگز به سطح نمی رسند. به دام افتادن حامل ها بیشترین نقش را در ایجاد محدودیت برای حرکت حامل های آزاد ایفا می کند حامل به دام افتاده در یکی از حالت های انرژی در گاف انرژی بین باند والانس و باند رسانش گیر می افتد. این حامل ها نقشی در تولید تصویر الکتروستاتیک بازی نمی کنند.

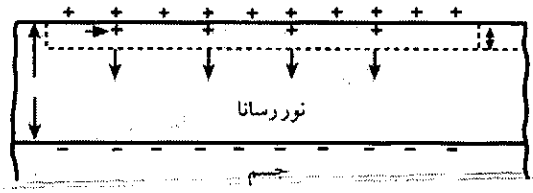
تعداد حامل های آزاد تولید نوری که در اثر به دام افتادن

در واحد زمان از بین می روند برابر است با :

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{Q_0}{\tau}$$

که در آن Q_0 بار اولیه تولید نوری و τ طول عمر تله های عمیق است . تعداد حامل های آزاد باقیمانده در زمان t برابر است با :

$$Q = Q_0 e^{-t/\tau}$$



شکل ۴ ـ حامل های Q_0 بر اثر جذب تپ نوری در فاصله dx از نوررسانا به ضخامت S که تا پتانسیل V باردار شده است، تولید می شوند.

وقتی که حامل ها تولید می شوند شروع به حرکت در بدنه نوررسانا می کنند . تخلیه کل ناشی از حرکت حامل ها در ضخامت نوررسانا با توجه به اینکه سرعت حامل ها در مواد جامد متناسب با μE_i است برابر می شود با :

$$V_d = \frac{Q_0 \tau \mu E_i}{\varepsilon}\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$$

بنابراین می توان پتانسیل سطح را به راحتی به دست آورد :

$$V = V_0 - V_d = V_0 - \frac{Q_0 \tau \mu E_i}{\varepsilon}\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$$

البته اگر زمان نوردهی کمتر از زمان عبور یک حامل از نوررسانا باشد (Q_0 در مقایسه با چگالی بار سطحی کوچک باشد) معادله بالا معتبر است . زمانی که یک حامل از ناحیه تولید به طرف زیر لایه حرکت می کند (زمان گذر) از رابطهٔ زیر محاسبه می شود :

$$t_{tr} = \frac{S}{\mu E_i}$$

تأثیر در تله افتادن حامل روی زیروگرافی را می توان برای حالت هایی که به دام افتادن حامل زیاد و یا اندک باشد تعیین کرد ، برای موادی که در آنها در تله افتادن حامل ناچیز باشد ، طول عمر تله های عمیق، τ ، خیلی طولانی است در نتیجه برای پتانسیل سطح داریم :

$$V = V_0 - \frac{Q_0 \tau \mu E_i}{\varepsilon} = V_0 - \frac{Q_0 S}{\varepsilon} = V_0 - \frac{Q_0}{C} \qquad t < t_{tr}$$

که در آن C ظرفیت واحد سطح نوررسانا و S ضخامت آن و ε ضریب نفوذپذیری الکتریکی آن است . برای موادی که در آنها گیر افتادن حامل زیاد است طول عمر تله عمیق درمقایسه با زمان عبور خیلی کوچک است . پتانسیل سطح در این صورت برابر است با :

$$V = V_0 - \frac{Q_0 \tau \mu E_i}{\varepsilon} = V_0 - \frac{Q_0}{C}\frac{\tau}{t_{tr}} \qquad \tau << t_{tr}$$

از مقایسه دو معادله اخیر معلوم می شود که در تله افتادن حامل باعث کاهش میزان تخلیه می شود ، و این کاهش متناسب با نسبت طول عمر تله عمیق به زمان گذر است .

نسبت طول عمر تله عمیق به زمان عبور نقش مهمی را در معرفی نوررساناهای زیروگرافی دارد . فقط موادی در زیروگرافی سودمند هستند که در آنها داشته باشیم :

$$\frac{\tau}{t_{tr}} = \frac{\tau \mu E}{S} >> 1$$

بنابراین وقتی نوررسانای باردار شده را در معرض تابش تصویر قرار می دهیم ، با توجه به خواص فیزیکی آن ، نواحی نور خورده رسانا شده و حامل هایی که بر اثر تابش نور در داخل آن ایجاد شده اند به سمت سطح حرکت کرده و بار اولیه نوررسانا را خنثی می کنند ولی نقاط تاریک به صورت باردار باقی می مانند که معرف تصویر نامرئی الکتروستاتیک هستند . در فرآیند زیروگرافی این تصویر نامرئی تا پایان مراحل ظهور و انتقال به کاغذ می بایست دارای ثبات با کنتراست بالا باشد .

منابع :

1 - R.M.Schaffert, Electrophotography Focal press limited, London, (1975).
2 - R.V.Mazza, Advanced system devel. d.v. IBM Eorp.
3 - F.W. Schmidlin, IEE Trans. Electrom Devices, ED - 19, 448 (1972).
4 - L.U.Lee, Phyotogr. Sci. Eng., 22, No. 4, 229 (1978).
5 - M.Kastner, D.Adler, Phys. Rev. Lett. 37 (1976).
6 - N.F.Mott and R.A.Street, Phys. Rev. Lett 35 (1975).
7 - S.G.Bishop. V.Strom,. J.Non-crstalline solids. 32 (1979).
8 - D. M. Pai and R.C.Enck, Phys. Rev. B11 (1978).
5 - M.Kastner, D.Adler, Phys. Rev. Lett. 37 (1976).
6 - N.F.Mott and R.A.Street, Phys. Rev. Lett 35 (1975).
7 - S.G.Bishop. V.Strom,. J.Non-crstalline solids. 32 (1979).
8 - D. M. Pai and R.C.Enck, Phys. Rev. B11 (1975).

«جایگاه اندیشه منظم در برخورد با طبیعت»

جهانگیر ریاضی

مقدمه: دست یابی به «اندیشهٔ منظم» و «قانونمند» در برخورد به جهان و پدیده های پیرامون، موضوعی است که در فرایند پیچیدهٔ «آموزش صحیح و هدفمند» قابل حصول است. در این مقاله سعی می شود نقش و جایگاه بسیار مهم «آموزش اصولی» در نهادینه گردیدن این نوع نگرش یعنی «منظم اندیشیدن» بیشتر توضیح داده شود. هرگاه اندیشه های انسان را محصول نهایی مؤلفه هایی مانند: دیدن، شنیدن، و ... و خلاصه دریافت هایی که از طرق مختلف و مجراهایی متفاوت حاصل می گردند، بدانیم، از این منظر می توان حصول به اندیشهٔ منظم را حاصل نظم در گفتار، نظم در شنیدن، نظم در نوشتن و ... دانست.

نقش آموزش و معلم در هریک از مؤلفه های اندیشهٔ منظم:

۱) **نقش معلم در نظم گفتاری و شنیداری:** عموماً دانش آموزان از گفتاری که دارای نظم درونی نیست و چهارچوب مشخصی ندارد ابراز نارضایتی می کنند و نهایتاً به محتوا و منظور اصلی بحث دست نمی یابند. ویژگی های «نظم گفتاری» را در موضوع های زیر می توان توصیف کرد:

۱) عنوان و موضوع بحث مشخص باشد.

۲) حدود و چهارچوب و میزان گستردگی بحث روشن باشد. یعنی مشخص شود در بررسی موضوع تا چه حد می توان بحث را گسترش داد. در نظر داشته باشیم که برای ارائه یک «موضوع مشخص» ممکن است در سطوح مختلف با پیچیدگی هایی متفاوت بحث را دنبال کرد.

۳) بحث از نظم بیرونی برخوردار باشد. یعنی فهرست مطالب از قبل مشخص شده باشند که شنونده بتواند موقعیت مطالب را بهتر درک کند.

۴) بحث از نظم درونی برخوردار باشد. یعنی از نظر درونی بین مطالبی که ارائه می شود انسجام و وحدت موجود باشد. به گونه ای که شنونده بتواند این انسجام و نظم را احساس و دریافت کند.

۵) نتیجه گیری بحث مشخص باشد. تأکید می شود که منظور از نتیجه گیری این نیست که بحث «تمام شده و بسته» تلقی شود. بلکه ضمن نتیجه گیری از بحث باید زمینهٔ «شکل گیری اندیشهٔ خلاق» باز گذاشته شود.

۲) **نقش معلم در نظم نوشتاری:** در کنار گفتار منظم، «نظم نوشتاری» یکی از ابزارهای مهم و مؤثر در انتقال یک اندیشه و تفکر منظم است. در این راستا، نظم در نوشتار یک معلم از ابتدا تا انتهای ارائه مطلب می تواند دانش آموز را در دست یابی به اندیشه منظم هدایت کند.

اندیشهٔ منظم در برخورد با طبیعت: الگوی منظم اندیشیدن ممکن است به یک دیدگاه و انتظار «شرایط کاملاً مطلوب» و

یا «شرایط آزمایشگاهی» بینجامد. اگر قرار باشد فرد در برخورد با رویدادهای طبیعت، انتظار ساده‌ترین شکل نظم بین پدیده‌ها، یعنی یک رابطهٔ خطی (تناسب ساده) را داشته باشد، در برخورد با پدیده‌های پیچیده و آشوبناک که از قوانین سادهٔ خطی پیروی نمی‌کند، دچار نوعی سردرگمی خواهد شد. درواقع، همهٔ پدیده‌های طبیعت، رفتاری مطابق با «الگوهای مطلوب و آزمایشگاهی» ندارند. توجه به مواردی مانند: پدیده‌های هواشناسی، زلزله، آتشفشان شناسی و... گویای این واقعیت است که همین دلیل است که حل آن دسته از مسائل فیزیک که دارای پارامترها و شرایط اولیه کاملاً مشخص و شناخته شده هستند بسیار ساده‌تر از حل مسائلی است که در رابطه با رویدادهای واقعی طبیعت‌اند. اساساً آموزش ما در بهترین شرایط می‌تواند «یک تفکر و نظم خطی» را القا کند. در این صورت در برخورد با پدیده‌های با متغیرهای پیچیده و غیرخطی طبیعت چه باید کرد؟ آیا می‌توان به طبیعت دستور داد که از یک رفتار خطی و نظم ساده پیروی کند؟ آیا رفتار غیرخطی و آشوبناک پدیده‌ها را می‌توان با روش‌ها و تعدیل‌هایی به رفتاری قابل تحلیل تبدیل کرد؟ آیا از درون رفتاری آشوبناک و نامنظم، می‌توان مؤلفه‌های نظم را جستجو و استخراج کرد؟

قوانین فیزیک، نظم ساده و نظم پیچیده: اندیشهٔ علمی به ما می‌آموزد که تمام رویدادها در طبیعت از قوانین خاصی پیروی می‌کنند. رابطهٔ بین کمیت‌های مؤثر در یک رویداد که به صورت «قانون حاکم بر رویداد» توصیف می‌شود، ممکن است در قالبی ساده یا پیچیده بیان شود. فیزیکدانان برای دست یافتن به قوانین ناظر بر رویدادهای طبیعت، عموماً از نوعی «ایده‌آل سازی در شرایط واقعی طبیعت» بهره می‌جویند. به بیان دیگر، مدلی ایده‌آل از طبیعت در نظر می‌گیرند و برای آن قوانینی تدوین می‌شود. قوانین پیشنهادی بر اساس این مدل، در عرصهٔ «طبیعت واقعی» کارایی یا عدم کارایی خود را نشان می‌دهند. به هرحال این طبیعت است که حرف اول و آخر را در تدوین قوانین می‌زند. برای مثال: قانون «گاز کامل» که برای یک گاز ایده‌آل توصیف می‌گردد و یا قانون اول نیوتون که شرایط دینامیکی یک جسم را مستقل از هرگونه برهم کنش با محیط خارج بیان می‌کند. هر دو نمونه الگوهایی از یک «طبیعت ایده‌آل» را ارائه می‌دهند. این قوانین ساده در گستره‌ای متنوع از پدیده‌ها با تقریبی مفید کارایی خود را نشان می‌دهند. اما باید توجه کرد که شکل سادهٔ این قوانین برای توصیف تمام رویدادهای طبیعت کافی نیست. پدیده‌هایی بسیار پیچیده با سرشتی آشوبناک در طبیعت وجود دارد که مسلماً از قوانین بسیار پیچیده‌تر پیروی می‌کنند. در اینجا دانستن قوانین ساده مکانیک یا ترمودینامیک و... مستقیماً جوابگوی توصیف رویداد نیستند. این قوانین کلاسیک دارای نظم و انسجام سادهٔ خاص خود بوده، پدیده‌های «قابل پیش‌بینی» را بخوبی توصیف می‌کنند و آن را در قالب روابطی ساده و خطی ارائه می‌دهند. اما به کارگیری این قوانین در برخورد با پدیده‌هایی با رفتارهایی کم و بیش «غیرقابل پیش‌بینی» و آشوبناک از قبیل پدیده‌های هواشناسی، زلزله و... به سادگی پاسخگوی مسئله نخواهد بود. چرا که این نوع رویدادها الزاماً به میل و مطابق قوانین ایده‌آل کلاسیک رفتار نمی‌کنند. این جا است که قوانین پیچیده‌تری نیاز است که از نظر اصول، عناصری از قوانین ساده‌تر مکانیک، ترمودینامیک و... را دربرمی‌گیرد. اما این عناصر بوسیله روابطی پیچیده بهم مربوط می‌شوند. در پدیده‌هایی از این قبیل، تعداد متغیرهای مؤثر در رویداد بسیار زیاد و حتی در بعضی موارد دست‌نایافتنی است. همین ویژگی باعث سرشت «پیش‌بینی‌ناپذیری» این گونه رویدادها می‌شود.

نتیجه گیری:

۱). اساس برخورد علمی با رویدادهای طبیعت یافتن مؤلفه‌های نظم و قانونمندی‌های مشخص است. این نظم و قانونمندی ممکن است به شکلی ساده یا به صورت «مجموعه‌ای از رفتارهای پیچیده» در قالب چرخه‌هایی تکرارشدنی خود را نشان دهد. دورهٔ این چرخه ممکن است ثابت یا حتی متغیر، و مؤلفه‌های موجود در هر روز ممکن است مشابه و یا با تغییراتی اتفاق بیفتد. به هرحال هدف: استخراج گونه‌ای نظم از درون مجموعه‌ای با حرکات پیچیده است.

۲). در برخورد با چنین شرایطی، «فکر منظم» موفق‌تر از اندیشه‌های پراکنده و غیرمرتبط عمل می‌کند. فکر منظم در یافتن قانون ناظر بر یک وضعیت حتی پیچیده موفق‌تر است. مشروط به اینکه:

الف). انتظار نظمی ساده در کلیه رویدادهای طبیعت نداشته باشیم.

ب). در اندیشه منظم ما آنقدر انعطاف موجود باشد که بتوانیم رابطه بین «نظم و بی‌نظمی» را درک نموده و در استخراج «نظم» از درون «بی‌نظمی» موفق‌تر باشیم.

مسائل نامتداول*

ویدا کاریز مرهر
مترجم: احمد توحیدی

به عنوان معلم فیزیکِ دبیرستان، جائی که دانش آموزان چهارده تا هیجده ساله را آموزش می دهم، معتقدم دانش آموزان هنگامی که آموزش دانشگاهی را شروع می کنند باید بتوانند از اصول نظری و عملی فیزیک بهره برداری کنند. این نکته بدین معناست که آنها باید قوانین بنیادی فیزیک و گسترهٔ اعتبار آنها را به خوبی بدانند. هم چنین دانش آموزان باید درک کنند در یک پدیدهٔ فیزیکی خاص کدامیک از کمیت ها مؤثرند و کدامیک نیستند.

معمولاً دانش آموزان مسائل کتابهای درسی را که شامل مسائل صریح و خالی از ابهام معینی است حل می کنند ـ یعنی همهٔ داده های عددی، واقعی هستند و مسائل تنها یک راه حل دارند و هیچ دادهٔ بی ربطی در آنها ذکر نشده است. هنگامی که در کلاس، این نوع مسائلِ متداول را حل می کنیم همواره تمرکز حواس خود را در پی یافتن جوابی برای آنها قرار می دهیم و پس از پیدا کردن جوابِ مسئله و چند اظهارنظر دربارهٔ آن، به حلّ مسئله بعدی می پردازیم. امّا من فکر می کنم از مسائلی که به گونه های دیگر طرح می شوند می توانیم چیزهای بسیاری بیاموزیم. این نوع مسائل در کلاس موجب اظهارنظرهای انتقادی همراه با بحث های زیادی می شوند. در این یادداشت چند مسئله نامتداول را توضیح می دهم که من بعضی اوقات در کلاس آنها را به کار می برم تا دانش آموزان را تشویق کنم که نه تنها دربارهٔ جواب ها بلکه هم چنین دربارهٔ ماهیت فیزیکی نهفته شده در مسائل عمیق تر فکر کنند.

منظور من از مسائل نامتداول، آنهائی هستند که درست تعریف نشده اند. یعنی آنها شامل داده های بی ربط و حتی داده های زایدی نیز هستند که شاید موجب شوند مسئله جواب های بی معنی دیگری هم پیدا کند. من علاقمندم بدانم هنگامی که دانش آموزان با این نوع مسائل روبه رو می شوند عکس العمل آنها چگونه است. در اینجا به عنوان نمونه چند مسئله از مسائل نامتداولی را که به عنوان تمرین در کلاس به کار می برم ذکر می کنم. به علاوه دربارهٔ این که چگونه دانش آموزانم این مسائل را حل کرده اند اظهارنظرهایی خواهم کرد.

مسائلی با جواب های غیرواقعی

من با طرح این مسائل در کلاس علاقمندم تا دانش آموزان را تشویق کنم که دربارهٔ پاسخ هایشان فکر کنند و به علاوه می خواهم بدانم که عکس العمل آنها در برابر یک نتیجه غیرواقعی چگونه است. اگر دانش آموزان دربارهٔ جواب مسئله بیشتر فکر کنند آن را مناسب و قانع کننده نخواهند یافت، من انتظار دارم که بفهمند جواب آنها غیرواقعی است.

مثال: وزنهٔ $۱/۵ \times ۱۰^{۶}$ نیوتنی را از انتهای سیم فولادی که ضریب یانگ آن ۲×۱۰^{۱۱} نیوتن بر متر مربع است آویزان کرده ایم. طول سیم ۲/۰۲ متر و سطح مقطع آن ۳/۰ میلی متر مربع است. تغییر طول سیم را پیدا کنید.

هنگامی که تغییر شکل جامدات را در کلاس بررسی می کنیم، پس از ارائه قانون هوک بیان می کنیم که اگر کشیدگی ماده ای بسیار زیاد باشد، شاید این عمل منجر به پاره گی آن شود. هم چنین توضیح می دهیم که قانون هوک تنها در ناحیه کشسان اعتبار دارد. دانش آموزان باید همهٔ این نکات را بدانند. آنها این مسئله را با استفاده از قانون هوک حل کرده و تغییر طول سیم را ۵ متر به دست آورده بودند. بنابراین سیم تا ۷ متر کشیده شده است. اگرچه کاملاً آشکار است که این مقدار تغییر شکل امکان ندارد، با این حال ۷۵٪ از دانش آموزان واقعاً جواب را نوشته بودند «تغییر شکل سیم ۵ متر است». چون در مورد جواب اظهارنظری نکرده بودند، من تصور می کنم که آنها یا به جواب خود اطمینان داشته اند یا اصلاً در مورد نتیجهٔ به دست آمده هیچ فکر نکرده اند. حتی بعضی از آنها نوشته بودند تغییر طول ۲/۵ برابر بزرگتر از طول اولیه سیم است. ظاهراً آنها دربارهٔ عدد جواب مسئله هیچ گمانی نداشته اند. تنها ۲۵٪ از دانش آموزان نوشته بودند که تغییر شکل بسیار بزرگ بنظر می رسد و تنها ۳ نفر از دانش آموزان چنین تغییر شکلی را ناممکن دانسته و نوشته بودند حتماً سیم پاره می شود.

مسائلی با داده های بی ربط

اگر دانش آموزان ماهیت فیزیکی نهفته شده در مسئله را درک کنند آنها باید بتوانند تعیین کنند در چه زمان داده ها مانعة الجمع هستند و پاسخ دهند که در مسئله اشتباهی وجود دارد.

مثال: یک صفحه دایره ای صُلب حول محوری که از مراکز آن می گذرد به طور یکنواخت می چرخد. نقطه ای به فاصلهٔ ۴ سانتی متر از مرکز صفحه قرار دارد و با سرعت مماسی ۳ سانتی متر بر ثانیه حرکت می کند. نقطه دیگری به فاصله ۶ سانتی متر از مرکز صفحه قرار دارد و با سرعت مماسی ۴ سانتی متر بر ثانیه حرکت می کند. سرعت های زاویه ای هریک از دو نقطه را پیدا کنید و دربارهٔ پاسخ تان اظهارنظر نمائید.

دانش آموزان باید تفاوت میان سرعت زاویه ای و سرعت مماسی را درک کنند: یعنی آنها باید بدانند کدامیک از آن دو با جابه جایی از مرکزِ صفحهٔ چرخان تغییر می کند و کدامیک تغییر نمی کند.

دانش آموزان دو سرعت زاویه ای متفاوت به دست آورده بودند، ۰/۷۵ رادیان بر ثانیه برای نقطه ای که به فاصله ۴ سانتی متر از مرکز قرار داشت و ۰/۶۷ رادیان بر ثانیه برای نقطه دیگر. در حدود ۵۰٪ از دانش آموزان هر دو جواب را قبول کرده و در این باره هیچ اظهارنظری نکرده بودند. من تصور می کنم آنها فکر نمی کردند مسئله اشتباه است.

در حدود ۴۰٪ از دانش آموزان درباره هریک از جوابها اظهارنظرهای مناسبی کرده بودند. آنها نوشته بودند دو نقطه با سرعت های زاویه ای متفاوت می چرخند زیرا هر کدام روی دو دایره مختلف قرار گرفته اند حتی بعضی از آنها برای تأیید اظهارنظرهای خود توضیحی اضافه کرده بودند مبنی بر اینکه هرچه نقطه به مرکز چرخش نزدیکتر باشد سرعت زاویه ای آن بزرگتر است. ۱۰٪ از باقیماندهٔ دانش آموزان برای هر دو جواب ۰/۷ رادیان بر ثانیه را ذکر کرده و توضیح داده بودند که باید سرعت زاویه ای برای همهٔ نقاط چرخان روی یک صفحه صلب یکسان باشد. امّا هیچکدام از دانش آموزان دربارهٔ انتخابِ مناسب داده ها شک نکرده بودند. شاید آنها نسبت به معلمی که این مسئله را داده بود بدگمان نبودند.

مسائلی با بیش از یک جواب

بعضی اوقات از حل کامل یک مسئله بیش از یک جواب عددی به دست می آید.

مثال: گلوله ای را با سرعت ۳۰ متر بر ثانیه به طور مستقیم به هوا پرتاب می کنیم. در چه زمانی گلوله به ۲۰ متری بالای نقطهٔ آغاز پرتاب می رسد؟

دانش آموزان باید می دانستند که گلوله دو بار به محل ذکر شده می رسد. یکبار هنگام بالا رفتن و بار دیگر هنگام پایین آمدن. ۹۰٪ از دانش آموزان تنها یک جواب را به دست آورده بودند. آنها فکر می کردند مسئله را به طور کامل حل کرده اند. تنها ۱۰٪ از آنها هر دو جواب را محاسبه کرده بودند.

مسائلی با داده های زاید

دانش آموزانی که فیزیک را خوب می فهمند باید درک کنند که از داده های زاید بایستی چشم پوشی کرد.

مثال: با استفاده از یک اهرم و با نیروی ۵۰ نیوتن می‌خواهیم جسمی به وزن ۴۰۰ نیوتن را حرکت دهیم. اگر جسم در ابتدای اهرم و نیروی اعمال شده به اهرم رو به پائین و در انتهای دیگر آن باشد، تکیه‌گاه را باید در کجا قرار دهیم؟ جرم تکیه‌گاه ۱۰ کیلوگرم است.

پیش از این دانش‌آموزان در مورد حل این نوع مسئله هنگامی که برای تکیه گاه جرمی داده نمی شد هیچ مشکلی نداشتند. امّا ۱۵٪ از دانش آموزان هنگامی که یک دادهٔ زاید به مسئله اضافه کردم ـ جرم تکیه گاه ـ حتی کوچکترین اقدامی برای حل این مسئله نکرده بودند.

نقد و نظر

بعضی اوقات برای دانش‌آموزان حل مسائل صریح و خالی از ابهام تعریف شده، تنها متضمن پیدا کردن رابطه ای است که شامل داده های مسئله باشد. دانش‌آموزان پس از پیدا کردن رابطهٔ مناسب اعداد را در آن قرار می دهند و نتیجه را محاسبه می کنند. با این روش آنها می توانند جواب مسئله را درست به دست آورند حتی اگر ماهیت های نهفته شده در مسئله را درک نکرده باشند.

اگر ما گاه و بی گاه مسائل نامتداول را به دانش‌آموزان ارائه دهیم از احتمال اینکه دانش‌آموزان بدون درک ماهیت فیزیکی مسائل، جواب صحیح آنها را به دست آورند کاسته می شود. من از جوابهای مسائل نامتداول دانش‌آموزان توانستم اطلاعات پیچیده ای در مورد شناخت و درک آنها کسب کنم. در کلاس پس از دیدن و تجزیه و تحلیل بعضی از مسائل نامتداول دریافتم که دانش‌آموزان مشتاق حل این گونه مسائل هستند. آنها واقعاً به این نوع مسائل علاقمندند. هم چنین برای پیدا کردن «اشتباه» معلم خود نیز ترغیب می شوند.

در پایان کلام هم چنین باید خاطر نشان کنم که دانش‌آموزانم تنها گاهی اوقات در کلاس، مسائل نامتداول حل می کنند. من بیشتر در کلاس این گونه مسائل را مطرح کرده و از دادن مسائل نامتداول در امتحان خودداری می کنم، تنها در کلاس این گونه مسائل را برای تقویت و بررسی میزان شناخت و درک دانش‌آموزان ارائه می دهم.

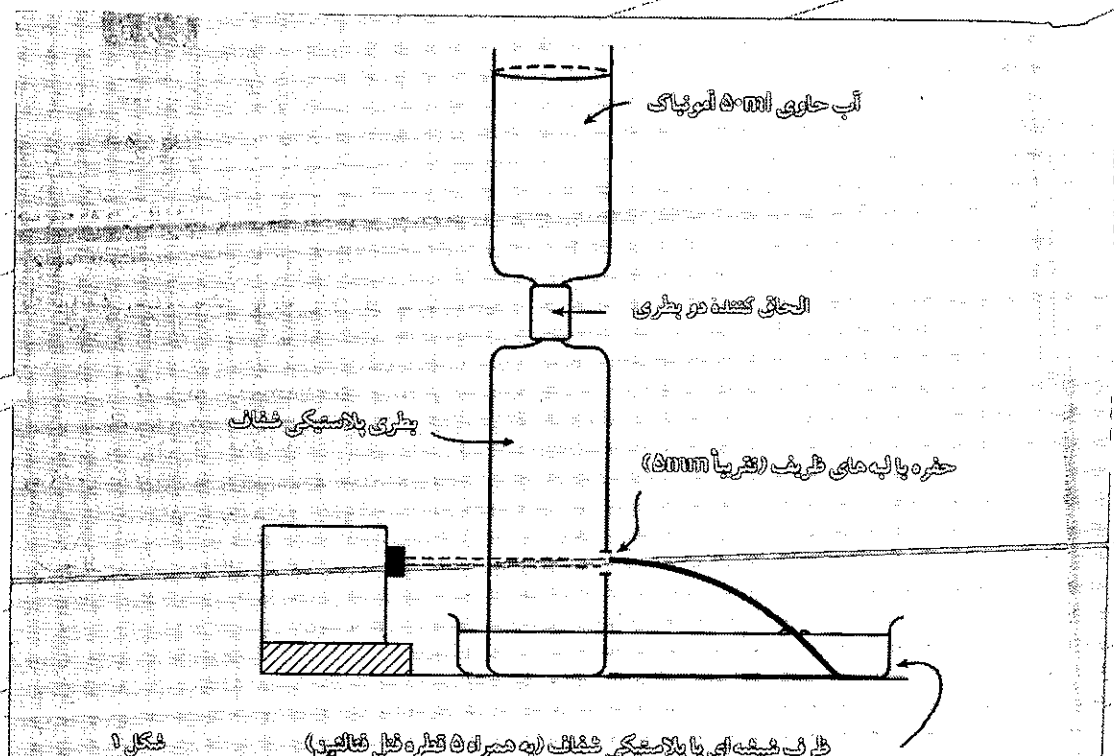
* Non traditional Problems
Vida Kariz Merhar
The Physics Teacher vol.39. september 2001

پایستگی رنگ

گوردون آر. گور
مترجم: محمدجواد ترکمنی، نینا شریفی

ممکن است قبلاً روش نسبتاً سادهٔ نشان دادن بازتاب کلی با استفاده از یک بطری پلاستیکی شفاف و یک لیزر را دیده باشید. سوراخی با لبه های دقیق در سطح جانبی یک بطری پلاستیکی شفاف ایجاد کنید و روی آن را با نوار تیره بپوشانید[1]. سپس بطری را پر از آب کنید و یک باریکهٔ نور از یک لیزر هلیم ـ نئون را طوری بتابانید که از آب داخل بطری بگذرد و درست در نقطهٔ سوراخ شده از بطری خارج شود. هنگامی که نوار برداشته شود، آب از سوراخ خارج می شود و باریکهٔ لیزر که دستخوش بازتاب کلی شده است جریان آب را تعقیب می کند.

مقداری مادهٔ شیمیایی جادویی به این مجموعهٔ نمایش می افزائیم. هنگامی که بطری را از آب پر می کنید حدود ۵۰ میلی لیتر از حجم کل آن را برای آب حاوی آمونیاک نگه دارید. همچنین به بشقاب جمع کننده (که در این جا درپوش پلاستیکی شفافی مانند درپوش یک سطل است) چند قطره از معرف شیمیایی فنل فتالئین بیفزائید[2]. هنگامی که آب خارج می شود مقداری از یون های موجود در آمونیم هیدروکسید را با خود می برد، بنابراین آب داخل ظرف جمع آوری قلیایی و رنگ آن قرمز می شود.



شکل ۱

قسمت اول این نمایش در تاریکی انجام می شود بنابراین دانش آموزان می توانند بازتاب کلی نور قرمز لیزر را ببینند. قبل از روشن کردن مجدد لامپ ها این پرسش را در کلاستان مطرح کنید که آیا تاکنون چیزی در مورد قانون پایستگی رنگ شنیده اید. اگر رنگ «پایسته» باشد پس آب داخل بشقاب جمع آوری بایستی قرمز باشد! (که البته هست!)

برای طولانی تر شدن آزمایش از یک متصل کنندهٔ بطری (یک تکه لولهٔ مناسب) استفاده کنید و دومین بطری را (که ته آن را بریده اید) همان طور که در شکل نشان داده شده است به مجموعه اضافه کنید. این امر باعث می شود مقدار آب و همچنین فشار رانش جریان افزایش یابد. همچنین یک قیف مناسب برای اضافه کردن آب و آمونیم هیدروکسید در اختیارمان می گذارد.

فرض می شود که این آزمایش برای دانش آموزانی انجام می شود که به حدی رسیده اند که بفهمند این یک شگرد «جادویی» است. فقط دانش آموزان خیلی جوان ممکن است باور کنند که رنگ واقعاً «پایسته» است.

در شکل ۱ یکی از روش های برپا کردن این آزمایش نشان داده شده است. اما آزمایش را به دفعات متعدد با ابعاد مختلف سوراخ، غلظت های مختلف آمونیم هیدروکسید و جز اینها می توانید انجام دهید. شکی نیست که شما ممکن است راه هایی برای مؤثرتر و سرگرم کننده تر بودن آزمایش بیابید.

۱) برای سوراخ کردن بطری پلاستیکی نازک ابتدا بطری را پر از آب کنید و آن را داخل یخچال بگذارید تا یخ بزند. سپس یک سوراخ ظریف می توان به راحتی در آن ایجاد کرد.

۲) اگر شما به معرف فنل فتالئین دسترسی ندارید مقداری مادهٔ Ex-Lax(R) را خریده، به اندازهٔ یک قرص از آن را له کنید و در ۳۰ میلی لیتر الکل حل کنید. (این روش دستیابی به فنل فتالئین به وسیلهٔ آندی ساو .Andy) (S.W.Sae در مقاله ای با عنوان «نمایش های دینامیکی»[۱] پیشنهاد شده است.

زیرنویس:

*Conservation of Colour
Gorden R. Gore
The Physics Teacher Vol. 30, Sept. 1992
[1] Andy S.W. Sae; "Dynamic Demos"; Sci. Teach.; Oct (1991)

سی و یکمین المپیاد بین المللی فیزیک

لِستر، انگلستان* ۲۰۰۰

مسابقهٔ نظری ـ زمان ۵ ساعت

مترجم: روح‌اله خلیلی بروجنی

مسئله ـ ۱ ✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻

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

الف) طنابی بلند و کشسان از یک طرف به یک نفر که به کمک آن می پرد و از طرف دیگر به پلی مرتفع وصل شده است. او از حال سکون و از بالای پل به طرف رودخانه ای که از زیر پل می گذرد، می پرد؛ اما به آب نمی رسد. جرم این شخص m، طول طناب در حالت عادی L، ثابت نیروی کشسانی طناب k (نیروی لازم برای کشش طناب به ازای واحد طول) و شدت میدان گرانشی g است.

همچنین:

ـ شخصی که می پرد را می توان ذره ای به جرم m که به انتهای طناب وصل است در نظر گرفت،

ـ جرم طناب در مقایسه با جرم m ناچیز است،

ـ طناب از قانون هوک پیروی می کند،

ـ مقاومت هوا را هنگام سقوط قهرمان پرش می توان نادیده گرفت.

با توجه به فرضهای بالا پاسخ های هریک از قسمت های زیر را به دست آورید:

a) فاصلهٔ y شخص قبل از آنکه برای اولین بار به طور لحظه ای ساکن شود،

b) بیشینهٔ سرعت v سقوط قبل از آنکه برای اولین بار به حال سکون برسد،

c) زمان t سقوط قبل از آنکه برای اولین بار به حال سکون برسد.

ب) یک ماشین گرمایی بین دو جسم مشابه با دمای متفاوت T_A و T_B ($T_A > T_B$) کار می کند. جرم هر جسم m و ظرفیت گرمایی ویژه هر کدام C است. فرض کنید فشار هر دو جسم ثابت می ماند و هم چنین دستخوش هیچ تغییر فازی نمی شوند.

a) اگر ماشین گرمایی بیشینه مقدار کار مکانیکی که به لحاظ نظری امکان پذیر است را از دستگاه بگیرد، رابطه ای برای دمای نهایی T_0 که هر دو جسم به آن می رسند، پیدا کنید.

b) بیشینه کار موجود را حساب کنید.

ماشین گرمایی بین دو منبع آب که حجم هر کدام $2/50\ m^3$ است کار می کند. اگر دمای یک منبع 350K و دمای منبع دیگر 300K باشد:

c) بیشینه انرژی مکانیکی را که می توان به دست آورد حساب کنید.

ظرفیت گرمایی ویژهٔ آب = $4/19\times10^3\ Jkg^{-1}K^{-1}$

kgm^{-3} ۱/۰۰×۱۰^{۳} = چگالی آب

پ) فرض می شود که هنگام شکل گیری زمین ایزوتوپ های ^{۲۳۸}U و ^{۲۳۵}U موجود بوده اند ولی محصولات واپاشی آنها وجود نداشته است. از واپاشی های ^{۲۳۸}U و ^{۲۳۵}U می توان برای تعیین سن زمین، T، بهره گرفت.

a) نیمه عمر واپاشی ^{۲۳۸}U برابر ۱۰^{۹} × ۴/۵۰ سال است. اما، محصولات واپاشی آن نیمه عمر کوتاهتری دارند؛ به طوری که در تقریب اول می توان وجود آنها را نادیده گرفت. سری واپاشی با تولید ایزوتوپ پایدار ^{۲۰۶}Pb متوقف می شود.

تعداد اتم های ^{۲۰۶}Pb را که بر اثر واپاشی پرتوزا در زمان t تولید می شود را با ^{۲۰۶}n نمایش دهید و آن را بر حسب تعداد اتم های موجود ^{۲۳۸}U یعنی ^{۲۳۸}N و نیمه عمر واپاشی ^{۲۳۸}U به دست آورید. (بهتر است برحسب یکای ۱۰^{۹} سال کار کنید).

b) همین طور، ^{۲۳۵}U با نیمه عمر ۱۰^{۹} × ۰/۷۱۰ سال در یک سری با محصولات با عمر کوتاهتر به ایزوتوپ پایدار ^{۲۰۷}Pb می انجامد.

معادله ای برای ^{۲۰۷}n بر حسب ^{۲۳۵}N و نیمه عمر ^{۲۳۵}U به دست آورید.

c) می خواهیم با یک طیف سنج جرمی سنگ های معدنی اورانیم مخلوط با سنگ معدن سرب را جدا کنیم. تراکم نسبی سه ایزوتوپ سرب ^{۲۰۴}Pb، ^{۲۰۶}Pb و ^{۲۰۷}Pb اندازه گیری شده است و نسبت تعداد اتم ها به ترتیب ۱/۰۰، ۲۹/۶، ۲۲/۶ به دست آمده است. از ایزوتوپ ^{۲۰۴}Pb به عنوان مرجع استفاده شده است که منشأ پرتوزا ندارد.

تجزیهٔ یک سنگ معدن خالص نسبت های ۱/۰۰، ۱۷/۹، ۱۵/۵ را به دست می دهد.

اگر نسبت ^{۲۳۸}N، ^{۲۳۵}N برابر ۱۳۷، ۱ باشد، معادله ای برای T به دست آورید.

d) فرض کنید T از نیمه عمرهای هر دو ایزوتوپ اورانیم خیلی بزرگ تر است. مقداری تقریبی برای T به دست آورید.

e) بدیهی است که این مقدار تقریبی از نیمه عمر، بزرگ تر بسیار طولانی تر است، اما می توان با استفاده از آن مقدار بسیار دقیق تری برای T به دست آورد.

با توجه به این، یا طریق دیگر، سن دقیق زمین را با خطای ۲٪ به دست آورید.

ت) بار Q به صورت یکنواخت روی سطح داخلی یک حفرهٔ کروی به شعاع R توزیع شده است.

a) رابطه ای برای شدت میدان الکتریکی در فاصلهٔ r از مرکز کره برای دو حالت $r < R$ و $r > R$ به دست آورید.

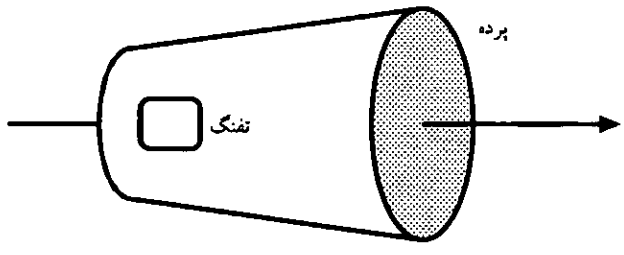
b) رابطه ای برای انرژی الکتریکی کل ناشی از این توزیع بار به دست آورید.

ث) یک حلقهٔ دایره ای از سیم نازک مسی حول قطر عمودی در یک نقطه داخل میدان مغناطیسی زمین می چرخد، چگالی شار مغناطیسی ناشی از میدان مغناطیسی زمین در این نقطه برابر ۴۴/۵μT است و جهت خط های میدان با افق زاویهٔ ۶۴° می سازد. اگر چگالی مس kgm^{-3} ۸/۹۰×۱۰^{۳} و مقاومت ویژهٔ آن $\Omega.m$ ۱/۷۰×۱۰$^{-۸}$ باشد، چقدر طول می کشد تا سرعت زاویه ای حلقه نصف شود؟ این زمان خیلی بیشتر از زمان یک دور چرخش حلقه است. هرچند اثر خود-القایی را نمی توان نادیده گرفت ولی در حل این مسئله از آن چشم پوشی کنید. همچنین اصطکاک هوا و اصطکاک عوامل نگهدارندهٔ حلقه را نادیده بگیرید.

مسئله ۲ ✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻

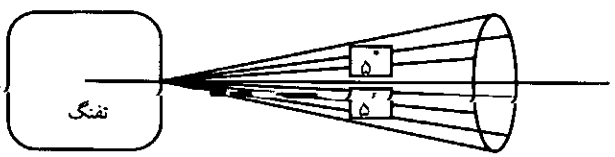
الف) یک لامپ پرتو کاتدی[۱] متشکل از یک تفنگ و یک پرده است که در یک میدان مغناطیسی ثابت و یکنواخت به اندازهٔ B قرار دارد. به طوری که میدان مغناطیسی موازی باریکهٔ الکترونی است که از تفنگ خارج می شود (شکل ـ ۱)

باریکهٔ الکترون از آند تفنگ الکترونی و از روی محور آن باواگرایی ۵° نسبت به محور خارج می شود (شکل ـ ۲).



شکل ۱

به طور کلی یک نقطهٔ پخشیده[۲] روی پرده به وجود می‌آید، اما برای بعضی مقادیر میدان مغناطیسی یک نقطهٔ کانونی شدهٔ واضح به دست می‌آید.

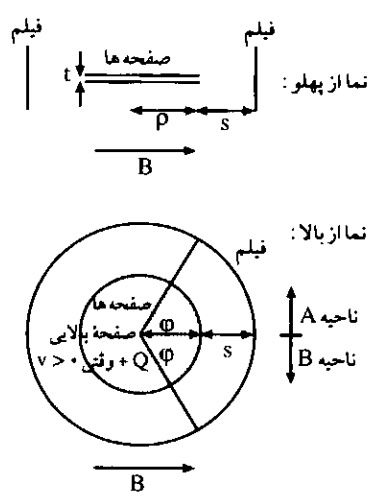


شکل ـ ۲

با در نظر گرفتن حرکت الکترونی که در ابتدا با زاویهٔ $\beta(-5^\circ \le \beta \le 5^\circ)$ نسبت به محور از تفنگ الکترونی خارج می‌شود، و با توجه به مؤلفه‌های موازی و عمود بر محور، رابطه‌ای برای نسبت بار به جرم الکترون $(\frac{e}{m})$ بر حسب کمیت‌های زیر به دست آورید:

- کمترین میدان مغناطیسی برای آنکه یک نقطهٔ کانونی شدهٔ واضح روی پرده تشکیل شود،
- اختلاف پتانسیل شتابدهنده V که به دو سر تفنگ الکترونی اعمال می‌شود (توجه کنید $V<2kV$ است)،
- فاصلهٔ D، بین آن دو پرده.

ب) روش دیگر اندازه‌گیری نسبت بار به جرم الکترون به قرار زیر است. شکل ـ ۳ ترتیب این روش را از پهلو و از بالا نشان می‌دهد همچنین جهت میدان $\vec{B}$ نیز مشخص شده است.



شکل ـ ۳

در این میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$، دو صفحهٔ دایره‌ای برنجی به شعاع ρ و فاصلهٔ ناچیز t از یکدیگر قرار دارند و دو سر آنها اختلاف پتانسیل V وجود دارد. صفحه‌ها موازی و هم‌محور هستند به طوری که محور آنها بر میدان مغناطیسی عمود است. یک فیلم عکاسی به صورت استوانه‌ای به شعاع ρ+s و هم‌محور با صفحه‌ها مطابق شکل ـ ۳ قرار گرفته است. به عبارت دیگر فاصلهٔ شعاعی فیلم از لبهٔ صفحه‌ها برابر s است. کل دستگاه در خلأ قرار دارد. توجه کنید t خیلی کوچکتر از s و ρ است.

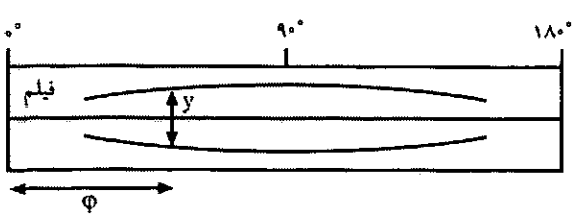
یک چشمهٔ نقطه‌ای از ذره‌های β در بین مراکز دو صفحه قرار دارد و ذره‌های β را به طور یکنواخت در همهٔ جهت‌ها و با گستره‌ای از سرعت‌ها گسیل دارد، و یک قطعه فیلم در سه مورد زیر، این ذره‌ها را آشکار می‌کند:

- نخست با $B = 0$ و $V = 0$،
- دوم با $B = B_0$ و $V = V_0$، و
- سوم با $B = -B_0$ و $V = -V_0$.

که V_0 و B_0 مقادیر ثابت‌های مثبت هستند. توجه کنید هرگاه $V > 0$ باشد صفحهٔ بالایی دارای بار مثبت و هرگاه $V < 0$ باشد بار این صفحه منفی خواهد شد، همچنین هرگاه جهت میدان B مطابق شکل ـ ۳ باشد $B > 0$ است. (و در جهت مخالف $B < 0$ است). برای این قسمت می‌توانید فرض کنید فاصله دو صفحه قابل چشمپوشی است.

در شکل ـ ۳ دو ناحیه A و B روی فیلم نشان داده شده است. شکل ـ ۴ یکی از این ناحیه‌ها را پس از پرتودهی و ظهور فیلم نشان می‌دهد.

این ناحیه را مشخص کنید. جواب خود را با نشان دادن جهت نیروهای وارد بر الکترون توجیه کنید.



شکل ـ ۴

پ) بعد از پرتودهی و ظهور فیلم، یک طرح کلی از فیلم در شکل ـ ۴ آمده است. فاصلهٔ دو تا از دورترین ردها با یک میکروسکوپ اندازه گیری شده است و در شکل ـ ۴ این فاصله (y) برای یک زاویه مشخص نشان داده شده است. در جدول زیر نتایج حاصل از اندازه گیری آمده است. زاویه φ که در شکل ـ ۳ مشخص شده است، زاویهٔ بین جهت میدان مغناطیسی و خطی است که مرکز صفحه ها

زاویه یا میدان مغناطیسی (درجه)	φ	۹۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۳
فاصله (mm)	y	۱۷/۴	۱۲/۷	۹/۷	۶/۴	۳/۳	پایان رد

را به یک نقطه روی فیلم وصل می کند.

مقادیر عددی پارامترهای دستگاه در زیر داده شده است:

$$B_0 = 6/91 mT \ , \ V_0 = 580 V$$
$$t = 0/80 mm \ , \ s = 41/0 mm$$

سرعت نور در خلا را $3/00\times10^{8}\ m.s^{-1}$ و جرم الکترون را $9/11\times10^{-31}\ kg$ بگیرید.

بیشینهٔ انرژی جنبشی مشاهده شده برای ذره های β را به دست آورید. پاسخ عددی خود را بر حسب eV به دست آورید.

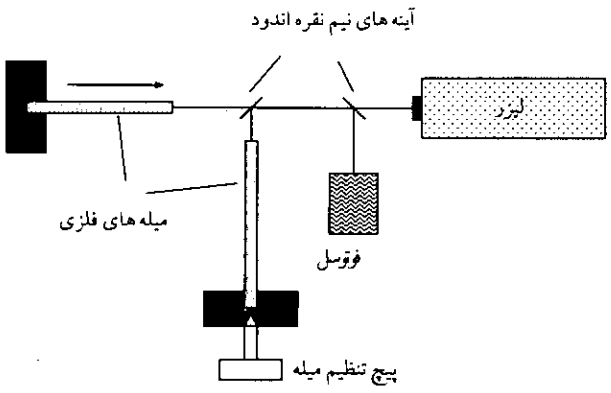
ت) با استفاده از داده های به دست آمده در قسمت (پ)، مقداری برای نسبت بار به جرم الکترون به دست آورید. این کار را باید با رسم یک نمودار مناسب بر روی کاغذی که در اختیار شماست، انجام دهید.

توجه کنید به دلیل خطاهای سیستماتیک در مشاهده جوابی که به دست آورده اید می تواند با جواب پذیرفته شده سازگار نباشد.

مسئله ۳ ✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻
امواج گرانشی و تأثیر گرانش بر نور[۳]

الف) این بخش به مشکلات آشکارسازی امواج گرانشی تولید شده در رویدادهای نجومی می پردازد. به عنوان مثال انفجار یک ابَر نواختر دوردست می تواند افت و خیزهایی در حدود $10^{-19}\ Nkg^{-1}$ در شدت میدان گرانشی در سطح زمین تولید کند.

یک مدل آشکارساز امواج گرانشی (شکل ـ ۵ را ببینید) شامل دو میلهٔ فلزی هر کدام به طول 1m است که به صورت عمود بر هم نگه داشته می شوند. انتهای یکی از میله ها از نظر اپتیکی صیقلی و صاف است و طرف دیگر آن به صورت صُلب محکم شده است. موقعیت میلهٔ دیگر به گونه ای تنظیم شده است که بتواند ضعیف ترین علائم گسیل شده از سلول فوتوالکتریک را دریافت کند (شکل ـ ۵)



شکل ـ ۵

یک ابزار پیزوالکتریک به هر کدام از میله ها ضربه ای شدید در مدت کوتاهی وارد می کند. در نتیجه انتهای آزاد میله ها با یک جابه جایی طولی Δx_t نوسان می کند، به طوری که داریم:

$$\Delta x_t = ae^{-\mu t} Cos(\omega t + \varphi)$$

a، μ، ω و φ مقادیر ثابتی هستند.

a) اگر دامنهٔ حرکت در بازهٔ ۵۰ ثانیه به اندازهٔ ۲۰ درصد کاهش یابد، مقدار μ را تعیین کنید.

b) اگر میله ها متشکل از آلومینیم با چگالی

$\rho = ۲۷۰۰ kgm^{-۳}$ و مدول یانگ $E = ۷/۱ \times ۱۰^{۱۰} Pa$ باشند، مقدار ω را به دست آورید.

c) ساختن دو میله دقیقاً با طول یکسان ناممکن است، در نتیجه علائم سلول فوتوالکتریک دارای بسامد زنش $۵ \times ۱۰^{-۳} Hz$ است. اختلاف طول دو میله چقدر است؟

d) برای میله ای به طول l، یک رابطهٔ جبری برای تغییر طول Δl ناشی از تغییر شدت میدان گرانشی Δg، بر حسب l و دیگر ثابت های وابسته به جنس میله به دست آورید.

e) نور تولید شده توسط لیزر تکفام و با طول موج ۶۵۶nm است.

اگر کمترین جابه جایی فریز که می تواند آشکار شود برابر $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$ طول موج لیزر باشد، کمترین مقدار l چقدر باشد تا بتواند تغییرات g از مرتبهٔ $۱۰^{-۱۹} Nkg^{-۱}$ را آشکار کند؟

نوعی آشکارساز غیرجهتی امواج گرانشی شامل کره‌ای از آلیاژ مس به جرم ۱۱۶۸kg است. این کره در خلأ از مجموعهٔ کاهنده ارتعاش آویزان است. برای آشکارسازی تغییرات ابعاد کره، مبدل های شامل مدارهای کوک شده، به آن وصل است. اما، مبدل ها قادرند همهٔ ارتعاش های غیرواقعی مثلاً ناشی از، اثرهای دما و نوفه (بر اثر افزایش الکتریکی) را گردآوری کنند.

f) برای کاهش ارتعاش های ناشی از اثرهای دما، دمای کره در یک فرایند خنک سازی به ۱۰۰mK رسانده می شود. دامنهٔ ارتعاش های اتمی بر اثر خنک سازی دستگاه از ۳۰۰K با چه ضریبی کاهش می یابد؟

g) در ابتدا با استفاده از نیتروژن مایع و هلیم مایع کره تا دمای ۴/۲K سرد می شود. سپس در فرآیند خنک سازی به دمای ۱۰۰mK می رسد، به طوری که انرژی با آهنگ متوسط ۱mW از این دستگاه خارج می شود. ظرفیت گرمایی ویژهٔ آلیاژ مس، C، در دماهای کم با $T^۳$ تناسب مستقیم دارد. زمان لازم برای اینکه دمای دستگاه از ۴/۲K به ۱۰۰mK برسد را برآورد کنید.

(در دمای ۴/۲K) $C = ۰/۰۷۲ JKg^{-۱}K^{-۱}$

ب) این بخش به تأثیر میدان گرانشی بر انتشار نور در فضا می پردازد.

a) فوتونی که از سطح خورشید (به جرم M و شعاع R) گسیل می شود انتقال به سرخ می یابد. با فرض یک جرم سکون معادل برای انرژی فوتون، و با استفاده از نظریهٔ گرانشی نیوتون نشان دهید که بسامد مؤثر (یا اندازه گیری شده) فوتون در بینهایت با ضریب $(۱-\frac{GM}{Rc^۲})$ کاهش می یابد (انتقال به سرخ می یابد).

b) کاهش بسامد فوتون با افزایش دورهٔ آن هم ارز است، به طوری که اگر فوتون را به عنوان ساعت استاندارد به کار ببریم، این دو خصوص باعث اتساع زمان می شود. به عبارت دیگر می توان نشان داد یک اتساع زمان همواره با انقباضی در واحد طول با همان ضریب همراه است.

اکنون می خواهیم این اثر را بر انتشار نور در حوالی خورشید بررسی کنیم. نخست ضریب شکست مؤثر n_r را در نقطه ای به فاصلهٔ r از مرکز خورشید به صورت زیر تعریف می کنیم:

$$n_r = \frac{c}{c'_r}$$

در این رابطه c سرعت نور اندازه گیری شده در دستگاه مختصاتی است که از تأثیر میدان گرانشی خورشید به دور است $(r \to \infty)$، و c'_r سرعت نور اندازه گیری شده در دستگاه مختصاتی است که در فاصلهٔ r از مرکز خورشید قرار دارد.

نشان دهید n_r برای مقدار $GM/rc^۲$ کوچک از رابطهٔ تقریبی زیر به دست می آید:

$$n_r = ۱ + \frac{\alpha GM}{rc^۲}$$

که α یک مقدار ثابت است که باید آن را تعیین کنید.

c) با استفاده از رابطه ای که برای n_r در قسمت قبل به دست آوردید، جابه جایی یک پرتو نور از خط راست را هنگامی که از کنار خورشید عبور می کند برحسب رادیان به دست آورید.

داده های مورد نیاز:

ثابت گرانش عمومی : $G = ۶/۶۷ \times ۱۰^{-۱۱} Nm^۲kg^{-۲}$

جرم خورشید : $M = ۱/۹۹ \times ۱۰^{۳۰} kg$

شعاع خورشید : $R = ۶/۹۵ \times ۱۰^۸ m$

سرعت نور : $c = ۳/۰۰ \times ۱۰^۸ ms^{-۱}$

همچنین در صورت نیاز می توانید از رابطهٔ انتگرالی زیر استفاده کنید:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{(x^۲ + a^۲)^{\frac{۳}{۲}}} = \frac{۲}{a^۲}$$

پاسخ مسائل مسابقه نظری سی و یکمین المپیاد بین المللی فیزیک

لستر، انگلستان، ۲۰۰۰

حل مسئله ۱ ✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻

الف:

a) هنگامی شخصی که پریده به حال سکون می رسد که داشته باشیم:

انرژی ذخیره شده در طناب = کاهش انرژی پتانسیل گرانشی

$$mgy = \frac{1}{2}k(y-L)^2$$

$$ky^2 - 2y(kL+mg) + kL^2 = 0$$

با حل این معادله داریم:

$$y = \frac{2(kL+mg) \pm \sqrt{4(kL+mg)^2 - 4k^2L^2}}{2k}$$

$$= \frac{kL+mg \pm \sqrt{2mgkL + m^2g^2}}{k}$$

با توجه به شرط مسئله، ریشهٔ مثبت قابل قبول است.

b) سرعت هنگامی بیشینه است که نیروهـا متـوازن و شتاب صفر است، یعنی وقتی که mg = kx.

انرژی کشسانی طناب - کاهش انرژی پتانسیل = انرژی جنبشی

$$\frac{1}{2}mv^2 = mg(L+x) - \frac{1}{2}kx^2$$

$$x = \frac{mg}{k}$$

$$v^2 = 2g(L+\frac{mg}{k}) - \frac{mg^2}{k}$$

$$v = \sqrt{2gL + \frac{mg^2}{k}}$$

c) زمان توقف کش آمدن طناب + زمان سقوط آزاد = زمان رسیدن به حال سکون

ارتفاع سقوط آزاد : $L = \frac{1}{2}gt^2$

در نتیجه زمان سقوط آزاد برابر است با:

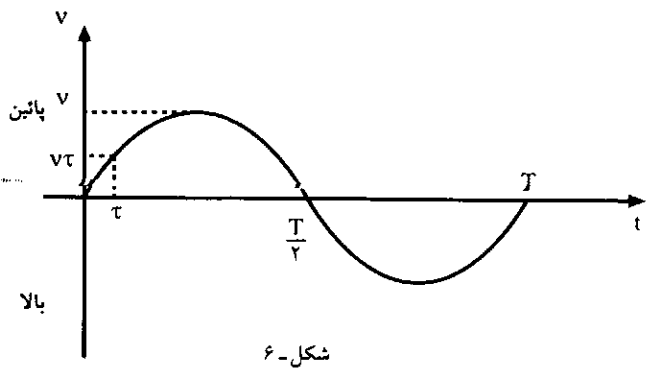
$$t_f = \sqrt{\frac{2L}{g}}$$

حرکت نوسانی ساده با سرعت سقوط آزاد زیر شـروع می شود:

$$v_z = gt_f = \sqrt{2gL}$$

دورهٔ حرکت نوسانی ساده : $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

نمودار شکل ـ۶ یک چرخهٔ کامل حرکت نوسانی ساده را نشان می دهد.



شکل ـ۶

حرکت نوسانی شخصی که بریده در زمان ۲ شروع می شود و برابر است با:

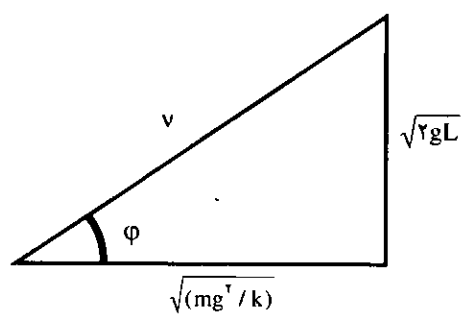
$$\tau = \frac{1}{\omega} Sin^{-1} \frac{v_\tau}{v} = \frac{1}{\omega} Sin^{-1} \frac{\sqrt{2gL}}{v}$$

زمانی که او در نیمه دورهٔ اول به حال سکون می رسد برابر است با:

$$t = t_f + (\frac{T}{2} - \tau)$$

$$= \sqrt{\frac{2L}{g}} + \pi\sqrt{\frac{m}{k}} - \frac{1}{\omega} Sin^{-1} \frac{\sqrt{2gL}}{v}$$

با توجه به شکل ـ ۷ داریم



شکل ـ۷

$$t = \sqrt{\frac{2L}{g}} + \pi\sqrt{\frac{m}{k}} - \frac{1}{\omega} Sin^{-1} \frac{\sqrt{2gL}}{\sqrt{2gL + mg^2/k}}$$

$$= \sqrt{\frac{2L}{g}} + \sqrt{\frac{m}{k}} \left\{ \pi - Sin^{-1} \frac{\sqrt{2gL}}{\sqrt{2gL + mg^2/k}} \right\}$$

و یا می توان نوشت:

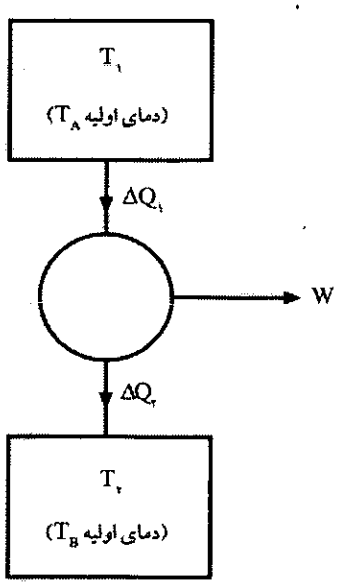
$$t = \sqrt{\frac{2L}{g}} + \sqrt{\frac{m}{k}} \left\{ \frac{\pi}{2} + Cos^{-1} \frac{\sqrt{2gL}}{\sqrt{2gL + mg^2/k}} \right\}$$

$$= \sqrt{\frac{2L}{g}} + \sqrt{\frac{m}{k}} \tan^{-1} \left\{ -\sqrt{\frac{2kL}{mg}} \right\}$$

ب) ماشین گرمایی

a) در محاسبهٔ کار موجود فرض می کنیم اتلاف انرژی (از طریق اصطکاک و غیره) ناچیز است.

با توجه به شکل ـ۸، انرژی گرفته شده از جسم A برابر است با:



شکل ـ۸

$$\Delta Q_1 = -mC\Delta T_1$$

و انرژی داده شده به جسم B برابر است با:

$$\Delta Q_2 = mC\Delta T_2$$

برای بیشترین مقدار انرژی مکانیکی ماشین کار نو را درنظر می گیریم پس در طول کار آن(قانون دوم)

$$\frac{\Delta Q_1}{T_1} = \frac{\Delta Q_2}{T_2}$$

یا

$$\frac{-mC\Delta T_1}{T_1} = \frac{mC\Delta T_2}{T_2}$$

اگر دمای نهایی را T_0 فرض کنیم داریم:

$$-mC\int_{T_A}^{T_0}\frac{dT_1}{T_1} = mC\int_{T_B}^{T_0}\frac{dT_2}{T_2}$$

$$\mathrm{Ln}\frac{T_A}{T_0} = \mathrm{Ln}\frac{T_0}{T_B}$$

$$T_0^2 = T_A T_B$$

$$T_0 = \sqrt{T_A T_B}$$

(b

$$Q_1 = -mC\int_{T_A}^{T_0} dT_1 = ms(T_A - T_0)$$

$$Q_2 = mC\int_{T_B}^{T_0} dT_2 = ms(T_0 - T_B)$$

$$W = Q_1 - Q_2$$

$$= mC(T_A - T_0 - T_0 + T_B)$$

$$= mC(T_A + T_B - 2T_0)$$

$$= mC(T_A + T_B - 2\sqrt{T_A T_B})$$

$$= mC(\sqrt{T_A} - \sqrt{T_B})^2$$

c) مثال عددی

چگالی × حجم= جرم

$$W = 2/50 \times 1/00 \times 10^3 \times 4/19 \times 10^3 \times (\sqrt{350} - \sqrt{300})^2$$

$$= 20 \times 10^6\ J$$

$$= 20\ MJ$$

پ) پرتوزایی و سن زمین

(a

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (N_0: \text{تعداد اولیه})$$

$$n = N_0(1 - e^{-\lambda t})$$

یا:

$$n = Ne^{\lambda t}(1 - e^{-\lambda t}) = N(e^{\lambda t} - 1)$$

بنابراین داریم:

$$n = N(2^{t/\tau} - 1)$$

که در آن τ نیمه عمر است.

$$\lambda = \frac{\mathrm{Ln}2}{T} = \frac{0/6931}{T}$$

$$n = N(e^{0/6931\, t} - 1)$$

$$^{206}n = {}^{238}N(2^{t/4/50} - 1)$$

یا:

$$^{206}n = {}^{238}N(e^{0/15401\, t} - 1)$$

که در آن واحد t، 10^9 سال است.

(b

$$^{207}n = {}^{235}N(2^{t/0/7100} - 1)$$

یا:

$$^{207}n = {}^{235}N(e^{0/97621\, t} - 1)$$

c) در مخلوط اورانیم(یعنی، حاوی سرب دارای منشأ طبیعی و رادیو اکتیو) داریم:

۲۰۴ , ۲۰۶ , ۲۰۷ ⟶ ۱/۰۰ , ۲۹/۶ , ۲۲/۶

سرب خالص (بدون پرتوزایی) ⟵ ۱/۰۰ , ۱۷/۹ , ۱۵/۵

در نتیجه برای سرب تولید شده در فرایندهای پرتوزا با عملیات تفریق داریم:

۲
۰
۶
۰
۰
۲
۰
۷
۱
۱
۰
۷
۰
۰
۷
۰
۱

با تقسیم روابط به دست آمده دو قسمت (a) و (b) داریم :

$$\frac{^{206}n}{^{207}n}=\frac{^{238}N}{^{235}N}\left\{\frac{2^{t/4.50}-1}{2^{t/0.710}-1}\right\}$$

یا :

$$\frac{^{206}n}{^{207}n}=\frac{^{238}N}{^{235}N}\left\{\frac{e^{0.1542t}-1}{e^{0.9762t}-1}\right\}$$

$$\frac{11/7}{7/1}=137\left\{\frac{2^{T/4.50}-1}{2^{T/0.710}-1}\right\}$$

یا :

$$\frac{11/7}{7/1}=137\left\{\frac{e^{0.1542T}-1}{e^{0.9762T}-1}\right\}$$

$$0/0120\left\{2^{T/0.710}-1\right\}=\left\{2^{T/4.50}-1\right\}$$

یا :

$$0/0121\left\{e^{0.9762T}-1\right\}=\left\{e^{0.1542T}-1\right\}$$

d) فرض کنید $T >> 4/50\times10^9$ و از عدد یک در هر دو رابطه صرف نظر کنیم، داریم :

$$0/0120\left\{2^{T/0.710}\right\}=\left\{2^{T/4.50}\right\}$$

یا :

$$0/0120\left\{e^{0.9762T}\right\}=\left\{e^{0.1542T}\right\}$$

$$0/0120=\left\{2^{T/4.50-T/0.710}\right\}$$

$$=2^{T(0.2222-0.1482)}$$

$$=2^{-0.1862T}$$

$$T=-\frac{\log 0/0120}{\log 2\times 1/1862}=5/38$$

$$T=5/38\times10^9 \text{ سال}$$

یا :

$$0/0120=e^{-0.2222T}$$

$$T=\frac{Ln\,0/0120}{-0/8222}=\frac{-4/4228}{-0/8222}=5/38$$

$$T=5/38\times10^9 \text{ (سال)}$$

e) زمان به دست آمده برای T از عدد $4/50\times10^9$ چندان بزرگتر نیست ولی از عدد $0/71\times10^9$ خیلی بزرگتر است.

می توانیم تقریب بهتری برای T به دست آوریم(آن را $T^*=5/38\times10^9$ سال می نامیم)

$$0/0120\left(2^{T/0.710}-1\right)=2^{T^*/4.50}-1$$

$$2^{T/0.710}-1=\frac{2^{11/9956}-1}{2^{0/2904}-1}=\frac{2/2904-1}{0/2904}=107/5$$

$$T=0/710\frac{\log 108/5}{\log 2}=4/80$$

با قرار دادن $T^*=4/8\times10^9$ سال داریم :

$$2^{T/0.710}=\frac{2^{11/0668}-1}{0/0120}=\frac{2/0948-1}{0/0120}=91/2$$

$$T=0/710\frac{\log 91/2}{\log 2}=4/62$$

با تکرار بیشتر عدد ۴٫۵۲ به دست می آید.

یا داریم :

$$0/0120\left(e^{0.9762T}-1\right)=\left(e^{0.1542T^*}-1\right)$$

همین طور جواب دقیق تر برای T به جای $4/6\times10^9$ سال، عدد $4/5\times10^9$ است.

ت) بار کروی

(a $\rho=\frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3}$: چگالی بار

در فاصلهٔ x از مرکز کره، داخل کره $(x\le R)$ داریم :

$$E=\frac{\frac{4}{3}\pi x^3\rho}{4\pi\varepsilon_0 x^2}=\frac{Qx}{4\pi\varepsilon_0 R^3}$$

و در فاصله x از مرکز کره، خارج کره $(x>R)$ داریم :

(b $$E=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 x^2}$$

روش اول :

چگالی انرژی الکتریکی از رابطه $U_E=\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$ به دست می آید. چگالی انرژی الکتریکی در پوسته ای به ضخامت δx و شعاع x (درون کره $x\le R$) برابر است با :

$$U_E = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2\left(4\pi x^2 \delta x\right) = \frac{1}{2} 4\pi\varepsilon_0 \frac{Q^2 x^2}{(4\pi\varepsilon_0)^2 R^4} x^2 \delta x$$

در نتیجه انرژی الکتریکی درون حجم کروی برابر است با:

$$U_{in} = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{(4\pi\varepsilon_0)R^4}\int_{x=0}^{x=R} x^2 dx = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{R}$$

همچنین انرژی الکتریکی خارج کره $(x > R)$، درون یک پوستهٔ کروی برابر است با:

$$U_E = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2(4\pi x^2)\delta x$$
$$= \frac{1}{2}(4\pi\varepsilon_0)\frac{Q^2}{(4\pi\varepsilon_0)^2 x^2} x^2 \delta x$$

در نتیجه انرژی در حجم کروی برای $(x > R)$ برابر است با:

$$U_{out} = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{(4\pi\varepsilon_0)}\int_{x=R}^{x=\infty}\frac{dx}{x^2} = \frac{1}{8}\frac{Q^2}{\pi\varepsilon_0}\frac{1}{R}$$

انرژی کل ناشی از این توزیع بار برابر است با:

$$U_T = U_{in} + U_{out} = \frac{1}{40}\frac{Q^2}{\pi\varepsilon_0}\frac{1}{R} + \frac{1}{8}\frac{Q^2}{\pi\varepsilon_0}\frac{1}{R}$$
$$= \frac{3}{20}\frac{Q^2}{\pi\varepsilon_0}\frac{1}{R}$$

روش دوم:

یک پوسته با بار الکتریکی $4\pi x^2 \delta x \rho$ از بی نهایت تا سطح کره‌ای به شعاع x حرکت می کند که در آن پتانسیل الکتریکی برابر است با:

$$\frac{\frac{4}{3}\pi x^3 \rho}{4\pi\varepsilon_0 x} = \frac{x^2\rho}{3\varepsilon_0}$$

در این صورت انرژی پتانسیل الکتریکی برابر است با:

$$\left(\frac{x^2\rho}{3\varepsilon_0}\right)(4\pi x^2\rho)\delta x$$

و انرژی کل تمام کره برابر است با

$$\int_{x=0}^{x=R}\frac{4\pi\rho^2 x^4}{3\varepsilon_0}dx = \frac{4}{15}\frac{\pi\rho^2 R^5}{\varepsilon_0}$$

از طرفی

$$Q = \frac{4}{3}\pi R^3\rho \quad , \quad \rho = \frac{3Q}{4\pi R^3}$$

c) انرژی بستگی برابر است با:

$$E_{\text{بستگی}} = E_{\text{الکتریکی}} - E_{\text{هسته‌ای}}$$

انرژی بستگی، یک انرژی منفی است، در نتیجه

$-8/768 = E_{\text{الکتریکی}} - 10/980$ MeV (به ازای هر نوکلئون)

$E_{\text{الکتریکی}} = 2/212$ MeV (به ازای هر نوکلئون)

شعاع هستهٔ کبالت از رابطهٔ زیر به دست می آید:

$$R = \frac{3}{20}\frac{Q^2}{\pi\varepsilon_0 E_{\text{الکتریکی}}^{\text{کل}}}$$

$$= \frac{3\times 27^2\times(1/60\times10^{-19})^2}{20\times\pi\times8/85\times10^{-12}\times2/212\times10^6\times57\times1/60\times10^{-19}}\, m$$

$$= 5/0\times10^{-15}\, m$$

القای الکترومغناطیسی

ث) روش اول ـ مساوی قرار دادن انرژی

مؤلفهٔ افقی میدان مغناطیسی B باعث القای نیروی محرکهٔ ε در حلقه می شود. بنابراین داریم:

$$B = 44/5\times10^{-6}\, Cos64^\circ$$

شار مغناطیسی عبوری از حلقه تحت زاویه θ برابر است:

$$\varphi = B\pi a^2 Sin\theta$$

که در آن a شعاع حلقه است.

$$\varepsilon = \frac{d\varphi}{dt} = B\pi a^2\frac{d}{dt}(Sin\omega t)$$

که در آن ω سرعت زاویهٔ حلقه است.

$$\varepsilon = B\pi a^2\omega Cos\omega t = B\pi a^2\omega Cos\theta$$

نیروی محرکهٔ متوسط برای بیشتر از یک دور چرخش حلقه برابر است با:

$$\varepsilon_{rms} = \frac{B\pi a^2\omega}{\sqrt{2}}$$

میانگین گرم شدن مقاومتی حلقه $= \dfrac{B^2\pi^2 a^4\omega^2}{2R}$

گشتاور لختی حلقه $= \dfrac{1}{2}ma^2$

$= \frac{1}{4} ma^2\omega^2$ انرژی دورانی حلقه

که در آن m جرم حلقه است.

توان تولید شده بر اثر تغییر ω برابر است:

$$P = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{4} ma^2\omega^2\right)$$
$$= \frac{1}{4} ma^2(2\omega)\frac{d\omega}{dt}$$

با برابر قرار دادن میانگین گرم شدن مقاومتی و توان تولید شده، داریم:

$$\frac{1}{2} ma^2\omega\frac{d\omega}{dt} = -\frac{B^2\pi^2a^4\omega^2}{2R}$$
$$\frac{d\omega}{\omega} = -\frac{B^2\pi^2a^2}{mR}dt$$

اگر T زمان لازم برای نصف شدن سرعت زاویه باشد، داریم:

$$\int_{\omega}^{\frac{\omega}{2}} \frac{d\omega}{\omega} = -\int_{0}^{T} \frac{B^2\pi^2a^2}{mR}dt$$
$$Ln2 = \frac{B^2\pi^2a^2}{mR}T$$

از طرفی داریم:

$$R = \frac{2\pi a\rho}{A} \quad , \quad m = 2\pi aAd$$

که در آن A سطح مقطع حلقهٔ مسی و d چگالی مس است. بنابراین:

$$Ln2 = \frac{B^2\pi^2a^2T}{\frac{2\pi a\rho}{A}(2\pi aAd)} = \frac{B^2T}{4\rho d}$$
$$T = \frac{4\rho dLn2}{B^2}$$
$$= \frac{4\times1/70\times10^{-8}\times8/90\times10^{3}\times0/6931}{(44/5\times10^{-6}\times0/4384)^2}$$
$$= 1/10\times10^{6}\,s$$

که تقریباً برابر ۳۰۶ ساعت و یا ۱۲ روز و ۱۸ ساعت است.

روش دوم: گشتاور نیروی رو به عقب

همان طور که دیدیم جریان القایی برابر است با:

$$I = \frac{B\pi a^2}{R}Cos\theta$$

در نتیجه گشتاوری که با حرکت مخالفت می کند برابر است با:

$$\tau = (B\pi a^2 Cos\theta)I = \frac{1}{R}(B\pi a^2)^2\omega\, Cos^2\theta$$

و اما کار انجام شده به ازای جابه جایی کوچک $\delta\theta$ برابر است با:

$$\delta W = \frac{1}{R}(B\pi a^2)^2\left(\frac{Cos2\theta+1}{2}\right)\omega\delta\theta$$

در این صورت گشتاور متوسط برابر است:

$$\bar{\tau} = \frac{\text{کار انجام شده به ازای ۳۶۰ درجه چرخش}}{2\pi}$$
$$= \frac{1}{2\pi R}(B\pi a^2)^2\left(\frac{2\pi\omega}{2}\right)$$
$$= \frac{1}{2R}(B\pi a^2)^2\omega$$

از طرفی داریم:

$$\bar{\tau} = -M\frac{d\omega}{dt}$$

که در آن M گشتاور لختی حلقه و برابر $\frac{1}{2}ma^2$ است.

در نتیجه داریم:

$$M\frac{d\omega}{dt} = -\frac{(B\pi a^2)^2}{2R}\omega$$

با قرار دادن $R = \rho\frac{2\pi a}{A}$ و $m = 2\pi aAd$ در رابطه بالا داریم:

$$\frac{1}{2}(2\pi aAd)a^2\frac{d\omega}{dt} = -\frac{(B\pi a^2)^2}{4\pi a\rho}A\omega$$

و یا:

$$\frac{d\omega}{dt} = -\frac{B^2}{4\rho d}\omega$$
$$\int_{\omega}^{\frac{\omega}{2}}\frac{d\omega}{\omega} = \int_{0}^{T}\frac{B^2}{4\rho d}dt$$
$$Ln2 = \frac{B^2T}{4\rho d}$$
$$T = \frac{4\rho dLn2}{B^2}$$
$$= \frac{4\times1/70\times10^{-8}\times8/90\times10^{3}\times0/6931}{(44/5\times10^{-6}\times0/4384)^2}\,s$$
$$= 1/10\times10^{6}\,s$$

که تقریباً برابر ۳۰۶ ساعت و یا ۱۲ روز و ۱۸ ساعت است.

حل مسئله ۲ ✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻

الف) کانونی شدن برای یک مدار «سیکلوترون» الکترون رخ می دهد سرعت زاویه ای الکترون برابر است با:

$$\omega = \frac{eB}{m}$$

در نتیجه زمان لازم برای یک دور چرخش برابر است با:

$$T = \frac{2\pi m}{eB}$$

برای به دست آوردن سرعت الکترون داریم:

$$\frac{1}{2}mv^2 = eV \Rightarrow v = \left(\frac{2eV}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$$

فاصلهٔ طی شده توسط الکترون برابر است با:

$$D = Tv\cos\beta \approx Tv = \frac{\pi}{B}\left(\frac{8mV}{e}\right)^{\frac{1}{2}}$$

در این صورت نسبت بار به جرم الکترون برابر است با:

$$\frac{e}{m} = 8V\left(\frac{\pi}{BD}\right)^2$$

ب) شرط دوم را درنظر بگیرید- نیروی ناشی از میدان الکتریکی رو به بالا اثر می کند.

در ناحیه A نیروی ناشی از میدان مغناطیسی به طرف بالاست به طوری که الکترون به صفحه بالایی برخورد می کند و به فیلم نمی رسد.

در ناحیه B، نیروی ناشی از میدان مغناطیسی به طرف پائین وارد می شود، به طوری که اگر این نیرو مخالف و برابر نیروی الکتریکی باشد، الکترون از صفحه خارج می شود و فیلم آن را آشکار می سازد. در صورتی که نیروهای الکتریکی و مغناطیسی برابر نباشند الکترون به صفحه ها برخورد می کند.

پ) لازم است نیروها متوازن شوند. نیروی الکتریکی از رابطهٔ $\frac{eV}{t}$ و اندازهٔ نیروی مغناطیسی از رابطهٔ $evB|\sin\varphi|$ به دست می آید. که در آن v سرعت الکترون است.

شرط تعادل دو نیرو به صورت زیر بیان می شود:

$$\frac{eV}{t} = evB|\sin\varphi| \Rightarrow v = \frac{V}{tB|\sin\varphi|}$$

همان طور که در رابطه بالا دیده می شود، کمترین مقدار v متناظر با کمترین مقدار φ یعنی ۲۳° است.

در نتیجه داریم:

$$v = 2/687 \times 10^8 \ m/s = 0/896\ c$$

در این صورت انرژی جنبشی نسبتی الکترون برابر است با:

$$K = (\gamma - 1)mc^2$$

که در آن γ برابر است با:

$$\gamma = \left(1 - v^2/c^2\right)^{-1/2} = 2/255$$

در نتیجه:

$$K = 641\ KeV$$

ت)

بعد از خروج الکترون ها از ناحیه بین صفحه ها، تنها نیروی ناشی از میدان مغناطیسی بر آنها وارد می شود. چون زاویهٔ جهت حرکت الکترون ها با محور افقی کوچک باقی می ماند، نیروی مغناطیسی را می توان تقریباً یک نیروی عمودی درنظر گرفت. شتاب ناشی از این نیرو برابر است با:

$$a = \frac{BevSin\varphi}{\gamma m}$$

که در آن v سرعت اولیه خروج الکترون ها از بین صفحه ها و در جهت افقی است. در نتیجه مدت زمانی که طول می کشد تا الکترون ها پس از خروج از بین صفحه ها به فیلم برسند برابر است با:

$$t = \frac{s}{v}$$

که در آن s فاصله بین لبه صفحه ها و فیلم است(شکل-۳).

تغییر جابه جایی عمودی در این مدت برابر است با:

$$\frac{y}{2} = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}a\left(\frac{s}{v}\right)^2$$

با قرار دادن مقدار به دست آمده برای شتاب a در رابطهٔ اخیر خواهیم داشت:

$$y = \frac{Bes^2 Sin\varphi}{\gamma mv}$$

با توجه به قسمت(پ)، برای الکترون هایی که از بین صفحه ها خارج می شوند، داریم:

$$v=\frac{V}{tB|Sin\varphi|}$$

در نتیجه برای حذف v از رابطه به دست آمده برای جابه جایی y داریم :

$$y^2=\left(\frac{eBs\,Sin\varphi}{m}\right)^2\left\{\left(\frac{BstSin\varphi}{V}\right)^2-\left(\frac{s}{C}\right)^2\right\}$$

حال اگر $\left(\frac{y}{Bs\,Sin\varphi}\right)^2$ را بر حسب $\left(\frac{BstSin\varphi}{V}\right)^2$ روی محور مختصات رسم کنیم، به عبارت دیگر روی محور قائم $\left(\frac{y}{Bs\,Sin\varphi}\right)^2$ و روی محور افقی $\left(\frac{BstSin\varphi}{V}\right)^2$ را اختیار کنیم، شیب خط برابر $\left(\frac{e}{m}\right)^2$ و عرض از مبداء آن برابر $-\left(\frac{es}{mc}\right)^2$ خواهد شد.

و اما مقداری که برای عرض از مبداء به دست آمده برابر $-537/7\left(\frac{Cs}{Kg}\right)^2$ در این صورت :

$$-\left(\frac{es}{mc}\right)^2=-537/7\Rightarrow\frac{e}{m}=1/70\times10^{11}\frac{C}{Kg}$$

همچنین مقدار به دست آمده برای شیب خط برابر $2/826\times10^{22}\left(\frac{C}{Kg}\right)^2$ است، در این صورت :

$$\left(\frac{e}{m}\right)^2=2/826\times10^{22}\Rightarrow\frac{e}{m}=1/68\times10^{11}\frac{C}{Kg}$$

حل مسئله ۳

قسمت الف)

$$\Delta x_t=ae^{-\mu t}Cos(\omega t+\phi)\qquad (a$$

با توجه به فرض مسئله و قرار دادن مقادیر داده شده داریم :

$$0/8=e^{-50\mu}\Rightarrow\mu=4/5\times10^{-3}\ s^{-1}$$

(b

$$v=\left(\frac{E}{\rho}\right)^{1/2}=\left(\frac{7/1\times10^{10}}{2700}\right)^{1/2}$$

$$=5100\ m.s^{-1}$$

طول موج میله برابر است :

$$\lambda_{میله}=4l=4m$$

$$v=\frac{v}{\lambda}=\frac{5100}{4}=1/3\times10^3\ HZ$$

$$\omega=2\pi v=8/1\times10^3\ rad.s^{-1}$$

$$v=v\lambda_{میله}\quad \frac{\delta\lambda_{میله}}{\lambda_{میله}}=\frac{-\delta v}{f}\qquad (c$$

در نتیجه داریم :

$$\frac{\delta l}{l}=\frac{\delta v}{v}$$

$$\delta l=1\times\left(\frac{5/0\times10^{-3}}{1/3\times10^3}\right)=3/8\times10^{-6}\ m$$

d) تغییر در نیروی گرانشی میله در فاصله x از انتهای آزاد آن برابر $m\Delta g$ است. همچنین جرم میله برابر $m=\rho xA$ است که در آن A سطح مقطع میله است.

$$\text{تغییر تنش}=\frac{m\Delta g}{A}=\rho x\Delta g$$

$$\text{تغییر کرنش}=\frac{\delta(dx)}{dx}=\frac{\rho x\Delta g}{E}$$

به طوری که :

$$dx\longrightarrow\left(1+\frac{\rho x\Delta g}{E}\right)dx$$

در نتیجه داریم :

$$\Delta l=\left(\frac{\rho\Delta g}{2E}\right)l^2$$

$$\lambda_{میله}=4l\Rightarrow\Delta l_{میله}=\frac{\Delta\lambda}{4}\qquad (e$$

برای $\Delta\lambda_{میله}=656\times10^{-4}\ nm$ داریم

$$\Delta l=\frac{656\times10^{-4}}{4}\ nm$$

از طرفی با توجه به نتیجه قسمت (d) داریم :

$$\frac{656\times10^{-4}}{4}\ nm=\left(\frac{\rho\Delta g}{2E}\right)l^2$$

و یا :

$$l^2=\left(\frac{656\times10^{-4}}{4}\times10^{-9}m\right)\left(\frac{2\times7\times10^{10}}{2700\times10^{-19}}m\right)$$

$$l=9/2\times10^7\ m$$

قسمت ب)

(a

$$mc^2 = h\nu \Rightarrow m = \frac{h\nu}{c^2}$$

$$h\nu' = h\nu - \frac{GMm}{R}$$

$$h\nu' = h\nu\left(1 - \frac{GM}{Rc^2}\right)$$

$$\nu' = \nu\left(1 - \frac{GM}{Rc^2}\right)$$

(b

$$n_r = \frac{c}{c'_r} = \frac{c}{c\left(1 - GM/rc^2\right)^2}$$

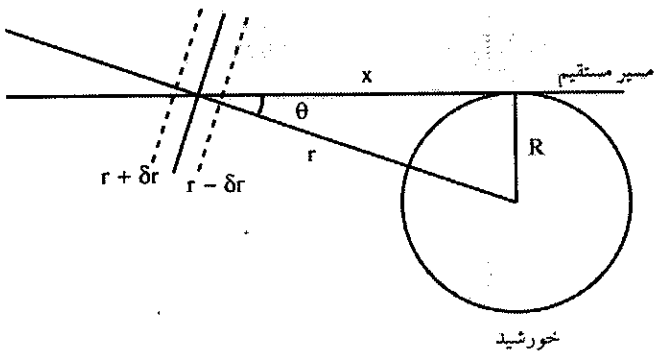
با توجه به کوچک بودن $\frac{GM}{rc^2}$ داریم:

$$n_r \approx 1 + \frac{2GM}{rc^2}$$

مقایسه این رابطه و رابطهٔ داده شده در صورت مسئله نشان می دهد:

$$\alpha = 2$$

(c



شکل ـ ۹

با توجه به شکل ـ ۹ و قانون اسنل داریم:

$$n(r+\delta r)Sin\theta = n(r)Sin(\theta - \delta\xi)$$

$$\left\{n(r) + \left(\frac{dn}{dr}\right)\delta r\right\}Sin\theta = n(r)Sin\theta Cos\delta\xi - n(r)Sin\delta\xi Cos\theta$$

با توجه به کوچک بودن $\delta\xi$ با تقریب خوبی داریم:

$$Cos\delta\xi = 1 \quad , \quad Sin\delta\xi = \delta\xi$$

در این صورت:

$$\left\{n(r) + \left(\frac{dn}{dr}\right)\delta r\right\}Sin\theta = n(r)Sin\theta - n(r)\delta\xi\, Cos\theta$$

$$\left(\frac{dn}{dr}\right)\delta r\, Sin\theta = -n(r)\delta\xi\, Cos\theta$$

از طرفی چون $n(r) = 1 + \frac{2GM}{rc^2}$ است، داریم:

$$\frac{dn}{dr} = -\frac{2GM}{r^2c^2}$$

در نتیجه:

$$\left(\frac{2GM}{r^2c^2}\right)\delta r\, Sin\theta = n(r)\delta\xi\, Cos\theta$$

بنابراین:

$$\delta\xi = \left(\frac{2GM}{r^2c^2}\right)\left(\frac{\delta r}{n}\right)\tan\theta$$

$$\approx \left(\frac{2GM\tan\theta}{r^2c^2}\right)\delta r$$

با توجه به شکل ـ ۹ داریم:

$$r^2 = x^2 + R^2 \Rightarrow \quad rdr = xdx$$

بنابراین:

$$\int d\xi = \frac{2GM}{c^2}\int \frac{\tan\theta}{r^2}dr$$

$$= \frac{2GM}{c^2}\int \frac{r\tan\theta}{r^3}dr$$

$$= \frac{2GMR}{c^2}\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

و یا:

$$\xi = \frac{4GM}{Rc^2}$$

$$= 8/4 \times 10^{-6} \text{ (رادیان)}$$

زیرنویس: .....

* Leiceter, U.K.

1. Cathode Ray Tube (CRT)
2. Diffuse spot
3. Gravitational waves and the effects of gravity on light

بسم الله الرحمن الرحیم

Ministry of Education
Organization of Research &.Educational Planning

Teaching-Aids Publications Office

ISSN 1606-917X

Roshd

Physics Education Journal

Vol.13- No.59-2001

CONTENTS:

The value of science ○ *by M. Rahbar* / 2
A brief look on developments in eduction in the last olecades ○ *by R.Khalili* / 6
Scientific and technological litracy as a principle aim. ○ / 8
The aims of science education ○ / 10
The general aims of physics education
in high school and college courses ○ / 13
Why have the physics books changed ○ / 15
The Curriculum for the physics and laboratory ○ / 17
The active method of teaching ○ / 18
Table for the distribution of time
between physics course and laboratory ○ / 20
Assessment ○ *by A. Ahmadi* / 21
The Seientific method ○ *by E. Motamedi* / 30
The importance of conceptual opproach in physics education ○ *by J. Riazi* / 32
What do you think? ○ *by H. Olyaee* / 33
The role of cooperation in physics education ○ *by M. Hojati* / 34
Formation of invisible electrostatic picture in xerography ○ *by J. Badraghi, A. Banai* / 39
The role of organized thinking in connection with nature ○ *by J. Riazi* / 44
Nontraditional problems ○ *by V. K. Merhar* / 46
Conservation of colour ○ *by G. R. Gore* / 48
The 31th international Physics olympiad ○ *by R. Khalili*/ 50

Managing Editor: Alireza Hajianzadeh
Editor - in - Chief: Manijeh Rahbar
Executive Director: Ahmad Ahmadi
Graphic Designer: Parvaneh Hadipour
Editor: Ahmad Ahmadi,
Jafar Mehrdad,Rouhollah Khalili,
Manigeh Rahbar,

P.O. Box: 15875/6585,
Department of Physics,
Tehran, Iran

✓ بدون اطلاع از دانش فیزیک در حوزه‌های مختلف، ساخت اتومبیل امکان‌پذیر نمی‌باشد.

▲ بازه ی موشک ها، هواپیماهای جت، اتومبیل ها، نیروگاههای گازی و هسته ای و لوکوموتیوهای بخار قدیمی، همگی دارای حد طبیعی یکسان هستند، این حد بازده چقدر است ؟