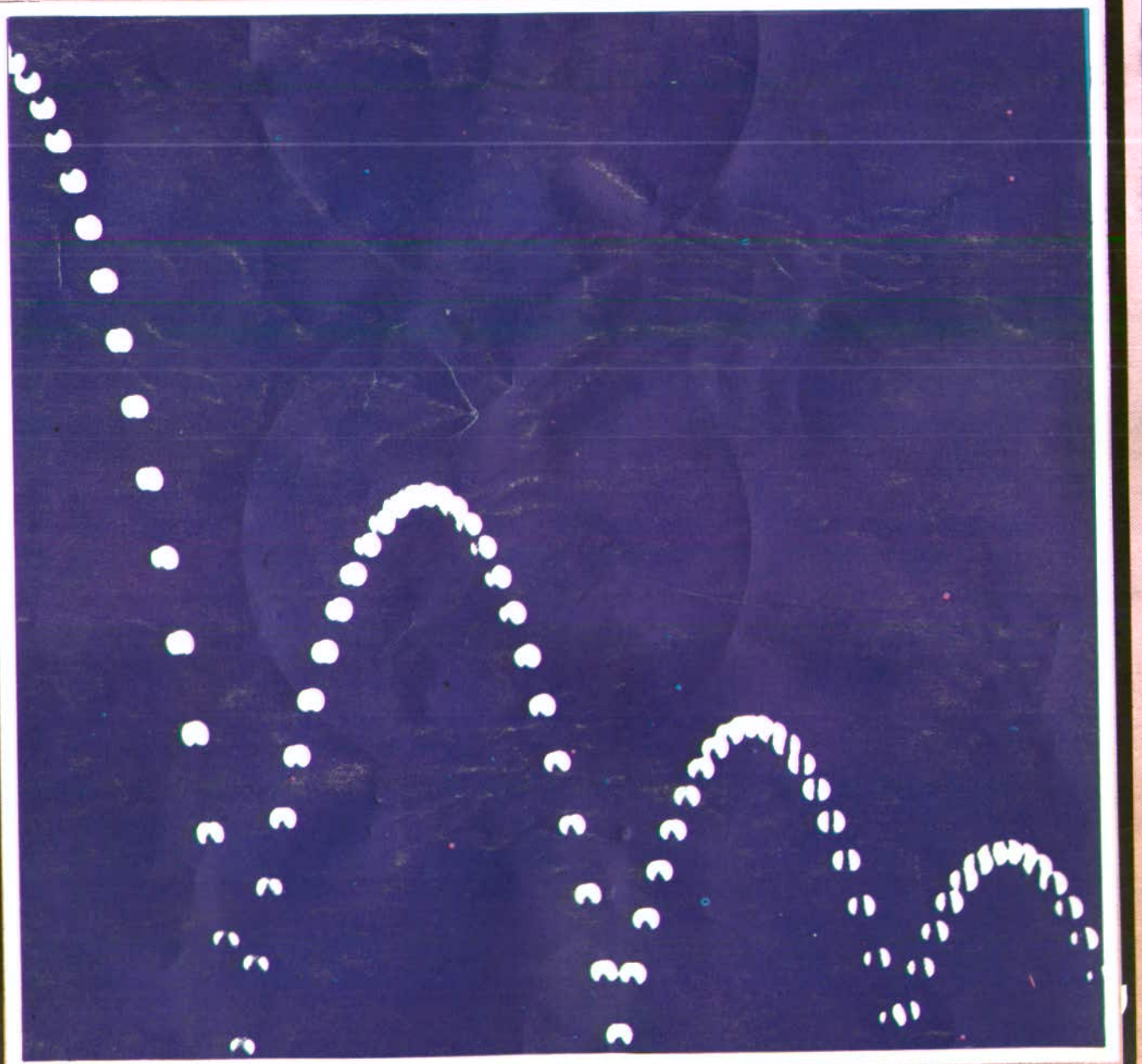
رشد آموزش فیزیک

۱

سال اوّل ـ شمارهٔ ۱ بهار ۱۳۶۴ ـ بهاء ۱۰۰ ریال



رشد آموزش فیزیک

سال اول ـ جلد اول ـ زمستان ۱۳۶۳

نشریه گروه فیزیک دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف کتابهای درسی سازمان پژوهش

نشانی : خیابان ایرانشهر شمالی ساختمان شماره ۴ ـ تلفن : ۸۳۲۰۲۱

مجله رشد آموزش فیزیک نشریه گروه فیزیک دفتر تحقیقات و برنامه ریزی و تألیف کتابهای درسی سازمان پژوهش وزارت آموزش و پرورش است که هر سه ماه یک بار منتشر می‌شود. هدف از انتشار این مجله در وهله اول ایجاد ارتباط متقابل بین معلمان فیزیک و این دفتر به منظور تبادل تجارب و آرا در زمینه آموزش فیزیک؛ و در مرحلهٔ بعد طرح و بررسی مسائل بنیادی فیزیک مقدماتی و مطالب جنبی و مفید درسی، به منظور ارتقا سطح معلومات معلمان فیزیک است. مجله از مشارکت و همکاری معلمان فیزیک در ارائه مقالات ناظر بر اهداف فوق، بالاخص در زمینهٔ آموزش فیزیک استقبال می‌کند.

فهرست :

- پیشگفتار ـــــ ۳
  غلامعلی حداد عادل
- چرا باید فیزیک آموخت؟ ـــــ ۶
  ابوالقاسم قلمسیاه
- آیا قانون اهم را می‌دانید؟ ـــــ ۱۲
  فرداد جم
- دستگاههای مرجع در فیزیک «تبدیل گالیله» ـــــ ۱۵
  صمد فرخی
- انرژی هسته‌ای ـــــ ۱۷
  منیژه رهبر
- قانون بقای اندازه حرکت زاویه ای و آشفتگی کتابهای کمک درسی ـــــ ۲۴
  سید جعفر مهرداد
- آشنائی با فعالیتهای گروه فیزیک دفتر تحقیقات و برنامه ریزی ـــــ ۳۰
- معرفی کتاب ـــــ ۳۴
- اخبار علمی و فرهنگی ـــــ ۳۶

بسم الله الرحمن الرحیم

پیشگفتار

خدای را سپاس می‌گوییم که ما را به انتشار نخستین شمارهٔ مجلهٔ « رشد آموزش فیزیک» موفق گردانید و راه تازه‌ای برای خدمتگزاری بیشتر به فرهنگ جمهوری اسلامی ایران فرا روی ما گشود. مناسب به نظر می رسد که در این نخستین شماره سخنی درباب مقصد ومقصود از این مجله به میان آوریم و انتظاری را که از آن داریم بیان کنیم.

پیش از بیان اهداف وفوایدی که از انتشار رشد آموزش فیزیک انتظار داریم شمه‌ای از وضع نامطلوب کنونی را شرح می دهیم تا خوانندگان برای تصور وتصدیق وضع مطلوبی که با نشر این مجله بدان باید رسید ، آمادگی بیشتر پیدا کنند .

وضع کنونی چنین است که معلمان پس از فراغت از تحصیل، ارتباط منظم ومستمری با رشتهٔ تحصیلی سابق خود که رشتهٔ تدریس فعلی آنان است ندارند. بسیاری از آنها به حکم وظیفه وشوق خدمت، به شهرها و حتی بخشهای دور افتاده می‌روند و به بحث ودرس و استاد وکتاب وکتابخانه وکتابفروشی دسترسی ندارند. تنها کتابی که در اختیار دارند همان کتاب درسی آنهاست که در آن نیز هر ساله، تغییراتی کلی وجزئی روی می‌دهد، بی آنکه آنان دلیل آن تغییرات را شنیده ودانسته باشند. گاهی بخشنامه‌ای، که موفق شده خود را از لابلای مقررات وموانع اداری تا دفتر مدرسه برساند، به دست معلمان می رسد که آن هم لحنی اداری وخشک وکوتاه دارد. کلاسهای آموزش ضمن خدمت نیز اگر تشکیل شود، کافی نیست وهمچون باران بهاری کوتاهی است که تند می‌بارد وزود می ایستد. وتداوم ندارد. اما این صد ها هزار معلمی که برای سربلندی ونجات جامعه خود در روستا های مهجور وشهر های دور میهن خود خدمت می‌کنند محتاج جویبار جاری مداومی هستند که آب زلال سرچشمه‌های علم وتجربه را آهسته و پیوسته در دسترس آنان قرار دهد. آیا « رشد آموزش فیزیک » می تواند آن جویبار جاری همیشگی باشد ؟ امید ما این است تا خدا چه خواهد.

باری، چه باید کرد تا دبیران ومعلمانی که برای کمک به محرومان ومستضعفان جامعهٔ خود به نقاط دور وفاقد امکانات علمی وفرهنگی کافی هجرت کرده‌اند، در غربت وتنهایی، آنچه را خوانده‌اند فراموش نکنند و شوق و ذوق آموختن در دلشان نمیرد وارتباطشان با رشته و حرفه خویش قطع نشود؟

ما می خواهیم مجلهٔ (رشد آموزش فیزیک) این رشتهٔ گسیخته را دو باره متصل سازد وآن شوق وذوق را برانگیزد و این جماعت تشنه کامی را که در همه جای ایران، دور از هم اما با هم، رو به سوی یک هدف مقدس در حرکتند، جرعه ای بنوشاند.

اهداف «رشد»

اکنون هنگام آن است تا اهم اهدافی را که در انتشار این مجله منظور نظر بوده برشماریم؛ تا معلوم شود رشد آموزش فیزیک، چگونه می‌خواهد این مقصود را تأمین کند.

۱ــ دانش افزایی

« رشد » با درج مقالاتی متناسب با برنامه های درسی ، دانش تخصصی معلمان را افزایش خواهد داد و مخصوصاً آنان را با پیشرفت های جدیدی که در هریک از رشته های علمی و در ارتباط با برنامه های آموزشی حاصل شده آشنا خواهد ساخت.

۲ــ آشنائی با روشهای تدریس

می دانیم که در آموزش وپرورش آنچه لااقل به اندازه خود «علم» اهمیت دارد، «روش تعلیم» است. رشد می کوشد تا معلمان را با روشهای تدریس وپیچیدگیها وظرافتهایی که در این کار هست آشنا سازد و آنان را از نوآوریهایی که در روش آموزش هر علم در سطوح مختلف پیدا شده است مطلع گرداند.

۳ــ مواد ووسایل کمک آموزشی

در هریک از رشته های آموزشی، علاوه بر کتاب های درسی، مواد ووسایل و تدابیر گوناگونی ابداع شده است که به آموزش کمک می کند. بحث پیرامون این مواد و وسایل، در هر یک از رشته های درسی، یکی از هدف های رشد است.

۴ـ معرفی نشریات وکتب

بسیاری‌ازمعلمان، مخصوصاً آنان‌که درشهرهای‌کوچك ودورازمرکزتدریس می‌کنندازکتابها ونشریات‌ومجلاتی که دررشته تخصصی آنان تألیف ومنتشرشده است بی‌خبرند. معرفی این‌گونه نشریات وتوضیح محتوا ونقد وبررسی آنها یکی دیگر ازوظایف‌رشداست.

۵ـ تاریخ علوم

آگاهی ازتاریخ پیدایش وپیشرفت هر یك ازرشته های علوم، خود علم سودمندی است که هم فرهنگ معلم و دانش آموز رادرکنارتخصص آنان افزایش می‌دهد و هم معلم را در تدریس و تفهیم درس توانا تر می سازد. آشنایی با تاریخ علوم در سرزمین های اسلامی ومخصوصاً ایران ، می‌تواند معلمان ودانش‌آموزان ما را در باز یافتن اعتماد به نفس از دست رفته‌خود یاری کند و به‌آنان این حقیقت را بقبولاندکه مسلمانان امروز هم می توانند مانندگذشته راهبروپرچمدار علم و معرفت جهان باشند . رشد درهر شماره صفحاتی رابه‌تاریخ علوم اختصاص خواهد داد.

۶ـ آشنائی با معلمان موفق وبا تجربه

در هر یك ازرشته های درسی، رشد فرصتی پدید خواهد آورد تا معلمان همکاران موفق ومجرب‌خود را بشناسند. «رشد» ، معلمانی را که عمری همچون‌شمع، سوخته اند تا جامعه خود را به نور علم روشن‌کنند، احترام خواهدکرد وتجربه ها وتوصیه های آنان را به دیگران منتقل خواهدساخت. همچنین معلمانی راکه‌درکارخویش توفیق‌داشته‌اند معرفی خواهدکرد، تاعلاوه برقدرشناسی‌ازآنان، با بیان سر توفیقشان، معلمان‌دیگرنیزازابتکارات آنان بهره مندگردند.

۷ـ آگاهی ازمسایل وپرسشهای نمونه

یکی ازنیازمندیهای معلمان، دستیابی به مسائل وسئوالاتی است‌که درآنها ضوابط‌علمی وآموزشی و روانی لازم رعایت شده باشدوبتواند ارزیابی درستی ازکارخود آنها وکاردانش آموزانشان به‌دست دهدوشوق‌مطالعه‌بیشتر را درمحصلین برانگیزد. رشد از میان سئوالات امتحانی مختلفی‌که‌دبیران‌وگروههای آموزشی‌درسراسرکشور طرح کرده‌وبه دفترمجله فرستاده‌اند، مسائل وپرسشهای‌نمونه را درهرشماره معرفی‌خواهدکرد، تا به تدریج‌گنجینه‌ای نزد همه معلمان یك‌رشته فراهم آید وازاین طریق‌کیفیت آموزش بهبود یابد.

۸ـ طرح موضوعات مربوط به آیندهٔ هررشته

غالباً دانش آموزان از معلمان خود در بارهٔ آیندهٔ رشتهٔ خود، سودمندی آن برای جامعه، ادامه تحصیل دردانشگاه، بازارکارآن و اموری‌نظیرآن‌سؤالاتی می‌کنند، رشد خواهدکوشیدتاچشم‌انداز اجتماعی وعلمی هریك ازرشته های درسی راکه درخارج ازکلاس ومدرسه موجود ومشهود است پیش‌چشم معلمان ترسیم‌کند تا آنان بتوانند دانش‌آموزان خود رادریافتن پاسخ سؤالاتی‌که طبیعتاً وبحق داشته ودارند، یاری‌کنند.

۹ـ آگاهی ازتصمیم‌گیریها وبخشنامه‌ها

در طول‌هر سال تحصیلی درخصوص هریك از دروس، ازلحاظ نحوهٔ تدریس و امتحان وتکیه برکم وکیف مطالب‌کتب، تصمیمات‌متعددی دردفتر تحقیقات و برنامه ریزی درسی‌توسط‌کارشناسان مربوط به‌هردرس‌گرفته میشود. رشد، فرصتی به‌دست می‌دهد تا این‌تصمیمات، علاوه‌برمسیربخشنامه‌های اداری، ازاین‌طریق‌نیز به اطلاع‌معلمان‌برسد ودرصورت‌لزوم، معلمان با علت‌اتخاذهریك ازاین تصمیمات وتغییرات نیزآشنا شوند. مطمئناً توجیه‌هرتصمیمی‌برای مجریان، به‌اجرای بهتر وصحیح ترآن‌تصمیم‌کمك خواهدکرد.

۱۰ـ آگاهی‌ازبرنامه‌ها وبرنامه ریزیهای‌آینده واظهارنظر دربارهٔ آنها

در هریك ازرشته های درسی، کارشناسان با تحقیق درتحولات علمی وآموزشی آن رشته واطلاع از اهداف آموزش وپرورش جمهوری اسلامی ایران ونیازهای جامعه همواره برای بهبودکارخود برنامه ریزی می‌کنند، رشد عرصهٔ مناسبی است تاکارشناسان، فلسفهٔ برنامه‌ها وبرنامه ریزیهای خودرا به اطلاع معلمان برسانندو قبل ازاجرای آن برنامه‌ها از آنان نظرخواهی‌کنندوبدینسان همگان‌را درایجاد هرتحول مثبت شریك سازندوازاین طریق‌نسبت به تصحیح برنامه های خود ونیز اجرای صحیح‌آن برنامه ها اطمینان بیشتری حاصل‌کنند.

۱۱ـ اطلاع ازتحقیقات واخبار مربوط به هریك ازرشته های درسی

آخرین نکته این است‌که «رشد» خواهدکوشید در هر شماره اخبار مهم ومفید مربوط به هریك ازرشته های درسی را، چه در سطح جهانی وچه درداخل‌کشور، ازقبیل تحقیقات‌مربوط به وضعیت‌وسرنوشت‌رشته‌های‌درسی در آموزش وپرورش سمینارها و انجمنهاوفعالیتهای علمی ویا اخبار مربوط به‌پذیرش وآموزش‌رشته‌های‌دانشگاهی

را به اطلاع معلمان برساند، وراههای تازه‌ای راکه درجامعه پیش پای فارغ التحصیلان دبیرستانی هر رشته گشوده‌شده است مشخص کند، وخلاصه، سعی خواهد کرد که هر گونه حرکت و نشاط خارج ازمدرسه راکه اطلاع از آن برای معلم وشاگرد حرکت و نشاط می‌آفریند منعکس سازد.

اگر «رشد آموزش فیزیك» بتواند درکنار دیگر مجلات «رشد» که برای دروس دیگر منتشر می‌شود به این اهداف دست یابد، قدمی درراه اعتلای کیفیت آموزش برداشته خواهد شدومعلمان، رشته‌ای برای ارتباط با استادان و همکاران خودو آینه‌ای برای تماشای چهره خویش،ودیگران پیدا خواهند کرد. پیداست که نیل به این اهداف،جز با همدلی وهمکاری همهٔ معلمان وصاحبنظران سراسر کشور حاصل نخواهدشد.

همکاران گرامی ! معلمانی که افسران خط مقدم جبههٔ مبارزه با جهل و عقب ماندگی هستید ! « رشد آموزش فیزیك » دستی است که ازسوی سازمان پژوهش وبرنامه ریزی آموزشی وزارت آموزش وپرورش، صمیمانه به سوی شما درازمی‌شود. این دستدا در دست خویش باگرمی بگیرید، وبفشرید.

اکنون که ملت شما درجهان برای گسیختن زنجیرهای بندگی بپاخاسته ودرشب‌ظلمانی دنیای ظلم‌وزورمعاصر، همچون چراغی گیتی فروز می درخشد.

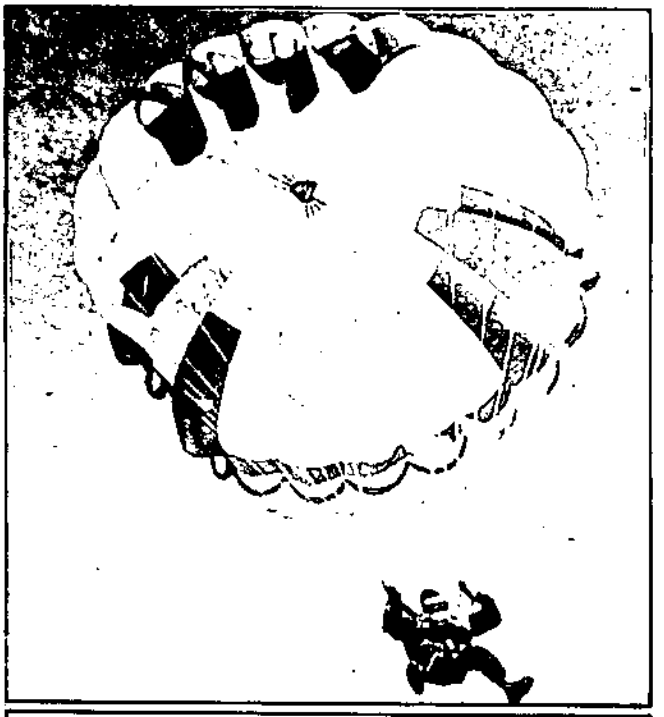
اکنون که نوجوانان ودانش آموزان مدرسه های شما برای استقرار دین خدا و عزت وشرف و سربلندی میهن اسلامی خویش، گروه‌هاگروه؛ جبهه های جنگ می‌شتابند وجانفشانی می‌کنند تا جمهوری اسلامی ، مستقل و آزاد باقی بماند .

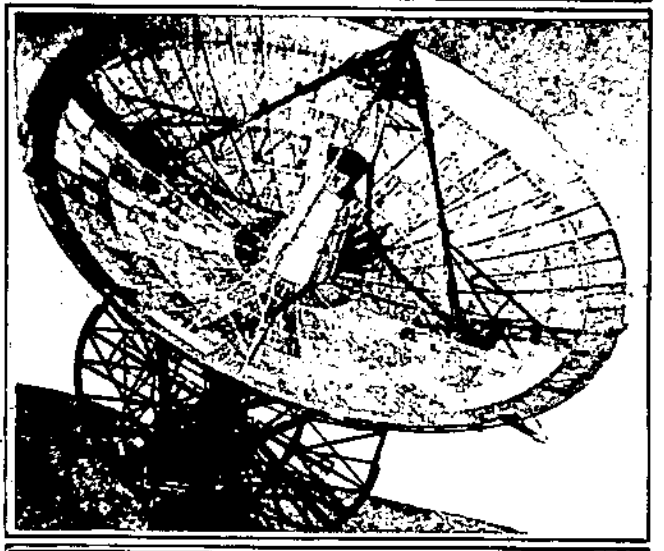
اکنون که پس از قرن ها وهزاره های ستم، رهبری مانند امام خمینی، با این همه ایمان واخلاص و دانش و بینش ودلسوختگی و صمیمیت وسادگی، برای نجات مسلمین از استضعاف وعقب‌ماندگی بپا خاسته و درجان مردم شوری بی سابقه در افکنده است.

وظیفه همه ما این است که با شناخت قدر نعمت اسلام وآزادی برای نجات ازجهلی که دشمنان بر ما تحمیل کرده اند بپا خیزیم. همه ما مسئولیم. گمان مـا این است که انتشار مجلات رشد، قدمی کـوچك در راه دراز و دشوار مسئولیت عظیمی است کـه بر دوش داریم. توفیق شما را نیز در ایفای وظیفه خطیری که به عنوان یـك « معلم » در آموزش وپرورش‌جمهوری اسلامی ایران ودرانقلاب‌اسلامی برعهده دارید ازخداوندقادرمتعال‌خواهانیم.

غلامعلی حداد عادل
معاون وزیرورئیس سازمان پژوهش وبرنامه‌ریزی
وزارت آموزش و پرورش

چرا باید فیزیک آموخت؟





از حدود بیست و پنج سال پیش پاره‌ای از کشورهای در حال توسعه پی‌بردند که پیشرفت اقتصادی آنها بستگی به داشتن افراد عالم ومهندس وتکنیسین وکارگر ماهر دارد. همچنین پی بردندکه برای پایه‌گذاری یك اجتماع فنی پیشرفته باید افراد اجتماع به‌سهم خود مهارتهای علمی وفنی درخور آن اجتماع را داشته باشند ولی وسایلی‌که لازم بود تا یکمك آنها به این هدفها برسند، یعنی آموزشگاهها، مدارس فنی، دانشگاهها و... به سبب روشهای متروك و تقلیدی‌که به‌کار می‌بردند اثر مطلوب را نداشتند، علاوه بر این زیربار سنگین افزایش سریع جمعیت و پیشرفت وسیع وهمه جانبه وسریع علوم و فنون نمی توانستند کمر راست‌کنند. بنابراین برخی از این‌کشورها، با نوسازی و باز سازی نظام آموزش علوم موافقت کردند. بر این اساس در صدد بر آمدند برای تعدادی از پرسشهاکه جهت نو سازی و سازمان دهی نظام آموزش علوم ضروری و اساسی بودند پاسخ پیداکنند. رئوس این پرسشها چنین بود:

که باید بیاموزد؟ چه باید آموخته شود؟ چه موقع‌باید آموخته شود؟ چگونه باید آموخته شود؟ چه تعادلی میان دوره آموزش کاملاً نظری ودوره یادگیری‌کاملاً عملی‌علوم باید برقرار شود؟ چه مقدار ازآموزش سهم معلم وچه مقدار سهم شاگردباید باشد؟ نقش بحث دسته جمعی(به‌صورت دسته‌های‌کوچك)، کارهای عملی درکلاس، کارهای فردی درآزمایشگاه ووسائل‌کمك‌آموزشی سمعی و بصری (که تلویزیون‌هم جزو آنهاست) در آموزش علوم چیست؟ به فرض لزوم آموزش علم وفن به نوجوانان، به منظور پی ریزی جامعهٔ فنی وآگاه آینده ساز شکل ومحتوای‌این‌آموزش که بهترین نتیجه را، برای آن منظور، در بر داشته باشدکدام است؟

برای پیداکردن پاسخهای‌تمام پرسشها برنامه‌هائی باهمکاری سازمان فرهنگی بین‌المللی‌یونسکو جهت آموزش علوم طرح‌ریزی شدکه رئوس مطالب آن عبارت بود از:

۱ــ مبادله اطلاعات در بارهٔ محتوا و متدولوزی آموزش علوم.

۲ــ طرح ریزی واجرای پروژه‌های تجربی، به منظور بهره برداری از روشها ومواد جدید، درآموزش علوم.

۳ــ برانگیختن علاقه مردم به‌علم و به آموزش علوم و فهماندن نقش علم در کارهای انسان به وسیله‌کنفرانسها توسط دانشمندان ممتاز ونشریه‌های مفید وفیلم ورسانه‌های‌گروهی.

۴ــ طرح ریزی برنامه‌های بین‌المللی مطالعات دانشگاهی درزمینه مورد بحث.

درجهت اجرای این طرحهابودکه نظام آموزشی‌بسیاری‌از

کشورهای درحال توسعه حتی کشورهای پیشرفته دربیست وپنج سال اخیر تغییر کرد و آموزش صحیح علوم پایه (ریاضیات، فیزیك، شیمی، زیست‌شناسی وزمین‌شناسی) درمقاطع مختلف تحصیلی صورت جدی‌تری به خودگرفت.

نظام جمهوری اسلامی کشورمان نیز ارج و اعتبار زیادی به آموزش علوم وفنون می‌گذارد. در قانون اساسی مکرر به این موضوع اشاره شده است که چند اصل از آنرا در اینجا می‌آوریم:

اصل دوم، بند ۶ـب: استفاده از علوم و فنون و تجارب پیشرفته بشری وتلاش درپیشبرد آنها.

اصل سوم، بند۴: تقسویت روح بررسی و تتبع و ابتکار در تمام زمینه‌های علمی، فنی، فرهنگی و اسلامی از طریق تأسیس مراکز تحقیق وتشویق محققان.

اصل سوم بند۱۳: تأمین خودکفائی درعلوم وفنون وصنعت کشاورزی و امور نظامی ومانند اینها.

اصل چهل وسوم، بند ۷: استفاده ازعلوم وفنون و تربیت افراد ماهر به نسبت احتیاج برای توسعه و پیشرفت اقتصادی کشور.

غیر قابل تصور است که، در تکنولوژی جدید، کمی‌ارزش وسهم علوم بنیادی تجربی در فرهنگ یك کشور را منکرشود.

فیزیك بنیادی ترین دانش تجربی است در واقع، درحکم مادر برای تکنولوژی عصر حاضر است. بدون شك دانشی اساسی وهدف‌دار است، ولی نظر وهدف ما نباید رویکاربردآن در دنیای تکنولوژی محدود شود بلکه تأکید می‌شودکه به منظور آشنائی با قوانین‌حاکم برنظام طبیعت، فیزیك بخشی از آموزش‌همهٔ‌نوجوانان باشد.

دانش فیزیك با تازگیها وویژگیهای مخصوص به‌خودیك دانش دائماً درحال تغییر وتکامل است. انسان از میان مطالب‌آن، اطلاعات خود را درباره جهان‌کسب وتکمیل می‌کند. فیزیك یك دانش آفریننده است‌که قالب یا روش خشك ومحدود درآن وجود ندارد. بنابراین می‌توان با آموزش صحیح این‌علم، دانش‌آموز را به مشاهده وکنجکاوی وتحقیق علاقه‌مندکرد وعادت داد.

برنامه آموزش فیزیك چگونه باید باشد؟

برنامه آموزش فیزیك باید به دانش آموزان ادراك واقعی از این علم ومیدان کاربرد آن در مسائل عملی را بدهد و آنان را قابل سازد تا در محیطهای علمی وفنی خردمندانه رفتار کنند. نکته مهم دیگر این است که درس باید چنان تنظیم شودکه دانش آموزان فقط به یادگرفتن مطالب ذهنی در بارهٔ آنچه در اطرافشان می‌گذرد نپردازند بلکه بتوانند آنها را تحقق بخشند تا قوانین فیزیکی زنده به‌گور نشوند. بنابراین برنامه آموزش فیزیك باید دارای مشخصات زیر باشد:

۱ـ خودکفا باشد.

۲ـ روی حس‌کنجکاوی طبیعی دانش آموزان پایه‌گذاری شود.

۳ـ بادنیای خارج ازکلاس ارتباط داشته باشد.

۴ـ تصویرکلی از علم جدید وطریقه اندیشیدن‌دانشمندان را نشان بدهد.

۵ـ مطالب زیاد نداشته باشد بلکه چند موضوع مهم را دربرگیردکه دانش آموز بتواند خودش را بسازد.

۶ـ مطالب روشن وقابل فهم باشد.

۷ـ روح استفسار و جستجوگرانه را در دانش‌آموزان پرورش دهد

دانش فیزیك شاخه‌های متعددی مانند مکانیك، الکتریسته ومغناطیس، گرما، نور، فیزیك‌کوانتومی را دربرمی‌گیردکه همهٔ اینها اساسی‌هستند ومیدان کاربرد وسیعی دارند و ما نمی توانیم آنها را فروبگذاریم.

در برنامه آموزش متوسطه برای‌آشناکردن دانش‌آموزان با مفاهیم‌کلی این شاخه‌ها مطالبی انتخاب شده است‌که اهمیت اساسی دارند وسعی شده درحدود توانائی متوسط دانش آموزان به تشریح این مطالب پرداخته شود و با پرسشهای متعدد حس کنجکاوی وجستجوگرانه را در آنان برانگیزد.

نقش معلم این است که ضمن تنظیم و تعلیم درس دانش‌آموزان را باطرح این‌پرسشها وپرسشهای اضافی دیگر به بحث وتفکر وجستجو وادارکند ودرپاره‌ای از مواردکه پاسخ احتیاج به‌بررسی وبحث بیشتر دارد آنان را به صورت دسته‌های‌کوچك یا به طور انفرادی به مطالعه وحتی آزمایش وادارکند. به عبارت دیگر، معلم باید نوجوانان را عادت دهد تا خودشان برای یافتن پاسخهای سؤالات ورفع مشکلات خود به تلاش بپردازند.

چگونه باید فیزیك آموخت؟

آموزش فیزیك را باید چنان جالب ساخت‌که نو جوانان با رغبت واشتیاق آن را فراگیرند. بنابراین مهم این است که چوب پست مفاهیم اساسی‌این علم تعلیم شود تا درطول مدت‌زندگی درباد نماند.

باید توجه داشت‌که مغز دانش آموز انبارمحفوظات‌نیست. هنر معلمی در این نیست‌که تحت عنوان آماده‌کردن برای‌امتحان، حافظه دانش آموزان را از دانستنیهای پراکنده ومختلف پرکنیم، که پس ازفراغ ازامتحان بیشترآنهارا فراموش‌می‌کنند، بلکه هنر دراین است‌که مطالب راطوری بیاموزیم‌که‌جزو وجوددانش‌آموزان شوند و دررفتار آنان آشکارگردند. به‌کلام گهربار علی‌علیه‌السلام در نفی یادگیری سطحی وتأیید فراگیری واقعی توجه‌کنیم:

اَوَضَعُ الْعِلْمِ مَا وَقَفَ عَلَی اللِّسَانِ وَاَرفَعُهُ مَا ظَهَرَ فِی الْجَوَارِحِ وَالْاَرْکَانِ.

پست‌ترین نوع علم آن است‌که (از مجرای حافظه) بر زبان آید و با ارزشترین دانش آن است‌که در تمام وجود ورفتار انسان ظاهر شود.

بنابراین هدف آموزش علم فیزیك‌این نیست‌که‌دانش‌آموز را به حفظ کردن واقعیتهای پراکنده و فراموش شدنی برای دادن

امتحان وادار کنیم، بلکه هدف این است که او را طوری آموزش دهیم تا ارزش دانش فیزیك را درصنعت و اجتماع دریابد وزمینه پی بردن به مسائل علمی متعددی که درپیشرفت اقتصاد کشور مؤثرند در او فراهم شود.

ـ توانائی تشخیص مسائل اجتماعی راکه باکار برد دانش فیزیك قابل حل است، پیداکند.

ـ آمادگی پیداکند تا مسائل اجتماع را با روش علمی به همانگونه که شیوه دانشمندان است حل وبررسی کند.

ـ حس کنجکاوی که در نهاد او نهفته است توجیه و گسترش یابد.

ـ مفاهیم فیزیکی راکه در برنامهٔ فراگیری اوگنجانیده شده است به‌خوبی درك کند و ارتباط منطقی آنها را با سایر علوم تجربی دریابد.

ـ طرز استفاده ازمفاهیم فیزیکی درامورزندگی واجتماعی و طرز استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری ساده و ماشینهای ساده در مسائل روزمره وطرز اجرای آزمایشهای ساده و طرق ثبت مشاهدات رامانند. اینها را یاد بگیرد.

کتب درسی ومطالب مندرج در آنها، یکی ازوسایل رسیدن به این هدفها به شمار می‌روند. برای اینکه معلم بتواند از این وسیله خوب استفاده کند باید عمیقاً بر مطالب آنها احاطه داشته باشد، زیرا بدون احاطه کامل، دشوار بلکه غیرممکن است فیزیك را به طور ثمربخش آموخت.

نقش آزمایش درآموزش فیزیك

پیش از اینکه وارد بحث نقش آزمایش در آموزش فیزیك بشویم، بگذارید به بیانات مدیر کنگره بین‌المللی آموزش فیزیك، به هنگام افتتاح این کنگره در سال ۱۳۴۳ـ۱۹۶۴، اشاره کنیم. اوضمن سخنرانی خودگفت «رویهمرفته سه دوره در آموزش فیزیك بوده است. دردوره اول آزمایش عملاً وجود نداشت ومعلمان تکل وطرح آزمایشها را روی تخته سیاه رسم می‌کردند. در دوره بعد معلمان آزمایشهای واقعی برای دانش آموزان انجام می‌دادند. در دوره سوم دانش آموزان خودشان کارهای عملی انجام می‌دادند وازکیفیت به‌کمیت می‌رسیدند. ما قاعدتاً در این دوره سوم هستیم ودسته جمعی تلاش می‌کنیم که خودمان را به سوی دوره چهارمی که بازهم بهتر است جلوببریم.....»

اکنون حدود بیست سال از تاریخ این بیانات می‌گذرد. هنوز هم ممکن است آزمایشهائی که مجازی هستند و صورت عمل به‌خود نمی‌گیرند فقط برتخته سیاه مجسم شوند. هنوز هم امکانات و وسائل آزمایش به اندازه‌کافی وجود ندارد که شاگردان خودشان آزمایش کنند ومعلم ناچار است برای آنان «آزمایش نمایشی» انجام دهد.

اینك پرسشهای زیر را مطرح می‌کنیم وامیدواریم بتوانیم پاسخهای مناسبی برای آنها پیداکنیم:

ـ آیا آزمایشهائی که به وسیله معلم انجام می‌گیرند (آزمایشهای نمایشی) کافی هستند؟

ـ اگر آزمایشهائی که به وسیله دانش آموزان انجام می‌گیرند (و در اینجا ما آنها را کارهای عملی دانش آموزان می‌نامیم) بتوانند مکمل آزمایشهای معلم باشند نقش و سهم آنها چیست؟

ـ چگونه بایدکارهای عملی را هدایت کرد تانتیجه مطلوب حاصل شود؟

آزمایشهای نمایشی کافی نیستند

علل ناکافی بودن آزمایشهای نمایشی را می‌توان به‌دودسته تقسیم‌کرد: آشکار وپنهان.

علتهای آشکارـ آزمایشهای نمایشی معمولاً برای کشف یا بررسی کمی یك قانون به‌وسیله اندازه‌گیری انجام نمی‌گیرند، زیرا کشف ویا بررسی کمی یك قانون مستلزم اندازه‌گیریهای بسیار دقیق وداشتن وقت کافی است و اغلب با تکرار اندازه‌گیریها صورت می‌گیرد در آزمایشهای نمایشی چون تنها معلم است که آزمایش می‌کند، آزمایش برای مجموعه کلاس ممکن است کسل کننده شود ووازدگی ایجادکند. علاوه براین از نظر متدولوژی (کار برد روشهائی که به اندازه‌گیری دقیق کمیت فیزیکی منجر می‌شود) طریقه خوبی نیست. به هرحال تحقیقات کمی جلودانش آموزان درکلاس، نامطمئن‌ترین آزمایشها هستند. مثلاً مکرر دیده شده است که در تحقیق قانون ژول در الکتریسیته با آنکه جریان برق از سیم درون آب ظرف گرما سنج می‌گذشته است دما پائین آمده است (آب زیاد داغ شده وگرما سنج در اثر تابش گرما از دست می‌داده‌است وعبورجریان نمی‌توانسته آن راجبران کند)

اغلب دانش آموزان عملاً به نتایج آزمایشهای نمایشی واقعیات تجربی مطلبی که مورد ادعای قانون است بی‌تفاوت‌هستند. محققاً دانش آموزان دوست دارند آزمایشها را ببینند و اگرمعلم آزمایش نکند ممکن است به اشتباه بیفتند. ولی باید با شهامت اذعان کرد که این نوع آزمایشها جنبه عقلانی و فکریشان بسیار ضعیف است. اغلب اوقات، بچه‌ها خوشحالتر می‌شوند از اینکه آزمایش ناموفق باشد تا اینکه منطبق بر پیشگوئی معلم باشد. به ندرت اتفاق می‌افتد که درباره نتیجه آزمایش بحث کنند. اگر معلم ضمن برخورد به‌یك عدم موفقیت بگوید که دفعه بعد از نو آزمایش را شروع خواهیم کرد و بعد فراموش کنند که انجام دهد، کمتر اتفاق می‌افتد اورا یاد آور شوند. دانش آموزان در برابر آزمایشهای نمایشی بی‌تفاوت‌اند درصورتی که درمقابل کوچکترین اشتباه در محاسبه ایراد می‌گیرند.

علتهای پنهان ـ این بی‌تفاوتی دانش آموزان در قبال آزمایشها که شرح آن گذشت ماحصل عدم موفقیتهای ما در امر آموزش‌اند درصورتی که آموزش توأم با پرورش باید برعکس موجد طبعی نقاد و متفکر باشد ومی‌توان دست‌کم پنج علت برای این

عدم موفقیت بیان کـرد وضمن بحث ممکن است علل دیگری هـم ظاهر شوند:

۱ــ اغلب اتفاق می‌افتدکه به‌علت‌کمی وقت در مدارسی‌که وسایل آزمایشگاهی موجود است، معلم آزمایشهای مربوط به یك فصل (حتی چند فصل) کتاب را (مخصوصـاً در کلاسهای بالاتر) یکجا انجام دهد در نتیجه به‌علت متعددبودن آزمایشها ونداشتن وقت‌کافی آزمایشها سرسری انجام می‌گیرند وجنبه صرفاً نمایشی پیدا می‌کنند وبرای دانش آموزیك نوع‌سرگرمی (احتمالاً برای گریز ازکلاس درس) محسوب می‌شوند. ممکن است پاره‌ای ازاین آزمایشها به نتیجه‌ای‌که مورد نظر است نرسند. بدیهی است‌چنین آزمایشهای نمایشی وگاهی سرسری! احتمالاً ناموفق است و با اصول آموزش صحیح علوم مغایرت‌دارد وبی‌تفاوتی شاگردرا تشدید می‌کند وبه‌جای درست‌کردن ابروکورکردن چشم است.

۲ــ دربیشتر موارد عدهٔ زیادی از تماشاکنندگان‌آزمایشها (اگر تعدادشان زیاد باشد) بخوبی آنرا نمی‌بینند فقط دانش‌ــ آموزان ردیفهای جلو ونزدیك به محل آزمایش می توانند تمام مراحل‌آزمایش را تعقیب‌کنند وبقیه بی تفاوت وقت می‌گذرانند. اغلب اتفاق می‌افتدکه وقتی آزمایش‌کننده ضمن آزمایش موضوع حساسی را اعلام می‌دارد دانش آموزان ردیفهای عقب ازجای‌خود بلند می‌شوند وگردن می‌کشند تا بهتر ببینند و این نشان‌می دهد که وقتی مؤدبانه نشسته‌اند توجهی ندارند و نسبت به موضوع بی علاقه و بی‌تفاوت‌اند بدیهی است این عیب جزو ذات خود آزمایش نیست، می‌توان با دسته‌بندی‌کردن دانش آموزان آن را بر طرف کرد.

۳ــ آزمایشهای نمایشی چون معمولاً ازپیش توسط معلـم انتخاب وعرضه می‌شوند نه توسط شاگردان، بنابراین اثرعمیق و پردوامی برشاگردان نمی‌گذارند. آموزشی‌که از بزرگسالان بـه خردسالان عرضه وتحمیل شود، هرچند ظاهر خوشایند داشته‌باشد، بر آنان اثر عمیق نمی‌گذارد. آموزش عمیق ومستحکم آن است که نقطه آغازش معلومات نوجوانان باشد، به عبارت دیگر، توسط خود نوجوانان عرضه شود. اگر معلم به این موضوع معتقدنباشد، شاگردان غالباً احساس می‌کنند که آزمایشها بدیهیات را ثابت می‌کنند.

۴ــ آزمایشهای نمایشی این خطر را نیزدارندکه درذهن نوجوانان غیر واقعی جلوه‌گر شوند، حتی اگر معلم آنها راواقعی تصورکند زیرا روحیه خردسال با روحیه بزرگسال فرقدارد، کاری ویا اسبابی ممکن است برای یك نوجوان، در مقیاسی‌که او بـا تجربه شخصی خود آنرا می‌شناسد واقعی جلـوه نکند. بگذاریـد خاطره‌ای را از یك معلم فرانسوی، درباره ادراك‌آنچه می‌خواهیم بگوییم بیان‌کنم:

«... من در یك دبیرستان دخترانه دیده‌ام که تمام دانش‌ــ آموزان یك‌کلاس با بی‌حوصلگی دوریك آزمایش جمع شده‌بودند که منظور آن جوش آوردن یـك مترمکعب آب بود. بعد همین دانش آموزان با موفقیت وخوشحالی همین آزمایش را با به جوش آوردن یك لیتر آب انجام دادند. نه با یك متر مکعب، تنهایك تغییر شکل درعرضه آزمایش شاگردان را فعال ساخته بود...»

برای بزرگسالان هردوی این آزمایشها یکسان‌است، زیرا درکیفیت متفاوت است، یکی آشنا، یعنی به جوش آوردن یك‌لیتر آب،که بیانگروخاطر نشان‌کننده‌کارهائی‌است‌که آن دانش‌آموزان نوجوان بارها انجام داده‌اند و دیگری مشغول‌کننده و وقت‌گیر و نا آشنا زیرا هیچگاه موقعیت آن را نداشته‌اندکه روی‌کوره یك مترمکعب آب را به‌جوش بیاورند کاری‌که دانش آموزان خـود انجام نمی‌دهند ممکن است برای آنان نا آشنا باشد و باید ابتدا آنان را آشناکرد.

۵ــ برای آزمایشهای نمایشی این امکان هست‌کـه مـانند «سکه تقلبی» جا زده شوند. مثلاً هنگام آزمـایش با الکترسکوپ برای تشخیص نوع‌الکتریسیته،اگر نوع بارالکتریکی الکترسکوپ وبار الکتریکی مورد آزمایش مخالف یکدیگر باشند و آزمایش کننده جسم باردار را بسرعت به الکترسکوپ نـزدیك‌کند و فقط انحراف آخری ورقه را مشاهده‌کند در تشخیص نوع الکتریسیته اشتباه خواهدکرد ونتیجه خواهدگرفت که الکتروسکوپ و جسم دارای بار همنوع هستند، درصورتی‌که چنین نیست.

مثال دیگر، الکترولیز آب است برای نشان دادن اینکه آب شامل اکسیژن وئیدروژن است، آزمایش‌کننده درولتامتر آب مقطر می‌ریزد وبه مولد جریان برق وصل‌می‌کند هیچ‌گازی‌متصاعد نمی‌شود. سپس‌کمی سود یا اسید سولفوریك اضافه می‌کندگازهای اکسیژن وئیدروژن متصاعد می‌شوند. به تماشاکنندگان می‌گوید، پس نتیجه‌گرفته می‌شودکه آب محتوی اکسیژن وئیدروژن است!

اگر دانش آموز هوشیاری یادگرفته‌باشدکه دنبال استدلال بـرود نتیجه ممکوس می‌گیرد، بدین‌معنی‌که اگـر تـوضیح آزمایش‌کننده کافی نباشد، دانش آموز استدلال می‌کندکه‌آب‌شامل اکسیژن وئیدروژن نیست بلکه سود یا اسیداست‌که محتوی‌اکسیژن وئیدروژن است به همین‌طریق می‌توان بخوبی (و من می‌خواهـم بگویم چه بد) استدلال‌کردکه آب محتوی کلر یا مس است، کافی است، کلرور سدیم یا سولفات مس به آن اضافه شود. این بـدان می‌ماندکه با شوخ طبعی استدلال‌کنیم آب مقطر طعم شیرین دارد، یك لیوان آب مقطر به دانش‌آموز می‌دهیم ومی‌گوئیم بچش، آیا آب طعمی دارد؛ شاگرد بدون شك جواب می‌دهد نه کاملاً بی‌مزه است، اندکی شکر به آب اضافه می‌کنیم وازدانش آموزمی‌خواهیم دوباره بچشد ومی‌گوئیم حالا احساس می‌کنید آب مقطرطعم شیرین دارد! این آزمایش از نظر روش مانند آزمایش قبلی است ولی برداشت دانش آموز از آنها یکسان نیست. در آزمایشگاه بعداز آزمایش الکترولیز آب به اوگفته میشود، پس‌آب شامل‌اکسیژن وئیدروژن است. او آن را دردفتر خود می‌نویسد ودورش را خط می‌کشد واغلب هم درصدد علت‌یابی بر نمی‌آید. ولی در آزمایش آب مقطر وشکر، ما را شوخ طبع قلمداد می‌کندکه می‌خواهیم‌اورا

دست بیندازیم، زیرا خود به تجربه مطلب را آموخته است.

سهم کارهای عملی در آموزش فیزیک

در کارهای عملی، بر خلاف آزمایشهای نمایشی، امکان اندازه‌گیریهای جدی وجوددارد ودرنتیجه، قوانین کمّی ممکن است بدون اتلاف وقت تحقیق شوند. علاوه بر این درکارهای عملی آزمایشها ازدست رفته معمولاً وجود ندارند.

مثلاً اگر در یك جلسه ۱۵ دسته دانش آموز به کار یك آزمایش بپردازند، پس از اتمام کار، به جای یك آزمایش یا یك تحقیق ده تا خواهیم داشت. اگر یك دسته درکار خود موفق نباشد، بقیه موفقند و با مقایسه نتایج به دست آمده قانون یا اثبات‌قانونی که دانش آموز درپی آن است ازنظر دور نمی‌ماند.

درکارهای عملی این امکان وجود دارد که جنبهٔ آمرانه و دستوری بودن کار را محدودکنیم و ابتکار عمل‌را بیشتر به‌دانش‌آموز بدهیم، آزمایشهائی‌که خود دانش آموزان انجام می دهند برای آنان اصیل وواقعی به شمار می‌روند.

گذشته از اینها، ممکن نیست کارهای عملی مانند «سکه تقلبی» به دانش آموزان جا زده شوند زیرا خود آنان سازنده واقعی سکه‌اند.

کارهای عملی ویژگیهای دیگری نیز در ارتباط با اصالت وواقعی بودن خود دارند:

۱) یکی از روشهای آموزش این است‌که‌ازمعلوم به‌مجهول پی ببرند به عبارت دیگر دانش آموزان از شناخت مبهم و ناخالصی‌که از ابتدا دارند به طرف شناخت علمی وپا بر جا سوق داده شوند. شناخت مبهم و ناخالصی‌که شاگردان پیش از ورود به کلاسهای درس دارند یا درخانواده خود پیداکرده‌اند،یا درزندگی روزمره خود دریافت‌کرده‌اند ویا آموزشهای قبلی در آنان‌ایجاد کرده است. این شناخت ناخالص‌که لزوماً نقطه آغازتازه‌ای است باید بر مبنای علمی دقیق‌که مشاهده و آزمایش دو رکن اساسی آن است تصفیه وغنی‌شود.

آزمایش وبررسی دقیق پدیده‌ها در امر آموزش بهترین وسیله برای تفهیم واقعیتها وغنی‌کردن وبسط دادن‌معلومات‌واقعی، یك نیاز است، زیرا اگر بخواهیم هرچه بیشتر ازقید تجرید و پریشان حواسی علمی‌بیرون آئیم باید بیشتر به‌آزمایشگاه واقعیت دهیم.

به هرحال، دانش آموزان از آزمایشهائی که خود انجام می‌دهند بیشترچیز یاد می‌گیرند تا از آزمایشهائی‌که برای آنان انجام می‌شود.

۲) کارهای عملی به‌سبب اثر تحرك بخشی فردی، قابلیت این را دارندکه به تعدادی از دانش‌آموزان علاقمند طعم فیزیك کاربردی را بچشانند. دانش آموزانیکه دردرس متوسط هستندغالباً درکارهای عملی پیشرفت دارند.

چون در کارهای عملی معمولاً مقداری کار با دست (هرچند هم موضوع آزمایش نباشد) نیز انجام می‌گیرد. بنابراین کارهای عملی می‌توانند قابلیت کار با دست را توسعه دهند یا دست‌کم نشان دهندکه کار خوب با دست تا چه اندازه دشواری دارد.

اجرای کارهای عملی- کارعملی جزئی ازدرس نظری‌است که باید یا به صورت پیش نیاز درس یا به‌صورت مکمل آن انجام شود.

برای اجرای کارهای عملی لازم است درهر واحد آموزشی یك آزمایشگاه با فضای‌کافی و تجهیزات مناسب موجود باشد. ساعات درس وآزمایشگاه با دقت بین نظری وعملی در برنامه تقسیم شود، پس از انجام هر آزمایش باید دانش‌آموزان راوادار کرد تا نتایج حاصل از آزمایش را به‌کار برند. برای‌این‌منظور باید به آنان تمرینهائی داد وتکالیفی راکه انجام داده‌اند تصحیح کرد علاوه براین آزمایشهائی نیز هست‌که فقط خود معلم باید انجام دهد.

به عنوان یك مثال ساده، مطالعه قانون بویل ـ ماریوت را درنظر می‌گیریم. این مطالعه را می‌توان با کارهای عملی در آزمایشگاه شروع‌کرد. دانش آموزان فشارها و حجمهای جرمی از هوا را اندازه می‌گیرند. سپس عددهای به دست آمده را در هم ضرب می‌کنند خطاها را منظور می‌دارند تا برسند به این‌نتیجه که این حاصلضربها برابرند. این‌کار معمولاً دریك جلسه یکساعته تمام می‌شود. ولی چند چیز باقی می‌ماندکه باید پس از انجام آزمایش با حضورهمه آزمایش‌کنندگان به راهنمائی معلم درکلاس انجام‌گیرد.

۱ــ نتیجه‌گیری قانون از بررسی اعداد حاصل، بیان‌قانون با بکارگرفتن کلمات لازم و مناسب، بدون به‌کاربردن کلمات زائد. خلاصه، رسیدن از معلوم به مجهول‌که همه دانش آموزان باید به دقت وادارشوند.

۲ــ بیان قانون به صورت رابطه ریاضی $PV=K$. باید مطمئن شدکه همه دانش‌آموزان کلاس می‌توانند از بیان قانون به‌زبان عادی به‌بیان آن به‌صورت رابطه ریاضی وبرعکس برسند. این مرحله ازکار، یك نوع تمرین برگردان از زبان ادبی به‌زبان ریاضی و بر عکس است،که باید همواره در فیزیك انجام شود. دانش‌آموز بایدبا اجرای تمرینهای متعدد وروزیدگی‌لازم را پیدا کند. اکنون اگر دانش آموزی بیان قانون بویل ــ ماریوت را یادگرفته باشد باید توانائی تعیین دقیق عواملی را که ثابت K به آنها ارتباط دارد داشته باشد، واگر قادر به‌این کار نباشد (چیزی‌که بسیار اتفاق می‌افتد) به‌این جهت است‌که مفهوم قانون را درست درك نکرده است هر چند نظایر آن را بخوبی از حفظ بیان‌کند.

۳ــ کامل‌کردن قانون بررسی شده با تعیین شرایط مناسب وزمان لازم برای انجام آن وحل تمرینهای متعدد روی موارد کاربرد قانون. تا دانش‌آموز به هدف‌کار خود پی‌ببرد.

بسیاری از مطالب ممکن است ویا باید ضمن کارهای‌عملی پیش از درس معلم شکافته شوند اینها «کارهای عملی پیش نیاز»

هستند. معلم درکلاس، متعاقب این کارهای عملی، بادوش اصولی وواضح، نتایجی راکه شاگردان تحت راهنمائی خودش به دست آورده‌اند مورد بررسی وجمع بندی قرار می‌دهد ودر صورت لزوم بعضی از آزمایشهای انجام شده را، بویژه آنهائی را که به‌نتیجه مطلوب نرسیده‌اند از نو انجام می‌دهد تا آنها را کامل‌کند.

در بالا قانون هویل ــ ماریوت به عنوان مثالی از یك کار عملی پیش نیاز مطرح وگفته شدکه چگونه بررسی این قانون در کلاس درس تعقیب می‌شود.

ــ ممکن‌است مطالبی ضمن‌کارهای عملی بطورکامل‌بررسی و حل وفصل شوند وتنظیم نتایج‌که خود مسئله ساز است درهمان جلسه کارعملی‌صورت‌گیرد. مثلاً درسال اول دورهٔ نظری‌موضوعهائی مانند اندازه‌گیری طول، کار باترازو، تعیین جرم حجمی مایع یا جامد از این جمله است.

ــ همچنین ممکن است‌کارهای عملی به صورت مکمل درس یا برای بررسی تجربی قسمتی از یك مسئله یا تمام مسئله‌که به‌صورت‌تمرین عرضه می‌شود انجام‌گیرند. درتمام این‌حالات بررسی نهائی درکلاس درس لازم است.

درکتابهای فیزیك دوره نظری دبیرستان، درپایان اغلب فصول آزمایشهائی تحت عنوان «خودتان آزمایش‌کنید» مطرح‌شده است‌که مکمل درس هستند ومی‌توان‌آنها را با وسایل ساده‌ای که نیاز به صرف هزینه زیاد ندارند براحتی انجام‌داد در اینجا به همکاران توصیه می‌شود، با تلاش درراه فراهم‌کردن وسایل‌لازم به تعداد کافی،شاگردان را به انجام‌دادن این آزمایشها ترغیب‌کنند. آنچه‌که مهم وثمربخش است به‌دست آوردن نتیجه مطلوب و بحث درباره آن نتیجه وبهره‌گیری علمی از آن است‌که باید به دقت مورد بررسی قرارگیرد. این‌کار ممکن است در خود آزمایشگاه‌ویا پس ازپایان‌کارعملی درکلاس درس‌انجام شود، آزمایشهای‌گنجانیده شده درمتن درس‌را می‌توان به‌آزمایشهای پیش نیاز انجام داد و نتایج حاصل از آنها را درکلاس‌درس مورد بررسی قرارداد. با احتمال قریب به یقین می‌توان امیدوار بودکه اگر آموزش‌فیزیك برمبنای آنچه بیان شد تنظیم شود نتیجه آن موفقیت آمیزتر خواهد بود.

نتایج عملی

از مطالب بیان شده دربالا چند نتیجه عملی زیر گرفته می‌شود.

۱) تنها یك معلم بررسی نتایج حاصل ازکارهای‌عملی در کلاس درس نظری و جمعبندی آنها ایجاب می‌کندکه‌مسئول‌کارهای عملی وتدریس نظری یك نفر باشد. در آموزش عالی، استادان دروس نظری ومسئولین آزمایشگاه جداهستند ومستقل‌ازیکدیگر کارمی‌کنند ولی درسطح دبیرستان‌که ما از آن صحبت می‌کنیم‌معلم یا باید خودش مسئول کارهای عملی‌باشد ویا اگر در مواردی نادر مسئول جداگانه‌ای برای کارهای عملی وجوددارد با او تشریك مساعی کند.

۲) یك موضوع ــ برای اینکه معلم بتواند دانش آموزان راواقعاً راهنمائی‌کند و جلسه‌کاررا فعال سازد وبرای اینکه‌بتواند نتایج را هم جبهه سازد و آنها را جمع بندی‌کند بایددرهرجلسه کار عملی همه دانش آموزان‌کلاس روی یك موضوع کارکنند. بنابراین باید وسایل آزمایش و مواد مصرفی به‌اندازه کافی باشد تا امکان سوارکردن وسائل‌لازم برای دسته‌هائی‌که با هم‌کارمی‌کنند فراهم شود. وسایل اضافی را از دسترس بردارند، زیرا هر وسیله اضافی در حکم یك آشفتگی درکار به‌حساب می‌آیدکه مانع جمع بندی واقعی نتایج کارهای‌عملی می‌شود.

اگر همه دانش‌آموزان کلاس یك آزمایش را انجام دهند، دستورکار مفصلی‌که شامل برنامه، جلسه وشرح وسایل باشدچندان ضروری به‌نظر نمی‌رسد به ویژه‌برای‌دانش‌آموزان‌کلاسهای پائینتر که تمرکز حواس‌کمتری دارند.

برعکس توضیحات معلم در آغازکار لازم ومؤثرتر است. دستور کار وقتی مفید است‌که دانش آموزان از روی موضوعهای متعددکارکنند ومعلم نتواند دریك زمان به هنگام شروع‌کار مطالب لازم را به‌همه توضیح‌بدهد.

۳) گزارش‌کار ــ معمولاً رسم است‌که دانش آموزان از کارهائی‌که خود درآزمایشگاه انجام می‌دهندگزارشی تهیه‌می‌کنند. این‌گزارش‌کار به‌صورتهای مختلف می‌تواندعرضه شود.

ممکن است یك‌گزارش توضیحی ساده باشدکه نتایج چند آزمایش را بیان‌کند، یا یك ورقه آزمایشگاهی حاوی‌چند عدد به دست آمده درچند اندازه‌گیری یا رسم نمودار باشد، یا خلاصه شرحی به‌عنوان انجام یك تکلیف باشد ولی در هرحال بهتر است که این‌گزارش در جریان‌کار تنظیم ونوشته شود.

۴) وقت کافی ـ یك جلسه کار عملی وقتی معادل ۱/۵ تا ۲ ساعت لازم دارد،که شامل مدت انجام آزمایش (آن طورکه لازم است) وتوضیحات اولیه معلم وبحث در باره نتایج و در صورت لزوم بررسی مجدد پاره‌ای از آزمایشها ونوشتن‌گزارش کار است. اگر جلسه کارعملی بیشتر از یك ساعت و نیم طول بکشد وقت گزارش‌کار درپایان جلسه نیست و بحثها شتاب زده خواهند بود. بنابراین همکاران باید با توافق دبیرستان یك جلسه دوساعتی (دوساعت پشت سرهم) برای درس فیزیك دربرنامه درنظربگیرند که قسمتی از آن در آزمایشگاه صرف‌کار عملی شود وقسمت‌دیگر درکلاس صرف بحث ونتیجه‌گیری. مهم این است‌که این‌نتیجه‌گیری کامل‌باشد ودانش آموزکار عملی را همتراز درس معلم جدی تلقی کند. آموزش خوب دانش فیزیك به صرف وقت و آگاهی لازم و جای مناسب ووسایل ومواد مصرفی‌کافی نیاز دارد. صرف وقت با همه اهمیتی‌که دارد، اگر وسایل کافی نداشته باشیم به‌کار نمی‌آید برعکس با داشتن وسایل‌کافی اگروقت لازم وقف آموزش علوم فیزیك نشود تقریباً هیچ استفاده‌ای نخواهیم برد واگر آگاهی و بصیرت کافی درکار نباشد نه صرف وقت ونه وسیله هیچکدام مفید نخواهند بود.□

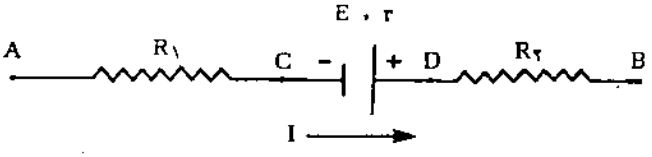
آیا «قانون اهم» را می‌دانید؟

این نوشته گفتگوئی است بین معلم ودانش‌آموز. هدف این گفتگو این است که مطالب با دقت نظر بیشتر بررسی شود. معلم ازدانش‌آموز درباره «قانون اهم» سؤال می‌کند ودانش‌آموز جواب می‌دهد. معلم دراین سؤال وجواب اشتباهات دانش‌آموز را متذکرمی‌شود وقدم به‌قدم اورا بامفهوم این قانون آشنا می‌سازد.

معلم: آیا قانون اهم را می‌دانی؟

دانش‌آموز: بلـی. البته، تصور می‌کنم هر دانش‌آموزی این قانون را، که احتمالاً ساده‌ترین سؤال درتمام مباحث درس فیزیك است، بداند.

معلم: قسمتی ازیك مـدار الکتریکی را مطابق شکل ۱ درنظرمی‌گیریم.



شکل۱

دراین قسمت E نیروی محرکه و r مقاومت درونی پیل و R_1 و R_2 مقاومت است، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دونقطه A وB را V فرض می‌کنیم، شدت جریان I راپیداکنید.

دانش‌آموز: آیا این یك مدار بازنیست؟

معلم: منظورم این است که شما قسمتی ازیك مداربزرگ را، که ازقسمتهای دیگـرهیچ اطلاعی ندارید، درنظربگیرید. به هیچ‌وجه نیـازی هم به‌بقیهٔ مـدارنیست. زیـرا اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دوسر این قسمت مدار معلوم فرض شده‌است.

دانش‌آموز: ما قبلاً فقط درباره مدار بسته صحبت کرده‌ایم. قانون اهم‌را برای یك‌مدار بسته شامل پیل ومقاومت خارجی به صورت رابطه $I=\frac{E}{R+r}$ می‌نویسیم.

معلم: اشتباه می‌کنید. شما قسمتی ازیك مدار را درنظر گرفته‌اید ومطابق قانون اهم شدت جریـان دراین قسمت مدار برابر است بـا اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو سر این قسمت، تقسیم بر مقاومت همین قسمت

دانش‌آموز: این فقط برای یك‌قسمت مدار است؟

معلم: مطمئناً، درشکل۲ برای قسمتی ازمدار می‌تـوانی قانون اهم را به‌صورت $I=\frac{V}{R}$ بنویسی.

شکل۲

V اختلاف پتانسیل الکتـریکی بین دوسر ایـن قسمت ازمدار است، که آن را ولتاژ نیز می‌نامند.

دانش‌آموز: ولی دربعضی حالات برای یك‌قسمت ازمدار مانند شکل ۱ صحبتی نکرده‌ایم.

معلم: بنابراین متوجه شدیم که تو قانون اهم را درحالت خاصی بـرای یك‌قسمت ساده مداربسته، که شامل نیـروی محرکه نیست، می‌دانی. درواقع قانون اهم را به‌صورت عمومی نمی‌دانی. اکنون آن‌را باهم بررسی می‌کنیم. شکل۳ طرز قرارگرفتن پیل ومقاومتها ونمودار تغییرپتانسیل الکتریکی را درقسمتی ازمدار، AB، نشان می‌دهد.

جهت جریان ازچپ به‌راست است. بنابراین پتانسیل الکتریکی از A تا C سقوط می‌کند. افت پتانسیل درمقاومت R_1 برابر IR_1 است. C قطب منفی وD قطب مثبت وE نیـروی محـرکه پیل فرض شده‌اند. در دونقطه C وD پتانسیل الکتریکی بالا می‌رود، یعنی خیزپتانسیل رخ می‌دهـد ومجمـوع دوخیز پتانسیل برابر نیروی محرکه پیل، یعنی E است. اگر مقاومت درونی پیل را r فـرض کنیم افت پتانسیل بین دونقطه C وD درمقاومت درونی پیل، برابر Ir است ودرآخـر، افت پتـانسیل درمقـاومت R_2 برابر IR_2 خواهد بـود. مجموع افت پتانسیلها درتمام مقاومتها منهای خیز پتانسیل رابرابر V فرض می‌کنیم. V اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دونقطه A وB درشکل۳ است، $V_A-V_B=V$. بنابراین $(R_1+R_2+r)I-E=V$. از این رابطه می‌توان شدت جریان I را بدست‌آورد. بدین‌ترتیب قانون اهم برای این دونقطه به‌صورت $I=\frac{E+V}{R_1+R_2+r}$ بیان می‌شود. ازاین رابطه می‌تـوانیم حالت خاص یك مقاومت تنهارا نیزنتیجه بگیریم. وقتی‌که درقسمتی از مدار پیلی نیست $E=0$ و $r=0$ است واگـر تنها مقاومت R را داشته‌باشیم $I=\frac{V}{R}$ خواهدبـود. این رابطه همان رابطه‌ای است که درابتدای گفتگو بیان‌کردیم. بـرای یك مداربسته شامل مقاومت ومواد می‌تـوانیم دونقطه A وB را، درشکل۳، به‌هم ببندیم. این بدان معنی است که $V_A=V_B$ یا $V=0$، پس $I=\frac{E}{R_1+R_2+r}$

این رابطه همان است که توقبلاً برای یك مدار بسته شامل پیل ومقاومت تنها بیان‌کردی.

دانش‌آموز: حالا می‌فهمم که من کاملاً قانون اهم راآن‌طور که باید یاد نگرفته‌بودم.

معلم: درست گفتی، توقانون اهم را درحالت خاص می‌دانستی. حال فرض می‌کنیم که ولت‌سنجی را به‌دوسر پیل درشکل۳ بسته‌ایم. همچنین فرض می‌کنیم که مقاومت ولت‌سنج بسیار زیاد است، به طوری که می‌شود از تغییراتی که به‌علت اتصال آن درمدار ایجاد می‌شود صرف‌نظر کرد. دراین صورت ولت‌سنج چه‌کمیتی را نشان خواهد داد؟

دانش‌آموز: می‌دانیم که ولت‌سنجی را به‌دو سر پیل می‌بندیم ولت‌سنج افت ولتاژ قسمت خارجی مدار را نشان می‌دهد اما درشکل۳، هیچ اطلاعی ازمدار خارجی نداریم.

معلم: اطلاع ازمدارخارجی لازم نیست اگردوسر ولت‌سنج به‌دونقطه C وD بسته‌شود اختلاف پتانسیل بین این دونقطه را نشان می‌دهد. متوجه شدی؟

دانش‌آموز: بلی البته!

معلم: حال یکباردیگر باهم به‌شکل۳ نگاه می‌کنیم روشن است که اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دونقطه C وD برابر $(E-Ir)$ است اگرولت‌سنج را بخوانیم مقدار V، $\boxed{V=E-Ir}$، به‌دست می‌آید.

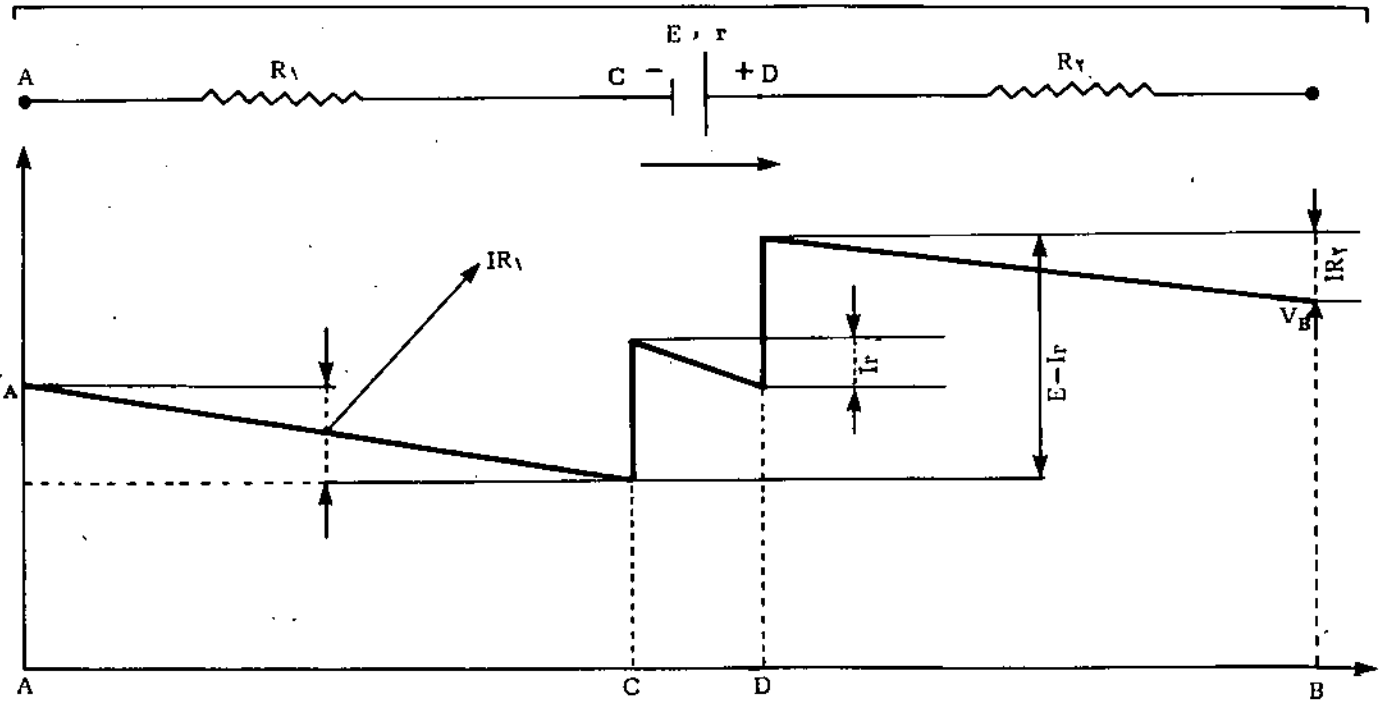
اکنون حالتی را بررسی می‌کنیم که، مطابق شکل۴، در قسمتی ازمدار جریان ازقطب مثبت وارد پیل می‌شود.

نموداری رسم کنید که تغییر پتانسیل بین دونقطه A وB را نشان دهد.

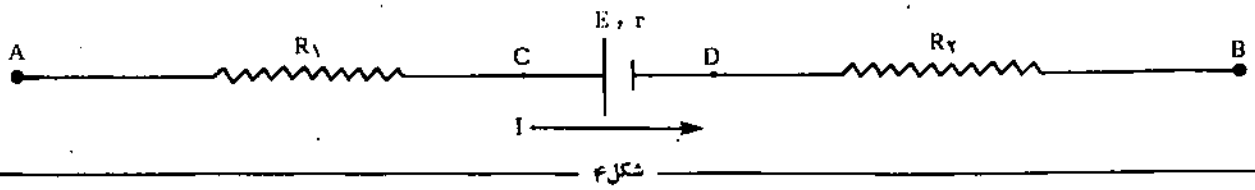
دانش‌آموز: آیا چنین چیزی ممکن است؟

معلم: فراموش کرده‌ای که ما قسمتی ازمدار را درنظر گرفته‌ایم. مدارممکن است شامل نیروهای محرکه خارجی‌دیگری باشد و براثر این نیروهای محرکه خارجی دراین قسمت جریان ازقطب مثبت پیل وارد و ازقطب منفی خارج شود.

دانش‌آموز: متوجه شدم. بنابراین جهت جریان ازچپ به راست است و افت پتانسیل ازA تا C برابر IR_1 است وبین دو نقطه C وD نیروی محرکه بجای افزایش پتانسیل، درشکل۳،



شکل۳



شکل۴

موجب‌کاهش پتانسیل می‌شود وباتوجه به‌مقاومت درونی پیل بین این دونقطه افت پتانسیلی برابربا Ir خواهیم‌داشت و درآخر از D تا B افت پتانسیلی برابر IR_2 حاصل می‌شود ودرنتیجه نمودار شکل۵ را می‌توانیم رسم‌کنیم.

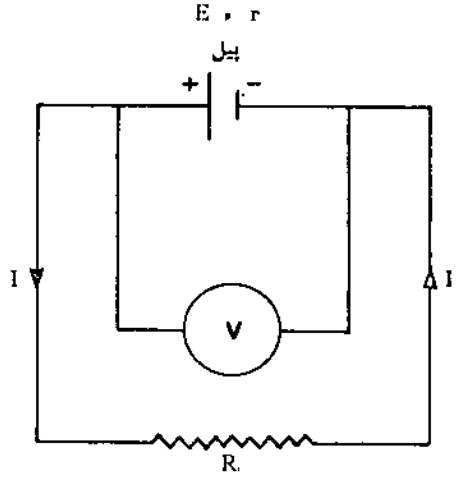
معلم: دراین حالت قانون اهم به‌چه صورتی نوشته می‌شود؟

دانش‌آموز: به‌صورت $I=\frac{V-E}{R_1+R_2+r}$ که $V=V_A-V_B$ است.

معلم: صحیح. وحالا اگر دوسر ولتسنجی رابه دونقطه C وD ببندیم ولتسنج چه‌کمیتی را نشان خواهد داد.

دانش‌آموز: ازشکل۵ متوجه می‌شویم‌که دراین حالت ولتسنج V را نشان می‌دهد به‌طوری‌که $\boxed{V=E+Ir}$ است.

معلم: حالا مسئله‌ای را، مطابق شکل۶، بررسی می‌کنیم؛ دراین مدار $r=1\Omega$ و $R=10\Omega$ ومقاومت ولتسنج $R_V=200\Omega$ فرض می‌شود. این ولتسنج اختلاف پتانسیلی برابربا V نشان می‌دهد. خطای‌نسبی V راحساب‌کنید. می‌دانیم اگرمقاومت ولت‌سنج بینهایت زیاد باشد می‌توان ازتغییرات حاصل درمدار صرف‌نظرکرد. فرض می‌کنیم ولتسنج بامقاومت $R_V=200\Omega$اختلاف پتانسیل بین دوسرپیل را V و ولتسنج بامقاومت بینهایت زیاد

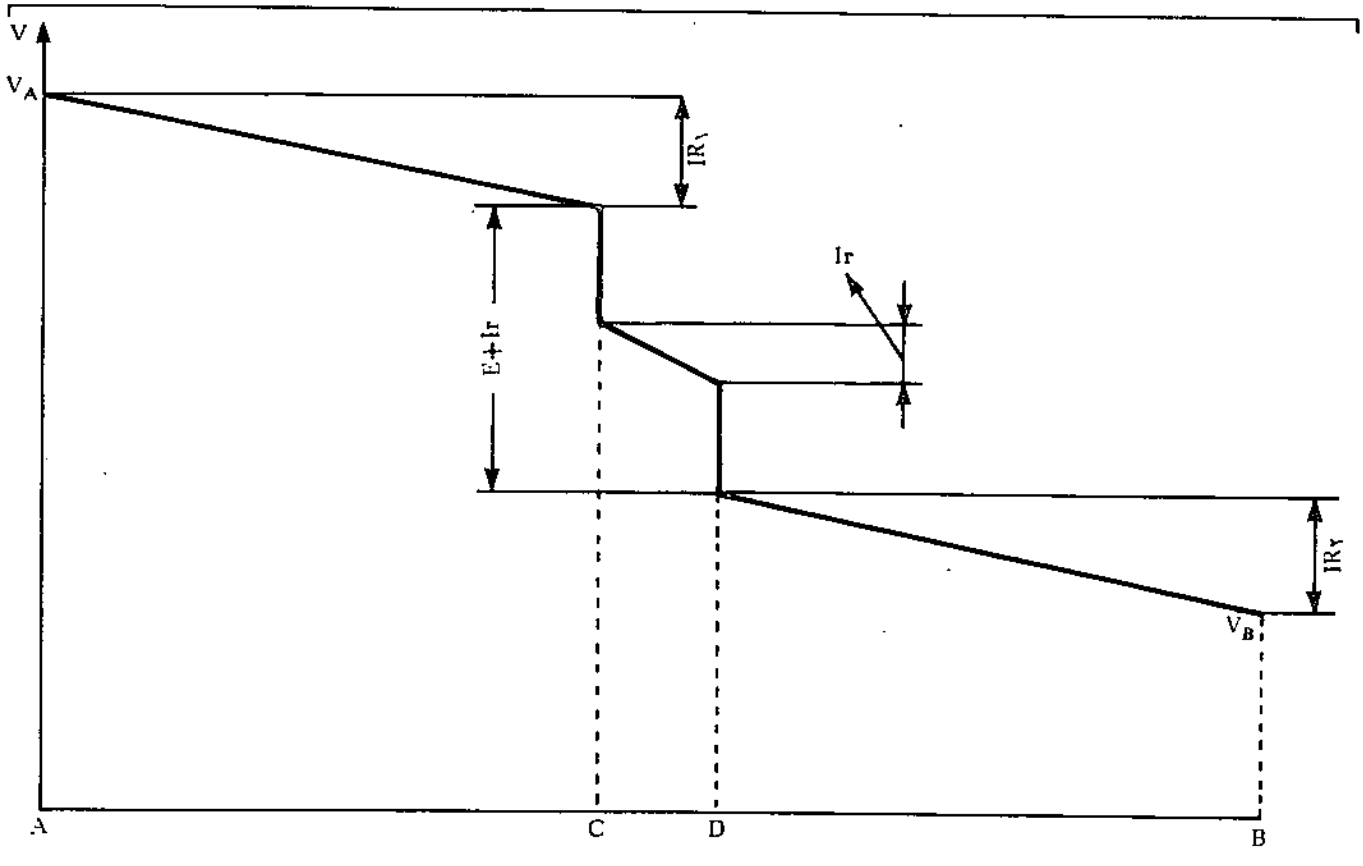


شکل۶

همان را V_∞ نشان می‌دهد وقتی مقاومت ولتسنج بسیارزیاد باشد، وبتوان ازتغییرات حاصل درمدار صرف‌نظرکرد، می‌توانیم بنویسیم

$$V_\infty=E-rI=E-r\times\frac{E}{R+r}\Longrightarrow V_\infty=\frac{E\times R}{R+r}$$

وقتی مقاومت ولتسنج R_V است ومقاومت معادل مقاومتهای خارجی R' فرض شود می‌توان نوشت،



شکل۵

$$\frac{1}{R'}=\frac{1}{R}+\frac{1}{Rv}\Longrightarrow R'=\frac{R\times Rv}{R+Rv}$$

وبدین ترتیب اگر این ولت‌سنج عدد V را نشان دهد خواهیم داشت،

$$V=E-rI=E-r\times\frac{E}{R'+r}\Longrightarrow V=\frac{E}{R'+r}\times R'$$

$$\Longrightarrow V=\frac{E}{\frac{R\,Rv}{R+Rv}+r}\times\frac{RRv}{R+Rv}$$

خطای نسبی $e=\frac{V_\infty-V}{V_\infty}$ است، بنابراین،

$$e=1-\frac{V}{V_\infty}=$$

$$1-\frac{E\times R\times Rv}{\left(\frac{RRv}{R+Rv}+r\right)\left(R+Rv\right)}\times\frac{R+r}{ER}$$

وپس‌از خلاصه‌کردن خواهیم داشت:

$$e=1-\frac{Rv(R+r)}{(r+R)Rv+rR}=1-\frac{1}{1+\frac{rR}{(r+R)Rv}}$$

$$=1-\left(1+\frac{rR}{(r+R)Rv}\right)^{-1}$$

می‌دانیم‌که Rv خیلی بزرگتر از R و Rg از r بسزرگتراست، یعنی کسردداخل پرانتز ازواحد خیلی‌کمتر است. باتوجه به‌بسط دو جمله‌ای ومحاسبات تقریبی درفیزیک به‌ازای $x\ll 1$ و $n=-1$ داریم، $(1+x)^n\simeq 1+nx$ بنابراین

$$e\simeq 1-\left(1-\frac{rR}{(r+R)Rv}\right)$$ می‌شود درنتیجه خواهیم داشت:

$$e\simeq\frac{rR}{(r+R)Rv}$$

واگر مقادیرمعلوم مسئله را دراین فرمول قراردهیم، به‌دست‌می‌آید:

$$e\simeq\frac{1\times 10}{(1+10)200}=\frac{1}{220}\simeq 0/0045$$

دانش‌آموز: این نتیجه بدین معنی است‌که اگرمقاومت ولت‌سنج درمقایسه بامقاومت خارجی بسیار زیاد باشد خطای‌نسبی کم خواهدبود ومی‌توانیم ازتغییرجریان درمدار، براثر بستن ولت‌سنج صرف‌نظرکنیم.

معلم: بلی همین‌طور است‌که گفتی.□

فرداد جم

دستگاههای مرجع درفیزیک

تبدیل گالیله

مقدمه

دستگاههای مرجع درتشریح و تحلیل پدیده‌های فیزیک نقش اساسی داردگاهی انتخاب یک‌دستگاه مرجع مناسب تشریح وبررسی یک فرایند رابسیار آسان می‌سازد. ازاینرو ارائه بحثی دردستگاههای مرجع وتعریف انواع آن وتعیین ارتباط آنها با یکدیگر را سودمند یافتیم. دراین مقاله به دستگاههای‌مرجع گالیله وتبدیلات گالیله پرداخته‌ایم ودرمقاله بعدی تبدیلات لورنتز را در رابطه‌با تبدیلات گالیله بررسی خواهیم کرد.

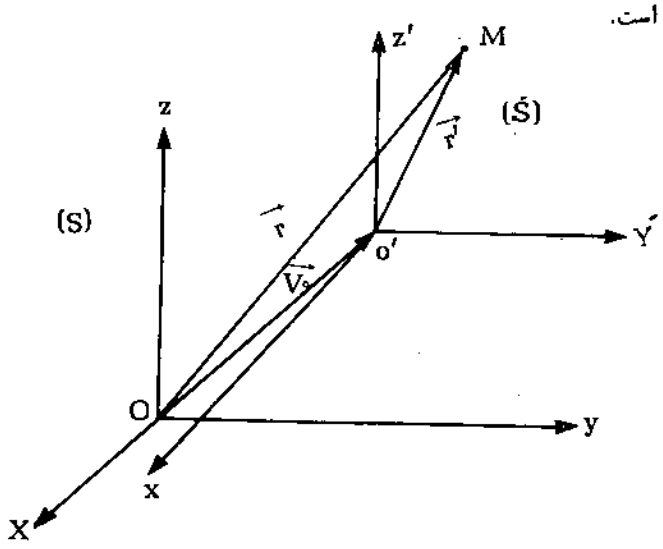
اگر ازجاذبه‌گرانشی ستارگان دوی منظومهٔ شمسی، به‌حکم دوری بسیار زیادآنها صرف‌نظرکنیم می‌توانیم بگوئیم نیروهای وارد برمرکزجرم منظومهٔ شمسی، درمجموع، برابرصفر است و نتیجه بگیریم‌که حرکت مرکزجرم منظومهٔ شمسی، درفضا، مستقیم‌الخط یکنواخت است. کپرنیک اخترشناس لهستانی (۸۵۲–۹۲۲ ۱۴۷۳–۱۵۴۲) اولین‌کسی است‌که این نقطه ممتاز را درمنظومه شمسی یافت وآن‌را مبدأ مختصات وسه راستای متعامد ماربر این نقطه را،که هرکدام ازستاره‌ای می‌گذشت، سه‌محور مختصات انتخاب کرد. پیداست چنین دستگاه مختصاتی دارای‌حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت درفضا خواهدبودکه برخی‌آن‌را دستگاه مختصات ثابت درفضا نیزمی‌نامند. دلیل تسمیه اخیرآن است‌که چون محورهای این دستگاه متوجه ستارگان است وموضع ستارگان دربینهایت فیزیکی فرض می‌شود. پس محورها ضمن‌حرکت مستقیم‌الخط مبدأ راستای خودرا حفظ می‌کنند زیرا، بنا به‌تعریف دوخط موازی یکدیگررا دربینهایت قطع می‌کنند. گاهی این دستگاه مختصات را دستگاه ماند (لخت) یادستگاه بدون شتاب نیزمی‌نامند.

بعدازکپرنیک، گالیله ریاضیدان واخترشناس ایتالیائی (۹۴۳–۱۰۲۱/۱۵۶۴–۱۶۴۲) ثابت‌کردکه هردستگاه مختصات متعامدی‌که بموازات دستگاه مختصات کپرنیک حرکت انتقالی

یکنواخت داشته‌باشد، از نظر فیزیکی، یادستگاه مختصات کپرنیك هم‌ارز است و بعبارت دیگر پدیده‌های فیزیکی در تمام دستگاههای مختصاتی که نسبت به‌یکدیگر حرکت انتقالی یکنواخت دارند یکسان است. گالیله روابطی ارائه داد که بکمك این رابطه‌ها می‌توان مؤلفه‌های بردار مکان، سرعت و شتاب یك ذره را در دو دستگاه مختصات به‌یکدیگر تبدیل کرد. مجموعه این روابط را تبدیل گالیله می‌نامند.

تبدیل گالیله

فرض می‌کنیم OXYZ دستگاه مرجع کپرنیك و o'xyz دستگاه مرجعی باشد که نسبت به OXYZ حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت با سرعت $\vec{V}_0$ دارد. برای اختصار دستگاه کپرنیك را با S و دستگاه متحرك را با S' نمایش می‌دهیم. اگر در مبدأ زمان ($t=0$) دو دستگاه برهم منطبق باشد بعد از گذشت t ثانیه وضع مبداء O' دستگاه S' در فضا نسبت بدستگاه S با بردار $\vec{oo'}$ که برابر $\vec{V}_0 t$ است مشخص می‌شود. حال حرکت ذره متحرك M در فضا را توسط دوناظر، که یکی در S و دیگری در S' قرار دارند مطالعه می‌کنیم. هر ناظر در دستگاه خود ذره را با برداری که مبداء دستگاهش را به ذره متصل می‌کند نشان می‌دهد و آن‌را بردار موقعیت ذره می‌نامد. بدیهی است که مختصات ذره متحرك در هر دستگاه برابر اندازه تصاویر بردار موقعیت ذره در همان دستگاه است.



به‌آسانی می‌توان ارتباط بردارهای موقعیت ذره متحرك را در دو دستگاه S و S' پیدا کرد:

$$\vec{r} = \vec{oo'} + \vec{r'} = \vec{V}_0 t + \vec{r'} \qquad (1)$$

اگر تصاویر $\vec{V}_0$ داروی OXYZ به‌ترتیب با V_{0x} و V_{0y} و V_{0z} نشان دهیم تصاویر $\vec{r}$ روی محورهای مختصات برابر خواهد شد با:

$$\begin{aligned} X &= V_{0x}t + x \\ Y &= V_{0y}t + y \\ Z &= V_{0z}t + z \end{aligned} \qquad (2)$$

باید تذکر داد که تا قرن بیستم تصور همگان بر این بود که گذشت زمان برای همه ناظران دستگاههای متحرك گوناگون یکسان است. البته این تصور در شرایطی که $\vec{V}_0$ نسبت به سرعت نور (c) کوچك باشد صحیح است و آزمایش نیز صحت آنرا تایید می‌کند از این‌رو می‌توان به‌روابط (۲) رابطه $t=t'$ را افزود و برای ارتباط مختصات ذره در دستگاههای S و S' روابط زیررا ارائه داد:

$$\begin{cases} X = V_{0x}t + x \\ Y = V_{0y}t + y \\ Z = V_{0z}t + z \\ t = t' \end{cases} \qquad (3)$$

روابط فوق را تبدیل گالیله می‌نامند و با مشتق گرفتن نسبت بزمان از آنها روابط بین سرعت و نیز شتاب ذره در دو دستگاه را بدست می‌آورند.

$$\begin{aligned} \frac{dX}{dt} &= V_{0x} + \frac{dx}{dt} \\ \frac{dY}{dt} &= V_{0y} + \frac{dy}{dt} \\ \frac{dZ}{dt} &= V_{0z} + \frac{dz}{dt} \end{aligned} \qquad (4)$$

$\frac{dX}{dt}$ و $\frac{dY}{dt}$ و $\frac{dZ}{dt}$ تصاویر سرعت ذره M در دستگاه S است که ناظر S می‌سنجد و $\frac{dx}{dt}$ و $\frac{dy}{dt}$ و $\frac{dz}{dt}$ تصاویر سرعت ذره M در دستگاه S' است که ناظر S' اندازه می‌گیرد. بنابراین ارتباط سرعت ذره در دو دستگاه به‌صورت زیر است.

$$\begin{cases} V_X = V_{0X} + v_x \\ V_Y = V_{0Y} + v_y \\ V_Z = V_{0Z} + v_z \end{cases} \qquad (5)$$

روابط (۵) نمایشی از قانون جمع سرعتها در مکانیك کلاسیك است. اگر سرعت $\vec{V}_0$ در مقایسه با سرعت نور کوچك نباشد جمع سرعتها بگونه‌ای دیگر انجام می‌گیرد و روابط (۵) اعتبار خودرا از دست می‌دهند.

اگر از روابط (۵) نسبت به زمان مشتق بگیریم بر روابط شتاب می‌رسیم:

$$\begin{cases} \gamma_X = \gamma_x \\ \gamma_Y = \gamma_y \\ \gamma_Z = \gamma_z \end{cases} \qquad (6)$$

مشاهده می‌کنیم که مؤلفه‌های شتاب حرکت ذرهٔ برای دو ناظر S و S' یکی است در نتیجه نیروی محرکهٔ ذره نیز برای هر دوناظر یکسان است. از اینجا اصل بسیار مهم هم‌ارزی دستگاههای گالیله استنتاج می‌شود که متن آن چنین است:

«قوانین فیزیك در کلیه دستگاههائی که نسبت به‌هم حرکت انتقالی یکنواخت دارند یکسان است.»

این قبیل دستگاه‌ها را به‌پاس احترام به‌گالیله دستگاههای گالیله می‌نامند و اصل هم‌ارزی را بشرح زیر بیان می‌کنند.

«قوانین فیزیك در دستگاههای گالیله یکسان است.» □

انرژی هسته‌ای

آیندهٔ بشر از انرژی هسته ای تفکیک ناپذیر است زیرا منابع سوخت فسیلی پاسخگوی تقاضا های فزاینده انرژی نیستند. قبل از بررسی ماهیت انرژی هسته ای بررسی میزان تقاضا برای انرژی ومنابع آن ضروری است.

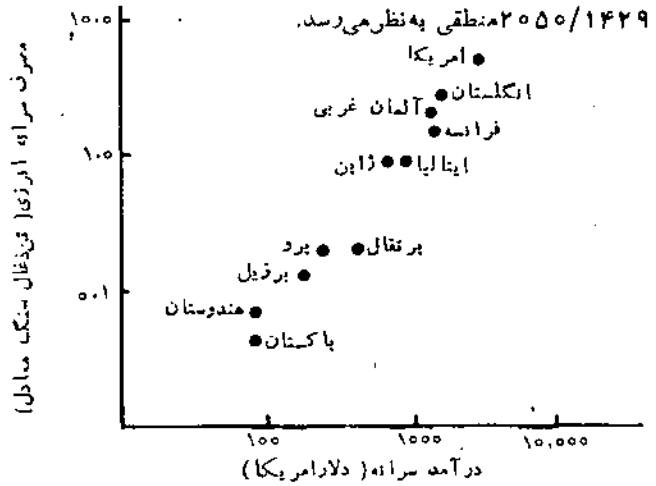
انرژی موردنیاز

به منظور بحث درمورد انرژی مورد نیاز ومنابع سوخت موجود در مقیاس جهانی، واحد مناسبی را تعریف می‌کنیم.اقتصاد-دانان واحد Q را تعریف کرده اند که معادل انرژی تولید شده در اثرسوختن ۴۶۵۰۰ میلیون تن ذغال سنگ است که تقریباً ۳۰۰ بیلیون (۳×۱۰^{۱۴}) کیلووات ساعت الکتریسیته تولید می‌کند.[۱]

این واحد البته بسیار بزرگ است ، ولی برای تخمین احتیاجات انرژی درحال حاضر وآینده مناسب می‌باشد. مهمترین عاملی‌که باید مورد مطالعه‌قرارگیرد، آهنگ‌افزایش‌این‌احتیاجات در طول تاریخ است. مصرف انرژی جهان از تولد مسیح‌تاشروع انقلاب صنعتی درحدود سال۱۸۵۰/۱۲۲۹ درحدود 4Q تخمین زده شده است. این مقدار انرژی عمدتاً به وسیله سوزاندن چوب وفضولات حیوانات تأمین می‌شده است. درطی دوران فوق استفاده از منابع سرمایه ای، مانند ذغال سنگ، نفت، گاز طبیعی و غیره یعنی سوختهای فسیلی‌که‌اززمانهای‌ماقبل تاریخ ذخیره شده‌بودند، بسیار اندك بوده است . در سالهای حدود ۱۸۵۰/۱۲۲۹ مصرف سوخت 1Q درهرقرن‌بود،صدسال‌بعد، یعنی‌در سال۱۹۵۰/۱۳۲۹ مصرف سوخت به میزان 10Q در هر قرن افزایش یافته‌بود. در سال۱۹۷۰/۱۳۴۹ به‌تنهایی 0/2Q انرژی مصرف شده‌است،یعنی آهنگ‌مصرف‌سوخت‌نسبت‌به‌سال۱۹۵۰/۱۳۲۹ دو برابرشده‌است . آهنگ رشدکنونی مصرف انرژی به‌گونه ای است‌که احتیاج‌جهان به انرژی درطی ده سال آینده دوبرابر می شود . پیش بینی دقیق انرژی‌مورد نیاز مشکل است. عامل مؤثردراین‌مقداررشد جمعیت جهان وبهبود سطح زندگی است.

مصرف سرانهٔ انرژی‌با سطح زندگی درارتباط بسیارنزدیك است. به طورکلی درآمد متوسط در ایالات متحده دوبرابراروپای غربی است‌که به نوبه خود یانزده برابرهندوستان می‌باشد، مصرف سرانه سوخت نیز تقریباً بهمان نسبت است. رابطهٔ مشابهی برای کشورهای بین دوحد فوق وجوددارد (شکل۱) . بنابر این برای برآورد احتیاجات آینده،تخمین سطح زندگی افرادجامعه‌ضروری است. درکشورهای‌ه توسعه یافته‌ه مصرف سرانهٔ سوخت‌به‌میزان ۳٪ درسال افزایش می‌یابد برای‌برنامه‌ریزی انرژی موردنیاز می‌توان مقدار فوقرا برای افراد تمام‌کشورها در نظرگرفت.

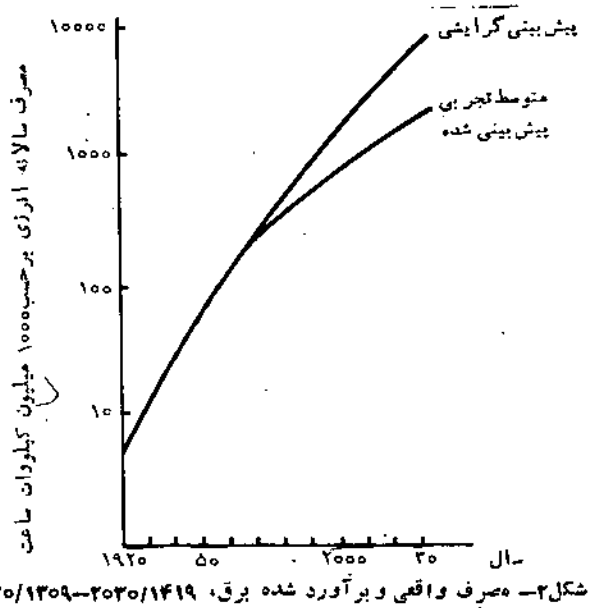
پیش بینی رشد جمعیت نیزبه طور دقیق امکان پذیر نیست. با درنظرگرفتن این مطلب‌که جمعیت جهان طی سال هایی بین ۱۸۵۰/۱۲۲۹ و ۱۹۵۰/۱۳۲۹ علی‌رغم دو جنگ جهانی و استفادهٔ‌محدود ازمراقبت‌های بهداشتی دو برابر شده است، فرض اولیهٔ افزایش جمعیت با ضریب ۳ بین سالهای ۱۹۵۰/۱۳۲۹ و ۲۰۵۰/۱۴۲۹ منطقی به‌نظرمی‌رسد.



شکل۱ — تغییرات مصرف سوخت برحسب درآمد سرانه

رشد مصرف برق از سال ۱۹۲۰/۱۳۰۹ تا ۱۹۷۰/۱۳۴۹ رویش‌بینی‌برای‌سال۲۰۳۰/۱۴۱۹ باروشهای پذیرفته‌شده‌درشکل۲ نشان داده شده است.

با فرضهای محافظه‌کارانه، انرژی مورد نیازجهان تا سال ۲۰۳۰/۱۴۱۹ حدود 70Q تخمین زده شده است . از آنجاکه این مقدار چندین برابر مصرف انرژی‌تاکنون‌است، بررسی منابع انرژی موجود ضرورتی می‌باشد.



شکل۲— مصرف واقعی و برآورد شده برق، ۱۹۲۰/۱۳۰۹—۲۰۳۰/۱۴۱۹

منابع انرژی

همانطورکه قبلاً گفته شداین منابع را می‌توان به دودسته تقسیم کرد، منابع جاری،که از آنها همه ساله انرژی دریافت می‌کنیم‌و منابع سرمایه‌ای‌که طی‌قرون قبل‌که‌تعدادمنابع بیش از تقاضا بوده است، انباشته‌شده‌اند.

منبع اصلی انرژی‌جاری‌گرمایی است‌که ازخورشید دریافت

می کنیم، مقدار کل این انرژی درحدود $5 \times 10^4 Q$ در سال است که درسطح زمین توزیع می‌شود. این انرژی برای گرم کردن زمین تا دمایی که برای ادامهٔ حیات گیاهان و جانوران ضروری است، و رشد گیاهان و تهیه غذا برای موجودات درحال حاضر به میزان کم به عنوان سوخت به‌کار می‌رود در مقایسه با تقاضای کنونی $0/2Q$ درسال، انرژی خورشید درحقیقت بسیار زیاد است. به هرحال با استفاده از این انرژی به طورمستقیم و کنترل شده دشوار است. در مناطق استوایی، آئینه های کاو برای متمرکز کردن انرژی خورشید و ایجاد منابع متمرکز حرارت بسرای آشپزی به کار می‌رود و دماهای به اندازهٔ کافی زیاد برای ذوب فلزات نیز در بعضی شرایط مناسب ایجادشده است. کوششهایی برای استفاده از انرژی خورشید در مقیاس وسیع با استفاده ازسیستمهای آئینه‌ای بزرگ برای تمرکز انرژی و تولید بخار ازدیگ بخار و به‌کار انداختن یك نیروگاه چند سال قبل در شوروی انجام شد[2]، ولی تاکنون توسعه قابل ملاحظه‌ای گزارش نشده است. اگرچه ایده فوق جالب است، ولی در کشورهایی که میزان نور مستقیم خورشید قابل پیش‌بینی نیست، عملی نمی‌باشد. بسه هرحال، این روش باید مورد توجه بیشتری قرار گیرد. یـك راه حل ممکن، ساختن حلقه‌ای از آئینه‌های کاو در اطراف استواست. سطح کل آئینه لازم برای تأمین انرژی موردنیاز درحال حاضر در حدود چندهزار کیلومترمربع است.

راه حل فوق فقط می‌تواند درمقیاس بین المللی به‌کار برده شود واحتیاج به توسعه روشهای ذخیره انرژی و انتقال الکتریسیته در مسافتهای طولانی دارد که درحال حاضر دردسترس نیستند. تبدیل انـرژی خورشیدی به الکتریسیته در مقیاس بزرگ قبل از قرن آینده غیر محتمل به نظر می‌رسد ولی بعضی تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که تا ۲۰٪ انرژی مورد نیاز ایالات متحده در سال ۲۰۲۰/۱۴۰۹ را می‌توان به وسیله انرژی خورشیدی تأمین کرد[3]

دومین منبع انرژی جاری، یعنی چوب ومواد یکـه ازرشد گیاه حاصل می‌شوند نیز ازخورشید ناشی می‌شود. به‌کارگیری این منبع انرژی آسانتر است. مقدار انرژی تولید شده در اثر سوختن تمام چوبی کـه در سال ۱۹۷۰/۱۳۴۹ رشد یافته است برابر با $0/05Q$ برآورد شده است. مطلب فـوق متضمن قربانـی کردن ماده‌ای است که به میزان وسیع برای ساختمان منازل واشیای مختلف به‌کار می‌رود.

یکی دیگر از منابع انرژی استفاده از پتانسیل موجوددر باران است. نیروی هیدروالکتریك درکشورهایی مـانند نروژ و سویس که شرایط جغرافیایی آنها مناسب است، به‌میزان وسیع مورد استفاده قرارگیرد، بدیهی است کـه برای این منظور باران کافی و رودخانه های باریك که برای ساختن سد مناسب باشند، ضروری است. تا حدود $0.15Q$ یعنی ۸٪ احتیاجات کنونی انرژی دامی‌توان با ساختن تأسیسات هیدروالکتریك تأمین کرد.

برای به‌کارگیری نیروی جزرومد نیز اقداماتـی به عمل آمده است. نیروگاهی ازاین نوع درفرانسه درحال کاراست، ولی مخارج اولیه چنین تأسیساتی بجز درمناطق خاص به اندازه‌ای زیاد است که مانع گسترش آن می‌شود. انرژی کل موجود در جزرو مد $0/03Q$ درسال است که چندان قابل ملاحظه نیست[4] درواقع فقط بخشی کوچك از احتیاجـات کنونی انرژی توسط منابع انرژی جاری، تأمین می‌شود وبقیهٔ $0/2Q$ انرژی مورد نیاز با استفاده از منابع سوخت سرمایه‌ای، تأمین می‌شود. همین منابع باید پاسخگوی تقاضای فزاینده انرژی مورد نیاز درآینده باشند.

برآورددقیق منابع سوخت فسیلی (ذغال سنگ، نفت وگـاز طبیعی) امکان پذیر نیست. آنچه مورد توجه است منابـع قـابل بهره برداری اقتصادی است. اقتصادی بودن بهره برداری به گسترش سایر منابع ازجمله نیروی هسته‌ای بستگی دارد. تذکر این مطلب ضروری است که مناطق وسیعی از سطح زمین، خصوصاً مناطق زیر دریا، با دقـت بررسی نشده اند. تاکنون تقاضای فزایندهٔ سوخت همواره با اکتشافات منابع جدید سوختهای فسیلی همراه بوده‌است، ولی این مطلب نیزحقیقت دارد که سوخت مـورد نیاز در مقیاس بی‌سابقه‌ای گسترش می‌یابد. فرض اینکه سوختهای فسیلی احتیاجات ما را همواره تأمین خواهند کرد، خوشبینی بی موردی است. باقبول نایقینی موجود دراین مطلـب، ذخیره سوختهای فسیلی در حدود $200Q$ است، که در حدود ۵۰ تا $100Q$ آن ممکن است بطور اقتصادی قابل بهره‌برداری باشند. بر آورد مصرف سوخت و منابع انرژی متداول درجدول ۱ داده‌شده‌است.

انرژی زمین گرمایی در مقیاس وسیع بررسی نشده‌است زیرا استفاده ازآن فقط درشرایط خاصی امکان پذیراست.

با درنظرگرفتن منابع سوخت متداول و احتیاجات انرژی انتظارمی‌رود که این منابع درحدود سال ۲۰۵۰/۱۴۲۹ تهی‌شوند[3] به هرحال باید توجه کرد که اگر سطح زندگی تمام افراد بشر به سطح زندگی مردم ایالات متحده که درآن مصرف سوخت هفت برابر متوسط جهانی است، افزایش یابد[5] یا حتی به سطح زندگـی در اروپای غربی برسد، منابع سوخت متداول در عرض بیست سال تهی خواهدشد.

تدارك منابع اضافی سوخت برای پاسخگویـی به افزایش جمعیت وبهبود سطح زندگی افراد بشر همراه با تهیهٔ منابع غذایی کافی یکی ازمهمترین مسائل قرن آینده است. در حال حاضر استفاده انرژی هسته‌ای حاصل ازشکافت یا همجوشی امیدبخش‌ترین راه حل به‌نظرمی‌رسد.

اتم و هستهٔ آن

طبق فرضیهٔ رادرفورد اتم از یك هستهٔ متشکل از پروتون و نوترون والکترونها که هسته را احاطه می‌کنند تشکیـل شده‌است. نوترون بدون بار، پروتون دارای بار مثبت والکترون دارای بار منفی است از آنجاکه تعداد الکترونها وپروتونها برابراست، اتم ازنظر الکتریکی خنثی است.

بین الکترونها وهسته نیروی ربایشی الکتروستاتیکی یا کولنی وجوددارد که متناسب است با حاصلضرب بـار الکترونها در هسته،

تقسیم برمجذور فاصله بین آنها. این نیرومشابه با نیروی گرانشی است. نیروی گرانشی بین دوجسم متناسب است با حاصلضرب جرم دوجسم، تقسیم برمجذور فاصله بین آنها. بنابراین تعجب‌آور نیست که مسیر الکترونها در اطراف هسته، مشابه مدار سیارات در اطراف خورشید باشد، زیرا نیروی حاکم بر هر دو حرکت از قوانین مشابهی پیروی می‌کنند.

شعاع مدار الکترون خارجی اتم درحدود 10^{-10} متر است و این مقدار را می‌توان برابر شعاع اتم درنظر گرفت. در سیستمهایی با چنین ابعاد، طبق فرضیهٔ بوهر، الکترونها فقط می‌توانند انرژیهای خاصی را اختیارکنند و توزیع پیوستهٔ انرژی الکترونها مجاز نیست.

جرم الکترون درحدود 10^{-30} کیلوگرم است و پروتونها نوترونها بترتیب ۱۸۳۶ و ۱۸۳۸ مرتبه سنگین‌تر از الکترون‌اند. شعاع هسته بسیارکوچکتر از مدارالکترون است و از 10^{-15} متر برای هسته‌های سبک تا 10^{-14} متر برای سنگین‌ترین هسته‌ها تغییر می‌کند. بنابراین ملاحظه می‌شودکه تقریباً تمام جرم اتم در هستهٔ آن متمرکز شده است که فقط $1/10^{12}$ حجم کل اتم را تشکیل می‌دهد. بنابراین چگالی هسته یک بیلون برابر چگالی اتم و در نتیجه جامدات و مایعات معمولی است.

از آنجاکه هسته از پروتونهای دارای بارمثبت ونوترونها تشکیل شده است ونیروی الکتروستاتیکی بین ذرات باربار مشابه دافعی است، بنابر این این نیرو باید سبب فروپاشی هسته شود. در واقع، وجود هسته به سبب وجود نیروی هسته‌ای است که بسیار قویتر از نیروی الکتروستاتیکی دربایشی است. خصوصیات این نیرو کاملاً شناخته نشده است ومشابه آن در سایر شاخه‌های فیزیک وجود ندارد، ولی می‌دانیم که برد آن بسیارکوتاه 10^{-15} متروردر حدود ابعاد هسته است و در این گستره شدت آن بسیار زیاد است، تقریباً یک‌میلیون بار قویتر از نیروی کولنی است که الکترونهای خارجی را به هسته متصل می‌کند. این مطلب وقتی انرژی آزادشده در اثر واکنشهای شیمیایی و هسته‌ای را مقایسه می‌کنیم، اهمیت فراوان می‌یابد.

ذکر این نکته لازم است که تمام واکنشها اعم از شیمیایی یا هسته‌ای از رابطهٔ جرم ـ انرژی انیشتین $E=m_0C^2$ پیروی می‌کنند، که در آن E انرژی آزاد یا جذب شده در اثر واکنش، m_0 تغییر جرم و C سرعت نوراست. اگر مثال سادهٔ واکنش شیمیایی سوختن را به صورت ترکیب کربن و اکسیژن و تشکیل دی اکسید کربن در نظربگیریم ($C+O_2 \longrightarrow CO_2$). تمرین دقیق نشان می‌دهدکه دی اکسیدکربن تشکیل شده، اندکی ازمجموع جرمهای کربن واکسیژن سبکتر است جرم گم شده طبق رابطهٔ انیشتین به صورت انرژی (انرژی حرارتی یاگرما) ظاهر می‌شود. بهر حال، دراین واکنش، مشابه‌کلیهٔ واکنشهای شیمیایی، کسر جرم تبدیل شده به‌گرما بسیارکوچک ودرحدود یک قسمت دریک هزار میلیون است ($1/10^9$)، زیرا در واکنشهای شیمیایی فقط ترتیب الکترونهای خارجی اتم تغییر می‌کند و درنتیجه نیروهای مؤثر در این مورد نیروهای کولنی است.

از آنجاکه تفاوت جرم دو طرف واکنش در واکنشهای شیمیایی بسیارکوچک است، پژوهشگران اولیه متوجه این تغییر جرم نشدند. با درنظرگرفتن این مطلب تبدیل جرم به انرژی با استفاده ازواکنشهای شیمیایی یا سوختن بسیار اسراف‌آمیز به نظر می‌رسد.

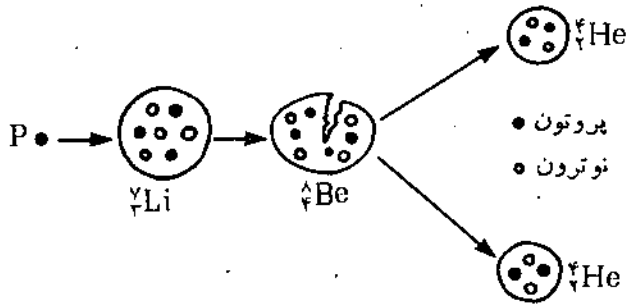
طی سالهای اخیر همه ساله تقریباً ده‌هزارمیلیون تن سوختهای فسیلی (ذغال سنگ، نفت وگاز طبیعی)، با بازدهی یک درهزارمیلیون، برای تولیدگرما تبدیل به خاکستر ودودهای سمی شده است. جنبهٔ نگران‌کنندهٔ این مطلب با درنظرگرفتن اینکه این سوختها را در بسیاری موارد می‌توان به‌عنوان موادخام با ارزش به‌کاربرد، بیشتر آشکار می‌شود.

واکنشهای هسته‌ای متضمن تغییراتی درپیکربندی نوترونها وپروتونهای تشکیل دهندهٔ هسته است. بشر فقط در سالهای اخیر به ایجاد این نوع واکنشها دست یافته است. به دنبال کارهای اولیهٔ رادرفورد با مواد پرتوزای طبیعی، اولین واکنش هسته‌ای «ساخت بشر» توسط کوکرفت ووالتون در سال ۱۹۳۲/۱۳۱۱ انجام گرفت. نامبردگان با استفاده از پروتونهای یک شتابدهنده، واکنش زیر را انجام دادند.

$$^{7}_{3}Li + {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{8}_{4}Be \longrightarrow 2\,{}^{4}_{2}He$$

نمودار این واکنش در شکل ۳ نشان داده شده است. در اینجا ازعلامتهای شیمیایی عناصر استفاده شده است که عدد جرمی (تعداد پروتونها به اضافه نوترونها) به صورت شاخص بالا و عدد اتمی (تعداد پروتونها یا الکترونها) به‌صورت شاخص پایین مشخص شده است.

جرم تبدیل شده به انرژی در این واکنش در حدود ۲٪ جرم پروتون یا نوترون یا تقریباً ۲/۵ هزارم جرم کل ذرات درگیر در واکنش است.



شکل۳ ـ اولین شکافتگی اتم (هسته $^{7}_{3}Li$)

بازدهی تبدیل جرم به انرژی در واکنشهای هسته‌ای عموماً درحدود یک هزارم است. این عدد ممکن است چندان بزرگ به‌نظر نرسد، ولی باید توجه داشت که مقدار آن یک‌میلیون برابر واکنشهای شیمیایی است. این اختلاف از آنجا ناشی می‌شودکه نیروهای مؤثر درواکنشهای هسته‌ای یک میلیون بار ازنیروهای مؤثر در واکنشهای شیمیایی قویترند.

شکافت هسته‌ای

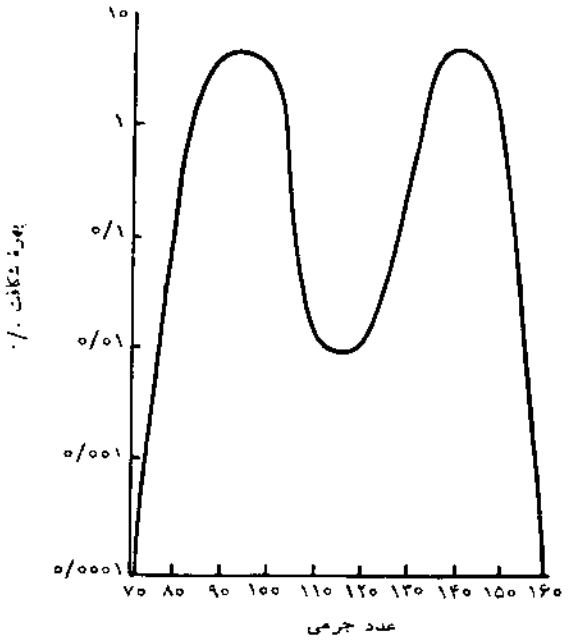
پدیدهٔ شکافت مانندبسیاری از وقایعی‌که سبب‌پیشرفتدانش شده‌اند، بطور اتفاقی دریك برنامهٔ پژوهشی مشاهده شدکه هدف کاملاً متفاوتی داشت.

سنگین‌ترین هسته‌ای‌که بطورطبیعی وجوددارد، اورانیوم است دو ایزوتوپ $^{235}_{92}U$ و$^{238}_{92}U$. ازآنجاکه هر هسته دارای ۹۲ پروتون است، بنابراین توسط ۹۲ الکترون احاطه شده است، در نتیجه دوایزوتوپ از نظر شیمیایی مشابه‌اند. مورد فوق در حقیقت بیان‌کننده اصطلاح ایزوتوپ است. دوایزوتوپ بترتیب دارای ۱۴۳ و۱۴۶ نوترون‌اند وچون پیکر بندی هسته‌ای مختلف است، بنابراین خواص هسته‌ای دو ایزوتوپ متفاوت می‌باشد.

در سال ۱۹۳۸/۱۳۱۷ هان واشتراسمن کوشش می‌کردند که با بمباران اورانیوم به وسیلهٔ نوترون هسته‌های سنگین‌تر از هسته‌های موجود درطبیعت را تولیدکنند.

نامبردگان انتظار داشتندکه در اثر جذب نوترون توسط اورانیوم هستهٔ نا پایداری بوجود آید که با گسیل الکترون (پدیده‌ای‌که به نام واپاشی بتا معروف است) هسته‌ای با بیش از ۹۲ پروتون والکترون ودرنتیجه خواص شیمیایی‌متفاوت‌بااورانیوم تولید شود.

هان واشتراسمن تغییراتی را در خواص شیمیایی نمونه بمباران شده مشاهده‌کردند، ولی خصوصیات عنصر حاصل مشابه عناصر سنگین نبوده و بیشتر به‌عناصر با وزن متوسط شباهت داشت. بزودی روشن شدکه در اثر بمباران نمونهٔ اورانیوم توسط‌نوترون، ایزوتوپ نا پایداری از اورانیوم به‌وجود می‌آیدکه در عوض واپاشی‌بتا، باگسیل چند نوترون به‌دوقسمت تقسیم‌می‌شود. واکنش



شکل ۴ ــ تغییرات بهرهٔ شکافت برحسب عدد جرمی

را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$^{235}_{92}U + n \longrightarrow ^{236}_{92}U \longrightarrow \begin{cases} \text{هستهٔ محصول شکافت} \\ \text{دو یا سه نوترون} \\ \text{هستهٔ محصول شکافت} \end{cases}$$

ایزوتوپ نا پایدار $^{236}_{92}U$ به طرق مختلف‌شکسته می‌شود وهسته‌هایی از زرمینیوم تاگادولینیوم را تولید می‌کند، ولی احتمال شکافته شدن به طور غیر متقارن بیشتر است و احتمال تولید یك هسته با ۱۴۰ هستک ودیگری با ۹۰ هستک ماکزیمم است (شکل۴).

درجنبهٔ فرایند فوق جالب توجه است. اولاً واکنش فوق گرما زا وجرم تبدیل شده به انرژی یك در هزار است. ثانیاً ۲ تا۳ و یا بطور متوسط ۲/۵ نوترون در هر شکافت‌آزاد می‌شود. واکنش فوق درصورتی خود نگهدار است‌که یکی از نوترونهای گسیل شده جذب $^{235}_{92}U$ شده وشکافت جدیدی را به وجود آورد. چنین واکنشی را واکنش زنجیری، می‌نامیم.

تاریخ آزمایش اولیه، ۱۹۳۸/۱۳۱۷، حائز اهمیت است ولی محل آن یعنی برلن، حتی‌اهمیت بیشتری دارد. بسیار تعجب‌آوراست‌که اهمیت نظامی این آزمایش‌که ماده منفجره‌ای که یك میلیون بار مؤثرتر از مواد موجود تولید می‌کرد در آلمان درك نشد. متفقین از این اکتشاف برای مقاصد نظامی بهره برداری کردند وتیم عامل شامل عدهٔ زیادی دانشمند آلمانی‌بودکه بدلایل سیاسی یا نژادی آلمان هیتلری را ترك‌کرده بودند.

شاید جذب یك نوترون از ۲/۵ نوترون تولید شده دراثر شکافت در آنچه نسل بعدی فرایندنامیده می‌شود و تولید شکافت آسان به نظر آید. ولی درعمل این امر به‌آسانی امکان‌پذیر نیست. دلیل‌آن این است‌که هسته‌ای‌که شکافته می‌شود (هستهٔ شکافا) $^{235}_{92}U$ است‌که فقط با فراوانی ۰/۷ ٪ در اورانیوم طبیعی وجود دارد. ۹۹/۳ ٪ اورانیوم از ایزوتوپ $^{238}_{92}U$ تشکیل شده است. این ایزوتوپ در اثر جذب نوترون طوری رفتار می‌کند که هان و اشتراسمن انتظار داشتند، یعنی با جذب نوترون در $^{238}_{92}U$ ایزوتوپ سنگین $^{239}_{92}U$ تشکیل می‌شودکه ناپایدار است وباگسیل الکترون ابتدا به نپتونیوم و سپس به پلوتونیوم تبدیل می‌شود. هیچیك از دوعنصر فوق در طبیعت وجود ندارند و این عناصر اولین عناصر فوق اورانیوم‌اندکه به طور مصنوعی تولید شده‌اند.

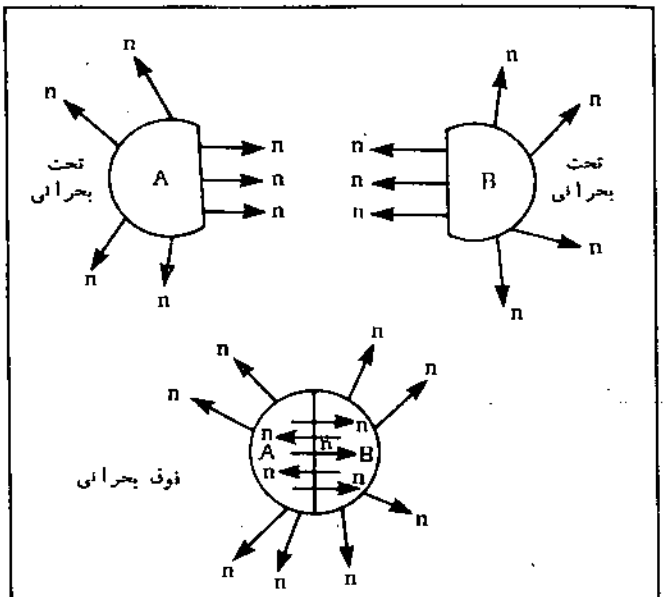
$$^{238}_{92}U + n \longrightarrow ^{239}_{92}U \xrightarrow{\beta} ^{239}_{93}N_p \xrightarrow{\beta} ^{239}_{94}Pu$$

واکنش فوق‌که واکنش زاینده، نامیده می‌شود برای آیندهٔ برنامه رآکتورهای هسته‌ای حائز اهمیت فراوان است.

ایجاد یك واکنش زنجیری خود نگهدار با استفاده از از اورانیوم طبیعی امکان‌پذیر نیست، زیرا بیشترنوترونهای تولید شده جذب $^{238}_{92}U$ با فراوانی بیشتر می‌شدند. بنابراین تعداد نوترون کافی برای جذب در $^{235}_{92}U$ موجود نخواهد بود. برای امکان ایجاد واکنش زنجیری بایدمقدار $^{235}_{92}U$ در نمونه افزایش

یابد. این عمل که اصطلاحاً «غنی سازی» نامیده می‌شود به طریق شیمیایی امکان پذیر نیست، زیرا ایزوتوپها دارای خواص شیمیایی یکسانند. بطور کلی روشهای غنی‌سازی همه‌پرددسروپرهزینه‌اند، درنتیجه استفاده ازواکنش زاینده‌که در آن $^{239}_{94}Pu$ تولیدمی‌شود که قابل جدا سازی از اورانیوم به طریق شیمیایی است، بسیار جالب توجه می‌باشد.

حتی یك مجمع اورانیوم بسیار غنی شده یا $^{239}_{94}Pu$ الزاماً دارای قابلیت نگهداری یك واکنش زنجیری نیست، زیراکسر قابل ملاحظه‌ای ازنوترونهای تولید شده از سطح مجمع فرار می‌کنند. به‌منظور حداقل کردن نوترونهایی‌که از سطح فرار می‌کنند، مجمع باید دارای اندازه مینیموسی باشدکه اندازه بحرانی، خوانده می‌شود. این مطلب درشکل ۵ نشان داده



شکل ۵ ــ اساس بمب هسته‌ای

شده است. نیم‌کره‌های A و B که‌ازاورانیوم بسیار غنی شده‌اند درحالت « زیر بحرانی»اند، زیرا بخشی ازنوترونهاکه از سطح فرار می‌کنند، بسیار زیاد است. حال اگر دونیم‌کره به یکدیگر متصل شوند، فرار نوترونها ازقسمت مسطح نیم‌کره دیگر صورت نمی‌گیرد وپیکربندی‌کروی قادر به‌نگهداری واکنش زنجیری یعنی دارای حجم بحرانی خواهد بود.

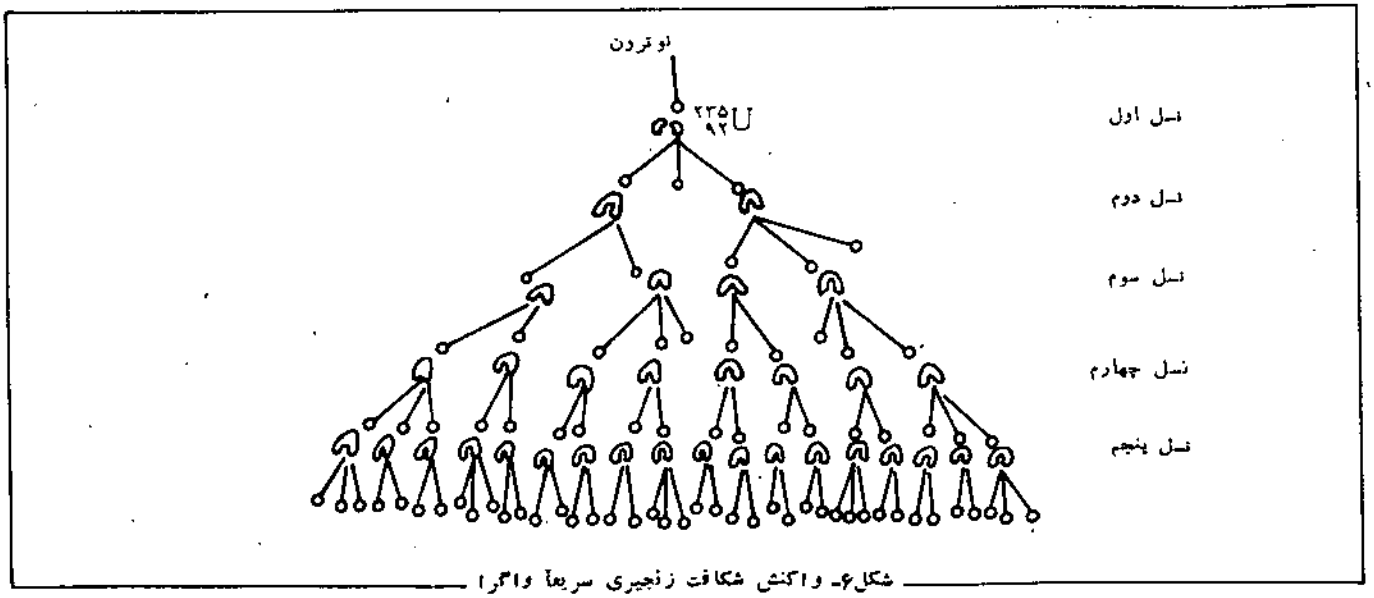
اتصال سریع دومجمع تحت بحرانی اورانیوم بسیار غنی شده مبنای اولین‌سلاح هسته‌ای بود. اساس یك واکنش زنجیری شکافت بسیار سریع در یك سیستم غنی‌شده با حجم بحرانی در شکل ۶ نشان داده شده است. زمان بین دونسل متوالی فرایند شکافت به‌طور قابل ملاحظه‌ای‌کمتر از یك میلیونیم ثانیه است.

رآکتورهای هسته‌ای

فراوانی‌کم ایزوتوپ شکافای $^{235}_{92}U$ نگهداری یك واکنش زنجیریی درقطعه‌ای از اورانیوم طبیعی را غیر ممکن می‌سازد. نوترونهای آزاد شده از فرایند شکافت دارای انرژی جنبشی و سرعت قابل ملاحظه‌اند. احتمال جذب یا «سطح مقطع جذب»این نوترونهای سریع در $^{235}_{92}U$ و$^{238}_{92}U$ قابل مقایسه است. از آنجا که فراوانی $^{238}_{92}U$ تقریباً ۱۴۰ برابر $^{235}_{92}U$ است، بیشتر نوترونهای‌شکافت‌جذب$^{238}_{92}U$ می‌شوند. درنتیجه، تعداد نوترونهای جذب شده‌در $^{235}_{92}U$ برای ادامه واکنش زنجیری کافی نخواهدبود.

وضعیت برای نوترونهای بسیارکم انرژی متفاوت است، احتمال جذب این نوترونها در $^{235}_{92}U$ وایجاد شکافت ۲۰۰ بار شدیدتر از جذب در $^{238}_{92}U$ است واین مطلب فراوانی‌کم $^{235}_{92}U$ را جبران می‌کند. بنابراین، ادامه زنجیری از واکنشهای شکافت در صورتی امکان پذیر است‌که انرژی نوترونها کاهش یابد.

کاهش‌انرژی نوترونهاکه اصطلاحاً«کند شدن» نامیده‌می‌شود در اثر برخورد آنها باهسته عناصر سبك صورت‌می‌گیرد. دراین‌عمل



شکل۶ـ واکنش شکافت زنجیری سریعاً واگرا

نوترونها مانند توپ بیلیارد متحرک که به توپی ساکن برخورد می‌کند، انرژی خود را به هسته‌های کندکننده منتقل می‌کنند. به آسانی می‌توان نشان داد که در یک برخورد «سر به سر» نسبت انرژی نوترون قبل و بعد از برخورد از رابطهٔ زیر به دست می‌آید.

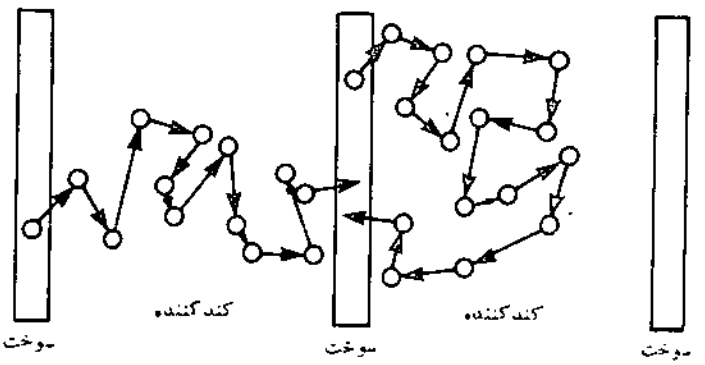
$$\frac{\text{انرژی نوترون بعد از برخورد}}{\text{انرژی نوترون قبل از برخورد}} = \frac{(M_m - M_n)^2}{(M_m + M_n)^2}$$

که در آن M_m و M_n به ترتیب جرم هسته کندکننده و نوترون است. اگر هسته کندکننده، هسته اتم هیدرژن باشد (یعنی یک پروتون) جرم آن عملاً برابر جرم نوترون بوده و نوترون می‌تواند در یک برخورد رو در رو انرژی خود را کاملاً از دست بدهد. اگر هسته پراکنده ساز شامل دوازده هسته باشد، $M_m = 12M_n$، نوترون فقط می‌تواند ٪ ۲۰ انرژی خود را در یک برخورد رودررو از دست بدهد. البته تمام برخوردها دو دررو نیست و تعداد انرژی منتقل شده در هر برخورد به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از برخورد رودررو است.

به‌علاوه لازم است که نوترونها در فضایی که حتی‌الامکان کوچک است، کند شوند. در نتیجه، علاوه بر انتقال انرژی ماکزیمم، کند کننده باید به‌صورت متراکم در دسترس باشد، در نتیجه حسالت جامد و یا مایع به حالت گازی ترجیح داده می‌شود.

از عناصر سبک، هیدرژن به صورت آب، H_2O، از نظر اول ایده‌آل به نظر می‌رسد. آب به مقدار فراوان در دسترس و قیمت آن ارزان است. متأسفانه هیدرژن نوترونها را به‌مقدار زیاد جذب می‌کند، واگر از اورانیوم طبیعی به‌عنوان سوخت استفاده شود، نوترون کافی برای ادامهٔ واکنش زنجیری در دسترس نخواهد بود.

ایزوتوپ سنگین هیدرژن، دوتریوم، نوترونها را به طور قابل ملاحظه جذب نمی‌کند و می‌توان از آن به‌صورت آب سنگین، D_2O، استفاده کرد. اگرچه قیمت این کندکننده گران است ولی یکی ازموادی است که می‌توان با اورانیوم طبیعی مورد استفاده قرارداد. از دیگر عناصر سبک تنها کندکننده‌ای که برای استفاده در رآکتورها مناسب است، کربن به‌صورت گرافیت است.



شکل ۹ ـ کند شدن نوترون در یک راکتور ناهمگن

استفاده از اورانیوم طبیعی دو محدودیت اساسی در طرح رآکتور ایجاد می‌کند. اولاً رآکتور باید ناهمگن باشد، یعنی چنانکه درشکل ۷ نشان داده شده است سوخت وکندکننده باید از یکدیگر جدا باشند، تا نوترونها حین کند شدن به‌مقدار زیاد در $^{238}_{92}U$ جذب نشوند، ثانیاً برای حد اقل رساندن تعداد نوترونهایی که از زنجیر شکافت خارج می‌شوند، کندکننده باید آب سنگین یا گرافیت باشد.

همانطورکه قبلاً بحث شد، برای تقلیل آن بخش از نوترونهاکه از سطح مجمع فرار می‌کنند باید نسبت سطح مجمع به حجم آن مینیموم باشد. اگر مجمع را به صورت مکعب در نظر بگیریم که یال آن x است.

$$\frac{\text{تعداد نوترونهایی که ازسطح فرارمی‌کنند}}{\text{تعداد نوترونهای تولید شده}} = \frac{6x^2}{x^3} = \frac{6}{x}$$

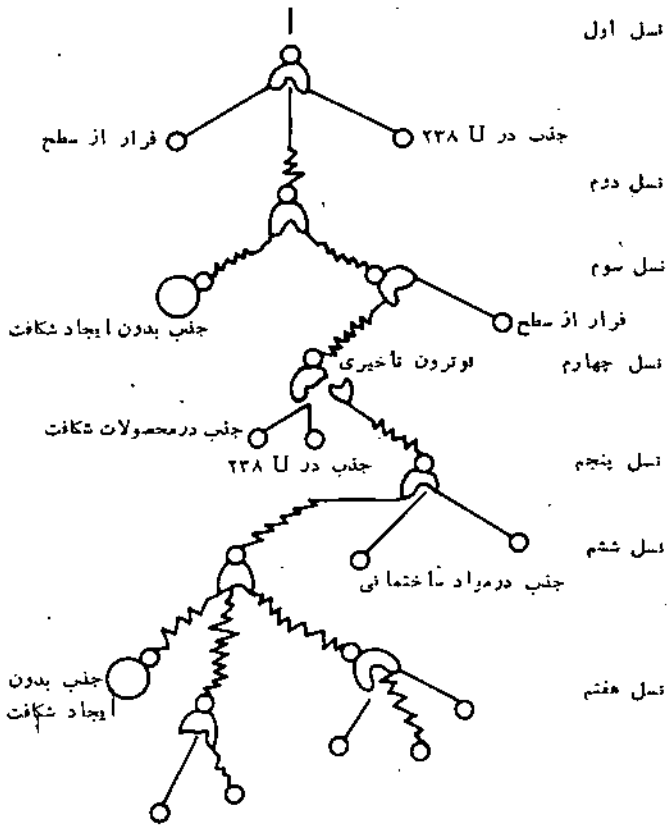
بنابراین با افزایش x نسبت فوق کاهش می‌یابد.

از آنجاکه یک مجمع اورانیوم طبیعی تعدادنوترونهایی که از دست می‌رود از یک مجمع اورانیوم غنی شده بسیارکمتر است، برای اطمینان از انجام واکنش زنجیری اندازه لازم (اندازه بحرانی) بسیار بزرگتر خواهد بود؛ حجم بحرانی یک راکتور اورانیوم معمولی $۲۰۰۰m^3$ وحجم یک رآکتور اورانیوم بسیار غنی شده $5m^3$ است.

در این نوع رآکتورها مواد ساختمانی باید بدقت انتخاب شوند واز عناصری که نوترون را بشدت جذب می‌کنند، اجتناب شود. این مطلب با درنظرگرفتن اینکه بعضی ازهسته‌های تولید شده در فرایند شکافت، یعنی «هسته‌های محصول شکافت» مانند گزنون و ساماریوم دارای سطح مقطع جذب بزرگ‌اند پیچیده می‌شود. تمام عوامل فوق باید در طرح رآکتور درنظر گرفته شود.

چشمه‌های نوترون در یک رآکتور اورانیوم طبیعی در حالت اندکی فوق بحرانی درشکل ۸ نشان داده شده است. زمان بین دو نسل متوالی درحدود یک هزارم ثانیه است که برابر زمان لازم برای کند شدن نوترونهاست. تعدادفرایندهای شکافت درهر نسل به‌تعداد آن درنسل قبل، ضریب تکثیر سیستم نام دارد وآن را با R نشان می‌دهند. بدیهی است که اگر R بزرگتر از واحد باشد تعداد شکافت افزایش می‌یابد واگر R کوچکتر از آن باشدتعداد فرایندها کاهش می‌یابد. درحالت نخست سیستم «فوق بحرانی» ودر حالت دوم «زیر بحرانی» است. اگر تعداد شکافت از نسلی به نسل دیگر تغییر نکند، سیستم درحالت بحرانی است ورآکتور باقدرت ثابت کار می‌کند. واکنش زنجیری در شکل ۸ به‌این‌حالت بسیار نزدیک است.

متأسفانه چون انرژی هسته‌ای برای اولین بار در جنگ برای مقاصد نظامی مورد استفاده قرارگرفت، تصویر فاجعه‌آمیزی در ذهن افراد اجتماع به جاگذاشته است. ولی باید توجه داشت که نیروگاههای هسته‌ای بسیاری برای استفاده صلحجویانه ازانرژی



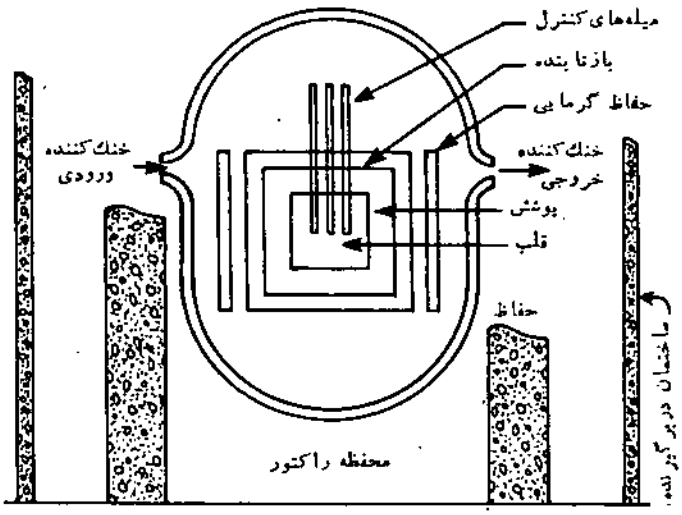
شکل ۸ ـ واکنش زنجیری در مجمع اورانیوم طبیعی در حالت اندکی فوق بحرانی

هسته‌ای ومرفاه افراد اجتماع ایجاد شده‌اند.

در نیـــروگاه هسته‌ای، رآکتور به عنوان منبع گرما عمل می‌کند وجایگزین کوره در نیروگاههای متداول گردیـــده است. گرمای تولید شده در اثر شکافت توسط خنک‌کننده‌ای از رآکتور به سیستم مولد بخار منتقل می‌شود. خنک‌کننده در بعضی از رآکتورها ازجنس کندکننده‌است ودر برخی دیگر برای کندکردن وخنک‌کردن از دوماده مختلف استفاده‌می‌کنند. خنک‌کننده‌های متداول عبارتند از آب معمولی، گاز کربنیك، هلیوم وسدیم مایع.

برای اینکه بهره برداری از رآکتور ایمن باشد بـــایـــد بتوان تعداد نوترونهایی راکه درسوخت جذب می‌شوند، مهار کرد. عمل کنترل توسط مواد صورت می‌گیرد که سطح مقطع جذب نوترون آنها زیاد است. این مواد به صورت میلهٔ کنترل ساخته می‌شوند که حرکت آنها در داخل قلب رآکتور سبب تغییر ضریب تکثیر، یعنی R، می‌شود. میله‌هـای کنترل معمولاً از آلیاژ نقره، کادمیوم، اندیوم یافولاد حاوی بورساخته می‌شوند. دربعضی موارد نیزمحلول اسیدبوریك درخنك‌کننده به‌عنوان کنترل‌کننده شیمیایی مورداستفاده قرار می‌گیرد.

اجزای مختلف یك رآکتور هسته‌ای درشکل ۹ نشان داده شده است. چنانکه ملاحظه می‌شود قسمتهـای مختلف در داخـــل محفظه‌ای قرار دارندکه محفظه رآکتورنامیده می‌شود. برای اینکه بتوان حرارت محفظه رآکتور راکه در نتیجه جذب پـرتوهای گاما ایجاد می‌شود، کاهش داد دربعضی رآکتورها یك لایه ضخیم از جنس آهن وفولاد به‌نام حفاظ گرمـــایی بین رآکتور ودیـــوارهٔ داخلی محفظه قرار می‌دهند. حرارت ایجاد شده در این حفـــاظ توسط خنك‌کننده گرفته می‌شود.



شکل۹ ـ اجزای اصلی یك رآکتور هسته‌ای (مرجع ۶)

از آنجاکه رآکتورهای هسته‌ای منبع قوی تابش‌اند، لذا برای محافظت افرادی‌که با این دستگاهها سروکار دارند بـــایـــد اقداماتی صورت‌گیرد.

برای این منظور محفظه رآکتور وتمام قسمتهای پرتـــوزا به وسیله حفاظی احاطه می‌شوند. ایـــن حفاظ مانع پرتوگیریهـــای غیر ضروری وخطرناك می‌شود. حفاظ رآکتورها معمولاً از جنس کانکریت است‌که می‌تواند نوترون وپرتوهای گاما رامتوقف کند.□

منیژه رهبر
استادیارگروه فیزیك دانشگاه تهران

مراجع

1_ HUNT , S.E . (1976) , Fission , Fusion and The Energy Crisis. Pergamon Press.
2_ ALLIBONE, T.E. (1961), The Release and Use of Atomic Energy. Chapman & Hall.
3_ NICHOLSON , R.L.R (1973) , Energy Policy , Vol. 1. No 1, U.S.National Science Foundation NASA Report of Solar Energy Panel.
4_ STEWARD, J.C. (1954), Energy of The Future, P.C. Putnam.
5_ DOUB , WILLIAM , O. (1972) , United States Atomic Energy Commission New Release 3.19.7, May 1972.
۶ـ لامارش، جان. آر (۱۳۶۱) مقدمه‌ای برمهندسی هسته‌ای، ترجمه دکترعلی پذیرنده، انتشارات دانشگاه تهران.

«قانون بقای اندازه‌حرکت زاویه‌ای» *
و آشفتگی کتابهای کمک درسی

آشفتگی و بیدقتی کتابهای کمک درسی که به طورو سیع مورد استفاده دانش آموزان است یکی از مشکلات آموزش متوسطه ماست. برای هر کتاب درسی انواع مختلف کتاب کمک‌درسی به‌چشم می‌خورد. تاکنون بیش از پانزده کتاب با مؤلفان و ناشران مختلف فقط به عنوان کتاب کمک درسی مکانیک سال چهارم متوسطه انتشار یافته است. همه این کتابها به موضوع واحدی، پاسخ به پرسشها و حل مسائل کتاب درسی مکانیک، پرداخته اند. تعداد قابل توجه‌ای از پاسخها نادرست و بعضی متناقض ومبهم و گمراه کننده است. درمقالات متعدد ایـن نادرستیها را روشن می‌کنیم و پاسخ درست را ارائه خواهیم داد.

در فصل نه صفحه ۱۹۱ پرسش شماره ۸ مکانیک سال چهارم... می‌خوانیم که:

« درنظر بگیرید وسط صفحه گرد افقی کوچکی ایستاده‌اید و این صفحه به دور محور قائمی که از مرکز آن می‌گذرد به آرامی می‌چرخد درکدام یك از دوحالت زیر سرعت زاویه‌ای دوران شما بیشتر خواهد بود.

۱ــ وقتی که بازوهای خود را به طرفین دراز کنید.

۲ــ وقتی که بازوها را به‌بدن‌خود بچسبانید.»

بسیاری ازکتابهای کمك درسی پاسخی به‌صورت زیر داده‌اند:

« با توجه به ثابت بودن **مقدار انرژی جنبشی** شخص وصفحه گردان وقتی که بازوها به بدن چسبانده‌شود گشتاور ماند بدن کمتر و در نتیجه سرعت زاویه‌ای بیشتر خواهدشد.»[۱] و بعض دیگر به این پرسش جوابی نداده‌اند.[۲]

این سؤال شرح آزمایش ساده ومشهور و جالبی است که برای تبیین یکی از مهمترین و اساسیترین قوانین مکانیك، یعنی قانون بقای اندازه حرکت زاویه‌ای، درکتب منابع کتاب درسی ذکر شده است.

جواب درست ومختصر این سؤال این است:

چون گشتاور ماند جسم نسبت به یك محور بستگی به‌مجذور فاصله اجزای آن ازمحور دارد ($I = \Sigma mr^2$) وقتی بازوها را به‌بدن خود بچسبانید گشتاور ماندستگاه نسبت به محور دوران کمتر می‌شود ومطابق قانون بقای اندازه حرکت زاویه‌ای تندی زاویه‌ای** دوران

---

* اندازه‌حرکت زاویه‌ای معادل Angular momentum اختیار شده است ولی درکتب فارسی معادلی از قبیل همان زاویه‌ای ــ گشتاور مقدار حرکت ــ مقدار حرکت زاویه‌ای ــ گشتاورزاویه‌ای ــ همان مینیتیك ــ چندی حرکت زاویه‌ای ــ ممنتوم زاویه‌ای نیز بکاررفته‌است.
(صفحه ۱۸ واژگان فیزیك مرکز نشر دانشگاهی چاپ ۱۳۶۱)

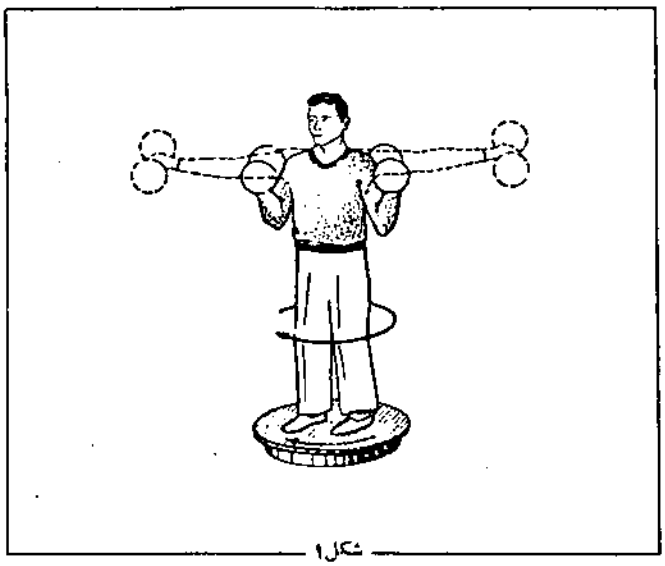
** تندی زاویه‌ای به‌روال کتاب فیزیك متوسطه معادل Angular velocity اختیار شده است و کمیتی است برداری.

بیشتر خواهد بود.

اجمالاً می‌دانیم که:

اندازهٔ حرکت زاویه‌ای یک جسم (یا یک دستگاه) نسبت به یک محور عبارت است از حاصلضرب گشتاور ماند آن جسم (یا دستگاه) نسبت به این محور در تندی زاویه‌ای آن نسبت به این محور

$\vec{L} = I\vec{\omega}$ و مطابق قانون بقای اندازه حرکت زاویه‌ای وقتی جسمی (یا دستگاهی) حول محوری می‌چرخد هرگاه گشتاور نیروهای خارجی وارد بر آن جسم (یا دستگاه) نسبت به این محور صفر باشد اندازه حرکت زاویه‌ای آن جسم (یا دستگاه) نسبت به این محور مقداری است ثابت.



شکل ۱

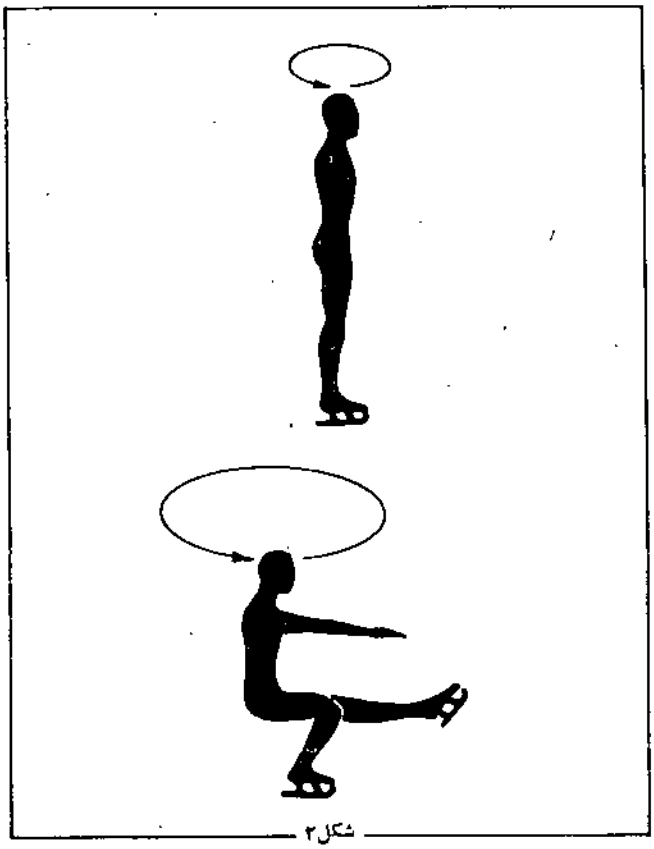
مطابق شکل ۱ شخصی که در هر دست یک دمبل دارد روی صفحه گردانی قرار گرفته است. وقتی بازوهای شخص بازو به طرفین دراز است گشتاور ماند دستگاه (شخص و صفحه گردان) نسبت به محور دوران را I و تندی زاویه‌ای دوران را $\vec{\omega}$ فرض می‌کنیم و وقتی بازوها را به بدن می‌چسباند گشتاور ماند دستگاه I' و تندی زاویه‌ای دوران $\vec{\omega'}$ است اگر از اصطکاکها صرف نظر شود گشتاور نیروهای خارجی نسبت به محور دوران، یعنی گشتاور وزن کل دستگاه و عکس‌العمل قائم تکیه‌گاه آن نسبت به محور دوران صفر است بنابر این $I'\vec{\omega'} = I\vec{\omega}$ و $\vec{\omega'} = \frac{I}{I'}\vec{\omega}$. چون $I' < I$ است.

پس $\vec{\omega'} > \vec{\omega}$ خواهد بود و شن است که $\frac{1}{2}I'\omega'^2 > \frac{1}{2}I\omega^2$

یعنی ثابت بودن مقدار انرژی جنبشی شخص و صفحه گردان که محمل جواب بسیاری از کتابهای کمک درسی است نادرست می‌باشد.[۳]

برای آشنائی بیشتر با قانون بقای اندازه حرکت زاویه‌ای مثالهای زیر را بررسی می‌کنیم:

۱- چرخش بازیگر روی یخ:

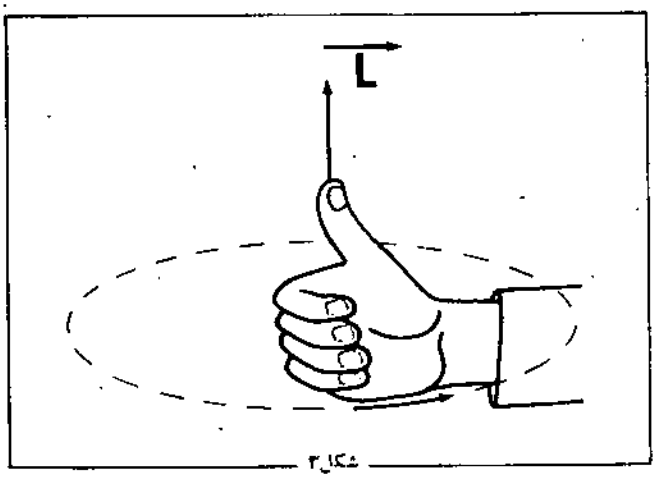


شکل ۲

مطابق شکل ۲ بازیگر روی یخ با باز کردن بازوها و یک پای خود به دوران درمی‌آید. در این حالت I زیاد و $\vec{\omega}$ کم است پس از آن وقتی خود را جمع می‌کند سریعتر می‌چرخد زیرا I کم و $\vec{\omega}$ زیاد می‌شود. و این درست نظیر حالتی است که وقتی شخصی روی صفحه گردان بازوهای خود را به بدن می‌چسباند تندی زاویه‌ای بیشتری پیدا می‌کند.[۴]

۲- چگونه فرفره در حال دوران راست می‌ماند؟

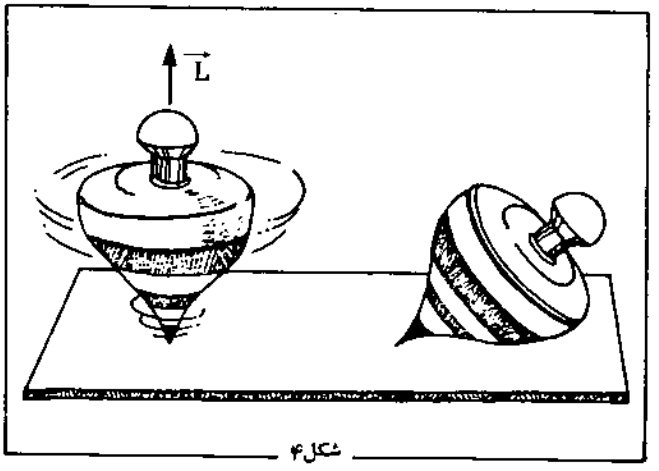
می دانیم که اندازه حرکت زاویه‌ای کمیتی است برداری. مشخصات این بردار مطابق شکل ۳ از قاعده دست راست پیدا می‌شود.



شکل ۳

چهار انگشت دست راست را درجهت دوران می گیریم انگشت شست جهت بردار اندازهٔ حرکت زاویه‌ای را نشان می‌دهد و اندازهٔ این بردار $L=I\omega$ است.

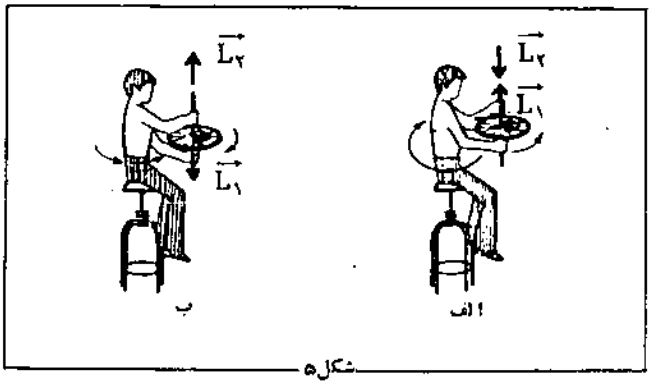
چون $\vec{L}$ کمیت برداری است پس می تواند از نظر اندازهٔ یا جهت، یا هر دو تغییر کند. قانون بقای اندازه حرکت زاویه‌ای بدین معنی است که $\vec{L}$ هم از لحاظ اندازه و هم از لحاظ جهت باید ثابت باقی بماند.



شکل۴

مطابق شکل۴ وقتی فرفره‌ای درحال سکون بردوی نوک خود برسطحی قرار داده شود می‌افتد اما اگر فرفره حول محور خود دوران کند معمولاً در ابتدا گشتاور نیرو های خارجی مؤثر بر آن ناچیز است و فرفره در حالی که دوران می کند قائم می‌ماند و این مثال دیگری از قانون بقای اندازهٔ حرکت زاویه‌ای است[۵] ولی بر اثر نیروی اصطکاک اندازهٔ حرکت زاویه‌ای فرفره بآرامی کاهش می‌یابد و حرکتش بتدریج کند می‌شود و سرانجام می‌افتد.

حرکت فرفره را ازدیدگاه دیگر نیز می‌توان بررسی کرد. این واقعیت که با صفر بودن گشتاور نیروهای خارجی فرفره درحال دوران میل دارد که بحال خود باقی بماند چنین بیان می‌شود که فرفره درحال دوران دارای اینرسی دورانی (rotational inertia) است و می‌خواهد اندازه وجهت تندی دورانی خودرا حفظ کند مگر اینکه گشتاور نیرو (یا نیروهای خارجی) آنرا مجبور به تغییر



شکل۵

تندی دورانی کند. آنچه درمورد فرفره گفتیم دربارهٔ موتورسیکلت و دوچرخه نیز صادق است. وقتی موتورسیکلت یادوچرخه سوار می‌شوید درحال حرکت میل چرخها به حفظ اندازه حرکت زاویه‌ای کمک می‌کند که قائم وراست برزمین بمانید.[۶]

۳ـ وقتی که دستها به یک سو می‌چرخد و پاها در سوی مخالف به حرکت درمی‌آید.

دانش آموزی روی صندلی که می‌تواند آزادانه حول محور قائم بگردد نشسته است وچرخ دوچرخه‌ای را که لاستیک آن باشن یا سرب پرشده دردست دارد. پس اندازه حرکت زاویه‌ای دستگاه (صندلی گردان + دانش آموز + چرخ) صفر است.

(شن یاسرب گشتاور ماند چرخ را نسبت به محور دوران زیاد می‌کند).

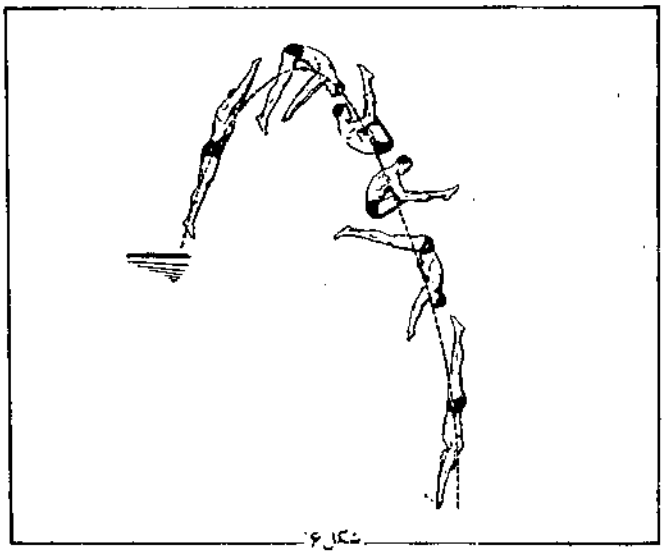
مطابق شکل۵ الف دانش آموز چرخ دوچرخه را طوری می‌چرخاند که بنا به قاعده دست راست جهت $\vec{L}_1$، یعنی جهت بردار اندازه حرکت زاویه‌ای چرخ، به طرف بالا باشد دراین صورت خود او طوری به چرخش در می آید که جهت $\vec{L}_2$. یعنی جهت اندازه حرکت زاویه‌ای او، به طرف پایین باشد. از اصطکاکها صرف نظر می‌شود. چون گشتاور نیروهای خارجی وارد بردستگاه متحرک صفر است و اندازه حرکت زاویه‌ای کل دستگاه، که در ابتدا صفر بود، باید همان مقدار صفر باقی بماند.

درشکل۵ب دانش آموز چرخ را طوری می‌چرخاند که جهت بردار اندازه حرکت زاویه‌ای چرخ، یعنی جهت $\vec{L}_1$ به طرف پایین باشد واین موجب خواهد شد که دانش آموز برعکس جهت دوران چرخ بچرخد تا جهت بردار اندازه حرکت زاویه‌ای او، یعنی جهت $\vec{L}_2$ به طرف بالا باشد.[۷]

با این توضیح «اگر روی یك صفحه افقی که بدون مالش دور یك محور قائم می‌تواند بچرخد، یك شخص ایستاده باشد و دستها را بطرفین نگاهدارد، هنگامیکه سعی می‌کند قسمت علیای بدن را بیك سو بچرخاند، صفحه و پاهای شخص در سوی مخالف شروع بحرکت می‌نماید.»[۸]

۴ـ شیرجه و معلق زدن شناگران:

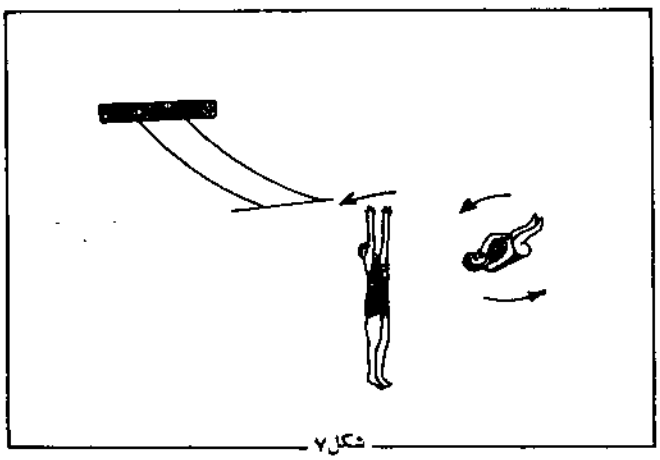
فرض می‌کنیم وقتی شناگری از تخته شیرجه مرتفعی می‌پرد در ابتدا تندی زاویه‌ای دوران او حول محور افقی که ازمرکز جرمش می‌گذرد برابر $\vec{\omega}$ و گشتاور ماند او نسبت به این محور I باشد اگر این شناگر بخواهد پس ازمعلق زدن وارد آب شود بازوان و پاهایش را به طرف مرکز بدنش می‌کشد. باجمع کردن بیشتر بدن خود گشتاور ماند حول محور افقی که ازمرکز جرمش می‌گذرد کمتر می‌شود ($I'<I$). چون برشناگر هیچ نیروی خارجی جزوزن او وارد نمی‌شود ووزن شناگر نیز گشتاوری ایجاد نمی‌کند. مطابق قانون $I'\vec{\omega}'=I\vec{\omega}$، مقدار $\vec{\omega}'>\vec{\omega}$ است، شناگر می‌تواند قبل از



شکل۶

برخورد به آب معلق بزند. دریک‌مدت‌معین هرقدر شناگر بتواند I' را بیشتر کم‌کند می‌تواند تعداد بیشتری معلق بزند. نکته دیگر این است که ضمن این عملیات $\frac{1}{2}I\omega^2 > \frac{1}{2}I'\omega'^2$ است و انرژی جنبشی دورانی شناگر زیاد می‌شود. این ازدیاد انرژی توسط شخص او تأمین می‌شود بدین معنی که وقتی شناگر اجزای بدنش راجمع می‌کند کار انجام می‌دهد.[۹]

بند بازان نیز قانون بقای اندازه حرکت زاویه‌ای را بکار می‌برند، به این معنی که وقتی از تاب جدا می‌شوند دست و پای آنها از هم باز است و تندی زاویه‌ای کمتری دارند و برای آنکه معلق بزنند بدن خودرا جمع می‌کنند تا گشتاور ماند کمتر و تندی زاویه‌ای دوران بیشتر شود و امکان معلق‌زدن فراهم آید.[۱۰] (مطابق‌شکل۷)



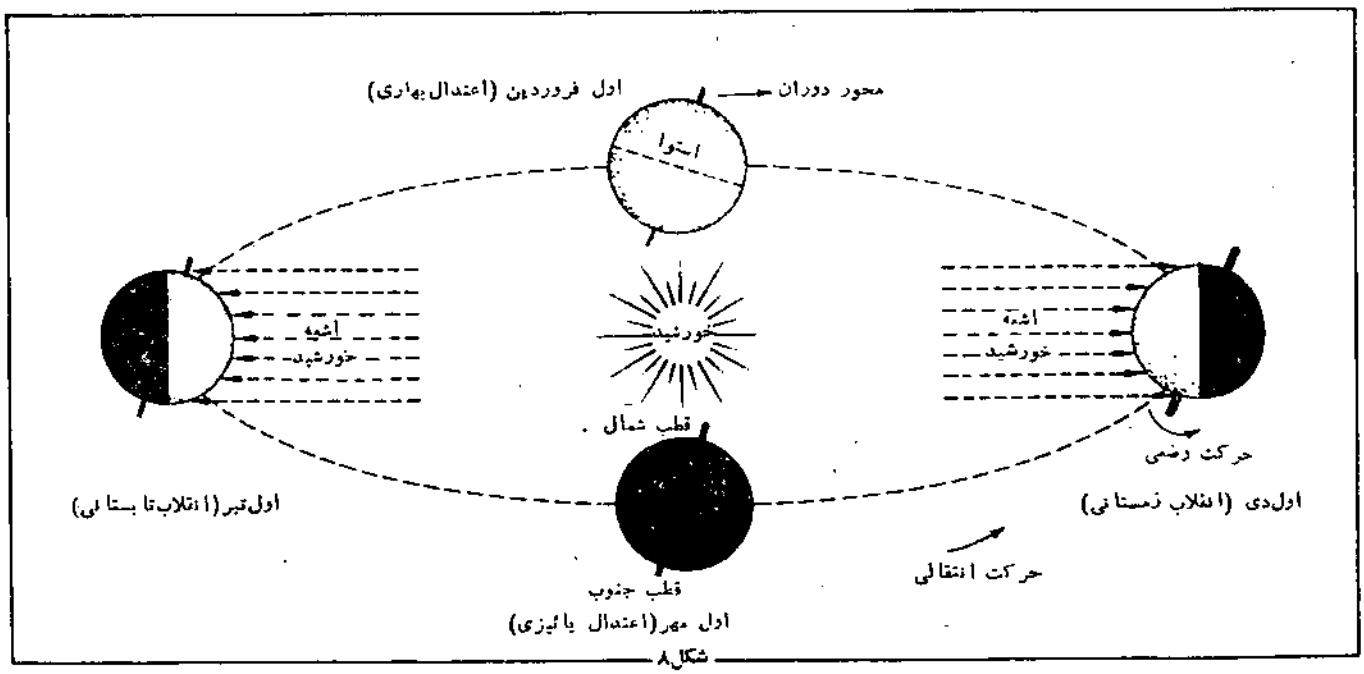
شکل۷

۵- حرکت وضعی زمین بدون تکیه‌گاه ادامه دارد:

یکی از بهترین مثالها در بارهٔ قانون بقای اندازه حرکت زاویه‌ای کره زمین است. اگرزمین راکره‌ای همگن فرض کنیم گشتاور نیروهای خارجی (جاذبه خورشید وماه‌ودیگراجرام‌سماوی) نسبت به محور آن صفر است و اندازه حرکت زاویه‌ای آن نسبت به این محور باید مقداری ثابت باشد. بنابراین مطابق‌قانون بقای اندازه حرکت زاویه‌ای، زمین درحالی‌که به دور خورشید می‌گردد باید سمتگیری محور خود را درفضا حفظ کند یعنی محور زمین همواره باید امتدادی ثابت داشته باشد. میلیونهاسال است که‌زمین درحالی‌که به دورخورشید می‌گردد عملاً با اندازه حرکت زاویه‌ای ثابتی نسبت به محورخود به دور آن می‌چرخد، این چرخش همان حرکت شبانه روزی زمین (حرکت‌وضعی) است‌که بدون‌هیچ تکیه‌گاه ادامه دارد.[۱۱]

ذکر دونکته بی‌فایده به‌نظر نمی‌رسد:

۱ــ می‌دانیم جهت‌حرکت انتقالی زمین درهمان جهت



شکل۸

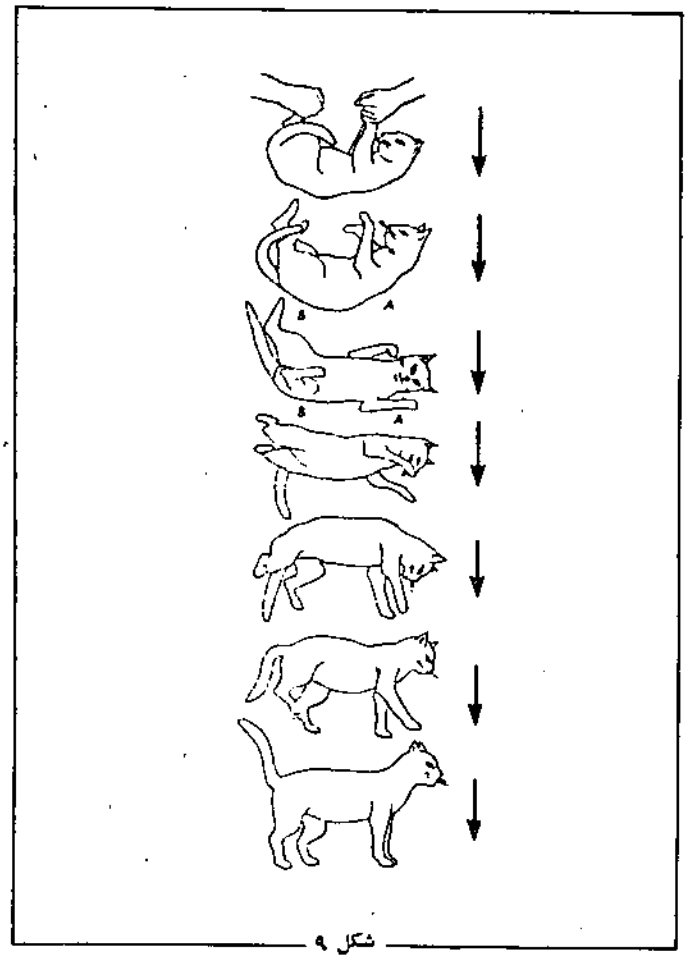
حرکت وضعی زمین ازمغرب به‌طرف مشرق است. درشکل۸ هنگام حرکت انتقالی زمین به‌دور خورشید محور آن بموازات خودنشان داده شده‌است (درصورتی‌که دقیقاً موازی نیست) وعلاوه بر آن‌محور دوران زمین باخط عمود برصفحهٔ مدار زمین (دایرةالبروج) زاویهٔ حدود ۲۳/۵درجه تشکیل می‌دهد. هـرگاه محور دوران زمین بر صفحهٔ مدار زمین عمودبـود اشعه خورشید همواره به‌طور عمود به استوا می‌تابید و درسراسر سال درهرنقطه زمین شب وروز مساوی بود.

۲ــ به‌علت بـرآمدگی استوای زمین گشتاور نیـروهای خارجی واردبر زمین نسبت به‌محورآن صفرنیست. بنابراین محور کـره زمین درفضا امتدادی ثابت نـدارد. محور زمین حول خط عمود برصفحهٔ مدار زمین بسیارکند حـرکت می‌کند وسطح جانبی مخروطی را می‌پیماید. بموجب مشاهدات نجومی زمان تناوب این حرکت حدود ۲۶۰۰۰ سال است. علت‌کندبودن ایـن دوران آن است‌که نیروهای جاذبهٔ خورشید روی بـرآمدگی استوایی زمین درمقابل نیروی جاذبه‌کلی خورشید روی زمین ناچیزند.

بنابراین امتداد محور زمین درفضا درطی سالیان بس‌دراز تغییرپیدا می‌کند. هـزاران سال پیش ستاره‌ای دیگـر بـرفراز امتداد محور زمین قـرار داشته وهـزاران سال بعدنیز ستاره‌ای دیگر دراین وضع خواهدبود اما این تغییر امتداد محور زمین به قدری ناچیز است‌که ما می‌توانیم همواره ستاره جدی را به‌عنوان ستارهٔ قطبی بشناسیم.

۶ــ چگونه گربه پس‌از سقوط روی پاهایش به‌زمین می‌نشیند.

اگرپاهای گـربه‌ای را به‌طرف بالا نگاه دارید وآن‌را از ارتفاع یک‌متر یا کمی بیشتر رها کنید همواره می‌تواند روی‌پاهایش به‌زمین بنشیند. گربه چه اعمالی انجام می‌دهد؟ درشکل۹ رهاکردن گربه از ارتفاع وپائین‌آمدن‌گربه روی زمین نشان داده شده‌است. سرّقضیه درنرمی بدن‌گربه است. گربه درحال سقوط خودرا تقریباً حول خط درازای بدنش‌که ازمرکز ثقل می‌گذرد می‌چرخاند. بر گربه، هیچ نیروی خارجی جز وزنش واردنمی‌شود و وزن‌گربه‌نیز گشتاوری ایجاد نمی‌کند پس مطابق قانون بقای انـدازه حرکت زاویه‌ای باید اندازه حرکت زاویـه‌ای‌گربه نسبت به‌محور دوران مقداری ثابت باشد. اندازه حرکت زاویه‌ای‌کل‌گربه درابتداصفر است وباید صفرباقی بماند. بدن‌گربه ازدوقسمت اصلی قسمت‌جلو A وقسمت عقب B تشکیل شده‌است. ابتدا گربه پاهای جلوخودرا جمع می‌کند به‌طوری‌که‌گشتاور ماند قسمت A نسبت به‌محور دوران (I_1)کمتر ازگشتاور ماند قسمت B نسبت به‌این محور (I_2) شود. پس ازآن قسمت جلوی بدن خودرا می‌پیچاند، این عمل لـزوماً بدین معنی است‌که قسمت عقب بدن او درجهت مخالف پیچانـده شود، تا اندازه حرکت زاویه‌ای‌کل صفرباقی بماند (رك به‌توضیح مثال۳). چون $I_1 < I_2$ است قسمت عقب بدن گربه نسبت به‌قسمت جلوچرخش‌کمتری دارد سپس‌گربه پاهای جلورا باز وپاهای عقب



شکل ۹

را جمع می‌کند. دراین‌حال قسمت عقب‌بدن خودرا می‌پیچاند وباز هم این بدان معنی است‌که قسمت جلو بدن‌گـربه درجهت مخالف پیچانده شود. دراین حالت‌که $I_1 > I_2$ می‌شود قسمت جلـو چرخش کمتری نسبت به‌قسمت عقب بدن‌گربه خواهد داشت.

گربه باتکرار این اعمال (و اتخاذ این استراتژی!)، بـا سرعت بدن خودرا به‌دوران درمی‌آورد تاحدی‌که برای پایین‌آمدن روی پاهایش‌کافی باشد. بچه‌گربه یك‌ماهه نیز بی‌هیچ تمرینی درنیم ثانیه می‌تواند بدن خودرا بچرخاند درحالی‌که این مهارت‌را از کسی نیاموخته واین معرفت فیزیکی غریزی‌گربه است[۱۲]. دم‌گربه به‌عنوان یك ضمیمه اضافی مفید ولی غیرضروری بکارمی‌رود[۱۳].

۷ــ قانون بقای اندازه‌حرکت زاویه‌ای وقانون دوم کپلر:

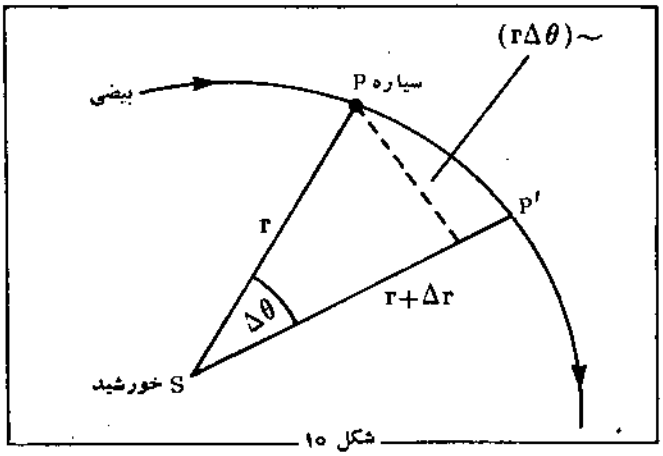
کپلر ستارمشناس‌آلمانی (۹۵۰ــ۱۰۰۹/۱۵۷۱ــ۱۶۳۰) براساس مشاهدات‌کپرنیك منجم لهستانی (۸۵۲ــ۹۲۲/۱۴۷۳ــ ۱۵۴۳)وتیکو براهه ستارمشناس دانمارکی(۹۲۵ــ۹۸۰/۱۵۴۶ــ ۱۶۰۱) و رصدهای دقیق خودش، نتایج اندازه‌گیریها رابه‌صورت قوانین تجربی درآوردکه قوانین‌کپلر نام دارد.

بنا به‌قانون دوم‌کپلر:

«شعاع حامل هرسیاره، یعنی خط واصل بین سیاره وخورشید،

در زمانهای مساوی سطحهای مساوی طی می‌کند.»

بااستفاده ازقانون بقای اندازه حرکت زاویه‌ای نیزمی‌توان قانون دوم‌کپلر رانتیجه‌گرفت.



شکل ۱۰

سطحی راکه شعاع حامل سیاره P در زمان‌کوتاه Δt طی می‌کند با ΔA نشان می‌دهیم. اگر $SP=r$ و $SP'=r+\Delta r$ باشد مطابق شکل ۱۰ باتقریب‌کافی می‌توانیم بنویسیم:

$$\Delta A=\frac{1}{2}(r+\Delta r)(r\Delta\theta)=\frac{1}{2}(r^2\Delta\theta+r\Delta r\Delta\theta)$$

اگر $\Delta\theta$ بسیارکوچك باشد می‌توانیم از $r\Delta r\Delta\theta$ صرف نظرکنیم نتیجه می‌شود:

$$\Delta A\simeq\frac{1}{2}r^2\Delta\theta$$

جرم سیاره رابا m نشان می‌دهیم و طرفین رابطه اخیر را درm ضرب وبر Δt تقسیم می‌کنیم، بدست می‌آید:

$$m\frac{\Delta A}{\Delta t}=\frac{1}{2}mr^2\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

با $I=mr^2$ و $\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ ، داریم:

$$m\frac{\Delta A}{\Delta t}=\frac{1}{2}I\omega$$

میدانیم امتداد نیروی وارد برسیاره همواره ازS می‌گذرد، یعنی نیروی واردبرآن مرکزی است وگشتاور نیرونسبت به S صفر است بنا به‌قانون بقای اندازه حرکت زاویه‌ای، اندازه‌حرکت زاویه‌ای سیاره نسبت به‌خورشید (اندازه حرکت زاویه‌ای مداری) باید مقداری ثابت باشد $L=I\omega=const$ برطبق رابطه بالامقدار $\frac{\Delta A}{\Delta t}$ نیز درسراس مسیرباید ثابت بماند. این مقدار ثابت جدید رابا K نشان می‌دهیم:

$$\frac{\Delta A}{\Delta t}=K\Longrightarrow\Delta A=K.\Delta t$$

این رابطه دقیقاً همان قانون دوم‌کپلر را بیان می‌نماید[۱۴].

قانون بقای اندازه حرکت زاویه‌ای درقلمرو اجرام‌سماوی (ستاره‌ها-سیاره‌ها-ماهواره‌ها) واجسام زمینی (کوچك و بزرگ) و درفیزیك اتمی وهسته‌ای صادق است. ازآنجاکه قوانین حرکت نیوتن درفیزیك اتمی وهسته‌ای صادق‌نیست بنابراین باید قانون بقای اندازه حرکت زاویه‌ای اساسیتر ازقوانین حرکت نیوتن باشد. بهمین‌لحاظ ازقانون بقای اندازه حرکت زاویه‌ای به‌عنوان قانون اساسی فیزیك (*Fundamental law* of physics) نام می‌برند.□

مراجع

۱ــ نکاتی در زمینه فیزیك سال چهارم متوسطه نشریه شماره۲۴ دفترآموزش متوسطه صفحه۲۷ چاپ ۱۳۵۶ ومکانیك‌از سری‌کتابهای سازمان‌آموزشی یکان صفحه۲۹۳ ومکانیك سازمان انتشارات بیهقی صفحه۲۱۲.

۲ــ مکانیك سازمان نوارهای درسی صفحه۹۷.

۳ــ White , Modern College Physics , 1962 , P.161. J. Cessac, Physique, 1967, P.93.

۴ــ Beiser, Physics, 1973, P.191.

۵ــ Beiser, Basic Concepts of Physics, 1972, P.67.

۶ــ Douglas, The Ideas of Physics, 1974, P.119.

۷ــ Robert M. Eisberg , Physics Foundations and Applications, 1982, P.367.

۸ــ دکترکمال‌الدین جناب، مکانیك فیزیك،۱۳۲۸، صفحه۲۳۵.

۹ــ Halliday, Physics, 1966, Part1, P.305.

۱۰ــ Sears, College Physic, 1980, P.180.

۱۱ــ Bueche, Principles of Physics, 1982, P.193.

۱۲ــ Oswald, general Physics, 1963, P.133.

۱۳ــ Halliday, Physics, 1966, Part1, P.307.

۱۴ــ Borowitz , A Contemporary View of Elementary Physics, 1968, P.307.

۱۵ــ Halliday, Physics, 1966, Part1, P.310.

آشنایی با فعالیتهای گروه فیزیک

شورای فیزیک:

هسته، مرکزی گروه فیزیک را شورای فیزیک تشکیل می‌دهد در این شورا ۶ نفر از برادران اساتید دانشگاه متخصص در رشته‌های مختلف فیزیک، یک نفر از مدرسین مراکز تربیت معلم، یک نفر نماینده سرّ وههای آموزشی فیزیک تهران، سه نفر از دبیران فیزیک دبیرستانهای تهران و کارشناس فیزیک دفتر تحقیقات عضویت دارند. جلسات شورا روزهای ۵شنبه هرهفته در اتاق ۵۱۰ واقع در طبقه پنجم دفتر تحقیقات و برنامه ریزی تشکیل می‌شود. دستور جلسهٔ هرهفته در پایان جلسهٔ قبل تعیین و تصویب می‌شود.

کمیسیونهای فیزیک:

به منظور اجرای هرچه بهتر وظایف گسترده‌ای که برعهدهٔ گروه فیزیک محول است. کمیسیونهای کار مختلفی در گروه فیزیک فعالیت دارند، این کمیسیونها عبارتنداز:

۱ــ کمیسیون فیزیک دورهٔ تربیت معلم

این کمیسیون چهار نفر عضو دارد. اعضای کمیسیون را دو نفر ازمدرسان فیزیک دورهٔ تربیت معلم، یک نفر از استادان فیزیک و یک نفر کارشناس فیزیک دفتر تحقیقات تشکیل می‌دهند. این کمیسیون هرهفته یکبار تشکیل جلسه می‌دهد.

۲ـ کمیسیون فعالیتهای عملی:

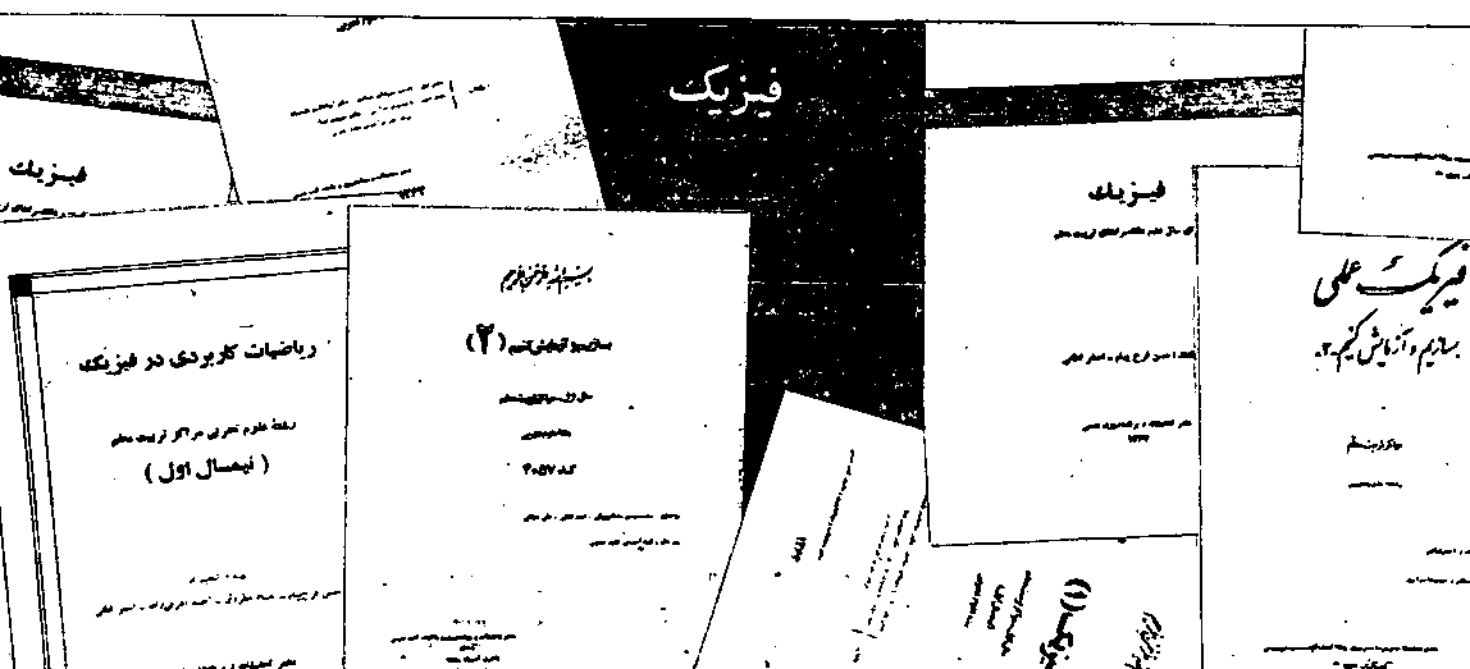
این کمیسیون ۵ نفر عضو دارد و اعضای آن را ۲ نفر از نمایندگان ستاد تجهیز آزمایشگاهها، دو نفر از دبیران فیزیک استان تهران و یک نفر کارشناس فیزیک دفتر تحقیقات و برنامه ریزی تشکیل می‌دهند.

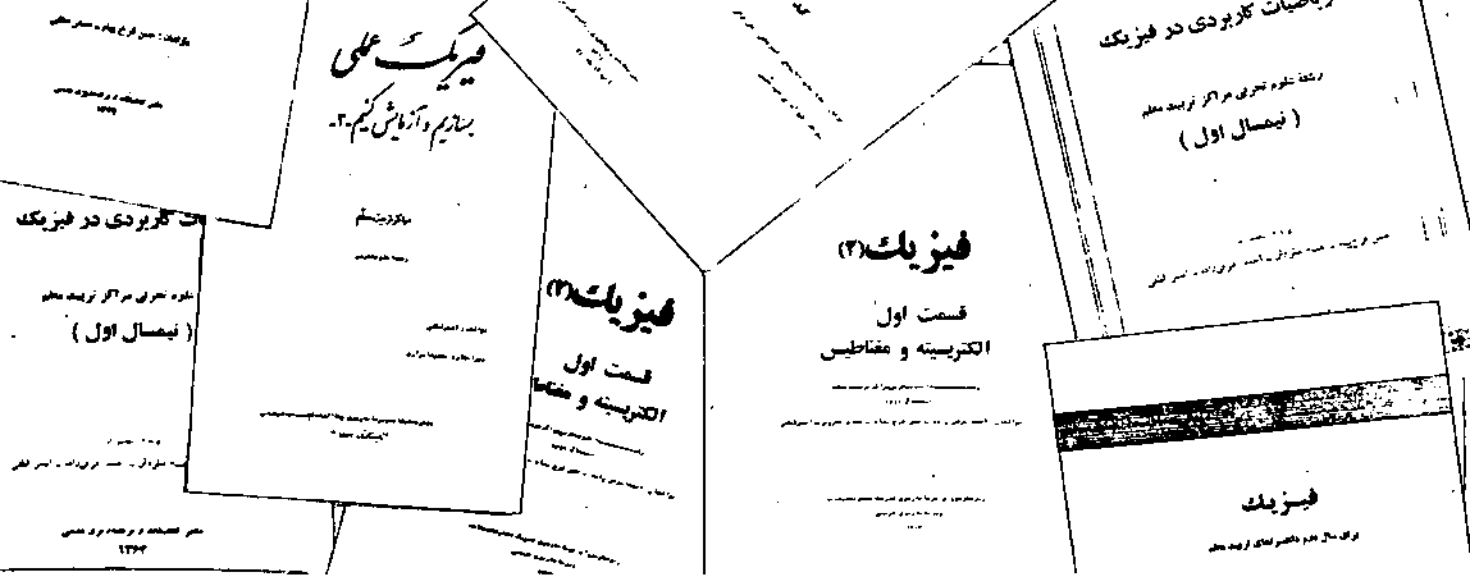
این کمیسیون هفته‌ای یکبار تشکیل جلسه می‌دهد

۳ـ هیئت تحریریه رشدآموزش فیزیک:

اعضای ثابت هیئت را دو نفر از اساتید دانشگاه و دو نفر از دبیران فیزیک، یک نفر مدیر اجرایی و یک نفر سردبیر تشکیل می‌دهند. هیئت تحریریه هفته‌ای یکبار تشکیل جلسه می‌دهد.

برنامه ریزی‌ها و تألیفات پایان یافته گروه فیزیک طی دوسال گذشته (۱۳۶۱-۱۳۶۳) عبارتند از:





۱ــ کتاب، نورموج وارتعاش برای دوره تربیت‌معلم‌درسطح فوق دیپلم در ۲۰۰ صفحه

(تهیه وارسال حل‌مسائل‌مندرج درکتاب برای مدرسین)

۲ــ کتاب، الکتریسته‌و مغناطیس برای‌دوره تربیت‌معلم‌در سطح فوق دیپلم‌در ۱۸۰ صفحه

۳ــ کتاب، الکترونیك برای دوره تربیت‌معلم‌درسطح‌فوق دیپلم در ۱۲۰ صفحه

۴ــ کتاب، ریاضیات برای‌فیزیك برای‌دوره تربیت معلم در سطح فوق‌دیپلم در ۱۲۰ صفحه

۵ــ کتاب، فیزیك مدرن برای‌دورهٔ تربیت‌معلم‌درسطح‌فوق دیپلم در ۱۵۰ صفحه

۶ــ کتاب، بسازیم و آزمایش کنیم -۱ برای دوره تربیت معلم درسطح فوق‌دیپلم‌در ۱۵۶ صفحه

۷ــ کتاب، بسازیم‌وآزمایش‌کنیم -۲ برای دورهٔ تربیت‌معلم در سطح فوق‌دیپلم در ۱۶۵ صفحه

۸ــ کتاب، بسازیم‌وآزمایش‌کنیم -۳ برای‌دوره تربیت‌معلم در سطح فوق دیپلم‌در ۱۷۲ صفحه

۹ــ کتاب، فیزیك برای سال‌دوم دوره دبیرستان‌رشته‌روستا معلم در ۲۰۰ صفحه

۱۰ــ کتاب، آزمایشهای‌فیزیك سال‌اول‌دورهٔ‌دبیرستان‌رشته ریاضی فیزیك‌و علوم تجربی در ۷۵صفحه

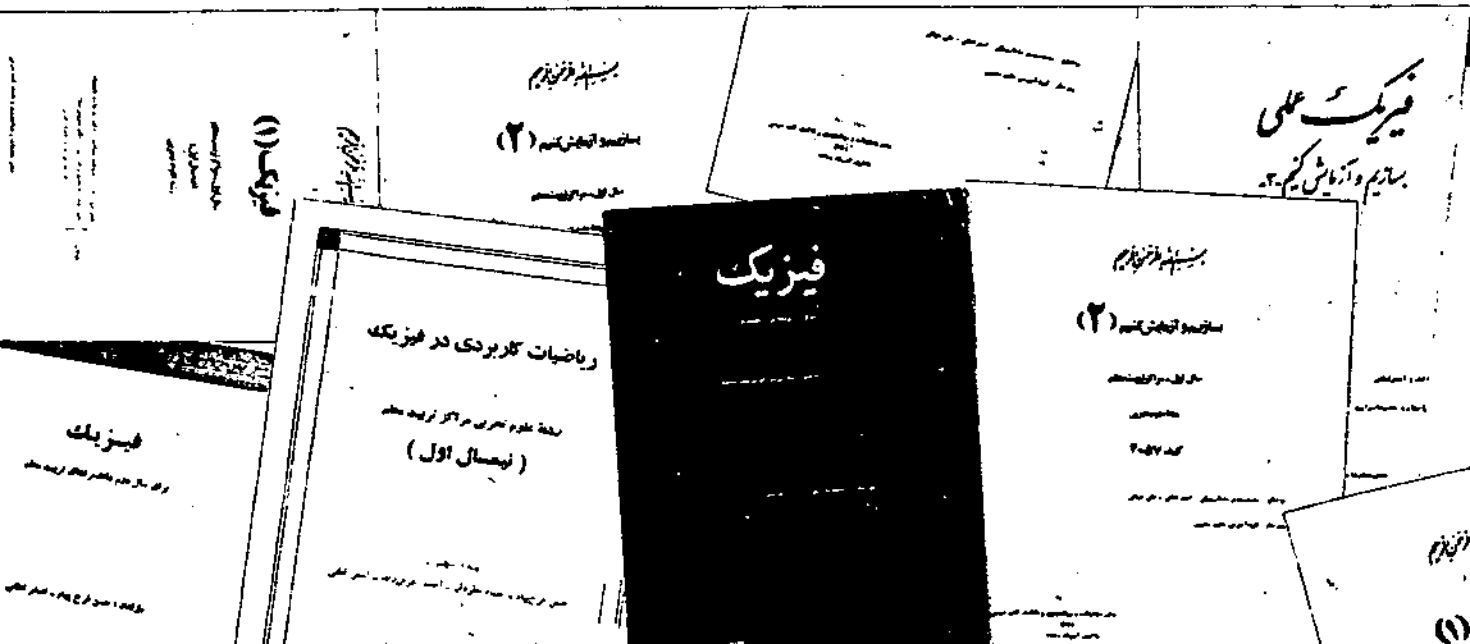
۱۱ــ کتاب، آزمایشهای فیزیك سال‌دوم‌دورهٔ‌دبیرستان‌رشته ریاضی فیزیك وعلوم‌تجربی‌در ۷۰ صفحه

۱۲ــ کتاب، فیزیك سال اول دوره دبیرستان‌رشته بهداشت در ۱۱۰ صفحه

۱۳ــ کتاب، فیزیك سال دوم دوره دبیرستان رشته‌بهداشت در ۱۱۰ صفحه

۱۴ــ کتاب، فیزیك سال اول دوره دبیرستان رشته برق‌در ۸۴ صفحه

۱۵ــ کتاب، فیزیك سال دوم دورهٔ دبیرستان رشته برق



در ۹۸صفحه

۱۶ـ کتاب، فیزیك سال سوم دوره دبیرستان رشته برق در۹۰ صفحه

۱۷ـ کتاب، فیزیك سال چهارم دوره دبیرستان رشته الکترونیك در۱۰۰صفحه

۱۸ـ کتاب، فیزیك سال چهارم دوره دبیرستان رشته الکترونیك در۹۴ صفحه

۱۹ـ کتاب، فیزیك سال اول‌دوره دبیرستان‌رشته‌مکانیك و ساختمان در۸۵صفحه

۲۰ـ کتاب، فیزیك سال‌دوم دوره‌دبیرستان رشته مکانیك و ساختمان‌در۹۲ صفحه

۲۱ـ کتاب، فیزیك سال‌سوم دوره دبیرستان‌رشته‌مکانیك و ساختمان در۹۷صفحه

۲۲ـ کتاب، فیزیك سال‌چهارم دوره‌دبیرستان‌رشته‌مکانیك‌و ساختمان در۹۸صفحه

۲۳ـ کتاب، فیزیك سال اول‌دوره‌دبیرستان‌رشته کشاورزی در ۹۷ صفحه

۲۴ـ کتاب، فیزیك سال‌دوم دوره‌دبیرستان رشته کشاورزی در۱۰۰صفحه

۲۵ـ کتاب، فیزیك سال سوم دوره‌دبیرستان رشته‌کشاورزی در۹۳صفحه

۲۶ـ کتاب، فیزیك سال‌چهارم‌دوره‌دبیرستان‌رشته‌کشاورزی در۹۳صفحه

۲۷ـ کتاب، فیزیك سال‌دوم دوره دبیرستان رشته اقتصاد اجتماعی‌و فرهنگ‌وادب‌در۱۰۴ صفحه

لازم به تذکر است‌که فقط درطول‌شش‌ماه اول‌سال۶۳ نه‌جلد کتاب جدید تألیف، جهت چاپ و توزیع به مقامات مسئول تقدیم شده است.

ج) دیگر فعالیتهای گروه فیزیك:

۱ـ بررسی نظرات واعمال‌اصطلاحات لازم‌درکلیه‌کتابهای فیزیك، دردوره ورشته‌های مختلف، تهیه وپاسخ درمواردموردنیاز.

۲ـ بررسی کتابهای ارسالی وزارت ارشاد واعلام نظردر موردچگونگی محتوای آنها.

۳ـ اعلام نظر درموردکتابهای‌فیزیك چاپ‌نشردانشگاهی واعلام تعدادموردنیازبرای‌استفاده‌دبیران‌محترم‌دبیرستانهای کشور.

۴ـ بررسی مقالات رسیده وآماده ساختن تعدادی از آنها برای‌چاپ درمجله رشد آموزش فیزیك.

۵ـ ارائهٔ طرح تحقیق وتولید درخانه‌ومدرسه، همکاری در

اجرای مراحل اولیهٔ آن.

۶ــ ارائهٔ طرح علم وعمل وتهیه کتابی بانام علم وعمل در تلفن وتحویل آن به‌دفتر امور کمک آموزشی جهت چاپ وانتشار آن.

۷ــ برگزاری جلساتی باسرگروههای آموزشی مناطق ۲۷ گانه تهران وحومه وبررسی و تبادل نظر در مورد مسائل آموزش فیزیک کشور.

۸ــ برگزاری سمینار آموزشی دبیران فیزیک کمتر از لیسانس نقاط محروم کشور، دراین سمینار باوجود کمی فرصت، آموزش‌های زیر انجام گرفت:

آموزش نحوهٔ تدریس کتاب‌های سال اول ودوم دبیرستان در محل تشکیل سمینار

آموزش نحوهٔ انجام آزمایشهای مندرج در کتاب های جدید التألیف « آزمایشهای فیزیک» سال اول ودوم رشته‌های علوم تجربی و ریاضی فیزیک درمحل آزمایشگاه‌های دبیرستان البرز.

برنامه‌های دردست انجام گروه فیزیک عبارتنداز:

۱ــ برنامه ریزی وتألیف کتاب مکانیک وحرارت دورهٔ فوق دیپلم رشته تربیت معلم علوم تجربی

۲ــ برنامه ریزی وتألیف کتاب آزمایشهای فیزیک (نور ــ موج وارتعاش ــ مکانیک وحرارت دورهٔ فوق‌دیپلم رشته تربیت معلم علوم تجربی.

۳ــ برنامه ریزی و تألیف کتاب آزمایش های فیزیک (الکتریسته ــ مغناطیس. الکترونیک دورهٔ فوق دیپلم‌رشته تربیت معلم علوم تجربی.

۴ــ برنامه ریزی وتألیف کتاب آزمایشهای فیزیک سال سوم دوره دبیرستان رشته علوم تجربی.

۵ــ برنامه ریزی وتألیف کتاب آزمایشهای فیزیک سال سوم دوره دبیرستان رشته ریاضی فیزیک.

۶ــ برنامه ریزی وتألیف کتاب آزمایشهای مکانیک سال چهارم دوره دبیرستان رشته ریاضی فیزیک.

۷ــ برنامه ریزی وتألیف کتاب آزمایشهای فیزیک سال چهارم دوره دبیرستان رشته علوم تجربی.

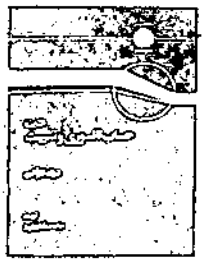
۸ــ برنامه ریزی وتألیف کتاب آزمایشهای فیزیک سال چهارم دوره دبیرستان رشته ریاضی فیزیک.

۹ــ برنامه ریزی وکارگاه ساخت وسایل آزمایشگاهی دوره دبیرستان رشته روستا معلم با همکاری سایر گروه‌های آموزشی.

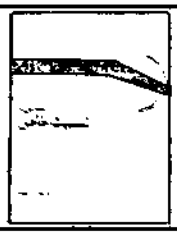
۱۰ــ بررسی کتاب‌های فیزیک ازدیدگاه‌های مختلف اعمال اصلاحات ودرصورت لزوم برنامه‌ریزی وتألیف کتاب‌های جدید برای رشته‌های علوم تجربی وریاضی فیزیک.

۱۱ــ برنامه‌ریزی وتألیف کتاب فیزیک دوره دبیرستان رشته بهیاری سال اول ــ دوم ــ سوم. چهارم ــ چهار جلد □

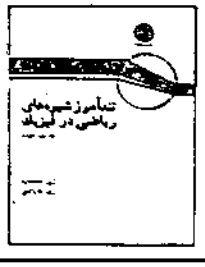
فهرست انتشارات مرکز نشر دانشگاهی



آشنائی باحساب تانسوری و نسبیت
درك لاردن
ترجمه، محمدرضا بهفروز.
۱۳۶۲، ۲۱۶صفحه، ۴۰۰ریال



آشنائی بانسبیت خاص
رابرت رزنیك
ترجمه جعفر گودرزی
۱۳۶۳، ۲۵۴صفحه ۴۵۰ریال

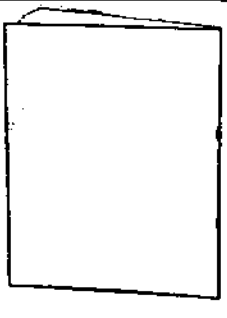


تندآموز شیوه‌های ریاضی درفیزیك
زی. نازه و زی. مازاشی
ترجمه لطیف کاشیگر
۱۳۶۳، ۲۴۸صفحه، ۴۸۰ریال

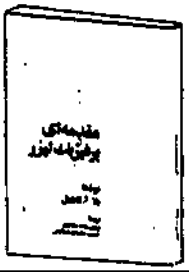
فیزیك (جلد اول)
دیوید هالیدی و رابرت رزنیك
ترجمه مهدی گلشنی و ناصر مقبلی
۱۳۶۳، ۴۹۲صفحه، ۱۰۰۰ریال

فیزیك عمومی (جلد اول مکانیك)
مارچلو آلونسو و ادوارد جی‌فین
ترجمه لطیف کاشیگر
چاپ دوم ۱۳۶۳، ۶۰۰صفحه، ۸۵۰ریال

فیزیك کوانتومی
رابرت آیزبرگ ورابرت رزنیك
ترجمه ناصر نفری
۱۳۶۲، ۷۳۴صفحه، ۱۲۰۰ریال



کمیتها، یکاها، نمادها وثابتهای بنیادی فیزیك
اداره بین‌المللی اوزان ومقیاسات «فرانسه»
ترجمه صمد فرخی
۱۳۶۳، ۴۴صفحه، ۱۵۰ریال

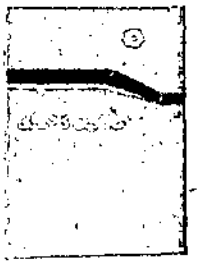


مقدمه‌ای برفیزیك لیزر

بلا. آ. لنجیل

ترجمه، پروین بیات مختاری وحبیب مجیدی ذوالبنین

۱۳۶۱، ۴۱۰صفحه، ۷۲۵ریال

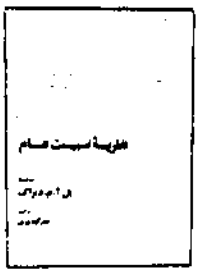


مکانیك کلاسیك

کیبل

ترجمه، اعظم پورقاضی ومحمدعلی شاهزمانیان

۱۳۶۳، ۲۶۰صفحه، ۶۵۰ریال



نظریه نسبیت عام

پل. آ. م. دیراك

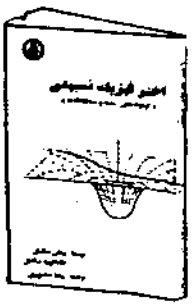
ترجمه جعفر گودرزی

۱۳۶۱، ۷۲صفحه، ۱۴۰ریال

واژگان‌فیزیك (انگلیسی ـ فارسی)

گروه فیزیك ـ شاخه واژه‌گزینی

۱۳۶۱، ۴۶۲صفحه، ۶۰۰ریال



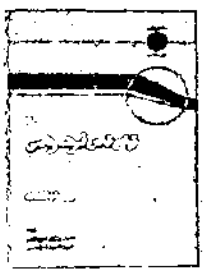
اخترفیزیك نسبیتی (کوتوله‌های سفید وسیاهچاله‌ها)

رمان سکسل و هانه لوره سکسل

ترجمه رضا منصوری

باهمکاری دانشگاه صنعتی شریف

۱۳۵۹، ۲۱۵صفحه، ۳۵۰ریال (نایاب)

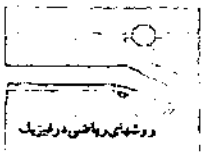


توابع خاص فیزیك ریاضی

هاری هوخشتات

ترجمه غلامرضا برادران خسروشاهی وفرخ حضرتی آشتیانی

۱۳۶۲، ۹۸صفحه، ۲۵۰ریال

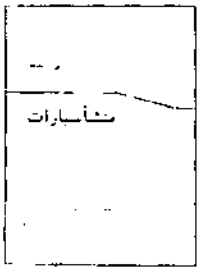


روشهای ریاضی درفیزیک

جورج آرفکن

ترجمه محی‌الدین شیخ‌الاسلامی وحسین فلسفی

۱۳۶۳، ۵۶۷صفحه، ۹۵۰ریال

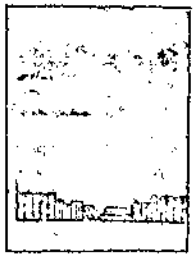


منشا سیارات

آی. بی. ویلیامز

ترجمه تاج‌الدین بنی‌هاشم وایرج ملکپور

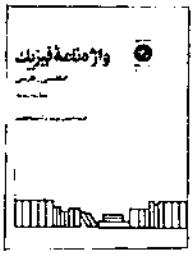
۱۳۶۳، ۹۹صفحه، ۴۵۰ریال



واژه‌نامه فیزیک (انگلیسی-فارسی) نشرمقدماتی

گروه فیزیک-شاخه واژه‌گزینی

۱۳۶۱، ۱۲۶صفحه، ۱۵۰ریال



واژه‌نامه فیزیک (انگلیسی-فارسی)

دوره دوم جزوه۱

گروه فیزیک-شاخه واژه‌گزینی

۱۳۶۲، ۶۷صفحه، ۱۲۰ریال

اخبار علمی و فرهنگی

تعریف جدید متر

درهفدهمین گردهمائی عمومی روی اوزان ومقیاسها (CGPM)، که دراواخر مهرماه ۱۳۶۲ درپاریس برگزارشد، متریکای طول دردستگاه SI را، براساس سرعت ثابت نور، چنین تعریف کردند.

مترعبارت ازمسافتی است که نور درفاصله زمانی $\frac{1}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}$ ثانیه درخلأ می‌پیماید این تعریف جدید از متر نتیجه بیش‌از ده‌سال کار دربرخی ازآزمایشگاهها وبه‌همین مدت گفتگوی گسترده دسطح کارشناسان بین‌المللی است. امیدواریم در شماره آینده رشد طی مقاله مبسوطی تعریفهای قبلی متر و نیز کارهائی راکه منجر به‌این تعریف جدید شد و نیز دشواریهائی‌که تعریف قبلی باآن مواجه‌بود به‌اطلاع خوانندگان برسانیم.□

استقبال علاقه‌مندان ودست‌اندرکاران علم فیزیک ازاین کنفرانس بیش‌از انتظار بود. حذف هیئت رئیسه وسایر تشریفات کنفرانسهای نظیر، کوشش وزحمات گروه تخصصی فیزیک مرکز نشر دانشگاهی ومسؤولان خود مرکز درپذیرایی ورفاه شرکت‌کنندگان و نیز آب وهوای مناسب فصل، محیط گرمی برای تماس میان فیزیکدانان ومبادلهٔ تجارب علمی وآموزشی فراهم‌آورده‌بود.

تعداد شرکت‌کنندگان اصلی کنفرانس حدود ۴۵۰ نفر بود. شرکت دبیران فیزیک ودانشجویان چشمگیر بود. باوجود همزمانی کنفرانس باامتحانات تجدیدی وآغازکار دبیرستانها شرکت حدود ۱۰۰ نفر دبیر فیزیک درآن بسیار خوشحال‌کننده است. امیدواریم با اتخاذ تدابیرلازم وتشویقهای مسؤولان آموزشی وزارت آموزش و پرورش این تعداد، درکنفرانسهای آینده، چندبرابر شود.

جا دارد دراینجا، از اقدام بزرگ وشجاعانهٔ کمیتهٔ برگزارکنندهٔ کنفرانس فیزیک ایران، بویژه ازهمکار دانشمندمان آقای دکتررضا منصوری که به‌تنهایی بیشترین‌بار فیزیک ایران رابه‌دوش دارند، صمیمانه تشکرکنیم وآرزوکنیم تعداد این‌نوع کنفرانسها هرچه بیشتر بوده وهمواره برقرار باشند.

انتظار داریم کمیتهٔ برگزارکننده هرچه زودتر سخنرانیهای کنفرانس را، به‌هرنحوی که صلاح می‌داند، چاپ وانتشار دهد. مجلهٔ رشد خواهد کوشید بعضی ازاین سخنرانیها را درشماره‌های آتی به‌چاپ رساند. فعلاً تنها به‌ذکرفهرست سخنرانیها ونام سخنرانان قناعت می‌کنیم.

درحاشیهٔ کنفرانس

۱) محوراصلی بحث‌برای این‌کنفرانس سه‌مورد، ۱ـ فیزیک نظری ۲ـ فیزیک تجربی وکاربردی ۳ـ آموزش فیزیک، تعیین شده‌بود. درآگهیها وپوستر کنفرانس نیزآن‌را آورده‌بودند. درمورد آموزش فیزیک بحث وگفتاری ارائه نشد! امیدواریم درکنفرانس آینده این فراموشی جبران شود.

۲) نمایشگاه کتابهای فیزیک خارجی که اغلب شرکت‌کنندگان شایق بازدیدآن بودند به‌علل فنی تشکیل نشد. درعوض کتابهای ریاضی، فیزیک وشیمی چاپ مرکز نشر دانشگاهی و نیز مجلهٔ فیزیک ارائه شده‌بود. استقبال خوبی نیز به‌عمل‌آمد. اکنون که اغلب کتابهای سفارشی وارد شده‌است، امیدواریم گروه تخصصی فیزیک دراولین فرصت این نمایشگاه راتشکیل دهد.

۳) پرداخت ۵۰۰ ریال به‌عنوان ورودیهٔ کنفرانس پدیدهٔ جدیدی بودکه بعضیها را متعجب ساخت. دراین مورد اعتراض دانشجویان بجا وبیش‌از دیگران بود. امیدواریم درکنفرانسهای آینده حداقل تخفیف دانشجویی فراموش‌نشود!

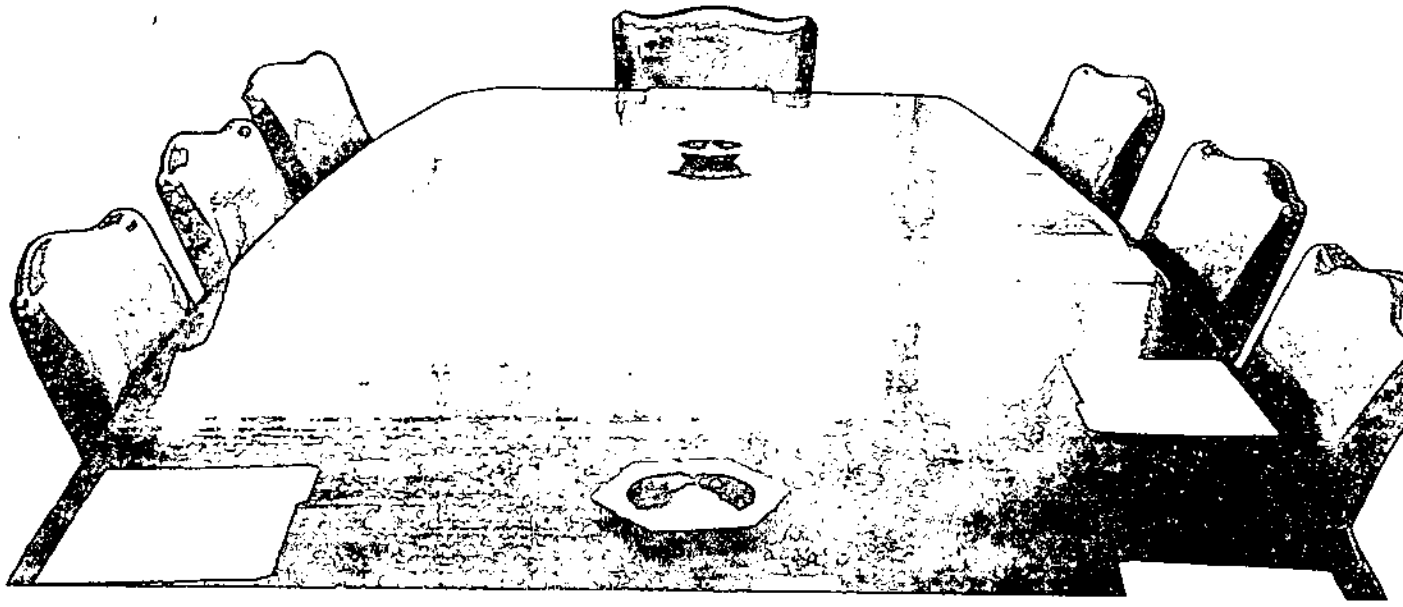
۴) ازصبح اول‌کنفرانس، اعضای هیئت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان جنب وجوش زیادی داشتند. روزسوم کنفرانس معلوم شد، دانشگاه صنعتی اصفهان نه‌تنها موافقت اصولی لازم را برای برگزاری کنفرانس آتی فیزیک دراصفهان ازمقامات گرفته‌اند، بلکه نظرموافق تعداد قابل ملاحظه‌ای ازشرکت‌کنندگان در کنفرانس رانیزکسب کرده‌اند.

سخنرانهای کنفرانس وموضوع بحث آنها

موضوع موردبحث	نام سخنران
نظری به‌کهکشانها	یوسف ثبوتی
تفکیک مغناطیسی: وسیله‌ای برای تفکیک ذرات میکروبی	داریوش رائی
نوسانات خطی خوشه‌های کروی وکهکشانهای کروی	یوسف ثبوتی
ساخت مقاومتهای لایه‌ای نیکروم	سیامک عظیمی
مطالعه فرمینیگ وخواص ناشی ازآن درفیلمهای نازک بـا عایق CaF_2	علی شیرین‌پور
پیشرفتهای اخیر درفیزیک ذرات بنیادی	حسام‌الدین ارفعی
چندنکته درباره ارتباط ریاضی وفیزیک	سیاوش شهشانی
پیشنهادگام موسیقی ایرانی به‌عنوان‌گام جهانی	مهدی برکشلی
جهان متورم	محمدرضا خواجه‌پور
جوابهای‌کالوتزا ـ کلاین برای ابرگرانش ۱۱ بعدی	فرهاد اردلان
پدیده مغناطوتنگش	جمشید عمیقیان
جوابهای مرونی	محمدعلی جعفری‌زاده
گرمای ویژه Co–Ca در دمای پایین وبررسی خاصیت Spin ـ Glass دراین ترکیب	هادی اکبرزاده
ژئولیتها	مهدی اسکویی تبریزی

کنفرانس فیزیک ایران

۱۷ تا ۲۲ شهریور



نخستین کنفرانس فیزیک ایران، بعداز انقلاب، درروزهای هفدهم تابیست ودوم شهریورماه ۱۳۶۳ به‌همت گروه تخصصی فیزیک مرکز نشر دانشگاهی، درمحل مجتمع دانشگاهی علوم اداری و بازرگانی، برگزار شد. سخنرانیهای کنفرانس به‌دو دستهٔ عمومی و تخصصی تقسیم شده‌بود.

سخنرانیهای عمومی، که بیشترصبحها ایراد شد، به‌مسایل گوناگون فیزیک درسطحی قابل استفاده برای عموم می‌پرداخت. بعدازظهرها به‌سخنرانیهای تخصصی اختصاص داده شده‌بود. علاقه‌مندان ومتخصصین شاخه‌های مختلف فیزیک می‌توانستند در سخنرانیهای مورد علاقه وتخصص خود شرکت‌کنند. دراین قسمت نیزنظرکمیتهٔ برگزارکننده‌کنفرانس براین بودکه این سخنرانیها حتماً براساس تحقیقاتی باشدکه درایران انجام‌گرفته است وسطح ونوع فعالیت وتحقیق فیزیکدانان را منعکس‌کند. این امرقبلاً به‌اطلاع سخنرانان رسیده‌بود ودرسخنرانیها به‌وضوح به‌چشم می‌خورد.

دراین کنفرانس کلاً ۴۰ سخنرانی ایراد شد. یکی ازدست‌اندرکاران سازمان انرژی اتمی نیزگزارش‌کوتاهی، ازگروههای تحقیقاتی، نحوهٔ کار، برنامه‌های پژوهشی ونیز امکاناتی‌که می‌توانند دراختیار پژوهندگان فیزیک قراردهند، ارائه داد. همچنین درروز پایانی کنفرانس رئیس سابق مرکزاتمی وانجمن فیزیک ایران شرح‌کوتاهی ازدشواریهای تأسیس وبه‌کار انداختن مرکزاتمی بیان داشت. وی مشکلات موجود درکارهای تحقیقاتی را برشمرد وراهی نیزبرای فایق‌آمدن براین مشکلات پیشنهادکرد.

درجریان ۶ روز کارکنفرانس ۵ گروه کار به‌شرح زیرتعیین شد:

۱) بررسی مسائل آموزش فیزیک در دانشگاهها.
۲) بررسی مسائل آموزش فیزیک پیش‌دانشگاهی.
۳) بررسی مسائل پژوهشی فیزیک درایران.
۴) ارتباط فیزیک باصنایع.
۵) مسائل تألیف وترجمهٔ کتابهای فیزیک

قبل‌از پایان‌کارکنفرانس هرگروه‌کار، برای‌آشنایی اعضا با یکدیگر، تنظیم برنامه وتثبیت قرارجلسات‌آتی، نخستین جلسه خودرا تشکیل دادند. گفتنی است‌که درگروه‌کاربررسی مسائل آموزش فیزیک‌پیش‌دانشگاهی بیش‌از ۳۰ نفر دبیرعضویت پیداکرده‌اند.

لزوم تجدید حیات و فعالیت انجمن فیزیک ایران محور بحث روزآخرکنفرانس بود. پیشنهاد و تصویب شدکه‌کمیتهٔ برگزارکننده، تاکنفرانس‌آتی‌که دراصفهان تشکیل خواهد شد، نمایندگان‌گروههای‌کار پنجگانه را درامر سازماندهی، هماهنگی برنامهٔ کار وتعیین محل جلسات یاری دهد. همچنین‌کارهای انجمن فیزیک ایران را پیگیری‌کند. دراین رابطه‌کلیهٔ تشریفات مربوط به‌تغییر اساسنامه وهماهنگی وتطبیق‌آن بااساسنامهٔ انجمنهای علمی را، که اخیراً در وزارت علوم وآموزش عالی تصویب شده‌است، انجام دهد. بدیهی است، تصویب اساسنامهٔ جدید وانتخاب هیئت مدیره انجمن فیزیک ایران به‌عهدهٔ کنفرانس فیزیک‌آتی است.

NMR طیف‌نگاری و کاربردهای آن ـــــ علیرضا معراجی
تکنولوژی ساخت تارهای نوری ـــــ محمدحسین حکمت شعار
لیزر وهولوگرافی ـــــ رسول صدیقی
کار برروی مواد توسط پرتولیزر ـــــ عباس بهجت ـ فریدون سلطانمرادی
طرح یك مولد طیف نوترون ـــــ منیژه رهبر
ارتباطات لیزری ـــــ حسن حسینی‌الست
سنتز یك‌نوع فریت روی منگنز برای ترانسفورماتورهای قدرت ـــــ علی بیت‌اللهی
طرح وساخت لایه‌های ضدانعکاس در اپتیك ـــــ میرجلیلی ـ مجرد ویشکایی
فن ساخت لامپ ـــــ عباس بیات
تعیین پارامترهای نوری فیلمهای نازك به‌روش اندازه‌گیری جذب‌کنندگی تراگسیل ـــــ محمدرضا بهفروز
رشد بلور تیمه رسانای هادی به‌روش تبخیر ـــــ ناصر تجبّر
انرژی خورشیدی برای ایران ـــــ جلال صمیمی
انرژی باد برای ایران ـــــ تاج‌الدین بنی‌هاشم
فیزیك کامپیوتری ـــــ محمد امینی
فیزیك درتمدن اسلامی ـــــ حسین معصومی همدانی
تاریخچه کتب درسی درایران ـــــ هوشنگ شریف‌زاده
ابر شارهٔ هلیوم ـــــ مرتضی زرگر شوشتری
ساخت لیزر سبز آبی ـــــ رسول صدیقی
طراحی وساخت سیستم رادیوگرافی با نوترون در راکتور مرکز تحقیقات ـــــ زینب طباطبایان
ساخت لیزر اتمی ـــــ رسول صدیقی
بررسی آخرین اطلاعات درباره احتمال برخورد نوترونهای سریع برای محاسبه انرژی آزاد شده در بدن توسط این ذرات ـ محمدعلی بهروز
خواص الاستیکی مغناطیسی آلیاژهای آهن ـ آلومینیم ـ تربیوم و آهن ـ آلومینیم ـــــ ناصر تجبّر

سرانجام، کنفرانس تصویب کرد سال آینده کنفرانس فیزیك ایران دراصفهان تشکیل شود.

دبیران فیزیك وابسته به‌مرکز تحقیقات نیز بیکار ننشست، درکنار دبیرخانه کنفرانس جایی برای نمایش قسمتی ازساخته‌های خود (ترازو، ترانسفورماتور، ...) دست وپاکرد.

* همین اصفهانیها ازاین تجمع بهره گرفته برای سخنرانیهای علمی داخلی خود تا دوسال سخنران پیداکردند.

۵) درهر سخنرانی ده دقیقه وقت برای پاسخ به‌سؤالات پیش‌بینی شده‌بود. بیشتر سخنرانان، علی‌رغم تذکرات ناظم جلسه این ده دقیقه رانیز به‌خود اختصاص دادند. درنتیجه اغلب پرسشها بی‌پاسخ ماند یا به‌بیرون ازجلسه محول شد. امیدواریم سخنرانان کنفرانس آتی فیزیك درتنظیم وقت دقیق باشند.

۶) گسترده تخصصی فیزیك مرکز نشر دانشگاهی دو ابتکار جالب نیز به‌کاربرده بودکه حیف است دراینجا یادی‌ازآنها نکنیم.

ـ پانزده سال است‌که بخش اطلاعات همگانی انستیتوی فیزیك امریکا مرتب اخبار فیزیك هرسال را در مجموعه‌ای منتشر می‌کند. این اخبار حاوی آخرین پیشرفتهای تحقیقاتی دراکثر شاخه‌های فیزیك است. انتشار این اخبار یکجا، علاوه برنقش اطلاع رسانی یك دیدکلی ازتحولات جهانی فیزیك را به‌دست می‌دهد؛ ونیز نشان می‌دهدکه فیزیك به‌عنوان یك‌علم پایه تاچه‌حد درعلوم دیگر وهمچنین درتکنولوژی مؤثر است.

اخبارمربوط به‌سال ۱۹۸۳/۱۳۶۲ به‌ضمیمهٔ مجلهٔ Physics today ، ژانویهٔ ۱۹۸۴، به‌چاپ رسیده است. برای اولین‌بار در ایران، مجلهٔ فیزیك همهٔ این مجموعه راترجمه و در ۷۵صفحه ودر پیوست مجلهٔ فیزیك جلد۲، شماره۲، ویژهٔ کنفرانس فیزیك‌ایران، چاپ‌کرده بودکه ازروز اول‌کنفرانس دراختیار شرکت‌کنندگان قرارگرفت.

ـ ۸جلدکتاب فیزیك باآرم «به‌مناسبت برگزاری‌کنفرانس فیزیك ایران» از۱۷ تا۲۲شهریور۱۳۶۳» چاپ وانتشار داد. فیزیك جلد اول، روشهای ریاضی درفیزیك، آشنایی بانسبیت خاص، منشأ سیارات، ... ازجمله آن‌کتابهایند. توفیق بیشتر گروه تخصصی‌فیزیك وگردانندگان مجلهٔ فیزیك را آرزومندیم.□

جمهوری اسلامی ایران

بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی اصفهان

کنفرانس فیزیک ایران

شهریور ۱۳۶۴

(آگهی اول)

بدین وسیله به اطلاع کلیه علاقمندان می رساند که کنفرانس فیزیک ایران در شهریور ماه ۱۳۶۴ در دانشگاه صنعتی اصفهان برگزار خواهد شد .

محورهای اصلی بحث عبارتند از :

۱ ـ جایگاه آموزش و پژوهش فیزیک در ایران .

۲ ـ نقش فیزیک درصنایع ، کشاورزی وپزشکی در ایران .

۳ ـ پژوهش در زمینه های مختلف فیزیک نظری و تجربی (ترجیحاً کارهای پژوهشی که در ایران انجام گرفته اند) .

از علاقمندان به ارائه مقاله دراین زمینه‌ها دعوت میشود که چکیدهٔ مقالات خودرا ، حداکثر شامل ۷۰۰ کلمه (سه صفحه) که به طور یک خط درمیان و با سه سانتی‌متر حاشیه تایپ ویا باخط خوانا نوشته شده باشد ، تاپایان اردیبهشت ماه ۱۳۶۴ به آدرس زیر ارسال دارند :

تهران ـ خیابان شهید بهشتی ـ خیابان خالد اسلامبولی (پارک سابق) ـ شماره ۸۵ ـ مرکزنشر دانشگاهی ـ گروه تخصصی فیزیک .

برای کسب اطلاع بیشتر لطفاً بابخش فیزیک دانشگاه صنعتی اصفهان (تلفن ۳۸۱۱ ـ ۰۳۲۹۱) یا با مرکز نشر دانشگاهی (تلفن ۶۲۶۰۳۱ ـ ۰۲۱) تماس بگیرید .

هیئت برگزار کننده کنفرانس

رشد

فرم اشتراک مجلات رشد تخصصی

مجلات رشد آموزش مواد درسی مدارس کشور نشریاتی است که از سوی گروههای درسی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف سازمان پژوهش وزارت آموزش و پرورش با همکاری دفتر امور کمک آموزشی، هر سه ماه یک بار— چهار شماره در سال —منتشر می‌شود. این نشریات تا پایان سال تحصیلی ٦٤—٦٣ عبارتند از:

۱— رشد آموزش ریاضی
۲— رشد آموزش زبان
۳— رشد آموزش شیمی
٤— رشد آموزش زمین‌شناسی
۵— رشد آموزش فیزیک
٦— رشد آموزش جغرافیا
۷— رشد آموزش ادب فارسی

دبیران، دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و سایر علاقه‌مندان به اشتراک این مجلات می‌توانند جهت اشتراک هر **چهار شماره** از یک مجله در سال مبلغ ٤۰۰ ریال به حساب ۹۲۹ خزانه بانک مرکزی، قابل پرداخت در کلیه شعب بانک ملی، واریز و فیش آن راهمراه با فرم تکمیل شده زیر به نشانی تهران صندوق پستی شماره ۱۵۸۷۵/۳۳۳۱ دفتر امور کمک آموزشی— مرکز توزیع— ارسال دارند.

هدف از انتشار این نشریات در وهلهٔ اول ارتقاء سطح معلومات معلمان و در مرحلهٔ بعد ایجاد ارتباط متقابل میان معلمان هر رشته و دفتر تحقیقات به منظور تبادل تجارب و مطالب جنبی و مفید درسی است.

محل فروش آزاد:

۱— کیوسکهای معتبر مطبوعات تهران
۲—تهران فروشگاه کتاب شهید موسوی واقع در اول خیابان ایرانشهر شمالی

توجه: دانشجویان مراکز تربیت معلم می‌توانند با ارائهٔ فتوکپی کارت تحصیلی از ۵۰٪ تخفیف بهره‌مند شوند.

اینجانب با ارسال فیش واریزی مبلغ ٤۰۰ ریال متقاضی اشتراک یکساله مجله رشد آموزش ( ) می‌باشم.

نشانی دقیق: استان شهرستان خیابان کوچه

پلاک تلفن