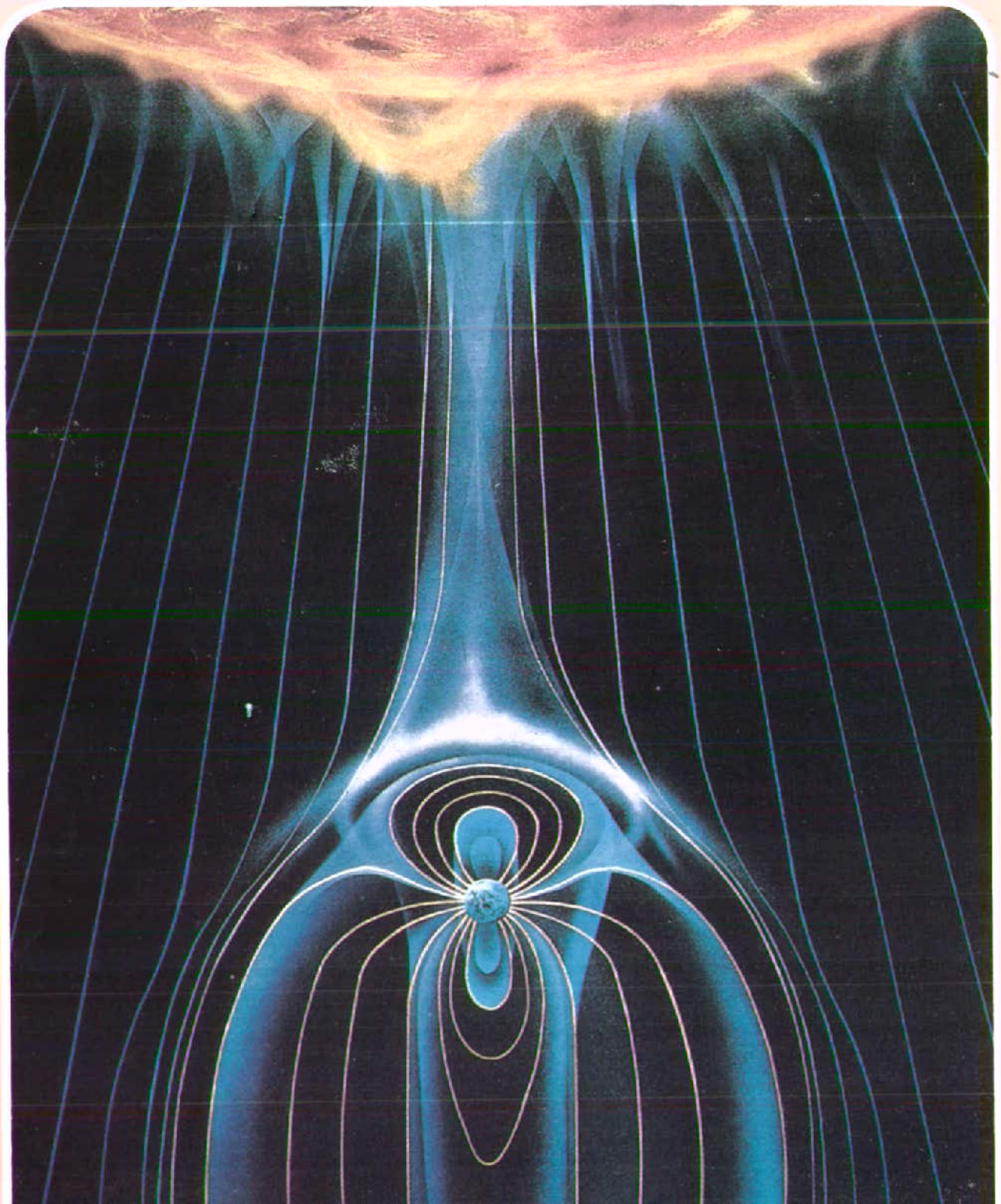
رشد آموزش فیزیک

سال هشتم - پاییز و زمستان ۱۳۷۱ - شماره مسلسل ۳۰ و ۳۱

بها ۲۰۰ ریال



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش برنامه‌ریزی آموزشی

رشد آموزش فیزیک

سال هشتم - پاییز و زمستان ۱۳۷۱ - شماره مسلسل ۳۰ و ۳۱

نشریهٔ گروه فیزیک دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی، تلفن ۴ ـ ۸۳۹۲۶۱ داخلی (۴۳)

مجله رشد آموزش فیزیک هر سه ماه یکبار به منظور اعتلای دانش دبیران و دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و سایر دانش‌پژوهان در این رشته منتشر می‌شود. جهت ارتقاء کیفی آن نظرات ارزنده خود را به صندوق پستی تهران ۳۶۳ ـ ۱۵۸۵۵ ارسال فرمائید.

سردبیر: اصغر لطفی

مدیر داخلی: محمدعلی سعادت‌بخت

مسؤول هماهنگی و تولید: فتح‌الله فروغی

امور فنی، صفحه‌آرایی و رسامی: خالد قهرمانی‌دهبکری

دستیار ناظر چاپ: محمد کشمیری

به جای پیشگفتار		۳
پلاسما	ترجمهٔ دکتر ابوالقاسم قلمسیاه	۴
سخنرانی آقای دکتر نجفی وزیر آموزش‌وپرورش درکنفرانس آموزش فیزیک در بابل		۱۸
تطوّر زبان فارسی در آموزش فیزیک	سخنرانی سیدجعفر مهرداد	۲۶
در حاشیهٔ تطوّر زبان فارسی در آموزش فیزیک	سخنرانی سیدجعفر مهرداد	۳۹
ماجراهای فاینمن	دکتر منیژه رهبر	۴۲
گفتگو با دبیر آزمایشگر آزمودهٔ فیزیک، آقای حسنعلی وحید	هیأت تحریریه	۴۶
آراستگی در سیستمهای پیچیده: جایزهٔ نوبل ۱۹۹۱ در فیزیک	ترجمهٔ دکتر عزت‌اله ارضی	۵۳
بلورهای مایع	نوشتهٔ دکتر عزت‌اله ارضی	۵۶
مجله و خوانندگان		۵۸
اخبار علمی		۶۰
سطح شیبدار روی یک سطح بدون اصطکاک	ترجمهٔ فرهنگ رفیعی	۶۴
مسائل نهمین المپیاد بین‌المللی فیزیک (سال ۱۹۷۶) بوداپست ـ مجارستان	ترجمهٔ دکتر منیژه رهبر	۶۶
سؤالات امتحانات نهایی خرداد ۱۳۷۱ ـ رشتهٔ ریاضی فیزیک و رشتهٔ تجربی		۷۰

توضیح روی جلد

بر هم کنش بین باد خورشیدی و میدان مغناطیسی زمین، یک کاوک بزرگ مغناطیسی به نام مغناطیس سپهر (مگنتوسفر) ایجاد می‌کند. ترسیمها نشان می‌دهد که چگونه مغناطیس سپهر تحت تأثیر جریان باد خورشیدی قرار می‌گیرد ـ که در چپ فشرده و در راست کشیده شده است. یک تعادل فشار بین باد خورشیدی و میدان مغناطیسی و پلاسمای داغ در مغناطیس سپهر وجود دارد. فرآیندهای فیزیکی که در این محدوده روی می‌دهد دینامیک و پیچیده است و می‌تواند در داده‌های ماهواره‌ای اختلال زیاد ایجاد کند.

به جای پیشگفتار

اولین کنفرانس آموزش فیزیک ایران ۲۳ تا ۲۵ اردیبهشت ماه ۱۳۷۱ در استان مازندران در بابل تشکیل شد. سازمانهای برگزار کنندهٔ کنفرانس عبارت بودند از: وزارت آموزش و پرورش، اداره کل آموزش و پرورش استان مازندران، انجمن فیزیک ایران.

* در کمیتهٔ علمی کنفرانس افرادی از دانشگاههای اصفهان، شهید چمران، شهید بهشتی، صنعتی شریف، تهران، آموزش و پرورش تهران و مازندران، تنظیم برنامه‌های علمی و بررسی و گزینش مقاله‌های ارائه شده را به عهده داشتند. با توجه به کوتاهی مدت انجام این امر و اولین تجربه در برگزاری کنفرانس آموزشی فیزیک، مباحث طرح شده در کنفرانس تا حد قابل قبولی مورد عنایت شرکت کنندگان قرار گرفت.

یکی از اهداف کنفرانس «ارائه مفاهیم و مطالب کتب درسی فیزیک» اعلام شده بود. براین اساس از طرف کمیتهٔ علمی از چهار تن از استادان دانشگاه برای ایراد سخنرانی در باره چهار فصل مشخص مربوط به کتاب درسی فیزیک چهارم متوسطه دعوت شد. عنوان این بخش از سخنرانیها عبارت بود از: تئوری ماکسول، نیمرساناها، فیزیک هسته‌ای و قطبی شدن نور. این سخنرانیها عموماً مورد توجه خاص دبیران شرکت کننده قرار گرفت.

بعضی مطالب جالب دیگر که در کنفرانس طرح شد عبارت بود از: دست‌آوردهای تحقیقات جدید در آموزش فیزیک، اصطکاک و بدفهمی‌های مربوط به آن، چگونه شیوه حل مسائل فیزیک را آموزش دهیم و ...

در اولین گردهماییهایی از این گونه، کم وکاستی، غیرقابل اجتناب است. امید فراوان داریم که کنفرانسهای آموزشی در آینده بربارتر برگزار گردد.

* سعی و کوشش کمیتهٔ اجرایی در برگزاری کنفرانس بسیار چشمگیر بود.

مسؤلان اجرایی در آستانهٔ تشکیل کنفرانس به لحاظ تغییر محل آن از هتل بزرگ رامسر در تنگنا بودند. تجهیز وسایل رفت و آمد و تهیه محل اقامت و پذیرایی گروه کثیر بیش از هزار نفر شرکت کننده در یک مدت کوتاه کار سنگین و پر رنجی است. بذل همت و مساعی عوامل اجرایی از بسیاری جهات قابل تقدیر و ستایش است.

تنها عشق به انجام امور فرهنگی و اجتماعی و علاقه و خصال مهمان‌نوازی می‌تواند انگیزهٔ چنین ایثارها و فداکاریها باشد.

* شرکت وزیر آموزش و پرورش در کنفرانس وبرقراری جلسه گفتگوی ایشان با شرکت کنندگان که خارج از برنامهٔ تنظیمی انجام گرفت راهگشای مشکلات گروهی از دبیران شد.

* تشکیل نمایشگاه کتابهای فیزیک در محل کنفرانس، کوششی در راه آشنایی دبیران با مطالب و تازه‌های فیزیک بود که با استقبال آنان روبرو گردید.

* اجرای برنامه‌های هنری موسیقی سنتی در شبهای برگزاری کنفرانس به وسیلهٔ آقای دکتر ناجی (استاد هنرمند فیزیک) و گروه هنرمندان همراه او، همزمان با شب ولادت ثامن الائمه(ص) رضایت خاطر عموم شرکت کنندگان را فراهم آورد.

* * *

رشد آموزش فیزیک توفیق بیشتر همهٔ کسانی را که در راه برگزاری این کنفرانس صمیمانه کوشش کرده‌اند از خداوند بزرگ مسئلت می‌نماید و لزوم تشکیل چنین گردهماییهایی را با برنامه‌های منظم‌تر و مطابق با نیاز علمی و آموزشی جامعه دبیران تأکید می‌کند.

پلاسما

نوشتهٔ هانس اوهانیان[1]
ترجمهٔ دکتر ابوالقاسم قلمسیاه

پلاسما گاز بسیار داغ و یونی شده است، گازی چنان داغ که برخوردهای حرارتی شدید، همهٔ اتمها یا بسیاری از اتمهای آنرا به یونهای مثبت و الکترونها تجزیه می‌کند. اگر حالتهای جامد و مایع و گاز را بعنوان سه حالت اولیه ماده بحساب بیاوریم، پلاسما حالت چهارم ماده است. می‌توانیم آنرا آتش خالص بنامیم زیرا شعله معمولی مرکب از قسمتی پلاسما و قسمتی گاز داغ است. بیشتر ماده در جهان هستی پلاسما است. خورشید و همهٔ ستارگان کره‌های عظیم پلاسما هستند.

- تقریباً ۹۹٪ جرم کل جهان در این کره‌های پلاسما است. فقط در سیارات، در تپ‌اخترها (پولسارها)، و در بعضی ابرهای گاز و غبار بین ستارگان مواد جامد و مایع و گاز یافت می‌شوند - این اجسام فقط جزء کوچکی از کل ماده موجود در جهان را می‌سازند. در محیط اطراف ما پلاسماهایی که بطور طبیعی بوجود آمده باشد بسیار نادر است، بطوری که تا اواخر قرن نوزدهم بعنوان حالت جداگانه ماده شناخته نمی‌شد. برق آسمان، جرقه‌های حاصل از تخلیه الکتریکی در نوکها[2] (st.Elemo fire)، شفق شمالی (Aurora borealis) و یونسپهر (یونوسفر ionosphere) پلاسما هستند - اینها فقط شکلهای طبیعی پلاسما در روی زمین هستند. ولی تکنولوژی جدید پلاسماهای زیادی راکه بطور مصنوعی تولید می‌شوند مورد استفاده قرار می‌دهد. گازهای داخلی لامپ‌های فلوئورسنت و لامپ‌های نئون موقع نورافشانی پلاسما هستند قوس نورانی جوشکاری برقی، آتش خروجی از راکت و گوی آتشین بمب هسته‌ای پلاسما است.

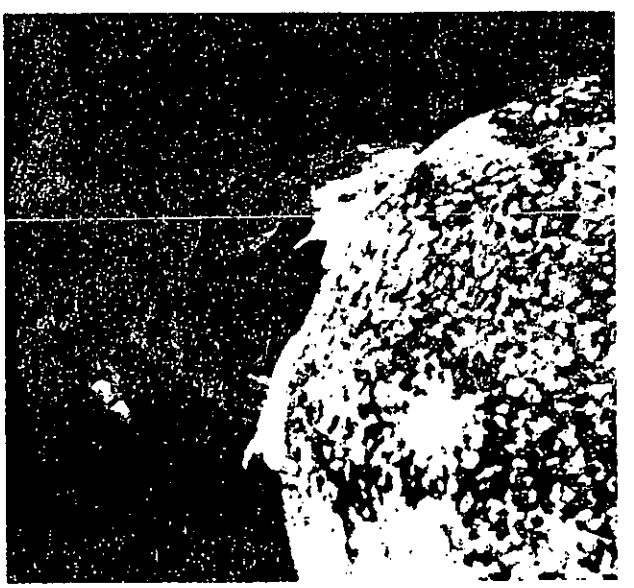
حالت چهارم ماده

پلاسما محتوی مخلوطی از یونهای مثبت، الکترونها و اتمهای خنثی است. وسعت یونی شدن بستگی به دما دارد. اگر دما پایین باشد پلاسما محتوی تعداد متنابهی اتمهای خنثی است؛ چنانچه دما بالا باشد، تقریباً همهٔ اتمها یونی شده‌اند.

گاز معمولی نیز شامل تعدادی یون و الکترون است، ولی نه آنقدر که به آن پلاسما اطلاق شود. اگر گازی را تا دمای بالا و بالاتر حرارت دهیم بتدریج آنرا به پلاسما تبدیل خواهیم کرد؛ با وجود این، تحوّل از گاز به پلاسما بطور صریح معین نشده است - تغییر ناگهانی فاز مانند تغییر فاز به هنگام ذوب یک جامد بلوری یا تبخیر یک مایع وجود ندارد. مثلاً، شعله یک شمع حدفاصل بین گاز داغ و پلاسما است؛ اگر یونها و الکترونهای بیشتری داشته باشد پلاسما خواهد بود، اگر کمتر داشته باشد گاز معمولی است. وجه تمایز قطعی میان گاز داغ معمولی و پلاسما در

خواص الکترومغناطیسی آن نهفته است. پلاسما رسانای الکتریکی است و میدانهای ماکروسکوپی الکتریکی و مغناطیسی بر رفتار آن تسلّط دارند، در صورتیکه گاز معمولی نارسانا است و به میدانهای الکتریکی و مغناطیسی به هیچ‌طریق مؤثری پاسخ نمی‌دهد. شکل ۱ یکی از زبانه‌های پلاسما در سطح خورشید را نشان می‌دهد. بدیهی است که، این زبانه شکل پیچیده‌ای دارد: به شکل طاق بالا می‌رود و پایین می‌آید زیرا اثر میدان مغناطیسی خورشید بر رفتار آن بیشتر از اثر گرانش است. در مقابل، شعلهٔ شمع شکل ساده‌ای دارد؛ آن به سبب سبکی گاز داغ به طرف بالا جریان می‌یابد. اگر شعله را بین قطبهای یک مغناطیس قرار دهیم، می‌بینیم که رفتار آن تغییر محسوسی نمی‌کند.

معیار برای پلاسما آنست که فراوانی بارهای مثبت و منفی باید چندان زیاد باشد گه هرگونه عدم توازن موضعی بین غلظتهای این بارها غیرممکن باشد. هر تجمّع اولیه [یکنوع بار]، مثلاً بار مثبت، به سرعت بارهای منفی را به سوی خود می‌کشد تا توازن بار را از نو برقرار سازد. در مقیاس کوچک، بارهای مثبت و منفی در پلاسما بطور اتّفاقی حرکت می‌کنند، ولی در مقیاس بزرگ، آنها بطور دسته‌جمعی در حرکتند - بارهای مثبت و منفی بواسطهٔ برهمکنش الکتریکی‌شان قویاً بهم پیوستگی دارند و متوافقاً حرکت می‌کنند تا از هر عدم توازن جلوگیری نمایند. بنابراین، هر چند پلاسما محتوی تعداد زیادی بارهای آزاد است از لحاظ الکتریکی خنثی است زیرا، بطور متوسط هر واحد حجم محتوی مقادیر مساوی بار مثبت و منفی است.

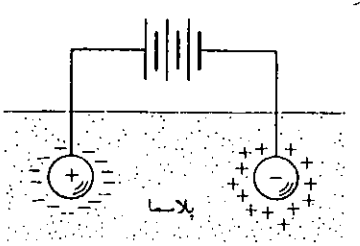


شکل ۱ – زبانه عظیم در روی خورشید که در ۲۸ آذر ۱۳۵۲ (۱۹ دسامبر ۱۹۷۳) بوسیلهٔ دوربین عکاسی فرابنفش از روی اسکای لاب عکسبرداری شده است. وسعت زبانه در روی سطح خورشید بیش از ۵۸۸۰۰۰ کیلومتر است.

ماده در حالت پلاسما نسبت به حالت‌های جامد و مایع و گاز نظم کمتری دارد. معذالک خنثی بودن الکتریکی پلاسما بطور متوسط اثری از نظم را نشان می‌دهد. اگر پلاسما را تا دمای بسیار زیاد حرارت دهیم این نظم باقیمانده هم از بین می‌رود و ماده به توده درهم و برهم کاملاً بی‌نظم ذرات منفرد تبدیل می‌شود. این کیفیّت وقتی حاصل می‌شود که حرکت حرارتی ذرات چنان پرانرژی شوند که نیروهای الکتریکی دیگر نتوانند آنها را در قید نگهدارند.

باید دانست که محفوظ ماندن یا نماندن حالت خنثائی بستگی به مقیاس فاصله دارد. در مقیاس کوچک، خنثائی همواره از بین می‌رود، در صورتیکه در مقیاس بسیار بزرگ به سختی از بین می‌رود زیرا مقادیر بسیار زیادی انرژی لازم دارد تا تعداد زیادی بارهای الکتریکی را در فاصله بزرگ جدا سازد. برای بدست آوردن قدری بصیرت درباره **آنچه که مقیاس بحرانی فاصله** را تعیین می‌کند، برهمکنش بین پلاسما و میدان الکتریکی ساکن را بررسی می‌کنیم:

می‌دانیم که در شرایط سکون (استاتیک)، یک رسانای خوب مانع از این می‌شود که میدان الکتریکی به داخل آن نفوذ کند – قدری بار الکتریکی روی سطح رسانا جمع شده و رسانا سپر میدان الکتریکی می‌شود. این کیفیت در پلاسما نیز اتفاق می‌افتد. اگر یک جفت الکترود در پلاسما داخل کنیم (شکل ۲)، بارهای منفی (الکترونها) به طرف الکترود مثبت و بارهای مثبت (یونها) به طرف الکترود منفی کشیده می‌شوند. الکترودها طوری تهیه شده‌اند که توسط لایهٔ دی‌الکتریک عایق تماس مستقیم با پلاسما نداشته باشند. الکترونها و یونها تجمّع می‌کنند و کم و



شکل ۲ – دو الکترود کروی فروبرده شده در پلاسما

بیش توزیع استاتیکی بار را در اطراف الکترودها تشکیل می‌دهند و سپر حفاظتی برای میدان الکتریکی‌شان می‌شوند. **بارهای الکتریکی به سبب حرکات بی‌نظم حرارتی نمی‌توانند دقیقاً در اطراف الکترودها ساکن بمانند؛ در واقع، ابرِ ناآرامی در مجاورت هر الکترود تشکیل می‌دهند. فقط درون ابر است که الکترود پلاسما را آشفته می‌کند؛ خارج از ابر، پلاسما به سختی وجود الکترود را احساس می‌کند. ابعاد این ابر بستگی به دما دارد** - اگر دما بالا باشد ابر به علت حرکت‌های پیش و پس اتفاقی حرارتی بارها در فواصل بزرگی پراکنده می‌شود. ضخامت این ابر فاصلهٔ حفاظ (shielding distance) یا فاصله دبای (Debay distance) نامیده می‌شود و از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$D = \sqrt{\frac{\varepsilon_0 kT}{ne^2}} \qquad (1)$$

که در آن n تعداد الکترونها در واحد حجم، T دما، k ثابت بولتزمن، e بار الکتریکی الکترون و ε_0 ضریب گذردهی است. **این فاصله معین می‌کند که میدان الکتریکی تا چه اندازه به داخل پلاسما نفوذ می‌کند و آن همچنین بمقدار انحرافهای از خنثائی داخل پلاسما را معین می‌نماید. در یک مقیاس بزرگ در مقایسه با فاصله دبای، پلاسما از لحاظ الکتریکی خنثی می‌ماند، زیرا هر تراکم بار بلافاصله در ابری از بار مخالف پوشیده می‌شود. نتیجه اینکه، یک گاز یونی شده در مقیاسی از فاصله که در مقایسه با فاصله دبای بزرگ است رفتار پلاسما را نشان می‌دهد. مثلاً گاز یونی شده درون لامپ نئون معمولی دارای چگالی الکترون حدود $10^9/cm^3$ است و این الکترونها دمایی در حدود ۲۰۰۰۰K دارند. فاصله دبای برای چنین گازی برابر است با:**

$$D = \sqrt{\frac{۸/۸۵\times10^{-12}C^2/(N.m^2)\times۱/۳۸\times10^{-23}J/K\times۲۰۰۰۰K}{10^{15}/m^3 \times (۱/۶\times10^{-19}C)^2}}$$

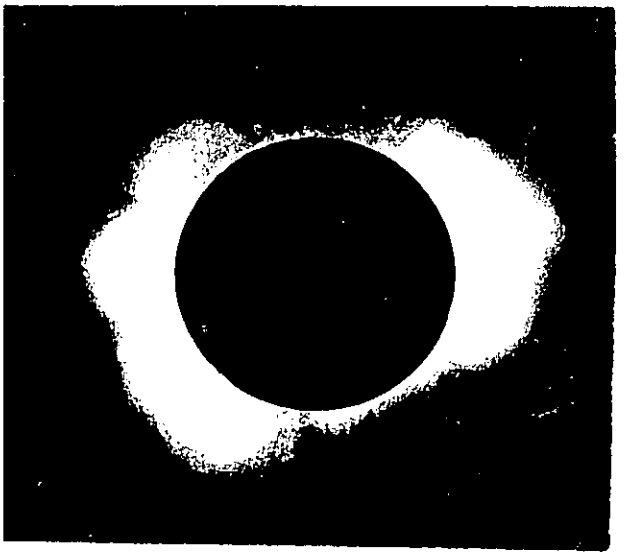
$$\approx 3\times10^{-4}m = ۰/۳mm$$

بنابراین یک گوی از این گاز رفتار پلاسما را خواهد داشت هرگاه بزرگتر از چند میلیمتر باشد. دمای الکترونها در لامپ نئون لزوماً با دمای یونها برابر نیست - دمای الکترونها در حدود ۲۰۰۰۰ K است ولی دمای یونها فقط حدود ۲۰۰۰ K است. **علت این اختلاف را می‌توان در مکانیسم انتقال انرژی از الکترونها به یونها جستجو کرد. الکترونها که هم سبک هستند و هم تحرک زیاد دارند جریان الکتریکی را از یک سر لوله نئون به سر دیگر آن می‌برند؛ یونها، که سنگین و کند (تنبل)اند محسوساً در این انتقال جریان سهمی ندارند. بنابراین الکترونها تمام انرژی را که از منابع خارج به لوله داده** می‌شود دریافت می‌کنند و دمای آنها بالا می‌رود. یونها فقط می‌توانند انرژی را غیرمستقیم در برخورد با الکترونها بدست آورند. ولی در چنین برخوردی الکترون فقط جزء بسیار کوچکی از انرژی خود را انتقال می‌دهد؛ زیرا وقتی یک ذره سبک با ذرهٔ سنگینی برخورد می‌کند، ذرهٔ سبک بدون از دست دادن انرژی [قابل توجه] به عقب برمی‌گردد. بنابراین یونها فقط مقادیر کوچکی از انرژی جنبشی را دریافت می‌کنند. **یونها هیچگاه به تعدل گرمایی با الکترونها نمی‌رسند زیرا آهنگی که با آن انرژی دریافت می‌کنند به زحمت به پای آهنگی می‌رسد که با آن در فرایندهای برخورد غیر الاستیک با جدار لوله انرژی از دست می‌دهند.** مثالهایی از پلاسما در جدول ۱ داده شده است. یادآور می‌شویم که هرچند بیشتر پلاسماها در این جدول درخشان هستند، ولی بعضی هم نیستند. علت اینست بعضی پلاسماها چنان رقیقند که مقدار نور محسوسی بیرون نمی‌دهند حتی اگر دمای آنها بسیار بالا باشد. یونسپهر زمین و تاج خورشید مثالهایی از اینگونه پلاسماهای بسیار رقیقند. فقط در کسوف کامل خورشید نورضعیفی از تاج خورشید مرئی است (شکل۳).

جدول ۱ - بعضی از پلاسماها

پلاسما	دمای الکترون	چگالی الکترون
مرکز خورشید	2×10^7 k	$10^{26}/cm^3$
سطح خورشید	5×10^3	10^{16}
تاج خورشید	10^6	10^5
آزمایشهای همجوشی هسته‌ای (توکامک)	1×10^8	10^{14}
گوی آتشین بمب اتمی	$\sim10^7$	10^{20}
باد خورشیدی	1×10^5	۵
برق ابر	3×10^4	10^{18}
نخلیه الکتریکی تابان (لوله نئون)	2×10^4	10^9
یونسپهر (یونوسفر)	$\sim2\times10^3$	10^5
شعله معمولی	2×10^3	10^8

پلاسما و میدان مغناطیسی - بسیاری از پلاسماها - چه در طبیعت و چه در آزمایشگاه در میدان مغناطیسی مستغرقند. میدانهای مغناطیسی ممکن است از منابع خارج بوجود آیند یا از جریانهایی که درون خود پلاسما جریان دارند، برخلاف میدانهای الکتریکی ساکن که درون پلاسما نمی‌توانند وجود داشته باشند میدانهای مغناطیسی ساکن می‌توانند وجود داشته



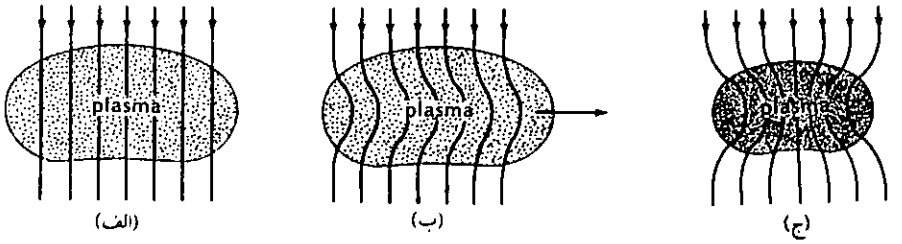
شکل ۳ – تاج خورشید مرئی در مدت کسوف کامل در ۸ ژوئن ۱۹۱۸ م. (۱۸ خرداد ۱۲۹۷ ش.)

باشند. با وجود این چنین میدانهای مغناطیسی محدودیت جدی دارند؛ **خطوط میدان مغناطیسی در پلاسما ثابت و بیحرکتند.** اگر پلاسما ایستاده باشد، خطوط میدان مغناطیسی درون پلاسما نیز ایستاده‌اند؛ اگر پلاسما جریان داشته باشد خطوط میدان هم با آن جریان می‌یابند، هر قطعه از خط میدان از حرکت عنصر حجم کوچک سیالّی که این قطعه در آن محاط شده است متابعت می‌کند. بعنوان مثال. شکل ۴ خطوط میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد که از درون یک گلوله پلاسما واقع میان دو قطب مغناطیس الکتریکی می‌گذرند و آنچه در اثر حرکت یا تراکم گلوله پلاسما برای این خطوط اتفاق می‌افتد.

بستگی اساسی خطوط میدان به پلاسما نتیجهٔ بلافصل قابلیت هدایت بالای آن است. در پلاسمای کامل (ایده‌آل) قابلیت هدایت بینهایت است و بنابراین در هر عنصر حجمی معین پلاسما، میدان الکتریکی در چهارچوب ساکن باید صفر باشد. ولی میدانیم که طبق قانون فاراده تغییرات میدان مغناطیسی سبب القای میدانهای الکتریکی می‌شود. چون میدان الکتریکی ممنوع است تغییرات در میدان مغناطیسی نیز ممنوع است. این بدان معنی است که در چارچوب ساکن هر عنصر پلاسمای معین، خطوط میدان مغناطیسی باید ثابت بمانند ـ آنها باید با عنصر پلاسما حرکت کنند. این تثبیت خطوط میدان مغناطیسی درون پلاسما را می‌توان همچون مثالی از حدّ نهائی قانون لنتس در نظر گرفت ـ هر تغییر اولّیه در میدان مغناطیسی بلافاصله جریانی القاء می‌کند که میدان مغناطیسی حاصل از آن با میدان مغناطیسی اصلی ترکیب می‌شود بطوری که میدان مغناطیسی منتجه ثابت می‌ماند. باید دانست که پلاسما نه تنها هرگونه خطوط میدان درون خود را دربند نگهمیدارد (شکل ۴) بلکه خطوط میدان خارج از خود را نیز در خارج نگهمیدارد. مثلاً اگر گلوله‌ای از پلاسما که درون آن خطوط میدان وجود ندارد به ناحیه‌ای که در آنجا خطوط میدان مغناطیسی وجود دارد نزدیک شود این خطوط میدان را تغییر شکل می‌دهد و آنها را به کنار می‌راند. (شکل ۵)

این اثر نقش مهمی در شکل گرفتن میدان مغناطیسی زمین دارد. اگر میدان مغناطیسی زمین بحال خود بود، اصولاً شکل یک میدان دو قطبی را داشت (شکل ٦). ولی این میدان دوقطبی تحت تأثیر **باد خورشیدی**، یعنی جریانی از پلاسما که از خورشید می‌وزد، قرار دارد. باد خورشیدی رویهمرفته مخلوط خنثایی از الکترونها و پروتونها است که با سرعت تقریباً ۴۰۰ km/s بطرف بیرون خورشید حرکت می‌کند.

فشار ضربه‌ای این باد بر میدان مغناطیسی زمین را در طرفی که مواجه خورشید است متراکم و در طرفی که دور از آن است دراز می‌کند (شکل ۷). ناحیه‌ای از فضا که بوسیله میدان مغناطیسی زمین اشغال شده است **مغناطسپهر** (magnetosphere) نامیده می‌شود. مغناط سپهر در اثر باد خورشیدی شکلی شبیه به شکل قطرهٔ باران کشیده شده پیدا



شکل ۴ – (الف) خطوط میدان مغناطیسیٔ در یک گلوله پلاسما (ب) اگر گلوله پلاسما را حرکت دهیم خطوط میدان را با خود می‌کشد.
(ج) اگر گلوله پلاسما را متراکم کنیم خطوط میدان را نیز متراکم می‌کند.

می‌کند که دنبالهٔ آن دست‌کم چندین صدهزار کیلومتر گسترده است.

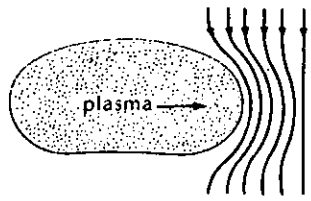
ضمناً، سرعت باد خورشیدی در کنار زمین مافوق صوت است، یعنی، بیش از سرعت امواج صوتی (امواج تراکمی) در پلاسما است. در نتیجه، حرکت فوق صوتی زمین نسبت به باد خورشیدی یک موج ضربتی در پلاسما ایجاد می‌کند، همانطور که حرکت هواپیمای مافوق صوت در هوا موج ضربتی بوجود می‌آورد (شکل ۷).

تغییر شکل خطوط مغناطیسی، مانند تغییر شکلهایی که در شکلهای ۴ و ۵ نشان داده شده‌اند، متضمن افزایش چگالی خطوط میدان در بعضی از نواحی فضا است؛ بنابراین متضمن افزایش انرژی است که در میدان مغناطیسی ذخیره می‌شود. برای اینکه میدان مغناطیسی این انرژی را از پلاسما کسب کند، این میدان باید نیرویی بر پلاسما اعمال کند، نیرویی که با تغییر شکل مخالفت می‌کند. اگر میدان مغناطیسی خیلی قوی باشد نیرویی که توسط آن با حرکت پلاسما مخالفت می‌کند ممکن است چنان بزرگ باشد که بکلی مانع حرکت پلاسما شود. بنابراین خطوط میدان مغناطیسی پلاسما را محصور می‌کنند و آنرا مانند اینکه در یک قفس است نگه می‌دارند.

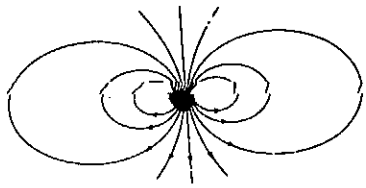
نیرویی را که میدان مغناطیسی بر پلاسما اعمال می‌کند می‌توان (تا اندازه‌ای) بعنوان فشار مغناطیسی (magnetic pressure) توصیف کرد که درون پلاسما عمل می‌کند. اگر B شدت میدان مغناطیسی باشد ثابت می‌شود که این فشار مغناطیسی اضافی، داخل پلاسما $\frac{B^2}{2\mu_0}$ است (μ_0 ضریب قابلیت نفوذ مغناطیسی یا تراوایی مغناطیسی است). فشار خالص مغناطیسی درون هر ناحیه‌ای از پلاسما مجموع فشار سینتیکی معمولی ذرات پلاسما و فشار مغناطیسی اضافی است. متذکر می‌شویم که فشار مغناطیسی از لحاظ مقدار عددی برابر چگالی انرژی میدان مغناطیسی ($U = \frac{1}{2}\frac{B^2}{\mu_0}$) است. این اتفاقی نیست زیرا فشار مغناطیسی دقیقاً از تغییرات انرژی مغناطیسی بطریق زیر حاصل می‌شود:

اگر قسمتی از حجم پلاسما را متراکم کنیم، خطوط نیروی مغناطیسی تثبیت شده در این حجم را نیز متراکم خواهیم کرد؛ این افزایش چگالی خطوط میدان متضمن افزایش انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی است. با همان استدلالی که در بالا بیان شد میدان مغناطیسی نیرویی اعمال می‌کند که با تراکم مخالفت می‌نماید و آن همین فشار است.

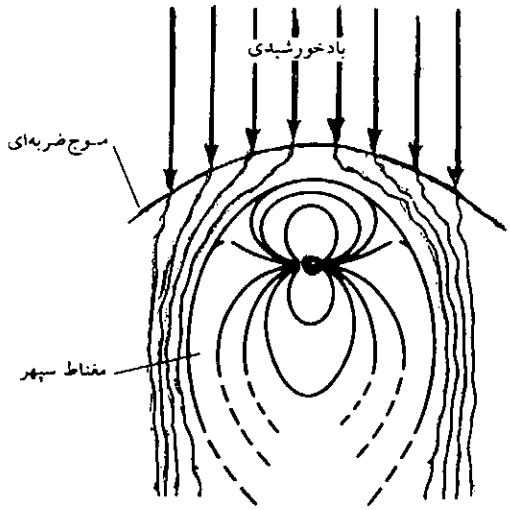
آرایش‌هائی از میدانهای مغناطیسی بدقت طراحی شده‌اند که در محصورکردن پلاسماهای بغایت داغ در آزمایشهای همجوشی گرما هسته‌ای بکار می‌روند. چنین آرایشهای میدان مغناطیسی را بطری مغناطیسی نامیده‌اند. آنها می‌توانند پلاسمای چنان داغی را نگهدارند که نگهداشتن آن بوسیلهٔ ظرف معمولی فلزی یا شیشه‌ای امکان ندارد. بعنوان مثال، شکل ۸ یک بطری مغناطیسی را نشان می‌دهد که پلاسما را بوسیله میدان مغناطیسی حاصل از یک سولنوئید محصور می‌کند. حلقه‌های سیم‌پیچ در



شکل ۵ – اگر گلوله‌ای از پلاسما را به سوی یک میدان مغناطیسی حرکت دهیم خطوط میدان را به کنار می‌راند.



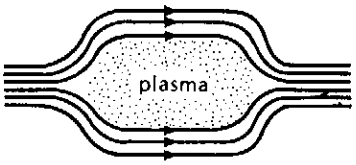
شکل ۶ – میدان مغناطیسی یک دوقطبی ایده‌آل



شکل ۷ – میدان مغناطیسی زمین در اثر فشار ضربه‌ای باد خورشیدی تغییر شکل می‌دهد. و در طرفی که مقابل خورشید است موج ضربه‌ای تشکیل می‌شود.

قسمت مرکزی بطور یکنواخت پیچیده شده‌اند، ولی در هر یک از دو سر آن یک سیم‌پیچ بسیار بزرگ، میدان مغناطیسی را شدید می‌کند و خطوط میدان را بهم نزدیک می‌نماید. می‌توانیم مفهوم محصور کردن پلاسما را برحسب فشار مغناطیسی $\frac{B^2}{2\mu_0}$ درک کنیم. این فشار در میدان مغناطیسی قوی که محیط بر پلاسما است زیاد است؛ بنابراین چنین فشاری می‌خواهد پلاسما را به داخل براند و با فشار سینتیکی که تمایل به بیرون راندن پلاسما دارد متعادل کند.

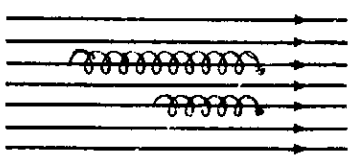
از طرف دیگر، می‌توانیم محصور کردن پلاسما را برحسب حرکات میکروسکوپی ذرات باردار در پلاسما درک کنیم. می‌دانیم یک ذره باردار در میدان مغناطیسی در مسیر مارپیچی اطراف خطوط میدان حرکت می‌کند. بنابراین، رویهمرفته، ذره در طول خطوط میدان بتدریج پیش رود



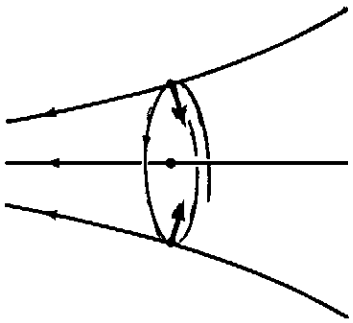
شکل ۸ – بطری مغناطیسی

(شکل ۹) ولی در یک راستای عرضی سرگردان نمی‌شود. نزدیک دو انتهای بطری، آنجا که خطوط میدان متقارب می‌شوند ذرّه انعکاس می‌یابد. شکل ۱۰ نشان می‌دهد که چگونه خطوط متقارب شده میدان یک همنهٔ نیرو بوجود می‌آورند که پیشروی ذره را در طول خطوط میدان متوقّف می‌کند و آنرا به عقب برمی‌گرداند (توجه کنید که حرکت دایره‌ای ذرّه متوقّف نمی‌شود یا تغییر جهت نمی‌دهد بلکه فقط حرکت پیش‌رونده آن متوقف می‌شود). میدان مغناطیسی که خطوط نیروی آن متقارب باشند آینه مغناطیسی نامیده می‌شود.

روش دیگر برای محصور کردن پلاسما استفاده از میدان مغناطیسی حاصل از عبور جریان از پلاسما است، یعنی در این روش از میدان مغناطیسی خود پلاسما استفاده می‌شود. شکل ۱۱ ستون استوانه‌ای شکلی از پلاسما با جریان طولی را نشان می‌دهد. میدان مغناطیسی مقدار ماکزیموم فشار خود را بر سطح پلاسما وارد می‌سازد؛ بنابراین فشار مغناطیسی بر سطح پلاسما زیاد است و پلاسما را به داخل هُل می‌دهد و با فشار سینتیک که میخواهد پلاسما را بخارج براند تعادل برقرار می‌سازد. جریانی که بکار می‌رود تا ستون بسیار داغ پلاسما را در آزمایشهای



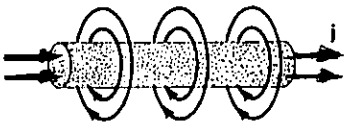
شکل ۹ – حرکت مارپیچی ذره باردار حول خطوط نیروی مغناطیسی



شکل ۱۰ – ذره باردار و خطوط میدان متقارب. نیروی مغناطیسی همنه‌ای در راستای محور مارپیچ دارد.

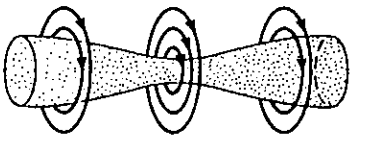
همجوشی گرما ـ هسته‌ای (thermonucfear fusion) نگهدارد ممکن است بالغ بر یک میلیون آمپر باشد. می‌توانیم محصور شدن چنین ستون پلاسمایی رابوسیله نیروی ربایش مغناطیسی بین جریانهای جزئی موازی نیز درک کنیم؛ بدیهی است این نیروی ربایش پلاسما را متراکم می‌کند و آنرا محصور نگاه می‌دارد. **تراکم پلاسما توسط نیروهای مغناطیسی خودش اثر نیشگون** (pinch effect) نامیده شده است. متأسفانه، محصور کردن پلاسما توسط بطریهای مغناطیسی کامل نیست. پلاسما تمایل دارد از دو انتها بخارج نشست کند و بدتر آنکه پلاسما با میدان مغناطیسی برهمکنش کرده و ناپایداریهای گوناگونی را بوجود می‌آورد که ترازمندی حساس بین فشار مغناطیسی و فشار سینتیکی را از بین می‌برد. شکلهای ۱۲ و ۱۳ نمونه‌هایی از این ناپایداری راکه ناپایداری تاب (kink instability) و ناپایداری سوسیس (Sausege instablity) نامیده می‌شوند در یک ستون پلاسمای نیشگونی نشان می‌دهند. علّت این ناپایداریها را می‌توان بطور کیفی با آزمودن خطوط میدان درک کرد. در شکل ۱۲ خطوط میدان در بالای تاب بهم نزدیکتر و در پائین از هم دورتر شده‌اند بنابراین فشار مغناطیسی پلاسما را به سمت پایین می‌راند و تاب ستون بیشتر می‌شود. در شکل ۱۳ خطوط میدان در گردن سوسیس متمرکز شده‌اند؛ این تمرکز گردن را می‌فشارد و قطر آنرا کمتر می‌کند.

هر دو نوع این ناپایداریها را می‌توان بوسیله ایجاد یک



شکل ۱۱ – ستون استوانه‌ای شکل پلاسما با جریان الکتریکی که از آن می‌گذرد.

شکل ۱۲ – ناپایداری تاب در ستون پلاسما



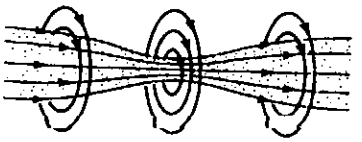
شکل ۱۳ – ناپایداری سوسیس در ستون پلاسما

میدان مغناطیسی محوری در پلاسما حذف کرد یا تقلیل داد (شکلهای ۱۴ و ۱۵). چنین میدانی را می‌توان با قراردادن پلاسما در میان یک سولنوئید یا با القاء جریان اضافی در اطراف پلاسما که بطور مؤثّر مانند یک سولنوئید عمل کند ایجاد کرد. این میدان مغناطیسی با تاب مخالفت می‌کند زیرا تغییر شکل دادن خطوط میدان مغناطیسی محوری انرژی لازم دارد. همچنین میدان مغناطیسی با فشردگی سوسیسی مخالفت می‌کند زیرا متراکم کردن خطوط میدان مغناطیسی هم انرژی لازم دارد.

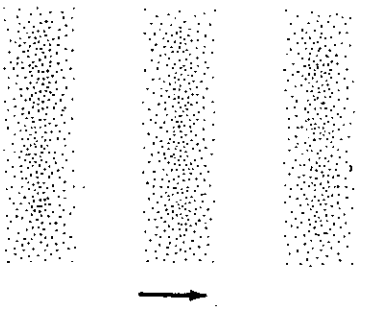
دوازده ناپایداری پیچیده‌تر بوسیله متخصصان فیزیک پلاسما شناسایی و مطالعه شده است. بسط وسائل مقابله با همه این ناپایداریها بصورت یکی از مسائل اصلی در فیزیک پلاسما باقیمانده است.

امواج درپلاسما – رفتار دینامیکی پلاسما پیچیده‌تر از رفتار دینامیکی گاز است. در گاز، فشار کاملاً حرکت ماکروسکوپی را معیّن می‌کند در صورتیکه در پلاسما نیروهای الکتریکی و مغناطیسی نقش بزرگی دارند. بعنوان مثال انتشار موج صوتی در پلاسما را موردنظر قرار می‌دهیم. این یک موج طولی است با مناطقی متناوباً متراکم شده و رقیق شده (شکل ۱۶). در گاز معمولی، نیروی برگشت دهنده در موج صوت تنها اضافه فشار

شکل ۱۴ – ستون پلاسما با میدان مغناطیسی محوری خارجی در مقابل ناپایداری تاب مقاومت می‌کند.



شکل ۱۵ – ستون پلاسما با میدان مغناطیسی محوری خارجی نیز در مقابل ناپایداری سوسیسی مقاومت می‌کند.

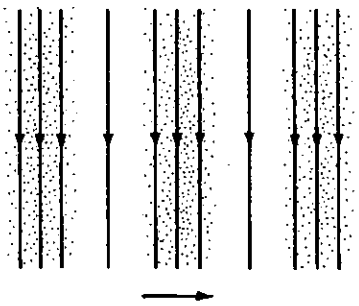


شکل ۱۶ – موج صوت در گاز یا در پلاسما

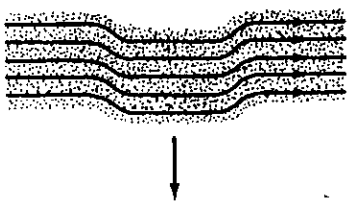
منطقه‌های متراکم شده است. در پلاسما نیروی اضافی برگشت دهنده‌ای هم وجود دارد: تمرکز بارهای الکتریکی مثبت یونهای پلاسما در منطقه‌های متراکم شده نیروی الکتریکی دافعه‌ای بوجود می‌آورند. در واقع، الکترونهای پلاسما حفاظی اطراف یونها تشکیل می‌دهند و نیروی دافعه الکتریکی آنها را خنثی می‌کنند، ولی چون الکترونها دارای حرکات حرارتی اتفاقی بزرگی هستند (که بزرگتر از این نوع حرکت یونها است) این حفاظ کامل نیست و نیروی الکتریکی دافعه‌ای باقی می‌ماند. علاوه براین، در پلاسمایی که درون میدان مغناطیسی فرو رفته است اثرهای دینامیکی پیچیده‌تری ممکن است اتفاق افتند. فرض کنیم پلاسما در یک میدان مغناطیسی اصلاً یکنواخت باشد. موج صوتی که در جهت عمود براین میدان مغناطیسی منتشر می‌شود متناوباً مناطق متراکم شده و رقیق شده‌ای بوجود می‌آورد، و چون خطوط میدان مغناطیسی به پلاسما متصلند، آنها نیز مناطق متراکم شده و رقیق شده مربوط به خود را دارند

(شکل ۱۷). تراکم خطوط نیروی مغناطیسی سبب افزایش فشار مغناطیسی می‌شود. بنابراین، نیروی برگشت دهنده که حاکم بر انتشار این موج است ناشی از ترکیبی از فشار سینتیکی و فشار مغناطیسی است. این نوع موج را موج مغناطیس - صوتی (magnetosonic wave) نامیده‌اند.

موج مغناطیس - صوتی یک موج طولی است این موج صرفاً یک موج صوتی تغییریافته بوسیلهٔ اثرهای مغناطیسی است.



شکل ۱۷ – موج صوتی در پلاسما وقتی میدان مغناطیسی وجود دارد تراکم پلاسما سبب تراکم میدان مغناطیسی نیز می‌شود.



شکل ۱۸ – تغییر مکان لایه‌ای از پلاسما سبب تغییر شکل میدان مغناطیسی می‌شود.

شگفت‌آور آنکه، پلاسمای فرورفته در میدان مغناطیسی می‌تواند موج عرضی را نیز حمل کند: پلاسمایی را در یک میدان مغناطیسی یکنواخت درنظر بگیرید. اگر به لایه‌ای از این پلاسما تغییر مکان عرضی داده شود (شکل ۱۸) خطوط میدان مغناطیسی متحمل تغییر شکل عرضی می‌شوند. بطوری که در شکل ۱۸ آشکار است این تغییر شکل منجر به افزایش چگالی خطوط میدان در لایه و بنابراین افزایش انرژی مغناطیسی می‌شود. نتیجه آنکه میدان مغناطیسی تغییرشکل یافته نیروی برگشت دهنده‌ای بر روی پلاسما اعمال می‌کند که با تغییرشکل مخالفت می‌نماید. این تغییرشکل، تحت اثر نیروی برگشت دهنده در طول خطوط میدان منتشر می‌شود. این، موج عرضی است شبیه به موج در یک تار. این موج در طول خطوط میدان مغناطیسی منتشر می‌شود درست مانند اینکه این خطوط تارهای کشیده‌ای باشند. این نوع موج را موج آلفِن[۲] (Alfuén Wave) نامیده‌اند.

انتشار امواج رادیویی در پلاسما نیز جلوه‌های پیچیده و غامضی دارد. چون پلاسما رسانای خوبی است و میدانهای الکتریکی را محافظت می‌کند انتظار داریم که سپر محافظ میدانهای الکترکی موج رادیویی باشد یعنی امواج رادیو را درست مانند یک فلز منعکس کند. این کیفیت برای امواج رادیویی کم‌بسامد درست است، ولی برای امواج رادیویی پُربسامد سپر محافظ نیست زیرا الکترونها فرصت ندارند به میدانهای الکتریکی پاسخ دهند. بنابراین امواج رادیویی پربسامد می‌توانند در پلاسما نفوذ کنند و در آن منتشر شوند. بنابراین امواج رادیویی پربسامد می‌توانند در پلاسما نفوذ کنند و در آن منتشر شوند. **بسامد می‌نیمومی که می‌تواند از پلاسما بگذرد بسامد (فرکانس) قطع** (Cutoff Frequency) نامیده می‌شود؛ مقدار این بسامد بستگی به چگالی الکترونی دارد - با جذر چگالی الکترونی افزایش می‌یابد. مثلاً یونسپهر (یونوسفر) زمین امواج رادیوئی با بسامدهای بیش از حدود ۳۰ مگاهرتز (یعنی امواج رادار و تلویزیون) را عبور می‌دهد ولی امواج با بسامد کمتر (امواج کوتاه، امواج متوسط، و امواج بلند رادیو) را منعکس می‌کند.

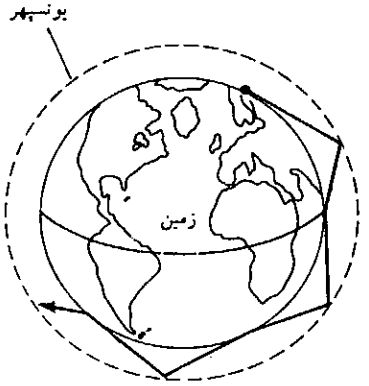
انعکاس امواج رادیویی بوسیلهٔ یونسپهر در برقراری ارتباطهای رادیویی اهمیت زیادی دارد. می‌توانیم امواج رادیویی را از یک طرف زمین به طرف دیگر آن بوسیله انعکاسهای متوالی بین یونسپهر و سطح زمین ارسال داریم (شکل ۱۹). یونسپهر در واقع از چند لایه منعکس‌کننده تشکیل شده است با ویژگیهائی که در روز و شب و همچنین با دورهٔ کلفهای خورشیدی تغییر می‌کند (شکل ۲۰). امواج رادیویی با طول موجهای مختلف توسط لایه‌های مختلف منعکس می‌شوند؛ بهمین دلیل انتخاب باند فرکانس برای ارتباط از راه دور حساس و بحرانی است. ضمناً، سکوت رادیویی که کپسول فضاپیما در بازگشت، هنگام ورود به آتمسفر دچار آن می‌شود نیز ناشی از اثر پلاسما است. اصطکاک بین کپسول فضاپیما و هوا بتدریج سپر حرارتی کپسول را مشتعل می‌کند و شعله‌ها با لایه‌ای از پلاسما کپسول را احاطه می‌کنند. این لایه امواج رادیویی را متوقف می‌نماید و مانع ارتباط می‌شود. اگر پلاسما در یک میدان مغناطیسی فرو رفته باشد، آنگاه رفتار امواج رادیویی به طریقی پیچیده بستگی به فرکانس موج، بزرگی میدان مغناطیسی، و جهت انتشار موج نسبت به جهت میدان

مغناطیسی دارد. امواج رادیویی پربسامد می‌توانند در هر جهتی منتشر شوند (اگرچه سرعت آنها بستگی به جهت دارد)، ولی امواج رادیویی کم‌بسامد در صورتی می‌توانند منتشر شوند که جهت آنها داخل محدوده‌ای از زوایای نزدیک به راستای میدان مغناطیسی باشد. بنابراین خطوط میدان مغناطیسی می‌توانند همچون هدایت‌کننده‌هایی برای امواج رادیویی عمل کنند.

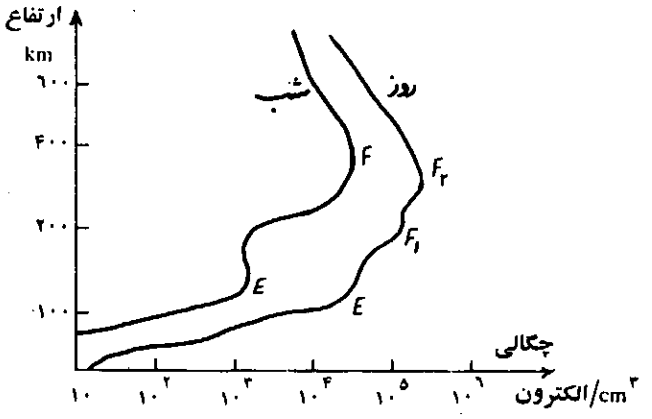
این کیفیت، پدیدهٔ غیرطبیعی صفیرها (سوت کشیدن‌ها) را سبب می‌شود که بوسیلهٔ تقویت‌کننده چندکیلو هرتزی فرکانس قابل شنوایی می‌توان آنرا گرفت؛ این صفیرها علامتهای رادیویی کم‌بسامدی هستند که از آذرخشهای برق گسیل می‌شوند. این علامتها که بوسیلهٔ خطوط میدان مغناطیسی زمین هدایت می‌شوند در پلاسمای رقیقی که کره زمین را احاطه کرده است انتشار می‌یابند و از یک نیمکره زمین به نیمکره دیگر سیر می‌کنند (شکل ۲۱) همنه‌های پُربسامد این علامتها تندتر از همنه‌های کم‌بسامد حرکت می‌کنند. نتیجه حاصل از آن درگیرنده، صدای سوت مانندی است متشکل از آهنگی با تغییر صدای تدریجی فرودی (مانند صدای حاصل از لغزش سریع انگشت بر روی کلیدها یا سیمهای آلات موسیقی) که از صوتی با ارتفاع بالا شروع و به ارتفاع پایین ختم می‌شود.

همجوشی (گداخت) گرما - هسته‌ای[۳]: خورشید گرمای خود را در اثر واکنش گرمازای همجوشی (گداخت) هسته‌ای ئیدروژن که منجر به ایجاد هلیوم می‌شود تولید می‌کند. ولی این واکنش در روی زمین برای ما منبع انرژی قابل دوامی نیست زیرا واکنشی بسیار کُند است. واکنش گرمازای همجوشی دوتریوم یا تریتیوم بیشتر عملی است. بمب ئیدروژنی، انرژی خود را از همجوشی ئیدروژن بدست نمی‌آورد بلکه در واقع، از همجوشی دوتریوم و تریتیوم کسب می‌کند. اصولاً، رآکتور همجوشی (گداخت) قدرت بمب ئیدروژنی را تحت کنترول درمی‌آورد درست به همانگونه که رآکتور شکافت توان بمب اتمی را تحت کنترول درمی‌آورد.

همجوشی (گداخت)، منبع انرژی بسیار امیدبخشی است زیرا سوخت واکنشهای همجوشی به وفور در دسترس است: دوتریوم بطور طبیعی در مولکولهای آب سنگین (HDO) یافت می‌شود (حدود ۰/۰۳ درصد آب اقیانوسها آب سنگین است). تریتیوم رادیوآکتیو است و بطور طبیعی وجود ندارد[۴]، ولی به آسانی می‌توان آنرا از راه بمباران لیتیوم با نوترونها در رآکتور هسته‌ای تولیدکرد. ذخیره موجود دوتریوم کافیست که نیازهای انرژی یک بیلیون سال ما را برآورده کند؛ ذخیره لیتیوم برای



شکل ۲۱ – مسیر موج رادیویی به دور زمین



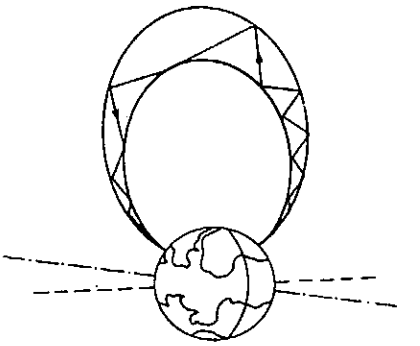
شکل ۲۰ – چگالی الکترونهای ازاد در آتمسفر بصورت تابعی از ارتفاع (در زمانی که کلفها ماکزیموم هستند). پیکها در چگالی الکترون در ارتفاعات ۱۲۰km ~ و ۳۰۰km ~ به ترتیب لایه‌های E و F را تشکیل می‌دهند.

یک میلیون سال کافی است.

مناسبترین واکنشها برای ایجاد توان همجوشی عبارتند از واکنشهای دوتریوم - دوتریوم و دوتریوم - تریتیوم که اولین واکنش در چهار مرحله بترتیب زیر صورت می‌گیرند:

$$D + D \rightarrow {}^{3}He + n$$
$$D + D \rightarrow T + p$$
$$D + T \rightarrow {}^{4}He + n$$
$$D + {}^{3}He \rightarrow {}^{4}He + p$$

$$6D \rightarrow 2\,{}^{4}He + 2p + 2n + 43/1\ MeV \quad (2)$$



شکل ۲۱ – میدان مغناطیسی زمین برای امواج رادیویی کم‌بسامد مانند یک هدایت کننده موج عمل می‌کند.

نتیجهٔ خالص، همجوشی ٦ هستهٔ دوتریوم است به دو هسته هلیوم همراه با آزادشدن دو پروتون، دو نوترون، و ۴۳/۱ مگا الکترون ولت (MeV) انرژی. متذکّر می‌شویم که انرژی آزادشده از هر همجوشی هسته دوتریوم کوچکتر از انرژی حاصل از شکافت هسته اورانیوم است ـ تقریباً ۷MeV برای همجوشی هر هسته دوتریوم در مقابل ۲۰۰MeV برای شکافت هسته اورانیوم. ولی در وزن مساوی، انرژی آزادشده در همجوشی دوتریوم چهاربرابر انرژی آزادشده از شکافت اورانیوم است. مزیت دیگر همجوشی بر شکافت اینست که محصولات واکنش در اوّلی بدون زیانند، در صورتیکه در دوّمی رادیوآکتیو هستند. تنها محصولات بالقوه خطرناک، نوترونها هستند که می‌توان آنها را بوسیله جذب‌کننده‌هائی که در اطراف ظرف رآکتور قرار می‌دهند جذب کرد.

واکنش دوتریوم ـ تریتیوم نیاز به حضور لیتیوم دارد و در دو مرحله انجام می‌شود:

$$D + T \rightarrow {}^{4}He + n$$
$$n + {}^{6}Li \rightarrow {}^{4}He + T$$

$$D + {}^{6}Li \rightarrow 2\,{}^{4}He + 22/4\ MeV \quad (3)$$

بنابراین، نتیجهٔ خالص عبارتست از همجوشی هسته‌های دوتریوم و لیتیوم که منجر به تولید هسته هلیوم می‌شود. تریتیوم فقط در مرحله واسطه‌ای از این واکنشها وجود دارد که از لیتیوم تولید می‌شود. تکنولوژی لازم برای واکنش D - T بسیار پیچیده‌تر از واکنش D - D است. اتاقک رآکتور که محتوی مخلوطی از دوتریوم و تریتیوم است باید بوسیله پوششی از لیتیوم احاطه شده باشد که در آنجانوترونها بتوانند جذب شوند و تریتیوم بتواند تولید شود. تریتیوم باید سپس از پوشش لیتیوم استخراج و داخل اتاقک رآکتور شود. باوجود این پیچیدگیها واکنش D - T امیدبخش‌تر از واکنش D - D است زیرا دمای افروزش آن تا اندازه‌ای پایین‌تر است.

واکنشهای D - D و D - T هردوفقط دردمای بسیاربالا صورت می‌گیرند. چون هسته‌ها بارمثبت دارند برروی هم نیروی دافعه کولنی اعمال می‌کنند و برای غلبه بر این نیرو باید برخورد با انرژی جنبشی بسیار زیاد آغاز شود. تنها راه ممکن برای دادن چنین انرژی لازم به هسته حرکت حرارتی است. برای رسیدن به چنین انرژی جنبشی کافی دمای بسیار بالایی لازم است (حدود ۵×۱۰^{۹} کلوین برای واکنش D - D و حدود ۱×۱۰^{۸} کلوین برای واکنش D - T). این دماها از دمای مرکز خورشید بالاترند. واکنشهای هسته‌ای در چنین دماهای بغایت زیاد «واکنش گرما – هسته‌ای» (ترمو ـ نوکلئید) نامیده می‌شوند. در این دماها اتمهای دوتریوم و تریتیوم کاملاً یونی می‌شوند و مجموعه هسته‌ها و الکترونها پلاسما تشکیل می‌دهند.

برای روشن کردن آتش هسته‌ای کافی است واکنش‌کنندگان را مخلوط کرد و سپس آنها را تا دمای بالای لازم حرارت داد. امّا اگر آتش هسته‌ای بمنظور بهره‌وری از مقداری «انرژی قابل استفاده» باشد لازم است واکنش‌کنندگان را برای مدت زمان می‌نیمومی نیز پهلوی هم نگاهداشت. بدیهی است حتی برای سربسر شدن انرژی باید مساوی آن مقدار انرژی که برای گرم کردن پلاسما می‌دهیم از آن بهره‌ور شویم.

محاسبه نشان می‌دهد که برای واکنش D - T زمان می‌نیموم لازم (برحسب ثانیه) برابر است با:

$$\tau = \frac{۲ \times ۱۰^{۱۴}}{n} \quad (۴)$$

و برای واکنش D - D، این زمان برابر است با:

$$\tau = \frac{۵ \times ۱۰^{۱۵}}{n} \quad (۵)$$

n تعداد یونها در سانتیمتر مکعب است،

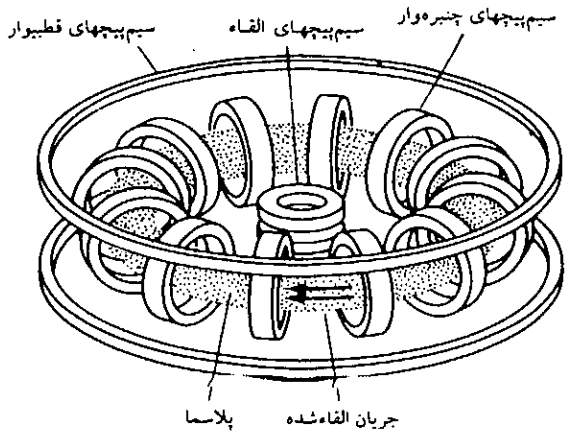
مثلاً طبق معادله (۴)، پلاسمای D - T با چگالی $۱۰^{۱۴}/cm^{۳}$ باید دست‌کم در زمان ۲ ثانیه محصور شود تا مقدار انرژی قابل استفاده‌ای بهره دهد. و این مسأله بزرگ و دشوار فیزیک پلاسما است ـ پلاسما تمایل به این دارد که فرار کند و متفرق

شود. مسأله مهم اینست که وسائلی برای محصور کردن پلاسما در زمان لازم اختراع شود تا مقادیر قابل‌توجه انرژی بدست آید.

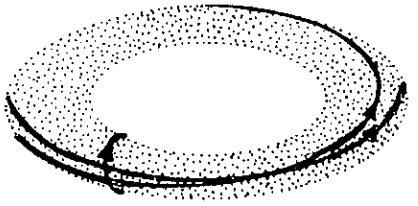
محصورکردن پلاسما - چون در رآکتور همجوشی گرما - هسته‌ای پلاسما باید بسیار داغ نگهداشته شود لازم است مانع تماس حرارتی با دیواره‌های ظرف رآکتور شویم. این کار را می‌توان با معلق نگاهداشتن پلاسما در یک میدان مغناطیسی در وسط ظرف رآکتور انجام داد. ولی میدان مغناطیسی نمی‌تواند پلاسما را کاملاً محصور کند. کمترین میزان نشت پلاسما را بوسیلهٔ عمل پخش تعیین می‌کنند که خود ناشی از حرکت حرارتی تصادفی است. نشت پلاسما در عمل از این هم بدتر است: پلاسما ناپایداریهای متنوعی را بوجود می‌آورد که آن را با آهنگی بسیار سریعتر از کمترین میزان نشت به خارج از حصار مغناطیسی می‌رانند.

پلاسماشناسان به امید غلبه کردن بر این ناپایداریها ماشینهای متنوعی با نامهای ذوقی و عجیب ساخته‌اند از جمله: استلّاراتور (Stellarator)، سیلا (Scilla)، سیلاک (Scillac)، توکامک (Tokamak)، آلکاتور (Alcator)، و غیره. تصور بر این بوده است که این ماشینها پلاسما را بوسیلهٔ میدانهای مغناطیسی پیچیده نگهدارند و آن را تا دمایی که همجوشی آغاز می‌شود گرم کنند. بعضی از این ماشینها در راه‌اندازی چند واکنش همجوشی نتیجه‌بخش بوده‌اند ولی هیچکدام مقدار توان قابل استفاده‌ای تولید نکرده‌اند از این وسائل، توکامک ابتدا در اتحاد جماهیر شوروی سابق تکامل یافت و بعد در ایالات متحده آمریکا دنبال شد و تاکنون به ثبوت رسیده که موفق‌آمیزترین است.

پلاسما در توکامک در ناحیه‌ای چنبره‌ای شکل (Toroidal)، یعنی ستون خمیده حلقوی شکل محصور می‌شود. این کیفیت از اتلاف پلاسما در دو انتهای ستون جلوگیری می‌کند، زیرا انتهایی برای ستون وجود ندارد. قسمتی از میدانهای مغناطیسی محصورکنندهٔ پلاسما بوسیلهٔ سولنوئیدهای بیرونی و قسمتی دیگر بوسیلهٔ جریان القاءشده در خود پلاسما تولید می‌شود. بنابراین هردو مکانیزم ساده پیش‌گفته شده به کار می‌افتند. شکل ۲۲ ترتیب قرارگرفتن سیم‌پیچهای مغناطیس را در نمونه‌ای از توکامک نشان می‌دهد. جریان الکتریکی در طول ستون پلاسما بوسیلهٔ تغییردادن میدان مغناطیسی حاصل از سیم‌پیچهای قطبیوار مرکزی القاء می‌شود. جریان الکتریکی که بوسیلهٔ این میدان مغناطیسی القاء می‌شود معمولاً بیش از یک‌میلیون آمپر است.



(الف)



(ب)

شکل ۲۲ - (الف): سیم‌پیچهای مغناطیس در توکامک.
(ب): میدان مغناطیسی سیم‌پیچهای چنبره‌وار در طول پلاسما قرار دارند؛ خطوط میدان بشکل دایره‌های افقی بزرگی هستند. میدان مغناطیسی حاصل از جریان القائی که از ستون پلاسما می‌گذرد این ستون را دور می‌زند؛ خطوط میدان حاصل از آن دوایر کوچک قائم هستند. میدان مغناطیسی برایند متشکل از خطوط مارپیچی است که ستون پلاسما را دور می‌زنند. (میدان مغناطیسی سیم‌پیچ قطبیوار نشان داده نشده است)

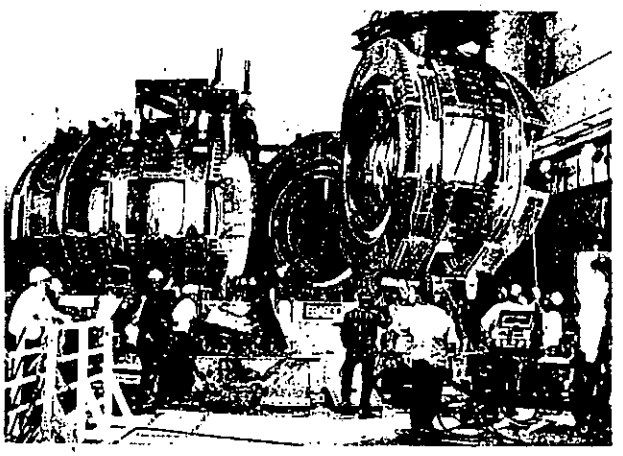
در ماشین توکامک آزمایشگاه فیزیک پلاسمای دانشگاه پرینستن (Princeton) به دمای ۷×۱۰^{۷} کلوین رسیده‌اند که چهار برابر دمای مرکز خورشید است.

چگالی پلاسما در چنبره حدود $۲\times۱۰^{۱۴}/cm^{۳}$ بود و تقریباً $\frac{۱}{۲۰}$ ثانیه محصور می‌ماند. بنابراین پلاسما نزدیک دمای اشتعال گرما ـ هسته‌ای خود بود، ولی چگالی و زمان محصور بودنش حتی به مقادیر نقطه سربه سرِ تعیین‌شده در معادلهٔ ۴ نرسیدند.

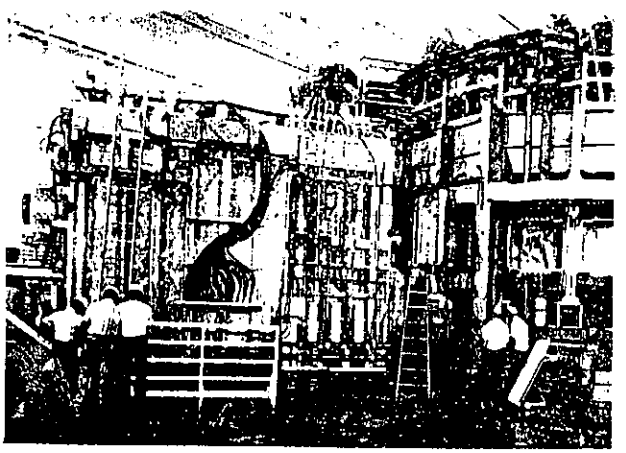
انتظار می‌رود که انواع بزرگتر این ماشین، که اکنون در حال کارند (شکل ۲۳) آنرا بهتر سازند. ضمناً، گرمایی که طبق قانون ژول از جریان القاء شده در طول پلاسمای چنبره‌وار تولید می‌شود، مقداری از گرمائی فراهم می‌سازد که برای راه‌افتادن واکنش گرما ـ هسته‌ای لازم است. در ماشین پرینستن عمل گرم‌کردن اضافی بوسیلهٔ تزریق‌کننده‌هایی که باریکه‌های پرشدتی متشکل از اتمهای خنثای بسیار سریع را در چنبره پرتاب می‌کنند تأمین می‌شود (شکل ۲۴)

ماشین امیدبخش دیگری هم اکنون در آزمایشگاه ملی لارنس‌لیورمور (Lawrence Livermore National Labratory) در دست ساختمان است.

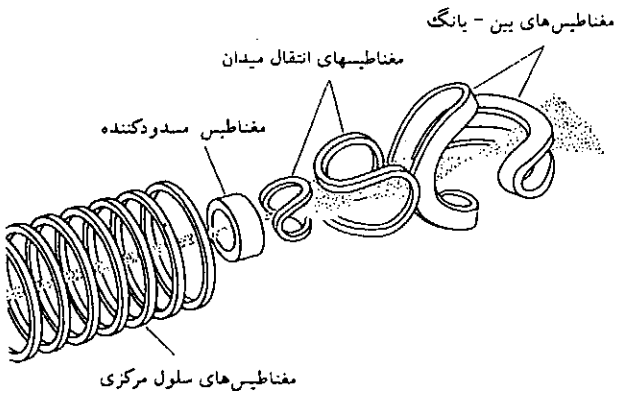
این ماشین یک سولنوئید مستقیم است که هر انتهای آن بوسیلهٔ یک آینه مغناطیسی متشکل از دو مغناطیس که پشت سر هم ردیف شده‌اند بسته می‌شود (شکل ۲۵). یکی از این مغناطیسها دارای سیم‌پیچ دایره‌ای شکل معمولی است، ولی مغناطیس دیگر دارای چند سیم‌پیچ «یین ـ یانگ» (yin - yang) بهم پیوسته است که تا اندازه‌ای شبیه به بخیه‌های روی توپ بیسبال است. الکترونها و یونهای مثبت پلاسما در میدان مغناطیسی چنین مغناطیس ردیف‌شده‌ای تا حدی از هم جدا می‌شوند این تفکیک بار سبب ایجاد یک میدان الکتریکی که به محصورکردن پلاسما کمک می‌کند. بنابراین عمل آینه‌های ردیف‌شده هم مغناطیسی است و هم الکتریکی. شکلهای ۲۶ و ۲۷ سیم‌پیچهای مغناطیس را که برای آزمایشگاه لیورمور در حال ساخت است نشان می‌دهند. هدف از ساخت رآکتور همجوشی که براساس طرح توکامک یا طرح آینه‌های ردیف‌شده پایه‌گذاری شده‌اند رسیدن به نقطه سربه‌سر تعیین شده در معادلات ۴ و ۵ بوسیله محصورکردن پلاسمایی با چگالی پایین در زمان نسبتاً طولانی است. همینکه سوخت مشتعل شود، سوخت تازه باید بصورت گرد یا گاز یا به شکل قرصهای منجمد شده از مخلوط دوتریوم ـ تریتیوم (D - T) به



شکل ۲۳ – چنبره رآکتور آزمایشی همجوشی توکامک دانشگاه پرینستن در جریان ساخت.



شکل ۲۴ – تزریق‌کننده‌های باریکهٔ اتمهای خنثی (سمت چپ) متصل به رآکتورهای توکامک پرینستون (سمت راست).

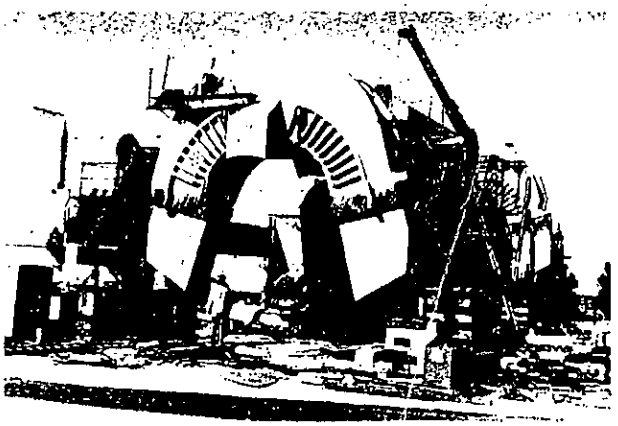


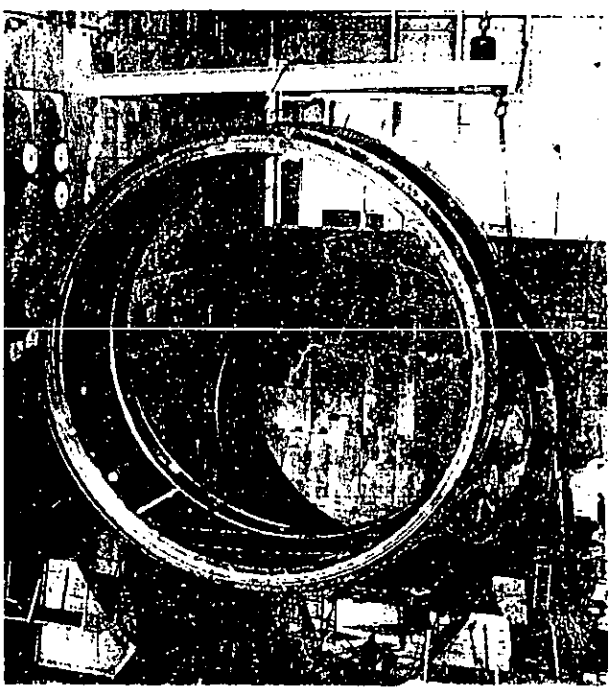
شکل ۲۵ – سیم‌پیچهای مغناطیسهای ماشین با آینه‌های ردیف‌شده.

درون اتاق رآکتور تزریق گردد. ولی در رآکتورهای همجوشی که براساس طرح «سیلا» ساخته شده‌اند هدف این است که با پلاسمای چگالتر و زمان حصر کوتاهتر به مرحلهٔ سربه‌سر (break - even point) برسند. چنین رآکتوری باید سوختش را در انفجاری که شاید 10^{-3} ثانیه طول بکشد بسوزاند و سپس خرج سوخت تازه را برای ایجاد فوری توان بعدی دریافت کند. آزادسازی ضربانی (پالسی) گرما در چنین رآکتوری قابل مقایسه با آزادسازی ضربانی گرما در یکی از استوانه‌های موتور درون‌سوز است، که در آن سوخت به‌صورت انفجارهای [پی‌درپی] می‌سوزد و توان بصورت فورانهای [پی‌درپی] ایجاد می‌شود.

بعضی از آزمایشگران بجای کوشیدن در محصورکردن پلاسما بوسیلهٔ میدانهای مغناطیسی اینک در حال بررسی امکان یک رآکتور همجوشی هستند که در آن از سوختن انفجاری کنترل‌نشده ساچمه‌های کوچک سوخت جامد استفاده شود. در چنین رآکتوری که براساس محصورکردن ماندی (لَختی) است، یک ساچمه سوخت در اتاق سوخت می‌افتد و بوسیلهٔ یک پالس نور حاصل از لیزر پرقدرت یا بوسیلهٔ پالس شدید باریکه‌ای از الکترونها یا یونهایی که از تفنگ الکترون یا یون تولید می‌شود ناگهان به بخار پلاسمای بسیار داغ و بسیار چگال تبدیل می‌گردد. این اشتعال ناگهانی، دوتریوم و تریتیوم را می‌سوزاند قبل از اینکه پلاسما مجال داشته باشد منبسط و پراکنده شود. این، حالت غائی سوختن ضربانی است؛ سوختنی است که فقط حدود 10^{-9} ثانیه طول می‌کشد. در مدت انفجار، پلاسما تا حدی بوسیلهٔ لَختی (اینرسی) خودش محصور می‌ماند -

شکل ۲۶ – سیم‌پیچهای مغناطیس (yin - yang) برای ماشین با آینه‌های پشت سرهم در دست ساخت.





شکل ۲۷ – سیم‌پیچ مغناطیس حلقوی در دست ساخت.

لایه‌های بیرونی پلاسما مستقیماً در عمل همجوشی (گداخت) شرکت ندارند، امّا لختی آنها مغزه ساچمه را در زمانی کافی بهم نگهمیدارد تا اینکه واکنشها جریان یابند. موفقیت چنین طرح گداختی بستگی به توسعهٔ لیزرهای بسیار پرقدرت و بسیار کارآمد دارد. بخشی از بازدهی رآکتور صرف انرژی‌دادن به لیزرها خواهد شد.

گرمای حاصل از رآکتور همجوشی را می‌توان مانند گرمای حاصل از رآکتور هسته‌ای معمولی (رآکتور شکافت) از قلب رآکتور انتقال داد و بمصرف تهیهٔ بخار برای چرخاندن توربینهای مولد توان مکانیکی و برقی رساند. ولی، روش ماهرانهٔ دیگری برای تولید مستقیم توان الکتریکی وجود دارد: پلاسما در اتاق سوخت «رآکتور همجوشی» مخلوطی از الکترونها و یونهای مثبت است. اگر این پلاسما جایز دانسته شود که از اتاق سوخت خارج و داخل یک میدان مغناطیسی شود بارهای مثبت و منفی از هم جدا خواهند شد. این بارهای مخالف می‌توانند روی دو دسته ورقه جمع شوند. این عمل منجر به تبدیل مستقیم انرژی پلاسما به انرژی الکتریکی می‌شود. چنین مولد پلاسمایی اصولاً از لحاظی شبیه به «مولّد ماگنتوهیدرودینامیک[۵]» است.

رآکتورهای همجوشی آینده احتمالاً ماشینهای بسیار بزرگی خواهند بود که توان بیش از ۱۰۰۰ مگاوات تولید می‌کنند. اما گذشته از مسأله محصورکردن، مسائل دیگری وجود دارند که باید قبل از آنکه بتوانیم از نیروی همجوشی بهره‌برداری کنیم حل شوند. مثلاً طراحی دیوارهای اتاق سوخت و طراحی مغناطیس‌ها نیاز به پیشرفت تکنولوژی دارند. این دیوارها در معرض تابش شار فراوان نوترونهای گسیل‌شده از واکنش همجوشی و همچنین در معرض برخورد ذرات باردار فرارکننده از پلاسما هستند. فلزاتی که در معرض تابش چنین شاری از نوترونها قرار بگیرند باد می‌کنند و شکننده می‌شوند. اکنون آلیاژهای مقاومی برای دیوارها در دست تکامل است. علاوه براین، مغناطیسهای دربرگیرنده ظرف رآکتور احتمالاً از یک ابررسانا ساخته خواهند شد؛ وگرنه مصرف توان آنها بازدارنده خواهد بود. این مغناطیسها بسیار بزرگتر از همهٔ مغناطیسهایی خواهند بود که تا این تاریخ ساخته شده‌اند و آنها باید نیروهای مغناطیسی عظیم بین جریانهای الکتریکی در سیم‌پیچهایشان را تحمل کنند.

رآکتور همجوشی هسته‌ای به مراتب تمیزتر از رآکتور شکافت هسته‌ای است که در آن پسمانهای رادیواکتیو زیاد هم تولید نمی‌شود. با وجود این، شار نوترونهای حاصل از واکنش همجوشی در دیوارهای اتاق رآکتور، در مغناطیسها، و در هرجای دیگر که جذب شود رادیواکتیویته القاء می‌کند - یعنی برخورد نوترونها هسته‌های پایدار معمولی را به هسته‌های رادیواکتیو تبدیل می‌نماید. نشت احتمالی تریتیوم از رآکتور خطر اضافی محیط زیست است. تریتیوم رادیواکتیو است و چون از لحاظ شیمیایی با ئیدروژن یکسان است به آسانی می‌تواند مخازن آب ما را آلوده سازد. اگر مسأله محصورکردن بتواند حل شود مسائل ثانویه هم بدون شک حل خواهد شد. بنابراین می‌توانیم ذخیره فراوانی از انرژی نسبتاً تمیز را انتظار داشته باشیم.

زیرنویسها:

۱ - Hans C. Ohanian

۲ - Hannes Alfućn فیزیکدان سوئدی. او بواسطه تحقیقاتش در نظریه پلاسما در ۱۹۷۰ موفق به دریافت جایزه نوبل شد.

۳ - Thermonuclear fusion

۴ - دوتریوم (D یا ^{2}H) و تریتیوم (T یا ^{3}H) دو ایزوتوپ ئیدروژن هستند.

۵ - ماگنتوهیدرودینامیک عبارتست از مطالعه دینامیک یا حرکت سیّالی از لحاظ الکتریکی رسانا، مانند گاز یا فلز مایع یونی‌شده، که با میدان مغناطیسی برهمکنش دارد. مولد ماگنتو هیدرودینامیک عبارتست از دستگاهی برای تولید توان الکتریکی که در آن انرژی جنبشی یک سیّال رسانای درحال جریان در اثر برهمکنش ماگنتو هیدرودینامیکی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

مرجع:

Ohanian Physics, Volume 2, Interlude]

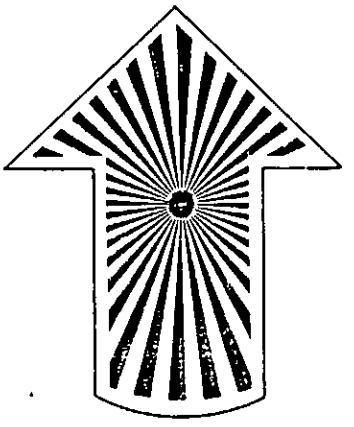
سخنرانی آقای دکتر نجفی وزیر آموزش و پرورش در کنفرانس آموزش فیزیک در بابل (اردیبهشت ۱۳۷۱)

سلام علیکم. بسم ا... الرحمن الرحیم. الحمدا... رب العالمین.

در آغاز سخن یاد و خاطره همه شهدای انقلاب اسلامی را گرامی می‌داریم و به ارواح پاک آنها درود می‌فرستیم. برای بنده جای خوشوقتی وافتخار است که در یک چنین جمع باارزشی از اساتید و دبیران محترم فیزیک از سراسر کشور و در محضر نمایندهٔ بزرگوار مقام معظم رهبری در استان مازندران، خدمت شما این توفیق را پیدا کردم تا چند دقیقه‌ای عرایضی را داشته باشم. البته بنده از حضرت آیت‌ا... روحانی خواستم که ایشان هم چند دقیقه‌ای مستفیض بفرمایند، ایشان با کمال بزرگواری فرمودند که من ترجیح می‌دهم که بیشتر استفاده بکنم و بنابراین بنده لازم می‌دانم که از طرف ایشان هم از شرکت کنندگان و برگزارکنندگان این کنفرانس تشکر بکنم و به همه خواهران و برادرانی که رنج سفر را بر خودشان هموار کرده‌اند و در این مجمع علمی شرکت کرده‌اند خیرمقدم عرض بکنم. چون آقای دکتر ثبوتی که ریاست جلسه را عهده‌دار هستند به داشتن انضباط و دیسیپلین هم در زندگی علمی و هم در زندگی شخصی خودشان معروف هستند بنده هم از اول یک مطلبی طی بکنم چون می‌ترسم اگر عرایضم یک کمی از ۴۰ دقیقه بیشتر طول بکشد ایشان قطع بکنند و آقای دکتر منصوری هم از آن پایین یادداشت بدهند که یک نانوثانیه اضافه شد! ما گرفتار بشویم! از اول عرض می‌کنم که آقای تقی‌پور تقریباً ۳ دقیقه و ۴۰ ثانیه کمتر از وقتی که داشتند صحبت کردند بنابراین آن ۳ دقیقه و ۴۰ ثانیه هم سهم ماست. البته بنده می‌خواستم یک دقیقه و ۲۵ ثانیه آقای منصوری را هم به سهم خودم اضافه بکنم که دکتر ثبوتی وقت سؤال و جواب گذاشتند.

به هر حال امیدوار هستم که خیلی وقت شما را بیشتر از آن چیزی که در نظر گرفته شده نگیرم. این کنفرانس از دو امتیاز خیلی خوب برخوردار است، اضافه بر امتیازات و مزایا و محاسنی که همهٔ کنفرانسهای علمی دارند برای ما از یک طرف همکاری بیشتر و نزدیک‌تر اساتید محترم دانشگاه با همکاران ما در وزارت آموزش و پرورش در طراحی برنامه‌ها و اجراء این کنفرانس، در نوع خودش کم نظیر است در سالهای اخیر در آموزش و پرورش و این یک امتیازی است و باعث خوشحالی و دلگرمی بنده و همه همکاران؛ و از طرف دیگر اینکه انجمن علمی خاص این رشته یعنی انجمن فیزیک ایران در برگزاری این کنفرانس مستقیماً همکاری و دخالت داشته است که باز از این جهت هم امتیازی محسوب می‌شود نسبت به برنامه‌هایی که وزارت آموزش و پرورش قبلاً در برگزاری کنفرانسها یا دوره‌های ضمن خدمت داشته است و من امیدوارم که این هر دو امتیاز به سایر برنامه‌ها، سمینارهای علمی و کنفرانسهای وزارت آموزش و پرورش هم سرایت بکند و این همکاریها روز به روز انشا ا... بیشتر و گسترده‌تر بشود. موضوع کنفرانس از اهمیت بالائی برخوردار است. همان طوری که دکتر منصوری هم اشاره کردند، آموزش علوم و تحقیق و بررسی پیرامون این آموزشها امروز نقش بسیار تعیین کننده‌ای را دارد در همه دنیا به آن توجه زیادی می‌شود و ما در جمهوری اسلامی بیش از هر زمان نیاز به این داریم که مسائل مربوط به آموزش علوم مختلف را مطرح بکنیم، بحث و بررسی و تحقیق بکنیم و به خصوص در زمینه آشنا کردن معلمان و اساتید دانشگاه‌ها با روشهای آموزش علوم تلاش بیشتری انجام بگیرد.

موضوع علم مورد بحث این کنفرانس هم که فیزیک است باز اهمیت خاص خودش را دارد. ما در جمع فیزیکدانان کشور از آموزش و پرورش و دانشگاه جرأت نمی‌کنیم که در مورد



اهمیت فیزیک و نقش تعیین کننده آن در زندگی بشری در طول تاریخ در پیشرفتهای تکنولوژی در پیشرفتهای علمی و حتی در پیشرفتهای فرهنگی صحبتی به میان بیاوریم. به هر حال در بررسی تاریخی زندگی علمی انسان روشن می‌شود که فیزیک در کنار ریاضیات همیشه جزء لاینفک بینش علمی انسان را تشکیل داده است و از همان روزهای اول زندگی علمی بشر که انسان به آسمان نگاه کرده و حرکت ستارگان و کهکشان را مورد بحث و توجه قرار داده در واقع زندگی خودش را با علم فیزیک همراه کرده است و علم امروز شاید بشود گفت بیش از هر چیز دیگری مدیون فیزیک هست در پیشبرد برنامه‌های علمی و در استفاده از دست آوردهای علمی و در توسعه تکنولوژی امروز، و به هر حال ما هم امروز در جمهوری اسلامی بطور قطع نمی‌توانیم یک بینش و جهان‌بینی علمی درست را در جامعه به وجود بیاوریم و نمی‌توانیم جوانهای خودمان را به یک بینش دقیق علمی مسلح بکنیم مگر اینکه به مسئله فیزیک توجه بیشتری بکنیم و علم فیزیک را در دانشگاه‌ها و در مدارسمان و در مراکز علمی و تحقیقاتی توسعه بیشتری بدهیم. بنابراین در قسمت اهمیت علم مورد بحث این کنفرانس بنده لازم نمی‌دانم بیش از این برای شما صحبت بکنم.

اما در مورد اهمیت آموزش فیزیک چند نکته‌ای را برای شما عرض می‌کنم که البته بسیاری از این نکات در واقع جنبه عمومی دارد در مورد بسیاری از علوم دیگر هم همین مسائل صحت دارد و مصداق پیدا می‌کند. اصولاً آموزش، عمری به درازای تاریخ بشر دارد. از همان روزی که بشر خودش را شناخته، به دیگران چیزهایی آموخته و از آنها چیزهایی را آموزش گرفته است و البته هر چی که بشریت وتاریخ بشریت به جلو حرکت کرده است سطح موضوعات آموزشی بالاتر رفته است؛ ولی به هر حال این فرایند تعلیم وتعلم با زندگی انسان عجین بوده است. از روز اول از آموزش ساده‌ترین مسائل در محیط خانواده آنچه که مادر به فرزند می‌آموزد و آموزش پیچیده‌ترین مفاهیم علمی در مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌های امروز کشور و دنیا، اینها نشان می‌دهد که همیشه آموزش همراه با بشر حرکت کرده است والبته در ابتدا حتی در محیطها و مراکز علمی به نظر می‌آمده که برای آموزش یک موضوع دانستن آن موضوع کافی است. اگر کسی به یک مفهوم و یک موضوع عالم باشد می‌تواند آموزش آن موضوع را هم به خوبی عهده‌دار باشد. در حالی که تجربیات سالهای اخیر به خصوص در قرن بیستم نشان داد که انسان برای اینکه در آموزش یک مفهوم توفیق کافی بدست بیاورد نیاز به چیزهای دیگری هم دارد. علاوه بر دانستن موضوع، خصوصیات و آگاهیهای دیگری هم لازم هست برای اینکه کسی بتواند در آموختن آن موضوع به دیگران موفق باشد. یک ریاضی‌دان برجسته که هم در ریاضی برجسته است و هم در آموزش ریاضی شاید بعضی از حضار هم اسم ایشان را شنیده باشند، البته فوت کرده‌اند در چند سال قبل، پل هالموس است. ایشان مطلب جالبی گفته است، در یکی از سخنرانیهایش مطرح می‌کند که انسان می‌تواند یک معلم خوب باشد ولی یک سخنران خوبی نباشد. بعد او می‌گوید من برای اثبات این حرف خودم

نمونه‌های زیادی دارم ولی اگر بخواهم این نمونه‌ها را برای شما ذکر بکنم بسیاری از دوستان خودم را از دست می‌دهم. چون جزو کسانی هستند که معلمان خوبی هستند ولی سخنرانان خوبی نیستند و بنابراین بدون ذکر نمونه این مطلب را یاد می‌کند که درست هم هست. ما مواجه هستیم با معلمان خوبی که الزاماً سخنرانان خوبی نیستند. بنده می‌خواهم یک مطلب روشن‌تری را در کنار گفته هالموس عرض بکنم که انسان می‌تواند عالم خوبی باشد ولی معلم خوبی نباشد. در اینجا هم باز نمونه‌ها فراوان است و همه ما در طول دوران لااقل تحصیل خودمان مواجه بوده‌ایم به خصوص در تحصیلات دانشگاهی. موارد زیادی را از اساتید خوب و صاحب علم می‌شناسیم که معلمان خوبی نبودند. موارد زیادی در بین جوانان در بین دانش‌آموزان و در دانشجویان متداول هست که می‌گویند فلانی باسواد است ولی مطلب را نمی‌تواند خوب یاد بدهد به دیگران و آموزش بدهد. این یک مطلب درستی است. بنابراین امروز ما باید مسئله آموزش یک علم را مسئله‌ای در کنار عالم بودن بر موضوعات و مفاهیم آن علم مطرح بکنیم. البته شرط آموزش درست این است که انسان به موضوع تسلط علمی کافی داشته باشد. ولی به تعبیر ریاضی‌دانان آن شرط شرط لازم است، شرط کافی نیست. تدریجاً در بحث آموزش علوم توجه به این نکته شد که معلم علاوه بر احاطه علمی به موضوع تعلیم، از لیاقتها و تواناییهای دیگری هم برخوردار باید باشد که گفتند هنر معلمی است. یک عده‌ای گفتند این مطلب مطلبی است ذاتی، بعضی‌ها این هنر را دارند و بعضی‌ها ندارند. تا مدتها حتی صاحب‌نظران و نظریه‌پردازان تعلیم و تربیت بیش از آنچه که به بقیه ابعاد معلمی و شرایط لازم برای یک معلم خوب بودن تاکید داشتند در این قسمت تاکید می‌کردند. هنر معلمی و اینکه انسان بتواند از قابلیت‌های خودش برای ارائه درست و قابل جذب و جاذب مسئله مورد نظرش استفاده بکند. اما در سالهای اخیر، حالا این اخیر که می‌گوییم مثلاً در ۵۰، ۶۰ سال اخیر، معلوم شد که عالم بودن به موضوع و هنرمند بودن برای طرح موضوع این هر دو شرط لازم هستند. ولی باز هم کافی نیستند. امروز صحبت از روشهای آموزشی در علوم مختلف است. و برای آشنایی با روشهای علمی در آموزش علوم مختلف نیاز به تخصص و تجربیات بسیار عمیقی هست امروز اصلاً یک شعبه مهم تخصص که در کنار هر علم در مورد آن تحقیق می‌شود، کتاب نوشته می‌شود، بررسی می‌شود و تحلیل می‌شود، مسئله آموزش علوم است. و یک معلم به همان میزان که باید از موضوع علم اطلاع و آگاهی داشته باشد و به همان میزان که باید از قابلیتها و تواناییهای درونی برخوردار باشد برای اینکه معلم موفقی بشود و هنری را در جوهره وجودی خودش باید جستجو بکند و به رشد و به ظهور برساند برای موفقیت در کار معلمی، بعد با روشهای آموزش موضوع و اصول آموزش آن موضوع مورد بحث هم کاملاً آشنایی داشته باشد والا نمی‌تواند معلم موفقی باشد و بنابراین اینجاست که ما می‌بینیم که مسئله بحث در مورد آموزش علوم، و حالا در بحث مورد نظر شما آموزش فیزیک، اهمیت بسیار زیادی پیدا می‌کند. و همانجور که باز در فرمایش آقای دکتر منصوری هم اشاره شد راه پیشرفت فیزیک در کشور ما، توجه به آموزش فیزیک است به خصوص در مدارس. و نه تنها در دبیرستانها بلکه از کلاس اول ابتدایی ما باید به مسئله ایجاد یک جهان‌بینی علمی همانطور که دانش‌آموز کلاس اول تدریجاً ذهنیتهایش رشد پیدا می‌کند و شکل می‌گیرد در ارتباط با مسائل مختلف، مسائل فرهنگی، مسائل دینی، تکلیف اجتماعی و غیرذلک بعد از همان موقع یک نوع جهان‌بینی علمی هم برایش تدریجاً ایجاد بشود و طراحی بشود برای اینکه بتواند به آن سمت مورد نظر هدایت بشود. بعد در مسئله آموزش علوم در بسیاری از

موارد اتفاقاً هرچه مفهوم ساده‌تر باشد از نظر علمی، آموزش آن مشکل‌تر است. یعنی اینجا مسئله تفاوت سطح علمی و سطح تعلیماتی مطرح است، که متأسفانه در کشور ما حتی در بین خیلی از صاحب‌نظران، در بین خیلی از کسانی که در آموزش و پرورش و آموزش دانشگاهی صاحب‌نظر هستند این دو موضوع با هم خلط می‌شود و در بعضی از موارد پایین بودن سطح علمی یک موضوع را با پایین بودن سطح تعلیماتی آن یکی می‌گیرند. درحالی که به هیچ عنوان یک رابطه مستقیم بین این دو وجود ندارد. در ریاضی مثلاً طرح مباحث مربوط به کسرها؛ بحث در مورد کسرها یا اعشاریها در ریاضیات از نظر سطح علمی یک بحث بسیار پیش پا افتاده‌ای است. ولی تعلیم این به دانش‌آموزان در سنین پایین یکی از پیچیدگیهای کار آموزش ریاضی در مدارس ابتدائی است[1] و در مورد آن کتابها نوشته شده است، مقالاتی نوشته شده است بحثها شده است و معلمان روشهای مختلفی را تجربه می‌کنند امروز در کشور ما و در همه دنیا، برای اینکه چگونه مفهوم کسر و اعشاری را به دانش‌آموزان به درستی انتقال بدهند. یا در فیزیک مسئله انرژی جنبشی یا بحث در مورد حرکت مستقیم الخط، اینها بحثهای پیش پا افتاده فیزیک امروز است. ولی آموزش همین

بحثهای پیش پا افتاده در سالهای اول آموزش بسیار مشکل است و اگر معلمی فکر بکند که بدون فکر کردن در مورد شیوه آموزش خودش روی این مباحث موفقیت داشته در آموزش اینها، به اعتقاد من راه اشتباه را پیموده است و ممکن است دانش‌آموز سؤالی برایش مطرح نشود. ولی به هیچ عنوان مفهوم واقعی انرژی جنبشی را یا مفهوم واقعی بحث ما در فیزیک در مورد حرکت مستقیم‌الخط را درک نکرده است بدون اینکه سؤالی در مقابل شما مطرح بکند. والا در ذهن خودش در بینش علمی و فلسفی خود ش دائم دچار مشکل هست و شاید این مشکل برای سالهای سال همراه او باقی بماند. به‌هرحال امروز ما در توفیق برنامه‌های مختلف خودمان درنظام آموزش و پرورش باید قبول بکنیم که این توفیق به میزان زیادی منوط به کار کردن در مورد آموزش علوم مختلف و روشهای آموزشی و شیوه‌های آموزشی در این مورد هست و متأسفانه ما، در این خصوص از نظر بنیه تخصصی بسیار ضعیف هستیم. ما خوشبختانه در بسیاری از علوم از نظر تخصصی در سطح نسبتاً خوبی قرار گرفته‌ایم. در همین رشته فیزیک شما می‌دانید که ما فیزیکدانان برجسته‌ای داریم، چه در داخل کشور خودمان، چه در دنیا فیزیکدانانی داریم که اسم و رسم جهانی دارند. کسانی را داریم که صاحب تئوری هستند. حالا به دلایل مختلف عده‌ای از آنان الان در خارج از کشور خدمت می‌کنند و ما امیدوار هستیم روزی جامعه علمی ما به نحوی بتواند خودش را آماده بکند که همه دانشمندان فیزیک را که در خارج داریم بتوانیم در داخل کشور داشته باشیم و یک عدهٔ بزرگتری از آن گروه اول در داخل کشور افراد صاحب نام، صاحب نظر در مسائل فیزیک، در رشته‌های مختلف، در فیزیک تئوری و در رشته‌های دیگر فیزیک که به هر حال صاحب رأی و صاحب نظر هستند و حرفشان در دنیا مورد توجه است. در ریاضیات به همین ترتیب در شیمی همینطور، در بسیاری از علوم پایه ما خوشبختانه دارای صاحب نظران خیلی خوبی هستیم و متخصصان بسیار بالا که در سطح جهانی قابل عرضه هستند. منتهی در هیچ یک از این رشته‌ها ما متخصصان زیادی را در آموزش این رشته‌ها متأسفانه نداریم. در ریاضیات من فکر می‌کنم در کل کشور ۳ نفر داشتیم که در آموزش ریاضی دکترا داشتند. که میدانم یکی از آنها حدود ۳، ۴ سال پیش که برای فرصت مطالعاتی رفت به دلایل مشکلات شخصی و خانوادگی برنگشت به ایران و شاید الان در این رشته یعنی آموزش ریاضی ما فقط دو نفر در سطح دکترا در کشور داشته باشیم.

در این یکی، دو سال اخیر شاید یک نفر یا دو نفر به این جمع اضافه شده باشند. در فیزیک من نمی‌دانم ولی فکر نمی‌کنم وضع بهتر از این باشد و در سطح دکترا افراد زیادی را داشته باشیم که در آموزش فیزیک دکترا داشته باشند. در رشته‌های دیگر هم به همین ترتیب و این در کشور ما، یک ضعف تخصصی است، در سطح فوق لیسانس هم حتی ما نداریم. متأسفانه دانشگاه‌های ما اصلاً این رشته آموزش علوم را در بخشهای مختلف علوم پایه در سطح فوق لیسانس ندارند. در لیسانس هم که معمولاً در هیچ جای دنیا نیست. من نشنیده‌ام جایی که لیسانس آموزش یک علمی را در دانشگاه دنیا داشته باشند ولی از فوق لیسانس که در همه دنیا مرسوم است و در سطح عالی در دکترا و فوق دکترا وجود دارد در دانشگاه معتبر دنیا، متأسفانه ما فاقد آن هستیم. یکی از برنامه‌هایی که ما دنبال کردیم در عرض دو سال اخیر با وزارت فرهنگ و آموزش عالی و با دانشگاه‌ها به خصوص دانشگاه تربیت معلم، ایجاد شرایطی است برای اینکه ما بتوانیم لااقل دوره‌های فوق لیسانس را در آموزش علوم شروع بکنیم. البته استاد کافی نداریم، متخصص کافی نداریم، منابع کافی در اختیار نیست ولی این مطالب را می‌شود در یک مدت کوتاهی با یک برنامه حساب شده‌ای حل کرد. ما مشکلات بسیار بزرگتر از این را در طول انقلاب و در این ۱۳، ۱۴ سال بعد از پیروزی انقلاب حل کرده‌ایم، بنابراین مادو سال هست که دنبال این قضیه هستیم الان به نتایج کم و بیش مثبتی داریم دست پیدا می‌کنیم، خوشبختانه آموزش علوم و دوره‌های فوق‌لیسانس آموزش علوم در کشور ما سابقه‌ای قبل از انقلاب دارد، منتهی به دلایل مختلف آن دوره‌ها تعطیل شد. شاید بشود گفت آن موقع با شکست مواجه شد، امروز ماآمادگی داریم که انشاا... در حدّ فوق لیسانس بتوانیم دوره‌های آموزش علوم را در دانشگاه‌های مختلف به‌خصوص دانشگاه‌های علوم تربیتی و دانشگاه تربیت معلم راه‌اندازی بکنیم و باز آمادگی داریم که عده‌ای از دبیران را در حدّ فوق لیسانس یا دکترا به خارج از کشور بفرستیم. بورس برایشان تعیین بکنیم. ما قبلاً هم به وزارت فرهنگ نوشتیم که شما قطعاً برای کسانی که متقاضی تحصیل در دوره‌های آموزش علوم هستند سهمیه بورسیه جداگانه در نظر بگیرید و اگر از نظر آن وزارتخانه هم مشکلاتی از جنبه‌های مالی و ارزی وجود دارد هزینه‌های ریالی و ارزی اعزام این افراد و تحصیل‌شان را وزارت آموزش و پرورش تأمین می‌کند. برای اینکه یک مسئله شاید بتوان گفت کلیدی در پیشبرد علم در کشور ما

محسوب می‌شود. که ما باید ابتدا متخصصین این رشته‌ها را تربیت بکنیم و از طریق این متخصصین این موضوعات را در جامعه دانشگاهی در جامعه آموزشی مطرح بکنیم و معلمان را تحت آموزش قرار بدهیم که تدریجاً با روشهای جدید آموزش علوم مختلف آشنا بشوند و همین کمبود واقعاً باعث شده که ما حتی در تدوین کتابهای درسی در رشته‌های مختلف علمی هم با مشکل مواجه بشویم. باز این یک مسئله روشنی است که هر عالم توانمند محقق درجه اولی الزاماً نمی‌تواند کتاب درسی خوبی هم بنویسد، همان بحث معلم خوب بودن است. باز برای نوشتن یک کتاب درسی خوب لازم است که مؤلف به موضوع علمی احاطه کافی داشته باشد در این هیچ بحثی نیست. ولی باز اینجا شرط لازم است، شرط کافی نیست. باید با روشهای تربیتی، شرایط شکل‌گیری ذهن دانش‌آموز در سنین مختلفی که ما برای او کتاب می‌نویسیم و روانشناسی رشد، روانشناسی یادگیری روشهای آموزش آن علم در سطوح مختلف، باید نویسنده آشنا باشد و بنابراین کتاب درسی خوب به اعتقاد بنده بیش از آنچه که مدیون شخصیت علمی نویسنده هست از نظر احاطه بر علم موردنظر، مدیون احاطه نویسنده هست بر مسائل جنبی، حالا اگر اسمش را بگذاریم مسائل مربوط به روشهای آموزش آن علم و مسائل مربوط به روانشناسی یادگیری در سنین مختلف و در دوره‌های مختلف نوجوانی و جوانی. متأسفانه می‌بینیم که ما، در تدوین کتابهای درسی از این نظر هم با مشکل مواجه هستیم. البته واقعاً کاری که در این چند سال بعد از انقلاب در تألیف و تدوین کتابهای درسی انجام شده است یک کار بزرگی است. یعنی ما اگر ضعفها را بیان می‌کنیم به معنای نادیده گرفتن خدمات و تلاشهای شبانه‌روزی *کسانی که در این عرصه بسیار بزرگ، خدمت* می‌کنند نیست. ما در حال حاضر چیزی حدود ۸۰۰ عنوان کتاب درسی در آموزش و پرورش داریم. در پایه‌های مختلف، دوره‌های مختلف و در رشته‌های مختلف دوره متوسطه و شما می‌دانید تهیه برنامه درسی برای ۸۰۰ عنوان کتاب و تألیف کتاب درسی برای ۸۰۰ عنوان کتاب چه کار سختی است و برای هر کتابی چه تعداد نویسنده، محقق، صاحب نظر لازم هست تا یک کتاب به نحو درستی نگارش پیدا بکند و به شکل مطلوبی در اختیار دانش‌آموزان و معلمان قرار بگیرد، کار بسیار مشکلی است. شما حتی همین مسئله شیوه نگارش فارسی و ادبیات فارسی در کتابهای درسی را مورد نظر قرار بدهید، برای این ۸۰۰ عنوان، اینکه ما به هر حال ممکن است یک کسی در نوشتن مطالب فیزیک تبحّر داشته باشد. ولی معلوم نیست شیوهٔ نگارش فارسی و انشاء فارسی را هم به همان اندازه با آن آشنایی داشته باشد، نیاز به غلط گیری دارد نیاز به تنظیم دارد، نیاز به ویرایش دارد. شما اگر تمام متخصصین مثلاً ویرایش متون را در کشور نگاه بکنید می‌بینید به تعداد بسیار قلیلی هستند. باز هر استاد ادبیات فارسی یا هر دبیر ادبیات فارسی الزاماً نمی‌تواند یک ویرایش‌گر خوب باشد. این کار سنگین در طول این ۱۴ سال انجام شده و چندین بار هم کتابهای درسی ما به مقتضیات زمان و بنا بر نیاز علمی، آموزشی، تربیتی، فرهنگی یا سیاسی تغییراتی در آن داده شده است. این یک کار بزرگ و سنگین بوده که واقعاً همکاران ما در وزارت آموزش و پرورش با همکاری اساتید دانشگاه در این ۱۴ سال انجام دادند ولی ضعفها خیلی زیاد است. به خاطر اینکه ما متخصص آموزش فیزیک به عنوان مثال نداریم، متخصص آموزش ریاضی نداریم یا اگر داریم خیلی کم هستند و برای نوشتن یک کتاب خوب نیاز به آن تخصصها هست. ممکن است کسانی بدون اینکه تخصص یا دوره‌های خاص دانشگاهی را داشته باشند *توانایی‌های ذاتی در نوشتن مطلب به زبانهای* مختلف داشته باشند مثلاً آیت ا... شهید مطهری از این افراد بود. در عین حال که سخت‌ترین متون فلسفی و مسائل علمی را ایشان می‌گفتند و می‌نوشتند مثل، به اصطلاح، پاورقیهایی که بر روش رئالیسم علامه طباطبایی دارند؛ این توانایی را هم داشتند که با بیان کودکان با بیان نوجوانان مطلب بنویسند این توانایی را در نوشتن کتاب داستان راستان و در جاهای مختلف در سخنرانیها طرح مطالب به اثبات رساندند ولی اینها افراد نادر تاریخ هستند. نمی‌شود انتظار داشت که هر کسی این توانایی را داشته باشد که در عین حال که از نظر علمی در قلّه رفیع علم قرار گرفته است بتواند از نظر طرح موضوع و نگارش موضوع هم به بیانهای مختلف و برای فهم خوانندگان مختلف موفق باشد. الان همین کتاب مثلاً باز در رشته شما مثال بزنیم، کتاب فیزیک هالیدی من در سال ۴۹ که وارد دانشگاه صنعتی شریف شدم این کتاب را می‌خواندیم و استفاده می‌کردیم و خیلی هم برای ما جالب بود. ظاهراً هنوز هم در متون دانشگاهی ما کتاب اول در فیزیک عمومی همین کتاب هالیدی و شاید خیلی قبل از سال ۴۹ این کتاب انتشار یافته باشد، شاید پیش از ۳۵ سال یا ۳۰ سال از عمر نگارش چاپ اول کتاب بگذرد. یک کتابی به خاطر اینکه آن روشهای درست آموزش مطلب در آن رعایت شده و نویسنده هم از احاطه کافی در موضوع مطلبی که نوشته برخوردار بوده است

می‌توانست ۳۵ سال، ۴۰ سال دانشگاه دنیا را تحت تأثیر قرار بدهد کما اینکه داده است. در ارتباط با فیزیکِ هالیدی ممکن است در سالهای اخیر کتابی بهتر از آن در دانشگاه‌های ما تدریس شده باشد، چون اطلاع ندارم عرض می‌کنم، ولی در ریاضیات در خیلی از موارد این جور است کتابهای به اصطلاح ریاضیات عمومی یک و دو کلکولس بعضی‌هایش عمر ۳۵ ساله دارد در حالی که امروز در دنیا شاید سالی نباشد که ۱۴۰، ۱۵۰ کتاب جدید در ریاضیات عمومی، کلکولس به اصطلاح حالا (فارسی آن) حساب دیفرانسیل و انتگرال ترجمه کرده‌ایم نوشته نشود. و ما با یکی از نویسندگان متبحر این مطلب در ریاضیات آقای توماس که باز کتابش در کلکولس معروف است حساب دیفرانسیل و انتگرال، سالهاست در دانشگاه‌های کشور دارد تدریس می‌شود و چاپهای مختلف به آن خورده است و با تجدید نظرهای مختلف، یک بار که صحبت می‌کردم در همان دانشگاه که برای تحصیل بعد از لیسانسم رفته بودم، اولین روزهایی بود که آنجا بودم این آقای توماس استاد آن دانشگاه است بعد وقتی من را دید مراسمی که دانشجویان خارجی بودند ایشان از من پرسید شما در چه رشته‌ای تخصص می‌خواهید بگیرید. در ریاضیات؟من گفتم مثلاً در فلان رشته. بعد من هم گفتم شما تخصصتان در ریاضیات چی است. چون نمی‌شناختم ایشان را. ایشان گفت تخصص من در کلکولس است یعنی در ریاضیات عمومی (۱). و افتخار می‌کرد در حالی که یکی از استادان برجسته، یکی از بهترین دانشگاه‌های دنیا بود، افتخار می‌کرد به اینکه کتاب برای سال اول دانشگاه نوشته است. همین کتاب معروف حساب دیفرانسیل و انتگرال و می‌گفت تخصص من این است. ما باید یک شرایطی را فراهم بکنیم که در جامعهٔ علمی ما یک چنین برخوردی بشود یعنی اگر کسی کتاب اول دبستان را در بخش علوم نوشت بعد به آن افتخار بکند و توجه به ارزش کارش داشته باشد. که این یک ارزش واقعاً ملی دارد. شما اگر بتوانید یک کتاب خوب بنویسید متأسفانه بعضیها باز همین سطح علمی و سطح تعلیماتی را وقتی با هم تفاوت آن را متوجه نیستند، کسرشأن آنها است که از نظر خودشان برای مثلاً دبستان یا دوره دبیرستان کتابی بنویسند. وقتی به آنها مراجعه می‌شود بعضی از اساتید دانشگاه که مثلاً شما اگر ممکن هست در نگارش فلان کتاب همکاری کنید، می‌گویند من می‌توانم کتاب علمی در سطح دانشگاهی بنویسم فکر می‌کنم حالا آقایان دیگری هستند مثلاً شما سراغ آنها بروید. در حالی که باز همان استاد شهید آیت ا... مطهری در مقدمه کتاب داستان راستان این بحث را خیلی خوب باز کرده‌اند. که چطور ایشان تمام کارهای علمی و تحقیقاتی خود را برای یک مدتی کنار گذاشته برای اینکه کتاب داستان راستان را بنویسد.در مقدمه من توصیه می‌کنم به خواهران و برادرانی که این کتاب را مطالعه نکرده‌اند، مقدمه جلد اول آن کتاب را بخوانند که ایشان می‌گویند دوستان من حتی به من اعتراض می‌کردند که شما این همه پتانسیل و قابلیتهای علمی بالا دارید. شما می‌توانید جامعه دانشگاهی را جامعه روحانیت را در حوزه‌های علمی پاسخگو باشید از نظر فکری و از نظر قلمی. چطور وقتتان را می‌خواهید صرف نوشتن یک کتاب داستان برای بچه‌ها یا برای کم سوادترها بکنید. ایشان می‌فرمایند این حرف شما اصلاً نشان دهنده یک بیماری اجتماعی است که ما گرفتارش هستیم. که فکر می‌کنیم هرچی مطلب پیچیده‌تر باشد مفیدتر است. در حالی که اینطور نیست. باید ببینیم نیاز جامعه چی است و امروز نیاز جامعه ما در نگارش کتابهای علمی این است که به کتابهای آموزش و پرورش بهای بیشتری داده شود و همکاری بیشتری در آن جهت بشود. و بنابراین مسئله توجه به اهمیت آموزش علوم حالا در هر رشته‌ای و به خصوص آموزش علوم در سطح دبیرستانها، دوره‌های راهنمایی و دبستانها اهمیت واقعاً زیادی دارد برای جامعه ما و من امیدوار هستم این کنفرانس همان طور که برادر عزیزمان آقای تقی‌پور اشاره کردند اولین کنفرانس از این نوع هست در کشور و در آموزش و پرورش کشور، امیدوار هستم یک مبنایی بشود برای ایجاد یک جریان مثبت در بین دبیران در بین اساتید دانشگاه برای اینکه توجه به این مطلب داشته باشند توجه به روشهای علمی در آموزش علوم و نگارش کتابها. حالا چه کتابهای درسی چه کتابهای غیردرسی، ما یکی از مشکلاتی که داریم این هست که کتاب غیر درسی علمی هم در جامعه ما خیلی کم نوشته می‌شود. به خصوص کتاب علمی برای دانش‌آموزان، برای نوجوانان، ما خیلی نیاز داریم. باز در بخش فیزیک به خاطر اینکه بعضی از مفاهیم فیزیکی با بعضی از مفاهیم اعتقادی و فرهنگی نزدیک هستند و اگر نگارنده توجه کافی نداشته باشد ممکن است بدآموزیهایی در یک کتاب مثلاً خواندنی و یک کتاب عمومی علم فیزیک پیش بیاید که حتی از دید نگارنده هم مورد غفلت قرار بگیرد. ما خیلی نیاز داریم که افراد متعهد که الان الحمدا... در دانشگاه‌ها و مدارس ما کم نیستند، توجه به این مطلب بکنند، بیشتر تلاش بکنند، بیشتر کار بکنند و انشاا... یک جامعه واقعاً علمی با بینش علمی درست و جهان‌بینی

علمی درست را که اشاره کردند ایجاد بکنیم. من دو، سه نکته هم در این ۶، ۷ دقیقه‌ای که بحث باقی هست در خصوص برنامه‌های جدیدمان در آموزش فیزیک خدمتتان عرض می‌کنم. همانطور که می‌دانید ما یکی از مهمترین کارهایی که خواهیم کرد انشاا... به حول قوت الهی و با استعانت از درگاه حضرت حق در مهر ماه امسال شروع مرحله آزمایشی تغییر نظام متوسطه هست. یکی از آرزوهای همه مسئولان آموزش و پرورش و همه معلمان و فرهنگیان بوده است در طول این ۱۴ سال بعد از انقلاب دائماً هم در موردش صحبت شده به عنوان یک شعار اصلی در آموزش و پرورش همیشه مطرح بوده است تغییر بنیادی نظام آموزش و پرورش است. کارهای زیادی هم شده بود در سالهای گذشته ولی بیشتر آن کارها در حدّ کلیات و طرح آرمانها و مفاهیم کلی متوقف می‌شد. خوشبختانه الان ما در شرایطی هستیم با تلاشهای بسیار زیادی که در این یکی دو سال اخیر به خصوص، انجام شده است در وزارت آموزش و پرورش، همکاران ما در دانشگاه‌ها و در وزارتخانه، داریم خودمان را آماده می‌کنیم برای اینکه اولین گام را برای تغییر بنیادی نظام برداریم. از متوسطه شروع کردیم که دلایل خاص خودش را دارد. فرصت من و فرصت شما اقتضا نمی‌کند آنها را خدمت شما عرض بکنم. ولی به هر حال بصورت آزمایشی امسال سال اول متوسطه چیزی حدود ۱۰ درصد دانش‌آموزان کشور تحت پوشش این طرح قرار می‌گیرند. ما واقعاً امیدوار هستیم که این طرح با قدرت و با استحکام زیادی به اجرا در بیاید در نظام آموزش و پرورش کشور ما و در همین سال اول همراه با موفقیتهایی باشد که راه را برای اجرای گسترده‌تر طرح در سالهای بعد انشاا... باز بکند. زمینه عمومی جامعه بسیار مثبت است. زمینه عمومی در بین فرهنگیان در بین دانش‌آموزان و خانواده‌های آنها بسیار مثبت است و ما البته انشاا... بعد از اینکه آخرین گزارش را به دولت دادیم در ارتباط با لزوم همکاری دستگاه‌های اجرایی دیگر با آموزش و پرورش در اجرای این طرح یک مقداری تبلیغات عمومی‌تر و طرح موضوع در رادیو و تلویزیون و بحث موضوع در میزگردهایی که از جاهای مختلف انشاا... پخش خواهد شد را برای جامعه آغاز خواهیم کرد. و یک حرکت بزرگی است من فکر می‌کنم بزرگترین طرح آموزشی است که در کشور در طول تاریخ آموزش و پرورش نوین ما یعنی در این ۷۰، ۸۰ سال اخیر به انجام می‌رسد. این کار پیچیدگیهای زیادی هم دارد و انشاا... به کمک فرهنگیان همه افرادی که دلسوز این انقلاب و دلسوز آموزش و پرورش کشور هستند این کار پیش خواهد رفت. در سال اول متوسطه در درس فیزیک ما ۴ ساعت برنامه پیش‌بینی کرده‌ایم یعنی ۴ واحد در واقع که ۳ واحد آن نظری است، یک واحد آزمایشگاهی، که حالا من در مورد بحث آزمایشگاه هم می‌خواستم مطلبی را بگویم منتهی دیگر فرصت نیست و آن را انشاا... دوستان دیگر شاید در صحبتهایشان در سئوال و جوابها و میزگردها پاسخ خواهند داد که ما این درس فیزیک را در واقع در ۳ سال اولی که دوره متوسطه جدید را تشکیل می‌دهد نسبت به آنچه که در نظام فعلیمان به اجرا گذاشته می‌شود تقویت کردیم با همان دید که نسبت به فیزیک بوده و با آن تحلیلی که نسبت به اهمیت علم فیزیک در شکل دادن جهان‌بینی علمی در جامعه و در بین دانش‌آموزان و دانشجویان داشتیم ما الان در رشته علوم انسانی فقط دو ساعت فیزیک داریم در حالی که در نظام جدیدمان انشاا... در تمام ۳ رشته نظری ما ۴ ساعت فیزیک خواهیم داشت. سال اول عمومی است برای همه دانش‌آموزان در درس فیزیک و بنابراین همه کسانی که وارد نظام متوسطه می‌شوند باید فیزیک عمومی ۱ به اصطلاح و آزمایشگاه فیزیک عمومی ۱ را در سال اول بگذرانند.

گرایش ما برای تنظیم دوره جدید توجه بیشتر به درس فیزیک بوده است و البته مسئولیت بیشتری هم بر عهده شما خواهران و برادرانی که دبیران فیزیک مدارس کشور هستید خواهد گذاشت و انشاا... امیدوار هستیم شما در آن سال اول دبیرستان بتوانید دانش‌آموز را با فیزیک آشنا و مأنوس و علاقه‌مند به فیزیک کنید اگر کسی در آن سال اول توانست دانش‌آموز را علاقه‌مند به این کار بکند و علاقه‌مند به این رشته بکند، بعد می‌شود امیدوار بود که استعدادهای خیلی خوب هم بیایند سراغ رشته ریاضی و فیزیک و بعد هم در دانشگاه‌ها در فیزیک و انشاا... در سطح دکترا و بالاتر از دکترا تحصیل بکنند و اگر این علاقه در سال اول ایجاد نشود که سال اول سال بسیار مهمی است در نظام جدید آموزش متوسطه ما، سالی است که در واقع از آنجا دانش‌آموز جهت خودش را پیدا می‌کند و یک درس اختیاری هم در همان سال اول گذاشتیم در رشته‌های مختلف که دانش‌آموز اگر احساس می‌کند علاقه خاصی به یکی از این رشته‌ها دارد بتواند آن درس اختیاری دو واحدی را انتخاب بکند. اگر دید واقعاً احساس خودشان منطبق با واقعیتها است و واقعاً به آن درس علاقه‌مند شده بعد وارد آن رشته‌ای بشود که در واقع می‌تواند دنبال بکند. بنابراین، این مسئله فیزیک دبیرستان در

برنامه‌های جدید از اهمیت زیادی برخوردار است مسئله کتابهای فیزیک سال چهارم است که یک تغییراتی انشاا... انجام خواهد شد و از اول مهر با یک تغییرات خوبی که فکر می‌کنم بهتر بکند کار آموزش این دروس را انشاا... دنبال خواهد شدمسئله کتاب‌علوم دروه‌ابتدایی است که باز اول مهر سال آینده به‌صورت آزمایشی ما کتاب علوم جدیدی را در دوره ابتدایی وارد سیستم خواهیم کرد، فکر می‌کنم برای شکل دادن دید علمی بچه‌ها در همان پایه‌های اول ابتدایی نسبت به کتاب قبلی از امتیازات خیلی خوبی برخوردار است و تدریجاً به سالهای بعدی سرایت پیدا خواهد کرد. این تغییر کتاب، برای اینکه ایجاد شوق و انگیزه علمی در بچه‌ها بشود. مسئله شرکت در المپیادهای فیزیک که شما در جریان هستید.ما امسال انشا ا... برای چهارمین بار در المپیاد بین‌المللی فیزیک، تابستان امسال شرکت خواهیم کرد و در سال گذشته هم دانش آموزان ما رتبه‌های خوب و قابل قبولی برای ما کسب کردند.آقای دکتر سپهری راد که هم معاون وزارت آموزش و پرورش هستند و هم استاد فیزیک و مسئول و سرپرست دوره‌های مربوط به المپیاد فیزیک، تلاشهای زیادی کردند که بنده در اینجا از ایشان تشکر می‌کنم و انشا ا... ما برای چهارمین بار امسال در فنلاند شرکت می‌کنیم برای المپیاد پنجم هم همانطور که خبر دارید هفته پیش روز بیستم، اولین مرحله انتخاب تیم المپیاد ما برای پنجمین دوره هم انجام شد.بنده یک اشاره کوچکی به فرمایشات آقای دکتر منصوری که برای همه ما آموزنده هم بود، بکنم که همانطور که ایشان گفتند ما کمبودهای زیادی داریم، یک فاصله بزرگ علمی بین ما و بعضی از کشورهای پیشرفته از نظر علمی در دنیا ایجاد شد.به خاطر آن بریدگی که متأسفانه در کار ما در تاریخ ما ایجاد شد با حکومت شاهان سلطه‌گر، علی‌رغم اینکه کشور ما و کشورهای اسلامی مهد فرهنگ اسلامی و فرهنگ علمی بودند در دنیا و بسیاری از مسائل علمی امروز تحت تأثیر دانشمندان اسلامی واقعاً شکل گرفت، پیشرفت کرد و جلو رفت تا جایی که حتی چندی پیش یکی از رؤسای جمهور سابق آمریکا (رئیس جمهور اسبق آمریکا) در کتابی که نوشته بود اعتراف کرده بود که ماشه رنسانس را در اروپا مسلمانان چکاندند. رنسانس غرب تحت تأثیر مسلمانان انجام شده است و او این تعبیر را به کار برده بود، حالا او نتایج خاص خودش را از این تعبیر گرفته بود، می‌خواهم عرض بکنم که علی‌رغم این فرهنگ علمی و پرافتخار ما متأسفانه یک بریدگی علمی در تاریخ کشور ما ایجاد شده است انشاا... آن را باید جبران بکنیم و این را توجه بکنیم که خوشبختانه قابلیتها و پتانسیلهای زیادی در جامعه ما در بین جوانها، نوجوانها و در بین اندیشمندان جامعه ما هست.این تعهدی که نسبت به علم و فرهنگ و پیشبرد علم و فرهنگ در کشور ما وجود دارد به ما این نوید را و این اطمینان را می‌دهد که انشاا... در یک مدت کوتاهی جبران خواهیم کرد. البته کار، کار سنگینی است، نیاز به تلاش شبانه‌روزی دارد.همان جور که ایشان هم اشاره کردند، «واقعاً نابرده رنج گنج میسر نمی‌شود.» باید رنج زیادی را جامعه علمی ما از پایین‌ترین سطوح آموزشی تا عالی‌ترین سطوح علمی و تحقیقاتی بکشد برای اینکه این جامعه را انشاا... در عرض ۱۰، ۱۲ سال آینده به آن نقطه‌ای که شأن جامعه انقلابی و اسلامی ما هست و در منزلت فرهنگی ما مورد توجه قرار گرفته انشاا... برسد.بنده در انتها باز هم تشکر می‌کنم از برادران و خواهرانی که زحمت کشیدند برای برگزاری این دوره به خصوص مدیر کل محترم آموزش و پرورش استان مازندران که واقعاً پیشگام یک حرکت علمی جدید شدند با کمک انجمن فیزیک ایران در آموزش و پرورش و قطعاً این حرکت در رشته‌های دیگر در استانهای دیگر بعدها دنبال خواهد شد. من در جریان هستم که ایشان و همکارانشان با مشکلات بسیار زیادی توانستند تنظیم بکنند برنامه‌ها را به خصوص بعد از اینکه محل اولی که قرار بود سمینار برگزار بشود با مشکلاتی مواجه شد و در یک فاصله دو هفته‌ای مجبور بودند محل جدیدی را تعیین بکنند. خوشبختانه در این مورد هم موفق شدند و انشاا... هم به خواهران و برادرانی که مهمان هستند خوش بگذرد و هم اینکه با دست پر از نظر علمی به مدارس کشور و به شهرهای خودشان برگردند و امیدوار هستیم تأثیر این کنفرانس هم برروی شما باشد هم برروی همکاران شما که از حضور در این کنفرانس محروم ماندند و هم جامعه علمی و آموزشی کشور تحت تأثیر قرار بگیرد انشاا...، تشکر می‌کنیم از آقای دکتر منصوری و آقای دکتر ثبوتی که همانطور که می‌دانید از صاحب نظران واساتید فیزیک کشورما هستند و بسیاری از آقایان دیگری که اینجا تشریف دارند بنده، حالا همه را فرصت نیست ازآنها یاد بکنم به خصوص آقای دکتر ثبوتی که اجازه دادند ما تقریباً ۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه هم بیشتر از وقت خودمان بیشتر صحبت بکنیم. صلوات.

تطوّر زبان فارسی در آموزش فیزیک

سخنرانی سید جعفر مهرداد در کنفرانس آموزش فیزیک در بابل

بسم‌الله الرحمن الرحیم

سُبحانک لا عِلمَ لنا اِلاّ ما عَلَّمتنا

از عارفی پرسیدند: در عالَم چه چیزی را زیباتر و با صفاتر یافتی؟ ــ گفت: دریا را. چرا که دریا هیچ پلیدی را به خود نمی‌پذیرد و آلوده هیچ ناپاکی نمی‌شود.

در روز ولادت ثامن الائمه، که هزاران سلام بر او باد، در ماه اردیبهشت در کنار دریا هستیم. به موهبت این روز و به مبارکی اردیبهشت که به معنی راستی و پاکی است، از خدا بخواهیم که به همه ما دلی به وسعت و همانند دریا عنایت بفرماید. انشاء الله تعالی

* * *

از اتفاق‌های نادر این است که اولین کنفرانس آموزش فیزیک در استان مازندران تشکیل شده است و اولین کتاب فیزیک فارسی در ایران با ترجمه از زبان فرانسه به وسیله یک نفر مازندرانی به نام میرزا زکی مازندرانی نوشته شده است.

این تقارن و فضل تقدم را به میزبانان گرامی و بلند همت کنفرانس، تبریک می‌گوییم.

اولین کتاب فیزیک به معنی امروز به زبان فارسی، دقیقاً شش سال پس از تأسیس دارالفنون یعنی یکصد و چهل سال پیش، در ایران چاپ و منتشر شد. درباره تطور زبان فارسی در آموزش فیزیک مطالب و نکاتِ قابل ذکر و توجه عبارت است از:

الف ــ تطوّر اصطلاحات فیزیکی (یا واژگان[1] فیزیک)

از زمان انتشار اولین کتاب فیزیک فارسی تاحدود سال ۱۳۰۰ هجری شمسی یعنی حدود هفتاد سال، برای معادل اصطلاحات فیزیکی عموماً لغات عربی و به طور نادر کلمات فارسی به کار رفته است. پس از چندین سال کوشش فراوانی به کار رفت که فارسی خالص و پیراسته از زبان بیگانه و به اصطلاح پارسی سره، جایگزین اصطلاحات فیزیکی شود.

بنا به نوشتهٔ شادروان دکتر عیسی صدیق در مقدمهٔ لغت نامهٔ دهخدا، در سال ۱۳۰۳ هـ.ش در وزارت جنگ کمیسیونی تشکیل شد و بعضی لغات را وضع کرد (مثلاً برای Avion هواپیما و برای Pilot خلبان...) و با تأسیس (انجمن وضع لغات و اصطلاحات علمی) در دارالمعلمین عالی، از سال ۱۳۱۱ تا ۱۳۱۹ حدود ۳۰۰۰/ لغت وضع شد که ۴۰۰/ واژهٔ آن توسط استادان و دبیران در کتابهای درسی وارد شد.

در سال ۱۳۱۴ هـ.ش نخستین فرهنگستان ایران با هدف حفظ زبان فارسی و وضع واژه‌ها تأسیس شد.

در کمیسیون اصطلاحات علمی آن، استادان فیزیک آقایان دکتر

محمود حسابی، دکتر کمال‌الدین جناب دکتر امانت‌الله روشن شرکت داشتند. واژه‌های نو که تا پایان ۱۳۱۹ در این فرهنگستان پذیرفته شده، در مجموعه‌ای به طور مکرر چاپ و منتشر شده است.

پس از شهریور ۱۳۲۰ که تعداد مدارس و تحصیلکرده‌ها زیادتر و ارتباط ایران با خارج بیشتر و نیاز به لغات علمی محسوس‌تر شد مترجمان بی‌رویه معین و گاه دور از مبنای صحیح و ذوق سلیم برای اصطلاحات فیزیکی، بنا به سلیقه شخصی، معادل فارسی یا عربی را جانشین کردند.

در کتابها گاه به جای یک اصطلاح در فیزیک چند واژهٔ فارسی و گاه به جای چند اصطلاح فیزیکی یک لغت فارسی دیده می‌شود.

در سال ۱۳۴۹ فرهنگستان زبان ایران دوباره بنیاد نهاده شد. پس از آن فرهنگستان زبان ایران در سال ۱۳۵۳ با عنوان فرهنگستان ادب و هنر و سپس فرهنگستان ایران در سال ۱۳۵۴ با عنوان فرهنگستان علوم ایران تأسیس شد و برابرهای فارسی پیشنهادی بسیاری از واژه‌ها را در جزوه‌های متعدد منتشر کرد.

در فروردین سال ۱۳۶۶ فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی تشکیل شد و در بهمن ۶۹ شروع به کار کرده است.

به طور خلاصه می‌توان گفت که واژه‌گزینی فارسی برای اصطلاحات فیزیکی، دوره آشفته‌ای را پشت سر گذاشته است و هم‌اکنون در آستانه انتخاب روش صحیح و حساب شده قرار دارد.

برای آشنایی با تطور واژه‌های فیزیکی در زبان فارسی به چند نمونه قابل ذکر توجه می‌کنیم.

* در صفحه ۲۰ کتاب فیزیک یا حکمت طبیعیه عبدالرحیم بن ابوطالب تبریزی چاپ شده در سال ۱۲۷۲ هـ. ش می‌خوانیم:

«... آب عبارت از دو غاز [گاز] است، یعنی مرکب از دو چیز است یکی **مولد الماء** و یکی **مولد الحُمُوضه** از اولی یک و از دویمی هشت قسمت مرکب نموده آب می‌شود...». (هشت مثقال مولدالحُمُوضه و یک مثقال مولدالماء).

ملاحظه می‌شود که مؤلف معادل هیدروژن لغت مولدالماء و برابر اکسیژن کلمه مولدالحُمُوضه را اختیار کرده است.

به زبان فارسی می‌توانیم به ترتیب آنها را آبزا و ترشیزا بنامیم. همین مؤلف در کتاب احمد یا سفینه طالبی چاپ شده در سال ۱۲۶۸ هـ. ش به جای جسم لغت جسد و به جای شیمیایی کلمه کیمیایی و برابر انرژی واژه فیض را قرار داده است.

* در فیزیک جدید تألیف ابوالقاسم فیوضات چاپ تبریز ۱۳۰۰ هـ. ش معادل لغت اتر، واژه شفاف تام، برابر طیف جذبی، طیف امتصاصی، به جای طیف پیوسته طیف متمادی و برای نوارهای تاریک، شریطهای مُظلم به کار رفته است. (شریط در عربی رسنی است که از برگ یا پوست و امثال آن بافته شود.)

* در کتاب فیزیک برای سال ششم مدارس متوسطه، تألیف احمد آرام معلم علوم فیزیک و ریاضی، چاپ سنگی شیراز، مهرماه ۱۳۱۲ برای اصطلاحات فیزیکی فرانسوی معادلهایی به کار رفته است. تعدادی از آنها با برابرهایی که هم‌اکنون متداول است در جدول زیر دیده می‌شود.

Dynamique	علة القوی	نیروشناسی
Mouvement accéleré	حرکت مسرعه	حرکت تند شونده
Mouvement retardé	حرکت مبطئه	حرکت کند شونده
plane incline	سطح مورب	سطح شیبدار
Force	قوه	نیرو
Densité	کثافت	چگالی
Action	فعل (عمل)	عمل، کنش
Reaction	ردّ فعل (عکس‌العمل)	عکس‌العمل، واکنش
Mouvement Sinusoidal	حرکت جیبی	حرکت نوسانی
Période	نوبت	زمان تناوب، دوره
Phase	صورت	فاز
Moment d' inertie	عزم جبری	لختی دورانی، گشتاورماند
Energie	توانایی	انرژی
E. Potentielle	توانایی بالقوه	انرژی پتانسیل
E. Cinétique	توانایی حرکتی (فعلی)	انرژی جنبشی
ISolé	فارغ	منفرد، مجرد
octave	ضِعف	اکتاو، هشتمین
Note	نغمه	نت
Harmonique	پاسخ نغمه	هماهنگ
Spectroscope	منظار الطیف	طیفنما، اسپکترسکپ
flux	سیل	شار ــ فلو

* در کتاب فیزیک سال دوم و سال سوم دبیرستانها، تالیف آقایان دکتر محمود حسابی، کمال جناب، دکتر امانة الله روشن زائر، مرتضی قلی اسفندیاری، مدنی گرکانی، چاپ ۱۳۱۹، برای اصطلاحات فیزیکی معادلهایی نیز با فارسی سره به کار رفته که هم‌اکنون متداول نیست. در

جدول زیر تعدادی از این گونه واژه‌ها و برابرهای آنها در کتابهای درسی کنونی، دیده می‌شود.

آبگون	مایع
سنگینی	وزن
توده	جرم
تودهٔ ویژه	جرم حجمی
دج	جامد
افرازش	تصعید
دمه	بخار
تندی	سرعت
ماند	اینرسی = لختی
همدای M. K. S	دستگاه M. K. S
مالش	اصطکاک
همدای مالش	ضریب اصطکاک
کهربایی ایستاده	الکتریسیته ساکن
چگال گر الکتریکی	خازن الکتریکی
بارافکنی الکتریکی	تخلیه الکتریکی
آذرخش	برق (= تخلیه الکتریکی میان دو ابر)
بیر	صاعقه (= تخلیه الکتریکی میان ابروزمین)
روان الکتریک	جریان الکتریک
چندهٔ الکتریسیته	مقدار الکتریسیته
سِتَه الکتریکی	مقاومت الکتریکی
زایگر الکتریکی	مولد الکتریکی
همبندی همدوش	اتصال موازی (= بهم بستن موازی)
همبندی زنجیره‌ای	اتصال متوالی (= بهم بستن متوالی)
زوار و بم بودن صوت	زیروبم بودن صوت
تنوی صوت	شدت صوت
درآی صوت	طنین صوت
دوری کانونی	فاصله کانونی
کانون ویری	کانون مجازی
نمار شکست نور	ضریب شکست نور
شوشه	منشور
نگاره	تصویر
تیرآژه	رنگین کمان (= قوس قزح)

* در کتابهای درسی و غیر درسی معادل Ultra Violet واژه‌های ماوراءِ بنفش، آن طرف بنفش، مافوق بنفش فوق بنفش و بالاخره فرابنفش و معادل infra-rouge یا infra-red واژه‌های ماوراء قرمز، مادون قرمز فوق قرمز، زیر قرمز، فرو قرمز، زیرِ سرخ، دون قرمز فراسرخ و بالاخره فرو سرخ و نظیر آنها به کار رفته است. گاه در یک صفحه کتاب به جای هر یک از این دو اصطلاح چند واژه ذکر شده است.

* برای معادل اینرسی (Inertie) در فارسی ابتدا واژهٔ «جبر» سپس لغت «ماند» و بعدها «نارایی» و اخیراً واژهٔ «لختی» و برای معادل ممان (moment) ابتدا لغت «عزم» و سپس «لنگر» و پس از آن «گشتاور» یا «گشت آور» اختیار شده است.

در مقدمه حل المسائل مکانیک نگارش ابوالقاسم قربانی چاپ اول مهرماه ۱۳۱۶ هـ. ش صفحه ۴ می‌خوانیم:

«... بعضی از لغات که شاید در نظر اهل فن تازگی داشته باشد اصطلاحاتی است که استاد گرامم آقای تقی فاطمی استاد مکانیک استدلالی دانشکدهٔ علوم در حین تدریس به کار می‌برده‌اند این حقیر چون آنها را بردیگر اصطلاحات ترجیح داد در استعمال آنها درنگ جایز ندانست مانند گشت‌آور بجای moment...».

برای کلمات مرکب (Force d'inertie) و (Mass d'inertie) و (Moment d'inertie) معادلهای بسیار متعدد در کتابهای فیزیک فارسی به کار رفته است. مثلاً برای (Moment d'inertie) واژه‌های، گشتاور لختی، گشتاو ماند، ممان اینرسی، عزم جبر، گشتاور نارایی، عزم لختی، گشتاور اینرسی، مومان نارایی، لنگر اینرسی، عزم مقاوم و اخیراً معادل آنها لختی دورانی، لختی چرخشی، اینرسی دورانی در کتابهای فارسی دیده می‌شود.[۲]

* در اولین کتاب فیزیک که به وسیله میرزا زکی مازندرانی از فرانسه به فارسی ترجمه شده است برای Vitess واژه تندی و برای Accélération واژه سرعت انتخاب شده است. در فرهنگستان اول (سال ۱۹ ــ ۱۳۱۴) به جای این دو واژه به ترتیب واژه‌های فارسی تندی و شتاب پذیرفته شد که هم اکنون آنها را در کتابهای درسی دبیرستانی سرعت و شتاب می‌نامیم.[۳]

* برای معادل اصطلاح‌های انگلیسی Velocity, Speed در کتابهای درسی دبیرستانی و دانشگاهی بنا به سلیقه شخصی به ترتیب تندی و سرعت و یا سرعت و تندی به کار رفته است این دو واژه از آن گونه اصطلاحاتی است که در سالهای اخیر دستخوش مناقشه بسیار بوده است.

* برابر اصطلاح‌های (Mouvement retardé) و (Mouvement accéléré)، ابتدا در کتابها به ترتیب حرکت مبطئه و حرکت مسرعه به کار رفته است. در فرهنگستان اول به جای آنها واژه‌های جنبش درنگی

و جنبش شتابی پیشنهاد شد و هم اکنون عموماً آنها را حرکت کند شونده و حرکت تند شونده می‌نامیم.

* با ارتباط مستقیمی که زبان فارسی با زبان عربی دارد، بی‌مناسبت نیست که از واژگان فیزیک در زبان عربی به اختصار سخن گفته شود. کتابی با نام معجم الفیر یا اوالطبیعه ــ المکتب الدائم لتنسیق التعریب فی الوطن العربی بالرباط (المملکة العربیه) ــ انجلیزی، فرانسی، عربی 1391-1971 ــ با عنوان فارسی، فیزیک ــ واژه چند زبانی به شماره ۲۹۳۳ ــ ۳۶ ک م در کتابخانه مرکزی دانشگاه تهران موجود است. در آن تعدادی واژه‌های عربی اصطلاح‌های فیزیکی ضبط است به عنوان نمونه چند واژه از آنها عبارت است از:

Accélération	Acceleration	عجله، تسارع، تعجیل
Décharge	Potential	جَهْدْ
Energie	Dischasge	تفریغ
Potentiel	Energy	طاقة
Divergence	Divergence	تفرق، انفراج
Spectre d'ab Sorption	Absorbtion Spectrum	طیف الامتصاص

در کتابهای فیزیک عربی معادل اصطلاح Travail فرانسوی و Work انگلیسی واژه شغل قرار داده شده است و به جای فلورسانس و فسفر سانس به ترتیب التفلور و التفسفر و برای اصطکاک (= Friction) احتکاک و به جای گرانیگاه، مرکز التقاقل و برابر Polarisation یا Polarization استقطاب به کار رفته است.

* کوشش برای سره‌سازی اصطلاحات تا آنجا رسید که در کتاب چاپ دانشگاه تهران در جدول معادل اصطلاحات فیزیکی، مقابل لغت کربن، واژه فارسی سکاره دیده می‌شود. سکار به ضم و فتح و کسر س از ریشه سکار نه اوستایی به معنی زغال سوخته است. سوزنی (وفات ۵۶۹ هـ. ق) می‌گوید: به دار دنیا چون برفروخت آتش ظلم ـ سکار آن به جهنم همی خورد چو ظلیم

* در گذشته، دانشمندان بزرگی کتابهای علمی به فارسی نوشته‌اند مانند: التفهیم بیرونی (وفات ۴۴۰ هـ. ق) در ریاضیات و هیئت، دانشنامه علائی ابوعلی سینا (وفات ۴۲۷ هـ. ق) در منطق و حکمت، زادالمسافرین ناصرخسرو (وفات ۴۸۱ هـ. ق) در فلسفه، کیمیای سعادت امام محمد غزّالی (وفات ۵۰۵ هـ. ق) در اخلاق، ذخیره خوارزمشاهی جرجانی (وفات ۵۳۱ هـ. ق) در فنون طب.

در این آثار که از ذخیره‌های گرانبهای زبان فارسی است، واژه گزینی و اصطلاح سازی مناسب، این زبان بسیار دیده می‌شود. به عنوان نمونه در این کتابها به جای حرکت، جنبش و در برابر طول درازا و برای لغت شباهت واژهٔ مانند و معادل کیفیت، چگونگی به کار رفته است.

با فتنهٔ شوم و ناهنجار مغول این گونه کوشش‌ها دنبال نشد. در عصر صفویه در زمان اکبر شاه هندی (۹۶۳ ــ ۱۰۱۴ هـ. ق) یک روحانی زردشتی به نام آذر کیوان با گروهی از مریدان خود به بخش شمالی هند مهاجرت کرد.

فرقهٔ آذر کیوان بعدها به انتشار ادبیات زردشتی و نوشته‌های فارسی، همراه با ترجمهٔ اصطلاحات عربی پرداخت.

از آن جمله کتابی است به نام دساتیر آسمانی و یا به طور خلاصه دساتیر. در این کتاب که بعدها به طبع رسید، علاوه بر غلط‌های تاریخی، لغات ساختگی و ترجمه‌های نادرست زیادی وجود دارد که به فرهنگها راه یافته است. به عنوان مثال به جدول زیر توجه کنید که چگونه این فرقه در ترجمه کلمات عربی به جعل لغات و ترکیباتی پرداخته‌اند که مخالف روح زبان فارسی است.

واژه‌های دساتیری	
تازه شو	حادث
همیشه هست	الباقی
برش دید	قطع نظر
پاکش	تقدیس
هرآینه بود	واجب الوجود
ناچار باش	واجب الوجود
نا بایسته هستی	ممتنع الوجود
شایسته هستی	ممکن الوجود
شایسته بود	ممکن الوجود
ناآغاز روز	یوم ازل
نا انجام	ابد
هر سویه پادشاهان	ملوک الطوایف
چشمیده	منظور
نخستین انداز	بدیهه
فسرده شهر	عالِم سِفلی
افرازستان	عالِم علوی

نویسندهٔ دساتیر از برای لغت سازی شیوه‌های متفاوت به کار برده است و خلاصه اینکه برای جعل، هیچ لغتی در تنگنا نبوده است.[۴] توجه و تأمّل دقیق لازم است که برابرهای فارسی سره که برای اصطلاح‌های فیزیکی می‌سازیم و می‌پردازیم نباید شبیه این گونه واژه‌های دساتیری باشد.

بعضی از پیشقدمان ترجمه علوم و فنون جدید در بیان مظاهر علمی غرب تعبیرات شیرینی دارند مثلاً طالبوف صفحه گرامافون را «لوح محفوظ» و موتور را «ام الاسباب»[۵] می‌نامد. علیخان در کتاب اصول علم فیزیک چاپ ۱۲۵۶ هـ. ش. از جرقهٔ الکتریکی که در هنگام تخلیهٔ الکتریکی در هوا پدید می‌آید به عنوان «ماه نخشب» تعبیر نموده است. اما این گونه نام‌ها و تعبیرها پذیرفته نشد و از بین رفت و لغات گرامافون و موتور به جا ماند.

* در سالهای اخیر توسط گروهی با حفظ ریشهٔ اصطلاح خارجی واژه‌های فارسی ساخته شده است. مثلاً از «اُکس» یونانی لغت اکسیدن و اکسایش و از قطب، قطبیدن و قطبش و قطبیده و از «یون» یونیدن و یونش و یونیده ساخته‌اند تا از قرار گرفتن مثلاً واژه قطب در برابر (Pole) و تغییر و صرف آن واژگان جدیدی ساخته شود و از این راه دگرگونی مطلوبی در توانایی زبان فارسی برای بیان مفاهیم علمی پدید آید. این کار به قیاس این است که مثلاً از کلمه فهم عربی، فهمیدن، فهماندن، فهمیده، خوش فهم و بافهم و... ساخته شده است.

* * *

بر اثر پیشرفت علوم و فنون در جهان خارج، واژه‌های فراوان به زبان فارسی هجوم آورده است. در عالم، زبان خالی از لغات بیگانه وجود ندارد. اگر زبانی هر چه ندارد از زبانهای دیگر بستاند و با تغییر و تصرف واژه‌های گرفته شده را از آن خود سازد به وسعت و غنای خویش افزوده است. برای اینکه امر آموزش دچار آشفتگی نشود باید با لغات و اصطلاحات تازه وارد با شیوهٔ درست، به دور از افراط و تفریط برخورد کنیم. زبان فارسی توانایی ترکیب کلمات و پیوند دادن پیشوندها و پسوندها را به خوبی دارد.

واژه‌هایی که برای مفاهیم و اصطلاح‌های جدید علمی ساخته می‌شود باید ساده، روان، خوش‌آهنگ و از لحاظ معنی تمام و قابل فهم و مطابق با ویژگیها و روح زبان فارسی باشد.

اگر اصطلاح یا واژه‌ای در زبان فارسی وجود دارد و یا لغاتی شناسنامه و تابعیت ایرانی پیدا کرده‌اند، باید از جعل واژه جدید پرهیز کرد.

کتابخانه مرکزی
Central Library
Tehran University

نخستین گامهای سودمند و استوار برای واژه گزینی و اصطلاح‌یابی درست در سالهای اخیر برداشته شده است. انتشار کتاب فرهنگ و اصطلاحات علمی بنیاد فرهنگ ایران در سال ۱۳۴۹ و واژگان فیزیک مرکز نشر دانشگاهی در سال ۱۳۶۱ و مانند آنها نمونه خوبی از این اقدام است.

برای نشان دادن پیشرفت و تکامل واژه‌گزینی فیزیک در زبان فارسی به عنوان نمونه تعداد کمی دیگر از اصطلاحات قدیم و واژه‌های پذیرفته شده کنونی در جدول زیر دیده می‌شود:

بی‌وزن	عدیم الوزن
نیروی ایستادگی	قوه مقاوم
نیروی چسبندگی	قوه التصاقیه
نیروی پیوستگی	قوه التحاقیه
نیروسنج	میزان القوه
بادسنج	میزان الریاح
فشارسنج	میزان الضُغطه
سطح تخت صاف	سطح عکاسه یا سطح مستوی مصقول
توان	قدرت
آونگ	پاندول
نزدیک‌بین	قاصر النظر
دوربین	قاصی النظر
حرکت نوسانی	حرکت اُرجُوحه
مجرد، منفرد	مفترقه

دیگر هیچکس در زبان فارسی به جای نیرو یا توان و یا نزدیک‌بین و مانند آنها چیز دیگری نمی‌گوید.

ب ــ تطور نظام املایی و نظام تلفظ واژگان

به دلیل ویژگی الفبای فارسی، بسیاری از اصطلاحات علمی پذیرفته شده بیگانه، در کتابهای درسی با املاهای متفاوت نوشته شده و به صورت مختلف تلفظ می‌شود. مثلاً ئیدروژن که هیدروژن نیز نوشته شده است و با همزه یاهای اول تلفظ می‌گردد. در فرهنگ معین هر دو صورت آن ضبط است. یا الکترون و یون و مانند اینها که به شکل الکترن و ین (بدون واو) در کتابها نوشته شده است.

به منظور جلوگیری از آشفتگی در آموزش به خصوص در مرحله‌های اول تعلیم، باید برای نظام املایی و نظام تلفظ واژگان در زبان فارسی ضابطه‌ای فراهم آید.

در املاءِ واژگان باید رسم‌الخط فارسی و در تلفظ اسامی و اصطلاحات باید پیروی از تلفظ درست و یکنواخت، و پرهیز از گویشهای عامیانه رعایت شود

به چند نمونه از تطور املاء و تلفظ واژگان توجه می‌کنیم.

* در مسائل الحیات یا جلد سوم کتاب احمد تالیف طالبوف می‌خوانیم:[۶]

«... از احمد پرسیدم معنی اینرژه [انرژی] به زبان فارسی چیست؟ حاجی میرزا عبدالرحیم او را فیض ترجمه کرده درست است گفت نه! این کلمه فرانسوی عبارت از شدت حرکات مادی اجسام است که موجد یا مولد قوه دیگر می‌شود... پرسیدم برای تعیین اینرژه [انرژی] مقیاس مخصوص دارند... گفت مقیاس مخصوص دارند او را یرغ [ارگ] می‌نامند... در کتابهای طالبوف اسامی و لغات علمی بیگانه با املایی است که هم اکنون غریب می‌نماید و با تلفظ روسی یا ترکی ضبط شده است مثلاً به جای کلمات اتر، الکتریسیته، الکل به ترتیب، یفیر، الکتیر، آلکاغول نوشته شده است.

* در جدول زیر چند نمونه از املاهای متفاوت یک واژه که در نتیجه تلفظ مختلف را در پی دارد به نقل از کتابهای فیزیک ملاحظه می‌شود.

ج ــ فرمول‌نویسی

در کتابهای فیزیک بنا به سلیقه مؤلف و یا ناشر و یا متصدی چاپ اعداد و نام واحدهای فیزیکی به صورت فارسی و گاه به لاتین نوشته شده است. فرمولها در طی سطر و گاه در وسط قرار داده شده است. در بعضی از کتابهای قدیمی فیزیک نوشتن فرمول با علامتهای حروف فارسی نیز تجربه شده است.

* در کتابهای فیزیک عربی که مانند فارسی از راست به چپ نوشته می‌شود اعداد و واحدها گاه به عربی و گاه به لاتین است. در بعضی کتابها برخلاف کتابهای فارسی رادیکال به شکل $\sqrt{\ }$ دیده می‌شود. در نمایش توان، نما در بالای پایه و در سمت چپ به صورت زیر قرار داده شده است:

المایکرون: Micron = $۱۰^{-۳}$ ملیمتر = $۱۰^{-۶}$ مترا

در این کتابها فرمولهای فیزیکی با علامتهای الفبای عربی تنظیم و نشان داده شده است. مثلاً در قوانین المرایا می‌خوانیم:[۷]

$$\frac{\text{لَ}}{\text{ل}} = \frac{\text{ص}}{\text{حـ}}$$

بعدالصوره = ص و حـ = بعدالجسم و ل = طول الجسم و لَ = طول الصورة

ئیدروژن، هایدرجن	هیدروژن
آکسیجن	اکسیژن
کاندنسر، کاندانسور	کندانسور
زینوس	سینوس
کوزینوس	کسینوس
باطری، بطری	باتری
لنس، لنز	لنتز
جنراتور	ژنراتور
مرئط	ماریوت
پسکل صاحب	پاسکال
آتومسفر	اتمسفر
تراچل	تریچلی = توریچلی
گای لوساک	گیلوساک
راوسنا	رئوستا
ماکسوئل	ماکسول
آسانسر	آسانسور
اسطوانه	استوانه
بارمتر	بارومتر
کالوری	کالری
جاول	ژول
برتوله	برتلو
هلمهولتز	هلملتز
سلزیوس	سلسیوس
رگنول	رینولت

* در اولین کتاب فیزیک به زبان فارسی ترجمه شده به وسیله میرزازکی مازندرانی در بند ۱۲ می‌خوانیم:

«... برای حرکت متساوی‌السرعه [منظور شتاب ثابت است] که C تندی اول او باشد این حاصل است.

I $V = c + ht$

II $S = ct + \frac{ht^2}{2}$

III $S = \frac{C+V}{2} t$

IV $S = \frac{V^2 - C^2}{2h}$

از برای حرکت متساوی‌البُطئه که با تندی C شروع به حرکت می‌نماید این فرمولها حاصل می‌شود.

I $V = c - ht$

II $S = ct - \frac{ht^2}{2}$

III $S = \frac{C+V}{2} t$

IV $S = \frac{C^2 - V^2}{2h}$

و اینها حاصل شده‌اند از سالبه نمودن h در تساویهای سابقه

د ــ روش نگارش

اساس نظم و نثر و ادب فارسی دری به صورت ادبیات مکتوب در عهد سامانیان (۲۷۹ ــ ۳۸۹ هـ ق) بنا نهاده شده است. ترجمه‌های از عربی به فارسی به عمل آمد و نثر فارسی و زبان تألیفات منثور به زبان عامه نزدیک و با وجود سادگی، شیرین و شیوا و بی‌تکلف بود.

از اواسط قرن ششم هجری تا قرن هشتم هجری، تغییرهای عمده در این سبک راه یافت. تفنن در تقلید ادبای ایرانی از تازی زیادتر از اندازه طبیعی رواج گرفت و به استثنای معدودی از آثار ادبی، موازنه و سجع و جمله‌های مترادف به حد وافر پیدا شد.

از قرن هشتم تا قرن سیزدهم، دوره سجع و قافیه‌و عصر تکلف و تصنع و زمانه فساد نثر فارسی است دبیران ایرانی از خود اعراب هم در استعمال کلمات عربی و لغات غریب و تفنن‌های لاطایل و اطنابهای ملال‌آور و قافیه‌پردازی و فضل‌فروشی پیشی گرفتند.

با تأسیس مدارس جدید در ایران و اعزام محصل به خارج و دایر شدن روزنامه‌ها و مجله و ترجمه اززبانهای خارجی به خصوص فرانسه، ساده‌نویسی معمول گشت و کسانی مانند قائم مقام فراهانی و طالبوف وسید جمال‌الدین اسدآبادی شیوهٔ ساده‌نویسی را در آثار خویش به کار بستند و این در حالی است که پیش از این زمان «... به جز چند تن معدود که آنها هم چندان پایه و مایهٔ علمی نداشته‌اند، باقی علما یا به عربی ناقص می‌نوشته‌اند و یا به فارسی ناقص‌تر، و کمتر کتاب علمی به نظر می‌رسد که به فارسی ساده و روان و بی‌غلط نوشته شده باشد. بلکه غالباً کتب علمی فارسی از عربی همان کتاب که ترجمه شده باشد دشوارتر است و **به جز روابط و افعال باقی کلمات عربی است و شکل جمله‌ها نه عربی است نه فارسی** و هرچه به طرف عصر قاجاریه و قرن سیزدهم فرود می‌آییم علمای ایران را در ذوق سخن‌فهمی و سواد فارسی داشتن فقیرتر و توجه آنان را به زبان نژادی خود ناچیزتر می‌نگریم...»[۸]

برای آشنایی با روش نگارش متون فیزیکی و مقایسه آنها با آنچه هم‌اکنون در کتابها می‌خوانیم به ترتیب تاریخ نگارش آنها به نمونه‌های مختصر زیر توجه کنیم.[۹]

*** (۱۲۳۶ هـ ش ــ میرزازکی مازندرانی):**

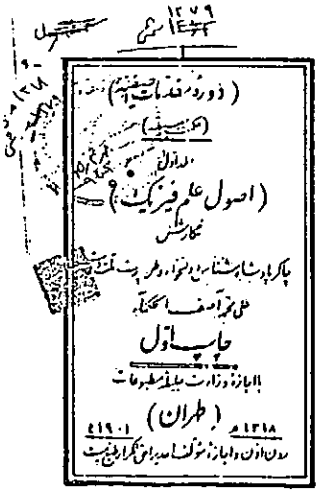
«... در بی‌اختیاری اجسام از حیثیت [حرکت.] و سکون که آنرا به زبان فرانسه اینرسی می‌نامند و اصل این لغت به معنی آرمیدگی و سکون است و در اینجا عبارت از حالتی است که اجسام متحرکه نمی‌توانند به خودی خود ساکن شوند و همچنین اجسام ساکنه نمی‌توانند به حرکت درآیند.

هر جسم مادی در سکون خود باقی می‌ماند مادامی که قوتی در او اثر نکرده باشد و همچنین هر جسم مادی که به حرکت در آمده باشد و در حرکت متساویه و مستقیم‌الخط باقی می‌ماند مادامی که به قوتی برنخورده باشد...» ص ۳۹.

در مقدمهٔ این کتاب می‌خوانیم: «... این کتاب در تشریح و توضیح علم جرالثقیل و علم حکمت طبیعی که از علوم غامضه و مفید فایده است و چون به دستیاری عالیجاه میرزازکی مازندرانی یاور توپخانه و مترجم کامل مدرسه از لغت فرانسوی به پارسی متداوله نقل و تحویل یافت...»

*** (۱۲۵۶ هـ ش ــ علیخان معلم توپخانه)**

«... هرگاه جسمی در حرکت، معبر مستدیری بپیماید حرکت آنرا


(اصول علم فیزیک)

چاپ اول

(طهران)

دورانی نامند و در این حرکت جمیع نقاط جسم معبرشان دایره است و هرچه نقطه مفروضه از محور حرکت دورتر باشد دایره که می‌پیماید بزرگتر است. پس اگر فرض کنیم که از یکی از نقاط جسم عمودی بر محور حرکت اخراج شده باشد در این صورت وضع این عمود در مدت حرکت جسم تغییر می‌پذیرد و با امتداد اول خویش زاویه احداث می‌نماید پس اگر در ازمنه متساویه زوایای حادثه متساوی باشند حرکت دورانی را متشابهه نامند...» ص ۲۲

«... اتحاد زمان در نوسانهای بسیار صغیر یعنی که مدت هر حرکت نوسانی به جهت قوسهای صغیر یکی است...» ص ۴۳

این کتاب به نام حکمت طبیعی و اصول علم فیزیک و شامل پنج مقاله در قوه ثقل ــ حرارت ــ الکتریسیته ــ صوت ــ نور و هر مقاله شامل چند فصل است.

*** (۱۲۶۱ هـ. ش ــ ژنرال دکتر میرزاتقی‌خان کاشانی):**

«... اشعه نور همیشه به خط مستقیم حرکت می‌کند چون شعاع وارد بر سطح مستوی مصقول (عکّاسة) شود بدو جزء قسمت گردیده یکی منعکس می‌شود و به همان فضای نخستین برمی‌گردد و دیگری منکسر می‌شود در صورتیکه سطح یکان در دو شعاع مشفّ باشد و از آن به فضای دوم عبور می‌کند و اگر سطح مذکور کثیف است این قسمت از شعاع تَشْف و بلع می‌شود...» ص ۸۲

در پشت جلد این کتاب نوشته شده است:

حدائق الطبیعه در اثبات حرکت زمین و مختصری از علم هیئت معاصرین نگارش ژنرال دکتر میرزا تقی‌خان کاشانی دارای نشان و حمایل سرخ از درجه دوم منصب سرتیپی دولت علیّه ایران و نشان طلای مدرسه نظامی دولتی مرکزی طهران و نشان درجه سیّم سنت‌انا و درجه دوم سنت استانیسلا و دولت بهیّه روسیه مدیر و منشی روزنامه سابقه فارس و روزنامه حالیه فرهنگ و مدیر انجمن طبی و عضو مجلس اعیان (منافع عامه) اصفهان، رئیس افتخاری آکادمی اتنوگرافی در بُرد و (ژیرند)، رئیس افتخاری آکادمی (بیزانیتنا) در اسلامبول عضو معاون مجلس منشئات علمیه و صنایع مشرقیه سنبارتلمی و عضو افتخاری مجلس جراحی و طبی و دواسازی ایتالیا و غیره. جلد نخستین. این جلد دارای ۴۱ شکل است ــ چاپ اول ــ اصفهان ــ دارالطباعه فرهنگ

*** (۱۲۶۲ هـ. ش ــ حسام‌الدین طبیب شیرازی):**

در مقدمه این کتاب می‌خوانیم:

«فیزیک عبارت است از علم به آثار طبیعیه و اسباب موجبه آنها و در فیزیک فقط از اسباب و علل کلیه که در اجسام اثر نمایند بدون اینکه ترکیب مادی و طبیعی آنها را تغییر دهند گفتگو و مباحثه می‌شود. و این اسباب و علل کلیه را به اصطلاح علمی قوای طبیعیه و عاملهای فیزیکی نامند. قوای طبیعیه و مؤثرات فیزیکی از این قرارند اول قوه جاذبه که از خاصیت و اثر آن قوه تمام اجسام طبیعی با یکدیگر تقارب جسته از طرفین یکدیگر را جذب می‌نمایند دویم نور سیوم حرارت چهارم الکتریسیتِ یعنی قوه برقیه پنجم قوه مقناطیسیه. ماهیت این مؤثرات طبیعیه به طور حقیقت مجهول است ولی کلیه بهمین درجه مشخص نموده‌اند که این مؤثرات مواد لطیفه هستند که در تمام موجودات منبسط اند و از حرکات مخصوصه که در حجم آنها منطوی و مطبوع است آثار مختلفه حاصل گشته به ظهور رسد و چون این مواد هرگاه موجود و مرئی شوند وزن مخصوصی که بتوان در میزان مشخص و محدود نمود دارا نیستند از این جهت آنها را کلیةً سیالات عدیم الوزن نامند...».

در بخش چون‌وچرا در باب هوا می‌خوانیم:

«... به چه جهت وقتی که هوارطوبی مثل هوای باران باشد درجه بارمتر نازل گشته پایین می‌رود. به جهت آنکه بخار سبک‌تر از هوای خالص است و بعد از آنکه بخار داخل ستون هوایی که وزن و ثقل آن جیوه را در بارمتر مرتفع میداشت گردید فشار آن ستون هوا به واسطه قلت وزن آن به مراتب کمتر از هوای خالص گشته به اندازه چند میلیمتر جیوه در لوله نازل می‌گردد...» در بخش چون و چرا در باب آب در این کتاب می‌خوانیم «... به چه جهت اشخاص که عادی بنوشیدن آب معینی هستند هرگاه آب دیگری برای نوشیدن اختیار نمایند

علیل‌المزاج و ناخوش می‌شوند.

ــ به جهت اینکه موادی که در آبهای مختلف محلولند اغلب یک جور نیستند و بنابراین قول هاضمه‌شان متفاوت و باعث تبدیل مزاجند...»

این کتاب خطی با خط نستعلیق بسیار خوش حاجی میرزا رضا سلطان الکتاب اهدا به ناصرالدین شاه در ۱۳۰۱ ق نوشته شده است با چند شکل از ماشین بخار و تلفن و ... هر فصل کتاب پس از بیان یک مبحث بخش جالب با عنوان چون‌وچرا در آن باب دارد. در حاشیه هر صفحه اصطلاحات فرانسوی معادل با شماره نوشته شده است. در مقدمه این کتاب فیزیک، نوشته حسام‌الدین طبیب شیرازی می‌خوانیم «... در ۱۲۹۰ق از شیراز به دارالخلافه تهران آمدم و در تهران علوم جدید و زبان فرانسه و طب آموختم و در سال ۱۲۹۳ ق با شغل (حافظ الصحگی) به شیراز برگشتم و در ۱۳۰۰ به تهران بازگشتم و در دستگاه ناصرالدین‌شاه مقبول افتادم... این کتاب را از فرانسوی به فارسی برگردانیدم...» تهران ــ کتابخانه ملی ۲۱۹ ف

*** (۱۲۷۲ هـ. ش ــ عبدالرحیم‌بن ابوطالب تبریزی)**

در این کتاب در (بیان مقناط و مقناطیس) می‌خوانیم:

«... اگر یک پارچه مقناط را چندین پارچه کنیم هر پارچه او هر قدر کوچکتر هم باشد باز دو سر خواهد داشت و یک خط بی‌طرف یعنی هر دو سرش باربرمی‌دارد و میانش نه...» ص ۶۹. در (بیان الکتیر) ص ۷۳ می‌خوانیم.

«... هرگاه گوی فلز مفترقه را (مفترقه یعنی رابطه به زمین ندارد) با جسد الکتیر شده مسح کنیم یعنی جسد الکتیر شده را به روی گوی مفترقه بسابیم گوی از آن جسد الکتیر جاذبه می‌شود...»

در پشت جلد این کتاب نوشته شده است. بسم‌الله الرحمن الرحیم. کتاب فیزیک یا حکمت طبیعیه، عبدالرحیم‌بن ابوطالب تبریزی، باذن نظارت جلیله معارف، اسلامبول، در مطبعه اختر چاپ شده در ماه صفر ۱۳۱۱. در مقدمه کتاب با عنوان افاده مخصوص می‌خوانیم: «... پس از سپاس ایزد متعال و درود بر پیمبر و آل‌پاک او مشهود رأی بینندگان می‌دارد که چون اشرف علوم پس از معارف حقه به اتفاق کل علما و حکما علوم حکمت طبیعی است که حقایق عالم ماده را نشان می‌دهد و اکمال معاش و زندگانی را برای انسان تأمین می‌کند و در معاملات حیات تسهیلات پدید می‌آورد بالجمله به شخص یاد می‌دهد که از هر چیز چگونه باید استفاده نمود و در کمون هر چیزی جزیی که ما اهمیت نمی‌دهیم چه خواص مالانهایه مکنون و منطوی است. جای تأسف اینجاست که هنوز کتابی به زبان فارسی در این علم به طوریکه مفید مطلبی به طور وضوح باشد نوشته نشده تا این اوقات این بنده قلیل‌البضاعه ملا عبدالرحیم تبریزی مشهور به طالبوف که سالهاست در تمیرخان قفقاز اقامت دارم محض به آرزوی خدمت به ابنای وطن عزیز این کتاب را از روسی به فارسی ترجمه نموده و چاپ نمودم...»

*** (۱۲۷۴ هـ. ش ــ نصرت طیب قوچانی):**

در فصل اول این کتاب با عنوان جبر می‌خوانیم:

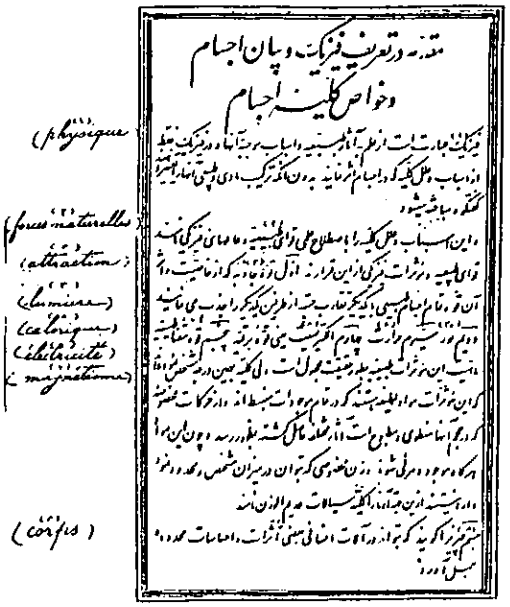
«جبر که به فرانسه inertie گویند عبارت است از عدم اختیار اجسام در قبول سکون و حرکت و نیز ناچار است که تغییر دهد در حالت حرکت خود به واسطه تغییر سبب مثلاً جسمی که رابط است به واسطه اطاعت قوه جاذبه زمین است که ناچار در آن اثر می‌کند و گرنه در همان محلی که رهایش کرده‌اند متوقف می‌ماند. و همچنین سنگی را که به آسمان اندازند به همان حرکتی که از دست رها شده بدون تغییر سرعت و بطوء می‌رفت رو به خورشید اگر قوت جاذبه زمین آن را روی به خود نمی‌کشید و اصطکاک هوا از قوت آن نمی‌کاست و مطلقاً باید اجسام را در حرکت و سکون مجبور قویٰ و اسباب دانست یعنی به تغییر اسباب و مقاومت قویٰ ناچار باید تغییر حرکت و سکون دهد و ادله عدم اختیار اجسام همه روزه به نظر ارباب بصیرت می‌رسد...»

این کتاب خطی و اهدایی آقای غلامعلی حداد عادل به کتابخانه سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است. صفحه‌های کتاب بدون شماره است. در حاشیه صفحه‌ای از کتاب می‌خوانیم: «الآن که سنه ۱۳۱۶ هجری [ق] می‌باشد نتایج تحصیل ۳۶ ساله خود را که در مدرسه دارالفنون نموده‌ام تصنیف و تألیف نموده از خود یادگار در این روزگار می‌گذارم تا دیگران را بدون ۳۶ سال عمر ضایع کردن آن نتائج روزی گردد اگرطالب باشند.نصرت

*** (۱۲۷۹ هـ. ش ــ علی محمد آصف الحکما).**

«... بردن یخ و بستنی به نقاط حارّه و نگاهداشتن آنها بر حسب ظاهر مشکل بلکه محال می‌نماید و ما به مدد علم شریف فیزیک یخ قطب شمال را می‌توانیم در حوالی خط استوا برده بلکه از آنجا گذرانیده نگاه داریم و در آن هوای گرم سوزان آب یخ سرد خورده تعیش نماییم. هر سال مقدار زیادی یخ از آمریکا به هندوستان و چین می‌برند. به این طور که یخ را در ظرفی گذارده و آن ظرف را در ظرفی بزرگتر و فاصله مابین دو ظرف را با پوشال یا پشم یا خورده نجاری پر می‌کنند...» ص ۹۸. در صفحه ۹۸ این کتاب با عنوان کاری غریب، جوش آوردن آب بدون آتش، می‌خوانیم:

«... حرارت مخفیه در یک کیلو (۲۰۸ مثقال تقریباً) بخار آب آن



مقدمه در تعریف فیزیک و بیان اجسام
وخواص کلیه اجسام

قدر است که می‌توان به اعانت آن پنج کیلو و نصف آب را به جوش (۱۰۰ درجه) رسانید. بنابراین حرارت مخفیه در یک من بخار آب که به آلات حساسه، محسوس نمی‌شود. پنج برابر و نیم حرارت محسوسه آب جوش است. پس اگر پنج کیلو و نیم آب صفر درجه (یخ) را در یک کیلو بخار صد درجه داخل کنیم آن بخار مستحیل به آب شده شش کیلو و نیم آب صد درجه آب جوش خواهیم داشت...»

در پشت جلد این کتاب نوشته شده است: (دوره مقدمات آصفیه)، (حکمت طبیعیه)، جلد اول اصول علم فیزیک نگارش **چاکر پادشاه شناس، دولتخواه وطن پرست، ملت دوست**، علی محمد آصف الحکما، چاپ اول، با اجازه وزارت جلیله مطبوعات طهران ۱۳۱۸ ه و ۱۹۰۱ ع بدون اذن و اجازه مؤلف احدیر احق تکرار طبع نیست. تصویر مؤلف در کتاب چاپ شده است. در دست اولوحه‌ای است که بر آن نوشته شده (فیزیک مایه معرفت و پایه توحید است). در صفحه و نوشته شده است: (هر جلدی از این کتاب که این صفحه و صفحه آخرش به مهر مؤلف نباشد دزدی است و ضبط خواهد شد. علیمحمد آصف الحکما)

*** (۱۲۸۸ ه. ش ــ میرزا محمد علیخان ذکاء الملک):**

کتاب فیزیک ذکاءالملک شامل پنج باب و هر باب شامل چند فصل است. درباره اشعه کاتودیک در این کتاب می‌خوانیم: «... چون خواص اشعه کاتودیک تازه مکشوف شده و در کلیه کیفیات آن استقصای کامل به عمل نیامده نمی‌توانیم در باب این فرضها و تصورات به جرئت تصدیق کنیم و رأی بدهیم. همین قدر معلوم است مطالعاتی که در این خصوص شده و خواهد شد نتائج بسیار مهم علمی و فلسفی دارد و درباب حقیقت ماده و قوه و خلقت عالم معلومات مفیده ممکن است به دست دهد...»

در پشت جلد کتاب می‌خوانیم. هوالمعز، دوره مختصری از علم فیزیک به جهت تدریس در مدارس متوسطه تألیف میرزا محمد علیخان ذکاء الملک طبع اول، حق طبع محفوظ است طهران سنه ۱۳۲۸. در دیباچه کتاب نوشته شده است:

بعد الحمد و الصلوة هشت نه سال قبل این بنده در مدرسه علمیه که از مدارس متوسطه شهر طهران محسوب می‌شود سمت معلمی فیزیک داشتم و سه دوره این علم را برای سه طبقه از طبقات متعلمین آن مدرسه تدریس نمودم... این کتاب شامل اصول فیزیک به آن اندازه که به جهت مدارس مقدماتی لازم است می‌باشد سنه ۱۳۲۷ بنده شرمنده محمد علی بن فروغی ذکاء الملک...

*** (۱۲۸۹ ه ش ــ میرزا سیدعلیخان نصرالاطبا):**

در صفحه ۲ این کتاب می‌خوانیم: «... کلمه فیزیک از phusis که لغتی است یونانی گرفته شده و معنی آن طبیعت است و در اصطلاح علمی است که از آثار ظاهره طبیعت بحث می‌کند...»

در پشت جلد کتاب نوشته شده است هوالمعز کتاب فیزیک گاز ترجمه جناب میرزا سیدعلیخان‌بن میرزا سیداحمدخان نصرالاطبا معلم مدرسه مبارکه علوم سیاسی چاپ اول حق طبع محفوظ و مخصوص آقا محمدباقر تاجر کتابفروش در کتابخانه اقبال ۱۳۲۹ [ه. ق] در حاشیه پشت جلد قید شده است. این کتاب فیزیک که بسیار جدید و مناسب و ترجمه جناب میرزا سیدعلیخان معلم است برای کلاسهای پنجم و ششم مدارس مفید و وزارت معارف تدریس آن را در کلاسهای مذکور تصویب می‌کند. به تاریخ شهر ربیع‌الاول ۱۳۲۹.

*** (۱۲۹۵ ه. ش ــ ملک‌منصور میرزا شعاع‌السلطنه)**

در درس ۴۵ کتاب مقدمات علوم طبیعی تألیف ملک‌منصور میرزا شعاع‌السلطنه درباره قانون ارشمیدس می‌خوانیم: «... ارشمیدس می‌گوید تفاضل وزن در خارج از آب مساویست به وزن آن مقدار مایعی که به واسطه جسم مرتمسه جابجا شده است...»

در یک طرف پشت جلد کتاب نوشته شده است. هوالله‌تعالی ــ مقدمات علوم طبیعی ــ تألیف ملک‌منصور میرزا شعاع‌السلطنه ۱۳۳۵ مطابق تصویب وزارت جلیله معارف جهت محصلین مدارس ابتدایی

حق طبع در صورت رعایت کامل در تصحیح و بدون تحریف آزاد است طهران ــ در مطبعه کلیمیان به طبع رسید. در طرف دیگر پشت جلد کتاب می‌خوانیم: اصول علم‌شیمی، اصول علم فیزیک از مؤلف این کتاب در تحت طبع است. ملک‌منصور میرزا شعاع‌السلطنه پسر مظفرالدین شاه است و درباره او نوشته‌اند که شاهزاده با هوش و عاقلی است و محمدعلی میرزا ولیعهد مظفرالدین شاه از او ملاحظه دارد.

*** (۱۲۹۶ هـ. ش ــ آقا سیدمنیرالدین کاشانی):**

در جلد اول چاپ اول صفحه ۸۰ کتاب *فیزیک آقا سیدمنیرالدین* کاشانی درباره حرارت می‌خوانیم:

«... حرارت در تمام اجسام موجود است ولی میزان آن در تمام اجسام یکسان نیست. هر قدر حرکت ذرات جسم سریعتر باشد درجه حرارتش بالاتر است و هر قدر حرکت ذرات آن بطئی‌تر باشد درجه حرارت آن پائین‌تر است. از این رو معلوم می‌شود که حرارت و برودت دو چیز مختلف نیستند...» در جلد دوم چاپ سوم صفحه ۱۵۷ می‌خوانیم:

«... قانون ارشمیدس را نیز بدین طریق می‌توان تعبیر نمود که هرگاه جسمی را در مایعی فرو ببریم این طور به نظر می‌رسد که جسم مرتمسه بر ظرفی که مایع در آن قرار گرفته یک قوه قائمی که از بالا به پایین ممتد است و کمیت آن برابر با وزن حجم مایعی است که جسم اشغال نموده وارد می‌نماید...»

در جلد سوم چاپ اول ص ۳۶ می‌خوانیم:

«... برای حصول یک عمل مکانیکی از قبیل صعود و نزول اجسام خواه ماشین به کار برده شود و خواه بدون ماشین اقدام شود همیشه یک مقدار معینی کار باید صورت بگیرد. کیفیت فوق‌الذکر را قانون ادامه کار می‌نامند. پس معلوم می‌شود استعمال ماشین کمکی در میزان کار لازم جهت انجام یک عمل مکانیکی نمی‌کند بلکه فایده آن این است که کار جرثقیلی را به سهولت انجام می‌دهد...»

در مقدمه‌ای که محمدعلی ذکاءالملک بر این کتاب نوشته می‌خوانیم: «... جناب مستطاب آقای آقامیرزاسیدمنیرالدین خان... دامن همت بر کمر زده کتابی را که به نظر مطالعه کنندگان می‌رسد در اصول علم فیزیک ترجمه و تألیف نموده و الحق در کمال خوبی از عهده بر آمده و به عباراتی ساده و روان که نزدیک به فهم هرکس باشد مطالب مهمه این فن شریف را پرورانیده و از جزئیات و فروعات مسائل که برای مبتدیان مورث اشکال و تعقید می‌شود صرفنظر کرده‌اند...» چاپ اول جلد اول دوره متوسط فیزیک آقاسیدمنیرالدین کاشانی در ۱۲۹۶ هـ. ش انتشار یافته است. در پشت جلد سوم چاپ اول آن نوشته شده است آقای میرزا سیدمنیرالدین‌خان احمدی کاشانی عضو سابق دارالتألیف و دارالترجمه وزارت معارف لیسانسیه درجه اول علم حقوق صاحب نشان طلای علمی...

*** (۱۳۰۰ هـ. ش ــ ابوالقاسم فیوضات)**

در مبحث طیف کتاب فیزیک فیوضات می‌خوانیم:

«... در طیف متمادی نور سفید منتشر از یک جسم بعضی قسمتها به واسطه امتصاص ناقص بوده و به جای آنها خط و یا شریط مظلم حاصل می‌باشد و چنین نوع طیف را طیف امتصاصی گویند....»

در پشت جلد کتاب می‌خوانیم. فیزیک جدید تألیف ابوالقاسم فیوضات معلم و ممتحن فیزیک و ریاضیات مدارس ابتدایی و متوسطه بخصوص شاگردان کلاسهای عالی مدارس متوسطه چاپ اول حق طبع محفوظ و مخصوص مؤلف است در کلیه کتابخانه‌های معتبر تبریز و مدرسه متوسطه فروش می‌رسد. تبریز ۱۳۰۰ ــ ۱۳۴۰

*** (۱۳۰۴ هـ. ش ــ آرام ــ فصیحی ــ نصیری)**

در سال ۱۳۰۴ یک دوره فیزیک به نام مجموعه امیر به وسیله احمد آرام ــ ف فصیحی ــ ن نصیری فارغ‌التحصیلهای دارالفنون تألیف و چاپ و منتشر شد. در مقدمه کتابها می‌خوانیم:

«... برای اطمینان از اینکه در نگارش آن راه خطا نپیموده و در مندرجاتش بر خلاف صواب چیزی ننگاشته باشیم لازم دیدیم که آن را از لحاظ دانشمند معظم و فاضل مفخم استاد اجل آقای میرزا غلامحسین‌خان رهنما گذرانده و تمنی کردیم که در آن امعان نظر فرمایند. حضرت معظم له نظر به توجهات خاصی که همیشه نسبت به شاگردان خود دارند قبول این زحمت ما را فرموده ما را رهین منت خود ساختند...» این دوره فیزیک سالها به طور مکرر تجدید چاپ شده است و بعدها آقای احمد آرام به تنهایی به تألیف و انتشار کتابهای فیزیک درسی متعدد اهتمام ورزیدند.

*** (۱۳۰۶ هـ. ش ــ قاسم اولیایی)**

در سال ۱۳۰۶ هـ. ش دوره مختصر فیزیک به نام مجموعه فروغ تألیف قاسم اولیایی ــ کاظم شاهرودی چاپ و منتشر شد در مقدمه کتاب می‌خوانیم:

«... در پنجسال قبل که تدریس فیزیک دوره اول دارالمعلمین مرکزی به بنده واگذار گردید طریقه تجربه و استقراء را در تدریس اختیار کردم که در علوم طبیعی یگانه وسیله نیل به مقصود و تنهاراه

کشف قوانین فیزیکی است ومحصلین هر سال بیاناتی را که در سر درس برای توضیح مطالب از خارج می‌شد برای مراجعه یادداشت می‌نمودند. اینک آنها را برای اینکه استفاده از آن جزوات عمومی شود بر آن شدم که آنها را به طبع برسانم و چون تنهایی انجام این کار میسر نمی‌گشت و نظر دیگری هم لازم بود آقا میرزا کاظم خان که در این علم شریف بهره وافی دارند قبول زحمت فرمود. در تنظیم آن بنده را مساعدت فرمودند...»

*** (۱۳۰۹ هـ. ش ــ ت ــ ارانی):**

در جلد اول مکانیک و حرارت صفحه ۵۵ دورهٔ فیزیک ارانی می‌خوانیم:

«... انرژی مکانیک را که سلسله ساکنی از اجسام قادر است تولید نماید انرژی حال سکون می‌نامند. مقدار آن مساویست با مقدار انرژی که باید مصرف شود تا سلسله اجسام حالت فعلی خود را دارا گردد...» در صفحه ۷۱ همین کتاب با عنوان قانون طلایی مکانیک نوشته شده است:

«... هر قدر در قوه صرفه‌جویی شود در مسافت باید اسراف به عمل آید. این اصل را قانون طلایی مکانیک نامند ...»

در پشت جلد کتابهای این دوره فیزیک قید شده است: سلسله اصول علوم دقیقه، اصول علم فیزیک، فیزیک عمومی و کتاب دستی برای محصلین علوم تألیف دکتر ت. ارانی. معلم در طهران، سابقاً معلم در دارالفنون برلین تاریخ طبع ۱۳۰۹.

*** (۱۳۱۳ هـ. ش ــ غلامحسین مصاحب):**

در صفحه ۹ فیزیک مصاحب می‌خوانیم:

«... از مطالعه سطحی بعضی امور انعدام مایه مکانیکی به نظر می‌آید مثلاً وقتی جسم ساقط به زمین می‌رسد مایه مکانیکی آن معدوم به نظر می‌آید. اما در جمیع این موارد انعدام مایه جرثقیلی با تولید حرارت همراه است. به قسمی که می‌توان گفت مایه جرثقیلی به حرارت تبدیل می‌شود به عبارت اخری حرارت یکی از انواع و اشکال مایه است...». مهمترین کتابهای درسی مکانیک و فیزیک دبیرستانها، از سال ۱۳۱۰ تا کنون با ذکر تاریخ چاپ و نام مؤلف، در جدول زیر دیده می‌شود.

۱۳۱۰ هـ. ش	میرزا حسین خان هورفر	مکانیک
۱۳۱۰ هـ. ش	هورفر ــ مصاحب ــ ریاضی	جرانقال
۱۳۱۳ هـ. ش	مبرهن ــ صدیقی ــ مهدوی	دورهٔ فیزیک
۱۳۱۴ هـ. ش	محسن هنربخش	مکانیک
۱۳۱۶ هـ. ش	حسن اعتضادزاده	مکانیک
۱۳۱۶ هـ. ش	س ــ ع ــ مدنی گرکانی	دوره مقدماتی فیزیک
۱۳۱۷ هـ. ش	مرتضی قلی اسفندیاری	فیزیک ــ مکانیک
۱۳۱۹ هـ. ش	حسابی ــ جناب ــ روشن ــ اسفندیاری ــ مدنی گرکانی	فیزیک دوره اول
۱۳۲۰ هـ. ش	امانت‌الله روشن	چهارم و پنجم دبیرستانها
۱۳۲۹ هـ. ش	رهنما ــ نوروزیان ــ رضا قلیزاده (رنر)	یک دوره فیزیک
۱۳۳۰ هـ. ش	حاج سید جوادی ــ بروخیم ــ رفیع‌زاده	یک دوره فیزیک
۱۳۳۶ هـ. ش	اردلان ــ صفری ــ امین ــ رهبر	یک دوره فیزیک
۷۱ ــ ۱۳۵۳ هـ. ش	قلمسیاه ــ عرب اوف ــ پیغامی	یک دوره فیزیک

از کتابها ومقاله‌های جالب غیردرسی که بعضی از مطالب فیزیکی را مورد بحث قرار داده چند نمونه نیز ذکر می‌شود.

*** (۱۲۷۷ هـ. ش ــ غرائب زمین و عجایب آسمان).**

به نمونه‌ای از نوشته‌های این کتاب توجه کنیم:

«... ثقل جو عبارت است از وزن هوا و به امتحان معلوم شده که ستونی از هوا از سطح زمین تا منتهای جو هم وزن ستونی است از زیبق که ارتفاع آن دو قدم و نیم باشد در صورتی که قاعده هر دو ستون یکی باشد و وزن چنین ستونی از زیبق اگر قاعده آن یک قدم مربع باشد قریب سیصد وهشتاد و نه رطل می‌باشد یعنی تقریباً سیصد من تبریز وحاصل ضرب این عدد که سیصد و هشتاد و نه باشد در عدد قدمهایی که بر سطح زمین تصور می‌شود و وزن تمام جو است و آن تقریباً شانزده کاتریلیون و شصت و پنج تریلیون و پنجاه یک بیلیون و صد و هیجده میلیون و نهصد و نود و چهار خروار است...»

درپشت جلد این کتاب نوشته شده است: کتاب غرائب زمین وعجایب آسمان نگارش و تألیف میرزا محمد حسینخان ذکاء الملک متخلص بفروغی ترجمه آقا شیخ محمد قزوینی اصل طهرانی مسکن فی شهر رجب المرجب سنه هزار و سیصد و شانزده هجری قمری (=۱۲۷۷ هـ. ش)

*** (۱۲۹۹ هـ. ش ــ اصول جرائقال):**

اصول جرائقال از مهمترین مقاله‌های علمی است که به قلم غلامحسین رهنما در مجله فروغ تربیت ــ صاحب امتیاز ــ ابوالحسن فروغی ــ شماره دوم سال ۱۱ رجب ۱۳۳۹ هـ. ق (= ۱۲۹۹ هـ. ش) نوشته شده است.

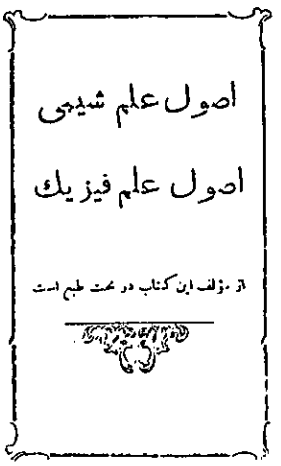
*** در دوره‌های اخیر کم و بیش، کتابهای درسی فیزیک وغیردرسی مربوط به فیزیک چاپ و منتشر شده است که دشوار، غیرقابل فهم و بیگانه با زبان فارسی است. علت عمده آن ناآشنا بودن مؤلفان و مترجمان با اصطلاح‌یابی و واژه‌گزینی گذشته است.** نمونه این کتابها کتابی است که در آن به طور مکرر به عباراتی نظیر عبارت زیر برخورد می‌کنیم. در مبحث بهم بستن مقاومتها می‌خوانیم:

«... در وصلیه مسلسل ولتاژ مجموعی نظر به قیمت مقاومتها تقسیم می‌شود...»

در پشت جلد این کتاب می‌خوانیم:

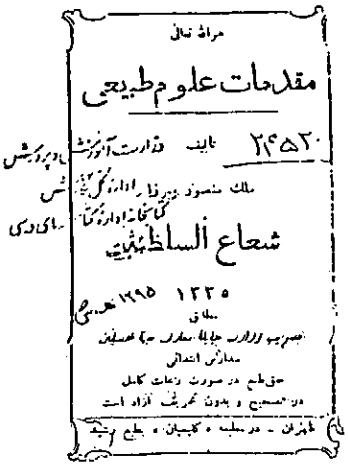
صنعت برق ــ دیتریس ــ فولتس از آلمانی ــ مترجمین حمید وهژیر

* * *


اصول علم شیمی

اصول علم فیزیك

از مؤلف این کتاب در تحت طبع است


مراة تعالی

مقدمات علوم طبیعی

۲۴۵۲ تالیف وزارت

شعاع السلطنه

۱۳۲۵ ۱۲۹۵

با بررسی اجمالی تطور اصطلاحات فیزیکی ــ نظام املایی تلفظ واژگان ــ فرمول‌نویسی ــ روش نگارش و ذکر نمونه‌هایی از کتابهای فیزیک درسی وغیر درسی در طی یکصد و چهل سال گذشته، مطالب زیر قابل ذکر و توجه و شایسته تأکید و تکرار است.

۱ ــ تدریس علوم فیزیک در دارالفنون در ابتدا به عهده معلمان خارجی بود. مؤلفان و مترجمان اولیه کتابهای فیزیک نیز عموماً تحصیلات خاصی در علوم فیزیک نداشتند و غالباً دارای شغلهایی از قبیل **معلمی توپخانه، طبابت، معلمی مدرسه علوم سیاسی و مترجمی** بودند. پس از آن فارغ‌التحصیلهای دارالفنون به شغل معلمی فیزیک و تألیف و ترجمه کتابهای درسی فیزیک اهتمام ورزیدند. حدود هشتاد سال پس از انتشار اولین کتاب فیزیک به وسیله میرزا زکی مازندرانی یاور توپخانه ومترجم دارالفنون، کتابهای فیزیک دوره اول دبیرستانها به وسیله گروه زیر در سال ۱۳۱۹ هـ. ش چاپ و منتشر شد.

آقای دکتر محمود حسابی	استاد دانشگاه
آقای دکتر کمال جناب	دانشیار
آقای دکتر امانةالله روشن زائر	دانشیار
آقای مرتضی قلی اسفندیاری	دبیر
آقای مدنی گرکانی	دبیر

بقیه در صفحه ۶۳

در حاشیهٔ

تطور زبان فارسی در آموزش فیزیک

اولین کنفرانس آموزش فیزیک کشور، در اردیبهشت سال ۷۱ در شهرستان بابل تشکیل شد. یکی از عنوان‌های سخنرانی در این کنفرانس «تطور زبان فارسی در آموزش فیزیک» بود که جداگانه در همین شمارهٔ مجله چاپ شده است. در حاشیهٔ این سخنرانی مطالب زیر به وسیلهٔ گوینده مطرح شد که به نظر خوانندگان می‌رسد.

زبان وسیله مشترک بین گوینده و شنونده برای انتقال مفاهیم و مطالب است. شاگردی که زبان معلم را بداند می‌تواند در مدت کوتاهتر و با رنج کمتر درس را بیاموزد و پدیده‌ها را بشناسد. گروهی از دانش‌آموزان به جزوه‌نویسی رغبت نشان می‌دهند و از کتابخوانی فرار می‌کنند. شاید یکی از دلایل این است که زبان نوشتار ما از زبان گفتار جدا و دور است. در رشته‌های علمی و فنی عموماً از نوشتن آن چه را که به آسانی بر زبان می‌آوریم، ناتوانیم. نوشته‌های علمی ما که ترجمه از منابع بیگانه است معمولاً یا فضل فروشانه و پیچیده و دور از فهم است و یا اینکه از لحاظ جمله‌بندی و شیوهٔ نگارش کاملاً حال و هوای زبان مبدأ را دارد. معنی لغوی اصطلاح علمی و فنی باید تا حد ممکن واضح و روشن باشد.

همکاران ارجمند توجه دارند که کم و بیش گروهی از دانش‌آموزان **اصطکاک** را **استحکاک** و راجع را راجب و مایع را **مایه** و **مایه** را مایع و به جای پیش‌نویس یا چرکنویس، چکنویس می‌نویسند. دقت و مراقبت معلمان گرامی در درست‌نویسی و درست‌گویی بی‌ثمر نیست. نگوییم اینها به درس فیزیک ارتباط ندارد.

در ریاضیات و علوم الفاظ و کلمات معانی نسبتاً دقیق دارند. زبان علم دقیق و مجموع است امّا زبان هنر آزاد و پریشان است. ترجمه دیوان حافظ به انگلیسی و یا ترجمه آثار شکسپیر به فارسی بسیار مشکلتر از ترجمه

یک متن فیزیکی است.

گفتن ناگفتنیها مشکل است
نیست این کار زبان کار دل است

بعضی می‌گویند فارسی زبان علمی نیست. چرا همه اصطلاحات علمی را به صورت اصطلاحات خارجی به کار نمی‌بریم؟ پاسخ این است که:

اولاً ــ فارسی برای آن زبان علمی نشده است که بدان توجه نداشته‌ایم، در این زمینه *کار نکرده‌ایم. بررسی اجمالی درباره* **تطور زبان فارسی در آموزش فیزیک به خوبی نشان می‌دهد** که این زبان توانایی آن را دارد که بار هر معنایی را به دوش بکشد. **در آموزش علوم اگر شیوهٔ تفکر ما علمی شود قطعاً زبان ما علمی خواهد شد**

ثانیاً ــ استفاده از لغات بیگانه در هر زبان نباید بدون حد و مرز باشد. در عالم هیچ زبانی خالی از لغات بیگانه نیست. اما اگر استفاده از لغات بیگانه به افراط کشیده شود، زبان خراب می‌شود و به جز روابط و بعضی افعال چیزی برای زبان نمی‌ماند و از همه مهمتر، ارتباط جامعه درس خوانده، با انبوه مردم قطع می‌شود و تنها خواص با زبان خاص با یکدیگر در ارتباط خواهند بود و این خود جامعه را متفرق می‌سازد و اساس آموزش را بهم می‌ریزد.

* * *

برای نشان دادن توانایی و شایستگی زبان فارسی به قول دانشمند آلمانی هاینس وندت (Heinz Wendt) توجه کنیم:

«... زبان فارسی به واسطه متقارن و موزون بودن سیستم آوایی دارای مزایای یک ساختمان ساده و کارآمد است که بی‌قاعدگی‌ها و پیچیدگی‌های هر زبان را که از دوران‌های قدیم باقی می‌ماند به سود کاربرد عملی آن کنار گذاشته است... این زبان می‌تواند به عنوان نمونه‌ای برای یک زبان بین‌المللی به کار رود...»[1]

* * *

زبان فارسی یعنی زبان سعدی و حافظ زبانی است، توانا، آسان، زیبا که همه ایرانیان با گویشهای مختلف (آذری، گیلکی، مازندرانی، لری،...) به آن دلبسته‌اند و با آن زندگی می‌کنند. نه فقط ما ایرانیان که اقبال پاکستانی می‌گوید:

«گرچه هندی در عذوبت شکر است
طرز گفتار دری شیرین‌تر است»

* * *

هر اندازه ملّتی پیشرفته‌تر است، لغات زبان او برای رساندن معانی جدید بیشتر و زبان او به لحاظ ابلاغ مفاهیم غنی‌تر است. بعضی از اهل فلسفه به نکته ظریفی درباره اعجاز زبان و توانایی خارق‌العاده واژه‌ها اشاره می‌کنند. توضیح مختصر آن این است که استفاده از زبان کمّی را در علوم مورد انتقاد قرار می‌دهند و در کارآیی روش کمّی در فهم طبیعت تردید کرده می‌گویند **هنگام توصیف پدیده‌ها با اعداد مطالبی ناگفته می‌ماند.**

کورت ریتسلر در کتاب «**فیزیک و واقعیت**» این مطلب را به خوبی نشان داده است. نویسنده تصور می‌کند ارسطو در عصر ما به زمین بازگشته و نظرش را درباره علوم جدید ابراز می‌دارد. ارسطو گفتارش را با ستایش از علوم جدید آغاز می‌کند و سپس نظر انتقادی خود را در جمع فیزیکدانان چنین می‌گوید: «... از نظر یک سیاهپوست هوا سرد و از نظر یک اسکیمو هوا گرم است. شما این اختلاف نظر را با ثبت ۵۰ درجه روی میزان‌الحراره حل می‌کنید. شما مفتخرید از اینکه به حقیقت عینی رسیده‌اید چون به حذف سیاهپوست و اسکیمو دست زده‌اید... بین نشانه‌هایتان هماهنگی موجود است ولی هرگز سرد را واقعاً سرد و گرم را در مقام گرم توصیف نمی‌کنید... واژه‌ای مانند (سرد) خاصیت واقعی سرما را به نحوی در خود حمل می‌کند با گفتن (سرد) احساس واقعی سرما و تصور سرما را خواهیم داشت امافیزیکدان با روش کمی سرما را در مقام سرما نمی‌تواند تشریح کند...»[2]

* * *

الفاظ و مفاهیم و نامهای خارجی به زبان ما هجوم آورده است. مهمترین وظیفه علمی و فرهنگی و اجتماعی ما این است که در فکر چاره باشیم. زبان و ادبیات درست هر ملت آن را از نفوذ و تسلط بیگانگان حفظ می‌کند گفتار استوار و آموزنده نویسنده و شاعر فرانسوی آلفونس دوده (۱۸۴۰ ــ ۱۸۹۷م) را به خاطر بسپاریم.

«... وقتی ملتی مقهور می‌شود تا هنگامی که زبان خویش را خوب حفظ می‌کند گویی کلید زندانش را در دست دارد...»

ما ناگزیریم علوم و فنون را ترجمه کنیم و این میسر نمی‌شود جز اینکه اول لغات خود را بدانیم.

علامه دهخدا به این مطلب اشاره دقیقی دارد. به آن توجه کنیم:

«... مرا هیچ چیز از نام و نان به تحمل این تعب طویل جز مظلومیت شرق در مقابل ظالمین و ستمکاران مغربی وا نداشت برای نان همه طرق به روی من باز بود و با ابدیت زمان نام را نیز چون جاودانی نمی‌دیدم پای‌بند آن نبودم و می‌دیدم که مشرق باید بهر نحو شده است با اسلحه تمدن جدید مسلح گردد. نه اینکه این تمدن را خوب می‌شمردم. چه تمدنی که دنیا

را هزاران سال اداره کرد مادی نبود... وقتی ضعف و انکسار ملت خود را دیدم دانستم که ما ناگزیر باید با سلاح وقت مسلح شویم. و آن آموختن تمام علوم امروزی بود و اگر نه ما را جزو ملل وحشی می‌شمرند بر ما آقایی را روا می‌بینند... پس بایستی آن علوم و فنون را ترجمه کنیم و در دسترس مکاتب بگذاریم و این میسر نمی‌شد جز بدین که اول لغات خود را بدانیم... این بود که من به فکر تدوین لغت‌نامه افتادم...»[۳]

* * *

گفتگو بسیار شد از هر دری
لیک کم گفتم حدیث دلبری

دو سه کلمه نیز از این حدیث سخن بگویم. همه می‌دانیم اگر دانش بدون تقوا و فضیلت انسانی و عرفان مذهبی باشد، گمراهی است، تاریکی است، حجاب اکبر است. اگر حساب دانش را از انسانیت و اخلاق جدا کنیم نشانه آن است که شایستگی آن را نداریم که فرهنگ گذشته خود را زنده نگاه داریم. باید زبانی را که قرنها تمدن و ادب برای ما به میراث گذاشته است، عزیز بداریم و کاخ بلند آن را از گزند باد و باران در امان نگاه داریم. امّا توجه داشته باشیم که برگزیدن پارسی سره و یا ستیزه‌جویی بی‌حاصل با لغات و کلماتی که تابعیت ایرانی گرفته‌اند یک نوع احساس تعصب‌آلود و بی‌ثمر و غیرممکن است.

امر حق را حجت و دعوی یکی است
خیمه‌ها از هم جدا دلها یکی است
از حجاز و چین و ایرانیم ما
شبنم یک صبح خندانیم ما

فراموش نکنیم که در صدف پیوند ایران با اسلام گوهر پاک و تابناکی به نام تمدن اسلامی پرورش یافته که تا دنیا برقرار است درخشان خواهد بود. هیچ فصل و صفحه و حتی سطری از کتاب تمدن اسلامی نیست که در آن نام و نشانی از عنصر ایرانی نباشد. زبان فارسی نیز از برکت فرهنگ اسلامی غنی و نام‌آور شده است.

صبح خیزی و سلامت‌طلبی چون حافظ
هر چه دارم همه از دولت قرآن دارم
رندان تشنه لب را آبی نمی‌دهد کس
گویا ولی‌شناسان رفتند از این ولایت
عشقت رسد به فریاد، ار خود بسان حافظ
قرآن زبر بخوانی با چارده روایت
ز حافظان جهان کس چو بنده جمع نکرد
لطائف حکمی با نکات قرآنی

باید در جوانان به خصوص دانشجویان و دانشگاهیان تحرک و عشق به تحقیق و شوق معرفت‌طلبی و ایمان ایجاد کرد. خدای را سپاس می‌گزاریم که در کشوری با پشتوانه تعالیم عالیه اسلامی و با فرهنگ غنی و با ثروت طبیعی خداداد و با مردمی فداکار، زندگی می‌کنیم. جوانان باید به پاس این موهبتها بذل همت کنند و بهای گوهر وجود خود را به درستی بشناسند:

ای دل به کوی عشق گذاری نمی‌کنی
اسباب جمع‌داری و کاری نمی‌کنی
چوگان حکم در کف و گویی نمی‌زنی
باز ظفر به دست و شکاری نمی‌کنی
این خون که موج می‌زند اندر جگر ترا
در کار رنگ و بوی نگاری نمی‌کنی
در آستین جان تو صد نامه مدرج است
آن را فدای طره یاری نمی‌کنی

آن چه امروز داریم حاصل رنجها و جانفشانیهای گذشتگان ماست. نهال حیات ملی و مذهبی ما با خون بهترین جوانان ایران آبیاری و بارور شده است.

اگر بینی کنار جویباری
گلی زیبا، فراز شاخساری
نشانی از دل خونین آنهاست
که چون خون سیاوش پای برجاست
چنین شد خونبهای این دلیران
به یکجا جمع نامش گشت ایران

یادداشت:

۱ ــ محمود حسابی ــ وندها و گهواره‌های فارسی ــ ۱۳۶۸ ــ پیشگفتار

۲ ــ ردلف مارتاپ ــ مقدمه‌ای بر فلسفه علم، ترجمه یوسف عفیفی تهران، انتشارات نیلوفر ص ۱۷۶

۳ ــ لغت‌نامه دهخدا، تکمله مقدمه ص ۵۱۰

ماجراهای فاینمن

نوشتهٔ ریچارد فاینمن
ترجمهٔ دکتر منیژه رهبر

در رابطه با آموزش در برزیل تجربه بسیار جالبی داشتم. من عهده‌دار تدریس به گروهی از دانشجویان بودم که بالاخره معلم می‌شدند، زیرا در آن زمان برای اشخاص با تخصص بالا در علوم، امکانات زیادی در برزیل وجود نداشت. این دانشجویان قبلاً دروس زیادی را گذرانده بودند و درس من پیشرفته‌ترین درس در الکتریسیته و مغناطیس بود ــ معادلات ماکسول و غیره.

دانشگاه در چند ساختمان اداری در نقاط مختلف شهر قرار داشت و کلاس درس من در ساختمانی مشرف به خلیج تشکیل می‌شد. در مورد دانشجویان متوجه پدیده بسیار جالبی شدم: وقتی سؤالی از دانشجویان می‌کردم فوراً پاسخ می‌دادند، ولی دفعهٔ بعد که سؤال می‌کردم ــ تا آنجا که به من مربوط می‌شد در مورد همان موضوع و همان سؤال قبلی ــ آنها ابداً قادر به پاسخگویی نبودند! برای مثال یک بار در مورد نور پلاریزه صحبت می‌کردم و به همه آنها قطعاتی از پولاروید دادم.

پولاروید فقط نوری را عبور می‌دهد که بردار الکتریکی آن در جهت خاصی باشد، بنابراین گفتم که چگونه می‌توان با استفاده از تاریکی یا روشنی پولاروید، جهت پلاریزاسیون نور را تعیین کرد. ابتدا قطعات پولاروید را برداشته و آنها را چرخانیدم تا بیشترین مقدار نور از آنها عبور کند. با این عمل می‌توانستم بگویم نوری که از دو قطعه عبور می‌کند در یک جهت پلاریزه است ــ آنچه از یک قطعهٔ پولاروید می‌گذشت می‌توانست از قطعهٔ دیگر نیز بگذرد. بعداً از آنها سؤال کردم که چگونه می‌توان جهت مطلق پلاریزاسیون را با استفاده از یک قطعهٔ پولاروید تعیین کرد؟

آنها هیچ ایده‌ای در این مورد نداشتند.

می‌دانستم که پاسخگویی به این سؤال تا اندازه‌ای محتاج هوش است، بنابراین آنها را راهنمایی کردم. «به نوری که از خلیج بازتابیده می‌شود نگاه کنید».

هیچکس چیزی نگفت.

گفتم «آیا هرگز چیزی در مورد زاویهٔ بروستر شنیده‌اید؟»

«بله آقا! زاویهٔ بروستر زاویه‌ای است که در آن نوری که از یک محیط با ضریب شکست بازتابیده می‌شود کاملاً پلاریزه است».

«و نور در چه جهتی پلاریزه است؟»

«نور در جهت عمود بر صفحهٔ بازتاب پلاریزه است، آقا» حتی حالا که در مورد آن فکر می‌کنم می‌بینم که آنها موضوع را طوطی‌وار بلد بودند! آنها حتی می‌دانستند که تانژانت زاویه برابر ضریب شکست است!

گفتم «خُب؟»

هیچ، آنها بمن گفته بودند که نور باز تابیده از محیطی با ضریب شکست، مانند خلیج بیرون ساختمان، پلاریزه است. آنها حتی جهت

پلاریزاسیون را گفته بودند.

گفتم «به خلیج بیرون ساختمان از میان پولاروید نگاه کنید. حالا پولاروید را بچرخانید.»

گفتند «اوه، نور پلاریزه است.»

پس از تحقیق بسیار، بالاخره متوجه شدم که دانشجویان همه چیز را حفظ کرده‌اند، ولی نمی‌دانستند که مفهوم آنچه حفظ کرده‌اند چیست. وقتی می‌شنیدند «نوری که از محیطی با ضریب شکست بازتابیده می‌شود» نمی‌دانستند که مفهوم آن ماده‌ای مانند آب است. آنها نمی‌دانستند که «جهت نور» همان جهتی است که وقتی به چیزی نگاه می‌کنید آن را در آن جهت می‌بینید و غیره. همه چیز کاملاً حفظ شده بود ولی هیچ چیز به کلمات معنی‌دار ترجمه نشده بود. بنابراین اگر می‌پرسیدم «زاویهٔ بروستر چیست؟» مانند آن بود که به کامپیوتری با کلمات کلیدی مناسب مراجعه کرده‌ام. اما اگر می‌گفتم «به خلیج نگاه کنید» اتفاقی نمی‌افتاد ــ زیرا چیزی تحت عنوان «به خلیج نگاه کنید!» ثبت نشده بود.

بعدها در جلسه درسی در مدرسه مُهندسی حضور یافتم. درس به این صورت بود. «دو جسم..... هم ارز در نظر گرفته می‌شوند ..... اگر گشتاورهای برابر ..... شتاب مساوی .... ایجاد کند. «دو جسم هم ارز در نظر گرفته می‌شوند، اگر گشتاورهای برابر، شتاب مساوی ایجاد کند.» همهٔ دانشجویان نشسته بودند و یادداشت برمی‌داشتند، و وقتی استاد جمله را تکرار کرد، همه مجدداً آنرا بررسی کردند تا اطمینان حاصل کنند که آنرا درست نوشته‌اند. بعد جملهٔ بعدی را نوشتند و همینطور تا آخر. من تنها کسی بودم که می‌دانستم استاد در مورد اجسام با لختی دورانی (ممان اینرسی) برابر صحبت می‌کند و درک این مطلب برای من مشکل بود که چگونه کسی می‌تواند از این درس چیزی یاد بگیرد. در اینجا در بارهٔ لختی دورانی صحبت می‌شد ولی بحثی در این مورد نبود که باز کردن یک در وقتی وزنه‌های سنگینی در قسمت خارجی آن گذاشته‌اند در مقایسه با هنگامی که این وزنه‌ها نزدیک لولاست مشکل‌تر است ــ هیچ چیز!

در پایان درس از یک دانشجو پرسیدم «با این همه یادداشتی که برمی‌دارید، چه می‌کنید؟»

گفت «اوه، آنها را مطالعه می‌کنیم» و بعد «امتحانی خواهیم داشت»

«امتحان چطوری است؟»

«خیلی آسان، می‌توانم یکی از سؤالات را به شما بگویم.» دفترش را نگاه کرد و گفت «چه موقعی دو جسم هم ارزند» و پاسخ این است «دو جسم هم ارز در نظر گرفته می‌شوند، اگر گشتاور برابر شتاب مساوی ایجاد کند». بنابراین می‌بینید که آنها در امتحان قبول می‌شوند و این چیزها را «یاد می‌گیرند» و چیزی دربارهٔ آنها نمی‌دانند، مگر آنچه را که حفظ کرده‌اند. سپس در امتحان ورودی دانشجویان مدرسهٔ مهندسی حضور یافتم. امتحان شفاهی بود و به من اجازه داده شد که به آن گوش کنم. یکی از دانشجویان مطلقاً ممتاز بود. او به همه چیز با زیرکی پاسخ می‌داد! ممتحنین از او پرسیدند که دیا مغناطیسی چیست، و او به این سؤال به طور کامل پاسخ داد. سپس سؤال کردند «وقتی نور تحت زاویه به ورقه‌ای با ضخامت معین از ماده‌ای با ضریب شکست n می‌تابد، چه رخ می‌دهد؟». «نور موازی با جهت اولیه خارج می‌شود، آقا ــ جابه جا می‌شود.»

«و چه مقدار جا به جا می‌شود؟»

«نمی‌دانم. آقا، ولی می‌توانم آنرا محاسبه کنم». و آنرا محاسبه کرد. او بسیار خوب بود. ولی در این هنگام دیگر به شک افتاده بودم.

پس از امتحان به طرف این دانشجوی درخشان رفتم و توضیح دادم که از ایالات متحده آمده‌ام و مایلم از او چند سؤال کنم که به هیچ وجه تأثیری در نتیجهٔ امتحانش نخواهد داشت. اولین سؤالی که پرسیدم این بود «آیا می‌توانی چند مادهٔ دیامانیتیک را نام ببری؟»

«نه».

سپس پرسیدم، «اگر این کتاب شیشه‌ای بود و من از میان آن به چیزی که روی میز است نگاه می‌کردم، در صورتی که کتاب را کج می‌کردم، چه اتفاقی می‌افتاد؟»

«منحرف می‌شد، آقا، به اندازهٔ دو برابر زاویه‌ای که کتاب را چرخانیده‌اید.»

گفتم «اطمینان داری که آن را با آیینه مخلوط نکرده‌ای؟» «نه، آقا»

او در امتحان گفته بود که نور جا به جا می‌شود، موازی با خودش و بنابراین تصویر در یک جهت حرکت خواهد کرد ولی نمی‌چرخد. او حتی مقدار تغییر مکان را محاسبه کرده بود، ولی متوجه نبود که یک قطعه شیشه ماده‌ای با ضریب شکست است و محاسبات او در مورد سؤال من به کار می‌رود.

من درس روشهای ریاضی در فیزیک را در مدرسهٔ مهندسی تدریس می‌کردم و در آن سعی می‌کردم چگونگی حل مسائل با روش آزمون و خطا را نشان دهم. این مطلبی است که معمولاً افراد آنرا فرا نگرفته‌اند، بنابراین سعی کردم تا چگونگی روش را با برخی مثالهای سادهٔ حساب نشان دهم. بسیار تعجب کردم که از هشتاد نفر دانشجو فقط هشت نفر تکلیفشان را تحویل دادند. بنابراین سخنرانی غرّائی در مورد لزوم انجام تکالیف و نه نشستن و به من نگاه کردن ایراد کردم.

در پایان درس، بعضی از دانشجویان به عنوان نمایندهٔ بقیه مراجعه کردند و گفتند که من متوجه زمینهٔ آنها نیستم، آنها می‌توانند بدون حل مسائل درس را فرا گیرند، زیرا قبلاً حساب خوانده‌اند و آنچه من می‌گویم از سطح آنها پایین‌تر است.

بنابراین درس را ادامه دادم، و هر قدر که موضوع پیچیده و پیشرفته می‌شد، آنها هرگز چیزی تحویل ندادند. البته می‌دانستم که موضوع چیست، آنها نمی‌توانستند آنرا انجام دهند.

یک کار دیگر که هرگز نتوانستم آنها را به انجام آن وادار کنم، سؤال کردن بود. بالاخره یک دانشجو برایم گفت «اگر من از شما در طی

درس سؤال کنم، بعداً همه کس به من خواهد گفت، «چرا وقت ما را در کلاس تلف می‌کنی؟ ما سعی می‌کنیم چیزی یاد بگیریم و تو با سؤال کردن استاد را متوقف می‌کنی.»

نوعی مسابقه پیشی گرفتن وجود داشت، که در آن هیچکس نمی‌دانست چه می‌گذرد و با تظاهر به دانستن دیگران را تحقیر می‌کرد. همه تظاهر به دانستن می‌کردند، و اگر دانشجویی برای یک لحظه با سؤال کردن می‌پذیرفت که نکتهٔ مبهمی وجود دارد، بقیه موضع برتری اتخاذ می‌کردند و تظاهر می‌کردند که ابداً ابهامی وجود ندارد و به او می‌گفتند که وقتشان را تلف می‌کند.

من اهمیت کار گروهی و لزوم بحث و مجادله در مورد سؤالات را تشریح کردم، ولی آنها این کار را نیز نمی‌کردند. زیرا اگر یکی از دیگری سؤال می‌کرد آبرویش می‌رفت. وضع رقت‌انگیزی بود!

این مردمان هوشمند همه کارها را انجام می‌دادند ولی خود را در موقعیت فکری مضحکی قرار می‌دادند. وضعیت عجیب «آموزش» متکی بر بقای نفس که بی‌معنی است، کاملاً بی‌معنی!

در پایان سال تحصیلی، دانشجویان از من خواستند که در مورد تجربیاتی صحبت کنم که از آموزش در برزیل داشتم. در این سخنرانی علاوه بر دانشجویان اساتید و مقامات دولتی نیز حضور می‌یافتند، بنابراین از آنها خواستم قول بدهند که هر چه خواستم بگویم، گفتند «البته، اینجا یک کشور آزاد است.» بنابراین در روز سخنرانی کتاب فیزیک پایه را که در سال اول تدریس می‌شد همراه بردم. آنها فکر می‌کردند که این کتاب بسیار خوب است زیرا حروف با اندازه‌های متفاوت داشت ــ حروف سیاه درشت برای مهمترین موضوعهایی که باید حفظ می‌شد، حروف روشن‌تر برای موضوعهای کم‌اهمیت‌تر و غیره.

بلافاصله یک نفر گفت «نمی‌خواهی که چیزی بدی دربارهٔ این کتاب درسی بگویی؟ زیرا کسی که آن را نوشته است در اینجا حضور دارد و همه فکر می‌کنند که این کتاب درسی بسیار خوب است».

«شما قول داده‌اید که می‌توانم هر چه خواستم بگویم.»

سالن سخنرانی پر بود. من با تعریف علوم به صورت درک رفتار طبیعت شروع کردم. سپس پرسیدم «چه دلیلی برای تدریس علوم وجود دارد؟ البته هیچ کشوری را نمی‌توان متمدن قلمداد کرد مگر...». آنها نشسته بودند و حرفهای من را تأیید می‌کردند. دیگر طرز تفکر آنها را می‌دانستم.

سپس گفتم «این البته بی‌معنی است، زیرا چرا باید حس کنیم که مجبوریم همگام سایر کشورها پیش برویم؟ باید این کار را به یک دلیل **خوب** انجام دهیم، یک دلیل **منطقی**، و نه به خاطر این که سایر کشورها این کار را می‌کنند.» سپس در مورد کاربرد علوم و سهم آن در پیشرفت شرایط انسانی صحبت کردم و البته با این کار قصد داشتم سر به سر آنها بگذارم.

گفتم، «هدف اصلی صحبت من این است که نشان دهم شما **هیچگونه** علمی را در برزیل تدریس نمی‌کنید!»

جنبشی در میان جمعیت مشاهده شد، آنها به فکر فرو رفتند «چه»؟ هیچ علمی؟ این دیوانگی محض است! با این همه کلاس درسی که داریم.

بنابراین، به آنها می‌گویم اولین چیزی که توجه من را در برزیل جلب کرد، دیدن شاگردان مدارس ابتدایی بود که در کتابفروشیها کتاب فیزیک می‌خریدند. با این همه بچه‌ای که فیزیک می‌خوانند و خیلی زودتر از بچه‌ها در ایالات متحده شروع می‌کنند تعجب‌آور است که فیزیکدان چندانی در برزیل ندارید ــ چرا؟ این همه بچه اینقدر کار می‌کنند و نتیجه‌ای از آن حاصل نمی‌شود.

سپس موضوع را با مورد یک طلبهٔ یونانی مقایسه کردم که عاشق زبان یونانی است و می‌داند که در کشورش اطفال بسیاری یونانی نمی‌آموزند. این طلبه به کشور دیگری می‌رود و در می‌یابد که همه مشغول فراگیری یونانی هستند ــ حتی بچه‌های کوچک در مدارس ابتدائی. او به جلسهٔ امتحان دانش‌آموزی می‌رود که داوطلب دریافت مدرک در زبان یونانی است و از او می‌پرسد «سقراط در مورد رابطهٔ حقیقت و زیبایی چه عقیده‌ای داشت؟» ــ و دانش‌آموز نمی‌تواند پاسخ دهد. سپس از او سؤال می‌کند «سقراط به افلاطون در *سمپوزیوم سوم چه گفت؟*» *دانش‌آموز با* خوشحالی شروع به پاسخگویی می‌کند و بدون انداختن یک واو هر آنچه سقراط گفته بود را با یونانی فصیح می‌گوید.

اما سقراط در این سمپوزیوم دربارهٔ رابطهٔ بین حقیقت و زیبایی صحبت کرده است!

این طلبهٔ یونانی کشف می‌کند که دانش‌آموزان این کشور یونانی را با تلفظ حروف سپس کلمات و بندها فرا می‌گیرند. آنها می‌توانند آنچه سقراط گفته است را کلمه به کلمه از بر بخوانند، بدون آن که تشخیص دهند که این کلمات یونانی واقعاً دارای **مفهومی** است. برای این دانش‌آموز این کلمات صداهای مصنوعی هستند. هیچکس هرگز آنها را به کلماتی ترجمه نکرده است که دانش‌آموز بتواند آنها را درک کند.

گفتم «به نظر من این مورد مشابه مورد تدریس «علوم» در برزیل است. (طبل توخالی. درست است؟)

سپس کتاب درسی فیزیک پایه را که از آن استفاده می‌کردند نشان دادم و گفتم «هیچگونه نتیجهٔ تجربی در هیچ کجای این کتاب نشان داده نشده است، به جز در یک مورد که در آن توپی روی سطح شیبدار به پایین می‌غلتد و در آن مسافتی که توپ پس از یک ثانیه، دو ثانیه، سه ثانیه و غیره طی می‌کند، ذکر شده است.

اعداد دارای «خطا» هستند ــ یعنی اگر به آنها نگاه کنید فکر خواهید کرد که نتائج تجربی

هستند، زیرا کمی بیشتر یا کمتر از مقادیر حقیقی می‌باشند. کتاب حتی در مورد تصحیح خطاهای تجربی صحبت کرده است ــ بسیار خوب. مشکل اینجاست که وقتی شما مقدار شتاب گرانش را با استفاده از این مقادیر محاسبه می‌کنید نتیجهٔ صحیح بدست می‌آید. ولی توپی که روی سطح شیبدار می‌غلتد، **اگر آزمایش واقعاً انجام شود**، دارای اینرسی است که باعث چرخش آن می‌شود، و در نتیجه **اگر آزمایش را انجام دهید**، به علت انرژی اضافی که صرف چرخش توپ شده است، نتائجی برابر پنج ــ هفتم جواب صحیح بدست می‌آورید. بنابراین این تنها مثال از «نتائج» تجربی از یک آزمایش «جعلی» بدست آمده است. هیچکس هرگز چنین توپی را نغلتانیده است، در این صورت این نتائج بدست نمی‌آمدند!

«چیز دیگری را نیز کشف کرده‌ام که با ورق زدن کتاب و گذاشتن انگشتم به طور تصادفی در یک محل و خواندن جملات آن صفحه می‌توانم آنرا به شما نشان دهم تا مشاهده کنید که مسأله چیست و چرا این کتاب علوم نیست، بلکه در تمام موارد حفظ کردن است. بنابراین این اجازه را به خود می‌دهم که کتاب را در مقابل این جمع ورق بزنم، انگشتم را در جایی بگذارم و بخوانم تا به شما نشان داده باشم.»

بنابراین، این کار را کردم ... انگشتم را در جایی گذاشته و شروع به خواندن کردم «ساولیانی. ساولیانی نوری است که در هنگام خرد کردن بلورها گسیل می‌شود...» گفتم، آیا این علم است؟ نه! شما فقط معنی یک کلمه را با کلمات دیگر بیان کرده‌اید. شما چیزی دربارهٔ طبیعت نگفته‌اید ــ یعنی نگفته‌اید چه بلورهایی در هنگام خرد شدن نور گسیل می‌کنند، چرا نور تولید می‌کنند؟ آیا هرگز دیده‌اید که دانشجویی به خانه رفته و آنرا آزمایش کند؟ نه او نمی‌تواند. «اگر در عوض نوشته بودید، وقتی شما یک حبه قند را گرفته و آنرا با انبردست در تاریکی خرد کنید، می‌توانید یک جرقهٔ آبی رنگ را ببینید. در بعضی بلورهای دیگر نیز این پدیده مشاهده می‌شود. هیچکس علت آنرا نمی‌داند. این پدیده «ساولیانی» نامیده می‌شود. بعضی دانشجویان می‌توانستند به خانه رفته و آنرا آزمایش کنند. بنابراین تجربه‌ای در مورد طبیعت انجام می‌شد.» من این مثال را به این جهت زدم تا مسأله را به آنها نشان دهم، ولی فرقی نمی‌کرد که انگشتم را در کجای کتاب گذاشته‌ام؛ چون همه جا یکسان بود.

بالاخره گفتم، نمی‌توانم بفهمم که چگونه ممکن است کسی در این سیستم مبتنی بر بقای نفس که در آن افراد در امتحان قبول می‌شدند و به دیگران یاد می‌دهند که چگونه در امتحان قبول بشوند چیزی بیاموزد. «بهرحال، فکر می‌کنم که در اشتباه باشم زیرا دو نفر از دانشجویان کلاس من و همینطور یکی از فیزیکدانها که می‌دانم همهٔ تحصیلاتش را در برزیل انجام داده است، بسیار خوب هستند. بنابراین، ممکن است بعضی افراد حتی در این سیستم بد، راه خود را بیابند.»

بعد از صحبت من، رئیس بخش آموزش علوم برخاست و گفت «آقای فاینمن چیزهایی گفت که شنیدنش برای ما بسیار دشوار است، ولی بنظر می‌رسد که او واقعاً عاشق علوم و در انتقاد خود صادق است. بنابراین، فکر می‌کنم باید به سخنانش گوش کنیم. وقتی به اینجا می‌آمدم می‌دانستم که سیستم آموزشی ما بیمار است، حال فهمیدیم که این بیماری سرطان است!» این را گفت و نشست.

این باعث شد که بقیه آزادانه مشغول صحبت شوند و هیجان زیادی به وجود آمد، هر کس بلند می‌شد و پیشنهادی می‌داد. دانشجویان کمیته‌ای تشکیل دادند تا جزوه مربوط به درس را قبل از تشکیل کلاس تهیه کند و کمیته‌های دیگری برای سایر کارها تشکیل شد.

سپس اتفاق کاملاً غیرمنتظره‌ای رخ داد. یکی از دانشجویان برخاست و گفت «من یکی از دو دانشجویی هستم که آقای فاینمن در آخر صحبتش به آنها اشاره کرد، ولی من در برزیل تحصیل نکرده‌ام، من در آلمان تحصیل کرده و تازه امسال به برزیل آمده‌ام.

دانشجوی دیگر که کارش در کلاس خوب بود چیز مشابهی گفت. و استادی که از او یاد کردم برخاست و گفت «من در همین جا در برزیل در دوران جنگ تحصیل کرده‌ام، در آن هنگام خوشبختانه همهٔ استادان دانشگاه را ترک کرده بودند، بنابراین من همه چیز را با خواندن نزد خود فرا گرفته‌ام. بنابراین من واقعاً تحصیل کردهٔ سیستم آموزشی برزیل نیستم.

دیگر انتظار این را نداشتم. من می‌دانستم که سیستم بد است ولی نه صد در صد ــ این وحشتناک بود!

از آنجا که من با استفاده از برنامه‌ای که دولت آنرا حمایت می‌کرد به برزیل رفته بودم، وزارت خارجه از من خواست تا گزارشی در مورد تجربیاتم در برزیل بنویسم، بنابراین نکات اصلی سخنرانی را نوشتم، بعدها از شایعات موجود متوجه عکس‌العمل یکی از افراد در وزارت خارجه شدم که گفته بودم «این گزارش نشان می‌دهد که چقدر فرستادن افراد ساده‌لوح به برزیل خطرناک است. مردک احمق، فقط می‌تواند باعث دردسر شود. او متوجه مسأله نشده است.» برعکس! من فکر می‌کنم که این کارمند وزارت خارجه ساده‌لوح بود که تصور می‌کرد هر مؤسسه‌ای با نام دانشگاه و فهرستی از دروس و توضیحات، واقعاً دانشگاه است.

مرجع: به نقل از کتاب

'Surely you are joking, Mr. Feynman!', Richard P. Feynman, edited by Edward Hutchings. Linwin Hyman Limited, 1986.

گفتگو با

دبیر آزمایشگر آزمودهٔ فیزیک، آقای حسنعلی وحید

آقای وحید به همراه عضوهای هیأت تحریریه رشد آموزش فیزیک

مسأله آزمایش و آزمایشگاه در آموزش علوم تجربی دبیرستانهای کشور ما، همواره مورد بحث و مذاکره است. آقای حسنعلی وحید دبیر بازنشستهٔ آموزش و پرورش حدود نیم قرن در امر آموزش فیزیک به خصوص امور آزمایشگاهی کوشش و همت به کار بسته‌اند. رشد آموزش فیزیک، توجه خوانندگان گرامی را برای آشنایی بیشتر با ایشان به این گفتگو جلب می‌نماید.

* بسم‌الله الرحمن الرحیم. خدا را شکر می‌کنیم که بار دیگر توانستیم دور هم جمع شویم و یکی از پیش‌کسوتان آموزش فیزیک کشور را در بین خودمان داشته باشیم. به پاس احترامی که لزوماً بر گردن ماست باید از معلمانی نظیر جناب آقای وحید قدرشناسی کنیم. بعضی از ما وقتی محصل بودیم کتاب فیزیکی می‌خواندیم که به وسیلهٔ ایشان و دوستانشان تألیف شده بود. از حضور ایشان تقاضا می‌کنیم که خلاصه‌ای از زندگی خود را ــ از تولد تا اشتغال و بازنشستگی ــ بفرمایند.

**** آقای وحید:**

به نام خداوند جان و خرد کزین برتر اندیشه بر نگذرد

بنده قبلاً تشکر می‌کنم از رشد آموزش فیزیک که چنین جلسه‌ای تشکیل دادند و خواستند که در این جلسه شرکت بکنم. ضمناً تقارن امروز را با سوم خرداد که سالروز فتح خرمشهر است به فال نیک می‌گیرم و این پیروزی را خدمت همهٔ هم‌میهنان عزیز تبریک می‌گویم.

بنده در شهر جهرم متولد شدم. ساختمانی

که در آن گفتگو می‌کنیم به نام ساختمان شهید سلیمی جهرمی است.

پدربزرگ من که پدربزرگ شادروان سلیمی جهرمی هم باشد، شیخ‌الاسلام جهرم بود و موقوفاتی هم از ایشان به نام موقوفهٔ شیخ‌الاسلام، هم اکنون در جهرم به تولیت اینجانب موجود است.

تاریخ تولد من در شناسنامه اول حمل ۱۳۰۳ شمسی نوشته شده است. ۵ سال و نیم داشتم که مرا به دبستان گذاشتند. دورهٔ ابتدایی را در مدت ۵ سال به پایان رسانیدم.

به خاطر دارم از هنگامی که در کلاس پنجم ابتدایی بودم هر وقت کلاس اول دبستان معلم نداشت مرا به عنوان معلم به آن کلاس می‌فرستادند. بنابراین معلمی من از ده سالگی آغاز شده است.

پس از پایان دورهٔ ابتدایی چون شهر ما دورهٔ متوسطه نداشت مرا برای ادامهٔ تحصیل به شیراز فرستادند که قبلاً برادر بزرگترم نیز در آنجا مشغول تحصیل بود.

دورهٔ اول دبیرستان را در دبیرستان حیات شیراز گذراندم. سالن بزرگترین دبیرستان شیراز در هر سال شاهد جایزه گرفتن من برای شاگرد اولی بوده است. یک بار هم یک مدال ورزشی گرفتم.

دانشسرای مقدماتی

پس از پایان دوره اول دبیرستان به دانشسرای مقدماتی رفتم. در دانشسرای مقدماتی وقتی کارنامهٔ شاگرد اولی مرا دیدند، با وجودی که سنم برای رفتن به دانشسرا کم بود، مرا پذیرفتند و گفتند که موضوع سن را خودمان حل خواهیم کرد. در سال ۱۳۱۷ در دبستانی در شیراز تدریس کردم و برای اولین

بار از کار معلمی حقوق دریافت داشتم. گفتم معلمی من از سن ده سالگی شروع شده بعد واقعاً باعشق وعلاقه رفتم دانشسرای‌مقدماتی و...

دانشسرای عالی

آن سالها قانونی بود که هر کس در امتحانات دیپلم دانشسرای مقدماتی شاگرد اول یا دوم می‌شد برای ادامهٔ تحصیل به دانشسرای عالیٔ اعزام می‌گردید. من هم مشمول این قانون شدم در دانشسرای عالی یک سال را در کلاس مخصوص علمی و ۳ سال را در رشتهٔ فیزیک و شیمی با دوست عزیزمان آقای دکتر قلمسیاه همکلاسی بودم. در آزمایشگاه هم در یک گروه دو نفری با هم کار می‌کردیم.

آن موقع دانشکدهٔ پزشکی و فنی و دانشکده‌های دیگر کنکور نداشت و ما می‌توانستیم به هر دانشکده‌ای که می‌خواهیم برویم، تنها عشق به معلمی و علاقه به معلمی بود که در دانشسرای عالی در رشتهٔ فیزیک و شیمی ادامهٔ تحصیل دادیم.

جریان تحصیل من در دانشسرای عالی و استادان ما همان است که آقای دکتر قلمسیاه در مصاحبهٔ خویش (در مجلهٔ رشد آموزش فیزیک بهار ۷۰ ــ شمارهٔ ۲۴) بیان فرمودند. اما دو مطلب را آقای دکتر قلمسیاه نفرمودند. یک مطلب این است که ما شبانه‌روزی داشتیم که در آنجا هشتاد نفر بودند. **هشتاد نفر شاگردان اول تمام مدارس ایران.** شادروان دکتر صدیق همیشه می‌گفت «**این شبانه‌روزی مخصوص اشخاص با استعداد است.**» مطلب دیگر اینکه ما علاوه بر دروس سنگین فیزیک و شیمی، علوم تربیتی هم می‌خواندیم. استادان ما در علوم تربیتی، عبارت بودند از شادروانان دکتر سیاسی (روانشناسی)، دکتر هوشیار (آموزش و پرورش)، دکتر شفق (فلسفه پرورشی)، دکتر جلالی (آمار)، دکتر صدیق‌اعلم (تاریخ آموزش و پرورش)، دکتر اسدالله بیژن (تدریس عملی) خداوند روان آن بزرگ مردان را شاد سازد انشاءالله. و علاوه بر اینها آزمایشگاه روانشناسی هم داشتیم و هر هفته یک جلسه به آنجا می‌رفتیم.

آبادان ــ تهران:

در سال ۱۳۲۲ دورهٔ دانشسرای عالی را به پایان رساندم و مرا برای خدمت دبیری به آبادان فرستادند. پس از سه سال دبیری به ریاست دبیرستان رازی آبادان منصوب شدم. چهار سال رئیس دبیرستان رازی بودم تا به تهران منتقل شدم. در تهران در یکی از دبیرستانهای جنوب شهر مشغول تدریس شدم. لطف و صفای دانش‌آموزان آن سالها را فراموش نمی‌کنم پس از چند سال، در سال ۱۳۳۴، ابتدا هفته‌ای چند ساعت و بعد تمام

وقت در دبیرستان البرز مشغول کار شدم. آقای دکتر مجتهدی رئیس دبیرستان البرز در آن زمان ــ که حق بزرگی به گردن فرهنگ این مملکت دارند، به من فرمودند آزمایشگاه فیزیک را به شما می‌سپارم و می‌خواهم که آنرا مجهز کنی. هرچه خواستم فوراً دستور تهیه آنرا دادند. توانستیم آزمایشگاه بسیار مجهز و کم‌نظیری را دائر نماییم.

در دبیرستان البرز هفته‌ای ۱۸ ساعت کار دولتی و ۱۸ ساعت هم با حق تدریس کار می‌کردم.

در سال ۱۳۴۷ به افتخار بازنشستگی نائل شدم.

وقتی ابلاغ بازنشستگی خود را به آقای دکتر مجتهدی رئیس دبیرستان نشان دادم ایشان گفتند تمام مدت هفته را به شما احتیاج داریم و مانند گذشته به کار خود در دبیرستان البرز ادامه دهید. پس از انقلاب نیز به کار خود در آزمایشگاه دبیرستان البرز ادامه دادم و هم‌اکنون سرپرست آزمایشگاه‌های فیزیک شامل چهار آزمایشگاه مجهز در دبیرستان البرز می‌باشم.

در طول مدت خدمت خود تعداد زیادی نشان و تقدیرنامه ــ قبل و پس از انقلاب ــ دریافت داشته‌ام.

در تألیف یک دورهٔ کامل کتابهای درسی فیزیک نظام آموزش قدیم ــ یک دورهٔ کامل اطلاعات عمومی و اخیراً کتابهای آزمایشگاه شرکت داشته‌ام. بیش از ۱۰ دوره در کلاسهای کارآموزی دبیران تدریس کرده‌ام. سرپرستی چند کلاس کارآموزی را به‌عهده داشته‌ام. مدتی هم در تلویزیون آموزشی همراه با آزمایش تدریس کرده‌ام.

از ۱۸ سال پیش تاکنون افتخار همکاری با سازمان پژوهش را دارم و گاهی هم در مجله رشد آموزش فیزیک، شرح آزمایشهایی را که خود ترتیب آنرا داده‌ام ملاحظه می‌کنید.

چهار فرزند دارم که همگی آنها تحصیلات عالیه را با موفقیت به پایان رسانده‌اند. پسرم دکترا در مهندسی شیمی دارد. دخترانم مهندس کامپیوتر، لیسانس بازرگانی، لیسانس مدیریت می‌باشند.

* باید از جناب وحید تشکر بکنیم که این فرصت مغتنم را برای مجلهٔ رشد آموزش فیزیک فراهم کردند که حاصل تجربه چند ده‌سالهٔ ایشان در اختیار همکاران قرار بگیرد. آقای وحید از چند لحاظ مختصات مشخص و مربوط به خودشان را دارند. یکی اینکه از فارغ‌التحصیلان دوره‌های اول دانشسرای عالی و دانشکده علوم هستند.

دوم اینکه ایشان علاوه بر دبیری، آزمایشگر بسیار مجربی هستند و از همه مهمتر ایشان سالها آزمایشگاه معروفترین و بهترین دبیرستان ایران یعنی دبیرستان البرز را اداره کرده‌اند. کارآموزی بسیاری از معلمان ایران نیز به‌عهده ایشان بوده است. اگر قرار باشد در آموزش فیزیک متوسطه عنوان آزمایشگر آزموده و قابل فیزیک را به کسی بدهیم، آقای وحید از همه کس اولی برای این عنوان

کنند. در سالنامه دبیرستان رازی آبادان مربوط به این سالها چند تصویر چاپ شده است که دانش‌آموزان را در موقع کار در آزمایشگاه فیزیک و شیمی نشان می‌دهد. من هم در کنار دانش‌آموزان هستم.

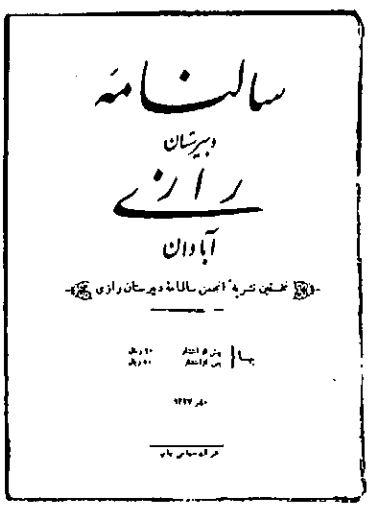
* جناب وحید! در دبیرستان البرز شاگردان ممتازی بودند که هم‌اکنون از مفاخر علمی مملکت هستند از این شاگردان اگر کسی را به خاطر دارید معرفی کنید.

** آقای وحید:

خیلی‌ها هستند. الآن پزشکان خوب تهران عموماً شاگردان دبیرستان البرز بوده‌اند. من تقریباً در دیماه گذشته دچار حمله قلبی شدم و در بیمارستان به حالت اغماء بودم. و هیچکس از نزدیکان من هم اجازه ملاقات با مرا نداشت. وقتی از حالت اغماء کم‌کم درآمدم دیدم دورتادور تخت من اشخاصی با لباس مرتب جمع شده‌اند در حالتی که هنوز خوب به هوش هستند. با این توضیح این سؤال مهم در آموزش فیزیک متوسطه کشور ما مطرح است که چرا آزمایش و آزمایشگاه در آموزش ما جایگاه درست خود را پیدا نکرده است؟ حتی در مدارسی که آزمایشگاه و وسایل آزمایش و مسؤول آزمایشگاه داریم، دانش‌آموزان عادت به مشاهده علمی و شوق لازم برای انجام آزمایش را ندارند. به‌طورکلی در فرهنگ و نظام آموزشی ما، مهارت دست و دید و دقت علمی و عملی و کارهای فنی ارزش و اعتبار خاص خود را ندارد. سؤال مشخص این است که جناب وحید مشکل آزمایش در آموزش فیزیک متوسطه را در چه عواملی می‌بینند؟

** آقای وحید:

اول باید علاقمندی معلم فیزیک در نظر گرفته شود. من وقتی دبیر فیزیک و رئیس دبیرستان رازی آبادان بودم شنیدم که شرکت نفت دارای آموزشگاهی با آزمایشگاه مجهز است. اول تقاضا کردم به من اجازه بدهند آن آزمایشگاه را تماشا کنم بعد از رئیس آموزشگاه خواهش کردم اجازه بدهند شاگردان ما را به آنجا ببریم و برایشان آزمایش کنیم که مورد موافقت قرار گرفت. پس از آن خواستیم که اجازه بدهند شاگردان ما خودشان آزمایش



نیامده بودم پیش خودم فکر کردم اینها چه کسانی هستند که اجازه ملاقات یافته‌اند. وقتی دقت بیشتر کردم دیدم همه آشنا هستند، همه شاگردان من در دبیرستان البرز بوده‌اند، همه پزشکان خوب تهران هستند که به ملاقات من آمده‌اند. همانوقت خدا را شکر کردم که اگر پسرم در کنار من نیست، فرزندان دیگر من یعنی شاگردان دیروز البرز بالای سرم هستند و از من نگهداری می‌کنند. بله! شاگردان دیروز البرز مهندسان خوب و پزشکان خوب امروز ما هستند و زیاد هم هستند.

* جناب وحید! همکاران شما در تألیف کتب درسی فیزیک چه کسانی بودند و تاریخ تألیف چه زمانی بود؟

** همکاران در این تألیف آقایان بازرگان، رئیس‌زاده، رادمنش، معظمی گودرزی بودند و کتابها در سال ۱۳۴۰ چاپ و منتشر شده است.

* همانطور که گفته شد در آموزش فیزیک عموماً از گچ و تخته و حافظه کمک گرفته می‌شود و عنایت لازم به آزمایش و آزمایشگاه نیست. برای بهبود بخشیدن به امر آموزش فیزیک چه باید کرد؟

** باید ببینیم در ممالک دیگر چه کار می‌کنند. معمولاً باید کلاس فیزیک در آزمایشگاه تشکیل شود. من وقتی به خارج رفتم از دانشجویان ایرانی که شاگرد من بودند خواهش کردم مرا به چند مدرسه راهنمایی کنند. دیدم در همه این مدارس کلاسهای فیزیک در آزمایشگاه تشکیل می‌شود. همراه باهم معلمی درس فیزیک می‌گفت و معلم دیگری همان را فوراً آزمایش می‌کرد. و گاهی

معلمی دیگر مسأله حل می‌کرد. و تقریباً کوشش شده بود که آموزش فیزیک از تدریس خشک و سروکار داشتن با فرمول تنها بیرون بیاید.

* جناب وحید لطفاً مختصری از روش کار خود را در ادارهٔ آزمایشگاه مجهز دبیرستان البرز و توفیقتان را در انجام این روش بیان بفرمایید.

** قبلاً گفتم که بنا به خواست جناب آقای دکتر مجتهدی تجهیز آزمایشگاه دبیرستان البرز به من واگذار شد. همهٔ ساعات من در دبیرستان البرز بود. وسایل آزمایشگاهی را از آلمان، انگلستان، آمریکا می‌خواستیم و ایشان فوراً می‌نوشتند: «تهیه شود». الآن چهار آزمایشگاه فیزیک داریم بخصوص کلاسهای اول و دوم و سوم و چهارم دبیرستان. برای آزمایشگاه شیمی و زیست‌شناسی هم همینطور.

پس از بررسی زیاد به این نتیجه رسیدیم که باید شاگردهای یک کلاس را به سه گروه تقسیم کنیم گروه اول را به آزمایشگاه فیزیک گروه دوم را به آزمایشگاه شیمی و گروه سوم را به آزمایشگاه زیست‌شناسی بفرستیم و هفته دوم آنهایی که در آزمایشگاه فیزیک بودند بروند به آزمایشگاه شیمی و شیمی‌ها بروند زیست-و زیست‌ها بیایند فیزیک به این ترتیب بعد از سه هفته یک دانش‌آموز در هر سه آزمایشگاه فیزیک، شیمی، زیست کار می‌کرد.

نکته دیگر اینکه در آن موقع در کارنامه‌ها نمرهٔ آزمایشگاه ثبت نمی‌شد. تنها در دبیرستان البرز به طور رسمی از شاگردان امتحان آزمایشگاه انجام می‌گرفت و نمرات آزمایشگاه‌ها در کارنامهٔ هرشاگرد ثبت می‌گردید.

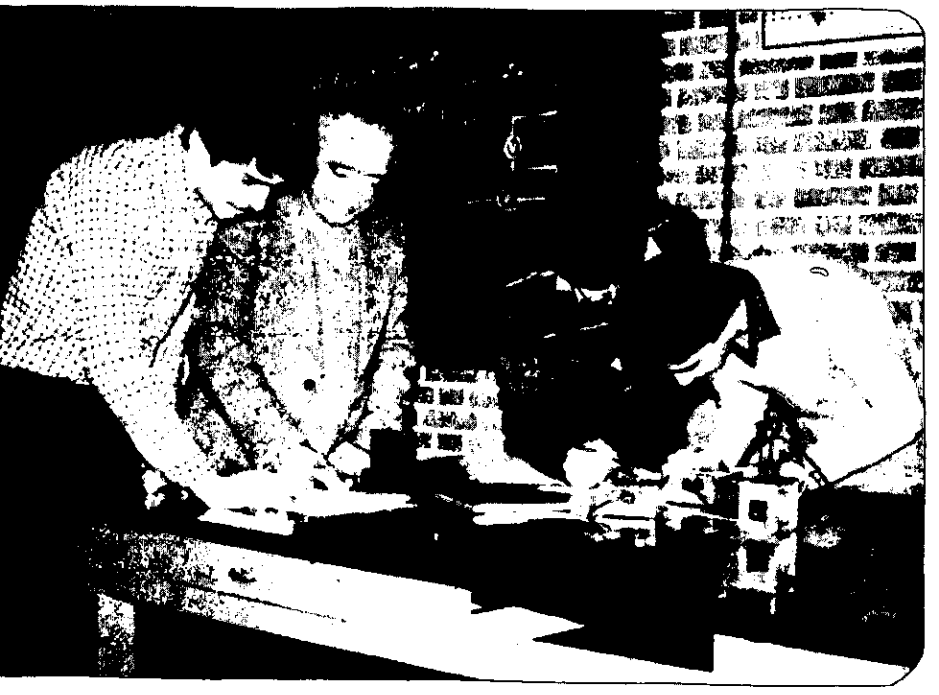
* برای دبیرستان البرز با آن تعداد کلاسها

و وجود امکانات انجام چنین کاری میسر است اما برای بسیاری از دبیرستانهای ما این کار مقدور نیست.

** تا آنجا که من اطلاع دارم مدارسی مانند هدف و رازی سابق و خوارزمی همین روش را به کار می‌بردند.

* همان‌طور که جناب وحید بیان کردند سابق بر این دانشجویان دانشسرای عالی از ممتازترین و برجسته‌ترین دانشجویان انتخاب می‌شدند. واقعاً کسی که عشق به معلمی داشت به دانشسرای عالی می‌رفت. حالا چطور شده است که کسی دیگر جذب معلمی نمی‌شود؟

** جواب خیلی مشکل است. به هر حال معلم هم فردی است مثل افراد دیگر باید زندگیش تأمین شود تا بیشتر جذب شود.



* در مورد آزمایش و آزمایشگاه به نظر می‌رسد باید نحوهٔ آموزش علوم پایه در کشور به طور اساسی تغییر کند. این تغییر باید از ابتدایی شروع شود. آزمایش و یاد گرفتن همراه با عمل کردن باید جزو فرهنگ آموزش ما باشد و این امکان ندارد مگر اینکه آموزگاران ما با این فرهنگ آشنا باشند و همین امر باید در دورهٔ راهنمایی و دبیرستان ادامه یابد. حدود ۹ سال پیش اولین کتابهای آزمایشهای فیزیک تألیف و منتشر شد. از جناب وحید می‌خواهیم تأثیر این کتابها را در آموزش فیزیک بیان نمایند.

** وقتی کتابهای آزمایشهای فیزیک منتشر شد خیلی‌ها درصدد برآمدند که وسایل آزمایش بسازند. هم اکنون در تبریز و اصفهان و مشهد

و یزد وسایل آزمایشگاه می‌سازند و بعضی‌ها هم واقعاً وسایل خیلی خوب می‌سازند. باید انصافاً قبول کرد که وسایلشان خیلی جالب است. تأثیر دیگر این کتابها، تشویق محصلان به ساختن وسایل بود. در دبیرستان البرز وسایلی است که خود دانش‌آموزان ساخته‌اند. دانش‌آموزی به من مراجعه کرد و گفت درس استروبوسکوپی را که معلم در کلاس تدریس کرده است، خوب نفهمیده‌ام. این را برای من بگو. گفتم پادت هست *روزی به من گفتی که دو* تا موتور کوچک دارم می‌خواهم به آزمایشگاه دبیرستان بدهم. گفت بله: استروبوسکوپی را برای این دانش‌آموز شرح دادم و گفتم برو با این دو موتور این دستگاه را بساز. این دانش‌آموز با این راهنمایی به یک موتور صفحه سوراخدار و به موتور دیگر صفحه علامت‌دار وصل کرد و از یک لامپ ورئوستا و اجزای لازم دیگر کمک گرفت و یک دستگاه استروبوسکوپی کامل ساخت. دانش‌آموز دیگری در مورد اثر میدان مغناطیسی بر نور سؤال کرد. با آزمایش پاسخ او را دادم. البته آماده کردن این آزمایش چند ساعت وقت مرا گرفت. شرح این آزمایش در مجله رشد آموزش فیزیک چاپ شده است. (شمارهٔ مسلسل ۲۵ ــ صفحهٔ ۳۰ ــ آزمایش میدان مغناطیسی و نور)

* جناب وحید! مضمون حدیثی است از پیامبر صلی الله علیه وآله که کسی که دانشی یاد کسی دهد مانند این است که او را زنده کرده است. از استادان علوم فیزیک و علوم تربیتی خود سخن گفتید جا دارد از آموزگاران و دبیران خود نیز سخنی بگویید.

** خیلی متشکرم که این مطلب مطرح شد. من هم آنچه به یاد دارم عرض می‌کنم. در دورهٔ دبستان معلمی داشتم به نام آقای احمدی، ایشان در کسوت روحانی بودند علوم جدید هم می‌دانستند. فرزند ایشان لیسانسیه فیزیک است در یک دورهٔ کارآموزی که ایشان را دیدم بسیار خوشحال شدم و از پدرشان ذکر خیری کردم.

در دبیرستان از دو نفر آقایان تمدن فرزانه و تجویدی نام می‌برم. علاقمندی مرا به علوم فیزیک، آقای تمدن برانگیخت. ایشان بعدها دکترا گرفته و رئیس دانشکده علوم شیراز شدند. آقای تجویدی هم معلم فیزیک بسیار خوبی بودند. شنیده‌ام هم اکنون در بستر بیماری هستند. امیدواریم خداوند شفایشان بدهد.

* در امر آزمایشگاه و آزمایش در دبیرستانهای ما عوامل منفی زیاد است. نبودن فضای لازم آزمایشگاهی، نداشتن وسایل آزمایشگاه، زیاد بودن محصل، نظام نمره‌گذاری، نداشتن مسؤول آزمایشگاه و فرهنگ لازم برای انجام آزمایش، بی‌علاقگی معلم و... مشخصاً سؤال ما از جناب وحید این است که در بین این عوامل کدام عامل را مهمتر تلقی می‌کنید.

** من فکر می‌کنم اگر معلم علاقمند باشد همه مشکلات را خودش حل می‌کند. مثلاً برای نشان دادن ارتعاشات عرضی و طولی لزومی ندارد دیاپازن الکتریکی ساختِ خارج داشته باشیم. من وقتی می‌خواستم این آزمایش را انجام دهم یک زنگ اخبار معمولی را می‌گرفتم کاسه زنگ آن را برمی‌داشتم به چکش زنگ اخبار که ارتعاش می‌کرد سیم می‌بستم و با این آزمایش می‌کردم بنابراین معتقدم چنانچه معلمان ما علاقمند به آزمایش و آزمایشگاه باشند مسأله‌ای نخواهیم داشت. مشکل در این است که معلم برای انجام آزمایش وقت اضافی زیادی باید صرف کند. قبل از وقت باید وسایل را آماده کند بعد آزمایش کند و پس از آزمایش وسایل را جمع‌آوری کند. **این همه اوقات اضافی را چه کسی باید به حساب بیاورد.** وزارت آموزش و پرورش باید این مشکلات را منظور نظر قرار دهد و وسایل علاقمندی معلمان را فراهم سازد. اگر معلم علاقمند شد همه مشکلات حل می‌شود. هیچ لزومی ندارد فضای آزمایشگاهی لازم فراهم آید. در راهرو هم می‌توان آزمایش کرد با وسایلِ بسیار ساده هم می‌توان آزمایش کرد.

* بعد از انقلاب فعالیتی درباره ساختن وسایل آزمایش شروع شد تا معلم توانایی لازم برای انجام آزمایش را به دست بیاورد. در دورهٔ کاردانی تربیت معلم رشته علوم تجربی پیش

درسی به نام (بسازیم و آزمایش کنیم) گذاشته شد. دانشجو باید با وسیله‌ای که خودش ساخته آزمایش کند و جواب بگیرد تا مورد قبول واقع شده و نمره دریافت کند. ستاد انقلاب فرهنگی برای لیسانس دوره تربیت معلم یک درس یک واحدی ساختن وسایل آزمایشگاه گذاشت. الان این درس در دورهٔ تربیت معلم کاردانی علوم تجربی از دو ساعت در سه ترم به دو ساعت در یک ترم کاهش پیدا کرده و درسشان از سه کتاب به یک کتاب به نام (فیزیک عملی) خلاصه شده و مراد و نظر برنامه‌ریزان در عمل مورد توجه قرار نگرفته است. گفتگوی با جناب آقای وحید که نامشان قرین با آزمایش علوم فیزیک است شاید وسیله‌ای شود که رؤسای مراکز تربیت معلم به این مسأله عنایتی بکنند.

** انشاءالله خداوند همه را موفق بدارد و بتوانیم به خدمت ادامه بدهیم.

***

این گفتگو با یاد شیرینی از زادگاه آقای وحید بدین‌گونه پایان یافت.

* جناب وحید! چند وقت پیش تلویزیون فیلمی از جهرم و مناظر زیبای آن نشان داد.

**** ... جهرم سه طبقهٔ سبز دارد یک طبقهٔ زمین که سبزی‌کاری و صیفی‌کاری است و طبقهٔ دوم لیموها و پرتقال‌هاست و طبقهٔ سوم نخل‌ها هستند. جهرم خیلی زیبا و قشنگ است.**

آراستگی در سیستم‌های پیچیده: جایزهٔ نوبل ۱۹۹۱ در فیزیک[1]

نوشتهٔ ژان پیر آنسن
ترجمهٔ دکتر عزت‌الله ارضی
گروه فیزیک دانشگاه تهران

جایزهٔ نوبل امسال نصیب پیر ژیل دوژن[2]، یکی از برجسته‌ترین نظریه‌پردازان مادهٔ چگال[3] گشت. شخصی که این زشتهٔ وسیع فیزیک را با پیمودن راهی دراز از فیزیک حالت جامد مرسوم، به درک امروزی ما از شکل‌های پیچیدهٔ ماده، نظیر حالت‌های ناآراسته[4] یا آراسته جزئی[5] برده است.

دوژن در سال ۱۹۳۲ در پاریس، در یک خانوادهٔ برجستهٔ پروتستان با سابقهٔ خانوادگی طولانی در پزشکی، بدنیا آمد. در سال ۱۹۵۱ به دانشسرایعالی (اکول نرمال سوپریور)[6] وارد شد و پس از فارغ‌التحصیل شدن، به کمیساریای انرژی اتمی در ساکلی[7] پیوست و تا سال ۱۹۶۱، یعنی زمانی که به مقام استادی دانشگاه نوبنیاد اورسیّ برگزیده شد، آنجا بود. او در سال ۱۹۷۱ به استادی کرسی مادهٔ چگال کالج فرانسه[8] منصوب شد. دوژن یکی از جوانترین استادانی بود که به این مؤسسهٔ معتبر ملحق می‌شد. پنج سال بعد رئیس یکی از بهترین مدارس مهندسی، مدرسهٔ عالی صنعتی فیزیک و شیمی پاریس، شد.

این مدرسه فقط به اندازهٔ چندین قدم از دانشسرایعالی و به اندازهٔ چند ساختمان از کالج فرانسه در کارتیه لاتن پاریس، فاصله دارد. این منصب یکی از علاقه‌های کلیدی و آرزوهای دوژن را برآورده کرد و آن برپایی ارتباط‌های قوی بین فیزیک و شیمی و نیز به

پیر ژیل دوژن، برندهٔ جایزهٔ نوبل فیزیک ۱۹۹۱، که کارهای علمی او چهرهٔ فیزیک مادهٔ چگال را دگرگون کرده است. او در طی سه دههٔ گذشته، نشانه‌های ماندگار بر روی موضوعات متعدد ماده چگال نظیر: مغناطیس‌ها، ابررساناها، بلورهای مایع، پلی‌مرها، فصل مشترک مواد، تر شدن سطوح، چسب و چسبناکی و غیره بجا گذاشته است. در طی انجام این کارها، پلی استوار بین فیزیک حالت جامد و شیمی فیزیک بنا نهاد، و پیوندی محکم بین تجربه گران و نظریه‌پردازان، بوجود آورد.

بنیاد نوبل با اعطای جایزهٔ نوبل فیزیک سال ۱۹۹۱ بخاطر مطالعات نظری او دربارهٔ بلورهای مایع و پلی‌مرها، در واقع از نبوغ سرشار او در کشف معادلاتی ساده و زیبا در مورد سیستم‌هایی بس پیچیده و درهم، قدردانی بعمل آورده است. بینش عمیق او دربارهٔ این رشته‌های علمی، دیگران را قادر ساخت تا بلورهای مایع را در تکنولوژی بکار ببرند و جاده را برای فیزیک‌دانها جهت انجام مطالعات عمیق بر روی پلی‌مرها هموار کرد.

فعل در آوردن کاربردهای تکنولوژیکی تحقیقات پایه است، که نسبتاً تفکری غیرمعمول در سنت علمی فرانسه است. در همان سال دوژن به عضویت آکادمی علوم فرانسه انتخاب شد و تا به حال به عضویت آکادمی‌های (فرهنگستان‌های) دیگری از جمله جامعهٔ سلطنتی انگلیس نیز در آمده است.

داوری در مورد جنبه‌های فراوان کارهای علمی او غیرممکن است. او خود را در طیف گسترده‌ای از موضوعات فیزیک مادهٔ چگال درگیر کرده است و بر روی هر یک از آنها اثری برجسته و اختصاصی برجای گذاشته است. اسناد اعطای جایزهٔ نوبل، به علاقهٔ دائمی دوژن به مطالعهٔ آراستگی در سیستم‌های پیچیده و یا حتی سیستم‌های «آلوده» و گذارهای بین حالت‌های آراسته و ناآراستهٔ ماده اشاره می‌کند. در واقع این اثر انگشت را می‌توان در سرتاسر کارهای علمی او ردیابی کرد. علاقهٔ دائمی دیگر او، ارتباط همیشگی با کارهای تجربی و ایجاد تأثیر متقابل بین مفاهیم نظری و تعبیر و تفسیر انواع آزمایش‌ها است.

در سالهای اوّل اقامت در ساکلی، دوژن در مورد مغناطیس و تغییرات آن در نزدیکی نقطهٔ کوری[9] کار می‌کرد و پیشنهاد نمود که این مطالعه توسط روش «پراکندگی غیرالاستیک مغناطیسی نوترونها»[10] انجام پذیرد. اندکی بعد از ارائه نظریهٔ باردین، کوپر و شریفر[11] (نظریه BCS) در مورد ابر رساناها، او در اورسی یک تیم تحقیقاتی مرکب از فیزیکدانهای تجربی و نظری تشکیل داد تا در مورد ابر رساناهای نوع دوّم کار کنند. در بین محصولات غنی نتایج تازه، یکی از برجسته‌ترین نتایج او پیش‌بینی وقوع ابر رسانایی سطحی در حضور یک میدان مغناطیسی بود (میدانی تا آن اندازه قوی که ابر رسانایی حجمی ماده را از بین ببرد). نقطهٔ اوج این دوره، کتاب معروف دوژن به نام «ابررسانایی در فلزات و آلیاژها»[12] بود که در سال ۱۹۶۴ به چاپ رسید.

اندک زمانی بعد، دوژن توجه‌اش را به رشته‌ای کاملاً نو، یعنی بلورهای مایع، معطوف کرد. گرچه بلورهای مایع چندین دههٔ قبل کشف شده بودند ولی تا اندازه‌ای درک نشده باقی مانده بودند. دوژن همراه با تعدادی از همکاران سابقش، گروه بلورهای مایع اورسی را به وجود آورد و دیری نپایید که فرانسه را پیشتاز این رشتهٔ علم کرد. یک بار دیگر با همکاری مشترک نظریه‌پردازان و تجربه‌گران، این گروه رفتار این فاز از ماده و تغییرات ظریف ایجاد شده در اثر اعمال اختلالات خارجی (نظیر میدانهای الکتریکی یا مغناطیسی) را در این مزوفازهای* فوق‌العاده حساس بررسی کرد. یکی از زیباترین کارهای دوژن در آن دوره اشاره به وجه تشابه عمیقی بود که او بین گذار درجه دوّم نماتیک ـ سمکتیک A[13] بلورهای مایع و گذار از حالت عادی به حالت ابر رسانایی در ابر رساناهای نوع دوّم پیدا کرد. آمیزهٔ جالب توجهی از دیدگاه نو در مورد بلورهای مایع در کتاب دوّم دوژن به نام «فیزیک بلورهای مایع» (چاپ ۱۹۷۴)[14] وجود دارد، کتابی که به عنوان سرآمد کتابهای موجود در این زمینه باقی خواهد ماند.

در اواخر دههٔ ۱۹۶۰، دوژن به موضوع محلولهای پلی‌مری و مذاب‌های پلی‌مری علاقمند شد. او پس از انتصاب به مقام استادی کرسی مادهٔ چگال در کالج فرانسه، مبادرت به انجام پروژهٔ مشترک Strasacol بین آزمایشگاههای استراسبورگ، ساکلی و کالج فرانسه کرد. ناگفته نماند که توصیف آماری پلی‌مرها قبلاً به وسیلهٔ فلوری[15] و ادواردز[16]

---

* به این دلیل به بلور مایع مزوفاز یا فاز واسط گفته می‌شود که خواص این مواد بین خواص جامدات بلورین و مایعات قرار دارد. در این مورد به مقالهٔ بعد مراجعه شود. ـ مترجم.

انجام شده بود، ولی این دوژن بود که چهارچوب کلی قوانین اسکیلینگ[17] را توسعه داد تا ساختمان و ترکیب پلی‌مرها و مدتی بعد دینامیک پلی‌مرها را تحلیل بکند. با استدلال معروف خود در مورد زنجیره‌های پلی‌مری که از حوصلهٔ این مقاله خارج است، دوژن توانست مفاهیم قدرتمند گروه باز بهنجاری ویلسون[18] را در مورد محلول‌های پلی‌مری بکار ببرد. قوانین اسکیلینگ را در ساکلی برای تفسیر اطلاعات حاصل از پراکندگی نوترون‌ها از نمونه‌های دوتریوم‌دار شده، مورد استفاده قرار داد.

دوژن پس از طی مرحلهٔ درک محلول‌های رقیق، به سراغ مطالعهٔ محلولهای پلی‌مری غلیظ و مذاب‌های پلی‌مری رفت و برای آن مکانیسم خزنده[19] را پیشنهاد کرد و این مکانیسم کلید حل تفسیر چگونگی اثرات پیوندها در دینامیک پلی‌مرها را تشکیل داد. مقدار زیادی از کارهای دوژن در مورد پلی‌مرها در کتاب سومش به نام «مفاهیم اسکیلینگ در فیزیک پلی‌مرها (۱۹۷۹)»[20] گنجانده شده است.

کارهای جدیدتر دوژن بر روی ملکولهای زنجیره‌ای در زمینه‌های زیر متمرکز شده است: رفتار پلی‌مرها در نزدیکی فصل مشترک‌ها و نیز خواص مکانیکی سیستم‌های پلی‌مری از جمله شکستگی، چسبناکی و کاربرد آنها در چسب‌ها. بطور کلی کارهای او در ده سالهٔ اخیر در مورد فصل مشترک‌ها از جمله تحلیل مفصل چگونگی تر شدن سطح جامدات به وسیلهٔ قطرات مایع و در مورد دینامیک پخش شدن لایه‌های نازک مایع، متمرکز شده است. او مشخصاً اهمیت نیروهای دوربرد را در مقیاس میزوسکوپیک نشان داد. دوژن ضمن انجام کارهای زیاد، تأثیرات انعطاف‌پذیری سطح مشترک روغن و آب را بر میکرو امولسیون‌ها[21] و تک لایه‌های لانگمور[22] مورد مطالعه قرار داد. او بدقت آزمایش‌هایی را که در مورد «جریان» در یک محیط متخلخل انجام می‌شد و رابطهٔ آن با پرکولاسیون[23] دنبال می‌کرد (دوژن جزء اوّلین دانشمندانی بود که در سال ۱۹۵۰ اصطلاح پرکولاسیون را مطرح کرد، منتها در مقوله‌ای دیگر در مورد آلیاژهای ناآراسته).

تأثیر کارهای دوژن بر علم مادهٔ چگال زیاد بوده است. او یکی از معدود دانشمندانی است که در مرکز یک رشتهٔ نو تحقیقاتی پویا قرار داشت و پلی بین فیزیک حالت جامد و شیمی فیزیک (علم مایعات سازمان یافته یا مادهٔ نرم) ایجاد کرد. او عهده‌دار بکارگیری مفاهیم و ابزارهای جدید نظری برای تحلیل مایعات پیچیده و محیط های میزوسکوپیک بوده است. درک عالی‌وی‌ازقابلیت‌های تکنیک‌های طیف‌سنجی نو به او اجازه داد تا کارهای تجربی را از خیلی نزدیک تعقیب کند و الهام‌بخش آزمایش‌های جدیدی نیز باشد و بنابراین توانست بطور بی‌نظیری ارتباط های محکمی بین مفاهیم نظری و کارهای آزمایشگاهی برقرار کند.

کارهای دوژن بطور مشابهی تأثیری ژرف و همیشگی بر علم فرانسه نیز داشته است. او در اورسی و کالج فرانسه پیشقدم بکارگیری روشی نو در کار گروهی بود و همکاری‌های نزدیکی بین دانشمندان تجربی و نظریه‌پردازان از یکطرف و بین فیزیکدانها و شیمی‌دانها از طرف دیگر بوجود آورد. این کاریست بس دشوار چرا که در کشور فرانسه هر دو جامعهٔ علمی بطور سنتی عادت به همکاری نداشته‌اند. شاید بخاطر ماهیت فوق‌العاده ریاضی و تعلیمات نظری جامعهٔ فیزیکدانها باشد. شرکت‌در جلسات‌هفتگی درس‌دوژن در ناحیهٔ پاریس برای دانشمندان جوان (ولی نه خیلی جوان) «واجب» است. شیوهٔ تدریس شخصی دوژن، همراه با ارائه طیف گسترده‌ای از موضوعات روز (سنتاً جلسات درس‌های پیشرفتهٔ کالج‌ها در فرانسه هر ساله باید موضوع جدیدی را مطرح کند) یک سرچشمهٔ دائمی الهام‌بخش برای حضار است.

انتخاب دوژن توسط آکادمی علوم سلطنتی سوئد برای دریافت جایزهٔ نوبل فیزیک سال ۱۹۹۱، از طرف جامعهٔ علمی فرانسه با خوشحالی و غرور و به اتفاق آراء مورد استقبال قرار گرفته است. ۲۱ سال از زمانی که لوئی نیل[24] جایزهٔ نوبل فیزیک را از آن خود کرد می‌گذرد ولی این فاصلهٔ زمانی بین دو جایزه نوبل فیزیک برای فرانسه، بازتاب‌دهندهٔ قدرت و شوکت فعلی فیزیک فرانسه نیست.

زیرنویسها:

۱ ــ Order in complex systems: the 1991 Nobel prize in physics. By: Jean Pierre Hansen (Nov. 1991) *Physics World*, **4(11)**, 61.

۲ ــ Pierre - Gilles de Gennes

۳ ــ Condensed matter

۴ ــ disordered

۵ ــ partially disordered

۶ ــ Ecole Normale Supérieure

۷ ــ Commissariat à L' Energie Atomique in Saclay

۸ ــ Collège de France

۹ ــ Curie point

۱۰ ــ Inelastic Magnetic Neutron Scattering

۱۱ ــ Bardeen - Cooper - Schrieffer (BCS)

۱۲ ــ *Superconducting Metals and Alloys*, 1964.

۱۳ ــ nematic - smectic A

۱۴ ــ *The Physics of Liquid Crystals, 1974.*

۱۵ ــ P. J. Flory

۱۶ ــ Sir Sam Edwards

۱۷ ــ Scaling laws

۱۸ ــ Wilson's powerful renormalisation group concepts

۱۹ ــ reptation mechanism

۲۰ ــ *Scaling Concepts in Polymer Physics, 1979.*

۲۱ ــ microemulsions

۲۲ ــ Langmuir monolayers

۲۳ ــ Percolation

۲۴ ــ Louis Néel

۱- بلورهای مایع (کاربردها)
۲- ماده (اشکال)
۳- بلورها (ساختمان مولکولی)

بلورهای مایع

نوشتهٔ دکتر عزت الله ارضی
گروه فیزیک دانشگاه تهران

در مقالهٔ قبل خواندیم که جایزهٔ نوبل فیزیک سال ۱۹۹۱ به پیر ژیل دوژن بخاطر کارهای بنیادیش در زمینهٔ درک بلورهای مایع و پلی‌مرها اعطاء شده است. ولی بلورهای مایع چه هستند؟ به کرات می‌شنویم که می‌گویند مگر می‌شود ماده‌ای هم بلور (جامد) باشد و هم مایع؟ امیدوارم توضیحات زیر، مطلب را تا اندازه‌ای روشن کند.

خوانده‌ایم که سه حالت (یا سه فاز) معمولی ماده عبارتست از جامد، مایع و گاز. مثال سادهٔ آن آب است که در شرایط عادی در زیر صفر درجهٔ سلسیوس در فاز جامد (یخ)، بین صفر و ۱۰۰ درجهٔ سلسیوس به صورت مایع و در بالای ۱۰۰ درجهٔ سلسیوس به صورت گاز (بخار) یافت می‌شود. ولی بعضی از ترکیبات آلی معین در محدودهٔ خاصی از دما، می‌توانند در حالت‌های بین جامد و مایع نیز وجود داشته باشند. کلمهٔ مزو به یونانی یعنی «بین» و مزو فاز[1] به معنی بین دو حالت (یا بین دو فاز) است. ماده‌ای که به صورت مزوفاز است می‌تواند بعضی از ویژگی‌های جامدات بلورین و در عین حال برخی از خصوصیات مایعات را دارا باشد. بطور مشخص، ملکولهایی که این ماده را تشکیل می‌دهند ممکن است یک آرایش منظمی که ویژگی حالت بلوری جامدات است را دارا باشند، درحالیکه تمامی ماده به صورت سیال باقی می‌ماند و به همین دلیل به آنها «بلورهای مایع» گفته می‌شود.

- بلورهای مایع در سال ۱۸۸۸ یعنی بیش از ۱۰۰ سال قبل توسط فریدریش رایسنیتزر[2] درحین مطالعهٔ کلسترول در گیاهان کشف شد ولی نه تنها خود کاشف آن از ماهیت آن کاملاً آگاه نبود بلکه تا همین سالهای اخیر فقط به صورت یک پدیدهٔ جالب توجه به آن نگاه می‌شد. فهم و درک این فاز جالب توجهٔ ماده برای دانشمندان قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم کار ساده‌ای نبوده است. در اوایل دههٔ ۱۹۷۰ اولین دسته از مواد بلورهای مایع *پایدار* به صورت تجارتی ظاهر گشت و از آن در ساخت «صفحه نمایش»[3] وسایل الکترونیکی و نیز مدولاسیون نور و فرآوری سیگنال بطور روزافزونی استفاده شد.

همهٔ مواد به صورت بلور مایع درنمی‌آیند. مشخصهٔ اصلی یک بلور مایع در ساختمان ملکولیش قرار دارد که عبارتند از: الف ــ طول ملکولهای تشکیل دهندهٔ بلور مایع باید خیلی بزرگتر از عرض آن باشد. ب ــ ناحیهٔ وسط ملکولها باید سخت و تا اندازه‌ای غیرقابل انعطاف باشد. ملکولهایی که مثل رشته‌های پخته شده اسپاگتی انعطاف‌پذیر باشند، نمی‌توانند به صورت بلور مایع درآیند و پ ــ به نظر می‌رسد که اگر دو انتهای ملکولهای بلورهای دراز، قدری انعطاف‌پذیر باشد بهتر است. می‌توان گفت که ملکولهای بلورهای مایع در واقع مثل یک مداد (یا یک چوب کبریت) هستند که دو تکهٔ کوچک اسپاگتی پخته شده به دو انتهای آنها وصل شده است. مدل زیر برای مقایسه مفید است: یک کُپه چوب کبریت را درنظر بگیرید. چوب کبریت‌ها به مانند یک مایع بسادگی روی هم می‌لغزند ولی در عین حال شکل بلند آنها ایجاب می‌کند که نوعی نظم در کپهٔ آنها وجود داشته باشد. حال اگر چوب کبریت‌ها را بر روی سطح یک مقوای شیاردار بریزیم، ترجیح می‌دهند در داخل شیارهای مقوا قرار گیرند.

بلورهای مایع از نقطه نظر طرز قرار گرفتن ملکولها نسبت به هم، به صورت‌های مختلف نظیر نماتیک[۴]، سمکتیک A و B،[۵] دیسکاتیک[۶] و غیره یافت می‌شوند که شرح آنها را به بحثی دیگر موکول می‌کنیم.

یکی از خواص بلورهای مایع اینست که در حضور یک میدان الکتریکی، ملکولها مایلند در راستای میدان قرار گیرند یعنی تا اندازه‌ای شبیه برادهٔ آهن در یک میدان مغناطیسی عمل می‌کنند. از طرف دیگر بلورهای مایع می‌توانند راستای نوسان نور پلاریزه شده را عوض کنند و این دو اثر با هم اساس ساخت صفحه نمایش بلورهای مایع است که نمونهٔ سادهٔ آنرا همگان در روی صفحهٔ ساعت‌های مچی رقمی (دیجیتال) دیده‌اند. این صفحه نمایش در بسیاری از وسایل دیگر نظیر ماشین‌های حساب، ساعت‌های دیواری، تلفن‌ها، دوربین‌های عکاسی، وسایل اداری، کامپیوترهای شخصی، داشبرد اتومبیل و پنجره‌هایی که می‌توانند از شفاف به کدر تغییر رنگ بدهند، بکار رفته است.

اخیراً تکنولوژی بلورهای مایع به مرحله‌ای رسیده است که تلویزیون‌های کوچکی با صفحه نمایش ساخته شده از بلورهای مایع را بطور تجارتی به بازار عرضه کرده است و درنتیجه صفحه نمایش بلورهای مایع، جایگزین لامپ‌های کاتدی سنگین و حجیم شده است. انتظار می‌رود که بزودی صفحه نمایش‌های بزرگ کاملاً مسطح که برای تلویزیون‌های بزرگ پیشرفته مناسب هستند نیز به بازار عرضه شود.

سایر کاربردهای بلورهای مایع شامل دماسنج‌های بلورهای مایع، فیلم‌های حساس به دما، پلی‌مرهای بلورهای مایع با قدرت کششی زیاد و بالاخره کاربرد آن در استخراج نفت است که برای جلوگیری از اطالهٔ کلام توضیحات آنها را به بحث دیگری موکول می‌کنیم.

زیرنویسها:

۱ ــ mesophase

۲ ــ Friedrich Reinitzer

۳ ــ Liquid Crystal Display (LCD)

۴ ــ nematic liquid crystal

۵ ــ smectic A and smectic B liquid crystal

۶ ــ discotic liquid crystal

بعضی از منابع برای مطالعات بیشتر

Electro - optical and Magneto - optical Principles of Liquid Crystals (1983). by L. M. Blinov, John Wiley and Sons.

Liquid Crystals (1977). by S. Chandrasekhar, Cambridge University Press.

Liquid Crystals: Nature's Delicate Phase of Matter (1990). by P.J. Collings, Adam Hilger.

The Physics of Liquid Crystals (1974). by P.G. de Gennes, Oxford University Press.

Physical Properties of Liquid Crystalline Materials (1980). by W.H. de Jeu, Gordon and Breach Science Publishers.

Textures of Liquid Crystals (1978). by D. Demus and L. Richter, VCH Publications.

Smectic Liquid Crystals (1984). by G.W. Gray and J.W.G. Goodly, Leon and Hill.

Handbook of Liquid Crystals (1980). by H. Kelker and R. Hatz, Verlag Chemie.

Introduction to Liquid Crystals (1974). by E. B. Priestley; P. J. Wojtowicz, and P. Sheng, Eds. Plenum Press.

Thermotropic Liquid Crystals, Fundamentals (1988). by G. Vertogen and W.H. de Jeu, Springer - Verlag.

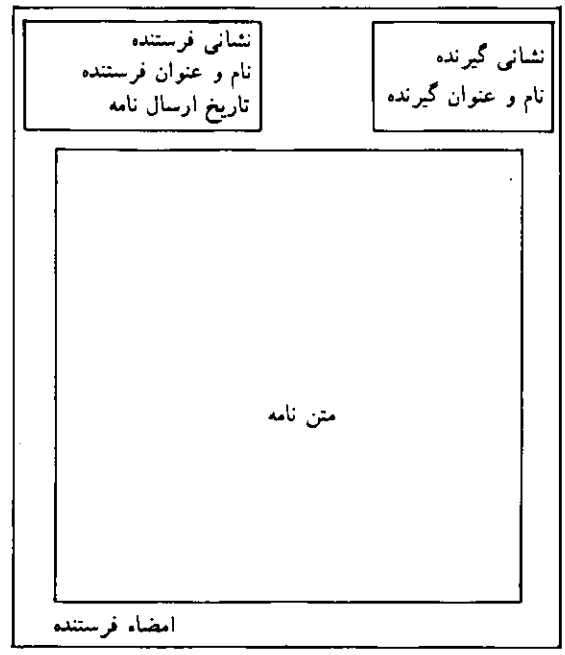
مجله و خوانندگان

از خوانندگان محترم، در بارهٔ نامهٔ ارسالی به مجله رشد آموزش فیزیک یا گروه فیزیک، تقاضا می‌شود:

الف ــ نامه تا حد امکان خلاصه و واضح و خوانا باشد.

ب ــ نامه با الگوی زیر نوشته شود:

برگهٔ نامه



نشانی مجله: تهران، ایرانشهر شمالی، ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف، گروه فیزیک، هیئت تحریریه، صندوق پستی ۳۶۳ ــ ۱۵۸۵۵

منظور از عنوان گیرنده، سردبیر یا مدیر داخلی رشد آموزش فیزیک، سرپرست گروه فیزیک، کارشناس متوسطهٔ گروه فیزیک، ... و منظور از عنوان فرستنده، دبیر، سرپرست گروه، دانشجو، دانش‌آموز، ... است.

تذکر: هر گونه نارسایی در مورد دریافت مجله را لطفاً با نشانی «تهران، جاده آبعلی، خ سازمان آب، بیست متری خورشید، مرکز توزیع انتشارات کمک آموزشی کد پستی ۱۶۵۹۸ (تلفن ۷۷۵۱۱۰)» در میان بگذارید.

در مجلهٔ پیشین رشد آموزش فیزیک، با کمال تأسف از عبارت «دانش‌آموز عزیز» برای دبیر محترم جناب آقای محسن وحیدی نیا استفاده شده است که به این وسیله از ایشان پوزش می‌طلبیم و خواهشمندیم آن را تصحیح فرمایید.

تبریز ــ دانش‌آموز عزیز، خانم سیمین ایمانی‌راد ــ در مکانیک سال چهارم بحث کافی در مورد حرکت پرتابی را خواهید خواند.

گرگان ــ دانشجوی گرامی، آقای یوسف قریشی ــ رابطهٔ مربوط به قانون واپاشی در کتابهای دانشگاهی نوشته شده است.

بافق یزد ــ دبیر محترم، آقای حسن کاظمی ــ دقت شما مورد تقدیر است. ضمناً می‌توانید به وسیلهٔ ادارهٔ آموزش و پرورش استان با اداره کل امتحانات آموزش و پرورش تماس بگیرید. در بارهٔ مطلب مورد نظر شما مقاله‌ای در مجله رشد فیزیک چاپ شده است.

گرگان ــ دانش‌آموز عزیز، آقای عبدالحسن تیموری ــ هیچ امری نباید شما را از کوشش در پیشرفت تحصیلی باز دارد. شرایط شرکت در المپیاد و سؤالات نمونه در مجله رشد فیزیک هر ساله چاپ می‌شود.

تبریز ــ دانش‌آموز عزیز، آقای مهراب پورایران ــ سعی می‌شود در بارهٔ مطلب مورد نظر شما مقالهٔ دیگری در رشد منتشر شود.

اصفهان ــ دانشجوی گرامی، آقای مجتبی علمشاهی ــ مجله رشد آموزش فیزیک مربوط

به آموزش فیزیک متوسطه است.

میانه ــ دانش‌آموز عزیز، آقای علی فدایی ــ ارائه یک نظریه علمی مستلزم آگاهی از اصول و قوانین اولیه است.

تهران ــ دانش‌آموز عزیز، آقای ع ــ ط ــ امکان ادامهٔ تحصیل در رشتهٔ مورد نظر شما تا حد کارشناسی ارشد وجود دارد.

بابل ــ دانش‌آموز عزیز، آقای رضا ادیبی ــ لازمهٔ طرح یک نظریهٔ علمی اطلاع از مبانی آن است.

سبزوار ــ دانشجوی گرامی، آقای برهام معروفی، و فریمان ــ آقای احمد احمدی ــ برای ساختن یک دستگاه اطلاع از علوم پایه و امور فنی مربوط به آن لازم است.

تبریز ــ دانش‌آموز عزیز، آقای محمود حیدرپور میدانی ــ نامهٔ اول: چنانکه می‌دانیم مجموعهٔ B به همراه دو عمل + و ۰ تشکیل جبربول می‌دهد اگروتنها اگر پنج خاصیت جا به جایی، انجمنی، بخشی، وجود عضوهای بی‌اثر، و متمم‌گیری باشند مانند مجموعهٔ مجموعه‌ها به همراه دو عمل اجتماع و اشتراک، و مجموعهٔ کلیدها به همراه دو عمل اتصال موازی و اتصال متوالی جبربول هستند. ولی مجموعهٔ مقاومتها به همراه دو عمل اتصال موازی و اتصال متوالی جبربول نیست (زیرا دارای خاصیتهای بخشی و متمم‌گیری نیست) لذا قضیه‌های ساده کردن مدارهای بولی در مورد مدارهای شامل مقاومت درست نیست.

نامهٔ دوم: مشکلات اشتراک را به نشانی تهران ــ جاده آبعلی ــ خیابان سازمان آب ــ بیست متری خورشید ــ مرکز توزیع انتشارات کمک آموزشی کد پستی ۱۶۵۹۸ (تلفن ۷۷۵۱۱۰) ارسال کنید.

مطلبی را که در بارهٔ مخابرات مرقوم داشته‌اید می‌توانید به دفتر تحقیقات شرکت مخابرات ارسال کنید.

اصفهان ــ دانش‌آموز عزیز، آقای بابک فرزاد ــ معادل فارسی واژه‌های فیزیکی در کتابی به نام «واژگان فیزیک» از طرف مرکز نشر دانشگاهی منتشر شده است. ضمناً اخیراً سعی شده است تا حد امکان معادل واژه‌ها و عبارتهای مهم در پایان برخی مقاله و نوشته‌ها آورده شود.

الشتر ــ آقای مرتضی کوشکی ــ نامهٔ شما دریافت شد مطالب را دقیق‌تر و خلاصه‌تر بنویسید. قبلاً نیز بهتر است با افراد صاحب نظر در میان بگذارید.

تهران ــ دانشجوی گرامی، آقای اردشیر افتخارزاده ــ علاقمندی شما به فیزیک قابل تقدیر است.

اصفهان ــ دانش‌آموز عزیز، آقایان افشین صالحی و مهران اشرف‌زاده ــ برای اطلاع بیشتر به فیزیک هالیدی جلد سوم مراجعه کنید. از دبیر محترم خود برای استفاده از این نوع کتابها کمک بگیرید.

اصفهان ــ دبیران محترم علوم فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، و زمین‌شناسی ــ نامهٔ مفصل و دلسوزانه‌ای با عنوان علم ــ آزمایش ــ تکنولوژی دربارهٔ وجوب اجرای آزمایش قبل یا همزمان با تدریس علوم تجربی ارسال داشته‌اند، که علاقمندی آنها قابل تشکر است.

تبریز ــ دانش‌آموز عزیز، آقای رضا سلیمی ــ سؤال خود را دقیق‌تر و خلاصه‌تر بنویسید.

قزوین ــ دانش‌آموز عزیز، آقای آرش آریانی ــ نظرات شما در چاپ مقاله‌ها و مسائل المپیاد فیزیک مورد توجه قرار خواهد گرفت. لطفاً ترجمهٔ خود را همراه با فتوکپی متن مقاله ارسال دارید.

تهران ــ دانش‌آموز عزیز، آقای احمد صادقی ــ فرمولی را که نوشته‌اید مربوط به مقاومت معادل دو مقاومت موازی و یکسان است.

مشهد ــ دانشجوی گرامی، آقای حسین میلانی مقدم و تبریز ــ دانش‌آموز عزیز، آقای آصف نظری گنجه‌لو ــ مسائل المپیاد فیزیک همراه با حل آنها در رشد آموزش فیزیک چاپ شده و می‌شود.

الیگودرز ــ دانش‌آموز عزیز، خانم نرگس گودرزی ــ برای ادامهٔ تحصیل در رشته فیزیک لازم است که پایهٔ علمی دانش‌آموز در ریاضی نسبتاً خوب باشد. در صورت تمایل به ادامهٔ تحصیل در رشته فیزیک می‌توانید دیپلم ریاضی نیز بگیرید. در مورد سؤال دوم می‌توانید از دبیر خود کمک بگیرید. در مورد سؤال سوم می‌توانید به پرسش متن ۵ ــ ۹ در صفحهٔ ۱۱۹ و پاسخ آن در صفحهٔ ۱۳۶ و ۱۳۷ کتاب فیزیک چهارم ریاضی مراجعه کنید. در مورد مسائل مربوط به اشتراک لطفاً با آدرس مربوط به اشتراک تماس بگیرید.

اصفهان ــ دبیر محترم، خانم مهین اربابی ــ آدرس مجلهٔ The Physics Teacher:

American Association of Physics Teachers

5112 Berwyn Road

College Park, MD 20740 - 4100 U.S.A.

نیشابور ــ دانش‌آموز عزیز، خانم نجمهٔ کمالی ــ برای اطلاع بیشتر و رفع ابهام به مجله رشد آموزش فیزیک بهار ۱۳۶۴ شمارهٔ ۲ صفحهٔ ۲۸ مقالهٔ «قانون سوم نیوتون» مراجعه کنید.

تهران ــ دانشجوی گرامی، آقای ساسان ادیبی ــ لطفاً به عنوان نمونه بخشی از نوشتهٔ خود را برای بررسی و، در صورت مناسب بودن، درج در رشد فیزیک ارسال فرمایید.

نقده ــ دانش‌آموز عزیز، آقای عبدالکریم صحابی ــ سرعت متوسط، در علم فیزیک، برابر نسبت جابه‌جایی به زمان جابه‌جایی است، ولی در گفتگوی معمولی، برابر نسبت مسافت پیموده شده به زمان حرکت است. ضمناً تفاوت بین جابه‌جایی و مسافت در کتاب بیان شده است، در مورد سؤال دوم شما، باید توجه داشت که می‌توانیم هر رشتهٔ علمی را به صورتهای مختلف تقسیم‌بندی کنیم.

کاشان ــ آقای محمدرضا گدازجیان ــ شعاع مسیر حرکت دایره‌ای در سطح دایرهٔ حرکت قرار دارد.

بقیه در صفحه ۶۹

اخبار علمی و فرهنگی

جایزه انجمن فیزیک ایران به دبیر برگزیده فیزیک ۱۳۷۲

انجمن فیزیک ایران هر دو سال یک‌بار جایزه‌ای به دبیر (یا دبیران) برگزیدهٔ فیزیک از سراسر کشور اهدا می‌کند. جایزه دبیر برگزیده سال ۱۳۷۲ شامل لوحهٔ انجمن فیزیک و وجه نقد خواهد بود.

گزینش بر مبنای نکات زیر خواهد بود:

۱ ــ ایجاد انگیزه و علاقه در دانش‌آموزان در زمینهٔ فیزیک،
۲ ــ عشق ورزیدن به تدریس فیزیک،
۳ ــ کوشش در اعتلای کیفیت آموزش فیزیک،
۴ ــ ابتکار و نوآوری در آموزش فیزیک،
۵ ــ انجام فعالیتهای فوق برنامه در آموزش فیزیک،

معیارهای گزینش

۱ ــ نظر دانشجویان (در مورد دبیران سابق خودشان)
۲ ــ درصد قبولی دانش‌آموزان
۳ ــ نظر دانش‌آموزان
۴ ــ نظر همکاران

از دبیران برجستهٔ فیزیک که خود را واجد شرایط در این گزینش می‌دانند درخواست می‌شود که شرح حال کامل خود را همراه با مدارک دال بر فعالیتهای علمی ــ آموزشی، شاخص خویش حداکثر تا تاریخ ۱۳۷۱/۱۰/۱۵ به دفتر انجمن فیزیک ایران (کمیتهٔ جوایز انجمن) ارسال دارند. ارسال شرح حال توسط خود دبیر **الزامی** است.

از کلیه دانشجویان درخواست می‌شود چنانچه از میان دبیران سابق خود دبیری را واجد شرایط می‌دانند نظر مبسوط خود را برای کمیته ارسال دارند.

از دانش‌آموزان انتظار می‌رود با ارسال نظرات خود کمیتهٔ جوایز انجمن فیزیک را در انتخاب دبیر برگزیدهٔ سال یاری کنند.

از مسئولان و دست‌اندرکاران و دبیران آموزش و پرورش درخواست می‌شود چنانچه دبیران فیزیکی را شایسته و واجد شرایط این جایزه می‌دانند نظرات خود را برای کمیته ارسال فرمایند.

انجمن فیزیک ایران تا تاریخ ۱۳۷۱/۱۰/۱۵ پذیرای دریافت نظرهای دبیران، دانشجویان، دانش‌آموزان و دست‌اندرکاران آموزش و پرورش خواهد بود. تهران، خالد اسلامبولی، شمارهٔ ۸۵

بسمه تعالی

شرکت صنایع الکترونیک ایران
برگزار می‌نماید

دومین کنفرانس الکترونیک

نقش صنعت الکترونیک در افزایش قدرت صنعتی و اقتصادی کشورهای پیشرفته جهان لزوم نگرش جدی برنامه‌ریزان امور اقتصادی و صنعتی کشور را به این صنعت مهم آشکار می‌سازد.

شرکت صنایع الکترونیک ایران از پیشگامان صنعت الکترونیک در کشور با هدف کسب نظرات علمی و تخصصی پیرامون جایگاه صنعت الکترونیک و نقش آن به عنوان یکی از محورهای اساسی توسعه در نظر دارد دومین کنفرانس الکترونیک را تحت عنوان:

«نقش الکترونیک در توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور»

با همکاری علمی دانشگاه شیراز در خرداد ماه سال ۱۳۷۲ در شیراز برگزار نماید.

از کلیه صاحب‌نظران دعوت به‌عمل می‌آید تا با ارسال مقاله، ایراد سخنرانی، شرکت در مباحثات و ارائه نظرات خود ما را در این راه یاری نمایند. باشد که نظرات و دیدگاههای ارائه شده در برنامه‌ریزی و سیاست‌گزاری صنعتی کشور موثر واقع گردد.

خواهشمند است خلاصه مقالات خود را حداکثر در دو صفحه در زمینه موضوعات زیر همراه با مشخصات فردی و سوابق علمی و تجربی خود تا تاریخ ۱۳۷۱/۸/۱۵ به آدرس دبیرخانه کنفرانس ارسال نمایید.

موضوعات:

* الکترونیک، توسعه اقتصادی و صنعتی:
  ــ الکترونیک و نقش آن در اقتصاد کشورهای پیشرفته و در حال توسعه.
  ــ وضعیت صنعت الکترونیک ایران و سهم آن در اقتصاد کشور.
  ــ ویژگیهای صنعت الکترونیک در مقایسه با سایر صنایع.
  ــ نقش الکترونیک در پیشرفت و توسعه علوم و صنایع.

* الکترونیک، سیاستگزاری و برنامه‌ریزی رشد و توسعه:
  ــ لزوم تعیین اولویت برای الکترونیک در برنامه دوم توسعه.
  ــ لزوم تمرکز در برنامه‌ریزی و هدایت فعالیتهای الکترونیکی کشور.
  ــ ضرورت توسعه فعالیتهای تحقیقاتی در الکترونیک.
  ــ رشد و بهبود آموزش عالی و آموزشهای فنی و حرفه‌ای در زمینه الکترونیک.
  ــ انتقال، جذب و توسعه تکنولوژی الکترونیک در کشور.
  ــ ضرورت ارتقاء تکنولوژی تولید در الکترونیک.
  ــ سیاستگزاری اقتصادی دولت در جهت توسعه صنعت الکترونیک.

* الکترونیک، توسعه فرهنگی و اجتماعی:
  ــ الکترونیک و توسعه کمی و کیفی آموزش.
  ــ الکترونیک و گسترش ارتباطات.
  ــ نقش الکترونیک در توسعه فرهنگ و روابط اجتماعی.

* الکترونیک، افزایش قدرت دفاعی:
  ــ نقش الکترونیک در تسلیحات تاکتیکی و استراتژیکی.
  ــ اهمیت سیستمهای فرماندهی، کنترل و مخابرات.
  ــ دستیابی به خودکفایی در الکترونیک دفاعی.

* الکترونیک، علوم و تکنولوژی:
  ــ یافته‌های جدید علمی در الکترونیک.
  ــ پیشرفتهای تازه در تکنولوژی الکترونیک.
  ــ جایگاه علم و تکنولوژی الکترونیک در ایران.

آدرس: شیراز ــ شرکت صنایع الکترونیک ایران صندوق پستی: ۱۱۷۴ ــ ۷۱۳۶۵
دبیرخانه کنفرانس الکترونیک
تلفن: ۶۶۰۰۶۸ ــ ۷۱. فاکس: ۶۷۱۰۶۱ ــ ۷۱.

برگ ثبت‌نام در نخستین کنفرانس دانشجویی عمران

نام خانوادگی: نام: سال ورود به دانشگاه:

نام دانشگاه محل تحصیل: رشته تحصیلی: مقطع تحصیلی:

شرکت با ارائه مقاله ☐ عنوان مقاله: بدون ارائه مقاله ☐

نشانی دقیق پستی و تلفن:

آدرس دبیرخانه: تهران، خ آزادی، دانشگاه صنعتی شریف، مجلهٔ عمران شریف، دبیرخانه کنفرانس، صندوق پستی ۱۱۳۶۵/۹۳۱۳ تلفن: ۹۱۸۳۱۹، ۴۰۰۵۸۱۸ Fax :

نخستین کنفرانس
دانشجویی عمران

دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف در نظر دارد در اردیبهشت ماه ۱۳۷۲ کنفرانسی به شرح زیر برگزار نماید.

اهداف کنفرانس:

- ارتقای سطح علمی دانشجویان عمران و آگاهی آنها از نتایج تحقیقات و مطالعات کشور
- اعطای اعتماد به نفس به قشر دانشجو جهت ارائه مطالعات و تحقیقات خود در مجامع معتبر علمی
- تشویق و ترغیب دانشجویان به انجام تحقیقات در طول تحصیل به عنوان عاملی جهت پویایی سیستم آموزشی دانشگاهها
- آشنایی دانشجویان با تواناییها و مشکلات وزارتخانه‌ها، شرکتها و سایر ارگانهای مربوط به رشتهٔ عمران بوسیله برگزاری نمایشگاهی از فعالیتهای آنها در کنار سمینار

موضوعات کنفرانس:

سازه، آب، نقشه‌برداری، راه و ترابری، زمین‌شناسی مهندسی، معماری، حمل و نقل، خاک و پی، مهندسی محیط زیست، مدیریت، کاربرد کامپیوتر در مهندسی عمران و مهندسی زلزله

زمانبندی کنفرانس:

ارسال برگ ثبت‌نام: ۷۱/۹/۱۰

ارسال چکیده مقالات: ۷۱/۱۱/۲۰

ارسال اصل مقالات: ۷۱/۱۲/۲۵

همچنین مقالات برتر هر یک از رشته‌های مزبور نیز مشخص خواهند شد. از علاقمندان به شرکت در کنفرانس تقاضا می‌شود فرم ثبت‌نام را تکمیل نموده و همراه فیش بانکی به مبلغ ۲۰۰۰ ریال جهت ثبت‌نام (به استثناء نویسندگان مقالات) به حساب شمارهٔ ۳۳۰۰ نزد بانک ملت شعبهٔ دانشگاه صنعتی شریف (قابل پرداخت در کلیهٔ شعب بانک ملت) در وجه دبیرخانهٔ کنفرانس ارسال فرمایند

لازم به تذکر است نویسندگان مقالات بایستی دانشجو و یا فارغ‌التحصیل سال ۷۰ به بعد در مقاطع مختلف تحصیلی باشند.

نحوهٔ تنظیم چکیدهٔ تکمیلی مقالات و فرم مخصوص آن پس از دریافت برگ ثبت‌نام متعاقباً ارسال خواهد شد.

کنفرانس آموزش فیزیک ایران ۸ ــ ۱۰ اردیبهشت ۱۳۷۲

اطلاعیه

کنفرانس آموزش فیزیک ایران از ۸ تا ۱۰ اردیبهشت ماه ۱۳۷۲ در استان کرمان با همکاری انجمن فیزیک ایران، ادارهٔ کل آموزش و پرورش استان کرمان و وزارت آموزش و پرورش برگزار خواهد شد. این کنفرانس مباحث زیر را در برخواهد گرفت:

- تازه‌های فیزیک،
- روشهای تدریس فیزیک،
- چگونگی ارائهٔ مفاهیم و مطالب کتب درسی فیزیک،
- آزمایشهای فیزیک دبیرستانی،
- معرفی کتب فیزیک در نظام جدید دورهٔ متوسطه،
- جلسات پرسش و پاسخ در زمینهٔ فیزیک برای دبیران.

ارائهٔ مقاله

از کسانی که علاقه‌مند به ارائهٔ مقاله‌ای از نتایج کار خود در هر یک از مباحث فوق هستند، دعوت می‌شود چکیدهٔ مقالهٔ خود را در حجمی حدود ۷۰۰ کلمه (حدود سه صفحهٔ تایپ نوشت) تا تاریخ ۱۵ دی ماه ۱۳۷۱ به نشانی دبیرخانه موقت انجمن فیزیک ارسال دارند (لطفاً در روی مقاله، نام، نام خانوادگی، نشانی و شماره تلفن مقاله دهنده قید شود).

شرکت در کنفرانس

برای شرکت در کنفرانس اعضای انجمن مبلغ ۱۵۰۰۰ ریال و افراد غیر عضو ۲۰۰۰۰ ریال (دانشجویان در هر دو مورد نیم بها) در وجه انجمن فیزیک ایران به حساب شماره ۳۴۷۲۵۱۹۵ بانک تجارت ــ شعبه اسکان ــ تهران، واریز و اصل فیش بانکی را همراه با پرسشنامهٔ پر شده به نشانی دبیرخانه کمیتهٔ اجرایی در استان کرمان ارسال فرمایند.

به منظور برنامه‌ریزی برای جلسات پرسش و پاسخ از شرکت کنندگان تقاضا می‌شود مباحث و پرسشهای مورد نظر خود را در زمینهٔ فیزیک دبیرستان، تا اول بهمن ماه سال جاری به دبیرخانه موقت انجمن فیزیک در تهران ارسال فرمایند.

کمیتهٔ اجرایی کنفرانس:

کرمان ــ خیابان معلّم ــ ادارهٔ کل آموزش و پرورش استان کرمان ــ تلفن: ۳۱۲۳۵ ــ ۰۳۴۱

دبیرخانهٔ موقت انجمن فیزیک:

تهران ــ خیابان خالد اسلامبولی ــ شمارهٔ ۸۵ تلفن: ۴۴-۱۵۵۲ (۰۲۱)

پرسشنامهٔ شرکت در کنفرانس آموزش فیزیک ایران

۸ تا ۱۰ اردیبهشت ماه ۱۳۷۲

محل برگزاری: کرمان

آخرین مهلت ارسال پرسشنامه اول بهمن ماه ۱۳۷۱

برگزار کنندگان

انجمن فیزیک ایران

اداره کل آموزش و پرورش استان کرمان

وزارت آموزش و پرورش

شمارهٔ عضویت در انجمن فیزیک ایران

۱ ــ نام خانوادگی .....

۲ ــ نام .....

۳ ــ شغل و محل خدمت .....

۴ ــ سنوات خدمت .....

۵ ــ رشتهٔ تحصیلی .....

۶ ــ آدرس کامل پستی و شمارهٔ تلفن: .....

.....

۷ ــ آیا مایل به استفاده از خوابگاه هستید؟ بله ☐ خیر ☐

۸ ــ مایلید از چند وعده غذا استفاده کنید؟ صبحانه ☐ نهار ☐ شام ☐ هیچکدام ☐

۹ ــ آیا در کنفرانس مقاله ارائه خواهید کرد؟ بله ☐ خیر ☐

هزینه غذا و خوابگاه کل دوره، روزانه سه وعده، برای هر نفر ۱۰۰۰۰ ریال خواهد بود. این مبلغ در محل کنفرانس از شرکت کنندگان دریافت خواهد شد. هزینه سایر خدمات توسط اداره کل آموزش و پرورش استان کرمان تأمین خواهد شد.

به دلیل محدودیت جا، کمیته اجرایی کنفرانس از پذیرفتن همراه معذور است.

نشانی ارسال پرسشنامه: کرمان ــ ادارهٔ کل آموزش و پرورش استان کرمان ــ کمیته اجرایی کنفرانس «آموزش فیزیک ایران»

بقیه از صفحهٔ ۳۸

بی‌گفتگو توحید مساعی این گروه تحصیلکردگان فیزیک در تألیف کتاب درسی فیزیک بسیار پربار بود. حاصل کار آنها از لحاظ سلامت کلام و استحکام مطلب هنوز هم می‌تواند سرمشق و نمونه باشد. **متأسفانه این اقدام بسیار متین و محکم در مورد آموزش فیزیک دبیرستانها به طور جدی ادامه نیافت.**

۲ ــ با توجه به تطور واژگان فیزیک به خوبی می‌توان دریافت که زبان فارسی توانایی آن را دارد که بار هر معنایی را به دوش بکشد ترکیب کلمات با هم و پیوند پیشوندها و پسوندها با لغات، زبان فارسی را در مقایسه با زبانهای دیگر غنی‌تر و پربارتر می‌سازد.

۳ ــ فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی باید با دقت و همت تمام از زبان فارسی در برابر تهاجم علمی و فرهنگی زبانهای بیگانه پاسداری کند. و این کار جز با تجهیز گروه صاحب صلاحیت برای انتخاب واژگان جدید و تألیف کتب علمی نمونه میسر نمی‌گردد.

۴ ــ خوشبختانه در سالهای اخیر، مترجمان و نویسندگان در رشته‌های **علمی به خصوص در فیزیک**، عرض وجود کرده‌اند که مایه امیدواری فراوان است. درست و روان، ساده با واژه و ترکیب زیبا با رعایت دستور زبان فارسی می‌نویسند. با زبان مبدء آشنا و از موضوع مورد بحث آگاهند. باید به وسایل مختلف شرایطی فراهم آید که صاحب قلمان غیرمتخصص در امور تخصصی به ویژه در ترجمه متون علمی و فنی دخالت نکنند و متخصصان نیز از اعمال سلیقه شخصی و ترجمه و تألیف دلبخواه برحذر بمانند.

۵ ــ **برگزیدن پارسی سره و یا ستیزه‌جویی بی‌حاصل با لغات و کلماتی که تابعیت ایرانی گرفته‌اند یک نوع احساس تعصب‌آلود و بی‌ثمر و غیرممکن است و باید در این رهگذر از افراط و تفریط برحذر باشیم.**

۶ ــ در تألیف و یا ترجمه متون علمی باید به امر تفهیم و تفهم بهای لازم بدهیم. این بدان معنی نیست که زبان گفتاری را ملاک اصلی قرار دهیم و نوشتاری به زبان عامیانه فراهم آوریم.

۷ ــ در مرحله‌های مقدماتی آموزش علوم یکنواختی نظام املایی و تلفظ و فرمول‌نویسی امری است که باید دقیقاً مورد توجه و عنایت مسؤلان مربوط قرار گیرد.

۸ ــ زبان فارسی که هم اکنون در کتابهای درسی و نوشته‌های علمی و در گفتگوهای روزانه و وسایل ارتباط جمعی به کار می‌رود دنباله زبانی است که پس از سیر تحول و تطور بسیار و با وام‌دهی و وام‌گیری با زبانهای دیگر به میراث به ما رسیده است. دانش‌پژوهان مسؤل وظیفه دارند با انتقال علوم و معارف جدید به زبان فارسی مطابق با مقتضا و روح این زبان به آن غنای بیشتری ببخشند و کاخ آن را از گزند باد و باران در امان نگاه دارند.

یادداشت‌ها:

۱ ــ این لغت [واژگان]، مستقلاً در متون نظم و نثر فارسی نیامده ولی ریشه آن در زبانهای پیش از اسلام موجود است و همچنین در لهجه زردشتیان واجَه به معنی کلمه مستعمل است... در سالهای اخیر کلمه مورد بحث بسیار رایج شده معهذا عده معدودی از فاضلان از استعمال آن خودداری می‌کنند (فرهنگ معین)

۲ ــ ر ــ ک به واژگان فیزیک انگلیسی ــ فارسی. مرکز نشر دانشگاهی واژه (Moment of Inertia).
برابر آن در فیزیک دکتر ت. ارانی سال ۱۳۰۹ ص ۷۴. عزم مقاوم، و در کتابهای درسی کنونی لختی دورانی و واژه‌هایی نظیر آن به کار رفته است.

۳ ــ در نصاب الصبیان ابونصر فراهی (اوائل قرن هفتم) می‌خوانیم:
سُعال سُرفه، سرعت شتاب و لبث درنگ ــ قصیر کوته، واسع فراخ، ضیق تنگ بنابراین سرعت به فارسی شتاب معنی شده است. در شرح نصاب یوسف بن مانع (قرن ۱۱) توضیح داده شده است که فی‌الحقیقه معنی سرعت، شتاب نیست زیرا که شتاب ترجمه عجلت است...

۴ ــ مقدمه لغت‌نامه دهخدا ص ۶۳، ۸۲، ۱۱۶

۵ ــ یحیی آرین‌پور ــ از صبا تا نیما ــ سال ۱۳۵۴ ــ جلد ۱ ــ ص ۲۹۹

۶ ــ کتاب احمد یا سفینه طالبی اثر طالبوف (۱۲۵۰ ـ ۱۳۲۹ ه. ق) با عبارات شیرین آمیخته است. در این کتاب گفتگوی پدری را با فرزند پنداری او می‌خوانیم که در باره موضوعات مختلف علمی با زبان ساده و قابل فهم سخن می‌گویند.

۷ ــ ابراهیم الشیخ، الفیزیاء، بغداد، ۱۹۷۱
الدکتور سعید الجزایری، العلوم الفیزیائیه، مصر ۱۹۷۸

۸ ــ بهار، محمدتقی (ملک‌الشعرا)، سبک‌شناسی، تهران، سپهر ۱۳۴۹، چاپ سوم جلد سوم ص ۳۸۶

۹ ــ برای اطلاع بعضی دیگر از این نمونه‌ها رجوع کنید به:
هوشنگ شریف‌زاده، مجله فیزیک نشر دانشگاهی جلد ۵، ۱۳۶۶ ص ۶۷

۱- سطح شیبدار
۲- آزمایش (سطح شیبدار)
۳- نیوتن (قانون دوم)

سطح شیبدار
روی یک سطح بدون اصطکاک

نوشتهٔ مارگارت استاتبرگ گرین‌وود[1]
ترجمهٔ فرهنگ رفیعی[2]

سطح شیبدار ساکن روی یک سطح بدون اصطکاک، یک مورد جالب و بحث‌انگیز مسأله متداول سطح شیبدار است. هرگاه جسمی روی سطح بدون اصطکاکی رو به پایین بلغزد، سطح شیبدار در خلاف جهت حرکت جسم، حرکت خواهد کرد. مقصود ما تعیین زمان لغزش جسم رو به پایین است. هم‌چنین این مسأله بقای اندازه حرکت را در راستای سطح شیبدار نشان می‌دهد. در کتابهای درسی مکانیک، اغلب آن را برای صورت‌بندی لاگرانژی[3] به کار می‌برند. با وجود این، به کار بردن چارچوب مرجع شتابدار رهیافتی است که حل مسأله را از لحاظ مفهوم کاملاً ساده می‌کند، پیش از این آن را ندیده‌ام.

فرض کنید $S(x,y,z)$ یک چارچوب لخت و $S'(x',y',z')$ چارچوبی باشد که نسبت به S در راستای محور x شتابدار باشد. در لحظهٔ $t = 0$ مبدأ دو چارچوب برهم منطبق هستند و S' در مدت زمان t مسافت d را می‌پیماید. ذره‌ای به جرم m تحت تأثیر نیروی F قرار می‌گیرد. در این مثال، $y=y'$ و $z=z'$ اما $x=d+x'$

ناظر S شتاب ذره را $\ddot{x}$ $\left\{\ddot{x} = \frac{d^2x}{dt^2}\right\}$ و ناظر S' شتاب را $\ddot{x}'$ می‌بیند. بین این شتابها رابطهٔ زیر برقرار است:

$$\ddot{x} = \ddot{d} + \ddot{x}' \qquad (۱)$$

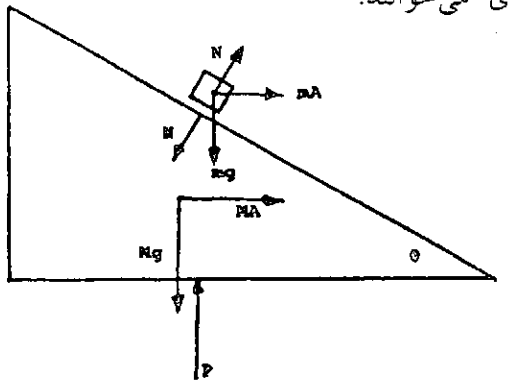
دو طرف این معادله را در m ضرب می‌کنیم و با استفاده از قانون دوم نیوتن که فقط در چارچوب لخت درست است، داریم:

$$m\ddot{x}' = F_x - m\ddot{d} \qquad (۲)$$

$$m\ddot{y}' = F_y \qquad (۳)$$

$$m\ddot{z}' = F_z \qquad (۴)$$

ناظر در چارچوب شتابدار می‌تواند حرکت ذره را در آن چارچوب، با تغییر قانون دوم نیوتن برای محاسبهٔ شتاب در راستای محور x، بیان کند. جملهٔ $-m\ddot{d}$ را اغلب نیروی مجازی[4] می‌خوانند.



شکل ۱ – نیروهای واقعی و مجازی وارد بر جسم و سطح شیبدار از دید ناظر وابسته به سطح شیبدار

تصور کنید چارچوب S وابسته به سطح شیبدار است و این سطح دارای شتابی به اندازهٔ A به سمت چپ باشد. شکل ۱ نیروهای واقعی و مجازی وارد بر جسم به جرم m و بر سطح شیبدار به جرم M را نشان می‌دهد. برای جسم روش متداول را به کار می‌بریم نیروها را به موازات و عمود بر سطح شیبدار تجزیه می‌کنیم. a شتاب جسم به سمت پایین سطح است چنان‌که به وسیلهٔ ناظر S دیده می‌شود.

$$ma = mg\sin\theta + mA\cos\theta \qquad (۵)$$

$$0 = N + mA\sin\theta - mg\cos\theta \qquad (۶)$$

چون سطح شیبدار نسبت به چارچوب S ساکن است همنه‌های عمود بر سطح شیبدار و به موازات سطح شیبدار صفر است:

$$0 = -Mg + P - N\cos\theta \qquad (۷)$$

$$0 = N\sin\theta + MA \qquad (۸)$$

چهار معادله با چهار مجهول داریم. برای حذف N از معادلهٔ (۶) می‌توان از معادلهٔ (۸) استفاده کرد. معادلهٔ حاصل برای به دست آوردن A می‌تواند به کار رود.

$$A = \frac{mg\cos\theta}{\frac{M}{\sin\theta} + m\sin\theta} \qquad (۹)$$

کمیت A را می‌توان از معادلهٔ (۵) حذف کرد و a را به دست می‌آوریم:

$$a = g\sin\theta + \frac{mg\cos^2\theta}{\frac{M}{\sin\theta} + m\sin\theta} \qquad (۱۰)$$

با استفاده از معادله‌های (۸) و (۹) N را به دست می‌آوریم:

$$N = \frac{mg\cos\theta}{1 + \frac{m\sin^2\theta}{M}} \qquad (۱۱)$$

P را می‌توان از معادل (۷) تعیین کرد.

توجه کنید هنگامی که $M \to \infty$، این مسأله به صورت مسأله متداول سطح شیبدار درمی‌آید. در معادلهٔ (۱۰)، جملهٔ دوم در طرف راست به سمت صفر میل می‌کند و چنان‌که انتظار می‌رود $a = g\sin\theta$ در معادلهٔ (۹)، A به سمت صفر میل می‌کند، در معادلهٔ (۱۱) N به سمت $mg\cos\theta$ میل می‌کند. مثلاً، فرض کنید $\theta = 30^\circ$ و $m = M$، و طول سطح شیبدار ۱ متر است. از معادلهٔ (۱۰) شتاب جسم نسبت به سطح شیبدار برابر $7/84 m/s^2$ می‌شود. اگر جسم از سکون رها شود، پس از ۰/۵۰۵ ثانیه با تندی ۳/۹۶m/s نسبت به سطح به پایین سطح می‌رسد. همنهٔ سرعت در راستای محور x برابر ۳/۴۳m/s است. از معادلهٔ (۹) شتاب سطح شیبدار (A) برابر $3/39 m/s^2$ است، و پس از ۰/۵۰۵ ثانیه، دارای تندی ۱/۷۱m/s است. بنابراین، همنهٔ سرعت جسم در راستای محور x در چارچوب لخت برابر ۱/۷۲m/s = ۱/۷۱ - ۳/۴۳ است. چون در راستای x هیچ نیروی برآیندی بر دستگاه وارد نمی‌شود، بقاء اندازه حرکت را به دست می‌آوریم.

زیرنویسها:

۱ - Margaret Stautberg Greenwood

۲ - عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت معلم

۳ - Lagrangian Formalism

۴ - fictitious force

مرجع:

The Physics Teacher, Feb. 1990, P. 110.

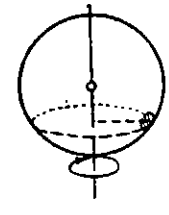
۱ - سؤالات (نهمین المپیاد فیزیک ۱۹۷۶)
۲ - آموزش فیزیک (سؤالات المپیاد ۱۹۷۶)
۳ - درس فیزیک (المپیاد ۱۹۷۶)

مسائل نهمین المپیاد بین‌المللی فیزیک (سال ۱۹۷۶)

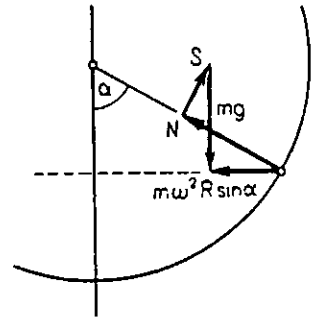
بوداپست - مجارستان

نوشتهٔ پروفسور کونفالوی
ترجمهٔ دکتر منیژه رهبر

مسأله ۱ - یک کرهٔ توخالی به شعاع $R = ۰/۵\ m$ حول محور عمودی با سرعت زاویه‌ای $\omega = ۵\ s^{-1}$ می‌چرخد. در داخل کره در ارتفاع $\frac{R}{۲}$ قطعهٔ کوچکی همراه کره دوران می‌کند.
$(g = ۱۰\ m/s^۲)$.
الف) ضریب اصطکاک حداقل چقدر باید باشد تا این وضعیت عملی شود؟
ب) شرط عملی بودن این وضعیت با $\omega = ۸\ s^{-1}$ چیست؟
پ) مسأله پایداری را در هر دو مورد زیر بررسی کنید:
پ۱) برای تغییر وضعیتهای کوچک قطعه.
پ۲) برای تغییرات کوچک سرعت زاویه‌ای کره.



شکل ۴۲



شکل ۴۳

حل - قطعه در دایرهٔ افقی به شعاع $R\sin\alpha$ حرکت می‌کند در شرایط پایدار، این حرکت دارای مؤلفهٔ مماسی نیست (شکل ۴۳). در بخش عمودی برآیند نیروی عمودی N، نیروی اصطکاک f_s وزن mg برابر است با:

$$m\omega^۲ R\sin\alpha$$

مؤلفه‌های آن عبارتند از:

$$m\omega^۲ R\sin\alpha = N\sin\alpha - f_s\cos\alpha$$

$$mg = N\cos\alpha + f_s\sin\alpha$$

حل این دستگاه معادلات به صورت زیر است:

$$f_s = mg\sin\alpha\,(۱ - \omega^۲ R\cos\alpha / g)$$

$$N = mg\,(\cos\alpha + \omega^۲ R\sin^۲\alpha / g)$$

شرط عدم لغزش قطعه به طرف پایین به صورت زیر است:

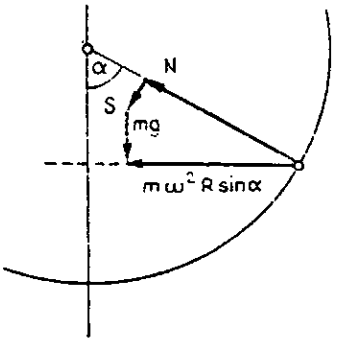
$$\mu_\alpha \geq f_s / N$$

$$\text{الف)}\ \mu_\alpha \geq \sin\alpha\cdot\frac{۱ - \omega^۲ R\cos\alpha / g}{\cos\alpha + \omega^۲ R\sin^۲\alpha / g} = \frac{۳\sqrt{۳}}{۲۳} = ۰.۲۲۵۹$$

در این مورد باید اصطکاک کافی برای جلوگیری از لغزش به طرف پایین وجود داشته باشد.
ب) از طرف دیگر اگر $\omega^۲ R\cos\alpha / g > ۱$ باشد، اصطکاک کافی برای جلوگیری از حرکت قطعه به طرف بالا ضروری است. در این حالت $m\omega^۲ R\sin\alpha$ باید برابر برآیند نیروهای f_s و N باشد (شکل ۴۴).

$$\mu_h \geq f_s / N$$

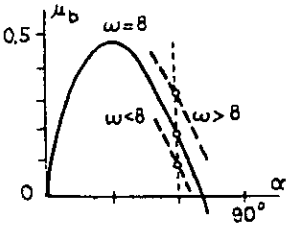
$$\mu_h \geq \frac{\omega^2 R\cos\alpha / g - 1}{\cos\alpha + \omega^2 R \sin^2\alpha / g} = \frac{3\sqrt{3}}{29} = 1/1792$$



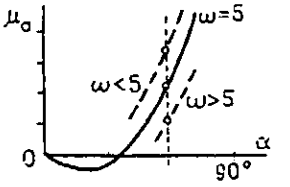
شکل ۴۴

پ) باید μ_a و μ_h را بر حسب α و ω در موارد (الف) و (ب) بررسی کنیم (ر.ک.شکل ۴۵ - الف و ۴۵ - ب) در مورد الف): اگر قطعه به طرف بالا بلغزد، به جای خود برمی‌گردد: اگر به سمت پایین بلغزد به جای خود بازنمی‌گردد. اگر ω افزایش یابد، قطعه در وضعیت تعادل باقی می‌ماند، اگر ω کاهش یابد به طرف پایین می‌لغزد.

در مورد ب): اگر قطعه به طرف بالا حرکت کند در همان محل باقی می‌ماند. اگر قطعه به طرف پایین بلغزد به جای خود برمی‌گردد. اگر ω افزایش یابد قطعه به طرف بالا صعود می‌کند، اگر ω کاهش یابد قطعه در حالت تعادل باقی می‌ماند.



شکل ۴۵ - ب



شکل ۴۵ - الف

مسأله ۲ - دیواره‌های استوانه‌ای به سطح قاعدهٔ $1dm^2$ (شکل ۴۶)، پیستون و دیواره‌های تقسیم‌کنندهٔ داخلی همگی از عایق حرارتی ساخته شده است. دریچهٔ دیوارهٔ تقسیم‌کننده در صورتی باز می‌شود که فشار سمت راست بیش از طرف چپ باشد. در ابتدا ۱۲ گرم هلیوم در طرف چپ و ۲ گرم هلیوم در طرف راست وجود دارد. طول هر دو قسمت ۱۱/۲ dm و دما ۰°C است. فشار خارج استوانه برابر است با:

$1atm = 100\ kPa = 10\ N/cm^2$

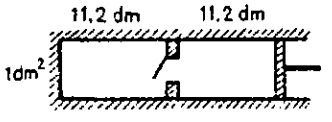
گرمای ویژه در حجم ثابت برابر:

$C_v = 0/75\ cal/gK = 3/15\ J/gK$

و گرمای ویژه در فشار ثابت برابر:

$C_p = 1/25\ cal/gK = 5/25\ J/gK$

است. پیستون را به آرامی به طرف دیوارهٔ جداکننده حرکت می‌دهیم با بازشدن دریچه متوقف شده و سپس حرکت آرام آنرا تا رسیدن به دیواره ادامه می‌دهیم. کار انجام شده را پیدا کنید.



حل - حجم ۴ گرم هلیوم در دمای ۰°C و فشار 1 atm برابر ۲۲/۴ لیتر است (حجم مولی)

بنابراین فشار اولیه در طرف چپ $60\ N/cm^2$ و در طرف راست $10\ N/cm^2$ است. در نتیجه دریچه بسته خواهد بود.

قانون فرایندهای بی دررو به ما می‌گوید که چه موقع فشار طرف راست به مقدار 6 atm می‌رسد

$$\gamma = \frac{5}{3}$$

$$10 \times 11/2^{5/3} = 60\,V^{5/3}$$

بنابراین حجم طرف راست در هنگام بازشدن دریچه

$V = 3/38\ dm^3$

با استفاده از معادلهٔ حالت نتیجه می‌گیریم که در این هنگام دمای طرف راست

$T_1 = 559/0\ K$

است. کار انجام شده در این مدت سبب افزایش انرژی درونی گاز می‌گردد:

$$W = 3/15 \times 2 \times (559/0 - 273) = 1802\ J = 429\ cal$$

سپس دریچه باز می‌شود و پیستون متوقف می‌گردد. دما پس از

تکمیل عمل اختلاط برابر است با:

$$T_2 = \frac{12 \times 273 + 2 \times 559}{14} = 313/9 \ k$$

طی این مرحله تغییری در انرژی صورت نمی‌گیرد و کاری انجام نمی‌شود. پس از آن یک تراکم بی دررو از

$$11/2 + 3/82 = 15/02 \ dm^3$$

تا

$$11/2 \ dm^3/K = TV^{0.4}$$

صورت می‌گیرد

$$313/9 \times 15/02^{2/3} = T_2 \times 11/2^{2/3}$$

$$T_2 = 381/7 K$$

کل کار انجام شده باعث افزایش انرژی گاز می‌شود:

$$W = 3/15 \times 14 \times (381/7 - 313/9) = 2990 J = 713 cal$$

کل کار انجام شده برابر است با:

$$1802 + 2990 = 4792 J = 1142 cal$$

کار انجام شده توسط فشار جوّ باید از مقدار فوق کم شود:

$$100 cm^2 \times 10 N/cm^2 \times 1/12 m = 1120 J = 270 cal$$

نتیجهٔ نهایی به صورت زیر است:

$$4792 - 1120 = 3672 J$$

یا

$$1142 - 270 = 872 cal$$

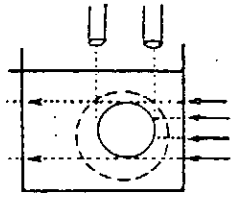
مسأله ۳ - در نقطه‌ای از یک کرهٔ شیشه‌ای یک حباب هوا وجود دارد. روشهای تعیین قطر حباب بدون آسیب رساندن به کره را شرح دهید.

حل - نمی‌توانیم به هیچیک از مقادیر داده شده در مورد چگالی شیشه اطمینان داشته باشیم. مقدار آن کاملاً نامعین است. ضریب شکست را می‌توان با استفاده از یک باریکهٔ نورانی که به حباب آسیب نمی‌رساند تعیین کرد. روش دیگر غوطه‌ور ساختن کره در مایعی با ضریب شکست برابر با آن است. در این مورد سطح آن نامرئی می‌شود.

روشهای بسیار زیادی را می‌توان یافت.

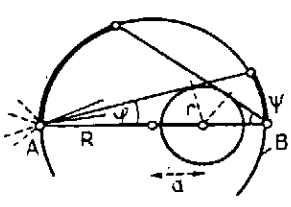
می‌توان با تعیین محور آغاز کرد. یعنی خطی که مراکز کره و حباب را بهم متصل می‌کند. آسانترین راه استفاده از "اثر چرخ و فلک زن" است. اگر کره در صفحهٔ افقی قرار داده شود، محور آن در جهت عمودی قرار می‌گیرد. تصویر حباب، از هر دو جهت در امتداد محور، یک دایره است.

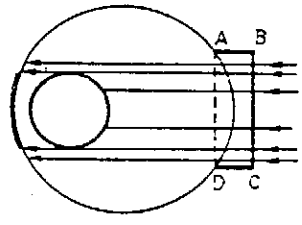
اگر کره در مایعی با همان ضریب شکست غوطه‌ور گردد، حباب کروی عملاً در داخل یک صفحهٔ موازی خواهد بود (شکل ۴۷) و حدود آنرا می‌توان با استفاده از یک میکرومتر یا باریکه‌های نور موازی تعیین کرد.



در امتداد محور یک سیستم عدسی متشکل از دو عدسی ضخیم واگرا داریم. با چند اندازه‌گیری و محاسبات پیچیده می‌توان قطر حباب را تعیین کرد.

اگر ضریب شکست شیشه معلوم باشد می‌توانیم با اتصال یک عدسی کاو - تخت با همان ضریب شکست به کره در انتهای محور (شکل ۴۸) تیغهٔ متوازی‌السطوح ABCD را ایجاد کنیم و با استفاده از باریکه‌های نور موازی قطر حباب را تعیین کنیم.





با کانونی کردن باریکه در نقطهٔ A در سطح کره (شکل ۴۹) یک باریکهٔ واگرا در نقطهٔ A در داخل کره خواهیم داشت. باریکه‌ها در طرف دیگر به سطح کره برخورد می‌کنند و کلاهک روشنی را به وجود می‌آورند. با اندازه‌گیری کلاهک کروی زاویه φ را بدست می‌آوریم. زاویه ψ را می‌توان به طور مشابه در نقطهٔ B بدست آورد. با استفاده از آن خواهیم داشت.

$$\sin \varphi = \frac{r}{R + a} \quad , \quad \sin \psi = \frac{r}{R - a}$$

داریم:

$$r = 2R \cdot \frac{\sin\psi \sin\varphi}{\sin\psi + \sin\varphi} \ , \ a = R \cdot \frac{\sin\psi - \sin\varphi}{\sin\psi + \sin\varphi}$$

قطر حباب را با استفاده از پرتوهای x نیز می‌توان تعیین کرد. پرتوهای x توسط شیشه شکست نمی‌یابند بلکه سایه‌هایی را به وجود می‌آورند که نمایانگر ساختار جسم است که در این مورد محل و قطر حباب هواست.

می‌توانیم لختی دورانی (ممان اینرسی) نسبت به محور را تعیین کرده و بدین طریق قطر حباب را بدست آوریم.

مسأله تجربی - با در اختیار داشتن مایعی با گرمای ویژهٔ معلوم و یک مادهٔ بلورین (غیرمحلول) در آن، یک دماسنج، یک لوله آزمایش و یک گرم‌کن الکتریکی، خصوصیات گرمایی مادهٔ بلورین را تعیین کنید.

حل - با گرم کردن مایع و سپس مایع و مادهٔ بلورین با یکدیگر تغییرات دما بر حسب زمان را بر روی دو نمودار رسم می‌کنیم و از روی آنها به سهولت گرمای ویژه، نقطهٔ ذوب و گرمای نهان ذوب را بدست می‌آوریم.

بقیه از صفحهٔ ۵۹

اراک ــ دانش‌آموز عزیز، آقای ایمان کبریتی ــ رابطهٔ شدت میدان الکتریکی که به آن استناد کرده‌اید مربوط به خازن نیست.

کاشان ــ دانش‌آموز عزیز، آقای سید امیر راستی‌الحسینی ــ دربارهٔ مسأله مورد بحث شما، راه‌حل صحیح است امّا در پایان، محاسبه نادرست است که پاسخ درست همان ۵۵N است. ضمناً توجه دارید که الزاماً $T_1 > T_2$ است.

کرمانشاه ــ دانش‌آموز عزیز، آقای شهرام بیگلری ــ مسائلی که ارسال داشته‌اید مربوط به مکانیک چهارم ریاضی است. ضمناً با کمال تأسف، حل مسائل ارسالی خوانندگان برای هیأت تحریریه رشد فیزیک مقدور نمی‌باشد.

بابل ــ دانش‌آموز عزیز، آقای رجبعلی آقاتبار ــ برای همهٔ دانش‌آموزان متوسطه داشتن اطلاعات مقدماتی در رشته‌های متفاوت علوم لازم است.

دوگنبدان ــ آقای رضا ثابت اقدم ــ لطفاً با همان مجله علمی مورد نظر خود مکاتبه کنید.

تهران ــ دانشجوی گرامی، آقای شهاب شعری مقدم ــ رشد آموزش فیزیک عموماً به آموزش فیزیک متوسطه می‌پردازد.

قروه (کردستان) ــ دبیر محترم، آقای رضا الله کرمی ــ مطلب مورد اشارهٔ شما در کتابهای درسی فیزیک ذکر شده است. علاقمندی شما در بالا بردن سطح دانش همکاران مورد تقدیر است.

سرخس ــ دبیر محترم، آقای مجید عتیقی ــ الف: تذکر شما در مورد درج مطالبی دربارهٔ آموزش فیزیک همواره مورد نظر ست. ب: انتشار ویژه‌نامه‌ای به زبان انگلیسی مقدور نیست. پ: توجه شما در توضیح مفاهیم فیزیکی شایستهٔ تقدیر است. مقاله‌های مربوط به این‌گونه مطالب باید از استحکام، توضیح و دقت ویژه‌ای برخوردار باشد.

تهران ــ دانش‌آموز عزیز، آقای اکبر حاجی رحیم کاشی ــ فرمولی را که به دست آورده‌اید می‌توانید با دبیر خود در میان بگذارید. علاقمندی شما درخور تحسین است.

مرند ــ دانش‌آموز عزیز، خانم هما محسنی زنوزی ــ همانند درسهای دیگر می‌توانید با دقت و همت و صبر در یادگیری درس فیزیک موفق شوید.

کاشمر ــ دانش‌آموز عزیز، آقای مجید داودی ــ کتاب کمک‌آموزشی «فیزیک پایه برای هنرستانها، تألیف پولارد، از انتشارات معاونت آموزش فنی و حرفه‌ای» می‌تواند مفید باشد. ضمناً می‌توانید از طریق مشورت با دبیر محترم خود کتابهای مناسب دیگری را بیابید.

۱- سؤالات (امتحان نهایی خرداد ۱۳۷۱)

۲- آزمون فیزیک (سؤالات امتحان نهایی خرداد ۷۱)

۳- درس فیزیک (امتحان نهایی خرداد ۷۱)

سؤالات امتحانات نهایی

دانش‌آموزان و داوطلبان آزاد کلاسهای چهارم متوسطه در خرداد ماه ۱۳۷۱

رشته ریاضی فیزیک

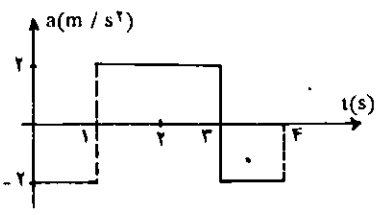
تاریخ امتحان ۱۳۷۱/۳/۲۵
وقت امتحان ۲ ۱/۲ ساعت

درس مکانیک

۱ - قانون فیزیکی (طبیعی) را تعریف نمائید. ۰/۵

۲ - با توجه به مفهوم اندازه حرکت رابطه بین نیرو و اندازه حرکت را بدست آورده آنرا تعریف نمائید. ۱

۳ - نمودار شتاب - زمان متحرکی که از حال سکون و از مبدأ مکان بر مسیر مستقیم به‌حرکت درآمده به شکل روبروست با درج خلاصه عملیات نمودارهای سرعت - زمان و مکان - زمان متحرک را در مدت فوق رسم نمائید. ۱/۵



۴ - با توجه به رابطه پریود حرکت ماهواره به دور زمین قانون سوم کپلر را نتیجه‌گیری نموده آنرا تعریف نمائید. (نیازی به محاسبهٔ سرعت ماهواره نیست) ۱

۵ - با ذکر دلیل تعیین کنید در حرکت پرتابی با زاویه α بالای افق در نقطه اوج زاویه بین راستای بردارهای سرعت و شتاب چه اندازه است. ۰/۵

۶ - محاسبهٔ سرعت خطی در حرکت دایره‌ای یکنواخت. ۱

۷ - در چه صورت اندازه مجموع دو بردار با اندازه تفاضل آنها برابر و راستای آنها برهم عمود است؟ ۰/۵

۸ - قضیه کار - انرژی را تعریف نموده رابطه آنرا اثبات نمائید. ۱/۵

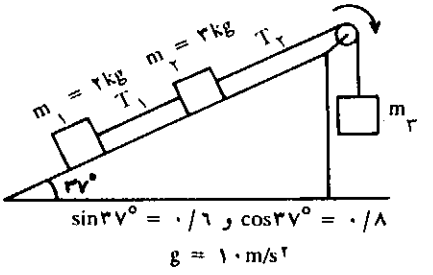
۹ - اندازه حرکت زاویه‌ای را تعریف نموده و دیمانسیون آنرا بنویسید. شرط بقاء اندازه حرکت زاویه‌ای چیست؟ ۱

۱۰ - جسمی بر روی سطح شیبداری دارای لغزش یکنواخت است با محاسبه یا استدلال تعیین کنید نسبت نیروی عکس‌العمل

سطح بر جسم به وزن جسم چه عددی است - رسم شکل ضروری است. ۱

۱۱ - متحرک A در جاده‌ای مستقیم با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه و متحرک B در همان مسیر با سرعت ۵ m/s در عقب A و در همان جهت در حرکت می‌باشند. هنگامی که فاصله دو متحرک ۴۵۰ متر است متحرک A حرکت خود را با شتاب ۲ متر بر مجذور ثانیه کند نموده متحرک B با شتاب ۴ m/s^2 بر سرعت خود می‌افزاید حساب کنید پس از چه مدت دو متحرک بهم میرسند و شتاب متحرک A نسبت به متحرک B چه اندازه است؟ ۱/۵

۱۲ - در شکل زیر با توجه به جهت حرکت نشان داده شده اگر ضریب اصطکاک سطح با وزنه‌ها برابر ۰/۱ و کشش نخ T_1 برابر ۱۶/۸ نیوتن باشد شتاب حرکت وزنه‌ها، نیروی کشش نخ T_2 و جرم وزنه m_3 را حساب کنید. ۲/۵

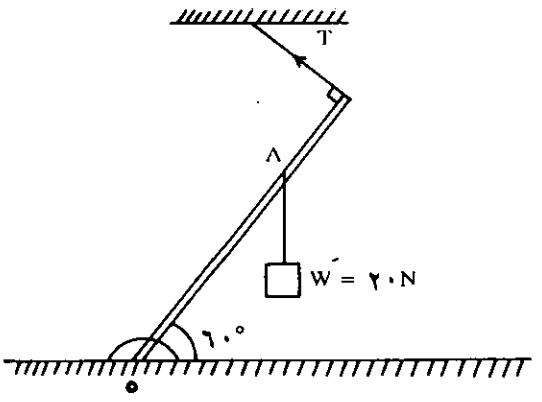


۱۳ - بالنی با سرعت ثابت V در امتداد قائم بطرف پایین در حرکت است. در ارتفاع ۱۵۰ متری گلوله کوچکی از داخل بالن با همان سرعت V نسبت به بالن بطور افقی به خارج پرتاب می‌گردد. اگر گلوله در فصله ۲۵ متری از پای قائم نقطه پرتاب به زمین برخورد نماید اندازه V را حساب کنید. ۱/۵
g = ۱۰m/s^2

۱۴ - جسمی به جرم ۲۰۰ گرم با سرعت ۱ متر بر ثانیه روی سطح افقی بدون اصطکاکی در حرکت بوده و به جسم ساکن دیگری به جرم ۳۰۰ گرم برخورد روبرو می‌نماید. اگر ضریب جهندگی بین دو جسم ۰/۵ باشد سرعت آنها را پس از برخورد حساب کنید. ۱/۵

۱۵ - در شکل زیر به وسیله جسمی به جرم ۲۰۰ گرم فنری به جرم ناچیز با ثابت ۶۰N/m را ۲۰ سانتی‌متر متراکم نموده و رها می‌سازیم. جسم پس از طی سطح افقی AB وارد سطح دایره‌ای قائمی به شعاع ۲۰ سانتی‌متر می‌گردد. نیرویی که از طرف سطح در بالاترین نقطهٔ مسیر دایره‌ای (نقطه C) به جسم وارد می‌شود چه اندازه است؟ از اصطکاک‌ها صرفنظر می‌گردد.
g = ۱۰m/s^2 ۱/۵

۱۶ - در شکل روبرو وزن میله ۵۰ نیوتن، طول آن ۴ متر و OA برابر ۳ متر می‌باشد. نیروی کشش نخ T و همنه‌های افقی و قائم نیروی عکس‌العمل لولا را بدست آورید. $\sqrt{3}$ = ۱/۷ ۲



تاریخ امتحان ۱۳۷۱/۳/۱۱
وقت امتحان ۲ ۱/۴ ساعت

درس فیزیک

۱ - این اصطلاحات را تعریف کنید: (طول موج - موج پلاریزه - تواتر - شدّت صوت) ۱

۲ - الف - اصل ترکیب حرکات ارتعاشی کم‌دامنه را بیان کنید. ب - دو عامل را که بلندی صوت بآنها بستگی دارد نام ببرید. ۱

۳ - با محاسبه نشان دهید که تواتر صوت اصلی تار مرتعش با قطر تار نسبت عکس دارد. فرق بین انعکاس موج از روی مانع سخت‌تر از محیط انتشار - موج و انعکاس از روی مانع نرم‌تر از محیط انتشار موج چیست؟ ۱

۴ - انرژی الکتریکی ذخیره شده در یک سیم‌پیچ را شرح دهید. ۱

۵ - الف - هانری (واحد ضریب خودالقائی) را تعریف کنید. ب - دو فرضیه را در موردنوسان‌کننده‌ها که بر اساس آنها پلانک نظریه کوانتائی خود را بیان کرده است بنویسید. ۱

۶ - منشورنیکول را چگونه تهیه می‌کنند؟ چرا شعاع غیرعادی از منشورنیکول میگذرد ولی شعاع عادی از آن نمیگذرد؟ ۱

۷ - آزمایش نشان میدهد که هنگام عبور جریان با تواتر زیاد از یک هادی فلزی جریان فقط از رویهٔ هادی میگذرد و در وسط هادی عملاً جریان وجود ندارد علّت را توضیح دهید. ۱

۸ - باتری آفتابی چیست و اساس کار آن چگونه است؟ ۱

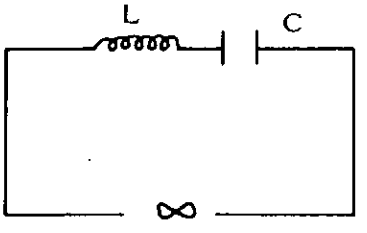
۹ - الف - نیروهای هسته‌ای را شرح دهید. ب - تلاشی بتائی چیست و چه تغییری در اتم حاصل می‌شود؟ ۲

۱۰ - در یک محیط کشسان پریود حرکت ارتعاشی مبدأ O یک ثانیه و سرعت انتشار در محیط ۱۲ سانتیمتر بر ثانیه است. الف: طول موج و فاصلهٔ سومین نقطه در فاز متقابل با مبدأ ارتعاش را از مبدأ O پیدا کنید. ب: در این محیط دو موج هم امتداد بمعادلات $y_1 = 2\sqrt{3}\sin(2\pi t + \frac{\pi}{6})$ و $y_2 = 4\sin(2\pi t + \frac{1}{3})$ در یک نقطه با هم تلاقی می‌کنند. معادلهٔ موج برآیند را بنویسید. (بعدها برحسب میلیمتر هستند) ۲

۱۱ - الف: گازی را که دمای آن ۸۷ درجه سلسیوس است تا (۲۳-) درجه سلسیوس سرد می‌کنیم. سرعت صوت در آن ۱۰۰ متر بر ثانیه تغییر می‌کند. سرعت صوت را در این گاز در دمای ۲۷ درجه سلسیوس حساب کنید. ب: فرکانس دو هماهنگ متوالی لوله صوتی بسته‌ای ۱۵۰ هرتز و ۲۵۰ هرتز است. فرکانس صوت اصلی آن چند هرتز است. ۲

۱۲ - سرعت نور در خلأ 3×10^8 متر بر ثانیه و ثابت پلانک $6/6 \times 10^{-34}$ ژول ثانیه است. الف: انرژی فوتونهای نور تگرنگی بطول موج ۶۰۰۰ آنگستروم چند ژول است؟ ب: یک منبع تولید نور دو نور تکرنگ بطول موج $\lambda_1 = 6000$ آنگستروم و دیگری بطول موج λ_2 تولید می‌کند. هرگاه شکافهای آزمایش یانگ را بوسیله این منبع نور روشن کنیم، چهارمین نوار تاریک λ_1 بر پنجمین نوار روشن λ_2 منطبق میشود. طول موج λ_2 را پیدا کنید. ۲

۱۳ - مداری مطابق شکل از سلف بدون مقاومت L و ظرفیت C تشکیل شده است. معادلهٔ اختلاف پتانسیل دو سر مدار در هر لحظه بصورت $v = 250\sqrt{2}\sin 4000t$ و شدت جریان مؤثر در مدار



۱۰ آمپر است. یک ولت اختلاف پتانسیل دوسر سلف را ۴۰۰ ولت نشان میدهد. الف: ضریب خودالقائی سلف - اختلاف پتانسیل دوسر خازن و ضریب‌توان مدار را پیداکنید ب: معادلهٔ شدت جریان مدار را بنویسید (اثر سلف بیشتر است). ۲

۱۴ - فنری بجرم ناچیز بطور قائم آویزان است جسم کوچکی را بانتهای فنر می‌بندیم و آن را طوری در حالت سکون نگه میداریم که فنر کشیده یا فشرده نشود بعد جسم را رها می‌کنیم تا بطرف پائین و بالا نوسان کند. اگر فاصله پائین‌ترین وضعیّت جسم از وضع اوّلیه آن ۲۰ سانتیمتر باشد. الف: پریود نوسان جسم چقدر است؟ ($\pi = ۳$ و $g = ۱۰۰۰ \ cm / s^۲$). ب: جسمی بجرم ۶۰ گرم را بجسم اوّل می‌بندیم. مشاهده می‌کنیم که پریود نوسان مجموعه دو برابر پریود حالت اوّل شد جرم جسم اوّل را پیداکنید. ۲

رشته علوم تجربی

وقت امتحان ۲ ساعت
تاریخ امتحان ۱۳۷۱/۳/۱۱

درس فیزیک

۱ - اصطلاحات زیر را تعریف کنید و دیمانسیون هریک را بنویسید. اندازه حرکت - سرعت زاویه‌ای لحظه‌ای - شدت صوت. ۱/۵

۲ - قوانین زیر را با فرمول مربوطه بنویسید. قانون دوّم نیوتن - قانون فارادی دربارهٔ نیروی محرکهٔ القائی - قانون ویلهلم وین ۱/۵

۳ - واحدهای زیر را تعریف کنید. تسلا - هانری - وات. ۱/۵

۴ - پاندول مخروطی (شرح - شکل و محاسبه). ۱/۵

۵ - میدان الکتریکی یکنواخت چیست؟ اگر خازنی با دی‌الکتریک هوا را پُر کرده و پس از مولد جدا کنیم و یک دی‌الکتریک شیشه بین صفحات آن قرار دهیم کمیتهای ظرفیت - بار - اختلاف پتانسیل و انرژی خازن چگونه تغییر می‌کند؟ چرا؟ ۱/۵

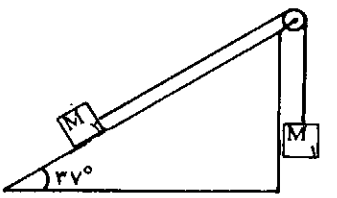
۶ - دامنهٔ حرکت نوسانی ساده را تعریف کنید و با محاسبه نشان دهید که در چه لحظاتی از پریود اوّل مقدار شتاب ماکزیمم میشود؟ ۱/۵

۷ - طنین صوت - قضیّه کار و انرژی را تعریف نمائید. ۱

۸ - گلوله‌ای را از ارتفاع ۴۰ متری سطح زمین در شرایط خلأ با چه سرعت اوّلیه‌ای در امتداد قائم و بطرف بالا پرتاب کنیم تا سرعت برخورد گلوله به سطح زمین به $۳۰ \ m/s$ برسد ثانیاً کلّ

زمان حرکت گلوله تا لحظه برخورد به زمین را بدست آورید و نمودار سرعت ـ زمان آنرا رسم کنید $g = ۱۰ m/s^۲$ ۱/۵

۹ ـ در شکل زیر $M_۱ = M_۲ = ۵ kg$ و و زاویهٔ شیب ۳۷° و نیروی اصطکاک سطح برابر ۸ N است. پیدا کنید الف ـ شتاب حرکت ب ـ کشش نخ ج ـ سرعت وزنه‌ها را پس از ۲ ثانیه از شروع حرکت $g = ۱۰ m/s^۲$ $\sin ۳۷° = ۰/۶$ ۱/۵

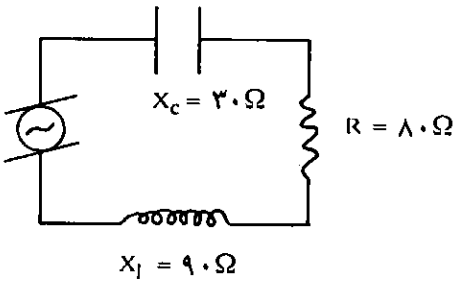


۱۰ ـ توان یک پمپ برقی ۵ kw می‌باشد. این پمپ در هر دقیقه ۸۰۰ لیتر آب را از چاهی به عمق ۳۰ متر بالا می‌آورد. بازده آنرا بدست آورید $g = ۱۰ N/kg$ ۱

۱۱ ـ آونگ ساده‌ای در مدّت ۱۲۰ ثانیه ۱۲۰ نوسان ساده انجام میدهد طول آونگ را پیدا کنید. $g = \pi^۲ = ۱۰$ ۱

۱۲ ـ سیرنی که دارای ۲۵ سوراخ است چند دور در دقیقه بچرخد تا صوتی با فرکانس ۵۰۰ هرتز را تولید کند ثانیاً طول لوله صوتی بسته‌ای را بدست آورید تا صوت حاصل از سیرن را بعنوان صوت سوّم خود بیان کند در این حالت طول موج صوت حاصل چقدر است؟ $V = ۳۴۰ m/s$ ۱/۵

۱۳ ـ معادله اختلاف پتانسیل جریان متناوبی در مدار شکل زیر بصورت $V = ۲۰۰\sqrt{۲} \sin ۳۰۰ t$ می‌باشد پیدا کنید:
الف: مقاومت ظاهری مدار و شدت جریان مؤثر
ب: توان مصرفی ج: ضریب خودالقائی سیم‌پیچ را چقدر باید انتخاب کنیم تا مدار فوق به حالت تشدید درآید. ۱/۵



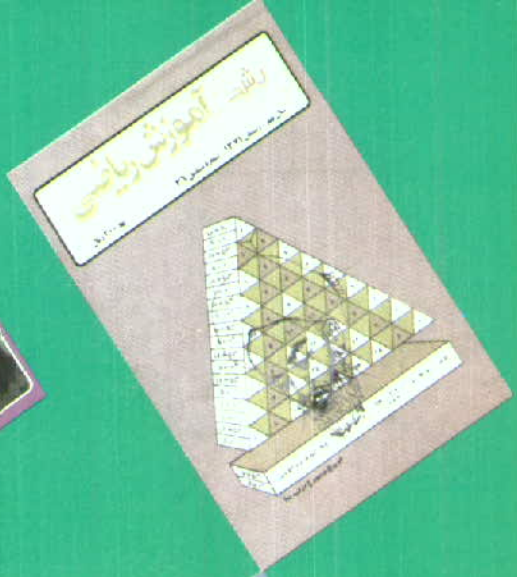
۱۴ ـ در آزمایش یانگ فاصلهٔ دو شکاف ۲ میلیمتر و فاصله پرده از سطح شکافها ۱/۲ متر میباشد. اگر طول موج نور بکار رفته $۵۰۰۰ A°$ باشد پیدا کنید فاصله پنجمین نوار روشن از نوار مرکزی ثانیاً انرژی وابسته به فوتون نور فوق چقدر است؟
$c = ۳\times۱۰^۸ m/s$ سرعت نور و $h = ۶/۶\times۱۰^{-۳۴} Js$ ثابت پلانک
۱/۵

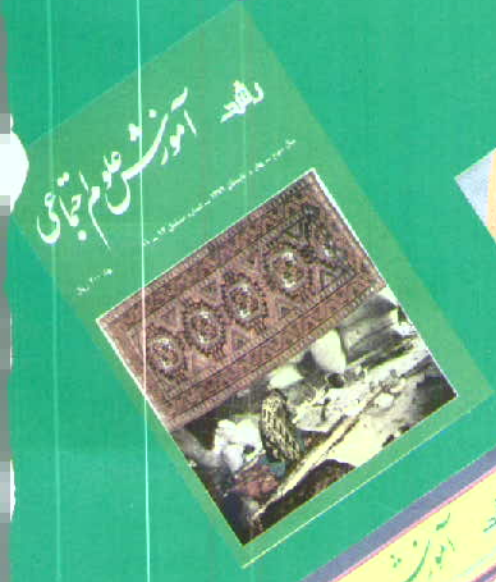
تصحیح

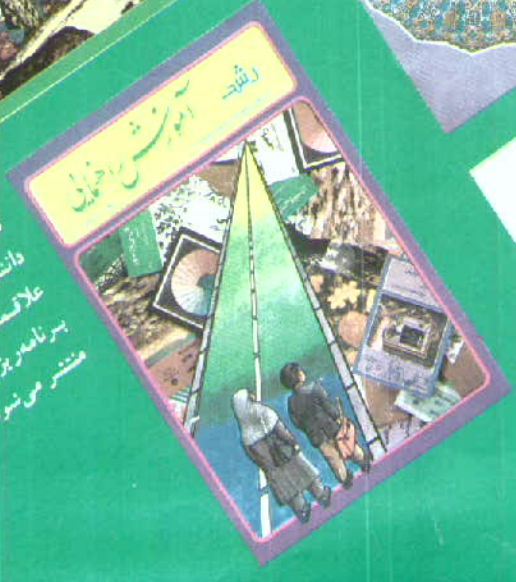
با عرض پوزش خواهشمند است طبق جدول زیر اشتباهات را تصحیح کنید:

نشانی	درست
مجلهٔ ۲۵، ص ۲۲، مسأله ۶، رابطهٔ سوم	$\frac{۱}{۲۶} - \frac{۱}{۹} =$
مجلهٔ ۲۵، ص ۲۲، شکل (۹)	$F_۲$ نقطه‌ای در سمت راست $F_۱$ است
مجلهٔ ۲۵، ص ۲۳، شکل (۱۰)	جای $p_۲$ را با $q_۲$ عوض کنید
مجلهٔ ۲۸ ــ ۲۹، ص ۸ و ۱۲، شکل	جای حرفهای β را با ⍺ عوض کنید

استاد ارجمند دکتر محمود حسابی، بزرگمردی که مدت هفتاد سال برای اعتلاء فیزیک جدید در ایران تلاش مستمر داشت، در ۱۲ شهریور ۱۳۷۱ درگذشت. این ضایعهٔ بزرگ را به عموم ارادتمندان و شاگردان وی که عمری از محضر پرفیض او بهره‌مند بوده‌اند و نیز به همهٔ معلمان فیزیک ایران که به نحوی شاگرد آن استاد بزرگوار محسوب می‌شوند صمیمانه تسلیت می‌گوییم.







آیا شما مجلات رشد
مخصوص دبیران
را می‌خوانید؟

مجلات رشد تخصصی

هر سه ماه یکبار برای استفاده دبیران
دانشجویان رشته‌های مختلف و دانش‌آموزان
علاقمند دبیرستانها از سوی سازمان پژوهش
برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش
منتشر می‌شود