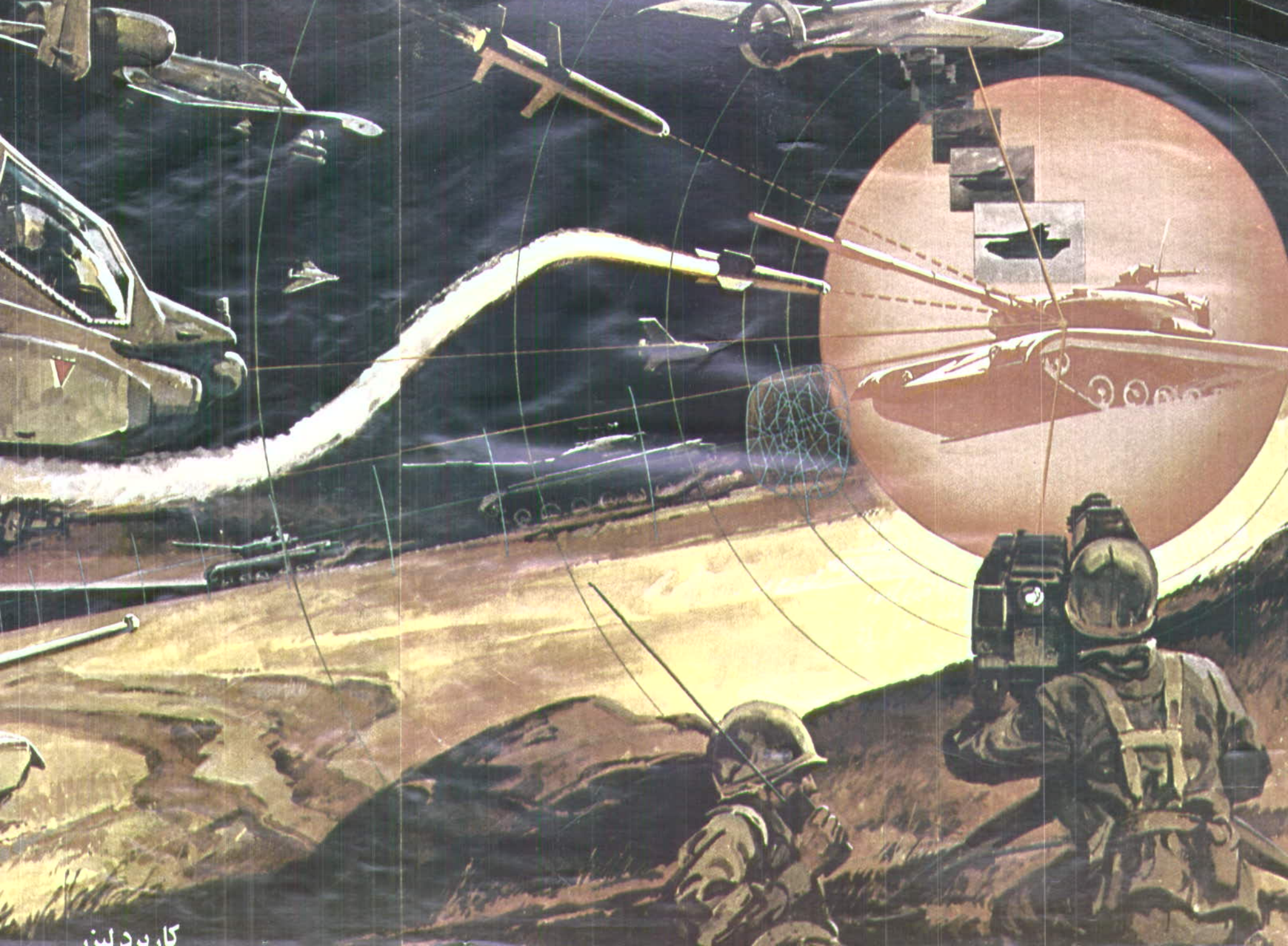
رشد آموزش فیزیک

سال اوّل شماره ۳ پائیز ۱۳۶۴ بها: ۱۰۰ ریال

دوربین عکاسی و تفنگ گازی برای مانور



رشد آموزش فیزیک

سال اوّل شماره ۳ پائیز ۱۳۶۴

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

نشانی: خیابان ایرانشهر شمالی ساختمان شمارهٔ ۴ ـ

تلفن توزیع ۸۳۱۴۸۱

سردبیر: اصغر لطفی

تولید: واحد مجلات رشد تخصصی

صفحه آرا: محمد پریسای

مجله رشد آموزش فیزیک هر سه ماه یک بار به منظور اعتلای دانش دبیران و دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و آشنایی آنان با شیوه‌های صحیح تدریس فیزیک منتشر می‌شود.

فهرست

پیشگفتار		۳
شاعر و فیزیکدان		۴
چرا باید فیزیک آموخت؟	ابوالقاسم قلمسیاه	۵
همجوشی هسته‌ای	منیژه رهبر	۱۰
ساعتهایی که زمانهای نجومی را می‌سنجند	صمد فرخی	۱۶
محاسبه انتگرالهای توانی با استفاده از جبر و حساب مقدماتی	محمدتقی توسلی	۱۸
دیامانیتیسم، پارامانیتیسم، فرومانیتیسم	حبیب مجیدی ذوالنبین	۲۲
وزن جیست و چگونه تغییر می‌کند؟	ترجمهٔ اصغر لطفی	۲۸
نور دیده نمی‌شود!	ترجمهٔ اصغر لطفی	۳۲
نگرشی اجمالی به آموزش فیزیک دورهٔ متوسطه ایران		۳۳
مقالاتی در زمینه برنامه‌ریزی آموزشی		۳۴
چند پرسش و مسأله	ترجمهٔ اصغر لطفی	۳۷
دومین کنفرانس فیزیک ایران		۳۸
سمینار و بازدیدها		۴۳
معرفی کتب و نشریات		۴۴
سئوالات کنکور سراسری		۴۸
جدول پاسخ به آزمون اختصاصی فیزیک مکانیک		۵۵
فهرست اصلاحات تست‌های مندرج در مجله شمارهٔ ۲		۵۷

بسم الله الرحمن الرحیم

پیشگفتار

سپاس خدای بی‌همتا را که به ما توفیق آن عطا فرمود تا سومین شماره مجله رشد آموزش فیزیک را در اختیار خوانندگان عزیز و ارجمند قرار دهیم، شاید با خواندن دو شماره قبل هدف کلی ما را که همانا حل مشکلات آموزش فیزیک در دوره دبیرستان است یافته باشید.

انتظار ما از تمامی آنانیکه نگران آموزش فیزیک در کشور اسلامیمان هستند این است که راه چاره‌ساز خود را برای ما ارسال دارند. که از طریق چاپ و انتشار و تاحد امکان باعمل به آن قدمی در راه اهداف بزرگی که در پیش داریم برداشته باشیم. بدیهی است که انتظار ما از تمامی سروران. اندیشمندان و معلمان عزیز این است که با در نظر گرفتن جمیع جوانب کار، ما را یاری کنند چنانچه توانسته باشیم مشکلی از مشکلات را حل کنیم شکرگزار درگاه خداوند متعال خواهیم بود. بدیهی است که چنین انتظاری وجود ندارد که با انتشار یکی دو شماره از مجله یکباره تحولی در زمینه مورد نظر رُخ دهد و تمامی نارسائیها حل گردد. ولی انتظار ما این است که مجله را تمامی دست اندرکاران آموزش فیزیک اداره کنند و آنرا پُلی برای ارتباط و ایجاد همزبانی و هماهنگی بین خود و دیگر همکارانشان بدانند مجله جایگاهی مناسب برای معرفی بهترین‌ها و کارهای انجام یافته توسط دانش‌آموزان، دانشجویان و معلمان است باید بخشی از صفحات مجله را این چنین کارهائی پر کنند. تلاش‌های درحال انجام در سرتاسر کشور را به اطلاع

بقیه در صفحه ۱۷

شاعر وفیزیکدان

همان طور که معلمان گاهگاه در کلاس درس فیزیک، با اشاره‌ای به حقایق و واقعیتهای بیرون و برتر از فیزیک، تنوعی ایجاد می‌کنند و خستگی دانش‌آموزان را برطرف می‌سازند، «رشد آموزش فیزیک» نیز در این شماره شعری از شهریار را که سالها پیش خطاب به انیشتین سروده است نقل می‌کند تا هم، چنانکه بعضی از خوانندگان عزیز خواسته‌اند، تنوعی در مطالب مجله پدید آید و هم فرصتی برای اینکه به ارتباط فیزیک ومتافیزیک بیندیشیم و نیز فراموش نکنیم که فیزیک و فیزیکدان در دنیائی زندگی می‌کنند که در آن علم در دست خودکامگان به صورت سلاحی برای ویرانگری و سلطه‌گری درآمده است.

پیام به انشتن

انشتن یک سلام ناشناس البته می‌بخشی
دوان در سایه روشنهای یک مهتاب خُلیائی
نسیم شرق می‌آید شکنج طُرّه‌ها افشان
فُشرده زیر بازو شاخه‌های نرگس ومریم
ازآنهائیکه در سعدیهٔ شیراز می‌رویند
زچین وموج دریاها وپیچ وتاب جنگلها
دوان میاید وصبح سحر خواهد بسر کوبید
درخلوت سرای قصر سلطان ریاضی را

درون کاخ استغنا، فراز تختِ اندیشه
سراز زانوی استغراق خود بردار
باین‌مهمان‌که بی‌هنگام‌وناخوانده‌است دربگشا
اجازت ده که با دست لطیف خویش بنوازد.
به نرمی چین پیشانی افکار بلندت را
به آن ابریشم اندیشه‌هایت شانه خواهد زد

نبُوغ شعر مشرق نیز با آئین درویشی
به کف جام شرابی از سبوی حافظ وخیّام.
به دنبال نسیم ازدر رسیده میزند زانو
که بوسد دست پیر حکمت دانای مغرب را

انشتن آفرین برتو،
خلاء با سُرعت نوری که داری در نور دیدی
زمان‌درجاودان‌پی شد مکان در لامکان طی شد
حیات جاودان کز درک بیرون بود پیدا شد
بهشتِ‌روح‌علوی‌هم‌که‌دین میگفت‌جز این‌نیست
توباهم آشتی دادی جهان دین ودانش را
انشتن نازِ نست تو:
نشان‌دادی‌که‌جرم وجسم‌چیزی‌جز انرژی‌نیست
اتم تا می‌شکافد جزو جمع عالم بالاست
به چشم موشکاف اهل عرفان وتصوّف نیز
جهان ما حباب روی چین آب را ماند
من ناخوانده دفتر هم که طفل مکتب عشقم
جهان جسم، موجی از جهان روح می‌بینم
اصالت نیست در مادّه

انشتن‌صدهزار احسن‌ولیکن‌صدهزار افسوس
حریف از کشف والهام تودارد بمب می‌سازد
انشتن اژدهای جنگ!
جهنّم کام وحشتناک خود را باز خواهد کرد
دگر پیمانهٔ عمر جهان لبریز خواهد شد
دگر عشق ومحبت از طبیعت قهر خواهد کرد
چه می‌گویم؟
مگر مهر و وفا محکوم اضمحلال خواهد بود
(مگر آه‌سحرخیزان‌سوی گردون‌نخواهد شد)
مگر یک‌مادر از دل(وای فرزندم)نخواهد گفت

انشتن بغض دارم در گلو دستم به دامانت
نبوغ خود بکام التیام زخم انسان کن
سر این ناجوانمردان سنگین دل براه آور
نژاد وکیش وملّیت یکی کن ای بزرگ استاد
زمین یک پایتخت امپراطوری وجدان کن
تفوّق در جهان قائل مشو جز علم وتقوا را

انشتن نامی از ایران ویران هم شنیدستی؟
حکیما محترم می‌دار مهد ابن سینا را
به این وحشی تمدّن گوشزد کن حرمت ما را

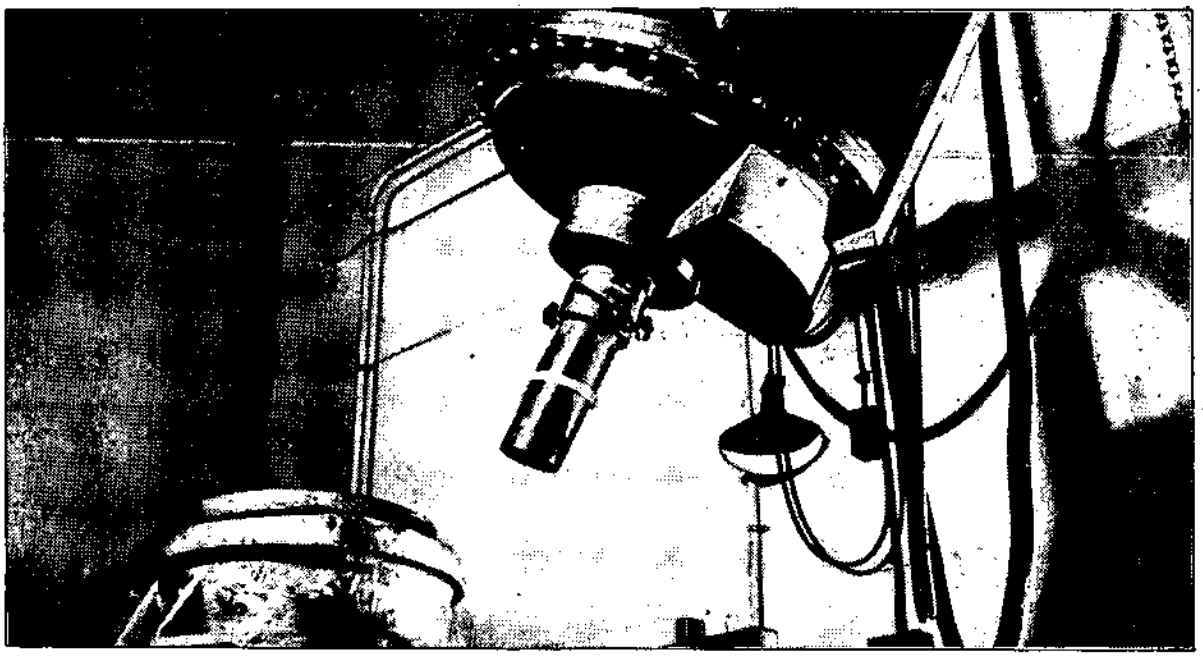
انشتن پا فراتر نه جهان عقل هم طی کن
کنار هم ببین موسی وعیسی ومحمد را
کلید عشق را بردار وحلّ این معمّا کن
وگر شد از زبان علم این قفل کهن واکن
انشتن باز هم بالا خدا را نیز پیدا کن

شهریار

چرا باید فیزیک آموخت؟

ابوالقاسم قلمسیاه

در قسمت اول این بحث گفتیم که از حدود بیست و پنجسال پیش پاره‌ای از کشورهای در حال توسعه پی بردند که پیشرفت اقتصادی آنها بستگی به داشتن افراد عالم و مهندس و تکنیسین و کارگر ماهر دارد و همچنین پی بردند که برای پایه‌گذاری یک اجتماع فنی پیشرفته، باید افراد اجتماع به سهم خود مهارتهای علمی و فنی درخور آن اجتماع را دارا باشند. بنابراین برخی از این کشورها با این نوسازی و بازسازی نظام آموزش علوم پایه موافقت کردند. بر این اساس در صدد برآمدند برای تعدادی از پرسشها که جهت نوسازی و سازمان‌دهی نظام آموزش علوم ضروری و اساسی بودند پاسخ پیدا کنند گفتیم فیزیک بنیادی‌ترین دانش تجربی است که در حکم مادر برای تکنولژی عصر حاضر است بنابراین می‌توان با آموزش صحیح این علم دانش‌آموزان را به مشاهده و کنجکاوی و تحقیق علاقمند کرد و عادت داد و نقش آزمایش در آموزش فیزیک و نتایج عملی آنرا به تفصیل شرح دادیم. اینک دنباله آن ...



نقش امتحان و ارزشیابی ــ چگونگی پرسشها ــ

نقش امتحان و ارزشیابی صحیح و هدف‌دار در آموزش علوم، کمتر از خود آموزش نیست. اگر معلّم حافظه شاگردان را از واقعیتهای پراکنده انباشته کند و به هنگام امتحان از آنان بخواهد که آن محفوظات را بازگو کنند رسالت خود را در امر آموزش و پرورش نوجوانان انجام نداده است. بلکه ذهن آنان را همانند صفحه گرامافون پنداشته است هر چه روی آن ثبت شود بازگو می‌کند. از طرف دیگر اگر پرسش در چهارچوب برنامه و مطالب کتاب درسی نباشد عامل ایجاد دلهره در دانش‌آموز می‌گردد و سبب می‌شود که به جای پرداختن به عمق مطالب به انواع کتابها و جزوه‌های ناموزون تجارتی و کلاسها روی بیاورد و از هدف آموزش صحیح و اصولی که در واقع کسب مهارتهای ذهنی و عملی است دور بماند.

طبقه‌بندی یادگیریها و پرسشها ــ

متخصصان آموزش و پرورش در جهت پرورش مهارتهای عملی و تقویت توانائیهای ذهنی که در نهاد انسان به ودیعت نهاده شده است، یادگیریها و ارزشیابی از آنها را در سطوح مختلف طبقه‌بندی کرده‌اند. در اینجا نمونه‌ای از سطوح مختلف یادگیری را که تقریباً مورد قبول بیشتر صاحب‌نظران امور آموزش و پرورش است یادآور می‌شویم. این طبقه‌بندی از پائینترین سطح یادگیری که بازگو کردن مطالب به خاطر

سپرده شده است شروع می‌شود و به بالاترین سطح آن که خلاقیت و قضاوت در باره صحت و سقم مطالب است ختم می‌گردد. بدیهی است ارزشیابی از سطوح مختلف یادگیری به وسیله امتحان و طرح مسائل و پرسشها نیز باید بر اساس همین طبقه‌بندی باشد. این طبقه‌بندی به قرار زیر است:

ـ بازگوئی اطلاعات عمومی با بکارگرفتن حافظه

ـ درک و استنباط مطالب و تعمیم آنها بر اساس تفکّر و تعقّل

ـ کاربرد اطلاعات کسب شده در موقعیتهای تازه

ـ تجزیه و تحلیل پدیده‌ها و رویدادها به عوامل تشکیل دهنده آنها

ـ ترکیب واقعیتها و کشف یک قانون یا مفهوم جدید (سازندگی و خلاقیت)

ـ داوری و قضاوت و اظهارنظر در بارهٔ فراگرفته‌ها

در اینجا با آوردن چند مثال، ارزشیابی از یادگیریها را در سطوح مختلف نامبرده شده مورد بحث قرار می‌دهیم.

الف) ـ به خاطر سپردن مطالب، یکی از توانائیهای نهادی ذهن انسان است. گرچه بازگوئی مطالب به خاطر سپرده شده در پائینترین سطح از طبقه‌بندی یادگیری است ولی استفاده از آن در سطوح بالاتر ضروری است. طرح پرسشها بر مبنای حافظه آسان است و در اینجا چند نمونه از آنها از کتابهای درسی فیزیک دوره نظری دبیرستان به عنوان مثال آورده می‌شود:

۱ ـ نیروهائی را که با آنها آشنا شده‌اید نام ببرید و در باره هر یک مختصری توضیح بدهید (کتاب فیزیک سال اول ـ فصل نیرو و ساختمان ماده)

۲ ـ خاصیت اسمزی چیست؟ (کتاب فیزیک سال اول ـ فصل نیرو و ساختمان ماده)

۳ ـ قانون اول نیوتن را شرح دهید (کتاب فیزیک سال اول ـ فصل قوانین نیوتن در باره حرکت)

۴ ـ تعریف توان چیست و با چه واحدی اندازه گرفته می‌شود؟ (کتاب فیزیک سال اول ـ فصل کار و انرژی) تعداد اینگونه پرسشها در کتابهای فیزیک دوره ریاضی فیزیک و علوم تجربی دبیرستان کم و محدود است و از پانزده تا بیست درصد کل پرسشها تجاوز نمی‌کند و در یک مجموعه پرسشهای خوب و هدفدار هم که بر مبنای طبقه‌بندی فوق‌الذکر طرح شده باشد نباید از این میزان تجاوز کند.

ب ـ یکی دیگر از توانائیهای نهادی ذهن انسان توانائی درک و استنباط است. یعنی انسان قادر است اطلاعات و محفوظات خود را به مفاهیمی که با زمینه ذهنی او هماهنگی دارند تبدیل کند و آنها را تعبیر و تفسیر نماید و بر اساس فهم و درک خود بیان کرده و تعمیم دهد. این توانائی باید با آموزش صحیح و هدفدار در دانش‌آموزان پرورش یابد و با طرح پرسشهای معقول و مناسب مرتباً ارزیابی شود تا دانش‌آموزان به تفکر و تعقل وادار شوند و در جهت خودسازی گام بردارند.

بیش از پنجاه درصد پرسشها و مسائلی که در کتابهای فیزیک دوره‌های نظری (ریاضی ـ فیزیک و علوم تجربی) دبیرستان مطرح شده‌اند بر این اساس است. اینک چند نمونه از این پرسشها:

۱ ـ کرایه حمل بار به وسیله کامیون از روی وزن (یا جرم) بار و فاصله پیموده شده معین می‌شود. واحدی برای محاسبه کرایه در نظر بگیرید که در آن جرم و مسافت منظور شده باشد. (فیزیک سال اول ـ فصل اندازه‌گیری)

در این پرسش از دانش‌آموز خواسته شده است دو کمیّت متفاوت وزن (یا جرم) و مسافت را که با هم ارتباطی ندارند در یک مفهوم جمع‌بندی کند و از آنها یک واحد عملی بسازد که ضمناً مناسب و قابل اجرا هم باشد، مانند «تُن ـ کیلومتر». ممکن است دانش‌آموز واحدهای گرم ـ سانتیمتر یا کیلوگرم ـ متر را پیشنهاد کند. پاسخ درست است. ولی بکارگرفتن این واحدها در ابعادی که مورد نظر است معقول نیست.

۲ ـ در جمله «طلا سنگین‌تر از آلومینیم است»، چه چیز غلط است؟ این جمله را با تغییر دادن یک کلمه درست کنید (فیزیک سال اول ـ فصل اندازه‌گیری).

در این پرسش از دانش‌آموز دو چیز خواسته شده است: یکی تشخیص غلط بودن مفهوم مورد نظر و دیگری اصلاح آن. در اینجا دانش‌آموز باید توجه داشته باشد که وزن جسم بستگی به جرم آن و شرایط مکانی آن دارد: اولاً جمله «طلا سنگین‌تر از آلومینیم است» دقیق نیست، زیرا معین نشده است چه حجمی از طلا سنگین‌تر از همان حجم آلومینیم است. ممکن است یک قطعه آلومینیم سنگین‌تر از قطعه‌ای از طلا باشد. ثانیاً ممکن است هر دو در شرایط بی‌وزنی باشند. پرسش درست این است که مثلاً بگوئیم: «در شرایط عادی یک سانتیمتر مکعب طلا سنگین‌تر از یک سانتیمتر مکعب آلومینیم است».

چون خواسته شده است با تغییر دادن یک کلمه جمله درست شود، کلمه «چگالتر» (به جای سنگینتر) مناسبتر است، یعنی، «طلا چگالتر از آلومینیم است».

۳ ـ چرا ضربانهای نبض را نمی‌توان به عنوان وسیله دقیقی برای اندازه‌گیری زمان بکار برد؟ (فیزیک سال اول، فصل اندازه‌گیری).

در پاسخ دادن به این پرسش دانش‌آموز باید درک کند که ضربان نبض (قلب) دستخوش هیجانهای روحی یا فعالیتهای بدنی است و مدت آن ثابت نیست. یک کمیّت متغیر که نظمی هم در تغییرات

آن نیست نمی‌تواند وسیله دقیقی برای اندازه‌گیری باشد.

۴ ــ دو اتوبوس در جاده‌ای هر دو رو به شمال در حرکتند. سرعت اتوبوس جلویی ۶۰ کیلومتر در ساعت و سرعت اتوبوس عقبی ۵۰ کیلومتر در ساعت است.

اولاً سرعت نسبی و جهت حرکت اتوبوس جلویی نسبت به مسافری که در اتوبوس عقبی نشسته است چیست؟

ثانیاً سرعت نسبی و جهت حرکت اتوبوس عقبی نسبت به مسافری که در اتوبوس جلویی نشسته است چیست؟ (فیزیک سال اول، فصل حرکت بر روی خط راست).

در این پرسش، دانش‌آموز باید با درکی که از مفهوم نسبی بودن حرکتها دارد، خود را در جای مسافر تصور کند و به پرسش جواب دهد.

ج) ــ در سطح کاربرد، دانش‌آموز باید بتواند مطالب به خاطر سپرده شده و درک شده را در مسائل و موقعیتهای تازه بکار گیرد. پرسشهائی که در این سطح برای دانش‌آموزان مطرح می‌شوند باید عملی و به واقعیت نزدیک باشند تا دانش‌آموز ارزش و اعتبار مطالبی را که می‌خواند در زندگی روزمره خود درک کند. چند نمونه از این پرسشها را به عنوان مثال در اینجا می‌آوریم:

۱ ــ یک اکروبات می‌تواند بدون این که آسیب ببیند با سرعت $۱۲ m/s$ بر روی سطح زمین فرود آید. بیشترین ارتفاعی که این اکروبات می‌تواند از آن به پائین بپرد چه اندازه است؟ (فیزیک سال اول ــ فصل حرکت بر روی خط راست).

در این پرسش علاوه بر این که به دانش‌آموز مطلب تازه‌ای آموخته شده از او خواسته شده است تا با بکار گرفتن مطالبی که در بارهٔ سقوط آزاد اجسام فرا گرفته است به آن پاسخ دهد.

۲ ــ شخصی یک غلتک به وزن ۷۰۰ نیوتن را روی سطح افقی زمین به کار می‌برد. این شخص روی دسته غلتک که با سطح زمین زاویه ۴۵ درجه می‌سازد نیروی ۲۰۰ نیوتن وارد می‌کند. نیروی قائمی که غلتک را بر زمین می‌فشارد در دو حالت زیر چیست؟

الف ــ وقتی که غلتک به جلو رانده می‌شود.

ب ــ وقتی که غلتک به عقب کشیده می‌شود.

(فیزیک سال اول ــ فصل ترکیب نیروها)

برای حل این مسئله دانش‌آموز باید مفهوم تجزیه و ترکیب نیروها را درک کرده باشد و با استفاده از قواعد این تجزیه و ترکیب، با رسم شکل به پرسشهای مسئله پاسخ دهد.

۳ ــ جرم اتومبیلی با راننده‌اش $۱۸۰۰ kg$ است. اگر این اتومبیل با سرعت $۵ m/s$ در جاده راستی در حرکت باشد «**اندازه حرکت**» آن چقدر است؟ در چه مدت باید بر آن نیروی $۱۳۵۰ N$ اثر کند تا پس از شروع حرکت، این اندازه حرکت را پیدا کند؟

(فیزیک سال اول، قوانین نیوتن در بارهٔ حرکت)

این مسئله کاربردی از مفهوم اندازه حرکت و قانون دوم نیوتن (یعنی $F=\frac{m(V_2 - m V_1)}{t}$) است که به آسانی پاسخ داده می‌شود.

۴ ــ در یک ماشین چرخ و محور، قطر چرخ ۲۰ سانتیمتر و قطر محور ۸ سانتیمتر است. اگر بازده ماشین ۵۰ درصد باشد چه نیروئی لازم است تا بار ۲۵۰ نیوتنی توسط این ماشین بالا برده شود؟

این مسئله کاربرد مفهوم بازده در ماشین ساده (یعنی $\text{مقدار درصد بازده ماشین} = \frac{\text{کار مفیدی که ماشین انجام می‌دهد}}{\text{کاری که به ماشین داده می‌شود}} \times ۱۰۰$) است و کافی است کار برای یک دور حرکت ماشین حساب شود.

د) ــ مرحله تجزیه و تحلیل یکی از سطوح بالای توانائی ذهن انسان در طبقه‌بندی ارزشیابی است. در این مرحله دانش‌آموز باید به تفکر وادار شود و مسلّم است که بدون آموزش صحیح، امکان بهره‌گیری از این توانائی ذهنی کمتر میّسر است. دانش‌آموز باید بتواند مطالبی را که به خاطر سپرده و مفاهیم آنها را درک کرده است ضمن کاربردن در موارد تازه، تجزیه و تحلیل کند. اینک چند مثال:

۱ ــ لوله شیشه‌ای یکسان و محکمی به طول یک‌متر که هر دو سر آن باز است در راستای قائم نگاهداشته شده است. سر پائینی لوله در ظرف بزرگ محتوی جیوه فرو برده شده و سر بالائی آن به وسیله لوله لاستیکی مناسبی به یک تلمبه تخلیه هوا که هوا را خوب خالی می‌کند متصل گردیده است.

طرح ساده‌ای از این دستگاه را با رسم نمایش دهید. اگر تلمبه به کار افتد انتظار مشاهده چه پدیده‌ای را خواهید داشت؟ در هر یک از موارد زیر چه تفاوتهائی انتظار دارید مشاهده کنید؟

الف ــ قطر لوله یکسان نیست.

ب ــ لوله در راستای قائم نیست.

ج ــ لوله خیلی باریک است. (فیزیک سال اول فصل فشار درون مایعات و گازها)

در این پرسش دانش‌آموز باید اطلاعاتی را که از ساختمان و طرز کار هواسنج کسب و درک کرده است ضمن تجزیه و تحلیل، در پاسخگوئی بکار گیرد:

ــ طرح ساده مورد پرسش را با رسم یک شکل مناسب و صحیح نمایش دهد.

ــ تشخیص دهد چه عاملی سبب بالا رفتن جیوه در لوله می‌شود.

ــ بداند ارتفاع ستون جیوه معرف چیست، اگر هوای بالای

جیوه در لوله خوب تخلیه نشود ارتفاع ستون جیوه معرف چه خواهد بود. در اینجا نقش تلمبه‌ای که هوا را خوب خالی می‌کند روشن می‌شود.

ــ با توجه به آنچه درباره تعادل مایعات در حال سکون درک و استنباط کرده است به پرسشهای الف و ب پاسخ گوید.

ــ نقش نیروهای چسبندگی بین ملکولهای جیوه و ملکولهای جدار لوله را که در لوله‌های موئین آشکارتر ند در نظر بگیرد و به پرسش ج پاسخ دهد.

۲ ــ یک قطعه یخ ۱۰ ــ درجه‌سلسیوس را در یک‌استخر پر از آب صفر درجه می‌اندازند. پس از برقرار شدن تعادل گرمائی:

۱ ــ دمای آب صفر درجه باقی می‌ماند و جرم یخ افزایش می‌یابد.

۲ ــ تمام یخ ذوب می‌شود و دمای آب از صفر درجه پائین‌تر می‌رود.

۳ ــ قسمتی از یخ ذوب می‌شود و دمای آب صفر درجه می‌ماند.

۴ ــ دمای آب از صفر درجه پائین‌تر می‌رود و جرم یخ ثابت می‌ماند.

(فیزیک سال دوم فصل انرژی گرمائی و دما)

یک پرسش بسیار خوب برای تجزیه و تحلیل یک پدیده فیزیکی. مضمون پرسش در واقع این است که یک قطعه یخ ۱۰ ــ درجه سلسیوس را در مقدار زیادی آب صفر درجه می‌اندازیم، چه پدیده‌ای اتفاق می‌افتد؟ ولی پرسش به صورت یک تست چهار جوابی عرضه شده است که اگر دانش‌آموز به پاسخ آن آشنائی نداشته باشد باید هر چهار جواب را تجزیه و تحلیل کند تا پاسخ درست را تشخیص دهد:

دمای تعادل مجموعه آب و یخ بالضروره صفر درجه است زیرا، یک قطعه یخ نمی‌تواند دمای آب استخر را از صفر درجه پائین‌تر ببرد. یخ هم نمی‌تواند در دمای صفر درجه سلسیوس ذوب شود زیرا صفر درجه، دمای تعادل آب و یخ در فشار معمولی هوا است. نکته اساسی پرسش در این است که برای اینکه دمای یخ از ۱۰ ــ درجه به صفر درجه برسد مقداری گرما لازم دارد. این گرما در مخلوط آب و یخ که یک محیط عایق گرما محسوب می‌گردد از کجا تأمین می‌شود؟ منطقی‌تر و عملی‌تر این است که بگوئیم این گرما ناشی از پدیده تغییر حالت فیزیکی است. یعنی مقداری از آب مجاور قطعه یخ (به علت پائین‌تر بودن دمای یخ از صفر درجه) به‌تدریج یخ می‌بندد (که در نتیجه، جرم قطعه‌یخ افزایش می‌یابد). این عمل گرمازا است و گرمای حاصل از انجماد آب صرف گرم‌کردن قطعه یخ می‌شود و دمای آن به تدریج بالا می‌رود تا به دمای تعادل برسد. بنابراین جرم قطعه یخ افزایش می‌یابد و دمای آب در صفر درجه ثابت می‌ماند.

۳ ــ نموداری رسم کنید که تغییرات اختلاف پتانسیل بین دو سیم اصلی حامل جریان متناوب را بر حسب زمان نشان دهد، چه شباهتها و چه اختلافهائی بین نتایج حاصل از جریان متناوب و جریان مستقیم وجود خواهد داشت اگر هر یک آنها به نوبه خود از وسایل زیر بگذرد:

الف ــ از سیمی که در راستای شمال و جنوب بالای یک عقربه مغناطیسی قرار دارد.

ب ــ از ولتامتر محتوی آب اسیدسولفوریک‌دار با الکترودهای پلاتینی.

ج ــ از یک سیم با مقاومت الکتریکی زیاد.

د ــ از مدار اولیه یک ترانسفورماتور. (فیزیک سال سوم رشته ریاضی فیزیک ــ فصل تولید جریان به وسیله مغناطیس)

پرسشی با ارزش که می‌تواند یک پرسش خوب و جامع امتحانی باشد زیرا:

ــ اولاً با رسم نمودار تغییرات اختلاف پتانسیل بین دو سیم اصلی حامل جریان متناوب (فازونول) با زمان، می‌توان توجه‌دانش‌آموز را به یک پدیده متناوبی مورد سنجش قرار می‌دهد.

ــ ثانیاً می‌خواهد قدرت تجزیه و تحلیل او را در مقایسه آثار مغناطیسی، شیمیائی، گرمائی و القائی الکترو‌ماتنتیکی جریان برق متناوب و پیوسته، بر پایه آنچه فرا گرفته و درک و استنباط کرده است بسنجد.

۴ ــ در نظر بگیرید که منشوری از بلور کلسیت دارید که محور اپتیک آن موازی با خط الراس منشور است. هرگاه یک دسته پرتو نور سفید به یکی از وجوه این منشور بتابانید چه پدیده‌ای اتفاق می‌افتد؟ با رسم شکل توضیح دهید. (فیزیک سال چهارم ریاضی ــ فیزیک فصل ۱۵)

برای پاسخ دادن به این پرسش دانش‌آموز باید به نکات زیر توجه کند:

ــ منشور چه نقشی در مقابل دسته پرتو نور سفید دارد؟

ــ کلسیت چه خاصیت ویژه‌ای دارد؟

ــ پس چرا منشور آنهم از جنس کلسیت مورد نظر است؟

ــ چرا محور اپتیکی موازی با خط الراس منشور در نظر گرفته شده است؟

دانش‌آموز با تجزیه و تحلیل دقیق این مطالب بر پایه آنچه آموخته و درک کرده است می‌تواند به این پرسش پاسخ دهد:

منشور نور سفید را به صورت طیف هفت رنگ تجزیه می‌کند. کلسیت هر دسته پرتو نور طبیعی را پلاریزه کرده و به دو دسته پرتو

تجزیه می‌کند. بنابراین قاعدتاً باید دو طیف هفت رنگ مجزا از هم تشکیل شود و چنین است. محور اپتیکی را بدین جهت موازی با خط الراس منشور می‌گیرند که دسته پرتوی که بر وجه منشور می‌تابد بر این محور عمود باشد و دو طیف حاصل، به خوبی از یکدیگر جدا شوند، زیرا اگر دسته پرتو موازی با محور اپتیکی باشد پدیده شکست مضاعف پیش نمی‌آید.

ه) ــ سازندگی و خلاقیت عبارت است از توانائی ذهن انسان در ترکیب مفاهیم و بررسی ارتباط میان پاره‌ای از آنها به منظور ایجاد یک مفهوم یا قانون جدید. همین توانائی ذهنی است، که رهنمون انسان به نوآوری و اختراع می‌شود.

ــ داوری و قضاوت، عبارت است از اظهار نظر درباره صحت و ثقم فراگرفته‌ها با در نظرگرفتن ضوابط و معیارهای منطقی و معتبر. بدیهی است ارزشیابی و قضاوت منطقی و اصولی از دشوارترین مراحل فعالیت ذهن انسان است و استفاده درست و کامل از این توانائی ذهنی است که انسان را به مقام والای انسانیت رهنمون می‌شود.

در اینجا لازم می‌داند یادآور شود که از دانش‌آموزان دوره تحصیلات متوسطه، با توجه به سطح مطالبی که می‌آموزند و تجربه اندکی که به اقتضای سنّ خود دارند نمی‌توان انتظار داشت که فعالیّت ذهنی آنان به این سطوح والای توانائی ذهنی برسد. معمولاً فعالیت ذهنی این دانش‌آموزان به‌توانایی تجزیه و تحلیل مفاهیم محدود می‌شود، ولی ممکن است در میان آنان افرادی یافت شوند که زمینه این فعالیت و توانائی ذهنی در آنان فراهم باشد و این کار معلّم است که با تشخیص این توانائیها، دانش‌آموز را در راه استفاده درست از این توانائیها، رهنمون باشد.

مطرح کردن پرسشهای عمیق و مشکل در این سطوح از آموزش در کتب دبیرستانی احتمالاً زائد و بیهوده است، ولی در مراحل ابتدائی از این سطوح، برای تشخیص زمینه توانائی ذهنی دانش‌آموزان ممتاز می‌توان پرسشهای نسبتاً آسان و مناسبی مطرح کرد. اینک چند نمونه از این پرسشها:

۱ ــ برای اندازه‌گیری سرعت صوت در آب‌دریا، چه طرحی را پیشنهاد می‌کنید؟ (فیزیک سال چهارم ــ بخش صوت)

این پرسش در صورتی می‌تواند نمایانگر قوه ابتکار و خلاقیت دانش‌آموز باشد که او به فکر خود و بر پایه قدرت ابداع ذهنی خود طرح اندازه‌گیری را پیشنهاد کند. بدیهی است اگر دانش‌آموز روشی را که دیگران ابداع کرده‌اند از جائی اقتباس کرده و بیان کند، ارزش پاسخ او به این پرسش به پائین‌ترین سطح یادگیری تنزل می‌کند.

۲ ــ فرض کنید می‌خواهید مقاومت مجهولی را اندازه بگیرید و این وسایل را در اختیار دارید:

یک پیل یا یک انباره سربی، آمپرسنج، ولت‌سنج، رئوستا، کلید و سیمهای رابط.

با رسم شکل، طرحی را نمایش دهید که با این وسایل بتوان مقاومت مجهول را اندازه گرفت. آیا روشی را که انتخاب می‌کنید نتیجه دقیق بدست می‌دهد؟ (فیزیک سال سوم ریاضی ــ فیزیک ــ فصل جریان الکتریسیته)

در این پرسش، هم ابتکار دانش‌آموز در طرح یک مدار برای اندازه‌گیری مقاومت با استفاده از وسایل موجود مورد آزمایش است و هم قدرت داوری او درباره میزان دقت اندازه‌گیری و ارزش پاسخ آن، مانند پرسش ۱ بستگی به ابتکار عمل دانش‌آموز دارد.

۳ ــ در نظر بگیرید که می‌خواهید عرض یک رودخانه را که وضع طبیعی آن مانع اندازه‌گیری مستقیم است معین کنید. وسیله اندازه‌گیری طول (مثلاً نوار متری) و اندازه‌گیری زاویه (مثلاً تئودولیت[1]) در اختیار دارید. چگونه می‌توانید عملاً عرض رودخانه را برآورد کنید؟ (فیزیک سال چهارم ریاضی، فصل اول)

در این پرسش قدرت تفکّر و ابتکار دانش‌آموز موردنظر است. دانش‌آموز باید به یاری قضایای هندسی طرحی ارائه دهد که با استفاده از وسایل‌نامبرده‌شده‌اندازه‌گیری‌عمل‌عرض‌رودخانه امکان داشته باشد.

۴ ــ می‌دانید کوتاهترین زمانی که ممکن است دانستن آن برای شما جالب باشد زمانی است که نور قطر هسته اتم هیدرژن را می‌پیماید. با توجه به این مطلب آیا می‌توان زمان را یک کمیت کوانتایی دانست؟

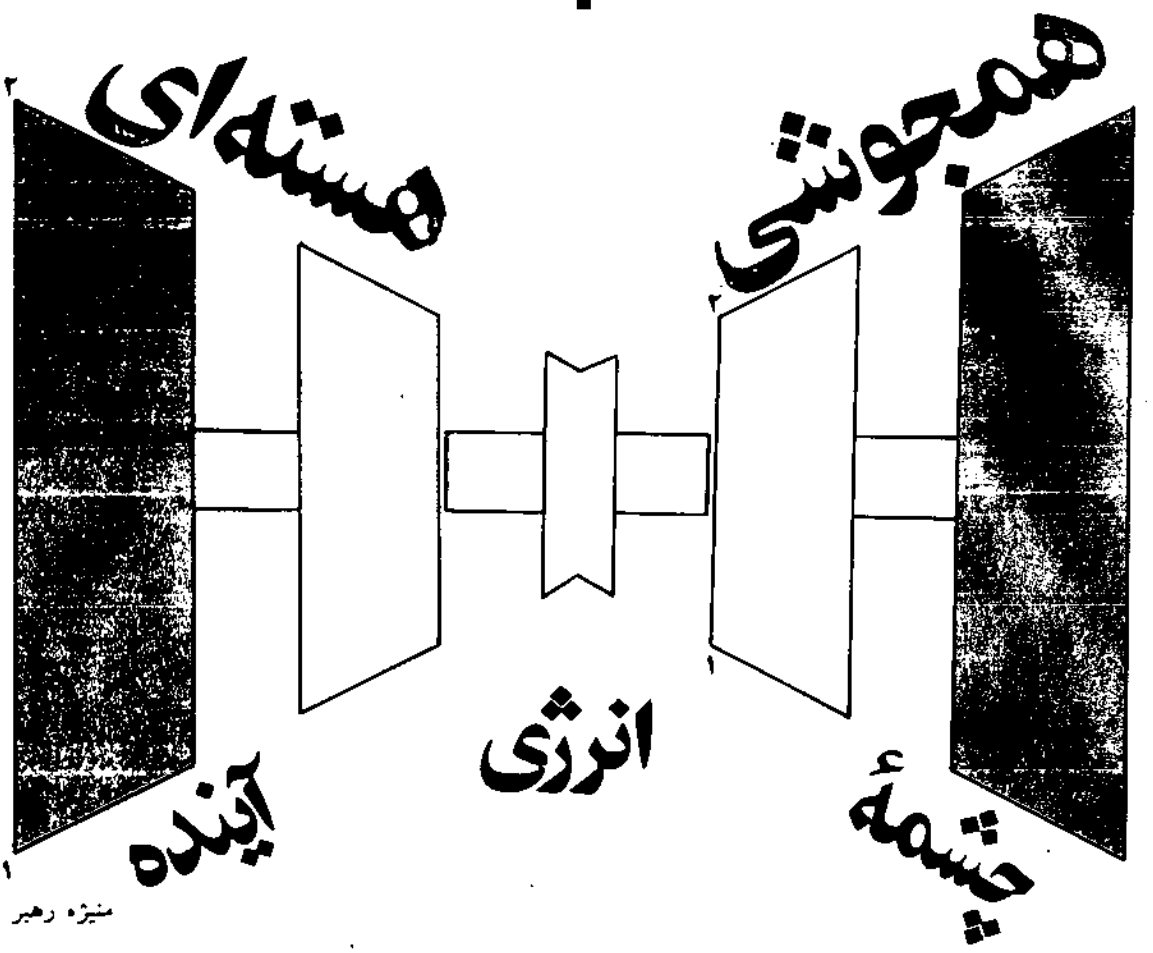
(فیزیک سال چهارم ریاضی، فصل اول)

پاسخ دادن به این پرسش یک داوری و قضاوت است. ممکن است دانش‌آموزی با استدلال جواب مثبت بدهد و دانش‌آموز دیگری با استدلال جواب منفی بدهد. در هر صورت باید استدلال او منطقی و قانع‌کننده باشد.

---

۱ ــ تئودولیت (Théodolite) اسبابی است برای اندازه‌گیری سمت و ارتفاع (یعنی اندازه‌گیری زوایای افقی و قائم به نام مختصات افقی) در نقشه برداری و در نجوم. این اسباب تشکیل یافته است از یک دایره مدرّج افقی به نام دایره سَمْت و یک دایره مدرّج قائم به‌نام دایره ارتفاع که می‌تواند بر گرد محور قائمی مارّ بر مرکز دایره افقی بچرخد. دایره مدرج قائم حامل دوربینی است که هم با این دایره و هم بر گرد محور افقی عمود بر سطح این دایره می‌تواند دوران کند.

وقتی که با دوربین شیئی را می‌بینند، خواندن درجات روی دایره‌های افقی و قائم، راستای شعاع بصری، یعنی راستای محور عدسی‌های دوربین را با صفحه افقی (ارتفاع زاویه‌ای) و با یک صفحه قائم مبدأ (سمت) معین می‌کنند. صفحه مبدأ ممکن است صفحه نصف‌النهار مغناطیسی باشد که توسط یک قطبنما که روی تئودولیت نصب می‌شود مشخص می‌گردد.



منیژه رهبر

همانطور که بعضی عناصر سنگین

$$\left(\begin{matrix}{}^{۲۳۵}_{۹۲}U\end{matrix}\right) \quad \left(\begin{matrix}{}^{۲۳۳}_{۹۲}U\end{matrix}\right) \quad \text{و} \quad \left(\begin{matrix}{}^{۲۳۹}_{۹۴}PU\end{matrix}\right)$$

با شکافته شدن تولید انرژی می‌کنند، همجوشی عناصر سبک می‌تواند سبب آزاد شدن انرژی شود. یکی از تولید بخش‌ترین واکنشها، همجوشی ایزوتوپهای سنگین هیدرژن، یعنی دوتریوم، مطابق رابطهٔ زیر است:

$$^{۲}_{۱}H + {}^{۲}_{۱}H \longrightarrow {}^{۳}_{۱}H + P + ۴/۰\,MeV$$
$$^{۲}_{۱}H + {}^{۲}_{۱}H \longrightarrow {}^{۳}_{۲}He + n + ۳/۲\,MeV$$

که تولید تریتیوم به اضافه یک پروتون و یا ایزوتوپ سبک هلیوم به اضافه یک نوترون می‌کند. در هر مورد انرژی قابل ملاحظه‌ای ایجاد می‌شود. تقریباً یک هزارم کل جرم مواد درگیر در واکنش تبدیل به انرژی می‌شود. بعبارت دیگر کارآیی تبدیل جرم به انرژی در این مورد بافرایند شکافت برابر می‌باشد. همجوشی دوتریوم با تریتیوم به صورت زیر است.

$$^{۲}_{۱}H + {}^{۳}_{۱}H \longrightarrow {}^{۴}_{۲}He + n + ۱۷/۶\,MeV$$

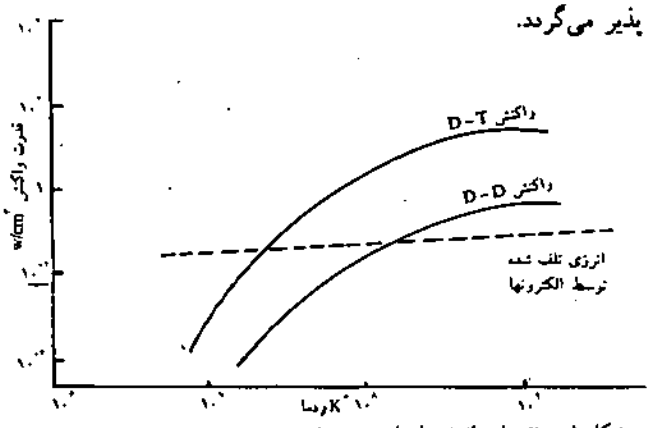
کارآیی واکنش فوق از واکنشهای قبلی بیشتر بوده و تقریباً چهار هزارم جرم ذرات اولیه تبدیل به انرژی شده است. امکان بدست آوردن انرژی از این واکنشها اولین بار در سال ۱۹۲۹/۱۳۵۸ بررسی شد (انکینسون و هوتمنز[۱]) و بنابراین واکنش همجوشی ده سال قبل از شکافت مورد توجه قرار گرفت. همجوشی دارای چند امتیاز بالقوه است. سوخت واکنش دوتریوم یعنی ایزوتوپ سنگین هیدروژن است که اگر چه فراوانی آن فقط یک قسمت در شش هزار است ولی با در نظر گرفتن میزان آب موجود در سطح زمین مقدار دوتریوم بصورت «آب سنگین» در دریا بطور قابل ملاحظه‌ای از اورانیوم و توریوم بیشتر است. مقدار آب سنگین برابر $Q^{۱۰}$ است که حتی با در نظر گرفتن واکنشهای زاینده صد هزار برابر منابع اورانیوم می‌باشد.

محصولات فرایندهای همجوشی عبارتند از $^{۳}_{۲}He$، $^{۳}_{۱}H$ و $^{۴}_{۲}He$، که دو ایزوتوپ هلیوم تولید شده پایدار بوده و هیچگونه خطر تابشی را بوجود نمی‌آورند. تریتیوم پرتوزاست ولی نمی‌توان آنرا بعنوان یک

۱ ــ Atkison and Houtemans

محصول پسماند تلقی کرد، زیرا بطور مؤثرتر از دوتریوم عمل همجوشی را انجام می‌دهد. بنابراین رآکتورهای همجوشی طوری طرح شده‌اند که تریتیوم تولید شده بدلیل اقتصادی مورد استفاده قرار گرفته و در نتیجه خطرات ایجاد شده توسط H^3 بطور قابل ملاحظه‌ای تقلیل می‌یابد. بنابراین یک رآکتور همجوشی پسماند پرتوزا را که در مورد رآکتورهای شکافت یکی از مشکلات اساسی است، ایجاد نمی‌کند. سومین امتیاز ممکن از این مسئله ناشی می‌شود که کل مواد پرتوزا در یک رآکتور همجوشی در حال کار خیلی کمتر از رآکتور شکافت است و در صورت آزاد شدن تصادفی مواد پرتوزا خطرات تولید شده بسیار کمتر خواهند بود. شار نوترون بسیار زیاد در یک رآکتور همجوشی مواد ساختمانی را بسیار پرتوزا خواهد کرد (استینر[1]، ۱۳۵ /۱۹۷۱)، ولی تصور حادثه‌ای که این مواد را در ناحیه وسیعی پخش کند و یا آنها را بصورتی درآورد که بتوانند جذب بدن شوند، مشکل است. با توجه به نکات فوق تمایل شدیدی برای تولید یک واکنش همجوشی خود نگهدار جهت تولید الکتریسیته وجود دارد. فرایندهای همجوشی که مبنای بمب هیدروژنی، را تشکیل می‌دادند، نشان دادند که می‌توان یک سیستم همجوشی ایجاد کرد که سبب آزاد شدن غیر قابل کنترل انرژی گردد. این واکنشها در بسیاری از آزمایشگاهها بعنوان چشمهٔ نوترون بکار می‌روند. بدین منظور باریکه‌های دوترون شتابداده شده و به هدفهای حاوی دوتریوم یا تریتیوم برخورد می‌کنند. تصور می‌شود که واکنش همجوشی منشاء تولید گرما توسط خورشید باشد. ولی تاکنون ایجاد شرایط لازم برای ایجاد یک سلسله واکنش همجوشی خود نگهدار کنترل شده که منجر به آزاد شدن انرژی گردد، در روی زمین امکان پذیر نگشته است. هنگامی که دو ترونها برای تولید نوترون به هدف دوتریوم یا تریتیوم برخورد می‌کنند، برهم کنشهایی که غالباً صورت می‌گیرد برخوردهای یونشی بین نوترونهای فرودی و «هدف» دوتریوم یا تریتیوم است. بیشتر دوترونهای فرودی انرژی خود را با کندن الکترونهای مداری از هسته‌های هدف از دست داده و پس از آن انرژی آنها برای برهم‌کنش با هسته کافی نخواهد بود. واکنشهای هسته‌ای که مقدار انرژی مثبت تولید کنند، وقایع نسبتاً نادری هستند و هنگامی که انرژی لازم برای به کار انداختن یک شتابدهند یا تولید دوترونهای شتابدار را در نظر بگیریم، این مطلب روشن می‌شود که با استفاده از یک شتابدهنده ساده با هدف گازی و جامد نمی‌توان انرژی جنبشی بیش از انرژی داده شده به سیستم بدست آورد.

همانطور که سرجورج تامسون[2] در سال ۱۹۴۶/۱۳۲۵ متذکر شد، نوید بخش‌ترین روش، دادن انرژی کافی به گاز دوتریوم برای تولید یونش و سپس همجوشی می‌باشد. یونش جدا کردن دوترون یعنی هستهٔ اتم دوتریوم از اکترونهای مداری آن است و در این مرحله بجای یک سیستم اتمی یا ملکولی سیستمی بدست می‌آید که از تعداد مساوی دوترون باردار و الکترونهای جدا شده از آن تشکیل شده است که می‌توانند آزادانه حرکت کنند. چنین سیستمی پلاسما خوانده می‌شود. این دوترونها بواسطهٔ بار مثبت یکدیگر را دفع می‌کنند و قدم بعدی دادن انرژی جنبشی کافی به آنها جهت غلبه بر نیروی دافعهٔ کولنی است که همجوشی آنها را امکان پذیر می‌سازد. یک راه برای انجام این عمل حرارت دادن پلاسما است. انرژی حرارتی دوترون بصورت نوسانات کاتوره‌ای ظاهر می‌شود و اگر دمای پلاسما به اندازه کافی زیاد باشد، این انرژی برای غلبه بر نیروهای دافعه کولنی کافی خواهد بود. مسئله بطور کلی ساده بنظر می‌رسد، ولی هر ذره باردار نوسان کننده، انرژی خود را به صورت تابش الکترو مغناطیس گیسل می‌دارد و این مطلب سبب اتلاف انرژی ذره می‌گردد. اتلاف انرژی عمدتاً از طریق الکترونها صورت می‌گیرد، زیرا این ذرات بعلت سبک بودن، بطور قابل ملاحظه‌ای سریعتر از دوترونها نوسان می‌کنند. بطور کلی اتلاف انرژی با افزایش دما، افزایش می‌یابد. تعداد همجوشیها و در نتیجه انرژی ایجاد شده توسط سیستم نیز با افزایش دما زیاد می‌شود، و خوشبختانه میزان این افزایش از اتلاف دما بیشتر است. هنگامی که میزان تولید انرژی بیش از انرژی تلف شده شود، دمای سیستم افزایش می‌یابد و در نتیجه واکنشی خواهیم داشت که در نتیجهٔ گرما ایجا شده و گرمای بیشتری تولید می‌کند. بنابراین یک واکنش خود نگهدار که همان واکنش همجوشی گرما هسته‌ای، است، امکان پذیر می‌گردد.



شکل ۱ ــ تغییرات انرژی ایجاد شده و تلف شده بر حسب دمای پلاسما

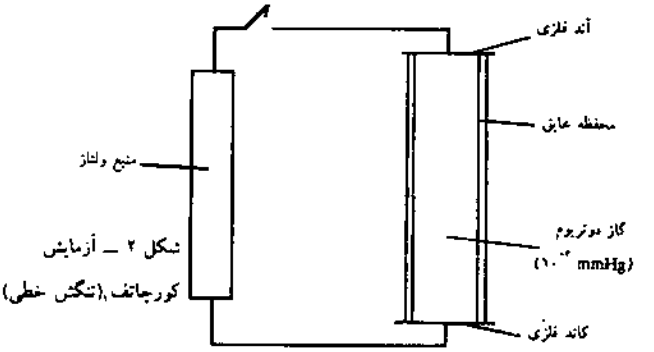
متأسفانه دمایی که در آن تولید گرما بیش از اتلاف گرما می‌گردد یعنی دمای «سر به سر» چنانکه در شکل ۱ نشان داده شده است در مورد پلاسمای دوتریوم تقریباً ۲۰۰ میلیون درجهٔ سانتیگراد و برای مخلوط دوتریوم ــ تریتیوم تا اندازه‌ای کمتر و در حدود ۳۰

۱ ــ Steiner
۲ Sir George Thomson

میلیون درجهٔ سانتیگراد است. با توجه به اینکه دمای سطح خورشید ۱۰۰۰۰ درجه سانتیگراد است، دمای لازم ۲۰۰۰۰ بار بیش از دمای سطح خورشید می‌باشد.

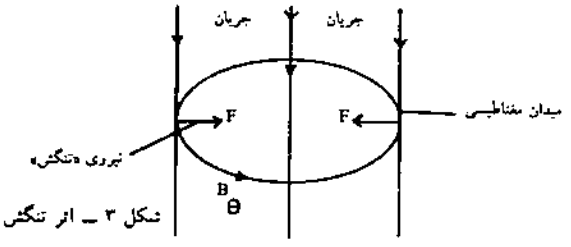
علاوه بر دمای بسیار زیاد، لازم است که ذرات واکنش کننده برای مدت زمان کافی در مجاورت یکدیگر قرار داشته باشند تا واکنش همجوشی به اندازه کافی صورت گیرد. بدین منظور از یک معیار که معیار لاوسون[1] خوانده می‌شود، استفاده می‌کنیم طبق این معیار برای اینکه انرژی تولید شده توسط سیستم مثبت باشد حاصلضرب چگالی دوترون، n، (تعداد دوترونها در سانتیمتر مکعب) در زمان متوسط احاطه، ح، (زمانی که اجزاء سیستم در مجاورت یکدیگر قرار دارند) باید بزرگتر از 10^{14} $Cm^{-3}Sec$ باشد.

روشهایی که با استفاده از آنها شرط فوق احتمالاً می‌تواند برقرار شود و همچنین مشکلات ذاتی آن توسط آزمایش کلاسیک کورچاتف[2] روسی در اوایل دهه ۱۳۳۰/دهه ۱۹۵۰ بدقت بررسی شده‌اند. در این آزمایش گاز دو تریوم در یک ظرف استوانه‌ای عایق که الکترودهایی در دو انتهای آن قرار داشت، محصور گردید. فشار دوتریوم درحدود 10^{-3} torr یا حدود یک میلیونیم فشار جو بود. در این فشار گاز به آسانی در اثر اختلاف پتانسیل موجود بین الکترودها یونیزه می‌شود. اختلاف پتانسیلی درحدود کیلوولت بین الکترودها وجود داشت. در اثر این اختلاف پتانسیل گاز یونیزه شده و جریان الکتریکی را هدایت می‌کرد. اولین مکانیسم گرم کردن، گرم کردن



شکل ۲ ــ آزمایش کورچاتف (تنگش خطی)

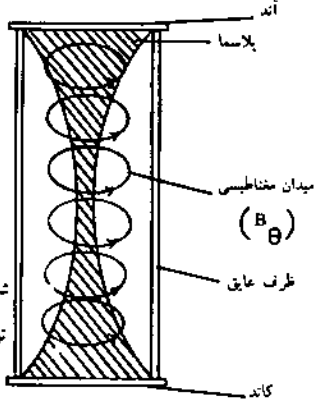
اهمی برابر I^2R بود که در آن I شدت جریان و R مقاومت پلاسما می‌باشد. این روش متداول گرم کردن است که می‌توان در بخاریهای برقی خانگی ملاحظه کرد با این تفاوت که گاز رسانا جایگزین رشته سیم شده است. برای بیان دومین مکانیسم گرم کردن، بهتر است که گاز رسانا را بصورت تعداد زیادی رشته سیم حامل جریان درنظر بگیریم. هریک از این رشته سیمها میدان مغناطیسی دایره‌ای در صفحه‌ای که بر جریان رشته عمود است، ایجاد می‌کنند (شکل ۳). درنتیجه میدان مغناطیسی مربوط به رشته‌ای که نزدیک محور مرکزی دشارژ است بر رشته خارجی عمود بوده و برهم کنش میدان و جریان، طبق قانون دست چپ فلمینگ،[1] تولید نیرویی خواهد کرد که تمایل به جذب رشته‌های خارجی به سمت محور دشارژ دارد. بنابراین گاز رسانا بجای پر کردن تمامی ظرف در یک رشته محوری باریک متراکم یا «تنگیده» می‌شود (شکل ۴).



شکل ۳ ــ اثر تنگش

این مطلب بدو دلیل حائز اهمیت است. اولاً مکانیسم گرم کردن اهمی تا هنگامی مؤثر است که گاز کاملاً یونیزه نشده باشد، ولی وقتی گاز به دمایی می‌رسد که الکترونها و نوترونها از یکدیگر جدا می‌شوند، یعنی وقتی یک پلاسمای کامل بوجود می‌آید، الکترونها عملاً آزاده بوده و با سرعت زیاد بطرف آند یا الکترود مثبت حرکت می‌کنند و مقاومت پلاسما بمقادیر بسیار کوچک تقلیل می‌یابد. این پدیده در دماهای خیلی کمتر از یک میلیون درجه اتفاق می‌افتد. و مکانیسم دیگری برای گرم کردن بیشتر پلاسما لازم است که این مکانیسم گرم کردن بوسیله نیروی تنگش می‌باشد.

دومین اثر نیروی تنگش حائز اهمیت بیشتری است. اگر پلاسمای محوری تنگیده را درنظر بگیریم، ملاحظه می‌کنیم که این پلاسما عملاً توسط میدان مغناطیسی تولید شده در جای خود نگهداشته یا محصور شده است این حقیقت که پلاسما می‌تواند بجای یک ظرف



شکل ۴ ــ محصور کردن پلاسما توسط میدان مغناطیسی B_θ

مادی توسط میدان مغناطیسی احاطه شود. در برنامه همجوشی دارای اهمیت حیاتی است زیرا هیچ مادهٔ شناخته شده‌ای نمی‌تواند دمای ۲۰۰ میلیون درجه را تحمل کند.

تحقیقات همجوشی پس از کورچاتف را می‌توان در جستجو

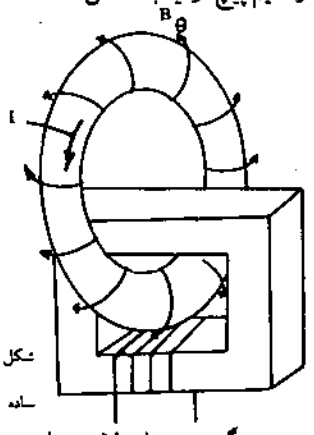
۱ ــ dawson criterion ۲ ــ Kurchator

1 - Fleming's left hand role

برای پیکربندی میدان مغناطیسی که بتواند پلاسمای داغ را بصورت پایا برای مدت زمانی که معیار لاوسون اقتضا می‌کند، محصور کند و پژوهش دربارهٔ مکانیسم گرم کردن اضافی برای حصول به دمای لازم خلاصه کرد.

آزمایش کورچاتف علاوه‌بر اصول لازم برای گرم کردن و محصورسازی پلاسما، بعضی از مشکلات آنرا نیز نشان داده است. اگرچه می‌توان از برخورد پلاسما با دیواره‌های عمودی ظرف جلوگیری کرد ولی برخورد با آند و کاتد فلزی اجتناب‌ناپذیر است. الکترونهای پرانرژی که به آند برخورد می‌کنند سبب جهش الکترونهای کم‌انرژی‌تر می‌گردند، بطوریکه الکترونهای پرانرژی یا «داغ» با الکترونهای کم‌انرژی‌تر یا «سرد» مبادله می‌شوند. این مطلب در مورد کاتد مسئله جدیتری را بوجود می‌آورد. در اینجا دوترونهای پرانرژی به مادهٔ کاتد برخورد کرده و سبب خارج شدن یونهای مادهٔ کاتد می‌گردند، درنتیجه در اینجا تعویض بین دوترونهای «داغ» با یونهای فلزی «سرد» است. در این مورد نه تنها اتلاف انرژی صورت می‌گیرد، بلکه‌دوترونهایی را که امیدوار بودیم در همجوشی بکار بریم ازدست داده و یونهای فلزی سنگین را جایگزین آنها کرده‌ایم. نیروی دافعهٔ کولنی بین هسته‌های سنگین در این مورد بسیار بیشتر است، درنتیجه دماهای بسیار بیشتری برای همجوشی آنها لازم است، بعلاوه همجوشی هسته‌های سنگین انرژی قابل ملاحظه‌ای تولید نخواهد کرد. بطور خلاصه، بعلت امکان‌پذیر نبودن احاطه پلاسما در دو انتهای محفظه، پلاسما توسط مواد کاتد «مسموم» شده است.

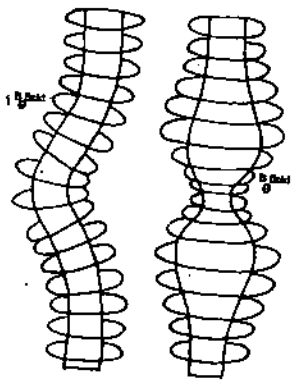
این مشکل اساسی با پیشنهاد زیرکانهٔ سر جورج تامسون حل شد. طبق این پیشنهاد دشارژ الکتریکی در مدار ثانویهٔ یک ترانسفورمر صورت می‌گیرد. این مدار ثانویه بصورت یک حلقهٔ حاوی پلاسما است. انرژی که از سیم پیچ اولیه به داخل حلقه تخلیه می‌شود، سبب



شکل ۵ ــ یک راکتور همجوشی ساده با پلاسمای چنبره‌ای

القاء یک جریان شدید می‌گردد و دمای لازم برای همجوشی را تولید می‌کند. این جریان همچنین یک میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند که پلاسما را دربرمی‌گیرد. جریان بسیار شدید در سیم‌پیچهای اولیه ترانسفورمر توسط دشارژ یک رشته خازن تأمین شده و به چند ده هزار آمپر می‌رسد.

سیستمهای دشارژ چنبره‌ای اولیه مانند سیستمهای خطی دارای این نقطه ضعف بودند که میدان مغناطیسی تولید شده دراثر جریان، پلاسمای محوری را در شرایط ناپایدار نگهمیداشت. از آنجا که خطوط میدان مغناطیسی در قسمت داخلی حلقه از قسمت خارجی بیکدیگر نزدیکترند. پلاسما تمایل بحرکت از نواحی با میدان مغناطیسی قوی به نواحی با میدان مغناطیسی ضعیف‌تر دارند. این جابجایی مختصر یا گره، در پلاسمای محوری شرایطی را بوجود می‌آورد که سبب افزایش گره تاحدی می‌شود که پلاسما با دیوارهٔ محفظهٔ دشارژ تماس حاصل کرده و تمامی اثرات نامطلوب تماس پلاسمای داغ با سطح مادی را ایجاد می‌کند. بطور مشابه اگر پلاسما اندکی بیش از حد عادی تنگیده شود میدان B_θ که آنرا احاطه کرده است قویتر شده و سبب تنگش قسمتی از پلاسما و فشرده شدن آن در واحی ضعیف‌تر می‌شود که در این ناحیه پلاسما منبسط شده و ابتدا به تعدادی نواحی پهن که توسط «گلوگاههای» باریک بیکدیگر متصل شده‌اند و سرانجام بصورت تعدادی میله، درمی‌آید که بطور شعاعی بطرف خارج حرکت کرده و بدیوارهٔ محفظه برخورد می‌کنند. این ناپایداریها که «گره» و سوسیس، خوانده می‌شوند در شکل ۶ نشان داده شده‌اند.

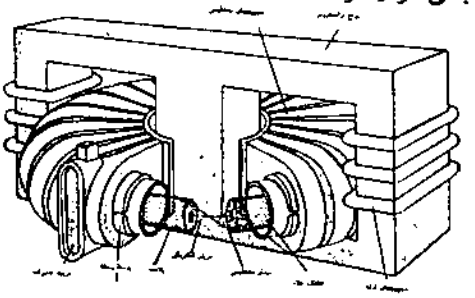


شکل ۶ ــ ناپایداریهای نوع «گره» و «سوسیس».

برای غلبه بر مشکلات فوق از یک میدان مغناطیسی اضافی، که میدان B_z یا B_ϕ خوانده می‌شود، استفاده شده است. این میدان موازی با محور محفظهٔ دشارژ است. اثر این میدان را می‌توان بطور فیزیکی با در نظر گرفتن این مطلب که ذرات باردار در اطراف میدان مغناطیسی بطور مارپیچی حرکت کرده و سرانجام در جهت میدان مستقر می‌شوند، درک کرد. از آنجا که میدان B_ϕ در یک موقعیت محوری پایا توسط سیم‌پیچهای خارجی بوجود آمده است، نوترونها و

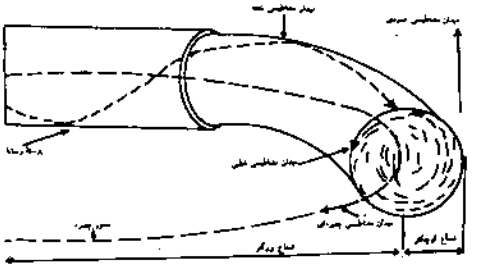
الکترونهایی که پلاسما را تشکیل می‌دهند، مجبورند در جهت خاصی حرکت کنند.

موفقیت‌آمیزترین ماشین پلاسمایی که تاکنون ساخته شده است، طرح روسی توکامک[1] می‌باشد (شکل ۷). یک مارپیچ بزرگ که به صورت ثانویه یک ترانسفورمر عمل می‌کند حاوی پلاسما می‌باشد که اثر تنگش از انبساط آن در جهت محورهای کوچکتر جلوگیری می‌کند. یک سیم‌پیچ سنگین که حلقه‌ها را احاطه کرده است، میدان مغناطیسی چنبره‌ای را بوجود می‌آورد، در حالیکه جریانی که از داخل پلاسما عبور می‌کند، میدان تنگش را تولید می‌کند. جمع‌برداری دو میدان خطوط میدان مارپیچی را بوجود می‌آورند که بر روی سطوح بستهٔ مغناطیسی قرار گرفته‌اند.



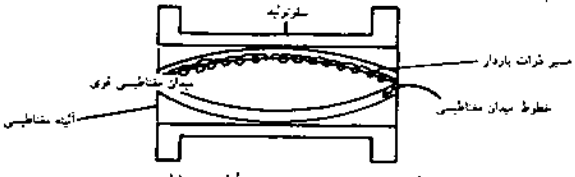
شکل ۷ ــ ماشین همجرشی توکامک که پلاسمای داغ احاطه شده توسط خطوط میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد (فقط یک خط نشان داده شده است). مؤلفهٔ چنبره‌ای توسط آرایه دایره‌ای سیم‌پیچهایی به شکل گوه که اتاقک چنبره‌ای را احاطه کرده‌اند بوجود می‌آید. مؤلفهٔ قطبی میدان به وسیلهٔ جریان شدید در پلاسما ایجاد می‌شود که به نوبهٔ خود در اثر عبور جریان از سیم‌پیچ اولیهٔ اطراف یوغ آهنی بوجود آمده است.

از آنجا که خطوط میدان در شعاع داخلی از شعاع خارجی آن بیکدیگر نزدیکترند، تمایلی جهت راندن پلاسما به دیوارهٔ خارجی وجود دارد. به منظور مقابله با این تمایل از یک میدان عمودی، جهت کنترل پلاسما در لایهٔ چنبره‌ای استفاده شده است. (شکل ۸).



شکل ۸ ــ پارامترهای اصلی در یک حلقهٔ پلاسمای چنبره‌ای توکامک ترکیبی از یک میدان مغناطیسی که بوسیله سیم‌پیچهای خارجی ایجاد شده است و یک میدان مغناطیسی قطبی که در اثر جریان پلاسما بوجود آمده است، خطوط میدان مارپیچی را ایجاد می‌کنند.

نوع دیگر میدان مغناطیسی محصور کننده بر مبنای اصل معروف بُطری مغناطیسی، پایه‌گذاری شده است. در ساده‌ترین فرم، میدان محصورکننده یک میدان مغناطیسی محوری است که در دو انتها قویتر از مرکز می‌باشد. چنین میدانی را بآسانی می‌توان توسط یک سیم‌پیچ طویل یا سلونوئید که تعداد دورهای آن در دو انتها از مرکز بیشتر است، تولید کرد. اصول اساسی محصورسازی پلاسما بوسیله این روش نسبتاً ساده است (شکل ۹) دوترونهای باردار و الکترونها که پلاسما را تشکیل می‌دهند، در اطراف خطوط مغناطیسی بطور مارپیچ حرکت می‌کنند و انرژی آنها را می‌توان برابر انرژی چرخشی مربوط به دوران حول خطوط میدان و انرژی انتقالی مربوط به حرکت در امتداد خطوط میدان در نظر گرفت. با شدید شدن میدان مغناطیسی، کسر مربوط به حرکت دورانی افزایش و مقدار موجود برای حرکت انتقالی متناظر با آنکاهش می‌یابد. در مقدار معینی از میدان مغناطیسی، تمام انرژی موجود برای حرکت دورانی ضروری خواهد شد بطوریکه ذرات نمی‌توانند بطرف جلو در نواحی که میدان مغناطیسی شدیدتر است حرکت کنند، ولی می‌توانند در جهت میدانهای مغناطیسی ضعیف‌تر حرکت کنند. بعبارت دیگر ذره بوسیله میدان مغناطیسی افزاینده بازتابیده می‌شود، در اینجا میدان بعنوان یک آئینه مغناطیسی، عمل می‌کند. با ایجاد میدان مغناطیسی بازتابنده در دو انتها سیستم کلاً بعنوان بُطری مغناطیسی، عمل می‌کند.



شکل ۹ ــ پیکربندی میدان در بُطری مغناطیسی.

این میدان مغناطیسی محصورکننده را می‌توان همراه با مکانیسمهای گرم کردن مختلف بکار برد. ساده‌ترین آنها مکانیسم معروف «تنگش θ» است. در اینجا جریان در سیم‌پیچهای مولد میدان مغناطیسی بطور ناگهانی افزایش می‌یابد. این عمل سبب افزایش ناگهانی شدت میدان مغناطیسی می‌شود. هر خط میدان مغناطیسی بطرف محور سیستم فشرده شده و همراه با آنها پلاسما نیز فشرده می‌شود. در این مورد نیز مانند حالت تنگش چنبره‌ای، انقباض بر دررو سبب گرم شدن پلاسما می‌شود. جالب توجه‌ترین آزمایش از این نوع آزمایش Scylla بوده است که در آن دمای تا ۲۰ میلیون درجه ثبت شده است. نقطه ضعف کلی این سیستم محصور سازی غیرکامل در آئینه‌هاست. اگر چه تصویر فیزیکی ساده که در بالا داده شد، صحیح است ولی ارگ یک ذره باردار در نزدیکی آئینه با ذره دیگری برخورد کند، می‌تواند انرژی کافی جهت فرار از سیستم را کسب نماید. با افزایش چگالی پلاسما به مقادیر مورد نظر، احتمال برخوردها نیز افزایش یافته و تعداد ذراتی که از دو انتها فرار می‌کنند، زیاد می‌شود، بطوریکه علیرغم دماهای زیاد ثبت شده، سیستم تنگش تا تاکنون نتوانسته است به‌جگالیها و زمان محصورسازی لازم برای همجوشی خود نگهدار برسد.

۱ ــ Tokamak

بطور کلی، هنوز گاف عظیمی بین شرایط ایجاد شده در آزمایشهای مختلف همجوشی و شرایط لازم برای ایجاد یک سیستم همجوشی خودنگهدار کنترل شده وجود دارد. آینده نشان خواهد داد که آیا این گاف می‌تواند پر شود یا برای حصول بشرایط موردنظر باید پیکربندیهای جدیدی را جستجو کرد. یک مفهوم نسبتاً جدید استفاده از انرژی بسیار متمرکز یک باریکهٔ لیزر برای تبخیر و گرم کردن قرصهای کوچک دوتریوم و ترتیتوم منجمد است.

هدف افزایش دمای دوتریوم بمقادیر لازم برای همجوشی در حالتی است که دوتریوم پس از تبخیر هنوز بصورت متراکم می‌باشد. مشکلی که در این مورد ایجاد می‌شد، بدینصورت بود که پلاسمای دوتریوم تشکیل شده در سطح قرص، انرژی لیزر را شدیداً جذب کرده و دوتریوم باقیمانده نمی‌توانست انرژی باریکه را دریافت دارد. بنابراین مقدار دوتریوم تبخیر شده محدود بود. کارهایی که اخیراً انجام گرفته است، نشان می‌دهد که می‌توان شدت باریکه لیزر را چنان تنظیم کرد که مقدار آن در طی پرتودهی افزایش یابد، بطوریکه مرکز قرص در معرض یک موج ضربیت متراکم کننده قرار گیرد. اگر این روش موفقیت‌آمیز باشد از بسیاری مسائل پیچیده در ارتباط با محصورسازی پلاسما توسط میدان مغناطیسی اجتناب خواهد شد.

اگرچه هنوز کارهای بسیاری لازم است تا ماشینهای طرح توکامک بتواند به شرایط لازم برای تولید انرژی مثبت برسند، ولی کوشش قابل توجهی برای طرح دقیق یک پیش نمونهٔ رآکتور همجوشی بر مبنای چنره‌های تنگیده انجام گرفته است. بدیهی است که این طرح مشکلات تکنولوژیکی فراوانی را عرضه می‌کند. در حالیکه دمای مرکز دشارژ باید به ۲۰۰ میلیون درجه سانتیگراد برسد، میدانهای مغناطیسی شدید که برای محصورسازی پلاسما لازم است، فقط می‌توانند توسط سیم‌پیچهای فوق رسانا بطور اقتصادی تولید شوند. برای حصول به حالت فوق رسانایی (مقاومت الکتریکی صفر) آلیاژهای فوق رسانا (نیوبیوم ــ قلع یا نیوبیوم ــ زیرکونیوم) باید در دمای نزدیک صفر مطلق (۲۷۰°C-) نگهداشته شوند. بنابراین

شکل ۱۰ ــ یک رآکتور همجوشی فرضی

منطقه‌ای با بالاترین دمای شناخته شده و منطقه‌ای با کمترین دمای ممکن باید در یک ماشین واحد وجود داشته باشند. میدان مغناطیسی تولید شده توسط دومین منطقه در منطقه اول مورد استفاده قرار می‌گیرد. فضایی که بین دو منطقه بعنوان عایق حرارتی بکار می‌رود باید بحداقل ممکن تقلیل یابد. این مطلب وجود یک خلاء کامل را بعنوان عایق حرارتی ایجاب می‌کند. نمودار یک طرح ممکن برای رآکتور همجوشی گره هسته‌ای بر مبنای طرح تنگش چنبره‌ای در شکل ۱۰ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که ناحیهٔ همجوشی با یک پوشش لیتیوم احاطه شده است که در آن واکنش‌های

$$^{6}Li + n \longrightarrow {}^{4}He + {}^{3}H$$

$$^{7}Li + n \longrightarrow {}^{4}He + {}^{3}H + n$$

صورت می‌گیرد. از آنجا که واکنش همجوشی مانند واکنش شکافت یک چشمهٔ نوترون است. این واکنش‌ها ^{3}H تولید می‌کنند که چنانکه قبلاً نشان داده شده، همراه بادوتریوم یک سیستم همجوشی مؤثر از دوتریوم خالص تولید می‌کند. بنابراین لیتیوم، بعنوان یک پوشش زاینده عمل می‌کند. وجود مقادیر کافی تریتیوم دمای لازم برای همجوشی را به ۳۰ میلیون درجه سانتیگراد تقلیل می‌دهد، ولی وجود پوشش لیتیوم مسائل مربوط به تکنولوژی فلز مایع را به مسائل موجود اضافه می‌کند. مسائل مهندسی مربوط به یک رآکتور همجوشی قدرت، هنگامی که امکان آن ثابت شود، از مسائل مربوط به یک رآکتور شکافت بسیار پیچیده‌تر خواهند بود.

عقاید مربوط به امکان‌پذیر بودن یک رآکتور همجوشی متغیر است. قیمت الکتریسیته تولید شده توسط ماشینهای همجوشی بوسیله یک عده افراد خوشبین در اواخر دهه ۱۳۳۰/ دهه ۱۹۵۰ پیش‌بینی شده بود. اخیراً با در نظر گرفتن جنبه‌های دیگر مسئله تأسیس یک رآکتور همجوشی ۳۰۰۰۰ Mw برای اواخر قرن پیش‌بینی شده است، ولی آنچه که منطقی بنظر می‌رسد این است که تنها بکار افتادن موفقیت‌آمیز یک رآکتور پیش نمونهٔ همجوشی امکان‌پذیر بودن استفاده از این انرژی را به نمایش خواهد گذاشت.

منابع

1 - Allen, N.L. et al (1958) Nature, 181222.
2 - Atkinson, R.E and Houtemans, F.G (1929) Z. Physik, vol 54, p. 656.
3 - Pease, R.S. (1971)International Conte'fence on the Peace ful uses of Atomic Energy, Geneva.
4 - Steiner, D. (1971) New Scientist, 168.
5 - Hunt, S.E. (1974) Fission, Fusion and the Energy Crisis, Pergamon Press.
6 - Murray, R.L. (1976), Nuclear Energy, Pergamon Press.
7 - Foster, A.R. and Wright, Jr. R.L (1977) Basic Nuclear Enginnering, Allyn and Bacon, Inc.

ساعتهائی که زمانهای نجومی را می‌سنجند

صمد فرخی

موارد استعمال انرژی هسته‌ای که در جهت تأمین آسایش و بهبود زندگانی انسانها باشد بسیار فراوان است. با آنکه اول بار سیاستمداران بی‌خرد و سیاهکار آنرا در راه نابودی ملّت دلاور ژاپون بکار بردند و از این رهگذر خاطرهٔ نفرت‌انگیزی از انرژی هسته‌ای در ذهن انسانها ایجاد کردند لیکن تلاش بی‌گیر دانشمندان انسان دوست این رشته نوین علمی و این منبع لایزال انرژی را بخدمت بشر فراخواند و موارد استعمال علمی و فنی فراوانی برای آن بوجود آورد بکاربستن ایزوتوپهای رادیوآکتیو، برای سنجش زمانهای نجومی امروزه یکی از کاربردهای جالب و سودمند انرژی هسته‌ای است.

مطلب را از تعاریف مقدماتی برخی از مفاهیم فیزیک هسته‌ای آغاز می‌کنیم. در فیزیک هسته‌ای اتم‌ها را بر دو نوع تقسیم می‌کنند. ۱ ــ اتم‌های پایدار ۲ ــ اتم‌های ناپایدار

۱ ــ ساختمان هسته اتم‌های پایدار ثابت است و از تعدادی پروتون و نوترون تشکیل شده است ثبات هسته باین معنی است که زمان سالها و قرنها می‌گذرد ولی هیچ دگرگونی در این نوع هسته‌ها رخ نمی‌دهد بدیگر سخن تاکنون هیچ ارتباطی میان ساختار هسته این اتم‌ها و کمیّت زمان دیده نشده است.

۲ ــ اتم‌های ناپایدار اتم‌هائی هستند که هستهٔ آنها با گذشت زمان تغییر می‌کند، این تغییر را در فیزیک هسته‌ای تلاشی یا (Desintegratein) می‌نامند گامهای نخستین در راه کشف این خاصیّت شگفت‌انگیز توسّط خانواده شهیر و دانشمند کوری‌ها برداشته شد و تقسیم‌بندی اوّلیه عناصر رادیوآکتیو نیز بدست آنان انجام گرفت. هسته یک اتم ناپایدار خودبه‌خود؟ تجزیه می‌شود و از آن تعدادی پروتون یا نوترون و یا پروتون و نوترون با هم و یا اشعه β یا اشعه γ جدا می‌شود و عنصر باقی‌مانده با عنصر اوّلیه تفاوت بسیار دارد این نوع هسته‌ها را رادیوآکتیو طبیعی می‌نامند. می‌توان با کوبیدن یک ذرهٔ بنیادی از قبیل پروتون، نوترون، الکترون یا فوتون بر روی یک هسته پایدار یک هسته ناپایدار بدست آورد چنین هسته‌هایی را رادیواکتیو مصنوعی می‌نامند. در فیزیک هسته‌ای معلوم شده است که فرایند تجزیه هسته‌های ناپایدار با زمان ارتباط دارد و هر مادّه رادیو آکتیو زمان خاص و مشخصی موسوم به نیمه عمر دارد که طی آن تعداد اتم‌های رادیوآکتیو به نصف تعداد اوّلیه تقلیل می‌یابد. البته تصوّر نشود که اگر از عمر یک مادّه رادیوآکتیو ۲ نیمه عمر بگذرد آن ماده بکّلی نابود می‌شود. معنی دقیق نیمه‌عمر آنست که بازاء هر فاصله زمانی‌که‌برابرنیمه عمر مادّه رادیوآکتیو باشد نسبت تعداد هسته‌های رادیوآکتیو موجود در انتهای فاصله زمانی بر تعداد هسته‌های رادیوآکتیو موجود در ابتدای آن فاصله زمانی برابر $\frac{1}{2}$ خواهد شد. یعنی اگر تعداد اوّلیه اتم‌های رادیوآکتیو N باشد و نیمه عمر آنرا ۱۰۰۰ سال فرض کنیم، پس از گذشت ۱۰۰۰ سال تعداد به $\frac{M}{2}$ و پس از گذشت ۲۰۰۰ سال تعداد به $\frac{M}{4}$ و پس از گذشت ۳۰۰۰ سال تعداد به $\frac{M}{8}$ خواهد رسید این ارتباط شگفت‌انگیز آهنگ دقیق تلاشی هسته‌های رادیوآکتیو است که بشر را در ساختن ساعت دقیقی برای سنجش زمانهای نجومی کامیاب کرده است.

هسته اورانیوم رادیوآکتیو پس از چندین تلاشی پی‌درپی به هسته سرب پایدار می‌انجامد و معلوم شده است که در طی یک میلیون سال از یک گرم اورانیوم طبیعی مقدار ۰/۰۰۰۱۳۷ گرم سرب بوجود می‌آید. حال اگر با دقت مقدار سرب و اورانیوم را در یک سنگ معدن اورانیم به‌سنجیم می‌توانیم عمر تشکیل سنگ معدن را با دقت زیاد تعیین کنیم. شکّی نیست که سنجش زمانهای حدود میلیارد سال در قلمرو پژوهش زمین‌شناسان واخترشناسانی است که از عناصر رادیوآکتیو با نیمه عمر طولانی استفاده می‌کنند بعنوان مثال نیمه عمر اورانیوم ۲۳۵ حدود ۷۱۰ میلیون سال و نیمه عمر اورانیوم ۲۳۸ در حدود ۴/۵ میلیارد سال است.

گروه کثیری از دانشمندان که به سنجش زمانهای نسبتاً کوتاهتر در حدود چندصدهزار و یا چند ده هزار سال علاقمند هستند از کربن رادیو آکتیو ۱۴ استفاده می‌کنند.

منشاء پیدایش کربن ۱۴

سیارهٔ ما دائماً توسط پرتوهای کیهانی که ذراتی بسیار پر انرژی هستند بمباران می‌شود پرتوهای کیهانی هسته اتم‌های جسوّ را می‌شکنند، نوترونهای حاصل از این شکست‌ها با هسته‌های ازت برخورد می‌کنند و بر طبق واکنش هسته‌ای زیر کربن ۱۴ رادیوآکتیو بوجود می‌آید.

$$N^{14}_{7} + n^{1}_{0} \longrightarrow C^{14}_{6} + P^{1}_{1}$$

نیمه عمر کربن ۱۴ در حدود ۶۰۰۰ سال است. می‌دانیم کربن یکی از عناصر بسیار

فعّال طبیعت است. و بـاین دلیل کـربن ۱۴ بمحض تولید با اکسیژن ترکیب مـی‌شود و یک مولکول CO_2 رادیوآکتیو می‌سازد. باد و حرکت بی‌نظم هوا این مولکولهای نشانـدار را جـابجا می‌کند و آنـها را بـا مـولکولهای گـازکربنیک معمولی می‌آمـیزد و سپس چـرخه طبیعـی آغاز می‌گردد و کـربن رادیـوآکتیو وارد بـدن گـیاه، حیوان و انسان می‌شود. دانشمندان دریافته‌انـد که میزان نسبی کـربن ۱۴ رادیـوآکتیو در بـدن موجودات زنده در طول مـیلیونها سال تـغییری نکرده است. این ثبات ناشی از تعادلی است که در موجودات زنده میان تولید و نابودی اتمهای کربن رادیوآکتیو مـوجود در بـدن آنـها وجـود دارد.

امّا بمحض اینکه مرگ فـرا مـی‌رسد تـعادل از بین می‌رود و اتمهای کربن رادیوآکتیو موجود، با آهنگی مـوزون و دقـیق شروع بـه کـاهش می‌کند. دانشمندان با سنجش کربن رادیوآکتیو در بقایای حیوانی و گیاهی و انسانی و مـقایسه آن با کربن رادیوآکتیو موجود در بدن حیوان یـا گیاه یـا انسان زنـده مـی‌تـوانند بـا دقّـت اعجاب‌انگیزی تاریخ مرگ آنها را معیّن کنند.

هر حیوان یا گیاهی که امروز زنـده است در یک گـرم کـربن نسوج و یـاخته‌های خـود همانقدر اتمهای کربن ۱۴ دارد کـه ۵۰۰۰ سال پیش همنوعان آنها داشتند این تعداد در حـدود ۵۰ میلیارد است اگر امروز در یک گرم کـربن حیوان یا گیاه فـسیل شده نیمی از تعداد فوق را بیابیم مرگ حیوان یا گیاه ۶۰۰۰ سال پیش رخ داده است. اینست ساعت اعجـاب انگیزی کـه هزاران سال را می‌سنجد.

بـا ایـن روش نـمونه‌های پـارچه اجساد مومیائی مصری که تاریخ دفن آنها دقیقاً مـعلوم است آزموده‌انـد و بـه نـتیجه فـوق‌العـاده رضایت‌بخش رسیده‌اند. ایـن روش تـا حـدود ۱۷ هزار سال پـاسخ دقـیق و مـطمئن مـی‌دهد. بکار بـردن ایـن شیوه بـرای زمـانهای طولانی‌تری مستلزم توفیق در طـرح و سـاخـت وسائل سنجش دقیقتر است.

دیگران برسانند. به سبب محدودیت‌های عدیـده‌ای کـه ذکـر آنـها ضرورتی ندارد انتشار و توزیع مجله به موقع صورت نمی‌گیرد.

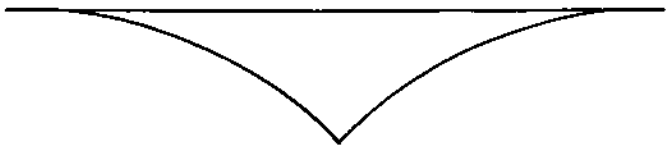
با توجه خاصی کـه مـقامات مسئول بـه انـتشار مـجلات رشد تخصصی دارند اُمید است که این نقیصه رفع و مـجله هرفصل بـه موقع به دست خـوانندگان بـرسد ادعای ایـن را نـداریم کـه از عکس‌العمل‌های تمامی خوانندگان مـجله کـاملاً آگـاهیم بـه همین جهت در انـتظار کـسب آگـاهی‌های بـیشتر از جـانب شما هستیم، در پاسخ به خواستهای شما خوانندگان مـحترم بـوده است کـه مـجله شماره ۳ صفحاتی را به چند پـرسش و مسأله، یک آزمـایش،تست، شاعر وفـیزیکدان اختصاص داده است در شماره‌های بـعد فیزیکدانان صاحب نظر درآموزش فیزیک بتدریج معرفی خـواهند شد ضمناً مسائل مندرج در هر شماره حل ودرباره آنها توضیح لازم داده می‌شود.

در نهایت با این اُمید که باوجود همه نقایص ونارسائیها آنچه انجام می‌دهیم خالی از فایده نباشد، از همه آنهائیکه تعلیم را ذکات علم می‌دانند انتظار داریـم کـه بـا همکاری خـویش در غنی ساختن مجله ما را یاری کنند در پایان واجب می‌دانیم از بـانی خیرومشوق و بنیان گذار اصلی مجله مقام مـعاونت وزیـر وریـاست مـحترم سازمان پژوهش وبرنامه‌ریـزی وازفـردفرد اعضاء هیئت تـحریریه ونویسندگان ومترجمان مقاله‌ها وبالاخره تمامی آنانیکه در مـراحل مختلف اجرائی چاپ وتوزیع در پشت پـرده نـقش مُـهمی را ایـفا می‌کنند قدردانی شود واز هستی‌بخش جهان تـوفیق خـدمت هرچـه بیشتری را برای آنان آرزو می‌نمائیم

ومن الله التوفیق وعلیه التکلان

سردبیر

محاسبهٔ انتگرالهای توانی با استفاده از جبر و حساب مقدماتی



محمدتقی توسلی

چکیده

در این مقاله ابتدا بکمک چند مثال فیزیکی مفهوم انتگرال طرح می‌شود، سپس با استفاده از جبر و حساب مقدماتی، بدون استفاده از مشتق، انتگرالهای توانی به روشی که برای دانش‌آموزان سالهای آخر دبیرستان قابل درک باشد محاسبه می‌شود.

مقدمه

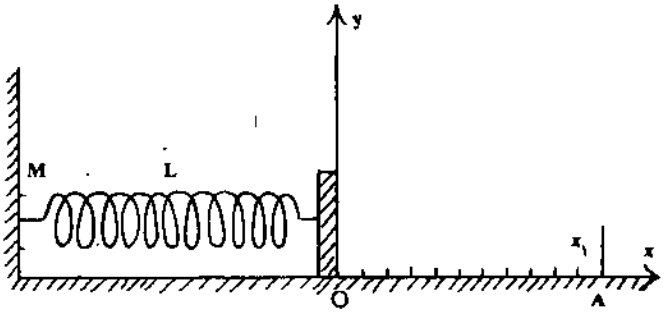
اهمیت محاسبات انتگرالی در ارائه مطالب فیزیکی بر کسی پوشیده نیست. محاسبهٔ بسیاری از کمیتهای فیزیکی، نظیر کار، انرژی، اختلاف پتانسیل، گشتاور ماند.... در سطوح مختلف به این نوع محاسبه نیاز دارد، و به‌همین سبب در برنامهٔ درسی دبیرستان نیز اینگونه محاسبات گنجانده شده است. متأسفانه، اغلب دیده می‌شود که دانش‌آموزان و حتی بسیاری از دانشجویان سالهای اوّل و دوّم، بقدر کافی با مفهوم انتگرال آشنا نیستند و در فرمولبندی انتگرالهای لازم برای حل مسائل دچار اشکال می‌شوند.

مبحث «محاسبات انتگرالی» در کتب درسی با استفاده از مساحت زیر منحنی ارائه می‌شود که تا حدود زیادی انتزاعی و ناملموس است. بعلاوه، آنچه که به‌عنوان مفهوم انتگرال در ذهن دانش‌آموز نقش می‌بندد این است که «انتگرال تابع مورد نظر تابعی است که اگر از آن مشتق بگیریم تابع مورد نظر بدست آید». در این روش ارائه چون انتگرال تابع بطور مستقیم محاسبه نمی‌شود مفهوم انتگرال پوشیده می‌ماند.

روش محاسبهٔ مستقیم

مثال ۱ مقدار کار در کشش فنر

در شکل (۱) یک سر فنر L با ضریب نیروی K در نقطهٔ M ثابت است و سر دیگر آن، هنگامی که به فنر نیرویی وارد نمی‌شود، در مبداء مختصات، O، قرار دارد.



شکل (۱)

برای کشیدن انتهای آزاد فنر تا نقطهٔ A، به فاصله x_1 از مبداء، باید کار انجام دهیم. می‌خواهیم مقدار این کار را محاسبه کنیم. چنانکه می‌دانیم، مقدار نیرویی که باید در طول OA وارد شود ثابت نیست و با فاصلهٔ انتهای آزاد فنر از مبداء O متناسب است. به‌عبارت دیگر، نیرو با فاصله رابطه زیر را دارد.

$$F = Kx \qquad (۱)$$

اکنون فاصلهٔ OA، یعنی x_1، را به N قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم و N را چنان بزرگ می‌گیریم که مقدار نیرو در ابتدا و انتهای هر قسمت تفاوت محسوسی نداشته باشد. طول هر قسمت را با نماد Δx نشان می‌دهیم؛ بنابراین

$$\Delta x = \frac{x_1}{N} \qquad (۲)$$

کار انجام شده در طول هر قسمت برابر است با حاصلضرب نیرو در آن قسمت، در طول آن قسمت. پس، برای بدست آوردن کار انجام شده در طول OA، شکل (۱)، کافی است کارهای انجام شده در تمام قسمتها را باهم جمع کنیم.

$$W = K(\Delta x)\Delta x + K(۲\Delta x)\Delta x + K(۳\Delta x)\Delta x + \ldots K(p\Delta x)\Delta x +$$

$$.... + K(N\Delta x)\Delta x$$

(۳)

که در آن عبارات $K(P\Delta x)$، نیروی لازم در قسمت Pام از مبداء است.
اگر، از عبارت $K(\Delta x)^2$ در رابطه (۳) فاکتور بگیریم، خواهیم داشت:

$$W = K(\Delta x)^2 [1 + 2 + 3 + ... P + ... N] \qquad (۴)$$

چنانکه می‌دانیم، عبارت داخل کروشه برابر $\frac{N(N+1)}{2}$ است: بنابراین

$$W = \frac{K(\Delta x)^2 N(N+1)}{2} \qquad (۵)$$

حال، اگر از ۱ در مقابل N، که بسیار بزرگ است، صرف‌نظر کنیم و بجای $N\Delta x$، مقدار x_1 را قرار دهیم، [رابطه (۲)]، کار انجام شده بصورت زیر درمی‌آید:

$$W = \frac{Kx_1^2}{2} \qquad (۶)$$

مثال ۲ مسافت در حرکت شتابدار

فرض کنید جسمی با سرعت اولیهٔ v_0 و شتاب ثابت a در مدت زمان t در امتداد محور x حرکت می‌کند. می‌خواهیم مسافتی را که جسم در این مدت طی می‌کند حساب کنیم.

ابتدا، مدت زمان t را به N فاصلهٔ زمانی تقسیم می‌کنیم و N را چنان بزرگ می‌گیریم که سرعت در طول هر فاصلهٔ زمانی $\Delta t = \frac{t}{N}$ بطور محسوس تغییر نکند. با این توضیح، سرعت جسم در فاصله‌های زمانی متوالی عبارت خواهد بود از:

$$v_1 = v_0 + a(\Delta t),\ v_2 = v_0 + a(2\Delta t),\ ...\ V_p = v_0 + a(P\Delta t)\ ...\ v_N = v_0 + a(N\Delta t)$$

حال، اگر این سرعتها را در فاصلهٔ زمانی Δt ضرب و عبارتهای حاصل را باهم جمع کنیم، مسافت طی شده، x، در مدت زمان t بدست می‌آید.

$$x = [v_0 + a(\Delta t)]\Delta t + [v_0 + a(2\Delta t)]\Delta t + ... [v_0 + a(P\Delta t)]\Delta t + ... + [v_0 + a(N\Delta t)]\Delta t$$

(۷)

با برداشتن کروشه‌ها و انجام فاکتورگیریهای لازم، رابطهٔ (۷) به صورت زیر درمی‌آید:

(۸)

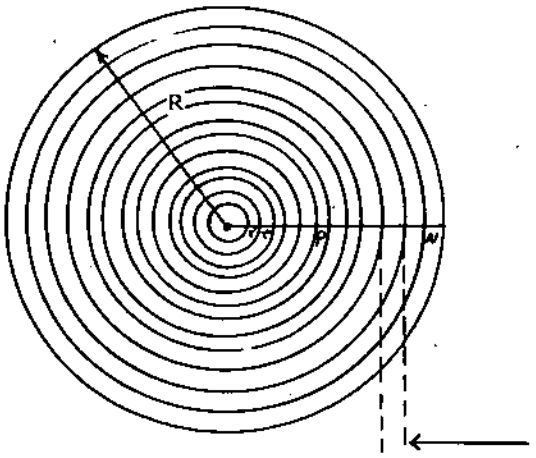
$$x = v_0 (N\Delta t) + a(\Delta t)^2 [1 + 2 + 3 + ... P + ... N]$$

با قرار دادن $\frac{N(N+1)}{2}$ بجای عبارت داخل کروشه و t بجای $N\Delta t$ و صرف‌نظر کردن از ۱ در مقابل N، رابطهٔ (۸) بشکل زیر درمی‌آید.

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \qquad (۹)$$

مثال ۳ گشتاور ماند (ممان اینرسی) دیسک

دیسکی به جرم M و شعاع R و کلفتی ناچیز درنظر می‌گیریم، شکل (۲). می‌خواهیم گشتاورماند آنرا نسبت به محوری که بر سطح دیسک عمود است و از مرکز آن می‌گذرد حساب کنیم.



شکل (۲)

برای این کار، ابتدا دیسک را به N نوار دایره‌ای (حلقه) با پهنای $\Delta R = \frac{R}{N}$ تقسیم می‌کنیم و N را مانند مثالهای قبل بسیار بزرگ می‌گیریم.

جرم هر حلقه برابر است با حاصلضرب مساحت آن حلقه در جرم واحد سطح. امّا مساحت حلقهٔ Pام از مرکز با حاصلضرب محیط این حلقه در پهنای حلقه، ΔR، برابر است؛ به زبان ریاضی

$$\Delta S = 2\pi(P\Delta R)\Delta R$$

که در آن $(P\Delta R)$ شعاع حلقهٔ Pام و ΔS مساحت آن است.

جرم واحد سطح دیسک برابر $\frac{M}{\pi R^2}$ است، بنابراین، جرم حلقهٔ Pام، ΔM، می‌شود.

$$\Delta M = \left(\frac{M}{\pi R^2}\right)[2\pi(P\Delta R)\Delta R]$$

و یا

$$\Delta M = \frac{2M}{R^2}\Delta R^2 . P$$

امّا گشتاورماند یک حلقه نسبت به مرکز آن برابر است با حاصلضرب جرم حلقه در مجذور شعاع آن. بنابراین، گشتاورماند حلقهٔ Pام، ΔI_p، برابر است با

$$\Delta I_p = \frac{2M}{R^2} P\Delta R^2 (P\Delta R)^2$$

و یا

$$\Delta I_p = \frac{2M}{R^2}(\Delta R)^2 P^3$$

(۱۰)

اکنون، برای بدست آوردن گشتاور ماند دیسک کافی است که گشتاورهای ماند تمام حلقه‌ها را باهم جمع کنیم:

$$I = \sum_{P=0}^{N} \Delta I_P = \frac{2M}{R^2}(\Delta R)^2[1^2 + 2^2 + 3^2 + \ldots + P^2 + \ldots N^2] \quad (11)$$

بنابراین، برای بدست آوردن گشتاور ماند I، لازم است حاصل جمع داخل کروشه محاسبه شود. امّا قبل از بیان روش محاسبهٔ این نوع حاصل جمعها در حالت عمومی، جواب را برای مورد بالا عرضه می‌کنیم.

حاصل جمع سری موجود در رابطهٔ (۱۱) به ازاء N = ۰، ۱، ۲، ۳۰۰۰، ... از رابطهٔ زیر بدست می‌آید.

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + \ldots P^2 + \ldots + N^2 = [\frac{N(N+1)}{2}]^2 \quad (12)$$

برای تحقیق می‌توان به N مقدار ۰، ۱، ۲، ۳ و... نسبت داد و ملاحظه کرد که دو طرف رابطهٔ (۱۲) باهم برابرند.

حال، اگر در رابطه (۱۱) بجای حاصل جمع، مقدار آن را از رابطه (۱۲) قرار دهیم و برای Nهای بسیار بزرگ، از ۱ در مقابل N صرف نظر کنیم، رابطهٔ (۱۱) به صورت زیر در می‌آید:

$$I = \frac{2M}{R^2}(\Delta R)^2(\frac{N^4}{4})$$

که با درنظر گرفتن $N\Delta R = R$ شکل نهایی زیر را پیدا می‌کند:

$$I = \frac{MR^2}{2} \quad (13)$$

در فیزیک دبیرستانی و فیزیک مقدماتی دانشگاهی مثالهای متعددی، نظیر، محاسبه انرژی ذخیره شده در خازن، زمان تخلیهٔ ظرف حاوی آب از یک شیر، گشتاور نیرو یک تیر یا میله نسبت به نقطه یا نقاط اتکاء، و.... می‌توان یافت که به طریق فوق قابل محاسبه است. ارائه این گونه مثالها به عنوان تمرین، دانش‌آموز را در درک عمیقتر مفهوم انتگرال و فرمولبندی انتگرالها در مسائل موردنظر یاری خواهد کرد.

اکنون وقت آن رسیده که مسئله را در حالت عمومی مورد بحث قرار دهیم. منظور از انتگرال تابع $F(x) = Ax^q$ از صفر تا x، انجام محاسبه‌ای با مضمون زیر است: فاصله صفر تا x را به N قسمت ($N >> 1$) تقسیم کنید، سپس فاصلهٔ هر قسمت تا مبداء [شکل (۳)] را به توان q برسانید. آنگاه نتیجه بدست آمده را در A و طول یک قسمت ضرب کنید، حاصل جمع تمام عبارتهایی را که به این ترتیب بدست می‌آید پیدا کنید. در صورتی که N بسیار بزرگ در نظر گرفته شود، حاصل جمع بدست آمده انتگرال تابع F(x) از صفر تا x است که با نماد $\int_0^x Ax^q \Delta x$ نشان داده می‌شود. بنابراین،

$$\int_0^x Ax^q \Delta x = A[(x)^q \Delta x + (x_2)^q \Delta x + \ldots (xp)^q \Delta x + \ldots + (x_N)^q \Delta x]$$

حال با توجه به اینکه $x_2 = 2\Delta x, x_1 = \Delta x$ ... $xp = P\Delta x$ ... است رابطه اخیر به شکل زیر در می‌آید.

$$\int_0^x Ax^q \Delta x = A(\Delta x)^{q+1}[1^q + 2^q + 3^q + \ldots P^q \ldots + N^q] \quad (14)$$

از تعریف انتگرال و رابطهٔ (۱۴) استنباط می‌شود که ما در مثالهای ۱ و ۲ و ۳ و انتگرال توابع زیر را بدست آورده‌ایم:

مثال (۱) $W = \int_0^x Kx\Delta x = \frac{1}{2}Kx^2$

مثال (۲) $X = \int_0^t (V + at)\Delta t = vt + \frac{1}{2}at^2$

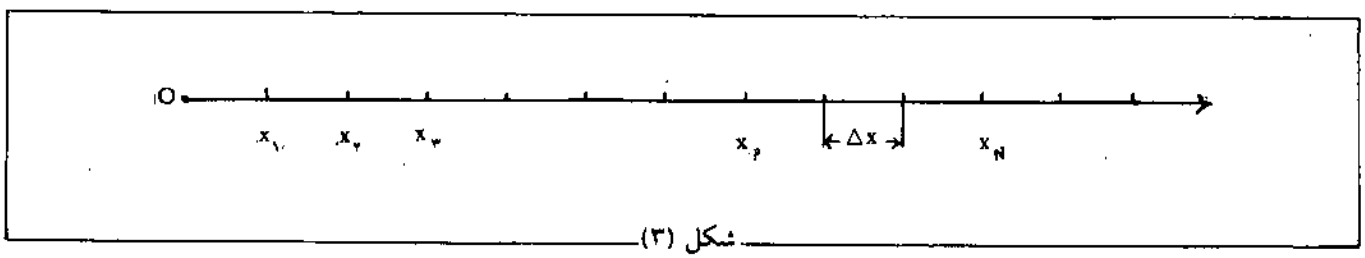
مثال (۳) $I = \int_0^r (\frac{2M}{R^2})r^2 dr = \frac{MR^2}{2}$

برای بدست آوردن انتگرال توانی در حالت عمومی لازم است حاصل عبارت داخل کروشهٔ رابطهٔ (۱۴) را محاسبه کنیم. برای محاسبهٔ آن به نکات زیر توجه می‌کنیم: چون این مجموعه شامل اعداد ۱ تا N است حاصل جمع آنرا می‌توان بصورت تابعی توانی از N، یعنی F(N)، نمایش داد. بعلاوه، این تابع نسبت به N باید از درجه (q + ۱) باشد؛ چه در غیر این صورت چون $x = (N\Delta x)$ معین است برای Δxهای بسیار کوچک و Nهای بسیار بزرگ تنها وقتی جواب انتگرال مغین است که توان Δx و توان N یکی باشد. بنابراین، F(N) را بصورت یک چند جمله‌ای از درجهٔ (q + ۱) پیشنهاد می‌کنیم.

$$F(N) = a_1 N^{q+1} + a_2 N^q + a_3 N^{q-1} + \ldots \quad a_{q+2} \quad (15)$$

که در آن $a_1, a_2 \ldots a_{q+2}$ ضرایبی ثابت هستند.

برای تعیین این ضرایب به (q + ۲) معادله نیاز است که به ترتیب زیر آنها را تشکیل می‌دهیم. چون F(N) حاصل جمع عبارت



شکل (۳)

داخل کروشه رابطهٔ (۱۴) است، می‌توان نوشت:

(۱۶)
$$a_1N^{q+1} + a_2N^q = a_3N^{q-1} + \dots a_{q+2} = 1^q + 2^q + 3^q + \dots N^q$$

دو طرف رابطهٔ (۱۶) برای هر عدد درست معینی که بجای N گذاشته شود باید مساوی شود. بنابراین، با نسبت دادن (q + 2) عدد به N، برای مثال ۰، ۱، ۲، ۳... و (q+2)، می‌توان (q+2) معادلهٔ مورد نظر را تشکیل داد. البته با توجه به اینکه دو طرف رابطهٔ (۱۶) به ازاء N = ۰ باید صفر شود، نتیجه می‌گیریم که a_{q+2} همواره صفر است. بنابراین، بجای رابطهٔ (۱۶) می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد و به N اعداد ۱ و بزرگتر را نسبت داد.

(۱۷)
$$a_1N^{q+1} + a_2N^q + a_3N^{q-1} + \dots a_{q+1}N = 1^q + 2^q + 3^q + \dots N^q$$

اکنون ضرایب a_1، a_2 ... a_{q+1} را برای q = ۰، ۱، ۲، ۳ بدست می‌آوریم. تابع F(N) با توجه به رابطهٔ (۱۷) برای q = ۰ به شکل زیر است:

$$F_0(N) = a_1N = 1^0 + 2^0 + 3^0 \dots N^0$$

که از آن $a_1 = 1$ و F(N) = N بدست می‌آید. اگر بجای عبارت داخل کروشه در رابطهٔ (۱۴) مقدار F(N) = N را قرار دهیم، برای q = ۰ داریم:

$$\int_0^x A\Delta x = A(\Delta x)[N] = Ax$$

(که در آن $N\Delta x = x$ منظور شده است).

برای q = ۱ تابع F(N) شکل زیر را دارد:

$$F(N) = a_1N^2 + a_2N = 1^1 + 2^1 + 3^1 \dots N^1$$

برای بدست آوردن a_1 و a_2 اعداد ۱ و ۲ را به N نسبت می‌دهیم و دستگاه معادلات را حل می‌کنیم.

$a_1 + a_2 = 1$ $\quad a_1 = \frac{1}{2}$

$4a_1 + 2a_2 = 3$ $\quad a_2 = \frac{1}{2}$

با توجه به مقدار ضرایب بدست آمده، تابع F(N) چنین می‌شود:

$$F(N) = \frac{1}{2}N(N+1)$$

حال اگر آن را بجای عبارت داخل کروشه رابطهٔ (۱۴) قرار دهیم و از ۱ در مقابل N صرفنظر کنیم و نیز $N\Delta x$ را برابر x بگیریم، رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\int_0^x Ax\Delta x = \frac{A}{2}x^2$$

برای q = ۲ رابطهٔ (۱۷) به شکل زیر است:

$$F(N) = a_1N^3 + a_2N^2 + a_3N = 1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots N^2$$

بنا قرار دادن ۳ و ۲ و ۱ = N در دو طرف رابطهٔ دستگاه سه معادلهٔ زیر حاصل می‌شود.

برای N = ۱ $\quad a_1 + a_2 + a_3 = 1$

برای N = ۲ $\quad 8a_1 + 4a_2 + 2a_3 = 5$

برای N = ۳ $\quad 27a_1 + 9a_2 + 3a_3 = 14$

از حل این سه معادله بدست می‌آید:

$$a_1 = \frac{1}{3} \quad ,a_2 = \frac{1}{2} \quad ,a_3 = \frac{1}{6}$$

بنابراین، F(N) برای q = ۲ می‌شود:

$$F(N) = \frac{1}{3}N^3 + \frac{1}{2}N^2 + \frac{1}{6}N \longrightarrow F(N) = \frac{N(N+1)(2N+1)}{6}$$

در رابطهٔ اخیر دیده می‌شود که اگر از ۱ در مقابل N و ۲N صرف نظر کنیم فقط جملهٔ اول تابع توانی F(N) یعنی $\frac{1}{3}N^3$ باقی می‌ماند. از اینرو در حل دستگاه معادلات تنها کافی است ضریب جمله‌ای که درجه آن بالاترین است حساب شود.

با قرار دادن $\frac{1}{3}N^3$ بجای عبارت داخل کروشه رابطهٔ (۱۴)، برای q = ۲ خواهیم داشت:

$$\int_0^x Ax^2\Delta x = \frac{A}{3}(N^3\Delta x) = \frac{A}{3}x^3$$

برای q = ۳، تابع F(N) شکل زیر را دارد

$$F(N) = a_1N^4 + a_2N^3 + a_3N^2 + a_4N = 1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + N^3$$

چهار معادله لازم عبارتند از:

برای N = ۱ $\quad a_1 + a_2 + a_3 + a_4 = 1$

برای N = ۲ $\quad 16a_1 + 8a_2 + 4a_3 + 2a_4 = 9$

برای N = ۳ $\quad 81a_1 + 27a_2 + 9a_3 + 3a_4 = 36$

برای N = ۴ $\quad 256a_1 + 64a_2 + 16a_3 + 4a_4 = 100$

از حل این دستگاه معادلات بدست می‌آوریم:

$$a_1 = \frac{1}{4} \quad ,a_2 = \frac{1}{2} \quad ,a_3 = \frac{1}{4} \quad ,a_4 = 0$$

و بالاخره F(N) برای q = ۳ به صورت زیر در می‌آید:

$$F(N) = \frac{1}{4}N^4 + \frac{1}{2}N^3 + \frac{1}{4}N^2 = \frac{N^2(N+1)^2}{4}$$

که با چشم‌پوشی از ۱ در مقابل N و قرار دادن آن در رابطهٔ (۱۴) بدست می‌آوریم:

$$\int_0^x Ax^3\Delta x = \frac{A}{4}(\Delta xN)^2 = \frac{Ax^2}{4}$$

دیامانیتیسم، پارامانیتیسم، فرومانیتیسم

حبیب مجیدی ذوالنبین

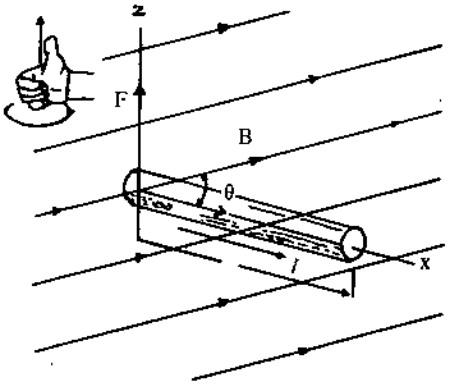
چون ضمن تشریح این پدیده‌ها به گشتاور مغناطیسی برخورد می‌کنیم قبل از پرداختن به اصل موضوع بهتر است بطور اختصار به آن اشاره شود.

گشتاور مغناطیسی

میدانیم که جریان الکتریکی عبارتست از حرکت بارهای الکتریکی در خلأ یا در داخل یک محیط هادی. شدت جریان الکتریکی برحسب تعریف. یک هادی خطی (مثل سیم) در نظر میگیریم که جریان از آن عبور می‌کند. هرگاه این هادی در میدان مغناطیسی قرار گیرد نیروی وارده از طرف میدان مغناطیسی برجسم هادی جریان الکتریکی برابر است با:

$$F = I L B \sin\theta \qquad (1)$$

که در آن I شدت جریان الکتریکی، L طول سیم هادی، B شدت میدان مغناطیسی و θ زاویه بین امتداد میدان B و شدت I می‌باشد شکل (۱).



شکل ۱ ــ رابطهٔ برداری بین اثر میدان مغناطیسی روی یک هادی جریان، میدان مغناطیسی و جریان ــ نیروی مؤثر عمود است بر صفحهٔ گذرنده از $\vec{u}_T$ و $\vec{B}$. $\vec{u}_T$ برداریکه روی محور Xها می‌باشد.

برای محاسبهٔ گشتاور ناشی از نیروئی که میدان مغناطیسی روی یک مدار الکتریکی وارد می‌کند می‌توانیم از معادلهٔ (۱) استفاده کنیم. هرگاه جریانی به شدت I از مداری به سطح S واقع در میدان مغناطیسی B بگذرد گشتاور $T=ISBSin\theta$ بر مدار وارد می‌شود شکل (۲). در این جا θ زاویه بین امتداد میدان B و عمود بر سطح مدار می‌باشد.

اگر بردار $\vec{M}=I.\vec{S}$ را عمود بر سطح مدار در نظر بگیریم که در آن $\vec{S}=S.\vec{u}_n$

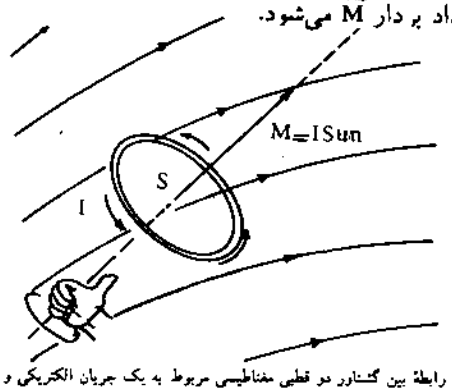
بردار سطح حلقه و $\vec{u}_n$ برداریکه در امتداد عمود بر سطح مدار (حلقه) می‌باشد میتوان نوشت:

$$T = MBSin\theta$$

و یا:

$$\vec{T}=\vec{M}\times\vec{B}$$

کمیت $\vec{M}$ «گشتاور دو قطبی مغناطیسی» جریان نامیده می‌شود با توجه به خاصیت حاصلضرب‌برداری متوجه می‌شویم که $\vec{T}$ عمود بر سطح حاصل از $\vec{B}$ و $\vec{M}$ می‌باشد. این گشتاور باعث چرخش محار جریان حول امتداد بردار $\vec{M}$ می‌شود.



شکل ۲ ــ رابطهٔ بین گشتاور دو قطبی مغناطیسی مربوط به یک جریان الکتریکی و جهت جریان

دیامانیتیسم

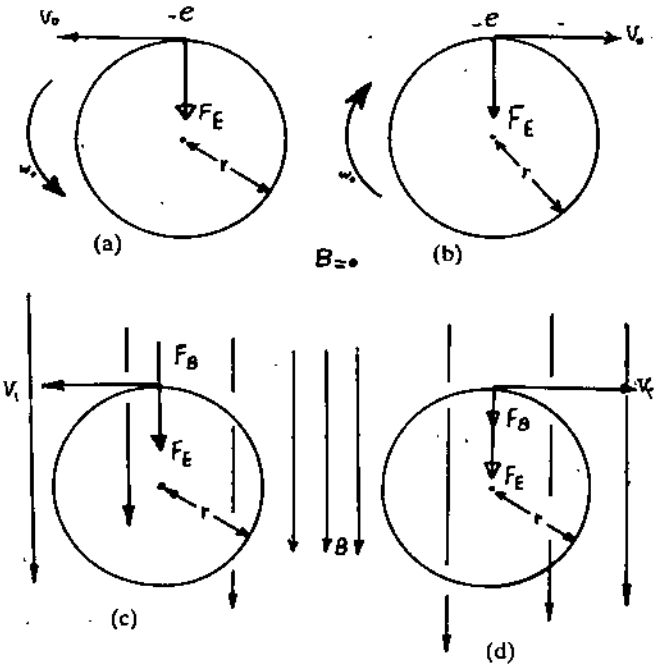
در سال ۱۸۴۶ میشل فاراده دریافت که اگر نمونه‌ای از بیسموت به قطب یک آهنربای قوی نزدیک شود دفع می‌گردد. او این‌گونه مواد را «دیامانیتیک» نامید. پدیدهٔ دیامانیتیسم، که در کلیهٔ مواد تظاهر می‌کند، آنقدر ضعیف است که حضور آن در موادی که اتمهای آنها دارای یک گشتاور دو قطبی مغناطیسی خالص هستند، یعنی در مواد پارامانیتیک، احساس نمی‌شود.

شکل ۳ (a) و (b) الکترونی را نشان می‌دهند که در یک اتم دیامانیتیک با بسامد زاویه‌ای ω در مدار دایره‌ای (فرض می‌کنیم مدار دایره‌ای باشد) بشعاع r می‌چرخد. هر الکترون در اثر یک نیروی جذب بمرکز که منشأ الکترو استاتیکی دارد حرکت می‌کند و طبق قانون دوم نیوتن داریم:

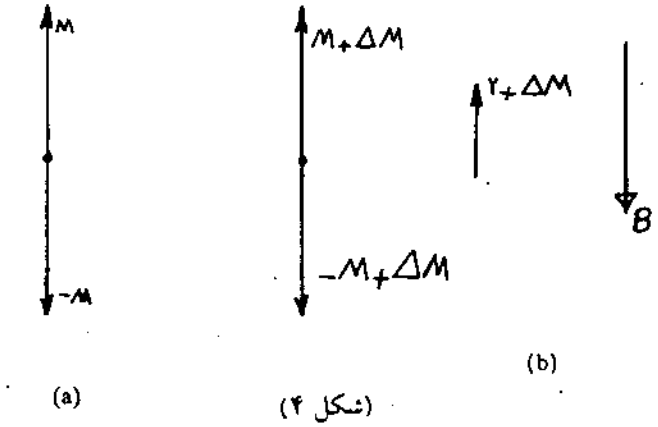
$$F_E=ma=m\omega^2 r \qquad (1)$$

هر کدام از الکترونهای چرخنده دارای یک گشتاور مغناطیسی مداری

می‌باشد ولی برای کل اتم، مدارها بطور تصادفی (اتفاقی) قرار می‌گیرند بطوریکه اثر آهنربائی خالصی وجود ندارد.



مثلاً در شکل ۳ (a)، گشتاور دو قطبی مغناطیسی M در جهت عمود به داخل صفحهٔ کاغذ می‌باشد و در شکل ۳ (b) بطرف خارج صفحهٔ مذکور است، زیرا چون بار الکترون منفی است شدت جریان الکتریکی درخلاف‌جهت حرکت الکترون می‌باشد و طبق قانون دست راست اگر چهار انگشت دست راست در جهت جریان الکتریکی قرار داده شوند انگشت شصت جهت گشتاور دو قطبی مغناطیسی را مشخص می‌کند و در نتیجه دو گشتاور مغناطیسی همدیگر را خنثی می‌کنند (شکل ۴)



(شکل ۴)

اگر الکترون در میدان خارجی B طبق شکل ۳ (c) و (d) حرکت کند یک نیروی اضافی برابر $e(\vec{V}\times\vec{B})$ بر آن اثر می‌کند. این نیروی مغناطیسی همیشه در جهت عمود بر جهت حرکت اثر می‌کند و مقدار آن چنین است:

$$\vec{F_B}=e\vec{V}\times\vec{B}$$

$$F_B = evB = e(\omega r)B \qquad (۲)$$

با استفاده از قانون دست راست معلوم میشود که نیروهای F_B و F_E در شکل ۳ (C) در خلاف جهت همدیگر و در شکل ۳ (d) در یک جهت قرار دارند. چون بعد از اثر دادن میدان مغناطیسی، نیروی گریز از مرکز تغییر می‌کند (می‌توان نشان داد که شعاع مدار ثابت می‌ماند) سرعت زاویه‌ای نیز باید تغییر کند و لذا ω در معادلهٔ (۲) با ω در معادلهٔ (۱) فرق می‌کند.

با استفاده از قانون دوم نیوتن در شکل‌های ۳ (c) و (d)، بر آیند نیروهای مؤثر بر الکترون بدست می‌آید:

$$F_E \pm F_B = ma = m\omega^2 r$$

معادلات (۱) و (۲) را در این معادله قرار میدهیم داریم:

$$m\omega_0^2 r \pm e\omega r B = m\omega^2 r$$

یا:

$$\omega^2 + \left(\frac{\pm eB}{m}\right)\omega - \omega_0^2 = 0 \qquad (۳)$$

این معادلهٔ درجه دوم را می‌توان برحسب سرعت زاویه‌ای جدید ω حل کرد. ولی بجای اینکار، از این واقعیت استفاده می‌کنیم که ω حتی برای قویترین میدانهای مغناطیسی فقط بمقدار جزئی با ω فرق دارد: یعنی:

$$\Delta\omega << \omega_0 \quad \text{یا} \quad \omega = \omega_0 + \Delta\omega$$

این مقدار را در معادلهٔ (۳) قرار میدهیم:

$$[\omega_0^2 + 2\omega_0\Delta\omega + (\Delta\omega)^2] + [B\omega_0 + B\Delta\omega] - \omega_0^2 = 0$$

که در آن $B = \frac{eB}{m}$ قرار داده شده است، چون $(\Delta\omega)^2$ و $B\Delta\omega$ در مقایسه با جملات دیگر کوچک هستند می‌توان از آنها صرفنظر کرد و در نتیجه رابطهٔ ساده زیر بدست می‌آید.

$$\Delta\omega = \pm\frac{1}{2}B = \pm\frac{eB}{2m} \qquad (۵)$$

و یا از معادلهٔ (۴):

$$\omega = \omega_0 \pm \frac{eB}{2m}$$

بنابراین میدان مغناطیسی باعث افزایش یا کاهش (بسته به جهت چرخش) سرعت زاویه‌ای می‌شود و این هم بنوبهٔ خود باعث افزایش یا کاهش گشتاور مغناطیسی مداری الکترون چرخنده می‌گردد. در شکل ۳ (c)، چون نیروی جذب بسمرکز کم شده است. سرعت زاویه‌ای کاهش پیدا می‌کند بطوریکه مقدار گشتاور مغناطیسی نیز کم می‌شود ولی در شکل ۳ ــ (d)، سرعت زاویه‌ای افزایش یافته و در

نتیجه مقدار M نیز زیاد شده است. این نتایج در قسمت (b) شکل ۴ نشان داده شده‌اند و بطوریکه ملاحظه می‌شود دو گشتاور مغناطیسی دیگر همدیگر را خنثی نمی‌کنند.

می‌بینیم که اگر یک میدان مغناطیسی B بر یک مادهٔ دیامانیتیک (که در غیاب میدان، گشتاور مغناطیسی خالص آن صفر است) اثر کند، یک گشتاور مغناطیسی القائی در آن بوجود خواهد آمد که جهت آن (بطرف خارج صفحه) در خلاف جهت B می‌باشد. این پدیده دقیقاً برعکس پارامانیتیسم است که در آن، دو قطبی‌های مغناطیسی (دائمی) میل دارند با میدان اعمال شده همسو قرار گیرند.

حال می‌توانیم بفهمیم که چرا وقتی یک جسم دیامانیتیک به قطب یک آهنربای قوی نزدیک می‌شود دفع میگردد:

از آنچه گذشت معلوم می‌شود که مواد دیامانیتیک باعث تضعیف میدان مغناطیسی می‌شوند یعنی جهت جریانهای دایره‌ای الکترونها که در اثر یک میدان خارجی در جسم دیامانیتیک ایجاد می‌شوند طوری است که میدان مغناطیسی آنها در خلاف جهت میدان مغناطیسی خارجی می‌باشد بهمین جهت، اثر یک میدان مغناطیسی خارجی روی اجسام دیامانیتیک نیز درخلاف جهت اثر آن روی اجسام فرو و پارامانیتیک می‌باشد چون اجسام پاراوفرومانیتیک (آهن و خانواده آن) بوسیلهٔ آهنربا جذب می‌شوند، اجسام دیامانیتیک بوسیله آن دفع می‌گردند.

این واقعیت را می‌توان بطریق دیگر بیان کرد: وقتیکه یک جسم از خانوادهٔ آهن به یک آهنربا نزدیک شود، جسم طوری آهنربا می‌شود که یک قطب غیرهمنام با قطب آهنربا در آنطرف جسم که مواجه با آهنربا می‌باشد بوجود می‌آید و در نتیجه بوسیله آهنربا جذب می‌شود این اتفاق در مورد اجسام پارامانیتیک نیز رخ می‌دهد. برعکس اگر جسم دیامانیتیک باشد، در طرف نزدیک به قطب آهنربا یک قطب همنام با قطب آهنربا ایجاد می‌شود و لذا توسط آهنربا دفع میگردد.

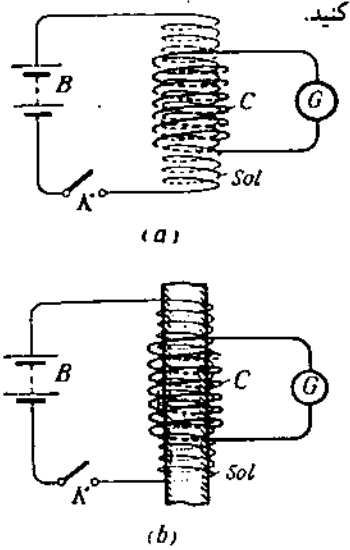
پارامانیتیسم

خواص مغناطیسی هر اتم ابتدا بوسیلهٔ هسته و اثرات الکترونهائی که بدور هسته در حرکت هستند می‌باشد.

همانطوریکه در بالا اشاره شد، حرکت مداری الکترون بدور هسته باعث میشود که اتم مانند یک حلقه جریان عمل کند، ولی در بسیاری از اتمها الکترونهای مختلف که بدور هسته می‌چرخند، طوری عمل می‌کنند که میدان مغناطیسی مداری یکدیگر را از بین ببرند. بعلاوه، گرچه هر الکترون بعلت حرکت چرخشی‌اش مانند یک حلقه جریان کوچک عمل می‌کند، الکترونها در داخل بسیاری از اتمها طوری قرار گرفته‌اند که بتوانند گشتاور مغناطیسی ناشی از اسپین (حرکت چرخشی) یکدیگر را نیز خنثی کنند. در نتیجه بعضی از اتمها (کربن، مس، سرب مثلاً) فاقد گشتاور مغناطیسی دائمی هستند. این اتمها فقط پدیدهٔ دیامانیتیکی را از خود بروز میدهند. در اتمهای دیگر، همه الکترونها بجز مقدار خیلی کمی از آنها گشتاور مغناطیسی‌شان خنثی می‌شود. الکترونهائی که گشتاور مغناطیسی آنها خنثی نشده است به اتم یک گشتاور مغناطیسی دائمی میدهند این چنین اتمها خاصیت «پارامانیتیسم» را از خود بروز میدهند.

وقتیکه یک حلقه جریان یا یک اتم با گشتاور مغناطیسی، در یک میدان مغناطیسی قرار گیرد، میدان سعی می‌کند گشتاور مغناطیسی را با خودش موازی کند. در نتیجه وقتیکه یک میدان مغناطیسی به ماده‌ای اثر داده شود که دارای اتمهای با گشتاور مغناطیسی دائمی هستند، مغناطیس‌های اتمی سعی می‌کنند با میدان هم سو شوند. گرچه حرکت گرمائی اتمها مانع کامل شدن این هم‌سوئی میشود، بطور متوسط همسو شدن هر اتم بیش از غیر همسو ماندن آن می‌باشد. حلقه جریان هم‌سو شده (یا اتم همسو شده) میل دارد میدان مغناطیسی را که باعث هم‌سوئی میشود افزایش دهد. بنابراین مواد پارامانیتیکی، میدان مغناطیسی را که در داخل آن قرار گرفته‌اند زیاد میکنند. و این دقیقاً عکس پدیدهٔ دیامانیتیسم است برای روشن شدن بیشتر مطلب می‌توان مطالب بالا را بطریق دیگر نیز بیان کرد.

به شکل ۵ توجه کنید.



شکل ۵ ــ خود القای C روی سیم پیچ Sol قرار دارد. وقتیکه کلید K بازوبسته شود یک جریان الکتریکی در C القاء می‌شود. جریان القائی در (d) که یک مغزه آهنی حضور دارد بیشتر و در (a) که حضور ندارد کمتر است.
باتری = B و گالوانومتر = G

در شکل (a) خود القای C روی سیم پیچ Sol که شدت جریان معینی از آن می‌گذرد قرار دارد.

در نتیجه یک فلوی مغناطیسی Φ از C می‌گذرد. اگر جریان برق قطع شود مقدار فلوی مغناطیسی به صفر می‌رسد و تغییر فلو $\Delta\Phi=\Phi$ است.

این تغییر فلو در زمان Δt اتفاق می‌افتد و بنابراین یک نیروی الکترو موتوری القائی در خود القای C ایجاد می‌شود که برابر است با:

$$U = K\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = K\frac{\Phi}{\Delta t}$$

حال با ثابت نگهداشتن شدت جریان، یک مغزهٔ آهنی در داخل سیم‌پیچ Sol و خود القای C قرار می‌دهیم. ملاحظه می‌شود که جریان القائی در خود القا و در نتیجه نیروی الکترو موتوری القائی بیشتر از حالت (a) می‌باشد.

پس وارد کردن یک مغزهٔ آهنی باعث افزایش زیاد (بعضی وقتها هزاران بار) فلوی مغناطیسی اولیه می‌شود و افزایش بیشینه وقتی حاصل می‌شود که تمامی سیم‌پیچ با مغزهٔ آهنی پر شود.

نسبت بین فلوها در سیم پیچ بدون مغزه و با مغزه «بستگی به نوع ماده مغزه دارد» البته بشرطی که شدت جریان در هر دو حالت یکسان باشد. اگر این نسبت را با μ_r نشان دهیم داریم:

$$\Phi = \mu_r \Phi_0$$

که در آن Φ و Φ_0 فلوهای مغناطیسی در خود القا بترتیب با مغزه و بدون مغزه می‌باشند. کمیت μ_r که خواص مغناطیسی آهن بکار رفته را مشخص می‌کند تراوائی نسبی (relative Permeability) نامیده می‌شود.

اگر بجای آهن، ماده دیگری (از خانواده آهن نظیر نیکل، کبالت و...) بعنوان مغزه بکار رود ملاحظه می‌شود که باز هم فلوی مغناطیسی تغییر می‌کند. یعنی تراوائی این مواد زیاد است. مثلاً مقدار μ_r در نیکل ۵۰ و درکبالت ۱۰۰ و در آهن ۱۰۰۰ است همه این مواد که μ_r آنها زیاد است در گروه «مواد فرو مغناطیسی» قرار دارند.

با وجود این، تماس مواد «غیر مغناطیسی» دیگر نیزکم و بیش برروی مقدار فلوی مغناطیسی اثر می‌گذارد گرچه این اثر در مقایسه با مواد فرو مغناطیسی خیلی کم است.

ولی باید بخاطر داشت که در آزمایش بالا، فلوی گذرنده از سیم پیچ حاوی مغزه آهنی را با فلوی گذرنده از سیم‌پیچ حاوی هوا مقایسه کردیم تا زمانیکه موادی نظیر آهن و نیکل و کبالت که از نظر آهنربائی قوی هستند، بکار روند این مقایسه مشکلی پیش نمی‌آورد زیرا حضور هوا روی مقدار فلوی مغناطیسی اثرخیلی‌کمی می‌گذارد. ولی وقتیکه خواص مغناطیسی اجسام دیگر بخصوص خود هوا مورد بررسی باشد، مقایسه باید با خود القای درخلاء انجام گیرد. بنابراین: **تراوائی نسبی عبارتست از نسبت بین فلوهای مغناطیسی در ماده مورد بررسی و در خلأ. برابر واحد گرفته می‌شود (اگر $\Phi = \Phi_0$ باشد، $\mu_r = 1$).**

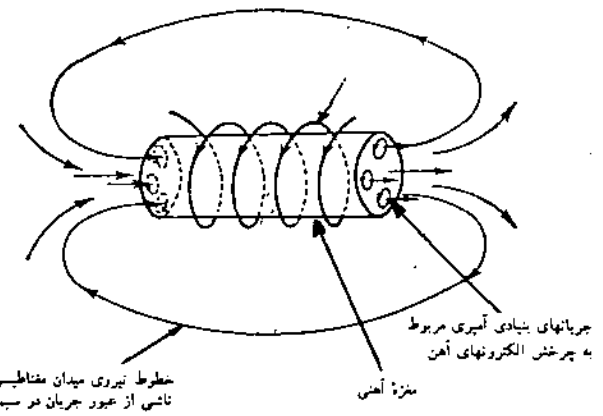
اندازه‌گیریها نشان می‌دهند که تراوائی نسبی کلیه مواد با واحد اختلاف دارد اگرچه این اختلاف در اکثر حالات خیلی کوچک است بخصوص این واقعیت قابل توجه است که مقدار μ_r در بعضی مواد بزرگتر از یک و در بعضی مواد دیگر کوچکتر از یک می‌باشد. یعنی بعضی اجسام وقتی در یک سیم‌پیچ وارد می‌شوند باعث افزایش فلوی مغناطیسی و اجسام دیگر باعث کاهش آن می‌شوند. مواد دسته اول را پارامانیتیک ($\mu_r > 1$) و مواد دسته دوم را دیامانیتیک ($\mu_r < 1$) می‌گویند. جدول شماره ۱ نشان می‌دهد که مقدار μ_r در موارد پارامانیتیک و دیامانیتیک چقدر کم با واحد اختلاف دارد.

μ_r	مواد دیامانیتیک	μ_r	مواد پارامانیتیک
۰/۹۹۹۹۳۷	هیدروژن (گازی)	۱/۰۰۰۰۱۳	ازت (گازی)
۰/۹۹۹۹۹۱	آب	۱/۰۰۰۰۳۸	هوا (گازی)
۰/۹۹۹۹۸۷	شیشه	۱/۰۰۰۰۱۷	اکسیژن (گازی)
۰/۹۹۹۹۹۱	روی	۱/۰۰۳۴	اکسیژن (مایع)
۰/۹۹۹۹۸۱	نقره	۱/۰۰۰۰۱۴	اورنیت
۰/۹۹۹۹۶۳	طلا	۱/۰۰۰۰۲۳	آلومینیم
۰/۹۹۹۹۱۲	مس	۱/۰۰۰۱۷۵	تنگستن
۰/۹۹۹۸۲۴	بیسموت	۱/۰۰۰۲۵۳	پلاتینیم

جدول شماره ۱

اثر مواد پارامانیتیک و دیامانیتیک روی شدت فلوی مغناطیسی را می‌توان بهمان روشی که در مورد مواد فرومانیتیک شرح داده می‌شود تشریح کرد و آن دراثر این واقعیت است که فلوی مغناطیسی ایجاد شده بوسیلهٔ یک جریان برق در سیم‌پیچ القائی با فلوی ایجاد شده توسط جریانهای بنیادی آمپری (مربوط به چرخش الکترونها) جمع می‌شود. اجسام پارامانیتیک فلوی مغناطیسی سیم‌پیچ خود القاء

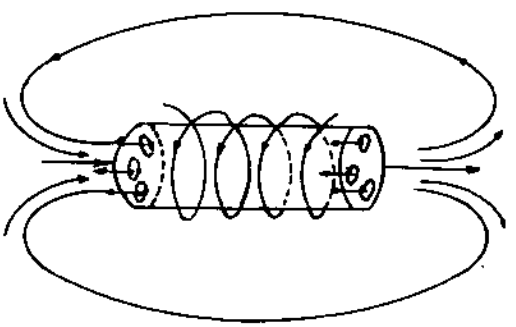
را افزایش می‌دهند. این افزایش در فلو نشان می‌دهد که جریانهای بنیادی در مواد پارامانیتیک پس از اعمال میدان مغناطیسی خارجی طوری قرار می‌گیرند که جهت آنها برجهت جریان سیم‌پیچ منطبق می‌شود یعنی میدان مغناطیسی سیم‌پیچ باعث می‌شود که جریانهای آمپری بنیادی مغزهٔ پارامانیتیکی، موازی جریانهای سیم‌پیچ خارجی گردند (شکل ۶)



شکل ۶ ــ در اثر میدان مغناطیسی ناشی از سیم‌پیچ جریانهای بنیادی آمپری در یک مغزهٔ آهنی طوری می‌چرخند که امتداد آنها با امتداد جریان سیم‌پیچ همسو گردد.

اختلاف خیلی کم μ_r با واحد نشان می‌دهد که افزایش فلوی مغناطیسی دراثر مواد پارامانیتیک خیلی کم است یعنی مواد پارامانیتیک خیلی کم آهنربا می‌شوند.

کاهش فلوی مغناطیسی دراثر داخل شدن یک ماده دیامانیتیک در یک سیم‌پیچ القائی بدین معنی است که فلوی مغناطیسی ایجاد شده بوسیلهٔ جریانهای بنیادی در خلاف جهت فلوی مغناطیسی سیم‌پیچ می‌باشد یعنی: **در مواد دیامانیتیک جریانهای بنیادی ناشی از اثر یک میدان مغناطیسی خارجی، در خلاف جهت جریانهای سیم‌پیچ می‌باشد (شکل ۷). در اینجا هم اختلاف کم μ_r با واحد نشان می‌دهد که فلوی مربوط به جریانهای بنیادی بزرگ نیست.**



شکل ۷ ــ مواد دیامانیتیک در یک سیم‌پیچ باعث تضعیف میدان مغناطیسی می‌شوند جهت جریانهای بنیادی با جهت جریان در سیم‌پیچ مخالف است.

فرومانیتیم و مواد فرومانیتیک

یکی از خصوصیات مهم مواد فرومانیتیک قابلیت مغناطیسی شدن شدید آنهاست. بنابراین تراوائی نسبی این قبیل اجسام خیلی زیاد است. مثلاً مقدار μ_r برای آهن هزاران بار بیشتر از مقدار آن برای اجسام پارامانیتیک و دیامانیتیک است. تراوائی مواد فرومانیتیک بمقدار زیادی بستگی به شدت میدان مغناطیسی که اندازه‌گیری در آن انجام می‌گیرد دارد. مثلاً تراوائی نسبی μ_r آهن در میدانهای ضعیف، حدود پنج ــ شش هزار است و در حضور میدانهای قوی به چند صد و یا کمتر تنزل می‌کند.

وقتیکه جسمی در داخل یک میدان مغناطیسی قرار گیرد، مثلاً در داخل یک سیم‌پیچ حاوی جریان الکتریکی قرار گیرد آهنربایش پیدا کرده و باعث تغییر فلوی مغناطیسی می‌شود. بنابراین شدت آهنربا شدن یک ماده را می‌توان بوسیله اختلاف بین فلوی مغناطیسی ایجاد شده بوسیله یک سیم‌پیچ بمقطع $1cm^2$ که از یک ماده معلوم پرشده است و فلوی ایجاد شده با همان شدت جریان و همان سیم‌پیچ که بدون ماده (در هوا یا در خلأ) است ارزیابی کرد. اگر فلوی مربوط به سیم‌پیچ خالی Φ_0 و فلوی مربوط به سیم‌پیچ پر Φ باشد در اینصورت کمیت

$$I = \Phi - \Phi_0 = (\mu_r - 1)\,\Phi_0$$

فلوی اضافی ایجاد شده بوسیلهٔ ماده مغناطیس شده است. این کمیت شدت آهنربا شدن یک مادهٔ مشخص نامیده می‌شود. تغییرات I برحسب تغییرات شدت میدان مغناطیسی منحنی‌های هیسترزیس را که حالتهای مختلف مواد فرومانیتیک رانشان میدهند بوجود می‌آورد که در اینجا از ذکر جزئیات آنها خودداری می‌شود. اختلاف مواد فرومانیتیک با مواد پارامانیتیک نه تنها در زیاد بودن تراوائی نسبی و بستگی آن به شدت میدان می‌باشد بلکه بواسطهٔ رابطهٔ مخصوص بین شدت آهنربا شدن و شدت میدان آهنربا کننده نیز باهم فرق دارند.

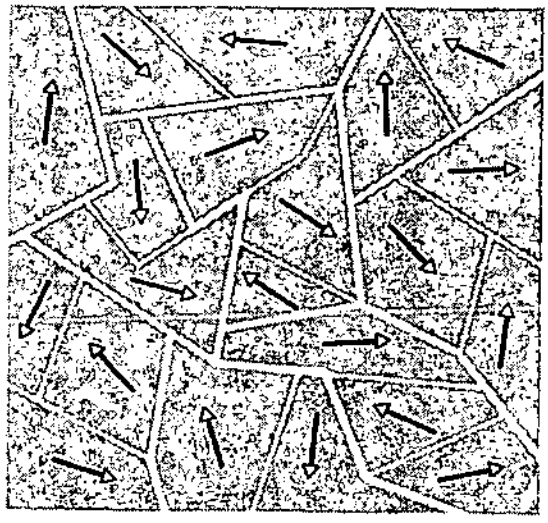
عناصر آهن، نیکل، کبالت و خانواده آنها، در میدان مغناطیسی با شدت خاصی عکس‌العمل نشان می‌دهند. اغلب مواد، میدان مغناطیسی را بادرصد کمی تغییر می‌دهند ولی مواد فرومانیتیکی با ضریب چند صد میدان B را تغییر می‌دهند.

آهن، نیکل و کبالت جزو عناصر انتقال (transition-element) هستند. اتمهای ویژه‌ای وجود دارند که ساخت الکترونی آنها کاملاً منطبق بر قاعده نیست.

مثلاً قبل از اینکه لایه داخلی پرشود، لایه خارجی دارای الکترون می‌باشد بهمین جهت گشتاورهای مغناطیسی مربوط به اسپین (چرخش) الکترون در این عناصر همدیگر را خنثی نمی‌کنند. در نتیجه این اتمها معمولا دارای گشتاورهای مغناطیسی بزرگی هستند.

نیروهای بین این اتمهای پیچیده ساده نیستند، ولی بقدر کافی

قدرت آنرا دارند که اتمها را در نواحی کوچک وادار کنند کـه گشتاور مغناطیسی همه آنها در یک امتداد قرار گیرند. البته اگر درجه حـرارت باندازهٔ کافی بالا رود انرژی گرمائی قابل حصول، بـاعث سست شدن اتصال ــ اتمها نسبت به یکدیگر و در نـتیجه از بـین رفـتن همسوئـی می‌شود دمائی که در آن این پـدیده رخ می‌دهد دمـای کـوری (Curie Temperature) نامیده می‌شود: مقدار آن بـرای آهن خـالص ۷۷۰°C و برای نیکل خالص ۳۵۸°C است. بالای این درجه حرارت، این عناصر مثل هر عنصر پارامانیتیک دیگر هستند.



شکل ۸ ــ حوزه‌های مغناطیسی جداگانه در یک ماده فرو مغناطیسی آهنربا نشده طوری قرار گرفته‌اند که حداقل اثر خارجی را بوجود می‌آورند ولی هر حوزه از دو قطبی‌های اتمی کـاملاً همـسو شده تشکیل شده است (فلش‌ها نمایانگر این مطلب هستند).

در دمای زیر دمای کـوری مشخصه مـواد فـرومانیتیک حضور نواحی کوچکی بنام حوزه یا بخش (Domain) هستند که در آن نـواحی گشتاورهای مغناطیسی همه اتمها هم‌سو می‌باشند (شکل ۸).

ماده مربوط به شکل (۵) می‌تواند یک میله آهنی غیر مغناطیسی باشد این ماده دارای میدان مغناطیسی نیست زیرا حوزه‌ها بطور کـاملاً اتفاقی قرار گرفته‌اند.

اندازه‌های حوزه‌ها متغیر است ابعاد خطی آنها در حدود کسری از میلیمتر و حجم آنها از $10^{-8}\,m^3$ تا $10^{-12}\,m^3$ می‌باشند و از 10^{21} تا 10^{17} اتم را در بر دارند.

حال اگر یک میدان مغناطیسی خارجی برآهن اثر کـند (فـرض کنید مثلاً، آهن در داخل یک سیم‌پیچ قـرار دارد و جـریان الکتریکی از سیم‌پیچ عبور می‌کند)، حوزه‌هائیکه بـا امـتداد مـیدان هم‌سو هستند، بخرج حوزه‌هائیکه خوب هم‌سو نشده‌انـد، رشد مـی‌کـنند. در نـتیجه، گشتاورهای مغناطیسی اتمی بیشتری در امتداد میدان قرار می‌گـیرند و باعث افزایش میدان می‌شوند «حوزه‌ها» در اثـر حـرکت مـرزها یـا دیواره‌های آنها رشد می‌کنند. نوعاً یک دیوار حـوزه، وقـتیکه بـه یک ناخالصی یا به حوزه‌ای برخورد کند کـه تـقریباً بـطرز مـناسبی هم سو شده است حرکتش متوقف می‌شود. چون حوزه‌ها بـیشتر از ایـن رشد نمی‌کنند، مگر اینکه اثر دادن یک میدان مغناطیسی بزرگتر باعث سست شدت اتصال آن شود. اتمهای موجود در نمونه برای مقادیر کم مـیدان، فقط بطور جزئی با میدان هم‌سو می‌شوند. با وجـود ایـن اگـر مـیدان خارجی افزایش یابد، همسوئی نمونه افـزایش مـی‌یـابد. بـالاخره در میدانهای خیلی بالا، اساساً تمامی اتمها با میدان هم‌سو می‌شوند.

منابع مورد استفاده

در تهیهٔ این مقاله منابع زیر مورد استفاده قرار گرفته‌اند:

1. Textbook of Elementary Physics Edited by Academician G.S.Landsberg Vol. 2. Electricity and Hagnetism Hir Publishers Moscow 1972
2. Introduction to Physics for Scientists and Engineers by F.J.Bueche Mc. Graw – Hill Kogakusha Ltd. 1975
3. Physics by D. Halliday, R. RESNICK Part II Wiley Eestern Reprint 1973
4. Fundamental university Physics by Alonso – Finn Ninth printing 1978
5. Electricité par S, KALACHNIKOV Moccou 1983

وزن چیست و چگونه تغییر می‌کند؟

از کتاب ORDINARY LEVEL PHYSICS
تالیف A . F . ABBOTT
ترجمه اصغر لطفی

پاسخ به پرسش مجلهٔ شماره ۲

مقدمه: مطالبی که در پی می‌آید مهم است و آسان. قابل توجه آنکه این مطالب در ابتدای کتابی آورده شده است که بخش‌های بعدی آن یکی از مأخذ مهم کتاب فیزیک سال اوّل علوم تجربی و ریاضی است. با خواندن این قسمت از این کتاب پاسخ پرسش را یافتم، مصلحت آن دیدم که عیناً به ترجمه مطالب بپردازم و حاصل کار را بدون دخل و تصرفی در اختیار خوانندگان قرار دهم تا شاید مورد قبول قرار گیرد و مفید واقع شود.

نیرو چیست؟

عموماً کلمه «نیرو» به کشیدن یا هُل دادن گفته می‌شود.

آن چنانکه دربارهٔ یک شیئی مادی مانند سیب شرح می‌دهیم نمی‌توانیم دربارهٔ نیرو شرح بدهیم ما فقط می‌توانیم بگوئیم که نیرو چه می‌تواند بکند.

هنگامیکه شیئی تحت تأثیر نیرو قرار می‌گیرد، شیبی شروع به حرکت خواهد کرد. اگر شیئی در حال حرکت باشد نیرو می‌تواند سرعت آن را تغییر دهد و یا آنکه جهت حرکت آنرا تغییر دهد و یا اینکه آنرا به حالت سکون درآورد.

بنابراین ما نیرو را به صورت زیر تعریف می‌کنیم.

نیرو عاملی است که وضع جسم را از حالت سکون یا حرکت یکنواخت بر روی خط راست تغییر می‌دهد.

در بخش‌های بعدی دربارهٔ رابطه نیرو و حرکت تا حد کفایت بحث خواهد شد.[1]

نیروی گرانشی[2]

نیرویی که همواره در زندگی روزمره از وجود آن آگاه هستیم نیرویی است که ما را به طرف زمین می‌کشد این نیرو نیروی گرانشی (ثقلی) نام دارد.

آقای ایزاک نیوتن[3] به این نتیجه رسید که نیروی گرانشی بین تمام اجسام وجود دارد. به این ترتیب دو سنگ فقط به طرف زمین ربوده (جذب) نمی‌شوند. بلکه هر یک دیگری را می‌رباید. در حالت عادی، به علت کوچک بودن این نیرو خودمان به آن توجه نمی‌کنیم، اگرچه با وسایل حساس قابل اندازه‌گیری می‌باشند.

با وجود این دو کشتی ۵۰،۰۰۰ تنی که پهلو به پهلو در کنار یکدیگر قرار دارند، هر یک دیگری را با نیروی قریب به ۱۸ کیلوگرم نیرو می‌ربایند.

قانون گرانش عمومی نیوتن می‌گوید که هر دو ذره مادی هر یک دیگری را با نیرویی که[4] با حاصلضرب جرم آنها نسبت مستقیم و با مجذور فاصله آنها نسبت عکس دارد می‌رباید این قانون دقیقاً فقط در زمانی به کار می‌رود که فاصله بین دو جسم نسبت به ابعاد ذرات بزرگ باشد.

نیوتن دریافت که جاذبه گرانشی اعمال شده فقط برای دو جسم موجود بر روی زمین نیست بلکه برای نگهداری ماه در مدار حول زمین و همچنین برای نگهداری زمین و دیگر سیاره‌های مربوطه در مدار اطراف خورشید نیز معتبر است.

نیروی جانب مرکز:[5]

مهم است که این فکر را بپذیریم که برای نگه داشتن یک جسم در حال حرکت بر روی یک مسیر دایره‌ای بایستی نیرویی به سمت مرکز وجود داشته باشد. این نیرو را «نیروی جانب مرکز» می‌گویند. قبل از دوره نیوتن این باور وجود داشت که پره‌های نامرئی که از خورشید به طرف خارج تابش می‌شوند و سیارات را به اطراف هُل می‌دهند بینش نیوتن دربارهٔ این مسأله او را مجاب کرد که هُل دادنی به این صورت ضرورتی ندارد. سیارات اتمسفر خود را با خودشان حمل

---

۱ ــ این مطلب برای حفظ امانت در ترجمه عیناً ترجمه شده است، منظور از بخش‌های بعدی بخش‌های بعدی کتاب است.

۲ ــ Gravitational Force

۳ ــ Sir Isaac Newton

۴ ــ این نیرو نیروی گرانشی کل نام دارد.

۵ ــ Centripetal Force

می‌کنند و به خاطر تهی (خلا) بودن فضا نیرویی مخالف با حرکت سیارات بر روی مدار حرکتشان وجود ندارد. نیروی جانب مرکز نیرویی است که برای ایجاد تغییر جهت دائمی که در مدار روی می‌دهد ضروری است و این نیز به‌وسیله نیروی ربایش گرانشی[۶] (جاذبه ثقلی) تأمین میشود.

سعی می‌کنیم با یک آزمایش ساده نیروی جانب مرکز را نمایش دهیم.

به انتهای نخی جرم مناسبی را محکم گره بزنید و آن را به اطراف بچرخانید. کشش نخ را که نیروی جانب مرکز آنرا به وجود آورده به خوبی احساس می‌کنیم و متوجه می‌شویم که اندازهٔ آن متناسب با سرعت، جرم و شعاع مسیر تغییر می‌کند. البته اگر در تجربیات آزمایشگاهی، حرکت دایره‌ای یک جرم که به دسته‌هایی بسته شده (تکیه دارد) است به حال خود گذاشته شود به خاطر وجود مقاومت هوا و غیره خود بخود خیلی زود به حالت سکون در می‌آید. همانطوریکه قبلاً گفتیم چنین مقاومتی برای سیارات وجود ندارد، بنابراین به حرکت خود ادامه می‌دهند.

وزن به عنوان نیرو:

گفته شده است، وزن نیرویی است که جسم بر تکیه‌گاه خود وارد می‌کند در کارهای ابتدایی کیلوگرم و گرم (gf,Kgf) به عنوان یکاهای نیرو بکار می‌روند این یکاها برای کارهای علمی و دقیق مناسب نیستند زیرا که **وزن یک جسم به محل جسم نسبت به زمین بستگی دارد.**

زمین کاملاً کروی نیست، در استوا برآمده است، بنابراین اگر جسمی از قطب به استوا برده شود فاصله آن از مرکز زمین افزایش خواهد یافت. به این ترتیب با در نظر گرفتن قانون نیوتن کشش گرانشی اعمال شده بر آن کمتر خواهد شد. هر چند که عوامل دیگری نیز هستند که موجب کاهش وزن می‌گردند که حالا شرح خواهیم داد.

رابطه بین «نیروی گرانشی» کل و وزن:[۷]

اگر بر روی یک دستگاه اندازه‌گیری وزن فنری بایستیم نیرو یا وزنی که ما به دستگاه اعمال می‌کنیم حاصل از ربایش گرانشی زمین است که بر ما اعمال می‌گردد **اما دستگاه توزین نیروی گرانشی کل را اندازه نمی‌گیرد.** جرخش ما همراه با زمین حول محور آن موجب حرکت دورانی ما می‌شود که به عرض جغرافیایی محل ما بستگی دارد. به این ترتیب قسمتی از ربایش گرانشی نیروی جانب مرکزی لازم را تأمین می‌کند که برای نگه‌داری ما برای حرکت بر روی آن دایره لازم است.

قسمت باقیمانده نیروی گرانشی به راحتی ما را به طرف پائین یعنی بر روی سطح زمین می‌فشارد. **این قسمت از ربایش گرانشی را وزن خود می‌نامیم.**

و این همان است که ماشین توزین فنری اندازه می‌گیرد. فقط در قطب‌ها که آنجا چرخشی بر روی دایره وجود ندارد، صحیح خواهد بود که بگوئیم وزن با ربایش گرانشی کل (جاذبهٔ ثقلی کل) برابر است. البته باید به خاطر بیاوریم که دو عامل را ذکر کردیم. یکی اثر برآمدگی و دیگری نیروی جانب مرکز که هر دو خیلی کوچکند.

کاهش وزن اجسام بین قطب و استوا بیش از حدود $\frac{1}{2}$ درصد از نیروی گرانشی کل نخواهد بود. بنابراین می‌توانیم وزن را به صورت زیر تعریف کنیم:

وزن یک جسم واقع بر روی زمین نیرویی است که جسم بر هر چیزی که به طور آزاد بر روی آن قرار دارد وارد می‌کند.

مواظب باشید اشتباه نکنید واژه‌هایی را که در بخش‌های آینده این کتاب مورد استفاده می‌باشند خلاصه خواهیم کرد و این خلاصه کردن‌ها نسبت به اجسامی خواهند بود که در حال سکون بوده و بر سطح زمین قرار دارند.

۱ ــ مقصود ما از واژه «نیروی گرانشی» آن قسمت از نیروی گرانشی کل است که بر روی جسم اثر می‌کند و قادر می‌سازد که جسم نیز نیروی مساوی با آن را به تکیه‌گاه خود اعمال کند.

این نیروی واقع بر تکیه‌گاه «وزن» جسم نامیده می‌شود.

۲ ــ نیروی جانب مرکز قسمتی از نیروی گرانشی کل است که برای نگه داشتن جسم برای حرکت بر روی دایره عرض جغرافیایی محل لازم است.

۳ ــ مجموع نیروهای گرانشی و نیروی جانب مرکز با نیروی گرانشی کل برابر است که بوسیله قانون گرانشی نیوتن به دست می‌آید.

نیروی عمل و عکس‌العمل:

آقای ایزاک نیوتن تأکید کرد که وقتی نیرویی بر جسمی اعمال می‌شود باید نیرویی مساوی و مخالف که به طور عکس بر روی یک

---

۶ ــ Gravitatinal attraction

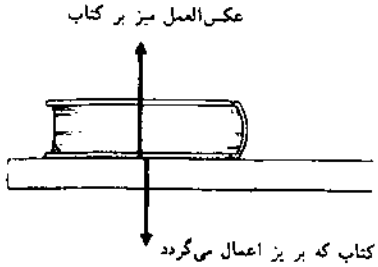
۷ ــ Total gravitational force

action and reaction

جسم اثر می‌کند وجود داشته باشد. آیزاک نیوتن این قانون را یکی از قوانین حرکت نامید و آن را به صورت ساده‌ای بیان کرد.

«عمل و عکس‌العمل مساوی و مخالف یکدیگرند»

مثالی می‌آوریم. یک کتاب با نیرویی که با وزن جسم برابر است میز را تحت فشار قرار می‌دهد. میز نیز نیروی مساوی با آن ولی به سوی بالا به عنوان نیروی عکس‌العمل بر کتاب اعمال می‌کند.



(نیروهای عمل و عکس‌العمل واقعی) الف

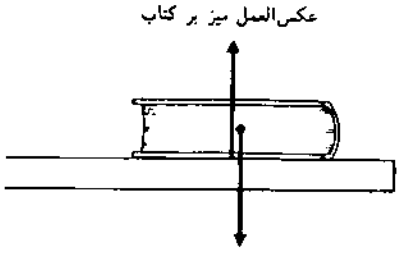
شکل ۱

مثالهای مشابهی در فصول آینده[۲] خواهیم دید.

قبل از پایان مطلب به خوانندگان هشدار می‌دهیم با در نظر گرفتن میز نیروهای عمل و عکس‌العمل را با نیروهایی که کتاب را در حال تعادل و یا در حال سکون نگه داشته‌اند اشتباه نکنند.

کتاب در حال سکون تحت تأثیر نیروی گرانشی و نیروی عکس‌العمل میز که به سوی بالاست در حال تعادل می‌باشد.

هر دو نیرو بر یک جسم وارد می‌شوند «نمی‌توان گفت که کتاب و یا امثال آن تحت تأثیر نیروی عمل و عکس‌العمل قرار دارند»



(نیروهای در حال تعادل) ب

شکل ۲

بی‌وزنی:[۹]

حالا یک آزمایش خیالی در ذهن خودمان می‌آوریم.

فرض کنیم که بر روی یک ماشین توزین فنری ایستاده‌ایم و به دلایلی سرعت دوران زمین می‌تواند افزایش پیدا کند و اتمسفر خود را نیز با خودش حمل کند.

با افزایش سرعت آن قسمت از نیروی گرانشی که باید به صورت نیروی جانب مرکز تأمین شود بیشتر و بیشتر می‌گردد. وزن ما که با اختلاف نیروی گرانشی کل و نیروی جانب مرکز برابر است کمتر خواهد شد. به این ترتیب ماشین توزین وزن کمتری را نشان خواهد داد اگر افزایش سرعت چرخش زمین ادامه پیدا کند. مطمئناً در یک سرعت بحرانی (سرعت خاص) نیروی جانب مرکز لازم با نیروی گرانشی کل برابر خواهد شد.

نیروی برآیند ایجاد کنندهٔ وزن ما از بین خواهد رفت بنابراین ماشین توزین صفر را نشان خواهد داد. به عبارت دیگر ما بی‌وزن خواهیم شد.

در حالیکه نیروی گرانشی کاملاً اثر خود را همچنان حفظ کرده است.

بی‌وزنی در سفینه فضائی:[۱۰]

این حقیقت را خوب می‌دانیم هنگامیکه فضانوردی در مدار اطراف زمین در یک سفینه قرار دارد بی‌وزن است. **در چنین حالاتی کشش گرانشی زمین با نیروی جانب مرکزی لازم برای جرم ذرات در سرعت و شعاع مدار مربوطه کاملاً یکسان است.**

به بیان مکانیکی وضعیت آنها مشابه وضع شخصی است که برای هنگام سریع چرخیدن زمین شرح دادیم. هنگامیکه یک فضانورد از اتاقک خود خارج می‌شود در محلی که به حد کافی از زمین دور است کشش زمین هنوز همان است. البته جاذبه گرانشی بین فضانورد و اتاقک طبق قانون نیوتن برقرار می‌باشد ولی به علت کوچکی نسبی جرم هر دو جاذبه بین آنها بینهایت کوچک است.

اگر فضانورد پرش کرده و خط سیری را انتخاب کند این نیرو برای برگرداندن او بسیار کم است.

وزن قمر مصنوعی دریک ایستگاه فضایی:

بی‌وزنی در سفینه فضایی به دلایل مختلف برای یک فضانورد راحت نیست. به عنوان مثال او نمی‌تواند مایعی را در فنجانی بریزد و یا از آن بنوشد. کنترل کردن حرکت فقط بوسیله طبانچه‌های خاص و امثال آنها ممکن است. عقیده براین است که در آینده به عنوان محل‌های دیده‌بانی و مرکز آزمایشهای فضایی ایستگاه‌های فضایی ساخته خواهند شد این ایستگاه‌ها مطابق شکل ۳ به صورت

---

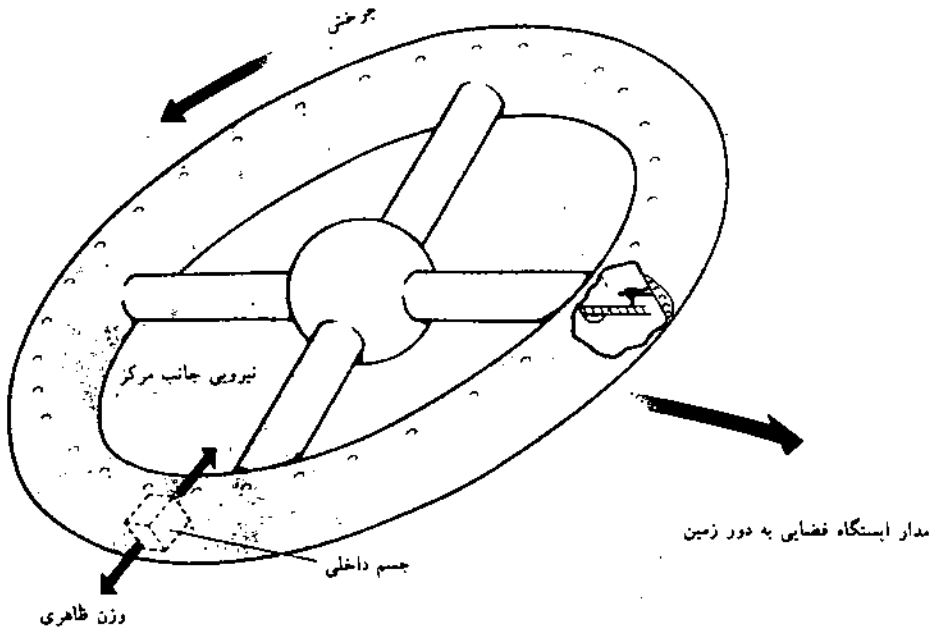
۲ ـ فصول بعدی کتاب ماخذ weightlessness

weightlessness in space Vehicles

چرخ‌های بزرگی با بازوان توخالی خواهند بود. این مجموعه در حال چرخش خواهد بود و بازوان که به عنوان کف عمل خواهند کرد برای هر چیزی که در داخل آن وجود دارد نیروی جانب مرکز شعاعی لازم را تولید خواهد نمود تا آنرا در حرکت بر مسیر دایره‌ای نگه دارد. نیروی مساوی و مخالف عکس‌العمل این نیروی جانب مرکز که هر شخص یا هر شئی به کف وارد می‌کند بعنوان وزن قمر مصنوعی عمل خواهد کرد بدین ترتیب خوردن، آشامیدن، و کار کردن نسبتاً راحت خواهد شد.

با تنظیم سرعت چرخش به راحتی اندازه این وزن مساوی یا کمتر از وزن در حال عادی بر روی زمین خواهد بود.

به عنوان یک اطلاع جالب و جنبی خوانندگان متوجه میشوند **که اگر شخصی در آن ایستگاه در جهت چرخش قدم بزند وزن او اضافه می‌گردد. و در صورتی که در خلاف جهت چرخش قدم بزند وزن شخص کاهش پیدا خواهد کرد.**



وزن ظاهری در یک ایستگاه فضایی

شکل ۳

بقیه از صفحه ۳۱

در این هنگام پس از مثالهایی که گذشت، می‌توان انتظار داشت که دانش‌آموز زیمنه لازم برای قبول فرمول کلی انتگرالهای توانی،

$$\int^{*} Ax^{q}\Delta x = \frac{1}{q+1}x^{q+1}$$

را پیدا کرده باشد.

نتیجه‌گیری

۱ ــ اگر چه این مقاله در مورد انتگرالهای توانی تک متغیر است، لیکن تعمیم آن به سایر انواع انتگرالها، انتگرالهای دوگانه، سه گانه و مثلثاتی به آسانی امکان‌پذیر است، بعلاوه چون محتوای مطلب در صورتهای دیگر انتگرال تفاوت نمی‌کند، مقاله در درک عمیقتر سایر انواع انتگرالها کاملاً مفید است.

۲ ــ مقاله، نمونه‌ای مفید و ملموس از کاربرد دستگاه معادلات جبری و حساب است.

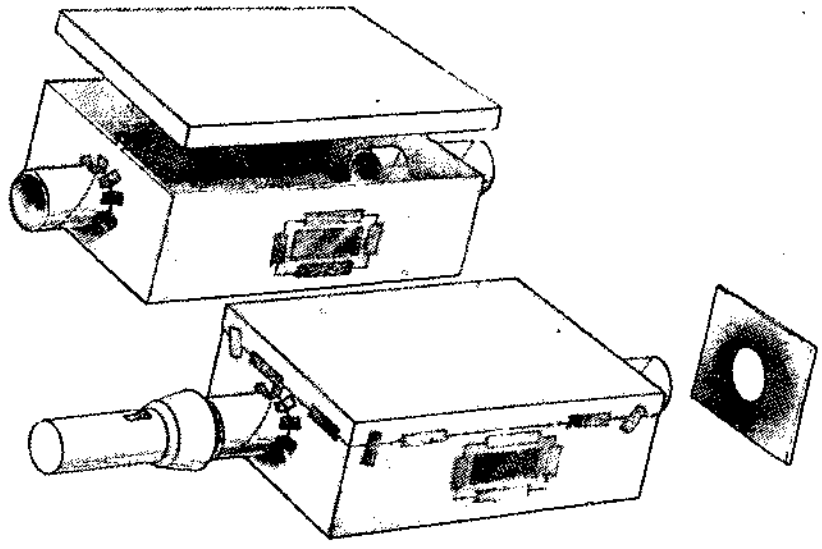
۳ ــ از روش ارائه شده می‌توان برای محاسبهٔ حاصل جمع برخی از سریهای اعداد طبیعی استفاده کرد.

نور دیده نمی‌شود!

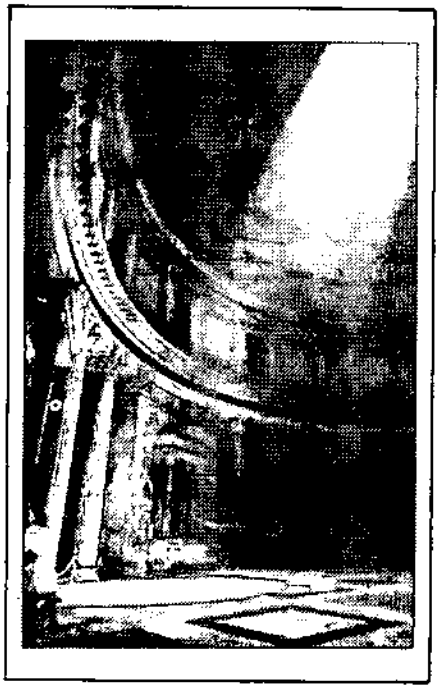
ترجمه ــ اصغر لطفی

از کتاب

Anillustrated encyclopdia
sight ,light and colour
Cambridge unirersity press
First published 1984



نور چیست؟ پس از قرنها مطالعه و هزاران آزمایش دانشمندان با مشکل زیادی توضیح ساده‌ای ارائه می‌دهند در کوششی که به عمل می‌آید تا بفهمند نور چیست مسأله‌ای داریم و آن این است که نور قابل رویت نیست و ما نمی‌توانیم نور را ببینیم مشکل است به خودتان بقبولانید که نور دیدنی نیست هر چند که با یک آزمایش ساده متقاعد می‌شوید که چنین است. یک جعبه مقوایی تقریباً مشابه جعبه کفش پیدا کنید (شکل ۱ ــ الف) دو لوله مقوایی به طول ۱۰cm و قطر ۳cm بسازید سپس در وسط دو انتهای جعبه دو سوراخ دایره‌ای به قطر ۳cm ایجاد کنید. داخل جعبه و لوله‌ها را با آب رنگ سیاه رنگ کنید هر یک از لوله‌ها را در یکی از دو سوراخ فرو برید و آنها را به وسیله نوار چسب در جای خود محکم کنید. مطمئن باشید که روزنه‌ای در اطراف لوله‌ها وجود ندارد. درب جعبه را بگذارید و آنرا محکم کنید. و بالاخره یک پنجره در یکی از سطوح جعبه ایجاد کرده و آنرا با نایلون شفافی بپوشانید، جعبه را به اطاق تاریک ببرید و بر روی میزی قرار دهید. چراغ قوه‌ای را روشن



بنائی در رم که تنها منبع نور آن سوراخ دایره‌ای شکلی است که در گنبد آن است، شما می‌توانید دسته پرتو خورشید را که به وسیلهٔ ذرات گرد و غبار باز تابش شده است مشاهده کنید.

کنید و بر دهانهٔ یکی از لوله‌ها بچسبانید (شکل ۱ ــ ب) قطعه مقوای سفیدی را در فاصله کوتاهی از لوله مقابل نگهدارید، خواهید دید که نور چراغ قوه به قطعه مقوای سفید می‌رسد.

در حالیکه اگر شما از پنجره به داخل جعبه نگاه کنید **چیزی نخواهید دید!**

دسته پرتوی که از چراغ قوه می‌تابد دیدنی نیست، فضای بیرون مانند داخل جعبه کاملاً تاریک است. نور دیده نمی‌شود مگر آنکه به وسیله چیزی منعکس گردد. وقتیکه نور خورشید به زمین می‌رسد و وارد اتمسفر ما می‌گردد. در اینجا به وسیلهٔ ملیونها ذرهٔ کوچک گرد و غبار و قطرات کوچک آب منعکس می‌شود.

در اثر این انعکاس‌های نور است که به آسمان و ابرهای بالای سر ما رنگ داده میشود.

وقتیکه بسینما می‌روید به بالا به دسته پرتو نوری که از پروژکتور به پرده می‌تابد نگاه کنید در داخل این دسته پرتو، ملیونها ذرات درخشان معلق وجود دارند که در هوا پس و پیش می‌روند. هر یک از این ذرات نور را منعکس می‌کنند و موجب می‌شوند که شما دسته پرتو نور را ببینید.

*

نگرشی اجمالی به آموزش فیزیک دوره متوسطه ایران

مقاله زیر در مرکز برنامه‌ریزی آموزشی، گروه بررسیها و برنامه‌ریزی آموزشی تحت عنوان فوق‌الذکر توسط برادر عبدالله پرژاد نوشته شده و از طریق اداری به دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی ارسال گردیده است. هیئت تحریریه مجله چاپ این مقاله را همراه با یک مقدمه تأئید نمود.

مقدمه: مقاله زیر نه از آن جهت که تمامی روشها، استنتاجات و پیشنهادهای ارائه شده آن را پذیرا هستیم، بلکه بدان جهت که دری بسوی بررسیهای لازم و پیشنهادی همراه با استدلال و ارائه منابع، روش تحقیق و سایر مدارک لازم گشوده باشیم تقدیم می‌داریم تا بدینوسیله بر اطلاعات برنامه‌ریزان و مؤلفان افزون و آنان را در راهی که باید قرار دهد.

با این امید که اینگونه نقدها و بررسیها برای آموزش فیزیک در دوره عالی خاصه در دوره تربیت دبیر فیزیک به دست فراموشی سپرده نگردد. گر چه این کار بایستی برای دوره‌های دبستان و راهنمائی تحصیلی نیز انجام پذیرد حاصل کار تدریس فیزیک در دبیرستان برای آنانیکه در داخل یا خارج از کشور به ادمه تحصیل پرداخته و یا به شغلی مناسب روی آورده‌اند تا حدودی روشن و حاصل کار آموزش فیزیک در دور عالی خاصه در دوره تربیت دبیر فیزیک برای بسیاری از ما و برای تمامی پژوهشگران علوم آموزشی آشکار است.

با علم به اینکه دوره دبیرستانی بنای خود را بر حاصل کار معلمان و برنامه‌های قبل از دبیرستان و دوره کارشناسی بنای خود را بر حاصل کار معلمان و برنامه‌های دبیرستانی و دوره‌های کارشناسی ارشد از بنای ساخته شده در دوره کارشناسی بهره می‌گیرد. نحوه بهره‌گیری از تخصصهای حاصل از این دوره‌های بلند مدت تحصیلی مسأله‌ای نیست که بتوان به آسانی از آن چشم پوشید آنچه را که میدانیم تفاوت محتوی مطالب درسی فیزیک و روشهای ارائه آن در کشورهای مختلف جهان و در کشور ماست و آن چه را که از آن آگاهیم تخصص مدرسان و اساتید محترم در تدریس و تألیف در غیر از رشته‌های تخصصی که دارند مسأله اصلی است 'بزرگ' در نهایت آنچه که باید جزء باورهای برنامه‌ریزان باشد توانا ساختن معلمان کشور به معنی عام کلمه و ارائه برنامه‌های همه جانبه است نه بربار کردن محتوی بدون معلم توانا در یک دوره خاص یا در تمامی دوره‌ها.

در نتیجه لزوم تدوین برنامه‌های میان مدت و درازمدت برای تهیه مطالب درسی پر محتوای لازم و توانا ساختن معلمان مربوطه در اجرای این برنامه‌ها مطلبی نیست که از نظر گروه فیزیک مسئول در آموزش و پرورش پوشیده باشد و تا سرحد امکان در جهت نیل به آن اقدام نکند، بدیهی است که حاصل کار نه چون کاشتن گندم یکساله با بار می‌نشیند بلکه حتی برای رؤیت اولین آثار آن بایستی لااقل تا حدی که میان مدتش می‌خوانند صبر کرد.

من اله ... توفیق و علیه التکلان

سردبیر

بنائی در رم که تنها منبع نور آن سوراخ دایره‌کل است که در گنبد آن است. شما می‌توانید دسته پرتو خورشید را که به وسیله ذرات گردوغبار بازتابش شده، است مشاهده کنید.

مقالاتی در زمینه برنامه‌ریزیی آموزشی

مرکز برنامه‌ریزی آموزشی
گروه بررسیها و برنامه‌ریزی آموزشی

مقاله ششم هفته دوم مردادماه ۱۳۶۴
نگرشی اجمالی به آموزش فیزیک دوره متوسطه نوشته عبدالله برژاد

گروه بررسیها و برنامه‌ریزی آموزشی
مقالات هفتگی
مقاله ششم ــ هفته دوم مردادماه ۱۳۶۴

نگرشی اجمالی به آموزش فیزیک دوره متوسطه ایران
عبدالله برژاد

آنچه در زیر می‌آید خلاصه‌یی است از نکات اساسی بررسی انجام شده در زمینه آموزش فیزیک دوره متوسطه ایران. در این بررسی کوشش شده است تا از طریق بازنگری به محتوای درس فیزیک این مقطع تحصیلی از سال ۱۳۱۵ و نقش آن در ارتباط با اهداف موضوعی و هدف دوره متوسطه تنگناها و نارسائیها شناخته شده و تا حد امکان ارائه طریق شود.

۱ ــ هدف از دوره دبیرستان نه در حد واسط قرارگرفتن میان آموزش همگانی و دانشگاه است و نه در آنچه امروز رسم روز شده در آماده‌کردن نوجوانان برای بازار کار خلاصه می‌شود.

این دوره آموزشی هدفی بس جامعتر و وسیعتر را تعقیب می‌کند که از دیدگاه تربیتی در تغییر و تکامل «بینش کودکانه» به «بینش تعقلی» نهفته است.

۲ ــ امروز، برنامه درسی یک دوره آموزشی ــ ترکیب دروس و محتوای دروس ــ نمی‌تواند بر پایه قرارگرفتن اتفاقی یک سلسله از معارف با محتوای پراکنده و نامرتبط باشد.

در یک برنامه درسی، که بر پایه علمی استوار است، الزاماً انتخاب دروس و محتوای آنها صرفاً از هدف، یا اهداف، دوره آموزشی پیروی می‌کند. به سخنی دیگر، برنامه درسی از چنان ترکیب و بافتی برخوردار است که کلیه دروس و محتوای آنها بمثابه عاملی مثبت در نیل به رفتار و تغییر رفتار مورد نظر عمل می‌کنند.

۳ ــ فیزیک در مقام «شناختن و شناسانیدن پدیده‌های گرداگرد انسان» گام برمی‌دارد. در این تعریف هر چند ساده، نه تنها هدف از این همه تلاش بصورت یک سازه عمده در راه شناخت پدیده‌ها و طبیعت تعریف‌پذیر است بلکه هدف موضوعی آموزش فیزیک به عنوان شناسانیدن طبیعت مفهوم می‌یابد.

۴ ــ به ظاهر در امر این شناسانیدن نباید دشواری پدیدآید چراکه سخن از مسائل آشناست ــ آشناتر از مطالب و موضوعات بسیاری از

دروس از جمله دستور زبان و ریاضیات. اما مطالعات انجام شده توسط نهادهای بین‌المللی خلاف این امر را نشان می‌دهد. تا دو دهه اخیر آموزش فیزیک دوره‌های پیش از دانشگاهی در اکثر قریب به اتفاق کشورهای جهان با نارسائیها و تنگناهائی جدی روبرو بود. و از آغاز دهه‌شصت‌میلادی پاره‌یی از کشورهای اروپایی و امریکای شمالی در صدد تجدید نظر و اصلاح کلی آموزش فیزیک در دوره‌های ابتدایی و متوسطه برآمدند ولیکن در بسیاری دیگر از ممالک هنوز تنگناها و نارساییهای اساسی بچشم می‌خورد.

بررسی‌های موردی انجام شده در دبیرستانهای کشور (سالهای ۵۵ و ۵۶) نشان می‌دهد که فیزیک دوره متوسطه ایران در نیل به اهداف خود کاملاً ناموفق بوده است.

هر چند یک آموزش موفق درگیر سازه‌های بسیاری از قبیل ساز و کار آموزشی، معلم تعلیم دیده، وسائل کمک آموزشی و غیره است اما و اصولاً آموزش فیزیک دوره متوسطه ایران جدا از تمامی این مسائل در رابطه یا هدف اصلی این درس و هدف اساسی دوره متوسطه به بیراهه می‌رود.

شاید با مثالی بتوان این نکته را روشن ساخت. یک نوجوان روستایی ایرانی مدرسه نرفته و فیزیک نخوانده محیط اطراف خود را در سطحی خاص از معرفت می‌شناسد. وی طلوع و غروب خورشید یا ماه را دیده است تکرار این پدیده‌ها و نظم در این تکرار را می‌شناسد و حتی تغییرات به ظاهر اندک نسقاط طلوع و غروب را در ایام سال می‌داند حرکت هوا موجهای کوچک یک برکه، یا موجهای بزرگ دریا برایش آشناست و سرانجام خوب می‌داند که نصف کیسه گندم یا برنج را می‌تواند بدوش بکشد اما اگر کیسه پر باشد قادر به حرکت دادن آن نیست.

بنابر این در اینجا این سؤال مطرح می‌شود که وقتی همین کودک روستائی تحت نام دانش‌آموز چند سالی به مدرسه می‌رود و فیزیک می‌خواند معرفت سطحی و پراکنده وی از محیط گرداگردش تا چه حد تغییر و تحول یافته است.؟

۵ ــ در این رابطه فیزیک دوره متوسطه ایران می‌تواند مدعی این سهم باشد که توانسته است این «آشنایان» را به گونه‌یی از هم بگسلد و به زبانی آنچنان ناآشنا بیان کند که هرگم دانش‌آموز امروز نتواند آنها را در خاطره‌های دوره کودکی خود باز شناسد.

فیزیک دوره دبیرستان توانسته است از نقشی ساده و آشنا توهمی تیره و درهم و بیگانه بیآفریند.

۶ ــ یک نوجوان شهرنشین امروز علاوه بر مسائل یادشده با بسیاری از ابزار و وسائل جدید آشناست و از طریق رسانه‌های گروهی در حدی از معرفت (که در موارد بسیار چندان سطحی هم نیست) موشک، اتم، ماهواره و غیره را هم می‌شنشد.

سؤال در این است که این نوجوان میان این آشنایان و درس «مکانیک» روز بعد چه رابطه‌یی می‌تواند بیابد؟

پاسخ را می‌توان خلاصه کرد. فقط یک رابطه ــ ابزار دور و بر نوجوان و خبرهایی که از این سو و آن سوی جهان می‌رسد سرشار از «زیبایی و شگفتی» است و درس مکانیک سرشار از «کسالت».

۷ ــ آنچه که یک نوجوان نمی‌داند و قاعدتاً از طریق آموزش فیزیک باید بیاموزد در این مسأله به ظاهر ساده نهفته است که میان این اجزای از هم پراکنده و آشنا ارتباطی منطقی و استوار برقرار است که کلاً یک «نظام» هماهنگ را بنیاد می‌گذارد و بشر در طی سالیان دراز و با مشقات فراوان توانسته است این نظم را ــ نه هر چند به تمامی ــ بیابد و بسود خود بکار گیرد.

۸ ــ سالهاست که مصرانه کوشش شده است تا «آموزش فیزیک‌ب در دوره‌های بیش از دانشگاهی دقیقاً منطبق بر رهگذار تاریخی آن باشد. (از سال ۱۵۹۸ تنها در چند کشور معدود کوشش شده است تا محتوای فیزیک این مقاطع به مسیر اصلی باز گردانده

شود، اما، در بسیاری از کشورها سالها مصرانه کوشش خواهد شد تا همین روال حفظ شود) این بدان معناست که از نخستین شناختها، اکتشافها، و تجربه‌ها (حتی تجربه‌های ناموفق) آغاز می‌شود و ادامه می‌یابد. این روال، که در واقع نحوه تکامل فیزیک آنهم به گونه‌یی سطحی است و نه فیزیک از سه یا چهار رخساره ناخوشایند برخوردار است.

این تجربه‌ها(استنباط‌هاواستنتاجها) در یک آزمایشگاه معین و توسط آزمایشگری مشخص و در زمانی خاص صورت نگرفته است. بلکه درست برعکس نظر به اینکه در مکان‌ها و زمان‌های گوناگون و توسط دانشمندان مختلف انجام شده، گر چه بعداً یک «نظم» کلی را نوید می‌دهد، در نظر نخست پراکنده و نامرتبط وحتی متناقض می‌نماید و بالطبع دانش‌آموز قادر به برقراری این ارتباط و نظم نخواهد بود.

از سوی دیگر، چون شناختها و تجربه‌ها در شرایط زمانی و مکانی دیگری در قیاس با شرایط زمانی و مکانی کنونی دانش‌آموز انجام گرفته است با تجربه‌های روزانه وی سازگار نیست. آنچه این شرح و بسط‌ها به دانش‌آموز القا می‌کند بسی انتزاعی است.

پیشروی بطئی و کسل‌کننده این تجربه‌ها نیز در درس و کتاب بازتاب می‌کند. و سرانجام و بدون اغراق آنچنان غبار اعصار و قرون همه چیز را در خود غرقه می‌کند که حتی وقتی پدیده‌های آشنا و سرشار ازرمز و راز دور و بر دانش‌آموز مطرح می‌گردد (اگر اصولاً چنین شود) دیگر نه حوصله‌یی مانده است و نه وقتی. درتمام چهار سال فیزیک دوره متوسطه حتی یکبار از مسائل مورد علاقه دانش‌آموز از قبیل لیزر، سفرهای فضایی و ماهواره سخن نمی‌رود و معمولاً یکی دو مبحثی که در انتهای کتابهای سال آخر دبیرستان به پاره‌یی از این مباحث اختصاص داده می‌شود ناهماهنگ، ناپیوسته، کسل‌کننده است و اکثراً تدریس نمی‌شود.

۹ ــ پیشرفت دانش ریاضی در قرن گذشته آنچنان چشمگیر بود که نه تنها بر دیگر دانشها چترگستر شد و در این راه بسیاری از دانشها را از بن‌بست خارج کرد حتی بر فلسفه و نحوه تعلیم و تربیت تأثیر گذاشت ــ آثار این نفوذ را تا اواسط قرن بیستم می‌بینیم. اصولاً دانش‌آموزی که در ریاضیات از خود استعدادی نشان نمی‌داد از سوی معلم و مدرسه و خانواده بی‌استعداد قلمداد می‌شد. این نحوه برخود بتدریج در آموزش فیزیک نیز نفوذ می‌کند و در اکثر موارد مشاهده می‌گردد که در کتاب درسی فیزیک ریاضیات بر فیزیک غلبه پیدا می‌کند.

همچنانکه اشاره شد هدف فیزیک شناختن و شناسانیدن طبیعت و نظام طبیعت است و نظام طبیعت بر پایه معادلات ریاضی عمل نمی‌کند. بنابر این، در ابتدای امر، لازم است تا دانش‌آموز پدیده‌ها را بشناسد، از طریق مشاهده و تکرار آنها را درک کند. کنش و واکنش آنها را در ارتباط با دیگر پدیده‌ها بشناسد و سرانجام و در نهایت بیاموزد که ریاضی صرفاً بعنوان یک ابزار می‌تواند بیانگر این پدیده‌ها و سرانجام طبیعت باشد.

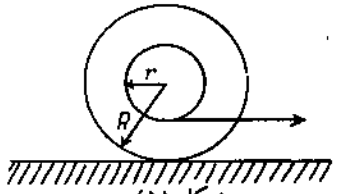
حال آنکه نه تنها درس فیزیک فاقد این خصایص است بلکه نحوه آزمونها به تدریج بر این استوار شده است که بسجای سنجش میزان درک دانش‌آموز از طبیعت به سنجش میزان مهارت و استعداد وی در حل مسائل ریاضی منجر گردد. بررسیهای انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد که در بسیاری موارد امکان وقوع مساله مطرح شده در طبیعت وجود نداشته و فقط به فقط در جهان کاملاً انتزاعی ریاضیات قابل تصور است.

چند پرسش و مسأله

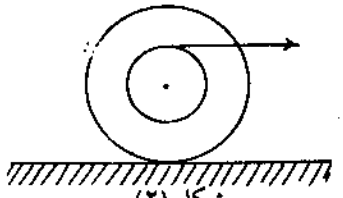
ترجمه و تدوین ـ
از اصغر لطفی

۱ ــ اگر دوچرخه سواری با تندی V=۲۰km/h حرکت کند تندی انتقالی نقطه بالائی و پائینی طوقه دوچرخه چه اندازه است.

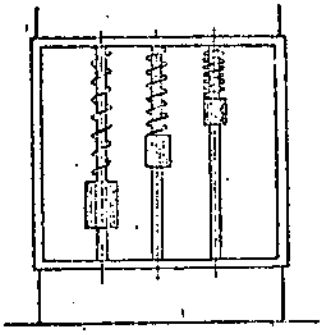
۲ ــ به شکل‌های ۱ و ۲ نگاه کنید نخی به دور قرقره‌ای پیچیده‌اند و قرقره بر روی میز قرار دارد. قرقره می‌تواند بدون لغزش بر روی میز بچرخد اگر انتهای نخ را با تندی V در امتداد افق بکشند. محور قرقره با چند تندی و در چه امتدادی خواهد غلتید. شعاع قرقره کوچک r و شعاع قرقره بزرگتر را R بگیرید.



شکل (۱)


شکل (۲)

۳ ــ در آزمایشی که توسط ان ــ ا ــ لیوبیمو (N.A.Lyu.Bimov) انجام گرفت تأثیر متقابل در سقوط آزاد اجسام را نشان داد سه وزنه ۱kgf، ۲kgf، ۳kgf مطابق شکل ۳. که هر یک به طور جداگانه به فنری بسته شده است به چهارچوب سبک وزنی متصل می‌باشند اگر چهارچوب به طور آزاد سقوط کند وضعیت هر یک از وزنه‌ها چگونه تغییر خواهد کرد. نیروی کششی که به هر یک از فنرها اعمال خواهد شد چه اندازه است؟

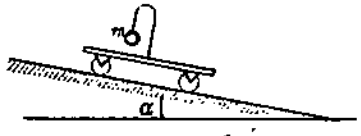

شکل (۳)

۴ ــ شخصی که بر روی سطح صفحه قپان یک برده ایستاده است با سرعت چمپاتمه* می‌زند در ابتدا و انتهای حرکت شخص در اندازه عددی که قپان نشان می‌دهد چه تغییری رخ خواهد داد.

۵ ــ در شروع حرکت یک ترن سنگین راه‌آهن، راننده لکوموتیو ابتدا ترن را کمی به عقب می‌راند و سپس دنده‌های جلوبر را به کار می‌اندازد، اگر ترن دارای چند واگن با وزنهای یکسان باشد، اولاً چرا اینگونه حرکت کردن برای ترن آسانتر است؟ ثانیاً: دیده شده است که در حرکت ناگهانی ترن، اتصال بین واگنها شکسته می‌شود چرا این اتفاق رخ می‌دهد، و این واقعه در چه قسمتهائی از ترن بیشتر روی می‌دهد؟

* در حال نشسته خود را جمع کردن

۶ ــ گاری سبکی بر روی سطح شیب‌دار بدون اصطکاک می‌تواند به بالا و پائین به غلتد، مطابق شکل ۴ .یک شاقول به‌گاری‌بسته شده است وقتیکه گاری به طور آزاد به طرف پائین سطح شیب‌دار می‌غلتد امتداد شاقول چگونه است؟ قبل از اینکه گاری شروع به غلتیدن کند نخ شاقول بر روی سطح شیب‌دار در امتداد قائم قرار دارد.



شکل (۴)

دوّمین کنفرانس فیزیک ایران

دومین کنفرانس فیزیک ایران، در دوره جدید، به دعوت دانشگاه صنعتی اصفهان و همیاری گروه تخصصی فیزیک مرکز نشر دانشگاهی از تاریخ ۱۶ تا ۲۱ شهریور ماه جاری در دانشگاه صنعتی اصفهان برگزار شد. سخنرانیهای کنفرانس به دو دسته عمومی و تخصصی تقسیم شده بود که بترتیب در جلسات قبل ازظهرها و بعدازظهرها برگزار شدند. سخنرانیهای عبارت بودند از:

۱۶ـ۲۱ شهریور ۱۳۶۴
دانشگاه صنعتی اصفهان

شنبه ۱۶ شهریور ۱۳۶۴

۹/۳۰ـ۸/۳۰	افتتاحیه	
۱۱/۰۰ـ۱۰/۰۰	نقش فیزیك درپیشرفت صنایع	مسعود تراقی
۱۲/۰۰ـ۱۱/۰۰	فلسفه ازدیدگاه بور	مهدی گلشنی
	بعدازظهر	
	شاخهٔ الف	نجوم و فیزیك بنیادی
۱۵/۵۵ـ۱۵/۳۰	نوسانهای خطی خوشه‌های کروی وکهکشانهای کروی	یوسف ثبوتی
۱۶/۲۰ـ۱۵/۵۵	بررسی ستاره‌های مزدوج وتعیین شعاع و درخشندگی آنها با استفاده از بسط فوریه	تقی عدالتی
۱۶/۴۵ـ۱۶/۲۰	محاسبهٔ تابع توزیع درفضا ـ زمان مینکوفسکی با استفاده ازتقارنهای فضا	علی راکعی
۱۷/۴۰ـ۱۷/۱۵	قیدوحدت نیروهاروی بارهای پریونی دریك‌رده ازالگوهای مرکب	علیرضا آثار
۱۸/۰۵ـ۱۷/۴۰	پیشرفتهای اخیر درنظریهٔ تاری‌درات بنیادی	حسام‌الدین ارفعی
۱۸/۳۰ـ۱۸/۰۵	پیشرفتهای اخیردرنظریهٔ کالوتزا ـ کلاین	فرهاد اردلان
	شاخهٔ ب	فیزیك کاربردی
۱۵/۵۵ـ۱۵/۳۰	جایگزین کردن شبکهٔ توریهای چراغ بامواد ناپرتوزا	محمود احمدی رشتی
۱۶/۲۰ـ۱۵/۵۵	ساخت دریابه (سنسور) حرارتی ازنوع اکسیدی	فرهاد گلستانی فرد
۱۶/۴۵ـ۱۶/۲۰	حذف تابش فرابنفش از طیف نورپروژکتورهای استودیوی تلویزیون	سیدحسین کشمیری
۱۷/۴۰ـ۱۷/۱۵	مراحل ساخت واندازه‌گیری خواص مغناطیسی آهنرباهای آلنیکو	محمدرضا افضلی
۱۸/۰۵ـ۱۷/۴۰	ساخت آهنربای دائم فریتی	علی بیت‌الهی
۱۸/۳۰ـ۱۸/۰۵	اندازه‌گیری مغناطیس مقدارآهن موجود در بدن انسان	داریوش رائی

یکشنبه ۱۷ شهریور

۹/۳۰ـ۸/۳۰	جستجو برای سیاره‌های برون منظومه‌ای	احمد کیاست‌پور
۱۰/۳۰ـ۹/۳۰	تمزیج اجناس، پیشنهاد فارابی راه‌گشای تشکیل گام همگانی	مهدی برکشلی
۱۱/۴۵ـ۱۱/۰۰	اثر محیط آموزشی بر یادگیری دانشجویان	مهدی بارزی

بعدازظهر

شاخهٔ الف — نجوم و فیزیک بنیادی

۱۵/۵۵ـ۱۵/۳۰	سد نوری در الکترودینامیک کلاسیک: سرعت نور به‌عنوان سدی برای سرعت بار بی‌جرم	هوشنگ اردوان‌راد
۱۶/۲۰ـ۱۵/۵۵	ابرجبرلی	محمدعلی جعفری زاده
۱۶/۴۵ـ۱۶/۲۰	محاسبهٔ تحلیلی ثابت‌ربا یندهای غریب سیستمهای دینامیکی	محمدعلی جعفری زاده
۱۷/۴۰ـ۱۷/۱۵	روش جداسازی رویدادهای جریان باردار جریان خنثی از رویدادهای زمینه	محمدحسن علامت‌ساز

شاخهٔ ب — فیزیک کاربردی

۱۵/۵۵ـ۱۵/۳۰	الگوریتم همبستگی ـ پیش‌بینی برای شناسایی هدفهای هواپیماهای تجارتی	سینا برکشلی
۱۶/۲۰ـ۱۵/۵۵	مشخصات وزش باد در ایستگاه بادسنجی بخش فیزیک دانشگاه شهید باهنر کرمان	حسن فاطمی امام غیث
۱۶/۴۵ـ۱۶/۲۰	ماشین بادی مدل "ایرداریو"	حسن فاطمی امام غیث
۱۷/۴۰ـ۱۷/۱۵	اندازه‌گیری دمای الکترون در پلاسما با استفاده از تکنیک موج وکاوهٔ لانگمویر	محمود قرآن‌نویس
۱۸/۰۵ـ۱۷/۴۰	ساخت لایهٔ نایتانیوم نیترایدد رمحیط پلاسما	احمد رشیدی‌نیا
۱۸/۳۰ـ۱۸/۰۵	بررسی خواص فیزیکی مقاومتهای الکتریکی ساخته‌شده با روش پلاسما اسپری	محمد صادق علایی

دوشنبه ۱۸ شهریور

۱۰/۰۰ـ۸/۳۰	پیشرفتهای فیزیک هسته‌ای دههٔ اخیر	
	الف) شتابدهنده‌ها	عطاءالله افرامیان
	ب) عناصر ابرسنگین	محمد لامعی
۱۱/۳۰ـ۱۰/۳۰	پدیده‌های بحرانی	محمدرضا خواجه‌پور

بعدازظهر

شاخهٔ الف — فیزیک اتمی و هسته‌ای

۱۵/۵۵ـ۱۵/۳۰	وابستگی مقطع تولید الکترون به زاویه و انرژی در برخورد $\bar{e}$ و H با مولکول بخار آب	محمد بلوری‌زاده
۱۶/۲۰ـ۱۵/۵۵	روش سریع در اندازه‌گیری اکتیوینهٔ ویژهٔ محلول ید ـ ۱۳۱	رضا نجفی
۱۶/۴۵ـ۱۶/۲۰	طیف‌نگاری و اندازه‌گیری شارنوترونهای سریع با استفاده از آشکارهای سد سطحی سیلیسیومی	عطاءالله افرامیان
۱۷/۴۰ـ۱۷/۱۵	انتقال تکنولوژی نیروگاه هسته‌ای و انتخاب روش مناسب برای ایران	محمدسعید سعیدی
۱۸/۰۵ـ۱۷/۴۰	رادیوگرافی با نوترون با استفاده از فیلم در درجه حرارت کم	زینت طباطبائیان
۱۸/۳۰ـ۱۸/۰۵	اندازه‌گیری ضریب رآکتیوتیهٔ خلأ در قلب رآکتور	فریدون لنگری
۱۸/۵۵ـ۱۸/۳۰	برخی روشهای تجربی برای مطالعهٔ هستهٔ دور از تعادل	صمد راستی کردار

شاخهٔ ب	فیزیک مواد و حالت جامد	
۱۵/۳۰ـ۱۵/۵۵	آشکارساز نیمرسانای میکروموجی	کسری برکشلی
۱۵/۵۵ـ۱۶/۲۰	اندازه‌گیری گشتاور مغناطیسی گروهی از یونهای فلزات واسط	جمشید عمیقیان
۱۶/۲۰ـ۱۶/۴۵	اندازه‌گیری سطح مقطع واقطبش سطح $5^2p_{\frac{1}{2}}$ اتم نقره	محمود سلطان‌الکتابی
شاخهٔ ب	نور و لیزر	
۱۷/۱۵ـ۱۷/۴۰	مطالعه و ساخت توریهای منطقهٔ دایره‌ای و منطقهٔ نواری	فاطمه شهشهانی
۱۷/۴۰ـ۱۸/۰۵	طراحی و ساخت آینه با بازتاب کامل طول موج مرئی	غضنفر میرجلیلی
۱۸/۰۵ـ۱۸/۳۰	ساخت توری از طریق تداخل در تیغه‌های اپتیکی کلفت	فاطمه شهشهانی

سه‌شنبه ۱۹ شهریور

۸/۳۰ـ۹/۳۰	انرژی اتمی: مسایل و مشکلات آن	علی افشار بکشلو
۹/۳۰ـ۱۰/۳۰	فیزیک بمب نوترونی	محمد فرهاد رحیمی
۱۱/۰۰ـ۱۲/۰۰	آشنایی با حالت شیشه‌ای ماده	محمدرضا مریدی، محمد حسین حکمت شعار
بعدازظهر		
شاخهٔ الف	لیزر و اسپکتروسکوپی	
۱۵/۳۰ـ۱۵/۵۵	گاما طیف نگاری به روش کامپیوتری	هانشکه (لیبولد آلمان)
۱۵/۵۵ـ۱۶/۲۰	آشکارسازی اپتوگالوانیک لیزری یونهای مولکولی	حبیب تجلی
۱۶/۲۰ـ۱۶/۴۵	طیف نمایی همدوس رامان	حسین گل‌نبی
۱۷/۱۵ـ۱۷/۴۰	فتولیز گزینشی مولکولهای سزیوم ـ کریپتون	حسن گل‌نبی
۱۷/۴۰ـ۱۸/۰۵	اندازه‌گیری تغییر طولهای کوچک به کمک تداخل در آینهٔ لوید	محمد تقی توسلی
۱۸/۰۵ـ۱۸/۳۰	وابستگی دمایی پهنا و مکان خط لیزری یون نئودیمیوم در کریستال آلومینات استرانسیوم	حبیب تجلی
شاخهٔ ب	فیزیک مواد و حالت جامد	
۱۵/۳۰ـ۱۵/۵۵	طراحی و ساخت دستگاه رشد بلور به طریقهٔ پولینگ وکیروبولوس و رشد بلورهای سدیم کلرید و پتاسیم برومید	ناصر بنایی
۱۵/۵۵ـ۱۶/۲۰	تهیهٔ مولیبدنیم سیلیسیدِ ($MoSi_2$) فاز مذاب و تعیین خواص آن	رحیم یزدانی راد
۱۶/۲۰ـ۱۶/۴۵	اثر زمان در روی هدایت لایه‌های نازک از موادهادی شفاف	سیدحسین کشمیری
۱۷/۱۵ـ۱۷/۴۰	بازتاب مبادلهٔ یونی بر روی ساختمان بلوری، رسانایی یونی و مقاومت مکانیکی آلومین	علی لبانی
۱۷/۴۰ـ۱۸/۰۵	توپوگرافی با پراش پرتو X	مهدی صفا
۱۸/۰۵ـ۱۸/۳۰	حوزه‌های مغناطیسی و آنتی فرومغناطیسی	مهدی صفا

چهارشنبه ۲۰ شهریور

۸/۳۰ـ	تشکیل مجمع عمومی انجمن فیزیک وانتخابات

پنج‌شنبه ۲۱ شهریور

بازدید
جزئیات برنامه بعداً به اطلاع خواهد رسید.

حدود نزدیک به ۸۰۰ تن از استادان، پژوهشگران، دبیران، دانشجویان رشته فیزیک و رشته‌های نزدیک در کنفرانس شرکت داشتند. تعداد دبیران شرکت کننده در این کنفرانس بیشتر از کنفرانس قبلی و بسیار چشمگیر بود. افزون بر سخنرانیها، در ساعات شب پس از صرف شام، میزگرد بترتیب در مورد مسائل آموزش فیزیک در دانشگاهها و دبیرستانها، و مسائل دانشجوئی تشکیل شد. اهم مطالب مورد بحث در این میزگردها، که با شرکت عده کثیری از علاقه‌مندان تشکیل می‌شد و برخی از آنها از اوّل شب تا نزدیکیهای صبح روز بعد ادامه داشت، عبارت بودند از برنامه آموزش فیزیک در دانشگاهها، کتابهای درسی، تعداد واحدها، گردشهای اجباری، تعیین واحدهای اجباری و اختیاری توسط خود گروههای آموزشی، تأکید بر پروژه‌ها، بازآموزی برای کار در آزمایشگاههای دبیرستانها، پیش‌بینی وقت اضافی برای آماده کردن آزمایشگاه، نحوه برگزاری کنکور سراسری، بخصوص آزمون تستی برای انتخاب دانشجویان علوم و فنی، گرفتاریهای تدریسهای اضافی، عضویت پیوسته دبیران در انجمن فیزیک (مطابق اساسنامه سابق تنها استادان و مدرسین دانشگاهها عضو پیوسته شناخته می‌شوند) و آشنائی بیشتر استادان با مشکلات علمی دانشجویان تأکید بر استخدام استادان تمام‌وقت، مشکل استادان حق التدریسی، محتوای دروس، کتابهای دانشگاهی، تأکید بر کارهای تحقیقاتی.... و مسائل رفاهی استادان، دبیران و دانشجویان.

در بسیاری از موارد دشواریها دقیقاً برشمرده و شکافته و راه‌حلهای علمی پیشنهاد شد و تصمیماتی نیز اتخاذ گردید. خوشبختانه مطالبی که از طرف استادان، دبیران و دانشجویان طرح و پاسخها و راههائی که ارائه شد همگی گویای دلبستگی‌ها، دلسوزیها، آمادگیها، گذشتها... بود پیشنهاد شد نتایج این بحثها در انجمن فیزیک دسته‌بندی و به صورت پیشنهادهای کنفرانس فیزیک ایران به مراجع مسؤل ارسال شود.

روز پنجم کنفرانس به مجمع عمومی انجمن فیزیک ایران اختصاص داشت بدین مناسبت هیئت پیگیری کارهای انجمن اعضای پیوسته انجمن را، مطابق تعریف اساسنامه سابق، برای شرکت در مجمع عمومی و انتخاب هیئت مدیره، به طور کتبی دعوت کرده بود.

در این جلسه پس از گفتار کوتاهی درباره تاریخ انجمن فیزیک که آغاز آن به سال ۱۳۰۹ برمی‌گشت، رأی‌گیری شد بترتیب آقایان رضا منصوری، یوسف ثبوتی، مهدی گلشنی، تقی توسلی و سیدمحمد امینی به عنوان هیئت مدیره انجمن انتخاب شدند. چون پیشنهادهائی در مورد تغییر موادی از اساسنامه، بویژه راجع به اعضای پیوسته انجمن رسیده بود. قرار شد، این هیئت انجمن را فعال و تصمیمات لازم در اساسنامه را به عمل آورند و پس از گذراندن از تصویب مجمع عمومی بعدی مطابق اساسنامه جدید عضوگیری به عمل آید.

همزمان با جلسه مجمع عمومی انجمن فیزیک ایران، دبیران فیزیک شرکت کننده، در کنفرانس نیز جلسه‌ای در یکی از سالنهای کنفرانس تشکیل دادند. پس از برشماری فواید انجمن فیزیک، بویژه فراگیر بودن آن نمایندگانی جهت ارتباط، هیئت مدیره انجمن فیزیک انتخاب و اسامی آنها را همراه با پیشنهادهای خود به هیئت مدیره جدید انجمن تسلیم کردند.

روز ششم و پایانی کنفرانس به بازدیدهای علمی اختصاص داشت. تقسیم بندیهائی که، مطابق تمایل افراد، از پیش انجام شده بود، شرکت کنندگان در کنفرانس از مراکز تحقیقات هسته‌ای، نیروگاه شهید منتظری، پالایشگاه، کارخانجات پلی اکریل، فولاد مبارکه و ذوب آهن ایران بازدید کردند.

فضای وسیع و دور از جنجال شهر دانشگاه صنعتی اصفهان و تمهیدات هیئت برگزاری کنفرانس که شرکت کنندگان در کنفرانس و خانواده‌هایشان را در خوابگاههای دانشگاه جای داده بودند. و نظمی که در برنامه کار کنفرانس و رستورانها و خوابگاهها برقرار بود رضایت عمومی شرکت کنندگان در کنفرانس را به دنبال داشت و بر توفیق کنفرانس افزود.

****
***
**
*

در جنب کنفرانس و همزمان با آن و کار بسیار مفید و عمده صورت گرفته بود که امیدواریم در کنفرانسهای آتی تکرار شود:

اول اینکه از طرف مرکز نشر دانشگاهی از ۱۶ تا ۲۱ شهریورماه نمایشگاه بین المللی کتابهای فیزیک با بیش از ۱۲۰۰ عنوان کتاب در محل سالن مطالعه کتابخانه دانشگاه صنعتی دایر بود. در این نمایشگاه انتشارات جدید (از سال ۱۹۸۲ به بعد) ۳۲ ناشر معتبر اروپائی، آسیائی و آمریکائی عرضه شده بود. کاتالوگ کتابها نیز در ۱۱۰ صفحه چاپ و به قیمت ۲۰۰ ریال فروخته می‌شد. ضمناً در جنب نمایشگاه غرفه فروش کتابهای فارسی و خارجی مرکز نشر دانشگاهی، در رشته‌های علمی و فنی دایر بود که از آن استقبال خوبی بعمل آمد.

با اینکه همه شرکت کنندگان در کنفرانس، حتی بیش از یکبار از کتابهای نمایشگاه دیدن کردند، ولی خریداران اصلی کتابها، کتابخانه‌های دانشگاهها بودند.

دوم اینکه، به ابتکار مرکز تحقیقات دبیران فیزیک اصفهان کلاسهائی در قسمتهای اپتیک، فیزیک مدرن.... برای دبیران فیزیک استان اصفهان پیش‌بینی و از استادان مجرب در این قسمتها دعوت شده بود که در چند جلسه برنامه تنظیمی را تدریس کردند و به پرسشهای دبیران پاسخ گفتند که بسیار مفید بود . همین مرکز چند وسیله آزمایشگاهی ساخت خودشان را به معرض نمایش گذاشته بود که تحسین همگان را برانگیخت.

در حاشیه کنفرانس

۱ ــ سخنرانیها در سالن مرکزی، که به زحمت ۳۰۰ نفر جای می‌گرفت تشکیل می‌شد این سالن را تلویزیون مدار بسته‌ای به سالنهای دیگر مرتبط می‌ساخت. متأسفانه به علت عدم تنظیم دستگاه صدا و تصویر، گاهی شنیدن سخنرانی، بویژه دیدن نوشته‌های سخنرانان دچار مشکل می‌شد. توجه به این مسئله در کنفرانسهای آتی بسیار ضروری است.

۲ ــ هیچگونه گزارش از کارهای ۵ کمیته کار که در کنفرانس قبلی تعیین شده بودند به کنفرانس ارائه نشد و در مجمع عمومی انجمن فیزیک نیز نامی از این کمیته‌ها برده نشد. امید است انجمن فیزیک ایران دنباله کارهای این کمیته‌ها را پیگیری کند.

۳ ــ در غرفه فروش کتابهای مرکز نشر دانشگاهی کتاب جدیدی از گروه تخصصی فیزیک ندیدیم، آیا امکان دارد این گروه بین دو کنفرانس کتاب جدیدی به چاپ نرسانده باشد!

۴ ــ دیده شد تعدادی از دبیران شهرستانها، به امید بهره‌مندی از خوابگاه دانشگاه با خانواده خود به کنفرانس آمده بودند چون درخواست آنها قبلاً به کنفرانس نرسیده بود با تمام کوششی که از طرف هیئت برگزارکننده به‌عمل آمد باز هم نتوانستند همه را در خوابگاه دانشگاه جای دهند. درنتیجه عده‌ای با اینکه معرفی‌نامه اداره آموزش و پرورش خود را در دست داشتند با دلتنگی کنفرانس را ترک گفتند. امید است برای کنفرانسهای آینده دبیران به موقع درخواستهای خود را ارسال دارند و ادارات آموزش و پرورش نیز قبل از انقضای اسم نویسی کنفرانس با درخواستهای دبیران موافقت کند.

۵ ــ بنا به درخواست دانشگاه مشهد سال آینده کنفرانس فیزیک ایران در مشهد برگزار خواهد شد اطلاعیه‌های بعدی تاریخ و چگونگی شرکت در این کنفرانس را مشخص خواهد کرد.

سمینار و بازدیدها

گردهمایی ــ ۱

به همت برادران مسئول و دست‌اندرکاران ستاد تجهیزات آموزشی استان اصفهان یک گردهمایی سراسری در سه روزهٔ پایانی مرداد ماه ۱۳۶۴ در شهرستان اصفهان مهد هنر و ادب، علم و صنعت خون و شهادت تشکیل گردید در این گردهمآیی برادران مقام معاونت و مدیرکل دفتر آموزش عمومی و نمایندگان دیگر دفاتر ستادی وزارتخانه متبوع شرکت داشتند. هدف از تشکیل گردهمآیی نشان دادن فعالیت‌های انجام شده در شهرستانهای اصفهان، نجف‌آباد قمشه، شهرکرد، و فلاورجان و ارائه پیشنهادهایی هماهنگ برای بهبود بخشیدن به وضعیت آزمایشگاه و آزمایشگرهای کشور بود. آنچه دیده شد دنیایی فعالیت توام با خلوص نیت بود. تاسیس مرکز تحقیقات معلمان در اصفهان از خدماتی است که بایستی مورد توجه و تقدیر قرار گیرد. در این مرکز کتابخانه‌ای مجهز به ۷۰۰۰ جلد کتاب به زبان‌های مختلف،آزمایشگاه‌های مجهز و بزرگ و جذا ازهم مانند شیمی، فیزیک، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی ایجاد گردیده است تا معلمان درصورت نیاز به انجام آزمایش یا تحقیق عملی بپردازند. علاوه بر اینها مرکز دارای سالن کنفرانس مجهز به دستگاه پروژکتور و ویدئو بود. که عصر روزهای سه‌شنبه هر هفته یک سخنرانی در آن برگزار می‌گردد. کارگاه ساخت وسایل محل دیگری از این مرکز است. آنچه در سه شهرستان قمشه، فلاورجان و نجف‌آباد دیده شد بالنسبه کمتر از اصفهان نبود در سه شهر آزمایشگاه‌های مرکزی براساس دانش‌آموز محوری تشکیل شده و هر شهر تمام دانش‌آموزان شهر را تحت پوشش داشته است، بله اینان فرزندان انقلابند که توانسته‌اند نه در دراز مدّت بلکه در کوتاه مدّت مراکزی با تجهیزالات لازم کافی و مفید به حال جامعه آماده کرده و آنها را به راه اندازند. سخنرانی همه مسئولان ستادهای شهرستانها جالب و قابل توجه بود. نه فقط سخنوری اصفهانیهای خوب و مهربان بلکه سخنوری و سخن‌دانی همه آنهائیکه به سراغشان رفتیم ناشی از شهامتی بود که انجام کارهای ارائه شده برایشان ایجاد کرده بود، چون کار کرده بودند، توانا در ارائه آن بودند. و به گرمی و باشهامت سخن می‌گفتند و در نهایت آنچه را که می‌خواستند احترام معنوی بود، نه مالی احترام به اجتماع آنان بود نه احترام به فردی از افرادشان مهربان بودند و خوب پذیرایی کردند، خوب کار کرده بودند و خوب می‌دانستند چه باید بکنند تعجب نکنید اگر بگوییم فقط آزمایشگاه مرکزی شهر نه چندان آشنای فلاورجان صاحب ۶۰ دستگاه میکروسکپ کاملاً سالم و آماده به کار است تعجب نکنید اگر بگوییم برای اجرای کامل برنامه آزمایشگاهی دانش‌آموزان و مربیان تا ساعت ۶ بعدازظهر در آزمایشگاه کار می‌کنند. تعجب نکنید اگر بگوییم ده‌ها نوع وسیله ساخته شده با دست دانش‌آموزان و مربیان مورد استفاده آزمایشگاه‌ها می‌باشد. بله چنین کوشیده‌اند امید آنکه خدا یارشان باشد و دست حق نگهدارشان و تمامی خادمین یاورشان تا در آنچه باید انجام دهند موفق باشند.

و امّا شهرکرد، با آنکه فرد فعالی مسئولیت ستاد را به‌عهده داشت و در انجام کارها آگاه بود و توانا ولی به علت ذیق مالی با هیچ‌یک از شهرهای استان اصفهان نمی‌توانست برابری کند. با آنکه مرکز استان است ولی از نظر وسایل و تجهیزات سهم آنچه را که شهرستان فلاورجان دارا بود، صاحب نیست باتوجه به همکاری صمیمانه‌ای که بین همکاران مسئول در آن استان وجود دارد امیدواریم مسأله آزمایشگاه شهرکرد نیز به نحو مطلوبی سروسامان یابد. آمین

ومن الله التوفیق و علیه التکلان

سردبیر

گردهمایی ــ ۲

به همت مسئولان محترم آموزش و پرورش قم یک گردهمایی در ۱۲ شهریور ماه سال جاری در شب بزرگ عید غدیر خم با حضور تمامی دبیران دبیرستانهای شهرستان مقدس قم تشکیل گردید تا ضمن شنیدن سخنان برادر دکتر حداد عادل معاون وزیر و ریاست سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی ناظر بر تجلیل از مقام معلم و اعطای جوایزی به دبیران نمونه باشند.

در این گردهمآیی کارشناسان رشته‌های مختلف درسی دفتر تحقیقات‌وبرنامه‌ریزی همراه با مدیرکل و معاونت محترم این دفتر شرکت کردند.

پس از پایان سخنرانیها و اعطای جوایز کارشناسان گروه‌های مختلف با دبیران رشته‌های مربوطه به بحث و تبادل نظر پرداختند.

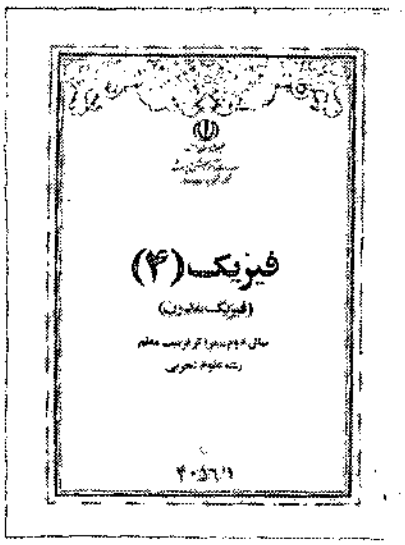
ضمن تقدیر و سپاس از مسئولان محترم آموزش و پرورش شهرستان قم به خاطر ابتکاری که به جهت تشویق معلمان و تقدیر از زحمتکشان به حق جامعه داشته‌اند این حرکت خوب و نو را به دیگر مناطق آموزش و پرورش پیشنهاد می‌نماید. تا باشد که پدران و مادران علم و ادب این جامعه اسلامی و انقلابی در جایگاهی که باید قرار گیرند و قدر آنها آنچنان که باید شناخته و شناسانده شود.

ومن الله التوفیق وعلیه التکلان

سردبیر

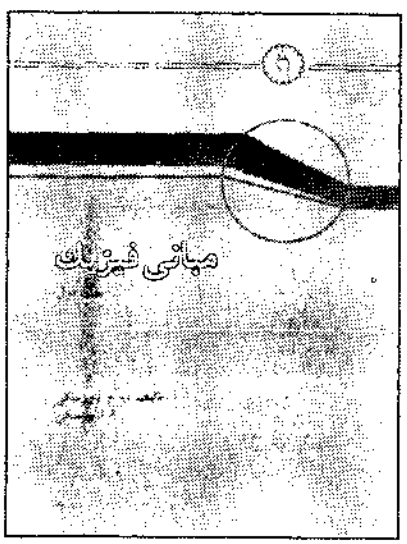
معرفی کتب

کتب و نشریات زیر در ارتباط با مطالب علمی فیزیک چاپ و منتشر شده‌اند تهیه و مطالعه آنها را به همکاران محترم توصیه می‌نماید.



۱ ــ فیزیک (۴)
فیزیک مدرن
سال دوم ــ مراکز تربیت معلم، رشته علوم تجربی
مؤلفان: رسول جواهری ــ علی پذیرنده
دانشیاران گروه فیزیک دانشگاه تهران

این کتاب محتوی مطالب نسبیت خاص ــ تابش کوانتمی، فیزیک اتمی، ساختمان ماده و پیوندها، فیزیک هسته‌ای، انرژی هسته‌ای و راکتور هسته‌ای تابش حرارتی می‌باشد و برای دانشجویان تربیت معلم دوره راهنمائی تحصیلی رشته علوم تجربی تألیف گردیده است. مطالعه این کتاب را برای دبیران فیزیک کشور مفید می‌دانیم.

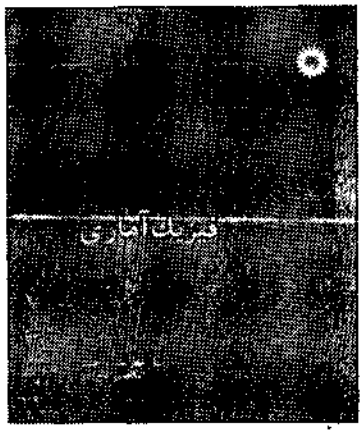


سه جلد کتب زیر از انتشارات جدید مرکز نشر دانشگاهی است.
تهیه و مطالعه این کتب خاصه کتاب مبانی فیزیک نوشته پینسکی و یاورسکی را پیشنهاد می‌کند.

۲ ــ مبانی فیزیک، جلد اول تالیف ب ــ م یاورسکی
ترجمه محمد تقی توسلی ــ مهرانگیز طالبزاده ــ ناصر مقبلی
۶۵۶ صفحه وزیری جلد شومیز ۱۲۰۰ ریال

این کتب خاصه کتاب مبانی فیزیک نوشته پینسکی و یاورسکی را پیشنهاد می‌کند.

نشریات

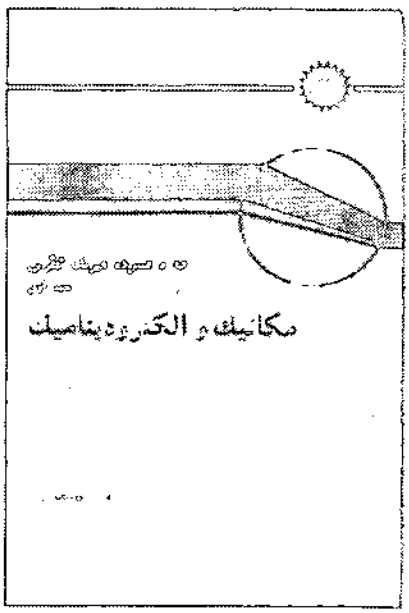


۳ ــ دوره فیزیک برکلی ــ جلد ۵
فیزیک آماری
تألیف ف: رایف
ترجمه: جعفر سیروس ضیا
ابوالحسن فرج‌زاده
۳۵۰ صفحه رحلی جلد شومیز ۹۰۰ ریال

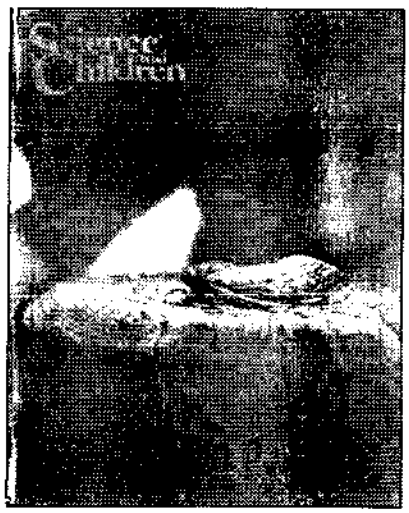
۴ ــ مجله فیزیک شماره مخصوص کنفرانس فیزیک ایران
همزمان با برگزاری کنفرانس منتشر شد.

در این مجله علاوه بر مقالات علمی و متعدد و بسیار خوب چکیده‌های کنفرانس فیزیک ایران ۱۳۶۴ نیز آورده شده است مطالعه این مجله برای تمامی همکاران خاصه آنانیکه موفق به شرکت در کنفرانس فیزیک نشده‌اند مفید خواهد بود.

معرفی کتب و نشریات



۵ ــ دوره فشرده فیزیک نظری جلد اول
مکانیک و الکترونیک
تالیف لاندا ولیف ستیز
ترجمه دکتر رضا منصوری
۲۷۰ صفحه وزیری جلد شومیز ۵۵۰ ریال



۶ ــ مجله *Science and children*

مجله‌ای است که تمامی شماره‌های آن به کتابخانه سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی می‌رسد این مجله حاوی مطالب ساده و مفید و در موارد بسیار همراه با آزمایش است استفاده از این مجله در محل کتابخانه سازمان پژوهش برای خوانندگان محترم مقدور و مفید می‌باشد.

انجمن فیزیك ایران — دانشگاه فردوسی مشهد

کنفرانس فیزیك ایران

۱۵ـ۲۰ شهریور ۱۳۶۵

اطلاعیهٔ اول

کنفرانس فیزیك ایران از ۱۵ تا ۲۰ شهریور ماه ۱۳۶۵ در دانشگاه فردوسی مشهد برگزار می‌شود. در این کنفرانس علاوه بر سخنرانیهای عمومی و اختصاصی بخشی نیز به امر آموزش پیش‌دانشگاهی اختصاص داده شده و میزگردهایی در زمینه‌های آموزش فیزیك در دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد، و پیش‌دانشگاهی و نیز در مورد نقش علوم پایه در پیشرفت علمی و صنعتی کشور در نظر گرفته شده است. به علاوه، نمایشگاه دستگاهها و وسایل ابتکاری و نیز مجموعه‌ای از آزمایشهای فیزیك برای عموم پیش‌بینی شده است.

ارائهٔ مقاله

از علاقه‌مندان به ارائهٔ مقاله در هر یك از زمینه‌های پژوهش و آموزش فیزیك و فیزیك پیش‌دانشگاهی دعوت می‌شود چکیدهٔ مقالات خود را در حداکثر ۷۰۰ کلمه (سه صفحهٔ تایپ نوشت با احتساب تصاویر و نمودارها) تا پایان اردیبهشت ماه ۱۳۶۵ به‌نشانی دبیرخانهٔ موقت انجمن ارسال دارند (لطفاً روی پاکت "کنفرانس فیزیك" را قید کنید).

از مؤلفان تقاضا می‌شود با استفاده از رده‌بندی موضوعی، که ترجمهٔ آن در شمارهٔ ۴ جلد سوم مجلهٔ فیزیك به چاپ خواهد رسید، کد موضوعی مطلب مورد تحقیق خود را مشخص و آن را زیر عنوان مقالهٔ خود ذکر کنند.

مجموعهٔ چکیده‌هایی که تا تاریخ قید شده دریافت شده باشند چاپ خواهد شد و به رایگان در اختیار شرکت‌کنندگان در کنفرانس قرار خواهد گرفت.

شرکت در کنفرانس

اولویت شرکت با اعضای انجمن فیزیك است. متقاضیانی که عضو نیستند تنها در صورت فراهم بودن امکانات و به تشخیص هیئت برگزارکننده پذیرفته خواهند شد.

حق شرکت در کنفرانس برای اعضاء ۱۰۰۰ ریال و برای دیگران ۳۰۰۰ ریال است.

حق استفاده از خوابگاه برای مجردین ۲۰۰۰ ریال و برای متاهلین ۳۰۰۰ ریال است. دانشجویان در تمام موارد از تخفیف نیم بها استفاده خواهند کرد.

متقاضیان فرم درخواست شرکت در کنفرانس را پر کنند و حداکثر تا ۶۵/۳/۱۵ به آدرس دفتر کنفرانس در مشهد ارسال دارند. از پذیرفتن درخواستهایی که دیرتر از تاریخ مقرر ارسال شوند معذوریم.

برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توانید با دفتر کنفرانس فیزیك (مشهد) و یا با دبیرخانهٔ موقت انجمن فیزیك تماس بگیرید.

هیئت برگزارکننده

دبیرخانهٔ موقت انجمن فیزیك: دفتر مجلهٔ فیزیك، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، خیابان شهید بهشتی، خیابان خالد اسلامبولی، شمارهٔ ۸۵

دفتر کنفرانس فیزیك: گروه فیزیك، دانشکدهٔ علوم مشهد، تلفن ۳۳۱۴۱ و ۳۹۸۷۰، داخلی ۰۱

جمهوری اسلامی ایران
وزارت فرهنگ و آموزش عالی
اداره کل گزینش دانشجو

صبح

امتحان گزینش دانشجو برای دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی
سال تحصیلی ۶۵ـ۱۳۶۲

گروه آزمایشی
علوم ریاضی و فنی
پنجشنبه

آزمون اختصاصی
فیزیک مکانیک

مدت پاسخگویی: ۴۵ دقیقه تعداد: ۵۰ سؤال

نام و نام خانوادگی: شماره داوطلبی:

فیزیک مکانیک ـ علوم ریاضی و فنی

۶۶ـ توجه: مستطیل شماره ۱ مربوط به ردیف ۶۶ در پاسخنامه را کاملاً سیاه کنید در غیراینصورت در این ماده امتحانی غائب محسوب میشوید.

۶۷ـ متحرکی مسافتهای متوالی x و $2x$ و $3x$ را به ترتیب با سرعتهای ۷ و ۲۷ و ۳۷ طی می‌کند سرعت متوسط آن در این حرکت چند ۷ است؟

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

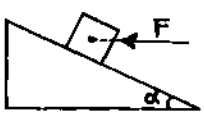
۶۸ـ معادله حرکت مستقیم‌الخطی به صورت $x = t^3 - 9/8t$ است که در آن t و x به ترتیب معرف زمان حرکت و مسافت طی شده‌اند. این حرکت ....

۱) پرتابی است ۲) دارای شتاب متغیر است ۳) متشابه‌التغییر است ۴) نوسانی است

۶۹ـ بر جسمی به جرم m_1 نیروی F_1 درمدت t_1 ثانیه و بر جسمی به جرم m_2 نیروی F_2 در مدت t_2 ثانیه وارد می‌شود. اگر مسافت‌های طی شده توسط دو جسم در مدتهای مزبور با هم برابر باشند نسبت $\frac{F_1}{F_2}$ برابر است با:

۱) $\frac{m_1 t_1}{m_2 t_2}$ ۲) $\frac{m_1 t_1^2}{m_2 t_2^2}$ ۳) $\frac{m_1 t_2}{m_2 t_1}$ ۴) $\frac{m_1 t_2^2}{m_2 t_1^2}$

۷۰ـ در شکل مقابل سطح شیبدار بدون اصطکاک و زاویه آن با سطح افق α و جرم جسم M است. نیروی افقی F چقدر باید باشد تا جسم بی حرکت بماند؟

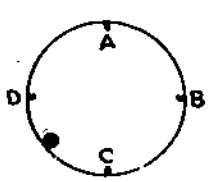


۱) $Mg \times \frac{1}{\cos\alpha}$ ۲) $Mg \times \frac{1}{\tg\alpha}$ ۳) $Mg\cos\alpha$ ۴) $Mg\tg\alpha$

۷۱ـ شخصی داخل آسانسوری روی یک نیرو سنج ایستاده است. نیروسنج وزن شخص را قبل از حرکت آسانسور ۶۲۰ نیوتن و در حال حرکت آسانسور ۶۰۰ نیوتن نشان می‌دهد. این حرکت می‌تواند:

۱) با سرعت ثابت به طرف بالا یا پائین باشد ۲) با شتاب مثبت و ثابت به طرف بالا باشد
۳) با شتاب مثبت و ثابت به طرف پائین باشد ۴) با شتاب متغیر به طرف پائین باشد

۷۲ـ اگر گلوله کوچکی بتواند مطابق‌شکل درون حلقه‌ای در سطح قائم حرکت دورانی‌کند در کدام نقطه بیشترین نیرو از طرف حلقه بر آن وارد می‌شود؟



۱) A ۲) B ۳) C ۴) D

۷۳ ـ از یک ارتفاع دو گلوله A و B به ترتیب با سرعت‌های اولیهٔ V_0 و $2V_0$ بطور افقی پرتاب می‌شوند . اگر t_A و t_B به ترتیب زمان رسیدن گلوله‌های A و B به زمین باشد نسبت $\frac{t_A}{t_B}$ برابر است با :

۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) ۱

۷۴ ـ شخصی انتهای طنابی راکه از یکدستگاه‌قرقره مرکب بدون اصطکاک میگذرد با نیروی ۲۰۰ نیوتن‌می‌کشد وآنرا ۱/۶ متر پائین می‌آورد.درنتیجه وزنهٔ مقاوم که به محور قرقره‌های متحرک وصل است ۲۰ سانتیمتر بالا می‌آید . نیروی مقاوم چند نیوتن است ؟

۱) ۱۶۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۱۶۰۰ ۴) ۲۵۰۰

۷۵ ـ در شکل مقابل وزنهٔ A به جرم ۰/۲ کیلوگرم را آزاد می‌گذاریم تا بدون سرعت اولیه شروع به حرکت کند . انرژی جنبشی دستگاه پس از ۲ متر سقوط وزنهٔ A به فرض‌ناچیزبودن‌جرم نخ‌واصطکاک‌چندژول‌است؟ $g = 10 \frac{m}{s^2}$

۱) ۰/۸ ۲) ۳/۲ ۳) ۴ ۴) ۸

۷۶ ـ وزنه‌ای به جرم ۱ کیلوگرم روی سطح شیبداری که زاویهٔ شیب آن ۳۰ درجه است بطرف بالای سطح می‌کشیم .ضریب اصطکاکوزنه با سطح ۰/۳ است . افزایش انرژی پتانسیل وزنه وقتی یکمتر روی سطح بالامی‌بریم چند ژول است ؟ $g = 9/8 \frac{m}{s^2}$

۱) ۰/۷ ۲) ۳/۴۳ ۳) ۴/۹ ۴) ۹/۸

۷۷ ـ به انتهای فنری که وزن آن ناچیز است یک بار وزنه ۲۰۰ گرمی و بار دیگر وزنه ۴۰۰ گرمی آویخته‌ایم اگرطول فنر در دو حالت به‌ترتیب ۱۲ سانتیمتر و ۱۴ سانتیمتر باشد طول‌آن بدون وزنه چند سانتیمتر است ؟

۱) ۷ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۱

۷۸ ـ چتر بازی‌با چتر باز از ارتفاع زیاد در هوای کاملا" آرام و در امتداد قائم سقوط می‌کند،حرکت او در طول مسیر چگونه است ؟

۱) ابتدا با شتاب ثابت و سپس با سرعت ثابت ۲) ابتدا با شتاب متغیر و سپس با سرعت ثابت
۳) در تمام مسیر با سرعت ثابت ۴) در تمام مسیر با شتاب ثابت

۷۹ ـ ظرفی محتوی آب روی سطح افقی قرار دارد . اگر قطعه چوبی را بر سطح آب درون ظرف شناور سازیم ، افزایش نیروی وارد بر کف ظرف برابر خواهد بود با :

۱) صفر ۲) وزن قسمتی از چوب که از آب بیرون است
۳) وزن قسمتی از چوب که در آب فرو رفته است ۴) وزن قطعه چوب

۸۰ ـ وزن جسمی در آب ۲۷ گرم نیرو و در مایعی به جرم‌حجمی ۰/۹ گرم بر سانتیمتر مکعب ۳۶ گرم نیرو می‌باشدحجم‌این‌جسم چند سانتیمترمکعب‌است ؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۹۰ ۴) ۱۲۰

۸۱ ـ در شکل مقابل نیروی ثابت $F = 50N$ جسمی به وزن ۷۵ نیوتن را روی سطح افقی بطور یکنواخت می‌کشد . ضریب اصطکاک بین جسم و سطح چقدر است ؟

۱) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ۲) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{2}{3}$

۸۲ ـ آونگ ساده‌ای بطول یک متر را 60° منحرف کرده رها می‌کنیم . نخ آونگ در لحظهٔ عبور از وضع تعادل در نقطه O که ۵۰ سانتیمتر زیر O است به میخی برخورد می‌کند . اگر مقاومت هوا ناچیز باشد زاویه انحراف در طرف دیگر آونگ چند درجه است ؟

۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) ۹۰ ۴) ۱۲۰

۸۳ ـ یک ماهواره بفاصله h از سطح زمین به دور زمین می‌چرخد اگر Re شعاع زمین و g شدت میدان جاذبه در سطح زمین باشد سرعت خطی ماهواره کدام است ؟

۱) $Re\sqrt{\frac{g}{h}}$ ۲) $\sqrt{\frac{Reg}{h}}$ ۳) $\sqrt{\frac{Reg}{Re+h}}$ ۴) $Re\sqrt{\frac{g}{Re+h}}$

۸۴ ـ سرعت زاویه‌ای یک چرخ طیار از ۱۸۰۰ دور بر دقیقه بطور یکنواخت ودر طول ۵ ثانیه کاهش یافته و به ۱۲۰۰ دور بر دقیقه میرسد . در این مدت چرخ طیار چند دور چرخیده است ؟

۱) ۵۰ ۲) ۱۲۵ ۳) ۲۵۰ ۴) ۳۰۰

۸۵ ـ برآیند کدام دسته از نیروهای زیر ممکن است صفر شود ؟ (واحد نیروها نیوتن است)

۱) ۵ ، ۳ ، ۱ ۲) ۷ ، ۴ ، ۲ ۳) ۵ ، ۴ ، ۲ ۴) ۷ ، ۳ ، ۳

۸۶ ـ سنگی را از یک نقطه بالای سطح زمین با سرعت V_0 در راستای افقی و در شرایط خلاء پرتاب می‌کنیم . در یک لحظه سرعت سنگ V و زاویه راستای سرعت با امتداد قائم θ است . در این صورت $\sin\theta$ برابر است با :

۱) $\frac{gt}{V_0}$ ۲) $\frac{V_0}{gt}$ ۳) $\frac{V}{V_0}$ ۴) $\frac{V_0}{V}$

۸۷ ـ اگر ۸ دقیقه طول بکشد تا مقدار معینی آب در فشاریک جو از $20^{\circ}C$ به نقطه جوش‌برسد چند دقیقه دیگر لازم است تا تماما" به بخار تبدیل‌شود؟ (گرمای تبخیر آب ۵۴۰ کالری بر گرم است و از اتلاف گرما صرف‌نظر می‌شود)

۱) ۲۷ ۲) ۴۰ ۳) ۵۴ ۴) ۱۰۸

۸۸ ـ دو استوانه هم‌جنس توپر از طرف قاعده روی سطح افقی قرار دارند . اگر سطح اتکاء و ارتفاع یکی از آنها به ترتیب دو برابر سطح اتکاء و ارتفاع دیگری باشد فشار وارد از استوانه بزرگتر بر زمین چند برابر فشار وارد از استوانه کوچکتر بر زمین است ؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

۸۹ ـ در داخل یک مخزن ۴ لیتر هوا با فشار ۵ آتمسفر موجود است.مقداری از هوای این مخزن را خارج می‌کنیم در نتیجه فشار آن به ۳ آتمسفرمی‌رسد. حجم هوای خارج شده از مخزن در فشار یک آتمسفر چقدر است ؟

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۲۰

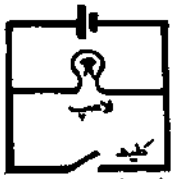
۹۰ ـ دیمانسیون گرما عبارتست از :

۱) ML^2T^{-2} ۲) ML^2T^{-2} ۳) ML^2T^{-1} ۴) MLT^{-2}

۹۱ ـ دو بار الکتریکی همنام و مساوی بفاصله d از یکدیگر قرار گرفته‌اند و با نیروی F یکدیگر را می‌رانند.این دو بار را در چه فاصله از یکدیگر باید قرار دهیم تا با نیروی $\frac{F}{2}$ یکدیگر را برانند ؟

۱) $d\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۲) $d\sqrt{2}$ ۳) $\frac{d}{2}$ ۴) $2d$

۹۲ ـ در شکل مقابل یک لامپ ۶ ولتی به دو سر یک باطری ۶ ولتی متصل است و موقعی که کلید باز است لامپ روشنائی عادی خود را دارد هر گاه کلید را ببندیم :

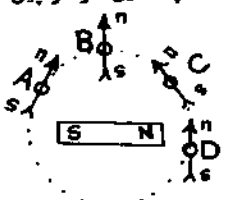


۱) روشنائی لامپ تغییر نمی‌کند
۲) روشنائی‌لامپ‌زیادترمی‌شود
۳) لامپ خاموش می‌شود
۴) لامپ می‌سوزد

۹۳ ـ دو قطب پیلی که مقاومت داخلی آن ۳ است بوسیله سیمی بمقاومت الکتریکی R بهم می‌بندیم در اینحالت اختلاف پتانسیل دو سر پیل نصف نیروی محرکه آنست . نسبت $\frac{R}{3}$ کدام است ؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

۹۴ ـ در کدام یک از چهار نقطه A و B و C و D عقربه مغناطیسی NS جهت میدان مغناطیسی اطراف‌آهن ربای NS را درست نشان می‌دهد.؟



۱) در A ۲) در B ۳) در C ۴) در D

۹۵ ـ سیمی در راستای شمال و جنوب کشیده شده است و جریانی‌از سوی شمال به جنوب از آن می‌گذرد . میدان مغناطیسی حاصل از جریان در یک نقطه بالای این سیم در کدام جهت است ؟

۱) جنوب ۲) شمال ۳)مشرق ۴) مغرب

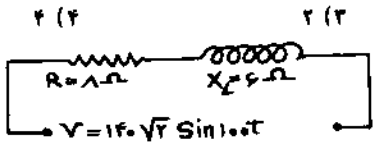
۹۶ ـ خازن مسطحی را که‌عایق آن هوا است باردار کرده از مولد جدا می‌سازیم .اگر فاصلهٔ بین صفحات آنرا دو برابر کنیم انرژی ذخیره شده درآن نسبت به حالت اول چگونه تغییر می‌یابد ؟

۱) تغییر نمی‌کند ۲) چهار برابر می‌شود ۳) دو برابر می‌شود ۴) نصف می‌شود

۹۷ ـ از سیمی بمقاومت الکتریکی ۲۵ اهم جریان متناوبی عبور می‌کند .اگر توان متوسط مصرف شده در سیم ۲۰۰ وات باشد شدت جریان‌ماکزیمم‌چند آمپر است ؟

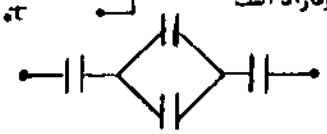
۱) $2\sqrt{2}$ ۲) $4\sqrt{2}$ ۳) ۲ ۴) ۴

۹۸ ـ با توجه به شکل مقابل اختلاف پتانسیل‌دو سر مقاومت R چند ولت است ؟



۱) ۸۰ ۲) ۸۴ ۳) ۱۱۲ ۴) ۱۴۰

۹۹ ـ در شکل زیر خازنها مشابه و ظرفیت معادل مجموعه‌آنها ۰/۴ میکروفاراد است ظرفیت هر خازن چند میکروفاراد است ؟



۱) ۰/۴ ۲) ۰/۵ ۳) ۱ ۴) ۲/۵

۱۰۰ ـ عامل ایجاد نیروی محرکه القائی در یک سیم‌پیچ کدام است ؟
۱) تغییر شار مغناطیسی در سیم پیچ ۲) عبور جریان الکتریسته از سیم پیچ
۳) عبور جریان از سیم‌پیچ و شکل هندسی آن ۴) عبور شار مغناطیسی از سیم پیچ

۱۰۱ ـ شئ کوچکی عمود بر محور اصلی آئینه محدبی به شعاع ۲۰ سانتیمتر و به فاصله ۱۵ سانتیمتر از آن قرار دارد . تصویر در چند سانتیمتری آئینه و چگونه تشکیل می‌شود ؟
۱) ۶ ، حقیقی ۲) ۶ ، مجازی ۳) ۳۰ ، حقیقی ۴) ۳۰ ، مجازی

۱۰۲ ـ نورتکرنگی به منشوری که زاویهٔ راس آن ۶۰ درجه است می‌تابد اگر زاویه‌تابش و خروجی هر کدام ۴۵ درجه باشد ضریب شکست منشورچقدر است ؟
۱) $\sqrt{3}$ ۲) $\sqrt{2}$ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

۱۰۳ ـ اگر C و λ به ترتیب سرعت انتشار و طول موج نور در هوا باشد سرعت انتشار و طول موج‌آن در محیطی به ضریب شکست n به ترتیب و از راست به چپ برابر است با :
۱) $\frac{C}{n}$ ، $n\lambda$ ۲) nC ، $n\lambda$ ۳) nC ، $\frac{\lambda}{n}$ ۴) $\frac{C}{n}$ ، $\frac{\lambda}{n}$

۱۰۴ ـ از پشت یک‌تیغهٔ‌شیشه به‌ضخامت ۹ میلی‌متر و ضریب شکست $\frac{3}{2}$ بطور عمودی به جسمی نگاه‌می‌کنیم ، جسم را درچه‌فاصله‌ازمحل‌واقعی‌خودمی‌بینیم ؟
۱) ۳ میلیمتر دورتر ۲) ۳ میلیمتر نزدیکتر ۳) ۶ میلیمتر دورتر ۴) ۶ میلیمتر نزدیکتر

۱۰۵ ـ عدسی مقعری بفاصله کانونی f از یک جسم تصویری حقیقی و بفاصله $2f$ از عدسی داده است این جسم :
۱) حقیقی و در فاصله $\frac{2}{3}f$ از عدسی است ۲) مجازی و در فاصله $\frac{2}{3}f$ از عدسی است
۳) مجازی و در فاصله $2f$ از عدسی است ۴) مجازی و در فاصله $\frac{1}{2}f$ از عدسی است

۱۰۶ ـ شخصی برای اصلاح دید چشم خود عینکی به همگرائی ۲/۵ دیوپتری بکار می‌برد چشم او :
۱) نزدیک بین و حداکثر روٴیتش ۴۰ سانتیمتر است ۲) نزدیک بین و حداقل روٴیتش ۴۰ سانتیمتر است
۳) دوربین و حداکثر روٴیتش بیشتر از ۴۰ سانتیمتر است ۴) دوربین و حداقل روٴیتش ۴۰ سانتیمتر است

۱۰۷ ـ اگر یک عدسی نازک همگرا به فاصله کانونی ۳۰ سانتیمتر را به یک عدسی واگرا به فاصله کانونی ۲۰ سانتیمتر بچسبانیم فاصله کانونی مجموع‌آنها چند سانتیمتر خواهد شد ؟ ۱) ۶۰ ـ ۲) ۱۰ ـ ۳) ۱۰ + ۴) ۶۰ +

۱۰۸ ـ روی صفحه کاغذ سفید علامتی به رنگ سبز کشیده شده است . اگر شب در نور قرمز به‌آن نگاه کنیم علامت چه رنگی دیده می‌شود ؟
۱) قیره ۲) سبز ۳) قرمز ۴) زرد

۱۰۹ ـ در آزمایش یانگ اگر طول موج نور مورد آزمایشی ۶۰۰۰ آنگستروم باشد فاصله دهمین نوار روشن از نوار مرکزی ۱۲ میلیمتر است . اگر آزمایش‌را با نور تک رنگ دیگری انجام دهیم فاصلهٔ دو نوار روشن متوالی ۱ میلی متر می‌شود طول موج این نور چند آنگستروم است ؟
۱) ۴۰۰۰ ۲) ۴۸۰۰ ۳) ۵۰۰۰ ۴) ۷۲۰۰

۱۱۰ ـ دو حرکت ارتعاشی هم امتداد بمعادلات $x_1 = 5\sin\pi t$ و $x_2 = 5\cos\pi t$ در یک نقطه با هم تداخل می‌کنند پریود حرکت این نقطه چند ثانیه است ؟
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{\pi}{2}$ ۴) π

۱۱۱ ـ اگر در یک لولهٔ صوتی بسته به هنگام تولید صوت ۳ گره وجود داشته باشد هماهنگ چندم صوت اصلی خود راتولید کرده است ؟
۱) دوم ۲) سوم ۳) پنجم ۴) هفتم

۱۱۲ ـ اگر یک ماده رادیواکتیو یک ذره بتا تابش کند عدد اتمی و عدد جرمی آن به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند ؟
۱) یک واحد زیاد می‌شود ، ثابت می‌ماند ۲) یک واحد کم می‌شود ، ثابت می‌ماند
۳) یک واحد زیاد می‌شود ، یک واحد کم می‌شود ۴) هر کدام یک واحد کم می‌شود

۱۱۳ ـ فرکانس نوسانات در مدار نوسان کننده‌ای که شامل خازن C و ظرفیت L است از کدام رابطه بدست می‌آید ؟
۱) $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{LC}$ ۲) $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ۳) $f = 2\pi\sqrt{LC}$ ۴) $f = \frac{2\pi}{\sqrt{LC}}$

۱۱۴ ـ منشاٴ کدام پرتو هستهاتم است ؟
۱) ایکس ۲) فوق بنفش ۳) گاما ۴) نورانی

۱۱۵ ـ کدام یک از عناصر زیر اگر به صورت ناخالص به بلور ژرمانیوم اضافه شود نیمه رسانای نوع N تولید می‌شود ؟
۱) ارسنیک ۲) آلومینیوم ۳) اندیم ۴) گالیم

فیزیک ـ علوم تجربی

توجه: مستطیل شماره ۲ مربوط به ردیف ۷۶ در پاسخنامه را کاملا سیاه کنید در غیر اینصورت در این ماده امتحانی غائب محسوب میشوید.

۷۶ـ

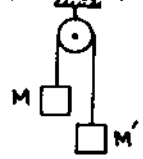
۷۷ـ سنگی با سرعت اولیه V_0 در شرایط خلاء و در امتداد قائم به طرف بالا پرتاب می‌شود اگر زمان رفت و برگشت آن به مبداء پرتاب اولیه t باشد مقدار t از کدامیک از روابط زیر حساب می‌شود ؟

۱) $\left|\frac{V_0}{2g}\right|$ ۲) $\left|\frac{2V_0}{g}\right|$ ۳) $\left|\frac{V_0^2}{2g}\right|$ ۴) $\left|\frac{2V_0^2}{g}\right|$

۷۸ـ هرگاه سرعت جسم متحرکی نصف شود کدامیک از کمیت‌های آن نصف می‌شود ؟

۱) اندازه حرکت ۲) انرژی جنبشی ۳) شتاب ۴) وزن

۷۹ـ درشکل مقابل هرگاه $M' = 2M$ و جرم نخ و قرقره و اصطکاک ناچیز باشد و دستگاه را برای حرکت آزاد بگذاریم شتاب سقوط وزنه M' چندبرابر g است ؟



۱) ۱ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{2}{3}$ ۴) $\frac{4}{3}$

۸۰ـ دیمانسیون سرعت زاویه‌ای کدام است ؟

۱) T^{-1} ۲) LT^{-1} ۳) T ۴) LT

۸۱ـ هرگاه انرژی جنبشی جسمی به جرم m که با سرعت V در حرکت است با انرژی جنبشی جسم دیگری به جرم $2m$ که با سرعت V' در حال حرکت است برابر باشد در این صورت $\frac{V}{V'}$ برابر است با :

۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۲) $\sqrt{2}$ ۳) ۱ ۴) ۲

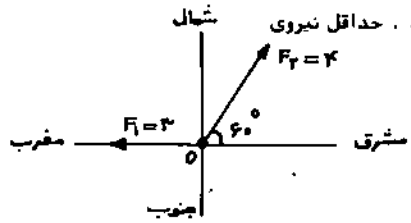
۸۲ـ اگریک سرنخی بطول l را بسنگی بجرم m ببندیم و سردیگر را در دست بگیریم و حول نقطه ثابتی به دوران درآوریم مقدار کار نیروی کشش نخ (T) در یک دور کامل چه خواهد بود ؟

۱) صفر ۲) lT ۳) πlT ۴) $2\pi lT$

۸۳ـ جسمی با سرعت اولیه ۳ متر بر ثانیه روی یک سطح افقی به حرکت در می‌آید و پس از طی مسافت ۲/۵ متر سرعت آن به یک متر بر ثانیه می‌رسد اگر $g = 10\ m/s^2$ فرض شود ضریب اصطکاک سطح کدام است ؟

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۴ ۳) ۰/۱۶ ۴) ۰/۲۵

۸۴ـ در شکل مقابل بر نقطه مادی واقع در O دو نیروی $F_1 = 3$ و $F_2 = 4$ نیوتن اثر می‌کند . حداقل نیروی لازم برای آنکه نقطه مادی به طرف شمال حرکت کند چند نیوتن و در چه امتدادی است ؟



۱) ۰/۴ و در امتداد مشرق
۲) ۱ و در امتداد مشرق
۳) ۲ و به طرف جنوب
۴) ۵ و در امتداد شمال غربی

۸۵ـ در یک ظرف استوانه‌ای شکل مقداری آب $20^\circ C$ قرار دارد اگر دمای آب به $4^\circ C$ تقلیل پیدا کند و ضریب انبساط ظرف ناچیز باشد فشار وارد برکف ظرف و ارتفاع آب درون آن چگونه تغییر می‌کنند؟

۱) فشار ثابت می‌ماند و ارتفاع کم می‌شود
۲) فشار زیاد و ارتفاع کم می‌شود
۳) هر دو ثابت می‌مانند
۴) هر دو زیاد می‌شوند

۸۶ـ دو جسم هر دو در آب به یک اندازه سبک شده‌اند . کدام یک از کمیتهای زیر در این دو جسم الزاما" برابر بوده است ؟

۱) جرم حجمی ۲) حجم ۳) وزن ظاهری در آب ۴) وزن واقعی

۸۷ـ یک قطعه چوب به حجم $300\ cm^3$ و به جرم حجمی $0/6\ gr/cm^3$ بر سطح آب شناور است اگر بخواهیم این جسم به‌حالت غوطه ور درآید باید چند گرم نیرو در امتداد قائم بسمت پائین بر آن وارد کنیم ؟

۱) ۶۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۱۸۰

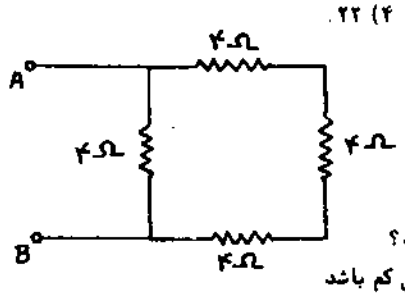
۸۸ـ معادله حرکت متحرکی در (SI) بصورت $x = 10t^2 + 20t + 30$ است شتاب حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است ؟

۱) ۱۰ ۲) ۵ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

۸۹ ـ اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد با نیروی محرکه ۶ ولت و مقاومت داخلی ۰/۲۵ اهم وقتی آن را بر یک مقاومت خارجی R ببندیم ۵/۵ ولت است مقاومت R چند اهم است ؟

۱) ۰/۵ ۲) ۲/۷۵ ۳) ۱۱ ۴) ۲۲

۹۰ ـ در شکل روبرو مقاومت معادل بین نقاط A و B چند اهم است ؟



۱) ۳
۲) ۴
۳) ۱۰
۴) ۱۶

۹۱ ـ در کدامیک از حالات زیر اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد تقریبا" برابر نیروی محرکه آن است ؟

۱) مقاومت خارجی مدار خیلی زیاد باشد
۲) مقاومت خارجی مدار خیلی کم باشد
۳) مقاومت داخلی مولد برابر مقاومت خارجی باشد
۴) مقاومت داخلی مولد خیلی زیاد باشد

۹۲ ـ خازنی بظرفیت $C = ۳\mu F$ را با خازن دیگری به ظرفیت C' طوری می‌بندیم که ظرفیت معادل مجموعه آنها دو میکرو فاراد شود C' چند میکروفاراد است و آن را چگونه به خازن اول بستیم ؟

۱) ۱ ومتوالی ۲) ۱ و موازی ۳) ۶ و متوالی ۴) ۶ و موازی

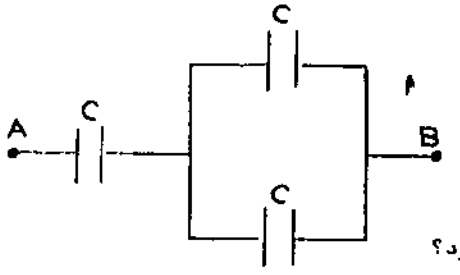
۹۳ ـ یک لامپ معمولی و یک سلف بدون مقاومت بطور متوالی در مداری بهم بسته شده‌اند و از آنها جریان متناوبی می‌گذرد . اگر اختلاف پتانسیلهای مؤثر دو سر لامپ و دو سر سلف به ترتیب ۸۰ ولت و ۶۰ ولت باشد اختلاف پتانسیل دو سر مدار چند ولت است ؟

۱) ۲۰ ۲) ۷۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۴۰

۹۴ ـ یک سیم‌پیچ به مقاومت ۱۶ اهم و ضریب خودالقائی $\frac{۱}{۴}$ هانری را وقتی که باخازنی به ظرفیت C به طور متوالی بسته اختلاف پتانسیل متناوب $v = ۱۶۰ \sin ۴۰۰t$ ببندیم ماکزیمم جریان از سیم‌پیچ می‌گذرد . اندازه C چند میکروفاراد است؟

۱) ۴ ۲) ۱۶ ۳) ۲۵ ۴) ۱۰۰

۹۵ ـ در شکل مقابل ظرفیت تمام خازن‌ها با هم برابر و هر یک C فاراد است . اگر دوسر A و B مدار را به جریان متناوبی به تواتر f ببندیم در این صورت مقاومت ظاهری مدار برابر است با :

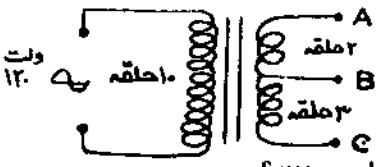


۱) $\frac{۱}{۴\pi fC}$ ۲) $\frac{۱}{۶\pi fC}$
۳) $\frac{۳}{۲\pi fC}$ ۴) $\frac{۳}{۴\pi fC}$

۹۶ ـ مقدار الکتریسیته القا شده در یک سیم پیچ با کدامیک از مقادیر زیر نسبت مستقیم دارد؟

۱) تغییر فلوی مغناطیسی
۲) زمان تغییر فلو
۳) فلوی مغناطیسی که از سیم پیچ می‌گذرد
۴) مقاومت الکتریکی سیم پیچ

۹۷ ـ در ترانسفورماتور شکل زیر اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B چند ولت است ؟

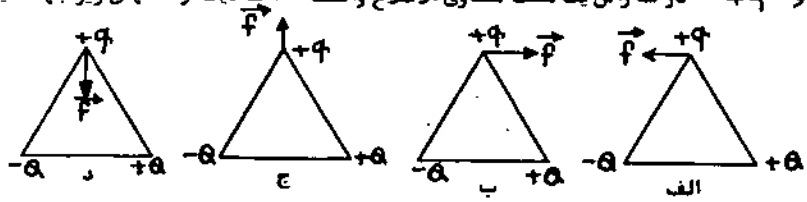


۱) ۶
۲) ۲۴
۳) ۴۰
۴) ۶۰

۹۸ ـ اگر پرتوهایی که به سطح یک آئینه مقعر می‌تابند همگرا باشند پس از بازتابش چگونه تصویری تشکیل می‌دهند ؟

۱) اصلا" تصویری تشکیل نمی‌دهند
۲) الزاما" حقیقی
۳) الزاما" مجازی
۴) ممکن است حقیقی یا مجازی باشد

۹۹ ـ سه بار نقطه‌ای $+Q$ و $-Q$ و $+q$ در سه راس یک مثلث متساوی الاضلاع واقعند . کدامیک از شکلهای زیر جهت نیروی وارد بر بار $+q$ را درست نشان می‌دهد ؟



۱) شکل الف
۲) شکل ب
۳) شکل ج
۴) شکل د

۱۰۰ ـ شخصی دو عینک دارد یکی را برای مطالعه و دیگری‌را برای دیدن اجسام‌دور بکار می‌برد نوع عدسیهای آن بترتیب از راست به چپ کدام است؟
۱) واگرا ، واگرا ۲) واگرا ، همگرا ۳) همگرا ، واگرا ۴) همگرا ، همگرا

۱۰۱ ـ فاصلهٔ کانونی عدسی واگرائی ۴۰ سانتیمتر است . اگر جسمی را به فاصلهٔ ۴۰ سانتیمتری این عدسی قرار دهیم تصویر آن چگونه تشکیل‌می‌شود؟
۱) حقیقی در فاصلهٔ ۲۰ سانتیمتری عدسی ۲) حقیقی ودر بینهایت
۳) مجازی و در بینهایت ۴) مجازی و در فاصلهٔ ۲۰ سانتیمتری عدسی

۱۰۲ ـ در آزمایش یانگ برای زیاد کردن عرض نوارهای تداخلی می‌توان :
۱) صفحه نوارها را به صفحه شکافها نزدیکتر کرد ۲) فاصله دو شکاف را زیاد کرد
۳) نور با طول موج بزرگتر بکار برد ۴) نور با طول موج کوچکتر بکار برد

۱۰۳ ـ معادله یکحرکت نوسانی در دستگاه متریک بصورت $x = \sin \pi t$ است . زمان تناوب این حرکت چند ثانیه است ؟
۱) $\frac{\pi}{2}$ ۲) π ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) ۲

۱۰۴ ـ دوآونگ ساده با طول مساوی با دامنه کم در یک مکان نوسان میکنند در لحظه‌ایکه سرعت یکی صفر است سرعت‌دیگری ماکزیمم است اختلاف فاز بین حرکت آنها چند رادیان‌است ؟
۱) $\frac{\pi}{4}$ ۲) $\frac{\pi}{10}$ ۳) $\frac{\pi}{2}$ ۴) π

۱۰۵ ـ موجی در یک محیط قابل ارتعاش بوجود می‌آوریم . اگر شدت منبع ارتعاش دو برابر شود سرعت‌انتشار موج چه تغییری می‌کند ؟
۱) تغییر نمی‌کند ۲) چهار برابر می‌شود ۳) دو برابر می‌شود ۴) نصف می‌شود

۱۰۶ ـ اگر فشار گازی سه برابر و درجه حرارت مطلق آن دو برابر شود حجم گاز چند برابر می‌شود ؟
۱) $\frac{2}{3}$ ۲) $\frac{1}{6}$ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) ۶

۱۰۷ ـ جرم حجمی یک گاز کامل :
۱) با فشار و دمای مطلق آن نسبت مستقیم دارد ۲) با فشار و دمای مطلق آن نسبت معکوس دارد
۳) بافشارآن‌نسبت‌معکوس‌وبادمای‌مطلق‌آن‌نسبت‌مستقیم‌دارد ۴) بافشارآن‌نسبت‌مستقیم‌وبادمای‌مطلق‌آن‌نسبت‌معکوس‌دارد

۱۰۸ ـ ۲۵ گرم یخ صفر درجه سلسیوس را در ۷۵ گرم آب $20^{\circ}C$ وارد می‌کنیم اگرگرمای‌نهان‌ذوب‌یخ ۸۰ کالری بر گرم و تبادل‌گرمائی‌ظرف‌ناچیزباشددمای تعادل چند درجه سلسیوس می‌شود ؟
۱) صفر ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۱۶

۱۰۹ ـ سرعت انتشار صوت در گازها به یکی از عوامل زیر بستگی ندارد . آن عامل کدام است ؟
۱) تعداد اتمهای موجود در یکمولکول گاز ۲) جنس‌گاز
۳) دما ۴) فشار

۱۱۰ ـ طول لوله صوتی بسته‌ای ۰/۹ متر و در آن ۲ گره وجود دارد . طول موج‌صوت حاصل از آن چند متر است ؟
۱) ۰/۹ ۲) ۰/۴۵ ۳) ۱/۲ ۴) ۱/۸

۱۱۱ ـ دو سیم هم جنس با قطر مقطع برابر به طولهای l_1 و l_2 دارای صوت اصلی‌هم فرکانس می‌باشند . نسبت نیروی کشش سیم اول به نیروی کشش سیم دوم‌یعنی $\frac{F_1}{F_2}$ برابر است با :
۱) $\frac{l_1}{l_2}$ ۲) $\frac{l_2}{l_1}$ ۳) $\left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2$ ۴) $\left(\frac{l_2}{l_1}\right)^2$

۱۱۲ ـ وقتی یک اتم عنصر رادیوآکتیو یک ذره α تابش می‌کند ؟ عدداتمی‌آن‌چه تغییری می کند ؟
۱) ۲ واحد زیاد می‌شود ۲) ۲ واحد کم می‌شود ۳) ۴ واحد زیاد می‌شود ۴) ۴ واحد کم می‌شود

۱۱۳ ـ قابلیت نفوذ کدام نوع اشعه بیشتر است ؟
۱) ایکس ۲) زیر قرمز ۳)کاتودیک ۴) ماورا بنفش

۱۱۴ ـ در اتم $_{28}^{60}Ni$ تعداد نوترونها در هسته چند است ؟
۱) ۲۸ ۲) ۳۲ ۳) ۶۰ ۴) ۸۸

۱۱۵ ـ شعاع‌های انحنای دو وجه یک عدسی دو کوژ هر یک ۲۰ سانتیمتر و ضریب شکست عدسی $\frac{3}{2}$ است همگرایی این عدسی چند دیوپتری است ؟
۱) ۰/۰۲۵ ۲) ۰/۰۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۵

جدول پاسخ به آزمون اختصاصی فیزیک مکانیک: گروه آزمایشی: علوم ریاضی وفنی

شماره تست	جواب					شماره تست	جواب				
	۱	۲	۳	۴							
۱			×			۳۷					×
۲		×				۳۸		×			
۳				×		۳۹		×			
۴				×		۴۰	×				
۵			×			۴۱	×				
۶			×			۴۲	×				
۷			×			۴۳			×		
۸			×			۴۴		×			
۹			×			۴۵			×		
۱۰			×			۴۶	×				
۱۱			×			۴۷		×			
۱۲		×				۴۸			×		
۱۳				×		۴۹	×				
۱۴			×			۵۰					×
۱۵		×									
۱۶			×								
۱۷				×							
۱۸		×									
۱۹			×								
۲۰				×							
۲۱			×								
۲۲			×								
۲۳		×									
۲۴		×									
۲۵		×									
۲۶			×								
۲۷		×									
۲۸			×								
۲۹			×								
۳۰			×								
۳۱			×								
۳۲			×								
۳۳			×								
۳۴	×										
۳۵		×									
۳۶		×									

جدول پاسخ به آزمون اختصاصی فیزیک مکانیک گروه آزمایشی علوم تجربی

شماره تست	جواب			
	۱	۲	۳	۴
۱		×		
۲	×			
۳		×		
۴	×			
۵	×			
۶	×			
۷		×		
۸		×		
۹	×			
۱۰		×		
۱۱		×		
۱۲	×			
۱۳		×		
۱۴	×			
۱۵	×			
۱۶	×			
۱۷		×		
۱۸		×		
۱۹		×		
۲۰		×		
۲۱		×		
۲۲		×		
۲۳		×		
۲۴		×		
۲۵		×		
۲۶		×		
۲۷		×		
۲۸		×		
۲۹		×		
۳۰		×		
۳۱		×		
۳۲		×		
۳۳		×		
۳۴		×		
۳۵		×		
۳۶		×		

۱۹				×	۲۱۵	×			×
۲۰	×				۲۱۶				×
۲۱		×			۲۱۷			×	
۲۲		×			۲۱۸			×	
۲۳	×				۲۱۹			×	
۲۴			×		۲۲۰				×
۲۵				×	۲۲۱	×			×
۲۶			×		۲۲۲		×		×
۲۷				×	۲۲۳	×			
۲۸					۲۲۴		×		
۲۹	×				۲۲۵		×		
۳۰	×				۲۲۶		×		
۳۱				×	۲۲۷	×			
۳۲	×				۲۲۸				×
۳۳					۲۲۹	×			
۳۴					۲۳۰		×		

شماره تست آزمون مرحله اول ۶۴-۶۳	جواب			
	۱	۲	۳	۴
۳۵		×		
۳۶			×	
۳۷	×			
۳۸			×	
۳۹		×		
۲۱۱			×	
۲۱۲		×		
۲۱۳		×		
۲۱۴			×	
۲۱۵			×	
۲۱۶				×
۲۱۷		×		
۲۱۸	×			
۲۱۹		×		
۲۲۰	×			
۲۲۱			×	
۲۲۲			×	
۲۲۳				×
۲۲۴			×	
۲۲۵				×
۲۲۶			×	
۲۲۷	×			
۲۲۸	×			
۲۲۹			×	

پاسخ تستهای فیزیک و مکانیک مجله رشد آموزش فیزیک شماره ۲

شماره تست آزمون تجربی ۶۳-۶۳	جواب			
	۱	۲	۳	۴
۲۰۵			×	
۲۰۶		×		
۲۰۷			×	
۲۰۸		×		
۲۰۹			×	
۲۱۰	×			
۲۱۱				×
۲۱۲		×		
۲۱۳			×	
۲۱۴	×			

۲۳۰			×			۲۴۰			×	
۲۳۱			×			۲۴۱			×	
۲۳۲			×			۲۴۲	×			
۲۳۳				×		۲۴۳			×	
۲۳۴		×				۲۴۴		×		
۲۳۵			×			۲۴۵			×	
۲۳۶				×		۲۴۶			×	
۲۳۷	×					۲۴۷	×			
۲۳۸				×						
۲۳۹		×								
۲۴۰	×									

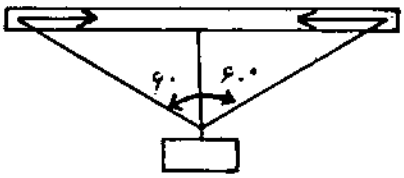
پاسخ تستهای فیزیک و مکانیک مجله رشد آموزش فیزیک شماره ۲

شماره تست آزمون فیزیک مکانیک ۶۲-۶۳	جواب					شماره تست آزمون فیزیک مکانیک ۶۲-۶۳	جواب			
	۱	۲	۳	۴			۱	۲	۳	۴
۲۱۶				×		۲۴۸	×			
۲۱۷				×		۲۴۹				×
۲۱۸				×		۲۵۰			×	
۲۱۹			×			۲۵۱				×
۲۲۰		×				۲۵۲	×			
۲۲۱		×				۲۵۳				×
۲۲۲			×			۲۵۴			×	
۲۲۳				×		۲۵۵	×			
۲۲۴	×					گروه تجربی ۶۳-۶۴	جواب			
۲۲۵			×							
۲۲۶	×					۱۲۶	×			
۲۲۷		×				۱۲۷		×		
۲۲۸		×				۱۲۸		×		
۲۲۹				×		۱۲۹				×
۲۳۰			×			۱۳۰				×
۲۳۱			×			۱۳۱			×	
۲۳۲				×		۱۳۲	×			
۲۳۳				×		۱۳۳			×	
۲۳۴	×					۱۳۴			×	
۲۳۵			×			۱۳۵		×		
۲۳۶	×					۱۳۶			×	
۲۳۷			×			۱۳۷	×			
۲۳۸				×		۱۳۸				×
۲۳۹				×						

پاسخ تستهای فیزیک و مکانیک مجله رشد آموزش فیزیک
شماره ۲

شماره تست آزمون تجربی ۶۳-۶۴	جواب				شماره تست آزمون ۶۳-۶۴	جواب			
	۱	۲	۳	۴		۱	۲	۳	۴
۱۳۹		×			۲۲۲	×			
۱۴۰			×		۲۲۳		×		
۱۴۱		×			۲۲۴			×	
۱۴۲				×	۲۲۵			×	
۱۴۳	×				۲۲۶	×			
۱۴۴		×			۲۲۷		×		
۱۴۵	×				۲۲۸		×		
۱۴۶	×				۲۲۹				×
۱۴۷	×				۲۳۰		×		
۱۴۸			×		۲۳۱		×		
۱۴۹			×		۲۳۲		×		
۱۵۰				×	۲۳۳			×	
۱۵۱				×	۲۳۴	×			
۱۵۲				×	۲۳۵				×
۱۵۳		×			۲۳۶		×		
۱۵۴			×		۲۳۷				×
۱۵۵	×				۲۳۸		×		
۱۵۶	×				۲۳۹				×
۱۵۷		×			۲۴۰		×		
۱۵۸			×		۲۴۱	×			
۱۵۹				×	۲۴۲		×		
۱۶۰			×		۲۴۳	×			
۱۶۱				×	۲۴۴			×	
۱۶۲		×			۲۴۵	×			
۱۶۳			×		۲۴۶		×		
۱۶۴	×				۲۴۷			×	
۱۶۵		×			۲۴۸	×			
ریاضی فیزیک ۶۳-۶۴					۲۴۹		×		
۲۱۶				×	۲۵۰		×		
۲۱۷	×				۲۵۱			×	
۲۱۸		×			۲۵۲		×		
۲۱۹				×	۲۵۳		×		
۲۲۰			×		۲۵۴		×		
۲۲۱		×			۲۵۵			×	

فهرست اصلاحات تست‌های مندرج در مجله شماره ۲

شماره تست	صفحه	صورت یا جواب تست تصحیح شده
۲۰۹	۴۳	۱) $\frac{۱}{۱۶}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$
۲۱۰	۴۳	۱) $\frac{\text{وات}}{\text{مترمربع}}$
۲۲۰	۴۷	$\lambda_۲ = \frac{\lambda_۱}{۲}$
۲۲۶	۴۷	۱) ۳۰ ۲) ۴۲ ۳) ۴۵ ۴) ۶۰
۲۴۰	۴۸	$^{۳۵}_{۱۷}Cl$
۲۱۷	۴۹	سطر سوم نسبت $\frac{g_۱}{g_۲}$ جواب ۴) $(\frac{r_۲}{r_۱})^۲$
۲۱۹	۴۹	۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$ ۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ ۳) ۱ ۴) $\sqrt{۳}$
۲۲۱	۴۹	شدت میدان جاذبه زمین $\frac{۱}{۲۵}$ مقداز آن در سطح کره زمین است
۲۲۴	۴۹	توپ ساکنی به جرم M و جوابها ۲) $\frac{MV}{۲\Delta t}$ ۴) $\frac{۱}{۲} mV\Delta t$
۲۲۶	۴۹	سطر سوم: عرض هر پله L باشد
۲۳۰	۵۰	
۲۴۰	۵۱	۱) ۰°C و ۲۷۳K- ۲) ۰°K و ۲۷۳°C ۳) ۰°C و ۲۷۳K ۴) ۱۰۰°C و ۲۷۳°K
۲۴۱	۵۲	۱) $\frac{۱}{۲}FV$ ۲) F.V ۳) $\frac{۱}{۲}\frac{F.V}{t}$ ۴) $\frac{F.V}{t}$
۲۴۹	۵۲	اگر سرعت نور در شیشه $۲ \times ۱۰^۸ m/s$ ۳) $\frac{۳}{۲} \times ۱۰^۸ m/s$ ۴) $\frac{۹}{۴} \times ۱۰^۸ m/s$
۲۵۵	۵۳	۳) In.
۱۳۱	۵۴	۲) $\frac{V\sqrt{۲}}{۲}$
۱۳۷	۵۴	سطر چهارم $\frac{L_۱}{L_۲}$ جواب ۲) $\frac{L_۱}{L_۲}$
۲۲۷	۶۱	سطر دوم با سرعت V شلیک می‌شود تفنگ با چه سرعتی (در سؤال اصلی سازمان‌سنجش هم تفنگ نوشته)
۲۳۲	۶۲	۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) ۲
۲۴۴	۶۳	۱) ۱ ۲) $\sqrt{۲}$ ۳) ۲ ۴) $۲\sqrt{۲}$
۲۴۸	۶۳	۲) $\frac{U_۱}{۲}$ در شکل سیم بالای اتصال $U_۱$ به نقطه C وسط سیم‌پیچها یعنی بین سیم چهارم و پنجم وصل باشد.

اطلاعیه

دربارهٔ نشریات رشد آموزش تخصصی

مجلات رشد آموزش مواد درسی مدارس کشور نشریاتی است که از سوی گروههای درسی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش با همکاری دفتر امور کمک آموزشی هر سه ماه یکبار ــ چهار شماره در سال ــ منتشر می‌شود.

این نشریات در حال حاضر عبارتند از:

۱ ــ رشد آموزش ریاضی
۲ ــ رشد آموزش زبان
۳ ــ رشد آموزش شیمی
۴ ــ رشد آموزش فیزیک
۵ ــ رشد آموزش زمین‌شناسی
۶ ــ رشد آموزش ادب فارسی
۷ ــ رشد آموزش جغرافیا
۸ ــ رشد آموزش زیست‌شناسی

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

دبیران، دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و سایر علاقه‌مندان به اشتراک این مجلات می‌توانند جهت اشتراک هر چهار شماره از یک مجله در سال مبلغ ۴۰۰ ریال به حساب ۹۲۹ خزانهٔ بانک مرکزی ــ قابل پرداخت در کلیهٔ شعب بانک ملی ــ واریز و فیش آن را همراه با فرم تکمیل شدهٔ زیر به نشانی تهران، صندوق پستی شماره ۱۵۸۷۵/۳۳۳۱ دفتر امور کمک آموزشی ــ مرکز توزیع ارسال دارند. شماره تلفن مرکز توزیع: ۸۳۱۴۸۱

محل فروش آزاد

الف ــ تهران:

۱ ــ کتابفروشی شهید سیدکاظم موسوی ــ اول خیابان ایرانشهر شمالی.
۲ ــ فروشگاه انتشارات رشد ــ خیابان انقلاب بین ولی‌عصر و کالج.
۳ ــ مرکز نشر دانشگاهی ــ نمایشگاه دائمی کتاب.
۴ ــ نمایشگاه دائمی کتاب کودک ــ روبروی دانشگاه تهران.
۵ ــ کتابفروشی صفا ــ روبروی دانشگاه تهران.
۶ ــ کیوسکهای معتبر مطبوعات

ب ــ شهرستانها:

۱ ــ باختران ــ کتابفروشی دانشمند ــ خیابان مدرس پاساژ ارم.
۲ ــ آذربایجان شرقی (تبریز) ــ مطبوعاتی ملازاده.
۳ ــ آذربایجان غربی (ارومیه) ــ مطبوعاتی زینال‌پور.
۴ ــ اصفهان ــ کتابفروشی مهرگان و کتابفروشی جنگل.
۵ ــ مازندران (ساری) هماهنگی گروههای آموزشی استان.
۶ ــ کرمان ــ پارک مطهری ــ فرهنگسرای زمین.
۷ ــ خرم‌آباد ــ خیابان شهدای شرقی. کتابفروشی آسیا

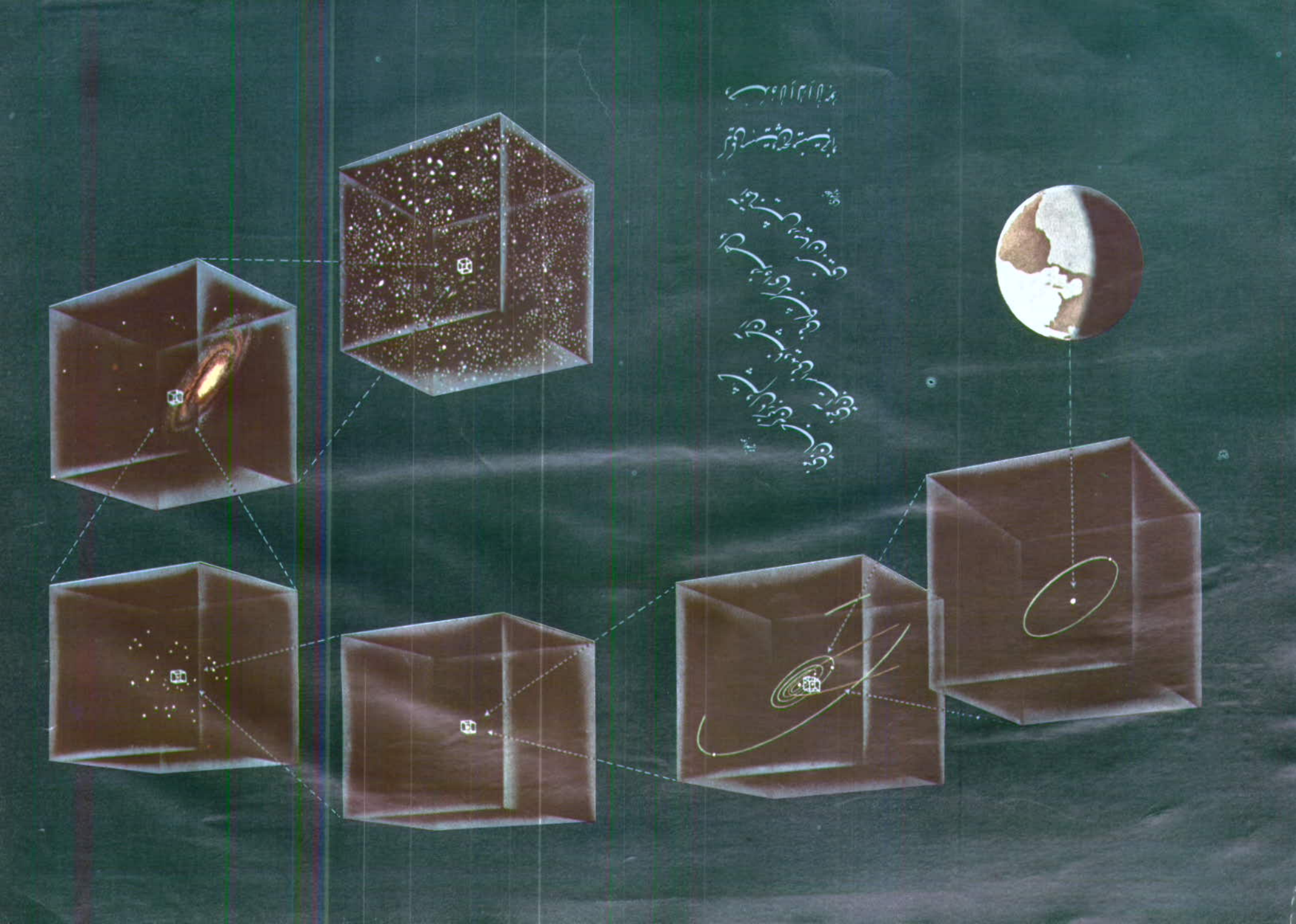
توجه، دانشجویان مراکز تربیت معلم می‌توانند با ارسال فتوکپی کارت تحصیلی از ۵۰٪ تخفیف برخوردار شوند.

فرم اشتراک مجلات رشد تخصصی

اینجانب ..... با ارسال فیش واریز مبلغ ۴۰۰ ریال، متقاضی اشتراک یکسالهٔ مجلهٔ رشد آموزش ..... هستم.

نشانی دقیق متقاضی: استان ..... شهرستان ..... خیابان .....

کوچهٔ ..... پلاک ..... تلفن .....



رشد آموزش زیست شناسی
برای دبیران زیست شناسی و دانشجویان
دانشگاه‌ها و مراکز تربیت معلم و برای
همهٔ علاقه‌مندان علوم زیستی

فصلنامهٔ تعلیم و تربیت
نشریه‌ای علمی برای محققان و کارشناسان و
مسئولان تعلیم و تربیت کشور.