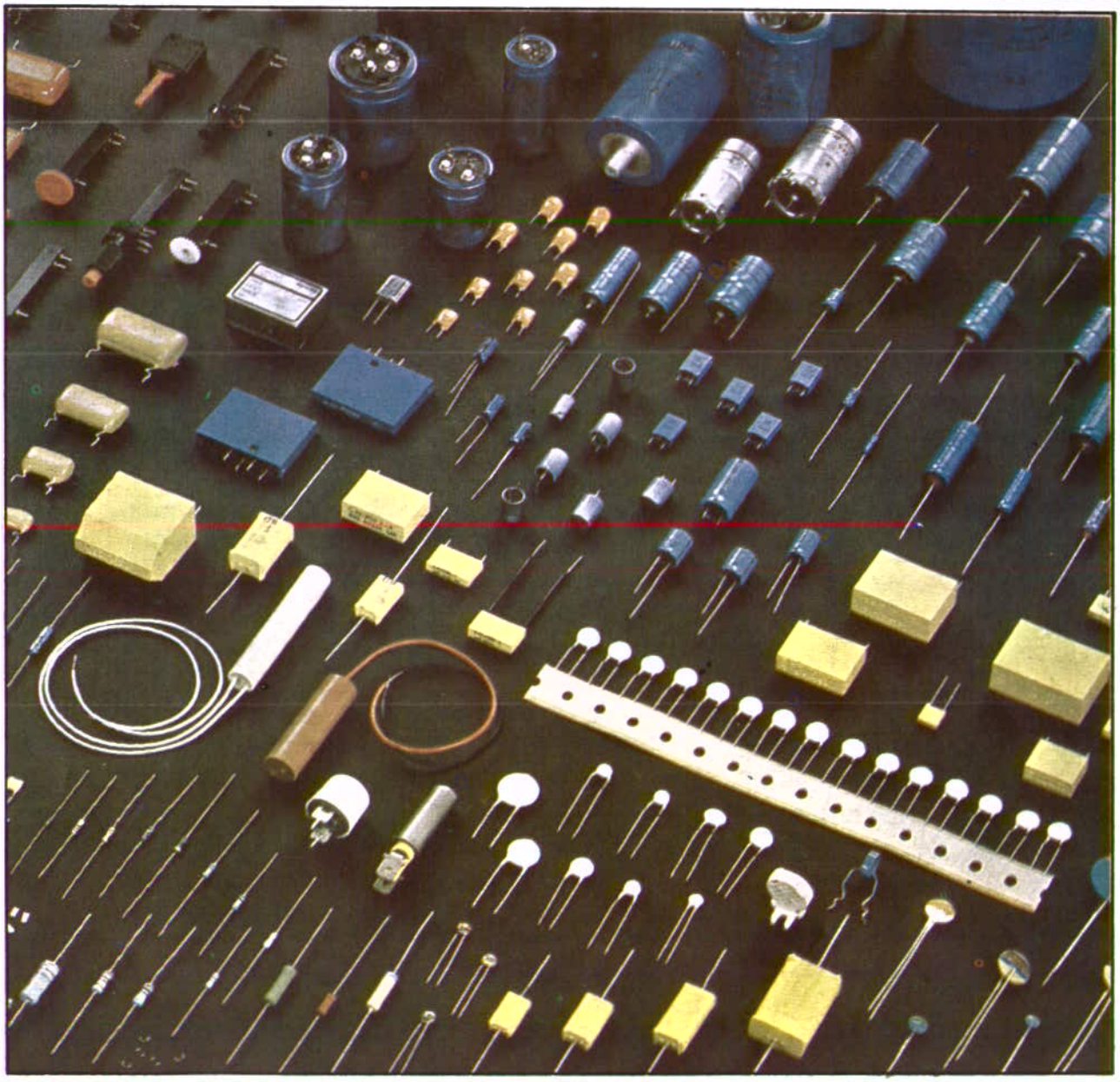
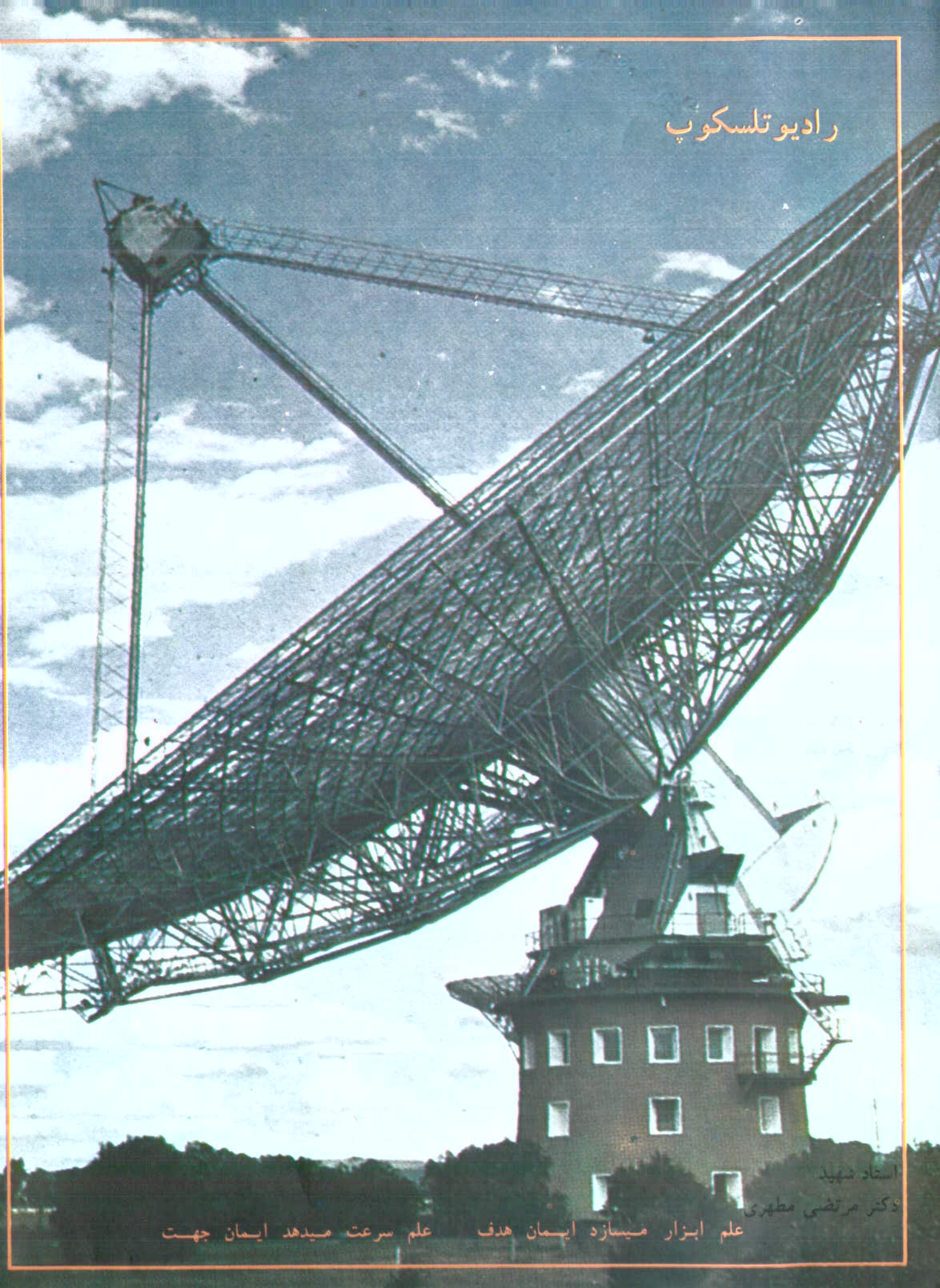
رشد آموزش فیزیک

سال اوّل ـ شماره ۴ ـ زمستان ۱۳۶۴ بها: ۱۰۰ ریال





استاد شهید
دکتر مرتضی مطهری

علم ابزار میسازد ایمان هدف علم سرعت میدهد ایمان جهت

رشد آموزش فیزیک

سال اول ــ شماره ۴ ــ زمستان ۱۳۶۴

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

نشانی: خیابان ایرانشهر شمالی ساختمان شمارهٔ ۴ ــ

تلفن توزیع ۸۳۱۴۸۱

سردبیر: اصغر لطفی

تولید: واحد مجلات رشد تخصصی

صفحه آرا: خالد قهرمانی

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

سرمقاله ۳

ــ خاطراتی درباره کارهای آزمایشگاهی ۴

کمال‌الدین جناب ــ از دانشگاه تهران

ــ آزمایشی ظریف درباره تعادل مکانیکی ۶

ابوالقاسم قلمسیاه ــ از دانشگاه تهران

ــ درآمدی بر نسبیت خاص ۸

رضا منصوری ــ از دانشگاه صنعتی شریف

ــ پلاسما و کاربرد آن ۱۲

مسعود نراقی ــ از سازمان انرژی اتمی

ــ ترانزیستور ۱۶

اصغر لطفی ــ از دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی

ــ قانون سوم کپلر و قوانین حاصل از آن ۲۲

جمشید کامجو ــ از دانشگاه علامه طباطبائی

ــ چهار واژه ۲۶

سید جعفر مهرداد ــ دبیر دبیرستانهای تهران

ــ تغییرات اعمال شده در کتب درسی چاپ ۱۳۶۴ ۲۸

ــ داستان بارومتر ۶۹

مرتضی خلخالی

ــ اخبار علمی و فرهنگی ۷۰

ــ نگاهی به حرکت پرتابی از دیدی دیگر ۷۲

ترجمه صیّاد رزمکن از شیراز

ــ همکاری دانشمندان ۷۳

بسم الله الرحمن الرحیم

سرمقاله

به مناسبت تشکیل کنفرانس فیزیک ایران در دانشگاه فردوسی «مشهد»

پیوسته بر آنیم عمری که میگذرانیم بیهوده صرف نشود، سُخنی که میگوییم شنونده را فایده رساند خطی که مینگاریم خواننده را به سوی هدفی رهنمون کرده و وی را خُرسند سازد. بالاخره برآنیم هر قدمی که برمیداریم راهروان خادم و مخلصی را رهگشا باشیم.

آنچه که بعنوان وظیفه انجام میدهیم به خاطر حال و آینده نوباوگان و جوانان این کشور اسلامی انقلابی است. در نهایت آنچه که در انجامش کوشا هستیم بخاطر نیل به اهداف علمی و فنی نهاد آموزشی و پرورشی کشور است. یکی از راه‌های دریافت توانایی بیشتر برای انجام هرچه بهتر این وظیفه خطیر استفاده صحیح و بجا از منابع و ماخذ معتبر و توجه دقیق به تجربیات گوناگون موجود در جهان است.

آنچه را که با گوش جان میشنویم نصایح و راهنمایی‌ها و انتقادات و تذکرات آشنایان و آگاهان و صاحبنظران مسایل آموزشی و پرورشی است.

پیامها، نامه‌ها، بیانات حضوری، کلامهای تلفنی همه و همه از محبت بیدریغ شما سروران ارجمند در جهت سازندگی و هدایت ما برای انجام کار بهتر و در سوی رساندن محصول، به جایگاه برتری حکایت میکند.

از طرفی هرآنچه که انجام گرفته و میگیرد حاکی از وجود گوش‌های شنوا و دل‌های درد آشنا و تلاش‌های صادقانه و بیگیر همکاران ارجمند ما در گروه فیزیک است.

نظر باینکه این شمارهٔ مجله قبل یا همزمان با تشکیل کنفرانس فیزیک ایران چاپ و منتشر خواهد شد، کنفرانس را بهانه قرار داده بدینوسیله مسئولین ارجمند، اعضای محترم و تمامی شرکت کنندگان در این کنفرانس را مخاطب قرار میدهیم و با احترام میگوییم، خواهران و برادرانی که مسئولیت برنامه‌ریزی و آموزش فیزیک دوره عالی کشور را بر دوش دارید، یقیناً بر این مسأله بزرگ واقفید که استخوان‌بندی مطالب علمی، نحوهٔ فکر کردن، به علم علاقمند شدن،

بقیه در صفحه ۳۱

خاطراتی درباره کارهای آزمایشگاهی

کمال‌الدین جناب ــ دانشگاه تهران

چندی قبل با دانش‌آموزی که در کلاس پنجم دبستان تحصیل میکند درباره وضع تحصیلی او صحبت میکردیم. معدل او در امتحانات ثلث اول حدود ۱۹ بود و از دروس مختلف هر سئوالی میکردم به خوبی از عهده جواب برمیامد. ضرب و تقسیم اعداد اعشاری را صحیح انجام میداد. معمولاً از کلاس سوم ابتدائی مسائلی درباره پیدا کردن سطح مستطیل از روی ابعاد حل میکنند. پرسیدم میتوانی سطح یک قالیچه را پیدا کنی جواب داد میتوانم. یک‌متر نواری بطول ۱/۵ متر در اختیار او گذاردم و قالیچه‌ای به او نشان دادم طول قالیچه ۲/۰۸ متر بود نتوانست این طول را صحیح پیدا کند. بعلت نداشتن تجربه نتوانست صفر متر را در کناره قالیچه ثابت نگهدارد و مانع لغزش متر روی قالیچه بشود و مازاد بر ۱/۵ متر را صحیح نخواند ولی با مختصر راهنمائی خیلی خوشحال شد. سطح یک قالیچه دیگر را به آسانی و صحیح اندازه گرفت و از نتیجه کارش خوشوقت شد. این دانش‌آموز وزنه کیلوگرم و پانصد گرم را نمی‌شناخت چه رسد به اینکه بتواند با ترازو چیزی را توزین کند.

تعدادی اسکناس و سکه‌های مختلف در اختیارش قرار دادم و از او خواستم مبلغی معین را کنار بگذارد این کار مدت زیادی طول کشید و موفق نشد ولی پس از راهنمائی و تمرین و تکرار همین سئوال موفق شد تقریباً با سرعت عادی این کار را انجام دهد. سالها قبل برای بازدید یک دبستان به همراه چند نفر دعوت شده بودیم، نخست ما را به یک کلاس که گویا سوم ابتدائی بود راهنمائی کردند. هنگامیکه وارد کلاس شدیم دانش‌آموزان برای ادای احترام سرپا ایستادند و مبصر برطبق مرسوم آن موقع مختصر گزارش داد. و ضمن آن تعداد کل دانش‌آموزان و تعداد غایبین را ذکر کرد. سپس دانش‌آموزان نشستند. من نزد مبصر رفتم و نام او را پرسیدم و تعداد دانش‌آموزان حاضر در کلاس را جویا شدم از دادن پاسخ عاجز ماند. شاید بعلت غافلگیری توجه نداشت که با عمل ساده تفریق جواب را پیدا کند. از او خواستم تعداد دانش‌آموزان حاضر در کلاس را بشمارد پس از دو دفعه شمردن عددی گفت که یکنفر کمتر از تعداد صحیح بود. از دانش‌آموز دیگری همین سئوال را تکرار کردم او هم ضمن شمارش دچار همان اشتباه مبصر شده بود. در این احوال وضع رسمی کلاس تغییر کرده بود و دانش‌آموزان کنجکاو مشغول شمارش بودند. یکنفر انگشت بلند کرد و جواب صحیح داد معلوم شد آن دو نفر اول در شمارش خود را فراموش کرده بودند.

متوجه کردن دانش‌آموزان به واقعیتها و دنیای خارج از کتاب نباید تنها برعهده مستصدیان آموزش باشد بلکه اولیای دانش‌آموزان نیز باید همکاری کنند و این امر از لحاظ بالا بردن سطح دانش دانش‌آموزان و تحریک حس کنجکاوی و افزایش علاقمندی به فرا گرفتن معلومات جدید اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد.

البته معلمین ورزیده و باحوصله و علاقمند به انجام‌وظیفه در این زمینه میتوانند خدمت شایان بنمایند. و انجام این امر بنحو مطلوب مستلزم تحمل زحمت فوق‌العاده است.

قبل از اینکه مقاطع تحصیلی به صورت کنونی مقرر گردد با انجمنی از معلمین تجربی همکاری داشتم روزی با یکی از معلمین فیزیک قرار گذاردیم ساعتی برای انجام آزمایشهای فیزیک در یک کلاس سیکل اول در یکی از دبیرستانها که ایشان تدریس میکردند همکاری کنیم. اتفاقاً در آن دبیرستان وسائل محدودی برای انجام آزمایشها موجود بود ولی آزمایشگاه نداشتند. در کلاس بعلت محدود بودن جا انجام منظور ممکن نبود. به ناچار قرار شد از سالن مدرسه استفاده کنیم. برطبق قرار قبلی همکارمان از وسائل موجود برای اندازه‌گیری، از قبیل متر ــ کولیس ــ دماسنج ــ ترازو ــ عدسی و غیره آماده کرده بود که حدود ۴۰ نفر دانش‌آموزان در گروه‌های چهار نفری آزمایشهای معین را انجام دهند ــ ما دو نفر گروهها را راهنمائی میکردیم و آزمایشها را شرح میدادیم و اشکالات آنها را برطرف میکردیم. غوغائی بود. دانش‌آموزان با یکدیگر صحبت میکردند، از ما سئوال میکردند. شاید در یک زمان صدای صحبت حدود ۲۰ نفر در فضای سالن شنیده میشد.

آقای دبیر برای این یک جلسه کار شاید دو ساعت قبلاً بمنظور آماده کردن وسائل زحمت کشیده بود و یکساعت هم برای جمع کردن و بایگانی آنها. دبیرستان متصدی آزمایشگاه نداشت و آقای دبیر مجبور بود تنها همه چیز را آماده کند. البته صرف وقت اضافه بر ساعات مقرر تدریس بود و این خدمت بیشتر بمنظور همکاری با تشکیلات معلمین تجربی انجام میگرفت. آقای دبیر از مشاهده علاقمندی دانش‌آموزان و بازده فوق‌العاده کار اظهار

رضایت میکرد.

در آن زمان انجام کارهای عملی در آزمایشگاه فقط در بعضی مدارس خصوصی امکان‌پذیر بود زیرا مسئولین سعید به رعایت همه مقررات اداری نبودند و میتوانستند با گماردن افراد وارد و جبران زحمات آنان کارهای آزمایشگاهی را تا حدّی انجام دهند. هنگامیکه در یک دبستان به عضویت انجمن خانه و مدرسه انتخاب شده بودم لازم دیدم ساعتی برای انجام آزمایشهای نمایشی در کلاس ششم ابتدائی اقدام کنم. هیچ وسیله‌ای در دبستان برای این منظور موجود نبود. مقداری وسائل از قبیل، قطب‌نما ــ آهن‌ربا ــ چراغ الکلی ــ لوله آزمایش ــ دماسنج ــ و دماسنج طبی ــ قطعات سنگهای معدنی و فسیل و مقداری گل و غیره تهیه کردم و ساعت موعود در دبستان حاضر شدم. نظرم هست که سنگها را از دست یکدیگر با کشمکش میگرفتند که تماشا کنند. درباره دو نوع الکتریسیته ــ قطب‌های آهن‌ربا ــ انتقال گرما و غیره آزمایشهائی انجام دادم ــ آزمایشی که برای آنها بسیار جالب و آموزنده بود بدین طریق انجام دادم:

نخست سئوال کردم آیا ممکن است در یک ظرف کوچک آب جوشان و یخ باهم وجود داشته باشند همه گفتند ممکن نیست. در یک لوله امتحان قدری یخ ریختم و مقداری آب که یخ در سطح آب جمع شد. بعد ته لوله را روی شعله گرفتم آب گرم شد و یخ هم آب شد و بتدریج آب جوش آمد. سپس آب لوله امتحان را خالی کردم و دوباره مقداری آب و یخ در لوله ریختم و با یک قطعه سیم کلفت که انتهای آن بصورت حلقه بود یخ‌ها را در ته لوله امتحان نگهداشتم و لوله را که با گیره چوبی گرفته بودم بنحوی بالای شعله نگه داشتم که شعله محاذی سطح آب باشد پس از مدت کوتاهی آب در سطح به جوش آمد در حالیکه یخ در ته لوله باقی مانده بود. دانش‌آموزان متوجه شدند که آب رسانای گرما نیست. و گرمای سطح آب به عمق آب نمیتواند انتقال پیدا کند و در حالت اول که ته لوله روی شعله بود آب گرم بعلت انبساط و کم شدن چگالی به بالا منتقل میگردد و یخ را آب میکند.

پس از خاتمه کلاس قیافه دانش‌آموزان فوق‌العاده جالب بود. دور میز جمع شدند سئوال میکردند. کنجکاو شده بودند و درخواست کردند این قبیل جلسات تکرار شود. بعلت محدود بودن فرصت من و جای کار، آزمایشها نمایشی بود فقط سنگها و فسیل‌ها دست بدست میگشت و تعدادی گل را برای دیدن گلبرگ و کاسبرگ و پرچم و مادگی خودشان برای یکدیگر شرح میدادند. شاید این برنامه حدود دو ساعت طول کشید و معادل ساعتها کنفرانس و تدریس برای آنها آموزنده بود.

از یک دانش‌آموز کلاس پنج ابتدائی پرسیدم میکروسکپ دیده‌ای پاسخ داد نه پرسیدم چگونه اسبابی است پاسخ داد اسبابی است که با آن میکروب را میبینند. در شرایط فعلی و محدودیتهای مختلف نباید انتظار داشت هر دبستان میکروسکپ داشته باشد در بعضی از مؤسسات آموزشی میکروسکپ در انبار یا اطاقکی به اسم آزمایشگاه ممکن است خاک بخورد یا در عرض سال فقط چند ساعت از آن استفاده شود با یک برنامه‌ریزی مناسب میتوان از وسائل نسبتاً گرانقیمت به شکل سیار در عده‌ای از آموزشگاه‌ها استفاده کرد.

در یک بخش فرهنگی میتوان بعنوان آزمایش یکنفر از معلمین سابقه‌دار کارآزموده را برای راهنمائی و نظارت در کارهای عملی دبستانها و کلاسهای راهنمائی آن بخش تعیین کرد. و هر چند ماه یک جلسه از معلمین یک کلاس معین از آموزشگاههای آن بخش در محلی تشکیل داد و در خصوص تجربیات و اشکالات و کیفیت رفع آنها مشورت و تعاطی افکار نمود و به تدریج نحوه عمل مناسب در آموزشگاههای دیگر به مورد اجراء درآید. در کلاسهای دبستانی بکمک متر و ترازو و پیمانه و دماسنج و قطب‌نما و ساعت ابعاد کلاس و حیاط و طول قامت دانش‌آموزان، وزن قطعه سنگ، گنجایش یک ظرف دمای اطاق، دمای بدن با دماسنج طبی جهات اصلی ــ تعداد تنفس و ضربان نبض در دقیقه و غیره کارهای عملی است که دانش‌آموزان میتوانند انجام دهند.

تهیه وسائل ساده در دبستانها اگر از طریق اداری بعلت محدود بودن بودجه مقدور نباشد از محل عوائد انجمنهای اولیا و مربیان ممکن است تأمین گردد. در شرایط کنونی در دبستانها و دوره راهنمائی بعلت کمی سن دانش‌آموزان باید کارهای عملی در آموزشگاه مربوط انجام گیرد ولی برای دوره‌های بعد از راهنمائی ممکن است کارهای عملی در محل مناسب خارج از آموزشگاه به مورد اجراء درآید.

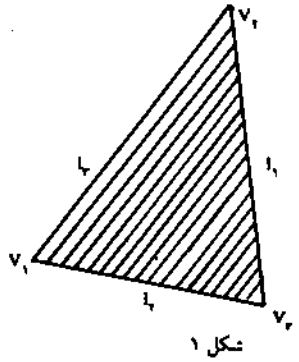
در دبیرستانهائی که دوره علوم تجربی دارند در صورتیکه بعلت محدود بودن بودجه یا نداشتن محلّ نتوانند آزمایشگاه مجهز داشته باشند ممکن است در هر بخش برای مجموعه‌ای از آموزشگاهها مرکزی برای آزمایشگاه‌های مربوط به علوم تجربی دائر کرده و به نوبت دانش‌آموزان هر آموزشگاه برطبق برنامه معین هر دفعه نصف روز برای دو جلسه کار در محل حاضر شوند. بسیاری از معلمین زحمت طاقت‌فرسا برای آموزش نوجوانان متحمل میشوند و نباید انتظار داشت برای آماده کردن وسائل و انجام کارهای عملی وقت فوق‌العاده صرف کنند. شایسته است اولیای آموزش و پرورش در جلساتی با آنان مشورت کنند و برای تأمین منظور و رفع مشکلات توجه لازم مبذول دارند تا از انباشته شدن محفوظات کسل‌کننده و منحصر بودن آموزش به کتاب‌خوانی، دانش‌آموزان تا حدی رهائی یابند.

آزمایشی ظریف درباره تعادل مکانیکی

ابوالقاسم قلمسیاه: دانشگاه تهران

ترجمه از مجله Physics education جلد ۲۰ شماره ــ ۵ سپتامبر ۱۹۸۵

می‌خواهیم یک آزمایش کاملاً ساده ولی ظریف درباره کاربرد شرط دوم تعادل مکانیکی انجام دهیم. خوانندگان بخاطر می‌آورند که شرط اوّل تعادل مکانیکی اینست که مجموع برداری تمام نیروهای وارد بر جسمی که در حال تعادل است باید صفر باشد. شرط دوم تعادل، عملاً همان قانون اهرمهاست که ارشمیدس نیز از آن اطلاع داشت: یعنی برای جسم در حال تعادل مجموع جبری گشتاورهای نیروهای وارد بر آن نسبت به هر محور نیز باید صفر باشد.

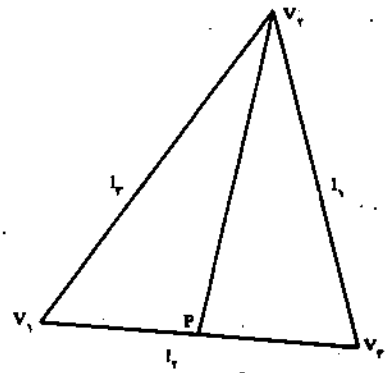


شکل ۱

اینک بگذارید آزمایش را با درنظر گرفتن یک مثلث بدون وزن V_1 V_2 V_3 شروع کنیم و مقصود ما از مثلث، هم محیط مثلث و هم درون آنست. طول ضلع مقابل به رأس Vi را با l_i نامی نامیم (شکل ۱). در نظر بگیرید که مثلث در یک سطح افقی قرار دارد و فرض کنید جرمهای نقطه‌ای m_1 و m_2 و m_3 به ترتیب در رئوس V_1 و V_2 و V_3 گذارده شده‌اند. هریک از وزنه‌های (m_1 و m_2 و m_3) واقع در رئوس مثلث، تعیین‌کننده یک نقطه منحصر بفرد در مثلث است که بعنوان «نقطه توازن» دستگاه وزنه‌ها به حساب می‌آید. مثلاً اگر $m_3 = m_2 = m_1$ باشد نقطه مذکور محل تقاطع سه میانه مثلث خواهد بود.

هدف آزمایش ما عبارتست از استفاده از شرط دوم تعادل مکانیکی در تعیین محل نقطه تقاطع سه نیمساز زوایا در هر مثلث

دلخواه. چون نیمساز هر زاویه از دو ضلع آن زاویه به یک فاصله است، نقطه مشترک سه نیمساز، مرکز دایره محاطی مثلث نیز می‌باشد. برای رسیدن به هدف باید یک قضیّه هندسه مسطّحه را بخاطر بیاوریم. ما این قضیّه را با استفاده از علامت‌گذاری شکل ۲ بصورت معادله (۱) بیان می‌کنیم، با توجه به اینکه نیمساز زاویه V_2 ضلع V_1V_3 را در نقطه P قطع می‌کند:



شکل ۲

حالا فرض می‌کنیم که جرمهای نقطه‌ای (برحسب گرم) $m_1 = Kl_1$ و $m_2 = Kl_2$ و $m_3 = Kl_3$ را به ترتیب در سه رأس V_1 و V_2 و V_3 قرار دهیم l_1 و l_2 و l_3 از لحاظ مقدار عددی برابر طول اضلاع مثلث برحسب سانتیمتر هستند و K که مقدار ثابت و مثبتی است ضریب تناسب است. در اینصورت نیمساز V_2P باید یک خط تراز (موازنه) برای مجموعه سه وزنه باشد. با توجه به اینکه وزنه Kl_2g [g شدت جاذبه زمین است] بر روی تکیه‌گاه [خط تراز] قرار گرفته [یعنی گشتاور آن نسبت به تکیه‌گاه صفر است]، شرط تعادل مکانیکی به صورت رابطه (۲) در می‌آید که صحت آن نیز توسط رابطه (۱) تائید می‌شود.

$$Kl_1 \times (V_1P \text{ طول}) \times g = Kl_3 \times (V_3P \text{ طول}) \times g \qquad (۲)$$

چون نظیر این استدلال را برای هریک از نیمسازها می‌توان کرد نقطه مشترک سه نیمساز، مرکز تعادل مثلث $V_1V_2V_3$ با جرمهای نقطه‌ای Kl_1 و Kl_2 و Kl_3 به ترتیب واقع در سه رأس V_1 و V_2 و V_3 مثلث می‌باشد.

اینک در نظر بگیریم که مثلث را از یک تخته فیبر مسطّح با چگالی سطحی یکنواخت (برحسب $\frac{\text{گرم}}{\text{سانتیمترمربع}}$) بریده‌ایم. چون این مثلث دیگر بی‌وزن نمی‌باشد فرض می‌کنیم جرم آن x است. حال با توجه به مقاصد کلی آزمایش می‌توانیم به جای این مثلث واقعی، یک مثلث خیالی بدون جرم که در هریک از رأسهای آن جرم $\frac{x}{3}$ قرار دارد درنظر بگیریم (مانند آنچه که در ابتدای مقاله بیان شد)، اینکه می‌توانیم چنین کاری را انجام دهیم از این استدلال نتیجه می‌شود که در مورد مثلث فیبر، هریک از میانه‌ها یک خط تعادل برای مثلث می‌باشد و محل تلاقی سه میانه «مرکز تعادل» مثلث است، از طرف دیگر مرکز تعادل یک مثلث بی‌وزن هم که به رئوس آن وزنه‌هائی با جرم‌مساوی آویخته شده باشد، چنانکه اشاره شد، همان محل تلاقی سه میانه است. این مطلب را می‌توانیم با قرار دادن جرمهای مساوی، مثلاً x، در هریک از رئوس آزمایش کنیم، مرکز تعادل مثلث واقعی باید در محل تقاطع سه میانه باقی بماند.

بنابراین برای مثلث واقعی به جرم x، جرمهای زیر را برای قرار دادن در رأسهای آن انتخاب می‌کنیم: $\frac{x}{3} - Kl_1$ در رأس V_1 و $\frac{x}{3} - Kl_2$ در رأس V_2 و $\frac{x}{3} - Kl_3$ در رأس V_3. ثابت K طوری انتخاب می‌شود که هریک از جرمهای فوق مثبت باشد ولی نه آنقدر بزرگ که ایجاد مزاحمت کند. **بدین‌ترتیب عملاً یک مثلث بدون وزن خواهیم داشت که با اضافه کردن وزنه‌های مناسب به رئوس آن، مرکز تعادلش را از محل تلاقی میانه‌ها به مرکز دایره محاطی [محل تلاقی نیمسازها] منتقل کرده‌ایم.**

ما آزمایش را با یک مثلث که اضلاع آن ۵۵ و ۵۴ و ۳۴ سانتیمتر بودند انجام‌دادیم. جرم مثلث ۳۳۳ گرم‌بود. با انتخاب K = ۱۰، جرمهای ۴۳۹ و ۴۲۹ و ۲۲۹ گرم را بکار بردیم. تا حد امکان نزدیک به انتهای هر رأس مثلث سوراخ کوچکی ایجاد و وزنه‌ها را بوسیله نخ در رأسهای مربوطه آویزان کردیم قطر سوراخها فقط به اندازه‌ای بود که نخهای حامل وزنه از آنها بگذرد، بنابراین تغییر محسوسی در جرم مثلث حاصل نمی‌شد. ترازمند کردن مثلث با وزنه‌های آویخته شده به آن روی انتهای مدوّر یک میله باریک قائم آسان بود. تکیه‌گاه که قطری کمتر از یک سانتیمتر داشت همواره محلّ تقاطع سه نیمساز زوایای مثلث را که روی آن رسم شده بود در برداشت. دانش‌آموزان کلاس، درس هندسه مسطحه را دو سال قبل از اینکه فیزیک مقدماتی را بخوانند فراگرفته بودند. آنان از مشاهده‌سازگاری قوانین فیزیکی با خواص مثلث که در کلاس درس هندسه به آنان آموخته شده بود بسیار تحت‌تأثیر قرار گرفته بودند. اندیشه سنگین کردن رئوس مثلث، طبیعتاً به مختصّات محدّب (Convex Coordinates) می‌انجامد که کاربردهای بسیاری در هندسه و فیزیک و برنامه‌نویسی خطی دارد.

مراجع مجله

1 – Boyd J.N. and Raychowdhury P.N 1983 a, Uniqueness of convex Coordinates from physical considerations, Math. Comp. Educ. 17.113–8

1983 b An application of convex Coordinates the Two – year college Math. J. 14 348-9

نسبیت یکی از جالب‌ترین مباحث علم است. شاید در تاریخ علم هیچ تحولی این چنین ابعاد گسترده‌ای نداشته است. نسبیت نه تنها مفاهیم بنیادی فیزیک مانند زمان و فضا را تغییر داد، بلکه خط فکری جدیدی در علوم طبیعی بنا نهاد. به علاوه، تأثیر عمیقی در فلسفه، علوم اجتماعی، و سیاست گذاشت. دانشمندان زیادی در طی تاریخ، به خصوص امروزه، با پژوهشهای خود به دانسته‌های بشر افزوده‌اند. اما تعداد آنهایی که از عقاید و علوم سنتی پا فراتر گذاشته و فکر جدیدی ارائه داده‌اند، انگشت‌شمارند. بسیاری به علم همچون انبوهی از دانسته‌ها می‌نگرند. برخی نیز گمان می‌کنند که صرفاً با افزایش دانسته‌های بشر، به صورت تدریجی و یکنواخت، علم پیشرفت می‌کند. اما تاریخ علم، به خصوص تاریخچهٔ نسبیت، نشان می‌دهد که در پیشرفت علم نقاط عطفی موجود است. هر یک از این نقاط عطف خط فکری سنّتی را می‌شکنند و خط فکری جدیدی به جای آن می‌نشانند. دانشمندان سپس در این خط فکری جدید به پژوهش می‌پردازند تا زمانی که نظریه‌ای جدید این خط فکری را نیز بشکند. یکی از این نقاط عطف، نظریهٔ کوپرنیک بود. این نظریه، فرضی را که هزاران سال منجمان بدان معتقد بودند رد می‌کرد. بنابراین نظریه، زمین به دور خورشید می‌چرخد و نه خورشید به دور زمین. ما با نظریهٔ نسبیت به عنوان نقطهٔ عطفی دیگر در تاریخ اندیشه‌های بشری آشنا خواهیم شد.

نسبیت اینشتین از دو نظریهٔ نسبیت خاص و عام تشکیل می‌شود. نسبیت خاص در سال ۱۹۰۵/۱۲۸۴ منتشر شد و مطلق بودن زمان را مورد سئوال قرار داد. نسبیت عام در سال ۱۹۱۶/۱۲۹۵ منتشر شد و مطلق بودن فضا را مورد سئوال قرار داد. این نظریه در واقع نظریهٔ نوین گرانش است.

نسبیت پیامدهای متعددی داشته و دارد که معروفترین آنها بمب اتمی است. اینشتین پس از این که از وطن خود آلمان به ایالات متحده آمریکا مهاجرت کرد، در سال ۱۹۳۹/۱۳۱۸ نامه‌ای به فرانکلین روزولت، رئیس جمهور وقت آمریکا، نوشت. وی در این نامه خاطرنشان ساخت که تهیهٔ یک بمب اتمی امکان‌پذیر است. گرچه اینشتین از این نامه منظوری صلح‌جویانه داشت، اما می‌دانیم که همین باعث شروع عصر اتمی و انفجار بمب در هیروشیما گردید.

نسبیت نقش مهمی نیز در ستاره‌شناسی و کیهانشناسی دارد. امروزه مطالعهٔ کیهان و تاریخچهٔ پیدایش آن بدون شناخت نسبیت عام امکان‌پذیر نیست.

تاریخچهٔ نسبیت خاص

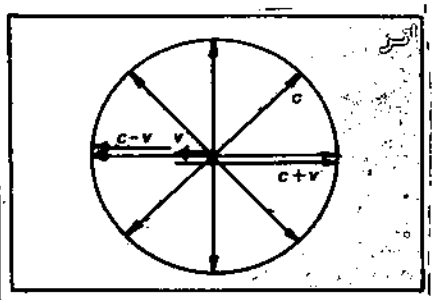
اواخر قرن نوزدهم میلادی (اواخر قرن سیزدهم هجری شمسی) به نظر می‌رسید که علم فیزیک به تکامل رسیده است. هیچ کس دیگر انتظار کشفیات پر منتظره‌ای را نداشت. مفاهیم نیوتونی در طی چند سده امتحان خود را به خوبی پس داده بودند و ساختمان قابل توجهی برای علم فیزیک بنا کرده بودند. چنین به نظر می‌رسید که تنها جزئیات ناچیزی مانده‌اند که باید توضیح داده شوند. یکی از این جزئیات حرکت زمین در اتر و دیگری ساختمان اتم بود. اتر ماده‌ای بود مشاهده‌ناپذیر، که بنابر فرض دانشمندان سراسر عالم را فرا می‌گرفت. فیزیکدانها می‌گفتند که نور به صورت موج سیر می‌کند. و همانند انتشار امواج صوت در هوا یا در آب، امواج نور نیز برای سیر احتیاج به یک محیط مادی دارد که همان اتر است.

با انتشار نظریه‌های نسبیت خاص و عام این دید عوض شد. مفاهیم و مسائل نوینی در فیزیک وارد شدند و دنیای جدیدی به روی فیزیکدانها باز شد. نسبیت خاص اینشتین نشان داد که ساختار مفاهیم فضا و زمان با آنچه که در فیزیک نیوتونی آمده است کاملاً تفاوت دارد. همین باعث شد که دانشمندان دیگر در انتظار نتایج قطعی و جاودانی در علوم طبیعی نباشند. این سئوال مطرح شد که مرز شناخت برای انسانها کجا است. به علاوه، روشن شد که در علوم طبیعی «حقیقت جاودانی» وجود ندارد و همواره باید انتظار داشت که تجربیات و نظریه‌های جدید مرز شناخت فعلی را فراتر ببرند.

اما چگونه بود که این نظریه‌ها تا این حدّ نامنتظره بودند. جواب این سئوال نه تنها نقش نسبیت اینشتین را روشن می‌کند، بلکه خود یکی از جالبترین مسائل تاریخ علم است.

اواخر قرن سیزدهم هجری شمسی (نوزدهم میلادی) فیزیکدانهای زیادی در پی کشف حرکت زمین در اتر بودند. فیزیکدانها می‌گفتند چون اتر، که نور در آن سیر می‌کند، سراسر فضا را پر کرده است، پس باید بتوان حرکت زمین را نسبت به اتر کشف کرد. می‌دانیم که زمین با سرعت ۳۰ کیلومتر در ثانیه خورشید می‌چرخد. پس طبیعی است که فرض شود زمین در اتر ساکن نیست. برای تعیین سرعت حرکت زمین نسبت به اتر تجربیات گوناگونی انجام شد که جملگی بی‌نتیجه بودند. تا این که آلبرت مایکلسن فیزیکدان آمریکائی، که بعدها برندهٔ جایزهٔ نوبل شد، تجربه‌ای پیشنهاد کرد، که به نظر وی می‌بایستی نتیجه‌بخش باشد. آن زمان تصور می‌کردند که

نور در اتر و در تمام راستاها با سرعت $c = ۳۰۰/۰۰۰$ کیلومتر در ثانیه سیر می‌کند. پس اگر سرعت زمین نسبت به اتر v باشد، سرعت نور در جهت حرکت زمین $c-v$ و در جهت مقابل $c+v$ است. و در هر جهت دیگر، اندازهٔ سرعت نور بین این دو مقدار خواهد بود. بدین ترتیب، اگر دو مسیر با طول مساوی ولی در راستاهای مختلف، مثلاً عمود بر هم، در نظر بگیریم، نور در زمانهای متفاوت این دو مسیر را طی خواهد کرد. مایکلسن در سال ۱۸۸۷/۱۲۶۶ با همکارش ادوارد مورلی خواست این اختلاف زمان را اندازه بگیرد. از روی این اختلاف زمان، سرعت زمین نسبت به اتر قابل اندازه‌گیری است. این دو فیزیکدان به این نتیجه رسیدند که سرعت زمین در اتر باید کمتر از یک کیلومتر در ثانیه باشد. این نتیجه عملاً می‌گوید که اتر وجود ندارد. تجربیات مشابه و تکمیلی و با دقت بیشتر پس از آن بسیار انجام گرفته است. این تجربیات جملگی نتیجهٔ فوق را تأیید کرده‌اند. در یک نوع نوین این تجربه، به جای مسیرهای نوری، لیزر انتخاب می‌شود این تجربهٔ نوین اولین بار در سال ۱۳۳۹/۱۹۶۰ توسط گروهی در MIT تحت سرپرستی یک فیزیکدان ایرانی به نام علی جوان انجام گرفت. دقت این تجربه به حدی است که می‌توان گفت اگر اتر موجود باشد، سرعت زمین نسبت به آن باید کمتر از سرعت فوق باشد.



فیزیکدانهای آن زمان به اندازه‌ای به مفهوم اتر و فیزیک نیوتونی عادت کرده بودند که عدم وجود اتر برای آنها غیر قابل تصور بود. از این لحاظ در جستجوی توجیهی برای جواب منفی این تجربه برآمدند. دو تن از آنها، فیتز جرالد و لورنتس، فرضیه‌ای پیشنهاد کردند که نتیجهٔ این تجربه را توجیه می‌کرد. بنابراین فرضیه، اگر یک خط کش نسبت به اتر در حرکت باشد، از طول آن در امتداد حرکت کاسته می‌شود. این فرضیه تا حدّ زیادی فیزیکدانها را از عقیده‌شان مبنی بر وجود اتر راضی نگاه می‌داشت.

هیچ یک از دانشمندان مشهور آن زمان به این فکر نیفتاده بود که ممکن است مفاهیم زمان و فضا در فیزیک نیوتونی غلط باشد. و یا ممکن است اصلاً اتر وجود نداشته باشد. این قدرت خلاقهٔ جوان دانشمندی بود که می‌توانست خود را از بند مفاهیم متعارف و سنتی فیزیک برهاند. اینشتین، در سن ۲۵ سالگی، هنگامی که در هیچ دانشگاهی شاغل نبود، نظریهٔ نسبیت خاص خود را ارائه داد. این نظریه، که مفاهیم کاملاً جدیدی برای فضا و زمان ارائه می‌داد، توانست تمام تجربه‌های فیزیکی را، بدون هیچ فرضیهٔ اضافی، توجیه کند. در این نظریه دیگر احتیاجی به مفهوم اتر نیز نبود.

این نظریه، از آن جا که مفاهیم فیزیک کلاسیک را به طور بنیادی تغییر می‌داد، در ابتدا مورد قبول فیزیکدانها قرار نگرفت. حتی فیزیکدانهای بنامی چون لورنتس و پوآنکاره، که در این زمینه پژوهشهای مشابهی انجام داده بودند، تا مدت زیادی از قبول این نظریهٔ جدید سر باز زدند. اما، سرانجام این نظریه راه خود را باز کرد و انقلاب علمی جدیدی را بنیان نهاد.

اصول و پیامدهای نسبیت خاص

سؤالی که اینشتین را به خود مشغول کرده بود این بود: می‌دانیم که زمان توسط ساعتها اندازه‌گیری می‌شود. اگر دو ساعت داشته باشیم که دور از یکدیگر قرار گرفته باشند، چگونه می‌دانیم که هر دو یک زمان را نشان می‌دهند. به عبارت دیگر چگونه دو ساعت دور از یکدیگر را همزمان می‌کنیم.

فرض کنید در تهران هستید و قصد پرواز به مشهد را دارید که حدوداً در هزار کیلومتری شمال شرقی تهران قرار دارد. قبل از پرواز تلفنی با دوستتان صحبت می‌کنید و به او می‌گویید که ساعت شما دقیقاً ۱۲ را نشان می‌دهد. سپس دوست شما ساعتش را با ساعت شما میزان می‌کند. یعنی دقیقاً در لحظه‌ای که صدای شما را در مشهد می‌شنود ساعتش را با ۱۲ میزان می‌کند. پس از ورود به مشهد و دیدن دوستتان دوباره ساعتها را مقایسه می‌کنید. ساعت شما ۲ بعد از ظهر را نشان می‌دهد. به نظر شما ساعت وی چه زمانی را باید نشان بدهد. معمولاً، چون ساعتهای ما بسیار دقیق نیستند، انتظار داریم هر دو ساعت مطابقت داشته باشند. اما اگر ساعت شما و دوستتان بسیار دقیق باشد، خواهید دید که ساعت دوست شما حدوداً $\frac{۱}{۳۰۰}$ ثانیه عقب می‌رود. علت آن روشن است: می‌دانیم که صدا در تلفن توسط امواج الکترومغناطیسی پخش می‌شود که سرعت آنها همان سرعت نور یعنی ۳۰۰/۰۰۰ کیلومتر در ثانیه است. از طرفی فاصلهٔ تهران ــ مشهد حدوداً ۱۰۰۰ کیلومتر است. پس $\frac{۱}{۳۰۰} = \frac{۱۰۰۰}{۳۰۰/۰۰۰}$ ثانیه طول می‌کشد تا صدای شما در مشهد شنیده شود. یعنی زمانی

که دوست شما ساعتش را با ۱۲ میزان کند، $\frac{1}{300}$ ثانیه از ۱۲ گذشته است. بنابر این اگر ساعتهایمان از دور، باید زمان سیر نور را به حساب آوریم. در مثال بالا لازم است دوست شما پس از شنیدن صدای شما ساعتش را با $\frac{1}{300}$ ثانیه بعد از ۱۲ میزان کند و نه ۱۲. اکنون فرض کنید وی چنین عمل می‌کند. پس از سفر شما به مشهد خواهید دید که ساعت شما و دوستتان همزمان است. اما اگر به عکس، شما ساعت خود را با ساعت دوستتان میزان کنید و باز هم همان $\frac{1}{300}$ ثانیه را برای سیر نور از مشهد به تهران به حساب آورید، آیا باز هم ساعت شما با ساعت دوستتان همزمان خواهد بود؟ برای روشن شدن مطلب به یاد اتر و سرعت نور در اتر بیفتید. بنابر نظریهٔ کلاسیک اگر سرعت نور در اتر c و سرعت زمین در اتر v باشد، سرعت نور روی زمین بین c-v و c+v خواهد بود. پس اگر سرعت نور در جهت تهران ــ مشهد c-v باشد، در جهت مشهد ــ تهران c+v خواهد بود. در نتیجه اگر دوست شما هنگام میزان کردن ساعتش با ساعت شما، ساعت خود را به اندازهٔ $\frac{1}{300}$ ثانیه یعنی $\frac{1000}{c-v}$ به جلو می‌کشد، پس شما اگر ساعت خود را با ساعت وی میزان کنید باید قدری کمتر از $\frac{1}{300}$ ثانیه یعنی به اندازهٔ $\frac{1000}{c+v}$ ثانیه ساعت خود را جلو بکشید. البته این روش دوم، روش متناقضی است، زیرا هیچگاه ساعت شما و دوستتان همزمان نخواهد شد.

جواب انیشتین به سئوال همزمان کردن ساعتها این بود که فرقی نمی‌کند شما ساعت خود را با ساعت دوستتان میزان می‌کنید یا دوستتان ساعتش را با ساعت شما. شاید اکنون این جواب نیز به نظر شما کاملاً بدیهی بیاید.

اما ۸۰ سال پیش، قبل از انتشار نظریهٔ نسبیت، هانری پوآنکاره فیزیکدان و ریاضیدان مشهور فرانسوی همین سئوال را مطرح کرد. جواب وی کاملاً چیز دیگری بود. وی گفت درست است که اگر ما ساعتهای دور را با کمک نور همزمان بکنیم فرقی نخواهد کرد که کدام ساعت با دیگری میزان شده است. اما زمانی که این ساعتها نشان می‌دهند، زمان واقعی نیست. یا اینکه ساعتهایی که این چنین میزان شده‌اند، بدمیزان شده‌اند. خلاقیت اینشتین در این بود که در آن زمان گفت ما ساعتهای دور را این چنین میزان می‌کنیم و زمانی جز این زمان که ساعتها نشان می‌دهند، از لحاظ فیزیک، وجود ندارد. امروزه، این نوع همزمانی بسیار رایج است و تصور این موضوع بسیار مشکل است که بدون این نوع همزمانی چگونه می‌توان در دنیای نوین زندگی کرد.

امروزه به دلایل متعدد یک مقیاس زمان دقیق و جهانی لازم است، که آنرا «زمان اتمی بین‌المللی» (TAI)[1] می‌نامند. ساعتهای اتمی بسیار دقیق در آزمایشگاههای مختلف جهان جهت زمانسنجی وجود دارند. برای این که بتوان با ساعتهای آزمایشگاههای مختلف یک مقیاس زمان بین‌المللی ساخت، باید بتوان آنها را همزمان کرد. این عمل به طور منظم بین هفت ساعت در هفت نقطهٔ جهان انجام می‌گیرد. مثلاً بین ساعت موجود در ادارهٔ ملی استانداردها در واشنگتن و ساعت موجود در مؤسسهٔ فدرال فنی ــ فیزیکی در براوْن شوایگ (آلمان غربی). فاصلهٔ بین این دو ایستگاه ۶۰۰۰ کیلومتر است، یعنی ۶ برابر فاصلهٔ تهران ــ مشهد در مثال بالا. برای همزمان کردن ساعتها به طور منظم علامتهای رادیویی بین این دو ایستگاه ردوبدل می‌شود. در مثال بالا گفتیم، اگر دوست شما ساعت خود را با ساعت شما میزان کند باید ساعتش را به اندازهٔ $\frac{1}{300}$ ثانیه به جلو ببرد. و اگر شما ساعت خودتان را با ساعت وی میزان کنید باید قدری کمتر از $\frac{1}{300}$ جلو ببرید. در مورد دو ساعت اتمی در واشنگتن و براوْن شوایگ این مقدار کم برابر $10^{-6} \times 4$ ثانیه است که مقدار بسیار کوچکی است. اما ساعتهای اتمی می‌توانند این مقدار را اندازه بگیرند. تجربه نشان داده است که هیچ‌گونه اختلافی در زمان سیر نور از واشنگتن به براوْن شوایگ و به عکس وجود ندارد. بدین ترتیب حق با اینشتین است و نه با پوآنکاره.

مسئلهٔ همزمان کردن ساعتها و این واقعیت که هیچ تجربه‌ای نتوانسته بود حرکت زمین را نسبت به اتر نشان دهد، راهی را به اینشتین نشان داد: اصلاً اتر وجود ندارد. فیزیک بستگی به این ندارد که ما روی زمین اندازه‌گیری می‌کنیم، یا روی خورشید، و یا روی ستاره‌ای دیگر در نقطه‌ای دیگر از عالم. به عبارت دیگر دستگاه اندازه‌گیری ما، یا دستگاه مرجع، تأثیری روی قوانین و فرمولهای فیزیک ندارد. اینشتین این را به عنوان اصل نسبیت فرض کرد. پس اگر دستگاههای مرجع با یکدیگر تفاوتی ندارند، سرعت نور هم باید در تمام این دستگاهها و در تمام جهات یکسان باشد. اینشتین این را اصل ثابت بودن سرعت نور خواند.

بدین ترتیب نسبیت خاص به وجود آمد. راه رسیدن از این دو اصل به فرمولهای نسبیت خاص و پیامدهای فیزیکی آن بسیار هموار و ساده است. اما هنوز درک مسئلهٔ همزمانی و مفهوم زمان در نسبیت خاص اینشتین برای بسیاری تولید اشکال می‌کند، حتی برای فیزیکدانها. به همین دلیل است که برخی از فیزیکدانهای معاصر رساله‌ها در رد نظریهٔ

نسبیت نوشته‌اند.

نسبیت خاص چند نتیجهٔ مهم دارد. یکی در مورد آهنگ ساعتها است. نسبیت خاص می‌گوید که اگر ساعتی نسبت به ساعت دیگر در حرکت باشد، کندتر از ساعت ساکن کار می‌کند. البته این اثر دو جانبه است، یعنی اگر شما همراه ساعت متحرک باشید خواهید دید که «ساعت ساکن» که نسبت به شما متحرک است آهسته‌تر کار می‌کند. این اثر اتساع زمان نامیده می‌شود و در تاریخ نسبیت بسیار بحث‌انگیز بوده است. تجربه این پیشگوئی نسبیت خاص را تأیید کرده است. مستقیم‌ترین اثبات اتساع زمان این است که ساعتی را در هواپیما بگذاریم و بدور زمین بگردانیم و پس از رسیدن به محل اول خود با ساعت مشابه دیگری که در محل مانده است مقایسه کنیم. این تجربه در سال ۱۹۷۱/۱۳۵۰ توسط دو فیزیکدان آمریکائی به نام ژوزف هافله[1] و ریچاردکیتینگ[2] انجام یافت. نتیجهٔ این تجربه کاملاً با پیشگویی نسبیت موافقت داشت.

حال فرض کنید بدن انسان نیز مانند یک ساعت باشد. بدین معنا که اگر انسانی حرکت کند، ساعت بدن وی کندتر کار بکند، به عبارت دیگر دیرتر پیر بشود. پس اگر دو نفر دوقلو باشند، و یکی از آنها با یک موشک سریع به مسافرت فضائی برود، پس از بازگشت از برادرش که روی زمین ساکن مانده است، جوانتر خواهد ماند. بسیاری در این موضوع یک تناقض دیده‌اند. آنها می‌گویند، مگر نه این است که اثر اتساع زمان یک اثر دوجانبه است، پس برادر روی زمین نیز که نسبت به موشک در حرکت است، از برادری که در موشک ساکن است باید جوانتر بماند. و این یک تناقض است! اما مسئله این جا است که دستگاه مرجع زمین با دستگاه مرجع موشک هم ارز نیست. دستگاه مرجع موشک، برای این که بازگردد، باید شتاب بگیرد. حال آنکه دستگاه مرجع زمین بی‌شتاب می‌ماند. این موضوع را که در ظاهر متناقض یا باطل به نظر می‌رسد، باطلنمای (پارادکس) دوقلوها می‌نامند.

پیامد مهم دیگر نسبیت خاص در مورد طول است. نسبیت خاص می‌گوید که هر خطکش که نسبت به ما در حرکت باشد، طول آن کوتاه‌تر می‌شود. این اثر به نام انقباض (طول) لورنتس ــ فیتزجرالد معروف است. زیرا، همان گونه که دیدیم، لورنتس و فیتزجرالد، برای توجیه نتیجهٔ مایکلسن ــ مورلی، مجبور به فرض کردن این انقباض طول شدند. البته در نظریهٔ نسبیت این اثر به طور خودکار و بدون فرض اضافی پیش می‌آید. این اثر، در تجربه‌های زیادی که با ذرات بنیادی می‌شود، کاملاً به چشم می‌خورد.

نمی‌توان از نسبیت صحبت کرد، بدون این که از پیامد مهم دیگر آن صحبت بشود. این پیامد هم ارزی جرم و انرژی است. اگر m نمایندهٔ جرم، E نمایندهٔ انرژی، C سرعت نور باشد، این هم‌ارزی توسط فرمول مشهور $E=mc^2$ بیان می‌شود. مثال سادهٔ این هم‌ارزی هستهٔ هیدروژن سنگین (دوتریوم) است. هستهٔ دوتریوم از یک پروتون و یک نوترون ساخته شده است. برای این که بتوان نوترون هستهٔ دوتریوم را از آن بیرون کشید، باید کار انجام داد و انرژی به کار برد. این انرژی برابر است با ژول $E = ۳/۵۸ \times ۱۰^{-۱۳}$. پس از جدا شدن نوترون از هسته، ما یک پروتون داریم، یک نوترون. پس وزن دوتریوم باید برابر باشد با جرم پروتون + جرم نوترون ــ جرم هم ارز این انرژی که برای جدا کردن نوترون باید به کار برد. این جرم هم ارز برابر است با

$$\Delta m = \frac{E}{C^2} = \frac{۳/۵۸ \times ۱۰^{-۱۳}\ J}{۹ \times ۱۰^{۱۶}\ (\frac{m}{s})^2} = ۳/۹۷ \times ۱۰^{-۳۰}\ kg$$

بنابر این جرم هستهٔ دوتریوم برابر است با:

جرم پروتون $۱۰^{-۳۰} \times ۱۶۷۲/۵۲$ کیلوگرم +

جرم نوترون $۱۰^{-۳۰} \times ۱۶۷۴/۸۲$ کیلوگرم +

هم‌ارز انرژی $۱۰^{-۳۰} \times ۳/۹۷$ کیلوگرم −

جرم هستهٔ دوتریوم $۱۰^{-۳۰} \times ۳۳۴۳/۵۳$ کیلوگرم =

این نتیجه با اندازه‌گیریهای تجربی مطابقت دارد.

امروزه نسبیت خاص به عنوان یک نظریهٔ فراگیر جزء لاینفک فیزیک است؛ دیگر کمتر کسی به فکر یافتن نظریهٔ بدلیل دیگری برای اثر است. آنچه مورد بحث است مشخص کردن مرزهای اعتبار آن است. تا کدام انرژی هنوز این نظریه معتبر است؟ تا کدام بازهٔ زمانی یا مکانی می‌توان هنوز مفاهیم زمان و مکان نسبیت خاصی را به کار برد؟

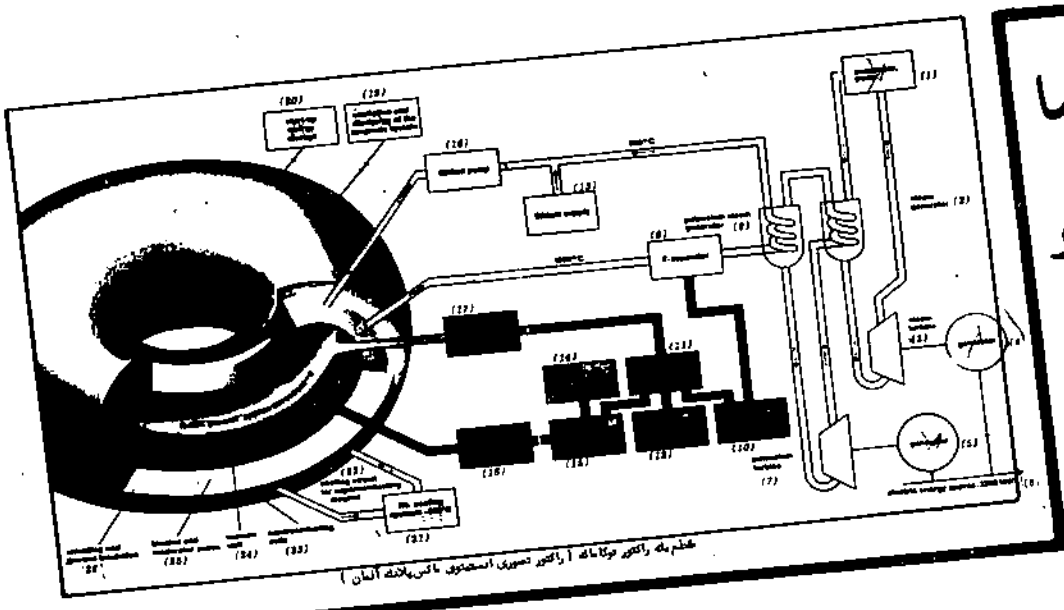
---

1 – Temps Atomique Internationale

1 – Josef Hafele

2 – Richard Keating

پلاسما و کابردهای آن



مسعود نراقی ـ سازمان انرژی اتمی

پلاسما چیست؟

ما تا بحال با سه حالت از ماده آشنائی داشته‌ایم: جامد، مایع و گاز. حالت چهارمی نیز هست که بنام پلاسما معروف شده است. بیش از ۹۹٪ ماده جهان از پلاسما تشکیل شده است. وفور اینهمه پلاسما در جهان عجیب بنظر میرسد. ولی اگر بدانیم که فضای بین ستارگان و سیارات و داخل خورشید و ستارگان همه از پلاسما پوشیده و ساخته شده است تعجب نخواهیم کرد.

اگر جسم جامدی را حرارت دهیم تبدیل به مایع میشود و اگر مایع را حرارت دهیم تبدیل به گاز میشود. بالاخره اگر گاز را بازهم حرارت دهیم تولید پلاسما خواهیم کرد. بنابراین پلاسما یک نوع گاز با درجه حرارت بالا است. ولی چرا نام جدیدی برای گاز داغ انتخاب کرده‌ایم؟ چون خواص فیزیکی یک گاز در درجه حرارت بالا با گاز معمولی بسیار متفاوت است.

اتمهای گاز گرم شده زمانیکه در اثر گرما سرعت کافی پیدا کنند در برخورد، تولید یون و الکترون میکنند و باصطلاح «یونیزه» میشوند. خواص این گاز یونیزه شده با گاز معمولی خیلی فرق میکند. از جمله اینکه گاز معمولی عایق الکتریسیته است درصورتیکه گاز یونیزه شده حتی اگر خیلی هم کم یونیزه شده باشد هادی الکتریکی بسیار خوبی است. پلاسما میتواند حتی هدایت الکتریکی بیش از مس و نقره که از این نظر بهترین هادیهای جریان الکتریکی هستند داشته باشد. غیر از هدایت الکتریکی، خواص دیگر پلاسما از قبیل قابلیت نفوذ الکتریکی و مغناطیسی آن با گاز معمولی متفاوت است. خواص پلاسما آنقدر با گاز معمولی متفاوت است که نام حالت چهارم ماده را به آن اطلاق کرده و یک نام جدیدی برای آن درنظر گرفته‌اند.

نظر به وفور زیاد پلاسما در طبیعت میتوان آنرا حالت «عادی» ماده نیز نامید و تعریفی مطابق زیر برای آن کرد:

«پلاسما گاز شبه خنثی‌ایست که در اثر درجه حرارت زیاد خواص فیزیکی آن به اندازه کافی با گاز معمولی متفاوت باشد».

لغت «شبه خنثی» در اینجا تاکید میکند که در یک حجم نسبتاً بزرگ (ماکروسکوپیک) تعداد الکترونها و یونها در پلاسما با هم برابر هستند و باین ترتیب پلاسما را از یک ابر الکترونی و یا یونی متمایز میکند. واضح است که حتی در چگالی‌های ذره‌ای بسیار کم اگر یونها و یا الکترونها را ازمحیط پلاسما خارج سازیم که فقط یک نوع بار ذره‌ای وجود داشته باشد. نیروی الکتریکی حاصله باعث میشود که ذرات دیگر در اثر نیروی شدید کولمبیک از محیط خارج شوند.

موارد استعمال فیزیک پلاسما

پلاسما را میتوان با دو پارامتر چگالی ذره‌ای n و درجه حرارت

(KT_e) مشخص کـرد، چگالی ذره‌ای بـا واحـد تـعداد ذرات در سانتیمترمکعب و درجه حرارت با واحد الکترون ولت مشخص میشود. یک الکترون ولت معادل ۱۱/۶۰۰ درجه کلوین است. پـلاسماهای مختلف با چگالی ذره‌ای از ۱۱ الی $۱۰^{۱۸}$ و درجات حـرارت ۰/۱ الی $۱۰^{۶}$ الکترون ولت تـغییر مـیکنند. درحـالیکه چگالی ذره‌ای هوای معمولی برابر $۱۰^{۱۹}$ ذره در سانتیمترمکعب است از آن رو آب سه برابر هوا است و تقریباً برابر $۱۰^{۲۱}$ ذره در سانـتیمترمکعب است. بـعضی از موارد استعمال فیزیک پلاسما در زیر خلاصه شده است.

۱) تخلیه الکتریکی گازها

قدیم‌ترین مـورد استعمال پـلاسما در تـخلیه الکتریکی گـازها است. لامپهای نئون، مـهتابی و جیوه‌ای مثالهـای خـوبی در ایـنمورد هستند. علاوه بر آن جوشکاری برقی، لامپهـای Ignitron و شکافـهای جرقه Spark gap (هر دو نـوعی کـلیدهای ولتاژ بـالا هستند) مـوارد استعمال دیگری از تخلیه الکتریکی گازها است. رعدوبرق یک مثال از این پدیده در طبیعت است. تحقیقات درباره گـازهائی کـه تـا حـدودی یونیزه شده‌اند که در آن درجه حرارت برابر تقریباً چند الکترون ولت و چگالی ذره‌ای بین $۱۰^{۸}$ الی $۱۰^{۱۲}$ ذره بـار دار در سانـتیمترمکعب بـود انجام پذیرفته است. این پدیده بآسانی در یک لوله از گـاز کـه فشار آن در حدود چند میلی‌بار باشد و در آن دو الکترود که اختلاف پتانسیلی در حدود چند صدولت داشته باشد مشاهده میشود.

۲) گداخت هسته‌ای مهار شده Controlled Thermonuclear Fusion

مطالعه فیزیک پلاسمای مدرن با پـیشنهاد جـالبی در نـیمه دوم قرن بیستم آغاز شد. باین ترتیب همانطور که در بمب ئیدروژن انـرژی رها میشود ممکن است راکتوری ساخـت کـه در آن کـنش و واکـنش هسته‌ای که باعث بوجود آمدن چنین انـرژی میشود مـهار شود. ایـن واکـنش‌های هسته‌ای کـه در آن دو تـریم (D) و تـریتیم (T) دو هسته سنگین ئیدروژن وارد میشود عبارتند از:

$$D + D \longrightarrow {}^{۳}He + n + ۳/۲\,MeV$$

$$D + D \longrightarrow T + p + ۴\,MeV$$

$$D + T \longrightarrow {}^{۴}He + n + ۱۷/۶\,MeV$$

مقطع موثر این کنش و واکـنش‌های هسته‌ای فـقط در درجـات حرارت بالاتر از ۱۰ کیلو الکترون ولت قابل ملاحظه و بـاندازه کـافی زیاد هست. مسئله اینکه چطور پلاسما گرم شود موضوع بـحث اصلی فیزیک پلاسما از سال ۱۹۵۲ به بعد بـوده است. مسئله ایـجاد انـرژی قابل استفاده هنوز حل نشده است و بیشتر فعالیت دانشمندان فـیزیک پلاسما بر آن است که این مسئله را که انرژی ارزان و تـمام نشدنـی در اختیار بشر خواهد گذاشت حل کنند.

۳) فیزیک فضا (خارج از جو)

مورد استعمال مهم دیگر فیزیک پـلاسما مـربوط بـه مـطالعه طبقات بالای جو کره زمین میشود. جریان مداومی از ذرات باردار بنام باد خورشید Solar Wind مرتباً کره زمین را بمباران میکند. جـو بـالای کره زمین و میدان مغناطیسی این ذرات را مـنحرف و بـعنوان سپر بـما کمک میکند. پارامترهای معمولی این باد خورشیدی عبارتند از:

$B_s = ۵ \times ۱۰^{-۵} G$, $KT_e = ۵۰ EV$, $KT_i = ۱۰ ev$, $n = cm^{-۳}$

و سرعت کشش ذرات بـرابر ۳۰۰ کـیلومتر در ثـانیه. پـونسفر از یک پلاسمای رقیق با چگالی ذره‌ای $۱۰^{۶}$ ذره در سانـتیمترمکعب در درجـه حرارتی برابر با تقریباً یک الکترون ولت و میدان مغناطیسی ۵۰۰×۱۰^{-۵} گوس علاوه بر آن شامل یک نوع پلاسمای دیگری که درجـه حـرارت ده‌ها بـرابر بـیشتر ولی چگالی ذره‌ای یک مـلیونیم چگالی کـل است تشکیل شده است.

۴) فیزیک نجومی

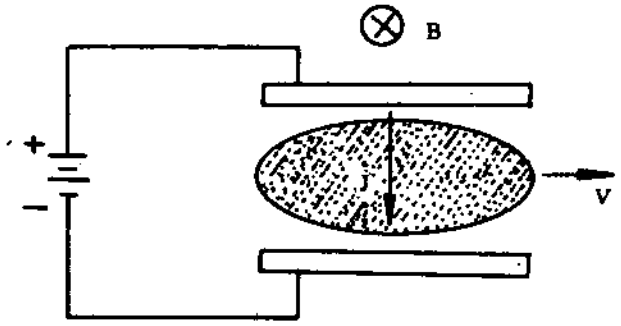
با توجه باینکه تقریباً تمام مـاده جهـان از پـلاسما تشکیل شده، فیزیک پلاسما نقش بزرگی در فیزیک نجومی ایفا مـیکند. سـتارگـان و جو آنها آنقدر داغ هستند که در حـالت پـلاسما مـیباشند. مثلاً درجـه حـرارت مـرکز خـورشید ۲ کـیلو الکترون ولت است و کـنش و واکنش‌های گداخت هسته‌ای باعث پیدایش تابندگی خورشید میشود. هاله خورشید پلاسمائی است کـه درجـه حـرارتی بـرابر ۲۰۰ الکترون ولت دارد.

فضای بین ستارگان از ئیدروژن یونیزه با چگالی ذره‌ای تقریباً یک در سانتی‌متر مکعب پر شده است. اشعه کیهانی نیز بـوسیله تئوری فیزیک پلاسما تـوجیه شده است. حتی ستارگـان در داخـل سحـاب (Nebula) با اینکه بار الکتریکی ندارند، بصورت ذرات پلاسما درنـظر گرفته شده‌اند و بسیاری از پـدیده‌های فـیزیک نـجومی را تـوجیه کرده‌اند. نـجوم امـواج رادیـوئی Radio Astronomy بسیاری از مـنابع تشعشع امواج رادیوئی را که در اثر حرکت ذرات باردار میباشد. روشن کـرده است. سـحاب خـرچنگی Crab Nebula یک چشمه غنی از پدیده‌های پـلاسما است. بـر اساس تئوری جـدید پـولسارها Pulsars

ستارگان نوترونی، که اشعه سینکروترون Synchrotron ساطع میکنند پلاسمائی بیش نیستند.

۵) تبدیل مستقیم انرژی حرارتی به انرژی الکتریکی (MHD)

یکی از موارد استعمال فیزیک پلاسما در روی کره زمین و در خدمت بشر تبدیل مستقیم انرژی حرارتی به انرژی الکتریکی است. معمولاً برای تبدیل انرژی حرارتی به انرژی الکتریکی، ابتدا بوسیله توربینهای بخار انرژی حرارتی تبدیل به انرژی الکتریکی میشود. درصورتیکه در مولدهای MHD تبدیل مستقیم انرژی حرارتی به انرژی الکتریکی امکانپذیر است. باین ترتیب که بوسیله حرارت تولید پلاسما میکنیم و اگر پلاسمای حاصله با سرعت V از میدان مغناطیسی عبور کند اختلاف پتانسیلی عمود بر سرعت و میدان مغناطیسی ایجاد میشود. این اختلاف پتانسیل الکتریکی باعث تولید انرژی الکتریکی مطابق شکل ــ الف میشود.

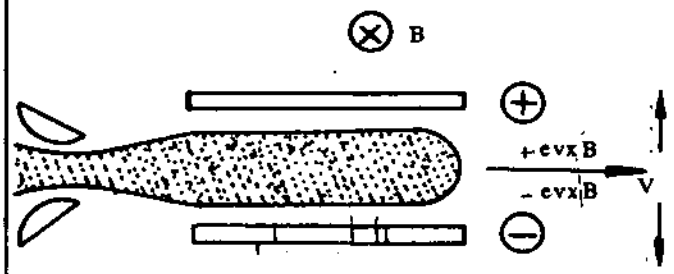


شکل الف

اصول کار یک موتور یونی

۶) تولید جت پلاسما

مورد استعمال دیگر که نظیر حالت فوق است تولید پلاسمائی است که با سرعت زیاد از لولهای خارج شود. موارد استعمال آن در صنایع فلزی برای پر کردن خوردگیها و یا ایجاد پوش فلزی است. مورد استعمال دیگر آن در راکتهای یونی در فضانوردی است. اصول کار این دستگاه بر این است که جریان الکتریکی از پلاسمائی که در میدان مغناطیسی B مطابق شکل ــ ب قرار گرفته عبور داده میشود. این پلاسما در اثر نیروئی که عمود بر جریان و میدان مغناطیسی است سرعت V پیدا میکند و بصورت جت از لوله خارج میشود.



شکل ب

اصول کاریک جنراتور ماگنتوهیدرو دینامیک

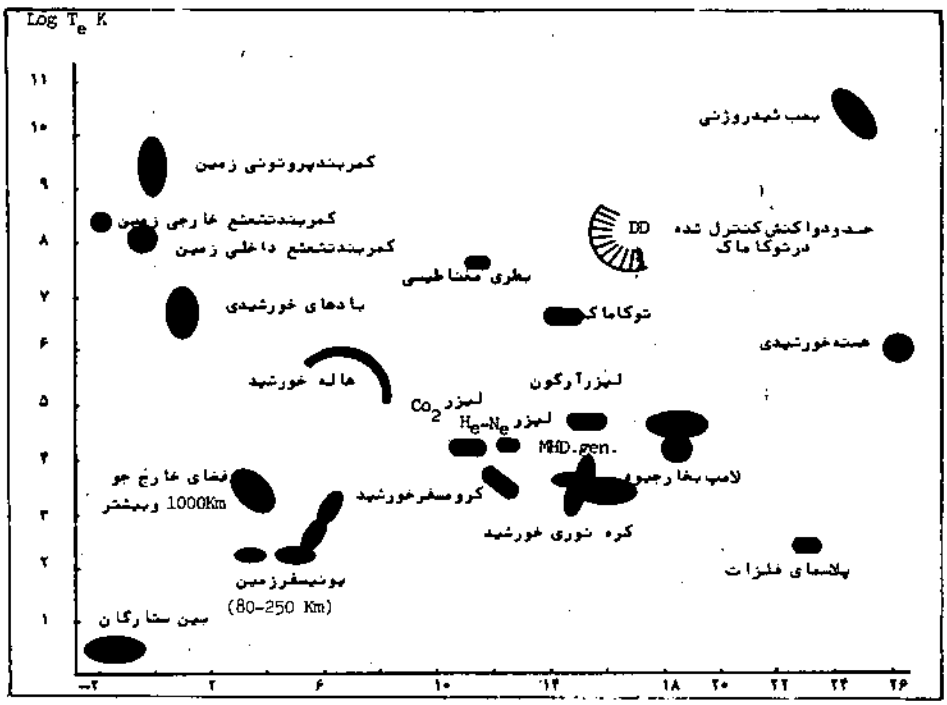
۷) پلاسمای حالت جامد Solid state Plasmas

در شبه هادیها الکترونهای آزاد و حفرهها تشکیل پلاسمائی میدهند و همان پدیدههای نوسانات و ناپایداریها که در پلاسمای گازی ظاهر میشود در پلاسمای حالت جامد نیز پدید میآید. پلاسمائی که در I_nSb ایجاد میشود مخصوصاً جهت مطالعه این پدیدهها مفید بوده است. بعلت وجود اثر شبکه کریستالی Lattice effects فرکانس برخورد موثر با اینکه چگالی ذرهای در اجسام جامد زیاد است ($n=10^{23}/cm^3$) بسیار کم است. جرم موثر حفرهها در شبه هادیها برابر $\frac{1}{100}$ جرم الکترون است و بنابراین فرکانس سیکلترون حتی در میدانهای مغناطیسی ضعیف بسیار زیاد است.

۸) لیزرهای گازی

متداولترین روش جهت تلمبه کردن (topump) یک لیزر گازی ــ تخلیه الکتریکی گازها است. جهت معکوس کردن ترازهای انرژی طوریکه نور تقویت شود از تخلیه الکتریکی استفاده میشود. این عمل به دو طریق انجام میشود. یکی در لیزرهای پالسی که بوسیله تخلیه الکتریکی لحظهای انجام میشود و دیگری در لیزرهای با نور مستقیم که تخلیه الکتریکی بصورت مداوم انجام میگیرد. نوع اول مانند لیزر انیدریدکربنیک است که لیزرهای بسیار قوی و پالسی ایجاد میکند و نوع دوم مثل لیزر هلیوم ــ نئون است که در نقشهبرداری جهت تعیین خطوط مستقیم بکار میرود. کلیه این لیزرها بوسیله پلاسما ایجاد

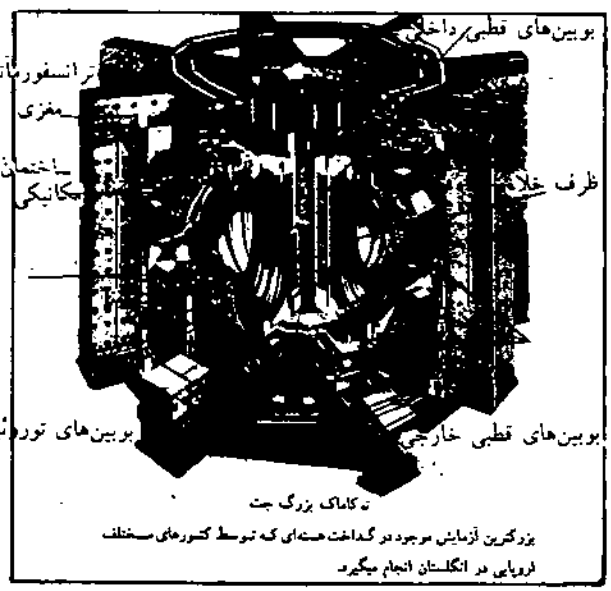
میشود.



شکل ج

۹) موارد استعمال تکنیک‌های آزمایشگاهی در صنایع

پژوهش در رشته فیزیک پلاسما در ایران نتایج بسیار مفیدی در برخواهد داشت. از آنجا که با پیشرفته‌ترین مسائل علمی و تکنولوژی روز همراه است دست‌آوردها و فرآورده‌های جانبی آن از قبیل ابزارسازی دقیق، انواع اندازه‌گیریهای فیزیکی، الکترونیک، خودکار، شیشه‌گری، خط‌های ولتاژ بالا و ایجاد خلاء میتواند هر یک مرکزی جالب برای آموزش و تربیت دانش آموختگان دانشگاهها و تکنیسینها باشد و نقش ارزنده‌ای در توسعه صنعت در ایران بعهده بگیرد. قرار ملاقاتهای مشترک بین آزمایشگاه تحقیقاتی فیزیک پلاسما و موسسات صنعتی، ایجاد علاقه برای جذب پروژه‌های قابل استفاده در صنعت و بوجود آوردن دوره‌ها و سمپوزیومهای کوتاه مدت در مورد مسائلی که برای صنعت جالب و قابل استفاده هستند ممکن است بعنوان قسمتی از برنامه تحقیقاتی بکار رود.



شکل د

منابع

۱ ــ گداخت چشمه انرژی فردا ــ منصور نراقی ــ سازمان انرژی اتمی ایران (۱۳۵۴)

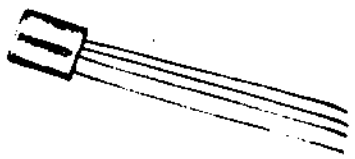
2. Introduction to Plasma Physics, Chen, Plenum Publication, New York, N. Y. (1976)

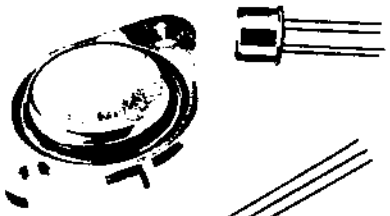
3. Introduction to Plasma Physics, Smiranov, Mir Publication, Moscow (1970)

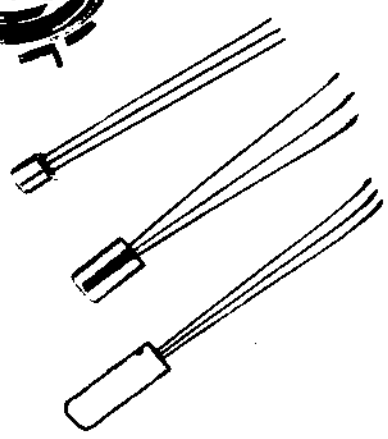
4. Introduction to Ionized Gases, Arzimovich, Mir Publication, Moscow (1962)

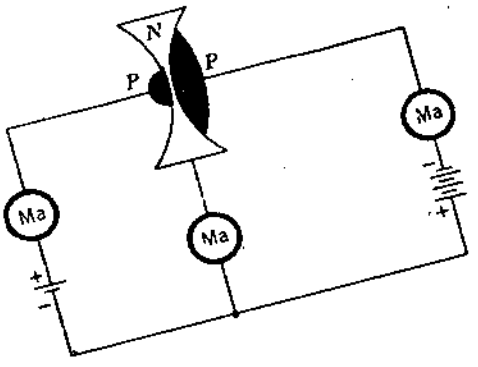
ترانزیستور

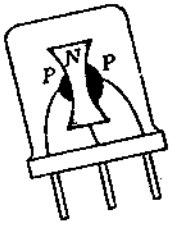
اصغر لطفی
دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی

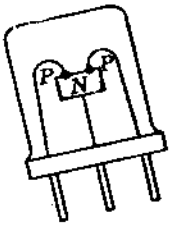


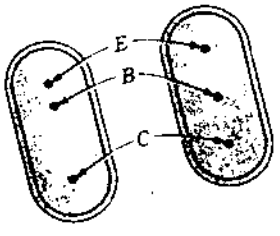


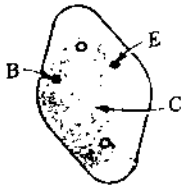








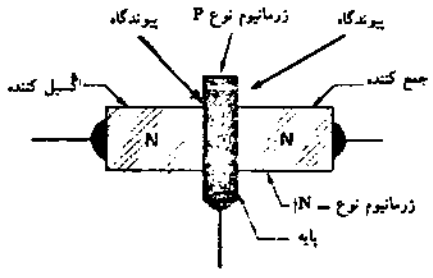




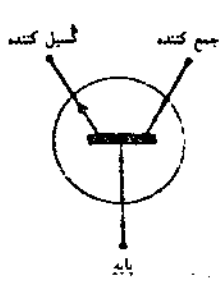
ترانزیستور از دو پیوندگاه P–N درست شده است که در پشت سر هم قرار گرفته و یک ناحیه N یا P در میان آنها جای دارد.

اگر ناحیه میانی از نوع مادهٔ P باشد ترانزیستور نوع N–P–N بوجود میآید. نمودار فیزیکی یک ترانزیستور N–P–N و نماد [1] آن در مدار بوسیله شکل ــ الف ــ ۱ نمایش داده شده است. ماده نوع N که در سمت چپ ماده میانی نوع P قرار گرفته است گسیل کننده [2] نام دارد. این ماده نسبت به ناحیه P که پایه [3] نامیده میشود به قطب منفی بسته شده است. ماده نوع N را که در سمت راست پایه است جمع کننده [4] میگویند این ماده نسبت به پایه به قطب مثبت بسته شده است.

مدار اساسی ترانزیستور N–P–N در شکل ــ الف ــ ۲ ــ نشان داده شده است.

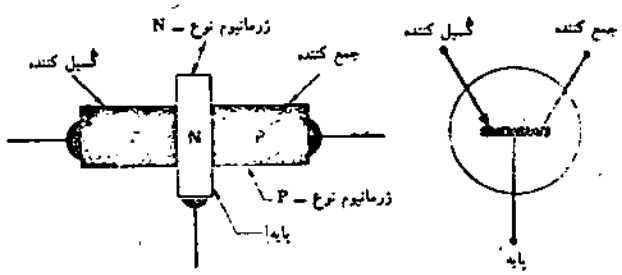


نمودار فیزیکی ترانزیستور N–P–N (شکل الف ــ ۱)



نماد ترانزیستور در مدار

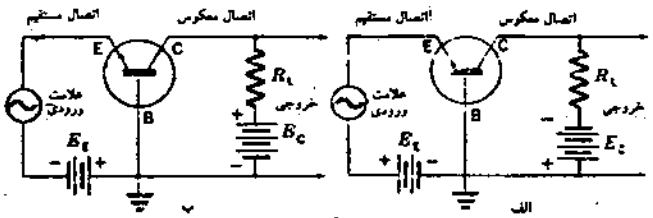
۱) Symbol ۲) Emitter ۳) Base ۴) Collector



نماد ترانزیستور در مدار — نمودار فیزیکی ترانزیستور

ترانزیستور P–N–P (شکل ـ ب ـ ۱)

ترانزیستوری که ناحیه میانی آنرا مادهٔ نیمه‌هادی نوع ـ N تشکیل میدهد، ترانزیستور نوع P–N–P میگویند. نمودار فیزیکی ترانزیستور P–N–P و نماد آن در مدار با شکل ب ـ ۱ ـ نشان داده شده است. مدار اساسی ترانزیستور P–N–P در شکل ـ ب ـ ۲ ـ آورده شده. توجه کنید که مدار مشابه مدار N–P–N بوده و تفاوت آنها فقط در این است که اتصالهای باتری برگشته‌اند.



شکل ـ ۲

در هر دو ترانزیستور N–P–N یا P–N–P گسیل کننده برای فراهم کردن بارهای (الکترونها یا حفره‌ها) مورد لزوم «جمع کننده» است که از دو پیوندگاه[5] پایه جمع میشوند.

یک گسیل کنندهٔ نوع N برای فراهم کردن الکترونها از پیوندگاه N–P برای پایه P نسبت به پایه دارای اتصال منفی است. یک گسیل کنندهٔ نوع P برای کشیدن الکترونها از پیوندگاه P–N بعبارت دیگر از پایه نوع N دارای اتصال مثبت است.

این بیان با این گفته معادل است که بگوییم گسیل کنندهٔ نوع P از پیوندگاه P–N و یا از پایهٔ نوع N حفره فراهم میکند. هر دو نوع گسیل کننده شکل ـ ۲ دارای اتصال مستقیم یا اتصال موافق هستند.

ولتاژ مدار گسیل کننده شکل‌های الف ـ ۲ و ب ـ ۲ ـ بوسیله باتری E_E اعمال میشود. طبق قرارداد پیکان گسیل کننده نماد ترانزیستور جهت حرکت حفره‌ها را نشان میدهد. جریان الکترونها در جهت عکس میباشند.

پیکان نماد ترانزیستور نوع ترانزیستوری را که از آن استفاده شده است مشخص میکند.

نماد ترانزیستور P–N–P با پیکانی در گسیل کننده نمایش داده میشود که نوک آن بطرف پایه است. در ترانزیستور نوع N–P–N نوک پیکان نماد در جهت دور شدن از پایه میباشد.

یک جمع کننده نوع N برای ربایش[6] الکترون از پیوندگاه N–P و پایه نوع P، نسبت به پایه دارای اتصال مثبت است. یک جمع کنندهٔ نوع P برای عبور دادن الکترون به پیوندگاه P–N و پایه نوع N، به قطب منفی متصل میشود. گفته میشود که هر دو نوع جمع کننده‌ها اتصال معکوس دارند.

مدار جمع کننده شکل‌های ـ «الف ـ ۲» ـ و «ب ـ ۲» دارای اتصال معکوس بوده و ولتاژ آن بوسیله باتری E_C اعمال میشود.

اتصال مستقیم در گسیل کننده و اتصال معکوس در جمع کننده، دارای اثر تولید جریان الکترون در ترانزیستور N–P–N از گسیل کننده به پایه در مدار گسیل کننده و از پایه به جمع کننده در مدار جمع کننده است. اتصال مستقیم گسیل کننده و اتصال معکوس جمع کننده در ترانزیستور P–N–P جریان الکترونی را از جمع کننده به پایه و از پایه به گسیل کننده ایجاد میکند.

قسمتی از کار اساسی انجام شده جدا کردن مدار ورودی گسیل کننده از مدار خروجی جمع کنندهٔ یک ترانزیستور است. این جداسازی نتیجه «سد ولتاژ»ای است که در دو پیوندگاه تشکیل میشود. سد دو قطبی‌های این دو پیوندگاه عکس یکدیگر است زیرا که پایه دارای یک پیوندگاه P–N در یک سو و یک پیوندگاه P–N در سوی دیگر میباشد.

اتصال مستقیم در پیوندگاه گسیل کننده بر سد ولتاژ غلبه کرده و گسیل کننده قادر به فراهم کردن بار برای پایه میشود. دو قطبی معکوس سد پتانسیل در پیوندگاه جمع کننده با اتصال معکوس جمع کننده افزایش پیدا کرده و به عبور بارها از پیوندگاه جمع کننده کمک میکند. ترانزیستور وقتی به کارآیی میرسد که جریان جمع کننده بوسیله جریانی که از جمع کننده به پایه میرود کنترل شود.

ترانزیستور و تقویت‌کنندگی

مدارهای ترانزیستوری شکل الف ـ ۲ ـ و ب ـ ۲ تقویت کننده‌های پایه مشترک میباشند. علامت کوچکی که در مدار گسیل کننده ایجاد میشود، بوسیله انرژی که از طریق باتری جمع کننده فراهم میگردد علامت بزرگتری از مدار جمع کننده عبور میدهد.

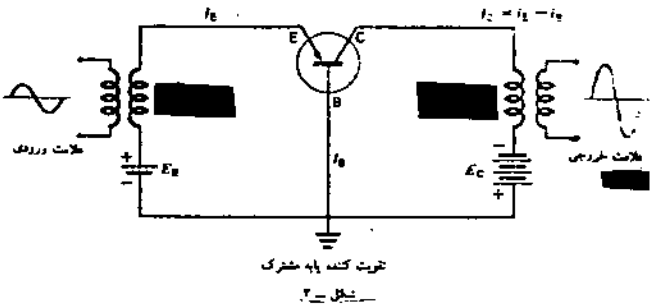
این پدیده سبب میشود که جریان جمع کننده از جریان گسیل کننده کمی کمتر گردد.

۵ ـ Junction پیوندگاه

۶ ـ Attract ربایش (جذب)

تقویت در ترانزیستور پایه مشترک در حقیقت تقویت کردن نسبت مقاومت ظاهری خروجی به مقاومت ظاهری ورودی است، که ممکن است با نسبت ۱ برابر باشد: مقاومت ظاهری کم گسیل کننده در اثر اتصال مستقیم پیوندگاه گسیل کننده حاصل شده است، این پیوندگاه بین قسمت گسیل کننده و قسمت پایه قرار دارد. این پدیده موجب کاهش میدان الکتریکی در طول پیوندگاه گسیل کننده میشود. مقاومت ظاهری زیاد جمع کننده در اثر اتصال معکوس پیوندگاه بین قسمت جمع کننده و قسمت پایه بوجود آمده است. این پدیده میدان الکتریکی در طول پیوندگاه جمع کننده را افزایش میدهد.

فقط از ۱٪ تا ۵٪ جریان گسیل کننده از پایه عبور میکند. بقیه ۹۹٪ تا ۹۵٪ از مدار جمع کننده میگذرد. این جریان بدلیل کمی ضخامت قسمت پایه از جمع کننده عبور میکند و بهمین آسانی حفره‌های مثبت از داخل گسیل کننده به داخل جمع کننده نفوذ میکنند.



شکل ــ ۳ ــ نوع معمولی مدار تقویت کننده پایه مشترک P-N-P را نشان میدهد. علامت جریان کوچک i_E در مدار گسیل کننده در نتیجه قدرت ورودی کم $i_E^2 Z_E$ و بعلت پائین بودن مقاومت ظاهری Z_E حاصل میشود. جریانی با مقدار کمی کوچکتر از جریان گسیل کننده ($i_C = i_E - i_B$) در جمع کننده توان بالایی ($i_C^2 Z_C$) را بخاطر مقاومت ظاهری بالای خروجی Z_C بوجود میآورد.

«بهره توان» با نسبت توان خروجی بر توان ورودی برابر است.

$$P_{gain} = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

با فرض اینکه مقاومت ظاهری ورودی تقویت کننده ۵۰ اهم جریان متناوب گسیل کننده ۲/۰ میلی‌آمپر، جریان جمع کننده ۱/۹ میلی‌آمپر و مقاومت ظاهری خروجی برابر با ۱۰ کیلو اهم میباشد، توان ورودی با مقدار زیر برابر است.

$$P_{in} = i_E^2 Z_E = (۲/۰ \text{ma})^2 \times ۵۰ \ \Omega$$

$$P_{in} = ۰/۲ \text{ mw} \quad \text{میلی‌وات}$$

توان خروجی با مقدار زیر برابر است.

$$P_{out} = i_C^2 Z_C = (۱/۹ \text{ ma})^2 \times ۱۰ \text{ K}\Omega$$

$$P_{out} = ۳۶ \text{ mw} \quad \text{میلی وات}$$

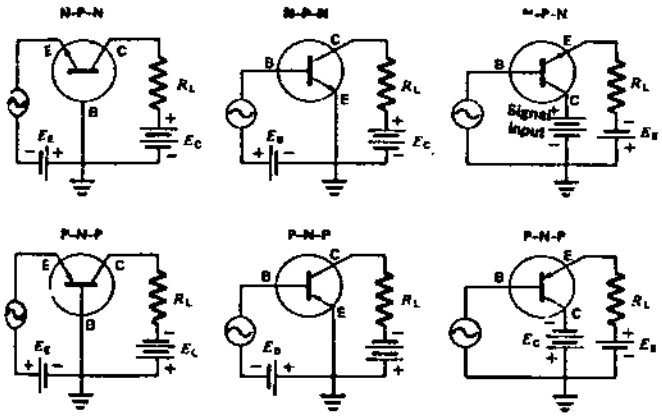
بنابراین بهره توان مقدار زیر را خواهد داشت.

$$P_{gain} = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{۳۶ mw}{۰/۲ mw} = ۱۸۰$$

در شکل ــ ۳ ــ از یک ترانزیستور P-N-P استفاده شده است. اگر اتصال قطبهای اعمال شده برعکس شوند یک ترانزیستور N-P-N بهمان خوبی کار میکند. در برخی از مدارها ترانزیستورهای دو پیوندگاهی معادل هم عمل میکنند. در برخی دیگر از مدارها یک نوع از ترانزیستورها ممکن است مزیت کمتری نسبت به نوع دیگر از ترانزیستورها داشته باشند.

مدار ترانزیستور با پایه مشترک که دربارهٔ آن شرح دادیم یکی از سه نوع پیکربندیهای عمومی است که برای این نوع ترانزیستورها وجود دارد. دو پیکربندی دیگر مدارهای ترانزیستوری با گسیل کننده مشترک و جمع کننده مشترک میباشند.

در شکل ــ ۴ ــ این نوع پیکربندیها برای هر دو نوع ترانزیستور N-P-N و P-N-P نشان داده شده است.



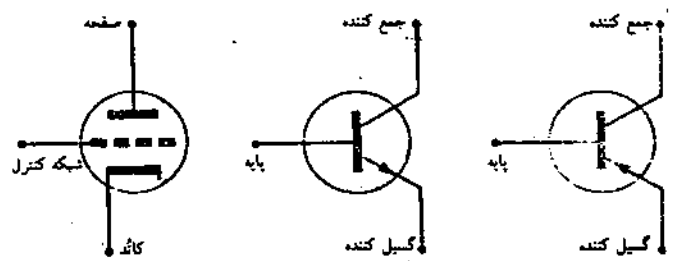
شکل ــ ۴ پیکربندیهای گوناگون در ترانزیستورهای نوع N-P-N و P-N-P

در تقویت کنندهٔ شکل ــ ۳ علامت خروجی با علامت ورودی همفاز است. تقویت کننده پایه مشترک تغییر فازی ایجاد نمیکند. در صورتیکه تقویت کننده گسیل کننده مشترک همانند تقویت کننده لامپهای خلاء فاز را تغییر میدهد.

خاصیت تقویت کنندگی ترانزیستور نتیجه تغییر جریانی است که بهنگام اعمال ولتاژ خاصی، در نواحی گوناگون ساختمان ترانزیستور رُخ میدهد.

بدین سبب است که غالباً ترانزیستور بعنوان تقویت کنندهٔ جریان معرفی میشود. ترانزیستور وسیله‌ایست که با جریان کار میکند نحوهٔ کار این وسیله به نحوه کار وسیله‌ای بنام لامپ خلاء سه قطبی[۷] خیلی شبیه است که با ولتاژ کار میکند. با توجه به چگونگی پیکربندی مدار ترانزیستور، ترانزیستور تقویت کننده میتواند، **بهره ولتاژ، بهره جریان، یا بهره توان** ایجاد کند.

هنگامیکه کار ترانزیستور با کار لامپ خلاء سه قطبی مقایسه میشود، گسیل کننده معادل کاتد، پایه معادل شبکه کنترل و جمع کننده با صفحه معادل است. این مقایسه در شکل ــ ۵ نشان داده شده است. شکل مدار ورودی علامت،به گسیل کننده و پایه در ترانزیستور تقویت کننده همانند مدار ورودی یک علامت به شبکه کنترل و کاتد در یک لامپ خلاء سه قطبی تقویت کننده است. جمع کننده ترانزیستور کاملاً مثل صفحهٔ لامپ خلا سه قطبی قسمت خروجی را تشکیل میدهد.



الف — نماد ــ لامپ سه قطبی

ب — نماد ترانزیستور N-P-N

ج — نماد ترانزیستور P-N-P

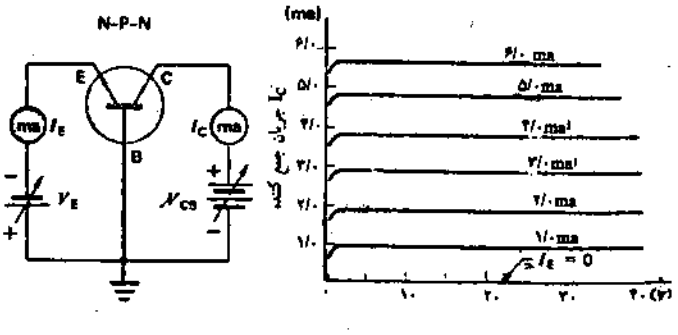
شکل-۵

مشخصات ترانزیستور

علامت کوچکی که به ورودی ترانزیستور اعمال میگردد با توجه باندازه جریان جمع کننده که بوسیله جریان ورودی کنترل میشود، قابلیت تقویت دارد. نحوهٔ کار ترانزیستور بوسیله مجموعه منحنی مشخصات تشریح میشود. این منحنیها رفتار ترانزیستور را در مداری با پیکربندیهای ویژه شرح میدهد.

چگونگی مشخصات خروجی یک ترانزیستور نوع N-P-N در پیکربندی پایه مشترک در شکل ــ۶ نشان داده شده است. هر یک از منحنیها نشان میدهد که جریان «I_C» بازاء جریانی که به گسیل کننده داده میشود «I_E» و با توجه به ولتاژ خروجی مختلفی که بین جمع کننده و پایه اندازه میگیرند «V_{CB}» چگونه تغییر میکند.

(۷) triode سه قطبی ــ تریود ــ سه راهی



V_{CB} ولتاژ جمع کننده نسبت به پایه

ب- مشخصات $I_C - V_{CB}$

الف- مدار ــ پایه مشترک

شکل ــ ۶

مجموعه منحنیها با بکارگیری جریانهای مختلفی در گسیل کننده ایجاد شده‌اند.

این منحنیها نشان میدهند که جریان جمع کننده به ولتاژ جمع کننده بستگی نداشته و به اندازهٔ جریان گسیل کننده بستگی دارد. تغییر در I_E تغییری در I_C ایجاد میکند. برای یک مقدار ثابت V_{CB} نسبت تغییرات I_C به I_E «بهرهٔ جریان» مدار پایه مشترک نام دارد. بهرهٔ جریان یک عدد مثبت بدون بُعد بوده و با حرف یونانی α (آلفا) نشان داده میشود.

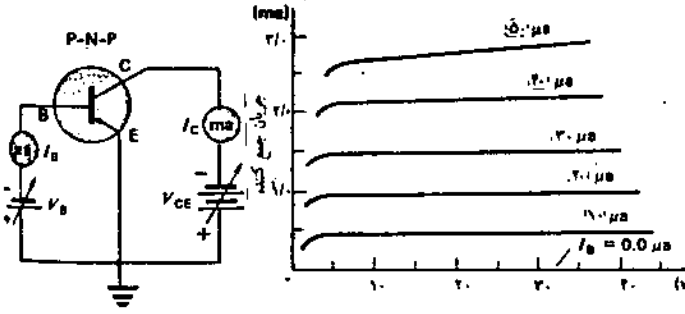
$$\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} \text{ (ثابت } V_{CB} \text{)}$$

با مراجعه به شکل ب ــ ۶ فرض کنید ضمن اینکه ولتاژ V_{CB} در ۱۵ ولت ثابت نگه داشته شده است جریان I_E از ۲/۰ میلی آمپر تا ۴/۰ میلی‌آمپر تغییر میکند. از روی محور جریان جمع کننده، تغییرات جریان I_C از ۱/۹ میلی آمپر تا ۳/۸ میلی‌آمپر بدست خواهد آمد. با استفاده از این داده‌ها **بهره جریان** از رابطه زیر بدست میآید.

$$\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} = \frac{۱/۹ \text{ ma}}{۲/۰ \text{ ma}} = ۰/۹۵$$

بهره‌جریان یا مشخصه α در مدار پایه مشترک همواره کمی کمتر از واحد است. برای ترانزیستورهایی با کیفیت بهتر α به واحد نزدیکتر میباشد برد α بین ۹۵٪ و ۹۹٪ میباشد. یک مجموعه منحنی مشخصات از نحوه کار ترانزیستوری درپیکربندی«گسیل‌کننده مشترک» در شکل ــ ۷ نشان داده شده است.

در این مجموعه منحنی جریان جمع کننده I_Cبعنوان تابع ولتاژ خروجی V_{CE} که در بین جمع کننده و گسیل کننده اندازه‌گیری میشود، بدون توجه باندازه جریان پایه I_B رسم شده است.



الف ـ مدار گسیل کننده مشترک

ب ـ مشخصات I_C ولتاژ جمع کننده نسبت به گسیل کننده

شکل ـ ۷

در مقایسه با جریان گسیل کننده و جریان جمع کننده جریان پایه خیلی کوچکتر است. در مدار گسیل کننده مشترک، اندک تغییری در I_B تغییرات بزرگی را در I_C بوجود میآورد. برای یک مقدار ثابت V_{CE} **بهره جریان** مدار گسیل کننده مشترک با نسبت تغییرات I_C به تغییرات I_Bبرابر است. در اینحالت بهره جریان را با حرف یونانی β (بتا) نشان میدهند و از رابطه زیر بدست میآورند:

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \quad (V_{CE} \text{ ــ ثابت})$$

از منحنیهای شکل ــ ب ــ ۷ ــ استفاده کرده فرض میکنیم در حالیکه V_{CE} در ۲۰ ولت ثابت نگهداشته شده است، جریان پایه از ۲۰ میکرو آمپر تا ۴۰ میکروآمپر تغییر میکند. با رسم محور جریان جمع کننده مشاهده میکنیم که I_Cبین ۱/۰ میلی‌آمپر تا ۲/۳ میلی‌آمپر خواهد بود. بهرهٔ جریان این مدار گسیل کنندهٔ مشترک از رابطهٔ زیر بدست میآید.

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{۱/۳ \times ۱۰^{-۳} A}{۲/۰ \times ۱۰^{-۵}} = ۶۵$$

گستره تغییرات β از ۲۰ تا ۲۰۰ است. ترانزیستور موجود در مدار چه با پیکر بندی پایه مشترک و چه با پیکربندی گسیل کننده مشترک، علامت ورودی را تقویت میکند.

در جاییکه با باری با مقاومت ظاهری پائین **بهره جریان** بالایی مورد نیاز است مداری با پیکر بندی گسیل کننده مشترک، و در جاییکه با باری با مقاومت ظاهری بالا. **بهره‌توان**بزرگی مورد نیاز است مداری با پیکربندی پایه مشترک ترجیح داده میشود.

در جاییکه با باری با مقاومت ظاهری بالا به **بهره‌توان** بزرگی نیازداریم، مداری با پیکربندی پایه مشترک بخوبی کار خواهد کرد و حتیٰ قابل ترجیح است.

مدار جمع کننده مشترک معکوس شده گسیل کننده مشترک است. این پیکربندی بوسیله شکل ــ ۴ تائید میشود. مدار جمع کننده مشترک دارای مقاومت ظاهری ورودی بالا و مقاومت ظاهری خروجی پائین و بهره ولتاژ کمتر از واحد است، بدینترتیب دارای تقویت کنندگی کوچکی میباشد، امّا در بهم بستن مقاومتهای ظاهری بین منبعی با مقاومت ظاهری بالا و باری با مقاومت ظاهری پائین میتواند بکار رود.

منابع

۱ ــ Modern Physics. w_1
johne. williams
Frederickf. Trinklein
H. clarkmetcalfe
Copyright 1984 pl 519 to 576
۲ ــ Basic Eletronics
Bernard Grob
P. 597, 519, 578
ordinary level. p husics æe 3
A.F. Abbott

توجه

میدانیم که ترانزیستور یکی از مباحثی است که جزء برنامهٔ درسی سال چهارم رشته ریاضی و فیزیک است. لذا مقاله‌فوق‌را اولاً از آن جهت که ضرورت دارد تا با مطالبی پیش از آن چه که در کتاب درسی آمده است آشنا شویم تهیه و تقدیم کرده‌ایم. در این مقاله پاسخ پرسشهایی را در میابیم که موارد زیر از آن جمله‌اند.

۱ ــ نماد ترانزیستور و نمودار فیزیکی آن در مدار الکتریکی چگونه است؟
۲ ــ نوک پیکان نماد معرف چه چیزهایی است؟
۳ ــ پیکربندیهای پایه مشترک، گسیل کننده مشترک، و جمع کننده مشترک یعنی چه و تفاوت آنها در چیست؟
۴ ــ چرا ترانزیستور را تقویت کننده میگویند؟
۵ ــ اتصال مستقیم و معکوس یعنی چه و چگونه انجام میگیرد؟

بقیه در صفحه ۲۵

بقیه از صفحه ۳

رفتار علمی داشتن، نحوهٔ تجزیه و تحلیل و استنتاج و بالاخره به رشته و شغل خاصی علاقمند شدن و بآن روی آوردن در نهایت پایه‌های رسیدن به استقلال علمی و صنعتی بوسیله تدریس دروس مختلف در دوره‌های گوناگون پیش دانشگاهی خاصه بوسیله درس فیزیک پی‌ریزی میشود و شکل میگیرد.

آنچه که تحت عنوان فیزیک به دانشجوی دانشگاه تدریس میشود بیش از هر چیز آگاهی و توانایی وی را در زمینه همان مطلب افزایش میدهد.

هرچند این کار مقدس و قابل تقدیر است ولی به اهمیت بیش از دانشگاه و نقش فیزیک در این دوره‌ها بنگرید. هرچه به سنین پایین‌تر نگاه کنیم درخواهیم یافت که جهت‌دهی آموزش فیزیک از اهمیت بیشتری برخوردار است.

لازم میداند که باطلاع برساند که در برنامه‌ریزی و تألیف و تدوین کتب و مجلات درسی و کمک درسی فیزیک نه تنها باید از وجود آموزگاران، دبیران، خبرگان علوم روانشناسی، جامعه‌شناسی و روش آموزش فیزیک استفاده شود بلکه از وجود عالیترین و خبره‌ترین دانشمندان فیزیک نظری و کاربردی نیز باید بهره گرفت و این روشی است که در کشورهای مختلف جهان باجرا درمیآید.

با توجه به تمامی مطالب فوق‌الذکر این پرسش مطرح است که، آیا شما هم تاکنون به فیزیک قبل از دانشگاه فکر کرده‌اید و آیا تاکنون قدمی در جهت بهتر شدن آموزش فیزیک پیش از دانشگاه برداشته‌اید؟

پاسخ هرچه باشد مکتوم و در مغز شما سروران ارجمند باقی میماند، ولی مقصد ما از طرح این پرسش این است که بگوییم مسئولین برنامه‌ریزی و تألیف کتب و تدوین مجله رُشد آموزش فیزیک در آموزش و پرورش قویاً بهمکاری شما نیازمند و علاقمند میباشند.

شما بعنوان فردی از افراد این جامعه و بعنوان شخصی که یکی از عزیزانتان در یکی از دوره‌های پیش دانشگاهی به تحصیل اشتغال دارند و بالاخره بعنوان یک فیزیکدان یقیناً به فیزیک و نحوهٔ آموزش پیش دانشگاهی آن بی‌تفاوت نیستید.

و امّا میزان همکاریی که انتظار آنرا داریم، با محل اقامت، محل کار، زمان فراغت، تخصص، تجربه، زمینه و حدود علاقمندی شما متناسب است.

کار برنامه‌ریزی و تألیف و تصحیح ۴۲ جلد کتاب درسی فیزیک و انتشار مجله رُشد آموزش فیزیک (با تیراژ ۲۰،۰۰۰ جلد) دو کار بظاهر منفکی است که بانجام آن مشغولیم.

و اینک شمایید که اعلام کنید که چگونه ارتباطی با گروه فیزیک دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی برقرار میسازید. ولی حداقل انتظار اعضا هیات تحریریه مجله این است که در هر سال فقط یک مقاله از شما دریافت کنند. فرصت را مغتنم میدانیم از فیزیک پیشه‌گانی که در غیر مراکز آموزشی، همانند سازمان انرژی اتمی، مخابرات، هواشناسی، مرکز ژئوفیزیک، وزارت نفت، ذوب آهن، وزارت دفاع، سازمانهای مختلف وزارت نیرو و..... با نوشتن مقالاتی وظایف و فعالیتهای در دست انجام خود را مُعرفی کنند تا در مجله‌ای تقریباً همه‌گیر درج، کاربرد و تأثیر آموزش فیزیک در کشور اسلامیمان نیز بر تمامی ما روشن گردد.

ذکر حداقل انتظار شورای فیزیک بجهت گوناگونی وظایف و روشنی بسیاری از موارد آن ضرورتی ندارد خاصه اینکه امید آن داریم که کمیسیون پیش دانشگاهی کنفرانس فیزیک بیش از پیش فعال گردد و در این کمیسیون بتوانیم در زمینه‌های مختلف حضوراً سُخن بگوییم و به نقد و بررسی موارد لازم و مقتضی بپردازیم.

در نهایت این شمائید که میتوانید وظیفه را انتخاب و به انجام آن مبادرت کنید یقیناً مسئولین محترم برنامه‌ریزی و تألیف نیز در جهت هماهنگی کار و نشان دادن مقصدها از هیچ گونه کمکی دریغ نخواهند کرد. از درگاه خداوند هستی‌بخش توفیق هرچه بیشتر شما را مسئلت دارد، در خاتمه مقاله را با نیمی از دوبیتی فیلسوف مشرق زمین اقبال لاهوری مزین میکنیم که میگوید.

«موج ز خود رفته‌ای تیز خرامید و گفت
هستم اگر میروم گر نروم نیستم»

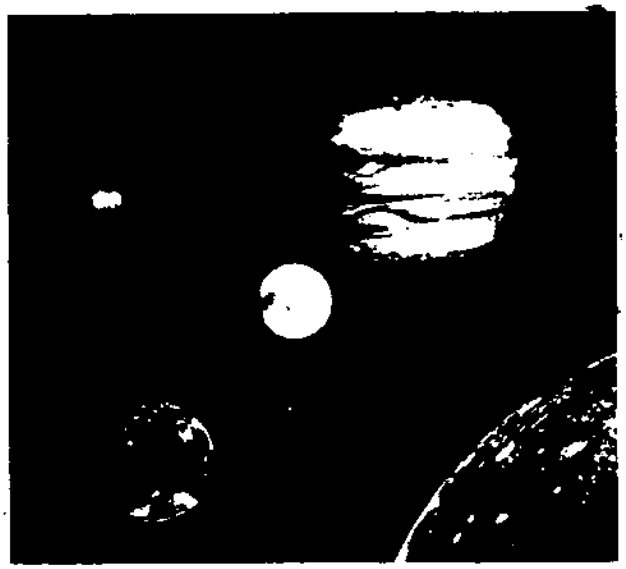
شما و من فیزیک پیشه زخود رفته جزء با ارائه یک اثر ماندنی مربوط به علم فیزیک و نحوهٔ آموزش آن چگونه میتوانیم بگوییم که هستیم.

ومن الله التوفیق وعلیه التکلان

سردبیر

قانون سوم کپلر و قوانین حاصل از آن

جمشید کامجو
دانشگاه علامه طباطبائی



چکیده:

با توجه به اطلاعات موجود در مورد فواصل سیارات منظومهٔ شمسی از خورشید، مؤلفین مختلف رابطهٔ بین این فواصل را برحسب شماره (فرضی) هر سیاره ارائه داده‌اند. ساده‌ترین آنها همان رابطهٔ Titius-Bode میباشد که توسط آن میتوان فواصل سیارات را از خورشید با تقریب نسبتاً خوبی بدست آورد.

در این مقاله با توجه به اطلاعات موجود، رابطهٔ تجربی بین فاصله، زمان تناوب، سرعت زاویه‌ای، و سرعت سیارات برحسب شماره هر سیاره تعیین گردیده است. آنگاه روابط تجربی موجود بین این کمیتها نیز محاسبه شده‌اند. نتایجی که از این محاسبات عاید گردیده‌اند، علاوه بر قانون سوم کپلر، قوانین دیگری میباشد که بین کمیتهای مختلف هر سیاره حکمفرما بوده و در قسمت سوم مقاله بطور مفصل از آنها صحبت خواهد شد.

۱ ــ تاریخچه

در سال ۱۱۴۵ / ۱۷۶۶ TITIUS منجم آلمانی با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شدهٔ فواصل سیارات، رابطه‌ای بدست آورد که بوسیله آن فاصلهٔ تقریبی شش سیارهٔ شناخته شده تا آن زمان تعیین میشد. از طریق این رابطه وجود سیارهٔ کشف نشده‌ای بین مریخ و مشتری حدس زده شد و بعدها نیز توسط این رابطه، سیارات کوچکی بنام Astroid که بزرگترین آنها را سرس (Ceres) نام نهادند، بین دو سیارهٔ فوق‌الذکر کشف شدند. رابطهٔ مزبور که بنام فرمول Titius-Bode معروف است عبارتست از:

$$R_n = 0.4 + 0.3 \times 2^n \quad ; n = -\infty, 0, 1, \ldots \qquad (1)$$

که در آن n شماره سیاره (برای عطارد $-\infty$ ــ برای بقیه سیاره‌ها به ترتیب صفر، یک، دو....) و R_n فاصلهٔ سیاره از خورشید برحسب واحد نجومی میباشد. رابطهٔ فوق، بطور تقریب، تا سیارهٔ اورانوس صادق است ولی فاصلهٔ بدست آمده برای سیاره نپتون تقریباً برابر فاصلهٔ سیارهٔ پلوتون است.

در سال ۱۱۶۶ / ۱۷۸۷ WURM رابطهٔ تی‌توس را بصورت زیر تصحیح کرد:

$$R_n = 0.387 + 0.293 \times 2^n \quad ; n = -\infty, 0, 1, \qquad (2)$$

وی براین عقیده بود که این رابطه نه تنها برای سیارات بلکه برای اقمار آنها نیز بایستی صادق باشد. این امر در حقیقت گواه اعتبار این رابطه و برتری آن بر رابطهٔ تی‌توس میباشد.

در سال ۱۲۵۲ / ۱۸۷۳ CHASE رابطه‌ای را پیشنهاد کرد که در آن شمارهٔ منظور شده برای سیارات بطور یکنواخت تغییر نمی‌کرد. وی دلیل این امر را از طرفی مربوط به لگاریتمی بودن فواصل سیارات با شمارهٔ مربوط به آنها و از طرف دیگر دراثر تغییرات تقریباً تناوبی این فواصل نسبت به بهترین خطی که از نقاط میگذرد، دانست*. بنابر این، شمارهٔ سیاره برخلاف روابط (۱) و (۲) (که غیر خطی میباشند) نمی‌تواند بطور یکنواخت تغییر کند. رابطهٔ پیشنهادی وی بصورت زیر است:

$$R_n = \frac{\pi}{32}(1 + n\pi); n = 1, 2, 3, 5, 9, 17, 33, 65 \qquad (3)$$

چون رابطهٔ فواصل سیارات از خورشید با شمارهٔ مربوطه به آنها

$(n = 1, 2, 0, 0, 0)$ لگاریتمی و نسبت به بهترین خطی که از نقاط میگذرد یک تغییرات نسبتاً تناوبی را نشان میدهد.(۱۹۱۳)BLAGG را به این فکر انداخت که رابطهٔ کلی‌تری را که در آن تغییرات تناوبی و لگاریتمی بودن فواصل بطور مستقل منظور شده‌اند، بدست آورد. رابطهٔ محاسبه شده توسط نامبرده، بصورت زیر میباشد:

$$R_n = A(1,7275)^n . [B + f(a + nb)]; n = -2 ; -1, 0, 5, \ldots \qquad (4)$$

که در آن f تابع متناوبی بین صفر و 2π رادیان و A و B ثابت‌های عددی مثبت و a و b ثابت‌های زاویه‌ای میباشند. نامبرده یک دورهٔ کامل تناوب را برای هفت سیارهٔ اول درنظر گرفت و با تکرار منحنی مربوط به این تناوب، سه سیارهٔ باقیمانده را برآن منطبق نمود.

پس از گذشت سی سال(۱۹۴۵)RICHARDSON با محاسبه مشابه به نتیجهٔ زیر رسید:

$$R_n = (1,728)^n fn(\nu_n); \nu_n = n(4\pi/13) \qquad (5)$$

که در آن fn تابع متناوبی بین صفر و 2π رادیان است. در اینجا نیز دورهٔ تناوب برای هفت سیارهٔ اول درنظر گرفته شده است.

۲ ــ رابطهٔ بین فاصله، زمان تناوب، سرعت زاویه‌ای و سرعت سیارات برحسب شماره سیاره

در روابط ۱ تا ۳ شماره نسبت داده شده به هر سیاره (یعنی n) اختیاری انتخاب شده است (بخصوص در رابطهٔ ۳). در این مقاله شمارهٔ نسبت داده شده به سیارات منظومه شمسی به ترتیب از ۱ تا ۱۰ میباشد.

برای فاصله، واحد نجومی [Astronomical Unit: AU]
و برای زمان سال [a] درنظر گرفته شده است.

در جدول ۱ نام سیاره، شماره مربوط (n) متوسط فاصلهٔ سیاره از خورشید (R_n)، متوسط زمان تناوب سیاره (T_n)، متوسط سرعت زاویه‌ای سیاره (αn) و متوسط سرعت سیاره در مدار خود حول خورشید (V_n) آمده است.

نظر به اینکه مقادیر گفته شده را برحسب مقادیر کمیتهای مختلف زمین می‌سنجیم، مقادیر این کمیت‌ها برای زمین عبارتند از:

$R_E = 1$ [AU] $\qquad T_E = 1$ [a]

$\alpha_E = \frac{360}{365,256} = 0,9856$ [o/d]* $\quad V_E = 29,802$ [Km /sec]

با توجه به اینکه تغییرات هر کدام از این کمیتها برحسب شماره سیاره لگاریتمی میباشد، میتوان بطریق تجربی رابطه بین کمیّات را برحسب n حساب کرد، نتایج بدست آمده عبارتند از:

$R_n = 1,0872\ (1,7097)^n \qquad :r = 0,997 \qquad (6)$

$T_n = 1,1315\ (2,2354)^n \qquad :r = 0,997 \qquad (7)$

$\alpha_n = 0,8695\ (0,4474)^n \qquad :r = -0,997 \qquad (8)$

$V_n = 28,58815\ (0,7647)^n \qquad :r = -0,997 \qquad (9)$

ضریب همبستگی (r) برای کلیه کمیتها مساوی و نزدیک به واحد میباشد. این ضریب برای دو کمیت اول مثبت و برای دو کمیت دوم منفی است.

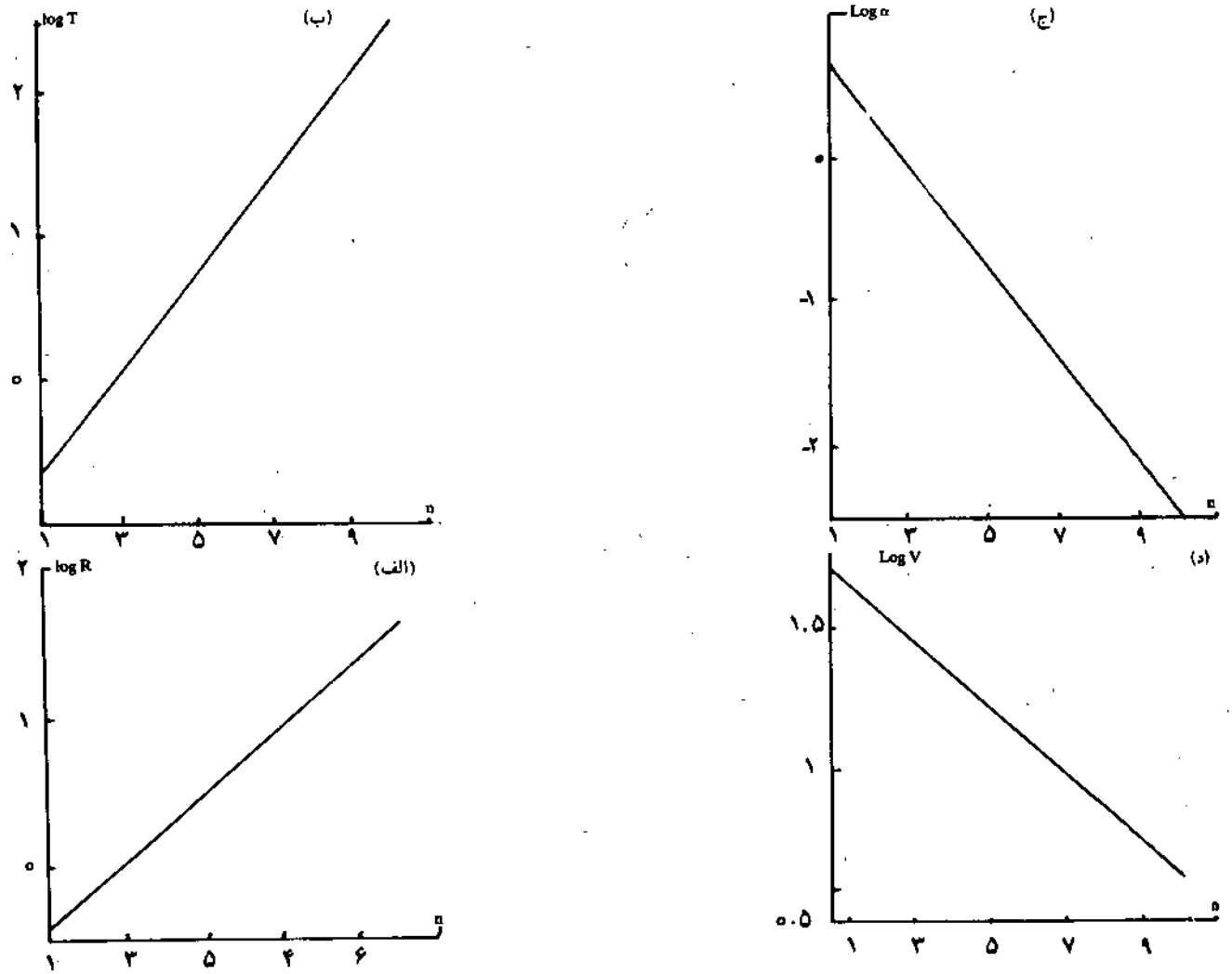
نقاط در شکل ۱ تغییرات لگاریتم فاصله متوسط (الف)، زمان تناوب متوسط (ب)، سرعت زاویه‌ای متوسط (ج) و سرعت متوسط سیارات (د) را برحسب شماره سیاره نشان میدهند. خطوط نیز به ترتیب معرف روابط ۶ تا ۹ میباشند.

۳ ــ روابط بین فاصله، زمان تناوب، سرعت زاویه‌ای و سرعت حرکت سیارات

با استفاده از لگاریتم کمیتها در جدول ۱ میتوان روابط بین

جدول ۱

سیارات Planets	n	R, AU	T, a	αn, o/d*	V, Km/s*
عطارد Mercury	۱	۰,۳۸۷۱	۰,۲۴۶۳	۴,۰۹۲	۴۷,۹۰
زهره Venus	۲	۰,۷۲۳۳	۰,۶۱۵۲	۱,۶۰۲۱	۳۵,۰۵
زمین Earth	۳	۱,۰	۱,۰	۰,۹۸۵۶	۲۹,۸۰
مریخ Mars	۴	۱,۵۲۴	۱,۸۸۷	۰,۵۲۴۰	۲۴,۱۴
سیرش Ceres	۵				
مشتری Jupiter	۶	۵,۲۰۳	۱۱,۸۶۲	۰,۰۸۳۱	۱۳,۰۶
زحل Saturn	۷	۹,۵۴	۲۹,۴۶	۰,۰۳۳۵	۹,۶۵
اورانوس Uranus	۸	۱۹,۲	۸۴,۰۱	۰,۰۱۱۷	۶,۸۰
نپتون Nepton	۹	۳۰,۱	۱۶۴,۸	۰,۰۰۶۰	۵,۴۳
پلوتو Pluto	۱۰	۵۹۳	۲۴۸,۴	۰,۰۰۴۰	۴,۷۴



شکل ۱ ــ تغییرات لگاریتمی فاصله (الف)، زمان تناوب (ب)، سرعت زاویه‌ای (ج) و سرعت سیارات (د) برحسب n.

فاصله، زمان تناوب، سرعت زاویه‌ای و سرعت سیارات را از طریق تجربی حساب کرد. روابط محاسبه شده عبارتند از:

$T_n = R_n^{1/5}$ $\quad r = 1$ (۱۰)

$\alpha_n = ۰/۹۸۵۶ T_n^{-1}$ $\quad r = -1$ (۱۱)

$\alpha_n = ۰/۹۸۵۶ R_n^{-1/5}$ $\quad r = -1$ (۱۲)

$V_n = ۲۹/۸۰۲ T_n^{-۰/۳۳}$ $\quad r = -1$ (۱۳)

$V_n = ۲۹/۸۰۲ R_n^{-۰/۵}$ $\quad r = -1$ (۱۴)

$V_n = ۲۹/۹۴۶ \alpha_n^{-۰/۳۳}$ $\quad r = 1$ (۱۵)

رابطه ۱۰ قانون سوم کپلر یعنی $\frac{T^2}{R^3} = \text{Const}$ میباشد (نظر به اینکه T را برای زمین یک سال و R را برای زمین ۱AU درنظر گرفته‌ایم مقدار ثابت (Const) مساوی یک میباشد).

روابط ۱۱ تا ۱۵ را میتوان برحسب کمیتهای مختلف زمین نوشت:

$\alpha_n . T_n = \alpha_E T_E = ۰/۹۸۵۶$ (۱۶)

$\alpha_n^2 . R_n^2 = \alpha_E^2 R_E = (۰/۹۸۵۶)^2$ (۱۷)

$V_n^2 . T_n = V_E^2 T_E = (۲۹/۸۰۲)^2$ (۱۸)

$V_n^2 . R_n = V_E^2 R_E = (۲۹/۸۰۲)^2$ (۱۹)

$V_n^2 . \alpha_n^{-1} = V_E^2 \alpha_E^{-1} = (۲۹۸۰۲)^3 . (۰/۹۸۵۶)^{-1}$ (۲۰)

ضریب رابطه ۱۵ برابر ۰/۳۳ V_E/α_E میباشد. زیرا:

$V_E / \alpha_E^{۰/۳۳} = ۲۹/۸۰۲ / (۰/۹۸۵۶)^{۰/۳۳} = ۲۹/۹۴۶$

مکعب این ضریب در رابطهٔ ۲۰ بصورت $\frac{1}{E}\alpha^{-1}_{E}V^{2}_{E}$ درنظر گرفته شده است.

با توجه به روابط ۱۵ تا ۲۰ دیده میشود که علاوه بر قانون سوم کپلر در مورد سیارات (رابطه ۱۵) قوانین دیگری را نیز بصورت زیر میتوان در مورد سیارات منظومهٔ شمسی درنظر گرفت:

۱ ــ حاصلضرب زمان تناوب در سرعت زاویه‌ای هر سیاره مقدار ثابتی است که برابر حاصلضرب زمان تناوب در سرعت زاویه‌ای زمین می‌باشد.

۲ ــ حاصلضرب مربع سرعت زاویه‌ای هر سیاره در مکعب فاصله آن از خورشید مقدار ثابتی است که برابر مربع سرعت زاویه‌ای زمین در مکعب فاصلهٔ آن از خورشید میباشد.

۳ ــ حاصلضرب مکعب سرعت هر سیاره در زمان تناوب آن مقدار ثابتی است که برابر مکعب سرعت زمین در زمان تناوب آن میباشد.

۴ ــ حاصلضرب مربع سرعت هر سیاره در فاصلهٔ آن از خورشید مقدار ثابتی است که برابر حاصلضرب مربع سرعت زمین در فاصلهٔ آن از خورشید میباشد.

۵ ــ نسبت مکعب سرعت هر سیاره به سرعت زاویه‌ای آن مقدار ثابتی است که برابر این نسبت برای سیاره زمین میباشد.

۴ ــ نتیجه

مؤلفین مختلف روابط تجربی بین فاصله سیارات منظومه شمسی از خورشید را برحسب شماره (فرضی) هر سیاره در ادوار مختلف ارائه داده‌اند (روابط ۱ تا ۵). در این مقالهٔ روابطهٔ تجربی بین فاصله از خورشید، زمان تناوب، سرعت زاویه‌ای، و سرعت سیارات برحسب شماره سیاره محاسبه شده است (روابط ۶ تا ۹). از طرف دیگر روابط موجود بین این کمیتها محاسبه گردیده‌اند (روابط ۱۰ تا ۱۵). رابطهٔ ۱۰ همان قانون سوم کپلر است. روابط ۱۱ تا ۱۵ را میتوان بصورت روابط ۱۶ تا ۲۰ نیز درنظر گرفت با توجه به این روابط دیده میشود که میتوان قوانین دیگری را (علاوه بر قانون سوم کپلر) بین کمیتهای مختلف سیارات درنظر گرفت که مقادیر ثابت در این قوانین، کمیتهای مختلف زمین میباشند.

---

* چنانچه تغییرات یک کمیت برحسب کمیتی دیگر خطی باشد می‌توان یک رابطه خطی را محاسبه نمود که نقاط از آن خط می‌گذرند.

* واحدنجومی عبارتست‌از فاصلهٔ زمین‌تاخورشیدکه تقریباً مساوی ۱۵۰×۱۰^{۶} کیلومتر است.

* [o/d]معادل طول قوس طی شده (برحسب درجه) در یکروز می‌باشد.

بقیه از صفحه ۲۰

۶ ــ تفویت ولتاژ، جریان، و توان یعنی چه و چگونه انجام و محاسبه میشود؟

۷ ــ وجوه مشترک و محسنات و معایب ترانزیستورها و لامپهای خلاء سه قطبی نسبت بهم کدامند؟

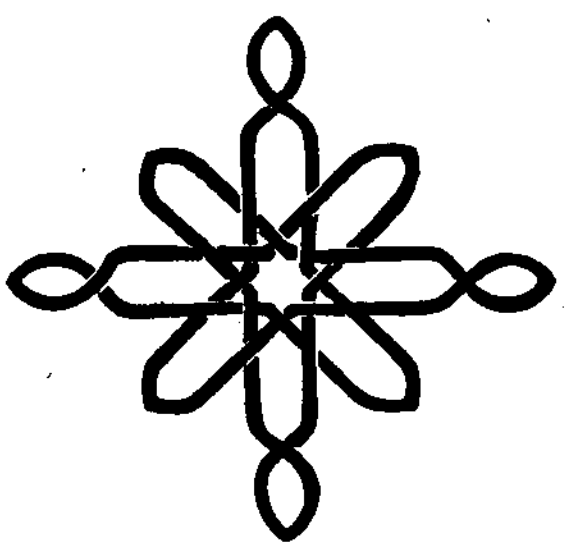
اینها با توجه به گسترش علم الکترونیک و سرعت افزایش میدان کاربرد انواع ترانزیستورها و المانهای همخانواده مطالب فوق الذکر نه کافی است و نه با بهترین روش ممکن ارائه شده است.

ولیکن این ضرورت مسلم است و همکاران ارجمند نیز بارها بدان تکیه داشته‌اند که یک دیپلم ریاضی فیزیک درباره ترانزیستور مطالبی بیش از آنچه در کتب فعلی موجود است باید بداند.

لذا با توجه به محدودیت ساعات درسی و حجم مطالب لازم برای تدریس در زمینه‌های گوناگون و لزوم توجه به جنبه‌های عملی مطالبی که در کتب فیزیک آورده میشود این فکر وجود دارد که شاید بتوانیم مطالب مندرج در صفحات بالا را از سال تحصیلی آینده همراه با مطالب ماقبل و ما بعد مورد نیاز و پس از اعمال نظرهاییکه از طرف شما و دیگر صاحبنظران دریافت خواهیم کرد در کتاب درسی بیاوریم. بنابراین دلیل دوّم درج مقاله فوق در مجله آگاه ساختن دبیران ارجمند و کسب نظر از آنان درباره مطالبی است که یک سال بعد در کتاب دانش‌آموزان چاپ خواهد شد. بدیهی است برای محیط ساختن سروران ارجمند بر مطالب فوق به درج مطالب لازم در شماره‌های بعدی مجله اقدام خواهیم کرد. امید است که بتوانیم این روش را برای دیگر مطالب لازم به تغییر دنبال کنیم. لازم به یادآوری است که برنامه دراز مدت و تغییر بنیادی مطلب دیگری است و این روش را خاص برنامه‌های کوتاه و میان مدّت در نظر گرفته‌ایم.

لذا استدعا دارد همکاران ارجمند و تمامی علاقمندان دلسوز به امر آموزش و پروش با دقت بیشتری به خواندن این مقاله اقدام فرمایند تا با کسب و اعمال نتایج حاصل از دیده‌های نازک‌بین شما مطلب گویاتر و مفیدتر گردد. در انتظار دریافت نظرها و راهنمایی‌های شما عزیزان علاقمند میباشیم.

و من الله التوفیق
و علیه التکلان



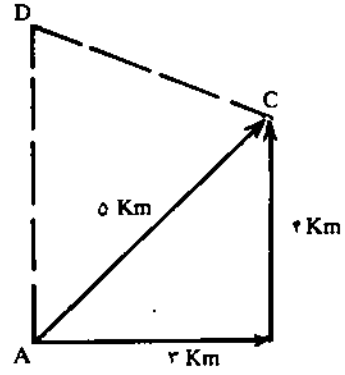
چهار واژه

سیدجعفر مهرداد

۱ ــ مسافت (distance)
۲ ــ جابجائی یا تغییر مکان (displacement)
۳ ــ سرعت متوسط (average speed)
۴ ــ تندی متوسط (average velocity)

اختلاف در معادل فارسی این چهار اصطلاح در کتب متعدد درسی برای معلم و متعلم خالی از اشکال نیست. بخصوص اینکه بنظر میرسد مفاهیم این اصطلاحات و تمایز بین آنها هم در این کتابها درست بیان نشده است. تنظیم این یادداشتها کوششی است در جهت روشن کردن تمایز اساسی آنها:

۱ ــ مسافت ــ جابجائی یا تغییر مکان



فرض می‌کنیم شخصی ابتدا ۳ کیلومتر به طرف شرق حرکت می‌کند. این تغییر مکان را با پاره‌خط جهت‌دار $\overrightarrow{AB}$ نشان میدهیم که هریک سانتیمتر آن نماینده یک کیلومتر می‌باشد سپس این شخص ۴ کیلومتر بطرف شمال حرکت می‌کند و این تغییر مکان بعدی را نیز با پاره‌خط جهت‌دار $\overrightarrow{BC}$ نمایش میدهیم که بساز هریک سانتیمتر آن نماینده یک کیلومتر می‌باشد در اینصورت مسافت پیموده شده ۱ و ۷ کیلومتر خواهد بود ولی مجموع این دو تغییر مکان معادل است با تغییر مکانی که با پاره‌خط جهت‌دار $\overrightarrow{AC}$ نشان داده شده است. اندازه این پاره‌خط ۵ سانتیمتر است و نماینده ۵ کیلومتر می‌باشد.

ممکن است شخص مطابق مسیر نقطه‌چین شده ابتدا از A به شمال برود تا به D برسد و بعد از D بطرف جنوب شرقی حرکت کند تا به C برسد در این حالت نیز تغییر مکان نهائی با بردار $\overrightarrow{AC}$ نشان داده می‌شود. **طول راه پیموده شده را مسافت می‌نامیم.** مسافت مکان آغاز و انجام حرکت و امتداد و جهت آن را مشخص نمی‌کند و تنها اندازه طول راه پیموده شده را نشان میدهد.

مثلاً وقتی گفته شود «شخصی مسافت ۷ کیلومتر را پیموده است» ممکن است حتی این شخص در طی این حرکت بجای اول خود بازگشته باشد.

کمیاتی مانند مسافت را که تنها با یک عدد مشخص می‌شوند کمیت اسکالر نامند. اما کمیتی را که مکان آغاز و انجام حرکت و فاصله مستقیم آندو را معین می‌کند جابجائی یا تغییر مکان می‌نامیم و آن را با پاره‌خط جهت‌دار بنام بردار نشان میدهیم. کمیاتی مانند تغییر مکان کمیت برداری نامیده می‌شوند. دو مفهوم **مسافت** و **تغییر مکان** از هم متمایز هستند. در زندگی روزانه مفهوم مسافت زیاد بکار می‌رود امّا در فیزیک ادراک مفهوم تغییر مکان مُهم و کلید فهم بسیاری از مفاهیم فیزیکی است.[۱]

روشن است که وقتی متحرکی بر روی خط راست تنها در یک جهت حرکت کند اندازه تغییر مکان با مسافت آن برابر است.

۲ ــ سرعت متوسط ــ تندی متوسط

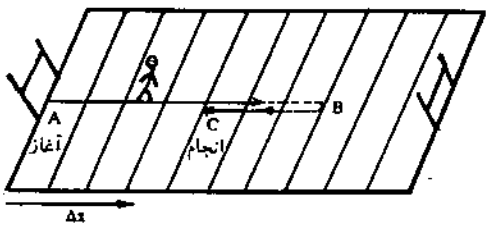
در گفتگوی معمولی و عموماً سرعت و تندی را مترادف و بجای هم بکار می‌بریم ولی در فیزیک از ایندو مفهوم کاملاً متفاوتی را منظور می‌نمائیم. بقول انیشتاین «همین اختلاف میان کلمه (speed) و (Velocity) نشان می‌دهد که علم فیزیک چگونه معانی را که در زندگی روزانه بکار میروند استخدام کرده است و در راهی بکار می‌برد که برای پیشرفتهای بعدی علم مفید واقع شود...»[۲]. برای تمایز بین دو مفهوم سرعت متوسط و تندی متوسط به مثال ساده زیر توجه کنیم:

مثلاً میخواهیم از شهر الف به شهر ب که در ۱۰۰ کیلومتری شرق شهر الف است برویم. اگر ابتدا از شهر الف به شهر ج در ۵۰ کیلومتری غرب شهر الف رفته و بعد به شهر ب بازگردیم کل مسافت پیموده شده ۲۰۰ کیلومتر اما تغییر مکان ما فقط ۱۰۰ کیلومتر است. اگر این مسافرت ۴ ساعت طول کشیده باشد می‌گوئیم:

سرعت متوسط ما در اینمدت $۵۰\ Km/h = \frac{۲۰۰}{۴}$ است درحالیکه تندی متوسط ما در اینمدت با اندازه $۲۵\ Km/h = \frac{۱۰۰}{۴}$ و از جهت شهر الف به طرف شهر ب می‌باشد.[۳]

بنابراین ما با دو مفهوم متمایز (سرعت متوسط) و (تندی متوسط) آشنا می‌شویم (سرعت متوسط) در زندگی روزانه بسیار بکار می‌رود درحالیکه مفهوم (تندی متوسط) در فیزیک مورد توجه است. وقتی چهار اتومبیل از یک میدان در خیابانهای مختلف براه می‌افتند و سرعت سنج (Speedometer) هر چهار اتومبیل $۵۰\ Km/h$ را نشان می‌دهد در گفتگوی معمولی می‌گوئیم سرعت اتومبیلها برابر است ولی ازلحاظ فیزیک بطور قراردادی می‌گوئیم:

تندی اتومبیلها با یکدیگر مساوی نیست.



بنا به تعریف: در یک مدت معین

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{مسافت پیموده شده (یک اسکالر)}}{\text{مدت مسافت پیموده شده (یک اسکالر)}}$$

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{تغییر مکان (یک بردار)}}{\text{مدت تغییر مکان (یک اسکالر)}}$$

مطابق شکل فرض می‌کنیم دانش‌آموزی در زمین ورزش از نقطه A شروع به حرکت می‌کند وقتی به‌نقطه B میرسد همان مسیر را تا نقطه C برمی‌گردد. میدانیم مسافت طی شده ($\Delta S = \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC}$) است درحالیکه تغییر مکان این دانش‌آموز $\overrightarrow{\Delta x}$ می‌باشد. هرگاه مدت حرکت با Δt و سرعت متوسط با $\overrightarrow{V}$ و تندی متوسط با $\overrightarrow{\overrightarrow{V}}$ نشان داده شود.

$$\overrightarrow{\overrightarrow{V}} = \frac{\overrightarrow{\Delta x}}{\Delta t} \qquad \text{و} \qquad \overrightarrow{V} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

روشن است که: سرعت متوسط مانند مسافت یک کمیت اسکالر است و فقط دارای اندازه بوده و همواره مثبت می‌باشد درحالیکه تندی متوسط مانند تغییر مکان یک کمیت‌برداری است.[۴]

توضیح:

۱ ــ باتوجه به توضیحات اخیر اندازه تغییر مکان $\overrightarrow{\Delta x}$ از اندازه Δs کمتر است پس سرعت متوسط و تندی متوسط متحرک در مدت Δt دارای دو اندازه متفاوت می‌باشند. اگر دانش‌آموز از نقطه A شروع بحرکت کند و پس از رسیدن به B دوباره بر روی همان مسیر به مبدأ حرکت برگردد سرعت متوسط او دارای مقداری است که از تقسیم مجموع مسافت پیموده شده بر مدت حرکت بدست می‌آید درحالیکه تندی متوسط در همین مدت برابر صفر است (زیرا $\overrightarrow{\Delta x} = 0$ است)

۲ ــ در حالت خاص که متحرک بر روی خط راست و در یک جهت حرکت میکند در یک مدت معین اندازه تندی متوسط برابر سرعت متوسط متحرک است و فقط در همین حالت است که سرعت متوسط معرف اندازه تندی متوسط میباشد.

۳ ــ باتوجه به تعریف سرعت لحظه‌ای و تندی لحظه‌ای

$$\text{سرعت لحظه‌ای } V = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$$

$$\text{تندی لحظه‌ای } \overrightarrow{V} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

ایندو همواره برابر می‌باشد بنابراین می‌گوئیم:
سرعت لحظه‌ای برابر اندازه تندی لحظه‌ای است و یا بطور خلاصه:

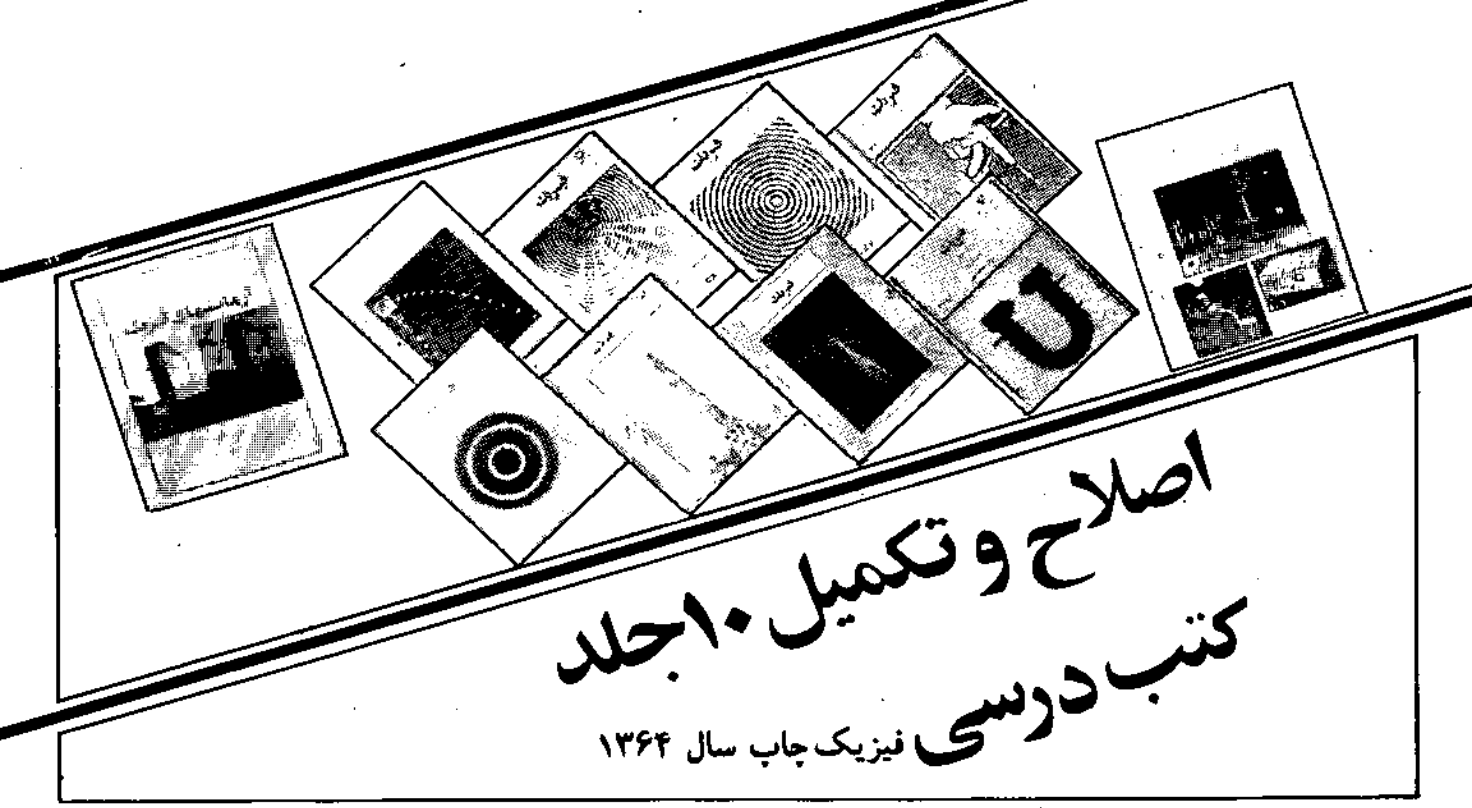
سرعت مُعرّف اندازه تندی می‌باشد.

۴ ــ برخلاف فیزیک متوسطه، بسیاری از کتب دانشگاهی مانند ترجمه فیزیک هالیدی دانشگاه شریف و فیزیک دانشگاهی ترجمه فیزیک سرز دانشگاه علم و صنعت و فرهنگ اصطلاحات علمی از انتشارات بنیاد فرهنگ ایران و واژه‌نامه فیزیک ستاد انقلاب فرهنگی مرکز نشر دانشگاهی و پیش از همه دانشمند گرانقدر جناب احمد آرام در ترجمه سیر تکاملی علم فیزیک نوشته انیشتاین، سرعت را معادل (Velocity) و تندی را معادل (Speed) اختیار کرده‌اند. در کتب عربی بجای (Speed) مقدارالسرعة وبجای Velocity سرعة بکارمی‌رود. در بعضی کتب انگلیسی اصطلاحات (Velocity) و (Velocity Vector) نیز مطرح شده است. در کتب سابق فارسی معادل دو اصطلاح (Vitesse) و (Vecteur vitesse) فرانسوی از اصطلاحات (سرعت) و (حامل سرعت) و یا به تبع از فرهنگستان از (تندی) و (بردار تندی) نام برده شده است.[۵]

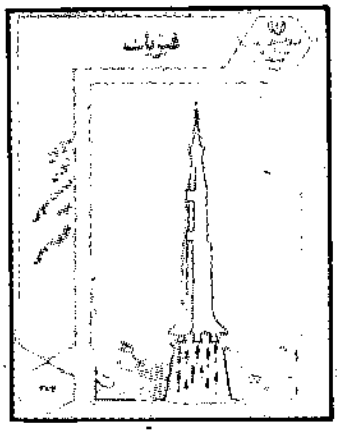
چون درمورد شتاب ــ نیرو ــ گشتاور نیرو و... تنها به طرح یک اصطلاح اکتفا شده است بعضی اهل فن لغت‌سازی و لغت بازی و تعدد اصطلاح درباره مفهوم فیزیکی مورد بحث را که معرف نسبت تغییر مکان به مدت آن است کاری غیر لازم و مردود میدانند.

منابع

۱ ــ صفحه ۸۸ Engineering Science in Units چاپ دوم ۱۹۷۷.
۲ ــ صفحه ۱۴ The Evolution of Physics – Albert Einstein چاپ ۱۹۷۱.
۳ ــ صفحه ۶۰ Physics Alonso – Finn چاپ ۱۹۷۲.
۴ ــ صفحه ۴۰ Introduction to Physics Fredrick چاپ ۱۹۸۱.
۵ ــ صفحه ۵۷ ترجمهٔ فیزیک هالیدی
صفحه ۸۱ ترجمه فیزیک سرز
صفحه ۳۳۱ فرهنگ اصطلاحات علمی
صفحه ۲۱ سیر تکاملی علم فیزیک ترجمه احمد آرام
صفحه ۲۰ ــ ۲۱ Hand book of physics چاپ ۱۹۶۸
صفحه ۱۶۲ مکانیک عمومی دکتر مجتبی ریاضی چاپ ۱۳۳۷
صفحه ۷۳ مکانیک فیزیک دکتر کمال‌الدین جناب چاپ ۱۳۲۸.



اصلاح و تکمیل ۱۰ جلد کتب درسی فیزیک چاپ سال ۱۳۶۴



کتاب فیزیک سال اوّل

علوم تجربی و ریاضی

ردیف	شماره صفحه چاپ ۶۴	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده	مُلاحظات
۱	۵	۱	۱۴	در آن زمان قسمتی از طول نصف‌النهار زمین را با دقت اندازه گرفتند و طول ربع نصف‌النهار یعنی فاصله استوا تا قطب را حساب کردند و یک ده میلیونیم آنرا روی میله‌ای که از آلیاژ پلاتین و ایریدیم[1] ساخته شده بود با فاصلهٔ بین دو خط موازی نشان دادند.	به جای سطرهای ۱۴ تا ۱۷
۲	۵	۱	۱۸	پرسش ۱ ــ ۱ ــ از استوا تا قطب به ۹۰ درجه تقسیم شده است. با توجه به اینکه طول ربع نصف‌النهار زمین ۱۰،۰۰۰ کیلومتر است طول قوس یکدرجه چند کیلومتر است؟	به جای پرسش ۱ ــ ۱
۳	۵	۲	۱۶	در اندازه‌گیریهای بعدی که از ربع طول نصف‌النهار بعمل آمد معلوم شد طول متر نمونه	به متن درس اضافه می‌شود

ردیف	شماره صفحه چاپ۶۴	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده	ملاحظات
				درست برابر یک ده میلیونیم فاصله استوا تا قطب نیست، بنابراین اگر روزی بر اثر یک حادثه، نمونه اصلی از بین برود یا دوباره اندازه گرفتن ربع طول نصف‌النهار زمین ممکن نیست همان مقدار اوّل بدست آید. **در اینجا لزوم یک کمیّت طبیعی فناناپذیر احساس می‌شد که متر نمونه بر پایه مقایسه با آن تعریف شود بطوریکه همه وقت و همه جا تهیه و مقایسه آن امکان‌پذیر باشد.** براساس همین اندیشه، اداره اوزان و مقیاسات بین‌المللی تصمیم گرفت که متر را با یک کمیّت واقعی و ثابت و فناناپذیر تعریف کند که به آسانی بتوان آنرا در همه جا و همه وقت به دست آورد، علاوه بر این دقت آن جوابگوی نیازهای علم و صنعت در جهان کنونی باشد. از سال ۱۳۳۹ هجری شمسی (۱۹۶۰ میلادی) تاکنون دو بار تعریف متر عوض شده است و آخرین تعریف آن براساس سرعت نور در خلاء است که در هفدهمین کنفرانس بین‌المللی اوزان و مقیاسها در مهرماه ۱۳۶۲ / اکتبر ۱۹۸۳ به شرح زیر به تصویب رسیده و به اجرا درآمده است: **متر برابر طولی است که نور در مدّت $\frac{1}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}$ ثانیه در خلاء می‌پیماید.**	
۴	۶	۱	۸	خط کشهای مدرّج چوبی چون معمولاً لبه کلفتی	جا به جایی کلمه
۵	۷	شکل	۱ ــ ۳	افزودن زائدهٔ مربوط به اندازه‌گیری عمق در شکل ریزسنج	
۶	۹	۲	۱۶	۰٫۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۵۲،۹	
۷	۱۴	ــ	۱۵	فرض کنید که اتم ثیدروژن فضای کروی شکلی را اشغال می‌کند که شعاع آن	
۸	۱۵	۱	۴	که هرچه جسمی جرمش بیشتر باشد در مقابل تغییر سرعت بیشتر مقاومت می‌کند	به‌جای جمله: هرچه جرم جسمی بیشتر باشد مقاومت آن در مقابل تغییر سرعت بیشتر است.
۹	۱۵	۱	۷	مانند جرم یکی از خواص ماده است	به جای جمله: چون جرم متناسب با وزن است
۱۰	۱۵	۱	۲۳	چون جرم و وزن با هم متناسبند	
۱۱	۱۵	۲	۱۲	برابرند زیرا نیروهای جاذبه‌ای که از طرف زمین بر آنها	
۱۲	۱۵	۲	۱۳	وارد می‌شوند برابرند.	
۱۳	۱۷	شکل	۱ ــ ۸	شکل ۱ ــ ۸ بزرگ شده است (بزرگتر از تصویر قبلی)	
۱۴	۱۸	۲	۲۱	جرم یک مترمکعب آب است. در جدول ۱ ــ ۵ چگالی برخی از اجسام نسبت به آب اضافه شده است.	
۱۵	۱۸		۱ ــ ۵	چگالی برخی از اجسام نسبت به آب	

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده	ملاحظات

جامدات با چگالی کمتر از آب	جامدات با چگالی بیشتر از آب	مایعات
چوب درخت بالسا[1] ۰/۱۱ تا ۰/۱۴	منیزیم ۱/۷۴	اتر ۰/۷۴
چوب پنبه ۰/۲۲ تا ۰/۲۶	کوارتز ۲/۶۵	الکل اتیلیک ۰/۷۹
چوب درخت بلوط ۰/۶۰ تا ۰/۹۰	آلومینیم ۲/۷۰	بنزن ۰/۸۸
یخ ۰/۹۱۷	آهن ۷/۸	روغن زیتون ۰/۹۲
	مس ۸/۹	شیر گاو ۱/۰۳
	سرب ۱۱/۳	گلیسیرین ۱/۲۶
	طلا ۱۹/۳	جیوه (در $0^{\circ}C$) ۱۳/۵۹
	پلاتین ۲۱/۴	جیوه (در $20^{\circ}C$) ۱۳/۵۴

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده	ملاحظات
۱۶	۲۳	۲	۱	در جدول ۱ ــ ۶،	به جای جدول ۱ ــ ۵.
۱۷	۲۳	ــ	۹	جدول ۱ ــ ۶ ــ	به جای جدول ۱ ــ ۵ــ
۱۸	۲۵	ــ	۷	۱ ــ ۱) طول قوس یکدرجه روی نصف‌النهار برابر است با: $\frac{111\ /\ 111\ Km}{\text{درجه}} \simeq \frac{10000Km}{\text{درجه ۹۰}}$ چون هر درجه قوسی برابر ۶۰ دقیقه قوسی است بنابراین طول قوس یک دقیقه برابر است با $\frac{111111}{\text{دقیقه ۶۰}} \simeq 1852\ m$ و خواهید دید که این عدد بنا به قرارداد برابر اندازه یک میل است که در کشتیرانی و هواپیمایی بعنوان یک واحد بکار میرود (به صفحهٔ ۳۱ مراجعه کنید).	به جای جواب پرسش ۱ ــ ۱ در صفحه ۲۵ و ۲۶
۱۹	۲۶	ــ	۶	شکل ۱ ــ ۱۰ ــ	به جای شکل ۱ ــ ۱۱ ــ
۲۰	۵۹	ــ	۱۱	ج ــ جرم او در کُرهٔ ماه چند کیلوگرم است؟	جای دو پرسش عوض شده است.
۲۱	۵۹	ــ	۱۲	د ــ وزن او در سطح کُرهٔ ماه چند نیوتن است؟	جمله ادامهٔ آن «که نیروی کشش از حد کشسانی می گذرد» حذف شده است.
۲۲	۵۹	ــ	۲۱	۳ ــ ۱) باسکول فنری مخصوص توزین انسان.	W_L به W_M و g_L به g_M تعویض شده است.
۲۳	۶۰	ــ	۸	$W_M = g_M \times m = 1/67 \times 50 \simeq 83/5\ N$	جمله «تغییر سرعت آن چند $\frac{m}{S}$ خواهد بود؟» اضافه شده است.
۲۴	۶۴	شکل	۴ ــ ۶	طرز قرار گرفتن بردار W اصلاح شده است	F به جای f
۲۵	۸۳	ــ	۹	چند Kg $\frac{m}{S}$ خواهد بود؟ تغییر سرعت آن چند $\frac{m}{S}$ خواهد بود؟	
۲۶	۸۴	ــ	۱۱	$F = ma$ است که به جای F، نیروی وزن جسم	
۲۷	۱۱۶	شکل	۷ ــ ۸	شکل اصلاح شده است: ارتفاع آب در هر چهار لوله هم سطح و بالاتر از شکل قبل رسم شده است.	

۱ ــ چوب بالسا بسیار سبک است که معمولاً در پوشش داخلی بدنه هواپیما بکار می‌رود

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده	ملاحظات
۲۸	۱۱۷	۱	۱۴	کفشکهای ترمز به وسیلهٔ دو پیستون که درون استوانه‌ای	کلمه کفشک بجای بالشک
۲۹	۱۱۷	۲	۱	نیروی فنر، کفشک‌ها را به جای خود برمی‌گرداند	کلمه کفشک بجای بالشک
۳۰	۱۱۷	شکل ۷	۹	کفشک	کلمهٔ کفشک بجای بالشک
۳۱	۱۱۹	۲	۲	امتداد قائم و جهت آن از پائین به بالا است.[۱]	۱ اضافه شده است
۳۲	۱۱۹	—	۲۹	زیرنویس ۱ چون مطالب تحت عنوان «خودتان آزمایش کنید» (دنباله این بخش از صفحه ۱۲۰ به بعد) مکمّل درس است باید با دقّت تدریس و آزمایش شود.	زیرنویس ۱ به انتهای صفحه اضافه شده است

تغییرات اعمال شده در فیزیک

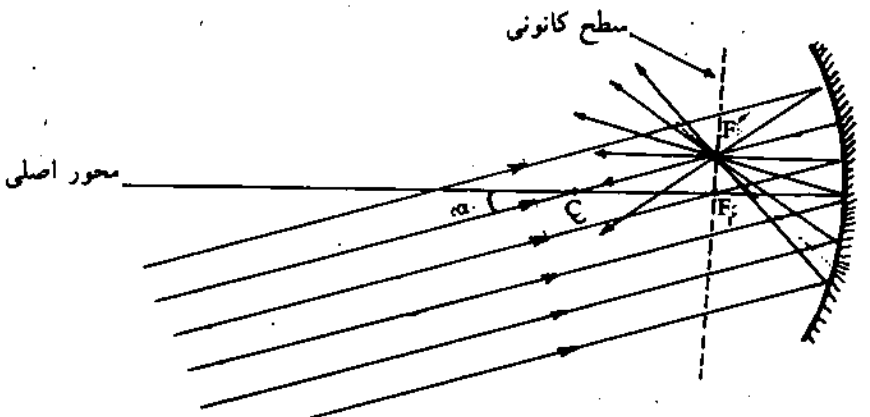
سال دوم

علوم تجربی ــ ریاضی و فیزیک

۱	۳	۲	۷	سطرهای ۷ و ۸ و ۹ حذف شود و توضیحات زیر نوشته شود: در آزمایش بالا، اگر دو دست خود را مدتی در ظرف محتوی آب معمولی نگهدارید آن احساس متفاوت ازبین می‌رود، یعنی پس از گذشت مدتی هردو دست یک نوع احساس را خواهند داشت که مربوط به دمای آب درون این ظرف است. در واقع دستهای شما پس از فرو بردن در آب گرم و سرد دارای دماهای مختلف می‌شوند که هم با یکدیگر و هم با دمای آب ظرف سوم (آب معمولی) تفاوت دارند. پس از فرو بردن دو دست در آب ظرف سوم مدتی باید بگذرد تا دمای هر یک از دستهای شما برابر دمای آب این ظرف شود و بعد از گذشت این مدت، دستها یک دما را پیدا خواهند کرد، احساس شما نیز یکسان خواهد بود در این صورت می‌گوئیم در این مجموعه «دست راست و دست چپ و آب» تعادل گرمائی برقرار شده است. از این آزمایش ساده چنین استنباط می‌شود که دما کمیتی است مشخص‌کنندهٔ حالت تعادل گرمائی. اجسام در حالت تعادل گرمائی دارای یک دما (یعنی یک درجهٔ گرمی) هستند. برعکس، اجسامی که دارای یک دما باشند در تعادل گرمائی با یکدیگرند، و اگر دو جسم در تعادل گرمائی با جسم سوّمی باشند آن دو جسم با یکدیگر نیز در تعادل گرمائی هستند.	

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				این موضوع یکی از قانونهای مهمّ و اساسی طبیعت است که اندازه‌گیری دما تا حدّ زیادی بر آن پایه‌گذاری شده است. میدانیم خواص فیزیکی یک جسم (مانند حجم یک مایع، فشار یک گاز با حجم ثابت، مقاومت الکتریکی یک سیم و....) در اثر تغییر دما تغییر می‌کند. این تغییرات اساس روشهای اندازه‌گیری دما را تشکیل می‌دهند و آنچه که اندازه گرفته شود عبارتست از کمیّاتی که مشخص‌کنندهٔ تغییرات این خواصند. بنابراین برای ساختن اسبابی که دما را اندازه می‌گیرد، یعنی دماسنج ماده‌ای مناسب و کمیتی مناسب که معرف خاصیتی از این ماده است انتخاب می‌شود.
۲	۶	۲	۴	جملهٔ «پائین‌ترین دمای ممکن ۲۷۳/۱۵°C ــ است» بصورت زیر اصلاح شود: «پائین‌ترین حدّ دما ۲۷۳/۱۵°C ــ است.»
			۶	سطرهای ۶ و ۷ حذف شده و بجای آنها نوشته شود: «انرژی درونی ماده برخلاف تصور صفر نیست، بلکه به کمترین مقدار خود میرسد». فرمول (۱-۱)
۳	۶	۱	۱	TK=۲۷۳+θC در سطر ۱۵ ستون دوم در صفحهٔ ۶ بصورت زیر نوشته شود: $T = ۲۷۳/۱۵ + \theta$ (۱-۱)
		۷	۳	بعد از ۰°C کلمهٔ «تقریباً» نوشته شود. در همین سطر بعد از ۱۰۰°C کلمهٔ «تقریباً» آورده شود.
				ژول کیلوگرم. درجه سلسیوس
۴	۱۲	۱	۱۱	
۵	۱۶	۱	۱۷	عدد ۰/۰۰۰۰۱۹ صحیح است.
۶	۱۷	۲	۷	کلمهٔ «بنزن» صحیح است.
۷	۲۱	—	ــ	در شکل (۱-۱۶) روی محور طولها علامت ° کنار K حذف شود: «دما به K و °C».
۸	۲۲	۱		در جدول (۱-۴) ستون دوم جدول علامت ° کنار K حذف شود.
		۲	۳ و ۴	علامت ° کنار K حذف شود.
		۲	۱۵	جمله «صفر مطلق پائین‌ترین دمای ممکن است» بصورت زیر اصلاح شود: «صفر مطلق پائین‌ترین حدّ دما است.»
۹	۲۳	۱	۹	بعد از تعریف گاز کامل توضیحات زیر نوشته شود: تعریف بالا برای گاز کامل ازدید ماکروسکوپی است. ولی از نظر میکروسکپی گاز کامل را چگونه می‌توان تعریف کرد؟ از مجموع سه حالتی که ماده در شرایط عادی دارد حالت گازی ساده‌ترین آنهاست، زیرا در این حالت نیروهای مؤثر میان مولکولها بسیار کوچکند و در بعضی شرایط ممکن است ناچیز باشند. اگر بجای آنکه نیروهای بین مولکولی را کوچک بگیریم فرض کنیم که اصلاً وجود ندارند، همچنین ابعاد مولکولها را ناچیز انگاریم یعنی آنها را در حکم نقاط مادی بدون بعد در نظر بگیریم، با این مفروضات مولکولهای گاز مطلقاً آزاد در نظر گرفته می‌شوند، بدین معنی که مولکولها بطور یکنواخت بر خط راست حرکت می‌کنند، به همانگونه که اجسام در غیاب نیرو همواره چنین حرکت می‌کنند. بنابراین هر مولکول چنان رفتار می‌کند که

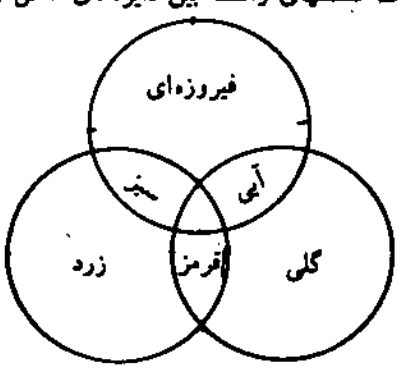
ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				مولکولهای دیگری در ظرف وجود نداشته باشند. **گازی که دارای خواصی همانند خواص انبوه نقاط مادی بدون تأثیر بر یکدیگر باشد گاز کامل نامیده می‌شود.**
		۲	۸ و ۱۰	علامت * کنار K حذف شود.
۱۰	۲۴	۱	۲۱	در فرمول عدد ۲۰ به عدد ۱۰ تبدیل شود.
			۱۱ و ۱۹	علامت * در کنار K حذف شود.
۱۱	۲۵	۲	۵	قبل از دستگاه «یک» اضافه شود.
۱۲	۳۳	—	۱	در سطر اول مسأله ۱۶، بجای کلمهٔ وزن، کلمهٔ جرم نوشته شود و در همین سطر $\frac{\text{کالری}}{\text{گرم. درجه سلسیوس}}$
			۵	$\frac{\text{کالری}}{\text{گرم. درجه سلسیوس}}$
۱۳	۴۶	—	—	در مسأله ۶ در سطر دوم بجای «قطر ظاهری خورشید» نوشته شود: «زاویه‌ای که تحت آن خورشید دیده می‌شود»
۱۴	۵۵	۲	۲۲	بعد از سطر ۲۱ توضیحات زیر آورده شود: اگر پرتوهای تابش موازی با محور اصلی آینه مقعر نباشند ولی با آن زاویهٔ کوچکی بسازند پس از بازتابش، در نقطهٔ دیگری واقع در یک صفحه که از کانون اصلی آینه میگذرد و بر محور اصلی آن عمود است بهم می‌رسند. این سطح را سطح کانونی آینه گویند (شکل ۳ ــ ۱۶)



شکل ۳ ــ ۱۶ پرتوهای تابش با محور اصلی آینه زاویهٔ کوچک α (حرف یونانی با تلفظ آلفا) می‌سازند و پس از بازتابش در نقطه‌ای مانند F' واقع در سطح کانونی بهم میرسند.

۱۵	۵۶	۱		دز شکل (۳ ــ ۱۵) هر دو شکل (آینه مقعر و آینه محدب) به صفحهٔ قبل (ص ۵۵) منتقل شود چون مربوط به بحث صفحهٔ قبل است و ضمناً هاشور آینهٔ محدب کامل شود.
	۱	۱۲		(شکل ۳ ــ ۱۷) صحیح است.

ردیف		ستون	سطر	تـــغییرات اعمال شده
		۲	۱	شکل (۳ ــ ۱۷) درست است.
۱۶	۵۷	۲	۲	در شکلهای ۳ ــ ۱۸ تا ۳ ــ ۲۳
			۶	در شکل ۳ ــ ۱۸
			۲۰	در شکل ۳ ــ ۱۹
			۲۶	در شکلهای ۳ ــ ۲۰ تا ۳ ــ ۲۳
۱۷	۵۸			شکلها بترتیب: شکل‌های ۳ ــ ۱۸، ۳ ــ ۱۹، ۳ ــ ۲۰، ۳ ــ ۲۱، ۳ ــ ۲۲ و ۳ ــ ۲۳ اصلاح شود.
۱۸	۵۹	۱	۱۵	در شکلهای ۳ ــ ۲۰ تا ۳ ــ ۲۳
		۲	۱	شکل ۳ ــ ۲۴ آینهٔ شلجمی شکل
			۷	شکل ۳ ــ ۲۴
			۱۱	شکل ۳ ــ ۲۵
۱۹	۶۰	۱	سطرآخر	شکل ۳ ــ ۲۵ تلسکوپ انعکاسی
		۲	۸	شکل (۳ ــ ۲۶) ــ تلسکوپ انعکاسی مونت‌پالومار...
۲۰	۶۱	۱	۱	شکل ۳ ــ ۲۷
			۱۲	شکل ۳ ــ ۲۸
			۱۵	در شکل ۳ ــ ۲۹
		۲	۱	شکل ۳ ــ ۲۸
			سطرآخر	شکل ۳ ــ ۲۹
۲۱	۶۲	۱	۱۲	شکل ۳ ــ ۳۰ و شکل پائین صفحه (شکل ۳ ــ ۳۰)
۲۲	۶۳	۱	۲	با استفاده از شکل ۳ ــ ۳۰
			۹	در شکل ۳ ــ ۳۰
			۱۷	شکل پائین صفحه: شکل ۳ ــ ۳۱
		۲	۳	در شکل ۳ ــ ۳۱
۲۳	۶۴	۱	۸	شکل ۳ ــ ۳۲
			۱۱	شکل ۳ ــ ۳۲ قرارداد جهت تابش نور مثبت.
۲۴	۶۶			در قسمت «خودتان آزمایش کنید» سطر سوم شکل (۳ ــ ۳۳)
۲۵	۶۷		۱	شکل بالای صفحه: شکل ۳ ــ ۳۳
			۲	در شکل ۳ ــ ۲۱
			۷	(شکل ۳ ــ ۳۴)
			۱۱	شکل پائین صفحه: شکل ۳ ــ ۳۴
۲۶	۷۲		۱۶	در شکل ۳ ــ ۳۰
۲۷	۹۱			بعد از مسألهٔ ۹ مسألهٔ ۱۰ بشرح زیر است:
				۱۰) اگر منشور در وضعی قرار داده شود که زاویهٔ انحراف، یعنی زاویهٔ بین پرتو تابش و پرتو خروجی می‌نیموم باشد، با استفاده از روابط $D=i+i-A$ و $A=r+r$ و $n=\frac{\sin i}{\sin r}$ و بکارگرفتن شرایط می‌نیموم

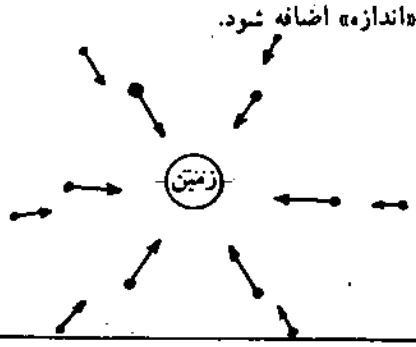
ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				انحراف، ثابت کنید ضریب شکست منشور برابر است با: $n=\frac{\sin\left(\frac{Dm+A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$ Dm می‌نیموم انحراف است.
۲۸	۱۱۴	۲	۱۴	«پیرچشمی و استیگماتیسم» حذف شود.
۲۹	۱۱۶	۱	۵	بعد از سطر ۴ توضیحات زیر اضافه شود: آستیگماتیسم[۱] ــ قرنیه، سطح جلوئی چشم را تشکیل می‌دهد که قسمت اعظم شکست نور در آن صورت می‌گیرد. در بسیاری از چشمها انحنای آن با جهت تغییر می‌کند. به‌عبارت دیگر، انحنای قرنیه در همهٔ جهات یکسان نیست، در نتیجه از اشیاء خطی که در جهات مختلف هستند، در آن واحد تصویر واضح بر روی پردهٔ شبکیه تشکیل نمی‌شود. مثلاً میله‌های افقی یک پنجره واضح دیده می‌شوند در صورتیکه میله‌های قائم آن تار هستند یا برعکس. اصلاح این عیب بوسیلهٔ عدسیهای استوانه‌ای صورت می‌گیرد.
۳۰	۱۱۷	۲	۱۷	ابتدای سطر ۱۷ نوشته شود: عدد F[۲] سطرهای ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱ و ۲۲ حذف شود و بجای آنها توضیح زیر نوشته شود: دیافراگم را «عدد F» گویند $F=\frac{\text{فاصلهٔ کانونی عدسی}}{\text{قطر روزنه دیافراگم}}=\frac{f}{a}$ و معمولاً مقدار عددی آن بصورت $\frac{F}{5}$ ،$\frac{F}{3}$ و... نوشته می‌شود و بدین معنی است که فاصلهٔ کانونی ۵ برابر، ۳ برابر و... برابر قطر روزنه است. چون سطح تصویر متناسب با مجذور فاصلهٔ کانونی (f^2) است و مقدار نوری که از عدسی عبور می‌کند متناسب با سطح مؤثر آن و در نتیجه متناسب با a^2 است، شدت تصویر (یعنی مقدار نور در واحد سطح آن) متناسب با $\frac{a^2}{f^2}$ یا $\frac{1}{F^2}$ است. بنابراین عدسی با عدد $\frac{F}{1}$، شدت تصویر را ۲۵ برابر عدسی با عدد $\frac{F}{5}$ می‌دهد ــ یا مثلاً وقتی یک دستگاه عکسبرداری روی $\frac{F}{3}$ تنظیم می‌شود قطر دیافراگم آن $\frac{F}{3}$ فاصلهٔ کانونی عدسی است. اگر دستگاه روی $\frac{F}{6}$ تنظیم شود، برای همان منظره در همان شرایط، باید مدت عکسبرداری ۴ برابر شود.
			۲۴	بجای «با عدد f کوچک» نوشته شود: «با عدد F که مقدار آن کوچک است»
			۲۹و۳۰	f کوچک به F تبدیل شود.
۳۱	۱۳۰	—	—	در مورد شکل ۷ ــ ۷: رنگها خوب نیست؛ رنگ شکل (۷ ــ ۶) صفحهٔ ۱۲۷ بهتر است و توجه شود که رنگ این دایره‌ها باید مانند رنگ قسمتهای واسط بین دایره‌های شکل (۷-۶) باشد. 

۱ ــ Astigmatism

۲ ــ F number

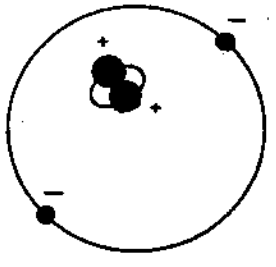
ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				تغییرات اعمال شده در کتاب فیزیک **سال دوم اقتصاد اجتماعی ـ فرهنگ و ادب**
۱	۳	۶		سطر ۶ حذف شود.
		۷		سطر ۷ بعد از کلمهٔ رادیو، «ی» اضافه شود.
۲	۴	۱۷		بجای «طبق تعریفی که در فرهنگنامه‌ها دیده می‌شود» نوشته شود: «طبق تعریف» و پس از آن تعریف زیر نوشته شود: «فیزیک علمی است که هدف آن مطالعهٔ عناصر متشکلهٔ ماده و بر هم کنشهای متقابل این عنصرها می‌باشد.»
۳	۵	۷		بجای «قوس و قزح» نوشته شود: «رنگین کمان» و در همین سطر «در زمین» حذف شود.
		۱۵		«محاسبات» حذف شده و بجای آن «احکام» نوشته شود. در همین صفحه در زیرنویس پائین صفحه و سطر دوم زیرنویس بجای «انعکاس صدا» نوشته شود: «بازتابش صوت»
۳	۶	۷		بجای «حق نداریم» نوشته شود: «نمی‌توانیم»
		۲۲		بعد از AB اولی کلمهٔ «برابر» اضافه شود: «پس اگر بگوئیم طول AB برابر ۵ متر است»
۴	۷	۳		بجای کلمهٔ «اندازه‌گیری» نوشته شود: «تعیین»
		۱۴		$V = \frac{d}{t}$ بصورت $\overline{V} = \frac{d}{t}$ نوشته شود سطر ۱۵ سرعت متوسط $\overline{V} = \frac{۱۰۰}{۲۰} = ۵$ m/s
		۱۹		آخرین کلمهٔ این سطر یعنی «برخی» زاید است.
		۲۰		بجای «قراردادها» نوشته شود «قوانینی»
۵	۸			در قسمت مطالعهٔ آزاد و در سطرهای ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ بجای کلمه عالم نوشته شود: «سیستم یا دستگاه»
		۲۱		عبارت «آب گرم، یعنی درجهٔ گرمی آن را» حذف شده و بجای آن نوشته شود: «(درجهٔ گرمی) آب را»
۶	۹	۴		کلمهٔ «غلاف» به «فنر» تبدیل شود.
		۵		بجای «آن یک فنر» نوشته شود: «یک غلاف».
		۹		بعد از «درجه‌ها» اضافه شود «ی آن». : ... درجه‌های آن...
۷	۱۱	۱۰		بجای کلمهٔ «محاسبه» نوشته شود: «حساب»
۸	۱۲			در زیرنویس پائین صفحه در سطر دوم این زیرنویس «مقدار ماده» حذف شده و نوشته شود: «مقدار مادهٔ موجود در یک مولکول گرم»

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
۹	۱۳	۶		در قسمت مطالعه آزاد و سطر ۶ «در آن شتاب a ایجاد کنیم» نوشته شود: «به آن شتاب a بدهیم»
۱۰	۱۶	۴ و ۵		در قسمت مطالعه آزاد در سطرهای ۴ و ۵ بجای کلمهٔ فاصله نوشته شود: «مسافت»
۱۱	۱۸	۲۳		سطر ۲۳ (آخرین سطر) پس از کلمهٔ مولکول اضافه شود: «در شرایط خاص»
۱۲	۱۹	۲۹		سطر آخر هر دو کلمهٔ «مساوی» حذف شده و بجای آنها «نمایانگر» قرار داده شود.
۱۳	۲۰	۲۰و۲۱		در سطرهای ۲۰ و ۲۱ جملهٔ «اگر متحرک یک دایره رسم کند، حرکت را دورانی می‌نامند» حذف شده و بجای آن نوشته شود: «اگر مسیر هر نقطه از متحرک یک دایره باشد حرکت را دورانی گویند.»
				در سطر ۲۱ آخر سطر قبل از کلمهٔ «حرکت» نوشته شود «مسیر»
۱۴	۲۱	۵		«می‌راند» حذف شده و بجای آن «حرکت می‌کند» قرار داده شود.
		۸ و ۹		در این سطرها کلمهٔ «مسافت» بجای فاصله نوشته شود.
		۱۰و۱۲ و ۱۳		
۱۵	۲۲	۱۹و۲۰		در این سطرها بعد از کلمهٔ مستقیم «الخط» اضافه شود.
۱۶	۲۳	۱۰		در قسمت مطالعه آزاد «فاصله‌ای» حذف شده و «مسافتی» نوشته شود.
		۱۳		بجای فاصله نوشته شود «مسافت»
		۲۰و۲۱		در این سطرها کلمه فاصله به «مسافت» تبدیل شود.
		۲۲		در این سطر معادلهٔ حرکت با ایتالیک نوشته شود.
۱۷	۲۴	۱		بعد از جسم کلمهٔ هم زاید است. پس از «یا حرکت» در به «بر» تبدیل شود.
		۹		کلمهٔ بستگی حذف شود.
		۱۰		کلمهٔ جسم حذف شده، و یا به «و» تبدیل شود. در همین سطر و بعد از یا «بستگی به» حذف شود و بعد از آنها «بستگی» اضافه شود.
۱۸	۲۵	۴		بعد از سقوط در هر دو قسمت در این سطر کلمهٔ «آزاد» قرار داده شود.
۱۹	۲۶	۱۲		بعد از صورت «های» اضافه شود.
۲۰	۲۷	۲۴		در مطالعهٔ آزاد پائین صفحه: جرم کرهٔ زمین $۵/۹۸ \times ۱۰^{۲۴}$ کیلوگرم.
۲۱	۲۸	۱۱		بجای «به نتیجهٔ بهتری می‌رسد» نوشته شود: «ضروری است»
		۲۶و۲۷		در این سطرها «مسافرین» به «مسافران» تبدیل شود.
۲۲	۲۹	۷		بجای «در سرعت آن شتاب ایجاد می‌شود» نوشته شود: «حرکت جسم شتابدار می‌شود.»
۲۳	۳۲	۱		پس از عبارت است از «اندازه» اضافه شود.
۲۴	۳۴			اصلاح شکل (۱۰) :



(شکل ۱۰)

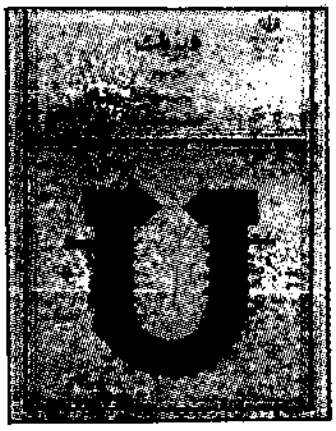
ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تـــغییرات اعمال شده
۲۵	۳۶	۲۷		بعد از عبارت است از «مجموع» اضافه شود.
۲۶	۳۷	آخر		قبل از این دو نوع «مجموع» اضافه گردد.
۲۷	۳۹	۳		پس از ارتفاع h «از سطح زمین» اضافه شود.
۲۸	۴۵	۱۳		بعد از زغال «سنگ» اضافه شود.
۲۹	۴۶			در پرسش شمارهٔ ۱۳ بجای «آیا می‌توانید زمین را تکان بدهید؟» نوشته شود: «آیا می‌توان زمین را تکان داد؟»
۳۰	۴۹	۱۶		بجای کلمهٔ جمعیت نوشته شود: «تعداد مولکول»
				بجای قرن بیستم نوشته شود: «قرن حاضر»
				بعد از سرعت متوسط «انتقالی» اضافه شود.
				عدد ۴۶۰ به «۴۸۰» تبدیل شود.
۳۳	۵۵	۱۹		علامت ° کنار k حذف شود.
۳۴	۵۷	۱۲		بعد از گرم «تر» و بعد از شود نوشته شود: (دمایش بالا رود)
۳۵	۵۸	۲۷		قبل از دستگاه ترمودینامیک «انواع» اضافه شود.
۳۶	۶۰	۱۰		درجهٔ مطلق به «مول درجه کلوین» تبدیل شود.
		۱۴		بجای ماریوت «بویل و ماریوت» نوشته شود.
		۱۸		در قسمت مطالعه آزاد t به T تبدیل شود.
		۲۲		درجه مطلق به «درجهٔ کلوین» تبدیل شود.
۳۷	۶۱	۲		بالای کلمهٔ آتمسفر (۱) اضافه شود. بعد از «برسانیم» حرف «و» حذف شود.
				در این سطر بجای «آن همان ۱۰۰ سانتیمتر مکعب باشد» نوشته شود:
				«آن دیگر همان ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب نخواهد بود»
		۳ و ۲		پرانتز و عبارت داخل آن (یا حجم دیگری باشد) حذف شود.
				در زیرنویس این صفحه توضیح (۱) بصورت زیر نوشته شود:
				(۱) یک آتمسفر معادل فشار ۷۶ سانتیمتر جیوه است.
۳۸	۶۶	۱۹		جرم الکترون $۹/۱ \times ۱۰^{-۳۱}$ کیلوگرم است و شکل (۲) بصورت زیر اصلاح شود:



اتم هلیم

شکل (۲)

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تـــغییرات اعمال شده
۳۹	۷۳	۹		بجای ارتفاعش نوشته شود: «ارتفاع آب در آن».
۴۰	۷۴	۲۲		روشن به «ملتهب» تبدیل گردد.
۴۱	۷۵	۱۷		آمپر ساعت به «کیلووات ساعت» تبدیل شود.
۴۲	۷۶	۲۶		بعد از «بازهای الکتریکی» اضافه شود: «در مدار»
۴۳	۷۷	۱۱		کلمهٔ مغناطیس به «آهنربا» تبدیل شود.
۴۴	۷۸	۲۵		بجای C نوشته شود: «سیم پیچ»
۴۵	۸۰	۶		کلمهٔ نازک حذف شده و بجای آن نوشته شود: «باریک و طویل»
۴۶	۸۱	۲		«حرکت نوسانی دارد. یا» حذف شود.
		۱۶		پس از «مولکولهای آب» اضافه شود: «در امتداد انتشار».
				در همین صفحه شکل (۴) طبق شکل پیوست تغییر کرده است.
۴۷	۸۲	۴		بجای «موازی» نوشته شود: «یکی»
		۱۴		«فاصله‌ای» به «مسافتی» تبدیل شود.
		۱۵		«فاصله‌ای» به «مسافتی» و «دورهٔ تناوب» به «پریُد» تبدیل شود.
۴۸	۸۳	۲		(بازتاب) به (بازتابش) تبدیل شود.
		۴		بازتاب یافته به «بازتابیده) تبدیل شود.
		۶		موج ساکن به «موج ایستاده» تبدیل شود و نیز بعد از امواج، کلمهٔ «ساکن» به «ایستاده» تبدیل شود.
		۷ و ۶		در این سطرها جملهٔ «در این شکل نقاطی بصورت گره و شکم آشکار شده است» به صورت زیر نوشته شود: «که در طول یک سیستم تشکیل شده‌اند.»
		۱۳		صدا به «صوت» تبدیل شود. بجای «ایجاد» نوشته شود: «شنیده»
		۱۶		صدا به «صوت» تبدیل شود.
		۱۷		کلمهٔ انقباض» به «متراکم» و صدا به «صوت» تبدیل شود.
۴۹	۸۴	۱۱		منقبض به «متراکم» تبدیل شود.
۵۰	۸۵	۶		کلمهٔ گرم به «گرمی» و در داخل پرانتز «دهم میلیونیم» به «ده میلیونیم» تبدیل شود.
		۱۶		پس از گوش انسان «نسبت به» اضافه شود. صدا به «صوت» تبدیل شده و «را» حذف شود.
		۱۷		بجای «بهتر می‌شنود» نوشته شود: «حساس‌تر است»
		۲۰		بجای «صداهائی» نوشته شود: «صوت‌هائی»
		۲۱		«صدای» به «صوت» و «صداهای» به «صوت‌های» تبدیل شود.
۵۱	۸۶	۵		یک به «چندین» تبدیل شود.
		۱۰		کلمهٔ آخر «بازتاب» به «بازتابش» تبدیل شود.
		۱۱		بجای کلمهٔ «بازتاب» نوشته شود: «بازتابیده»
۵۲	۸۷	۹		بعد از «پشت» کلمهٔ «سر» حذف شود.

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				
				اصلاحات اعمال شده در فیزیک
				سال سوم ریاضی و فیزیک
۱			۲	بجای «دوباره» کلمهٔ «نخست» آورده شود و «برمی‌گردیم» به «می‌پردازیم» تبدیل شود.
۲	۱۱	۱	۱۲	«خواهد» به «خواهند» تبدیل شود.
۳	۴۵	۲	۱۳	$So4^{2-}$ بصورت $So4^{--}$ نوشته شود.
			۲۱	Zn^{2+} بصورت Zn^{++} نوشته شود.
			۲۲	$So4^{2-}$ بصورت $So4^{--}$ نوشته شود.
۴	۵۲		۱	بعد از سطح مقطع «دایره‌ای شکل» اضافه شود، یعنی: ... به سطح مقطع دایره‌شکل بی‌نهایت کوچک...
۵	۵۴		۲۲	بعد از ضریبی «است» اضافه شود. در همین سطر «و در حدود» حذف شده و بجای آن نوشته شود و آنرا «ضریب تغییر مقاومت با دما» گویند.
			۲۳	این سطر یعنی «$\frac{۱}{۲۵۰} = ۰/۰۰۴$ است» حذف شود.
		۲	۴	پس از سطر چهارم جدول (۳-۱) بصورت زیر اضافه شود:
				در جدول ۳ ــ ۱ «ضریب تغییر مقاومت با دما» ی پاره‌ای از مواد در دمای معمولی داده شده است.

جدول ۳ ــ ۱، ضریب تغییر مقاومت با دما (α)
(در دمای معمولی)

نوع ماده	α و C^{-1}
آلومینیم	۰/۰۰۳۹
آهن	۰/۰۰۵۰
برنج	۰/۰۰۲۰
تنگستن	۰/۰۰۴۵
جیوه	۰/۰۰۰۸۸

ردینف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				سرب ۰/۰۰۴۳ مس ۰/۰۰۳۹۳ نقره ۰/۰۰۳۸ نیکرم ۲۰٪Cr و ۸۰٪Ni ۰/۰۰۰۴ کربن ۰/۰۰۰۵ - کنستانتان ۴۰٪Ni و ۶۰٪Cu ۰/۰۰۰۰۰۲ مانگانین ۴٪Ni و ۱۲٪Mn و ۸۴٪Cu ۰/۰۰۰۰۰۰
۶	۶۳	۲	۷	جدول ۳ ــ ۲ صحیح است.
			۸	جدول ۳ ــ ۳ صحیح است.
				جدولهای شماره ۳ ــ ۱ و ۳ ــ ۲ به جدولهای شمارهٔ ۳ ــ ۲ و ۳ ــ ۳ تبدیل شود.
۷	۷۹	۱	۲۱	بالای نام دارد ۲ اضافه شود
		۲	۳	بالای کلمهٔ هوفمن ۳ اضافه شود.
				در زیرنویس پائین همین صفحه قبل از Hofman شمارهٔ ۳ نوشته شود و توضیح زیر اضافه شود:
				۲ ــ در واقع آندالکترودی است که از آن الکترونها خارج می‌شوند و کاتد الکترودی است که الکترونها توسط آن وارد الکترولیت می‌شوند.
۸	۸۰	۱	۲۱	$So4^{2-}$ به $So4^{--}$ تبدیل شود.
		۲	۴	$So4^{2-}$ به $So4^{--}$ تبدیل شود.
۹	۸۱	۱	۲	$So4^{2-}$ به $So4^{--}$ تبدیل شود.
			۱۱	e بصورت ē نوشته شود.
			۱۴	$So4^{2-}$ به $So4^{--}$ تبدیل شود.
			۱۷	$So4^{2-}$ به $So4^{--}$ تبدیل شود.
			۱۹	$So4^{2-}$ به $So4^{--}$ تبدیل شود.
		۲	۵	Cu^{2+} به Cu^{++} و $So4^{2-}$ به $So4^{--}$ تبدیل شود.
			۱۰	Cu^{2+} به Cu^{++} تبدیل شود.
			۲۷	Cu^{2+} به Cu^{++} تبدیل شود.
			۲۸	$So4^{2-}$ به $So4^{--}$ تبدیل شود.
۱۰	۱۶۲	۲	۲۵	عدد ۲۴ به ۱۲ تبدیل شود.

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				اصلاحات اعمال شده در فیزیک **سال سوم علوم تجربی**
۱	۱		۲	بعد از ما کلمهٔ «نخست» اضافه شود و «برمی‌گردیم» به «می‌پردازیم» تبدیل شود.
۲	۶۲	۱	۱۱	e بصورت e نوشته شود.
۳	۶۳	۱	۶	از سطر ۶ تا پایان صفحه حذف شده است.
۴	۶۴	۱ و ۲		از سطر اوّل تا «خودتان آزمایش کنید» حذف شده است.
۵	۶۳جدید			مطالب زیر اضافه شده است (مطالب زیر شامل مطالب صفحهٔ ۶۳ تا ۶۶ کتاب چاپ ۶۵ می‌باشد):

قانونهای فارادی در الکترولیز: فارادی ضمن انجام یک رشته آزمایش، از الکترولیتهای مختلف جریان برق عبور داد و مواد آزاد شده در الکترودها را وزن کرد و از آزمایشهای خود دو قانون زیر را که به نام خود او به قانونهای فارادی یا قوانین کمی الکترولیز معروف است کشف کرد:

قانون یکم ــ جرم ماده‌ای که در مدت عمل الکترولیز آزاد می‌شود متناسب با مقدار الکتریسیته است که از الکترولیت می‌گذرد.

قانون دوم ــ جرمهای عناصر مختلف که در عمل الکترولیز توسط مقدار الکتریسیتهٔ معینی آزاد می‌شوند متناسب با خارج قسمت جرم اتمی آنها بر والانس آنهاست.

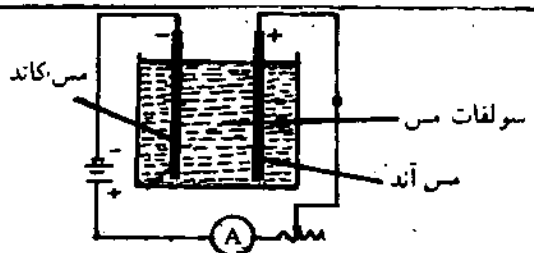
خارج قسمت جرم اتمی هر عنصر بر والانس آن را «هم ارز شیمیائی» یا «والانس گرم» نامیده‌اند. بنابراین قانون دوم فارادی به صورت زیر نیز بیان می‌شود:

برای آزاد شدن هر والانس گرم از هر عنصر مقدار معینی الکتریسیته لازم است که در حدود ۹۶۵۰۰ کولن است.

برای تحقیق قانون یکم از هر نوع ولتامتر می‌توان استفاده کرد ولی، برای آسانی کار، بهتر است که از یک ولتامتر محتوی سولفات مس با الکترودهای مسی استفاده شود.

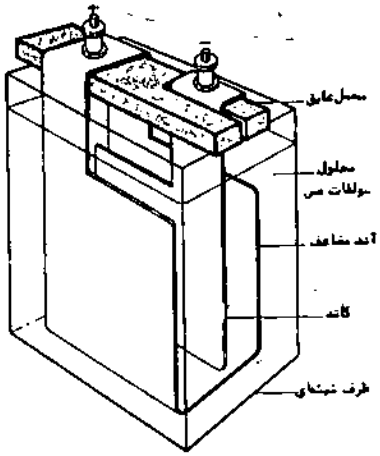
مدار الکتریکی لازم برای انجام آزمایش در شکل ۳ ــ ۳ نمایش داده شده است، جریانی بشدت ثابت را در مدت معین از مدار می‌گذرانند و اضافه جرم کاتد را که برابر جرم مس آزاد شده در آند است اندازه می‌گیرند. برای اینکه اضافه جرم کاتد به آسانی و با دقت با ترازو معین شود بهتر این است جرم مسی که روی کاتد

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده



شکل ۳ ــ ۳ ــ مدار الکتریکی برای تحقیق قانون فارادی

رسوب می‌کند نسبتاً زیاد باشد. برای این منظور آند را معمولاً بصورت دو صفحهٔ مسی انتخاب می‌کنند و کاتد فقط یک صفحهٔ مسی است که میان دو صفحهٔ آند قرار می‌گیرد (شکل ۳ ــ ۴).



شکل ۳ ــ ۴ ــ ولتامتر برای رسوب مس

از این ولتامتر می‌توان جریان زیاد عبور داد، در نتیجه جرم مسی که در زمان معین روی کاتد می‌نشیند زیاد است. روش آزمایش در پایان این بخش در قسمت «خودتان آزمایش کنید» توضیح داده شده است.

برای تحقیق قانون دوم می‌توان چند ولتامتر را که در آنها الکترولیت‌های مختلف مانند نیترات نقره (باالکترودهای نقره) و سولفات مس (با الکترودهای مس) و کلرید نیکل (با الکترودهای نیکل) ریخته شده است به طور متوالی در مدار الکتریکی قرار داد و جریان الکتریکی معینی در مدار برقرار کرد و پس از زمان معین اضافه وزن کاتد هر یک از ولتامترها را تعیین نمود.

فرض کنیم در اثر مقدار معین الکتریسیته به اندازهٔ ۱۰۷/۹ گرم نقره (یعنی یک اتم گرم نقره) از محلول نمک نقره آزاد شود. همین مقدار الکتریسیته از محلول نمک مس ۳۱/۷۷ گرم مس (یعنی $\frac{Cu}{2}$) و از محلول نمک نیکل ۲۹/۳۵ گرم نیکل ($\frac{Ni}{2}$) آزاد میکند. گفتیم که خارج قسمت جرم اتمی هر عنصر بر والانس آن والانس گرم، یا هم ارز شیمیائی نامیده می‌شود. اگر عنصری یک والانسی باشد والانس گرم آن عنصر برابر جرم اتمی آن است و اگر عنصر دو والانسی باشد والانس گرم آن نصف جرم اتمی عنصر است و.... تحقیقات تجربی فارادی نشان داده است که برای آزاد شدن یک والانس گرم از هر عنصر تقریباً ۹۶۵۰۰ کولن الکتریسیته لازم است و این مقدار الکتریسیته یک «فارادی» نامیده می‌شود.

پرسش ۳ ــ ۸ ــ به نظر شما آیا موادی که در اثر الکترولیز حاصل شوند به ابعاد ظرف الکترولیز یا غلظت الکترولیت و دمای آن بستگی دارند؟

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				کاربرد قانونهای فارادی در تعیین جرم مواد حاصل از الکترولیز
				اگر به ازای عبور Q کولن الکتریسیته از الکترولیت m گرم ماده آزاد شود نسبت $\frac{m}{Q}$ جرم ماده‌ای است که به ازای عبور یک کولن الکتریسیته آزاد می‌شود. این نسبت را که برای مادهٔ موردنظر همواره مقدار ثابتی است «هم ارز الکتروشیمیائی» آن ماده گویند.
				به طور کلی، هم ارز الکتروشیمیایی یک ماده بنا به تعریف عبارت است از جرمی از ماده که در عمل الکترولیز در اثر عبور یک کولن الکتریسیته آزاد شود.
				اگر $\frac{m}{Q}$ را به Z نمایش دهیم، جرم m از یک ماده که به ازای عبور Q = It کولن الکتریسیته آزاد می‌شود برابر است با:
				$$m = ZQ = ZIt \qquad (۱ _ ۳)$$
				که در آن I شدت جریان بر حسب آمپر و t مدت عبور جریان بر حسب ثانیه و Z هم ارز الکترو شیمیائی ماده بر حسب $\frac{\text{گرم}}{\text{کولن}}$ و m جرم مادهٔ آزاد شده بر حسب گرم است.
				گفتیم برای آزاد شدن یک والانس گرم از هر عنصر در عمل الکترولیز، تقریباً ۹۶۵۰۰ کولن الکتریسیته لازم است. اگر جرم اتمی عنصر را به A و والانس آن را به n نمایش دهیم والانس گرم عنصر $\frac{A}{n}$ و هم ارز الکتروشیمیائی آن $Z = \frac{A/n}{۹۶۵۰۰}$ است بنابراین رابطهٔ ۳ _ ۱ را به صورت زیر نیز می‌توان نوشت:
				$$m = \frac{I.t}{۹۶۵۰۰} \cdot \frac{A}{n} \qquad (۲ _ ۳)$$
				مثال _ با توجه به این که جرم اتمی نقره ۱۰۷/۹ گرم و والانس آن ۱ است هم ارز الکتروشیمیایی این عنصر برابر است با:
				$$z = \frac{۱۰۷/۹g}{۹۶۵۰۰c} \simeq ۰/۰۰۱۱۱۸ \frac{g}{c}$$
				پرسش ۳ _ ۹ _ هم ارز الکتروشیمیائی مس چقدر است؟
				یادآوری _ پیش از سال ۱۹۴۸ میلادی کولن (واحد مقدار الکتریسیته) بر اساس هم‌ارز الکتروشیمیائی نقره چنین تعریف می‌شد:
				«کولن مقدار الکتریسیته‌ای است که از محلول نیترات نقره در آب به اندازه ۱/۱۱۸ میلی‌گرم نقره روی کاتد رسوب دهد» تعریف جدید کولن بر اساس آمپر است که در بخش ۳ آن را دیده‌اید.
				کاربردهای الکترولیز در صنعت _ یکی از قدیمی‌ترین موارد کاربرد الکترولیز در صنعت این است که سطح یک فلز معمولی را با یک لایه از فلز گرانبها بپوشانند. این عمل را «آب فلز دادن» می‌نامند و به دو منظور انجام می‌شود یکی آن که از زنگ زدن فلز معمولی جلوگیری می‌شود و دیگر آن که سطح فلز جلای بیشتری پیدا می‌کند. در گذشته بعضی از لوازم خانه مانند قاشق و کارد و چنگال و بعضی از ظروف را از آلیاژ نیکل می‌ساختند و روی آنها پوششی از نقره می‌دادند. زمانی دادن آب نیکل بر روی فلزات خیلی متداول بود ولی امروزه به جای آن، اغلب از کروم یا کادمیم استفاده می‌شود.
				عمل الکترولیز در تصفیهٔ مس ناخالص به منظور تهیهٔ مس خالص نقش مهمی دارد. عمل تصفیه در ظرفهای الکترولیز بزرگی که پر از محلول الکترولیتی سولفات مس است انجام می‌شود. در این ظرفها، صفحه‌های بزرگ مس ناخالص را به جای آند و ورقه‌های نازک مس خالص را به جای کاتد قرار می‌دهند وقتی که جریان برق از الکترولیت میگذرد مس خالص از آند به کاتد منتقل شده و ناخالصیهای آند پس از پایان تصفیه دور

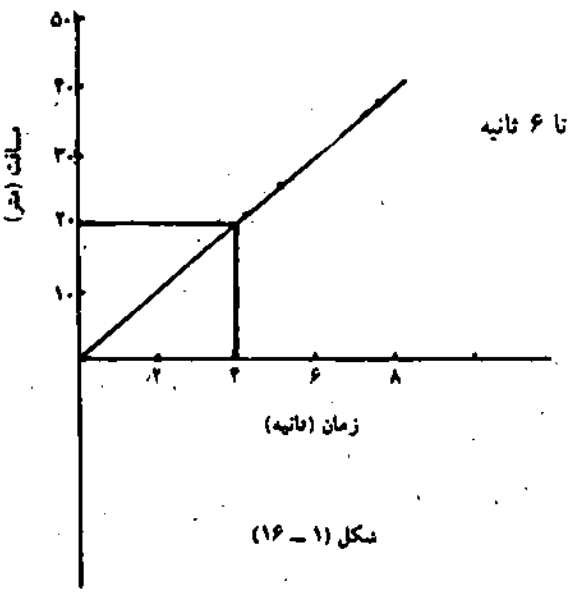
ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				ریخته می‌شود. مس خالصی که از این راه به دست می‌آید مس الکترولیتی نام دارد و به سبب خالص بودنش دارای مقاومت ویژهٔ الکتریکی بسیار کم است، به همین جهت، در ساختن کابلهای برق به کار می‌رود. در اینجا باید یادآور شویم که کاربرد الکترولیز در صنعت، منحصر به آنچه که گفته شد نیست بلکه در موارد دیگری هم، مانند تهیه آلومینیم خالص از نمکهای معدنی آلومینیم و تهیهٔ قالبهای اولیهٔ صفحه‌های گرامافون نیز به کار می‌رود. روش تهیه صفحه‌های گرامافون طولانی و پیچیده است و در این جا ما فقط اشاره مختصری به آن می‌کنیم: برای تهیه صفحه‌های گرامافون نخست ارتعاشات صوتی را روی صفحه گردی از آلومینیم که دو طرف آن با لایه‌ای از استات سلولز پوشیده شده است ثبت می‌کنند و ما این صفحه را بر اساس نامگذاری مستداول در صنعت چاپ «صفحه خبر» می‌نامیم. ابعاد صفحهٔ خبر برابر ابعاد صفحه گرامافون است و مانند آن هم عمل می‌کند ولی نباید از آن استفادهٔ صوتی شود. پس از ثبت ارتعاشات صوتی بر روی صفحه خبر با دقت روی آن را با لایه نازک و یکنواختی از نقره می‌پوشانند. این کار ممکن است به روشهای شیمیایی یا الکتریکی انجام گیرد. به این ترتیب سطح لایه استات از لحاظ الکتریکی رسانا می‌شود، سپس این صفحه را به جای کاتد در ظرف الکترولیز که الکترولیت آن محلول نمک نیکل و آند آن نیکل است قرار می‌دهند تا روی نقره یک لایه نیکل به ضخامت مناسب پوشانیده شود و بعد آن را در ظرف الکترولیز دیگری که محتوی نمک مس و آند مسی است قرار می‌دهند تا روی لایه نیکل لایه ضخیمتری از مس رسوب کند. پس از این مرحله پوشش فلزی را که شامل لایه‌های نقره و نیکل و مس است به دقت از استات جدا می‌کنند. این پوشش فلزی در حکم «صفحه خبر منفی» است و نمی‌تواند مانند صفحه گرامافون عمل کند زیرا شیارهای روی صفحهٔ خبر استات (که در اثر ثبت ارتعاشات صوتی به وجود آمده‌اند) در روی صفحه منفی به صورت برجستگیهایی نقش شده است. صفحهٔ منفی را از نو متوالیاً در ظرفهای الکترولیز نیکل و مس قرار می‌دهند تا ابتدا یک لایه نیکل سپس یک لایه مس روی آن رسوب داده شود. با جدا کردن پوشش جدید نیکل ــ مس از صفحه منفی صفحه دیگری به دست می‌آید که «صفحه مادر» نامیده می‌شود. صفحهٔ مادر یک نسخه از صفحه خبر است که همانند آن عمل می‌کند. در آخرین مرحله، صفحه نیکل ــ مسی مادر دوباره در ظرفهای الکترولیز قرار داده می‌شود و روی آن به ترتیب پوشش دیگری از لایه‌های نیکل و مس رسوب داده می‌شود. این پوشش نیکل ــ مسی پس از جدا شدن از صفحه مادر، قالب تهیه صفحه‌های معمولی گرامافون است. این صفحه‌ها توسط یک دستگاه منگنه آبی که با بخار آب داغ می‌شود تهیه می‌گردند و «صفحه‌های قالب»، دو سطح بالایی و پایینی منگنه را تشکیل می‌دهند. در نتیجه ارتعاشات صوتی روی هر دو طرف صفحه گرامافون نقش می‌بندد. شکل ۳ ــ ۵ چند مرحله از تهیهٔ این صفحه‌ها را نشان می‌دهد.

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
۶	۶۷ جدید			رسم شکلها: الف ــ ثبت ارتعاشات صوتی از روی نوار ضبط صوت‌پر روی صفحه استات (تهیه صفحه خبر) ب ــ در ظرف الکترولیز (تهیه پوشش لایه‌های نیکل و مس) ج ــ جدا کردن پوشش فلزی از صفحه خبر د ــ تهیه صفحه گرامافون معمولی (مرحله آخر) توسط بنگه آبی (شکل ۳ ــ ۵) پس از شکلها «خودتان آزمایش کنید» و پس از آن «به این پرسشها پاسخ دهید» آورده شده است.
۷				بدنباله پاسخ به پرسشهای متن (شماره ۳ ــ ۷) پاسخ ۳ ــ ۸ بصورت زیر آورده شده است: ۳ ــ ۸) نه، در حالات ساده‌ای که بیان شد مواد حاصل از عمل الکترولیز بستگی به شکل و ابعاد ظرف الکترولیز و الکترودها و غلظت الکترولیت و دمای آن ندارد.
۸				بدنباله پاسخ به پرسشهای متن (شمارهٔ ۳ ــ ۸) پاسخ ۳ ــ ۹ بصورت زیر آورده شده است: ۳ ــ ۹) $\frac{g}{c} = \frac{۳۱/۷۷}{۹۶۵۰۰} = ۰/۰۰۰۳۲۹$

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				تغییرات اعمال شده در **فیزیک سال چهارم علوم تجربی**
۱	۶	۲	آخر	(Δt به صفر می‌رسد) به جای (Δt صفر می‌شود)
۲	۷	۱	۱۸ آخر	(وقتی که Δt به صفر می‌رسد) به جای ($\Delta t = ۰$ می‌گردد)
۳	۲۴	—	۷	۲ مسئله به صورت زیر اضافه شده است

۱ ــ شکل (۱ ــ ۱۶) نمودار مسافت ــ زمان یک متحرک که با سرعت یکنواخت بر خط راست حرکت می‌کند نشان می‌دهد این متحرک پس از گذشت زمانهای ۴ ثانیه و ۶ ثانیه و ۱۰ ثانیه به ترتیب در فواصل ۲۰ متری و ۳۰ متری و ۵۰ متری مبدأ سنجش حرکت است

الف ــ سرعت متوسط این متحرک را در فاصله‌های زمانی زیر بدست آورید



شکل (۱ ــ ۱۶)

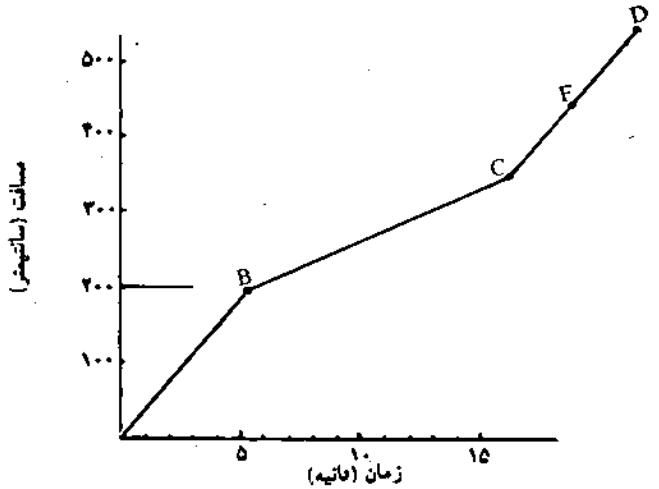
از لحظه شروع حرکت (لحظه صفر ثانیه) تا ۶ ثانیه

از لحظه شروع حرکت تا ۱۰ ثانیه

از ۶ ثانیه تا ۱۰ ثانیه

از ۵ ثانیه تا ۸ ثانیه

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				ب ــ آیا پاسخ شما به قسمت الف می‌تواند نشان دهد که هر قدر هم زمان را کوچک انتخاب کنید برای یک نمودار مسافت ــ زمان مستقیم‌الخط، همواره سرعت ثابتی را بدست خواهید آورد؟ چرا؟ ج ــ اینک بدون محاسبه بگوئید سرعت لحظه‌ای این متحرک در لحظه t = ۸ ثانیه چقدر است. ۲ ــ شکل ۱ ــ ۱۷ نمودار مسافت ــ زمان حرکت یک گلوله است. با توجه به این شکل به پرسشهای زیر پاسخ دهید:



شکل (۱ ــ ۱۷)

الف ــ بدون محاسبه معین کنید در کدام قسمت از این نمودار حرکت گلوله تندتر و در کدام قسمت کندتر است.

ب ــ سرعتهای متوسط گلوله را در هر یک از قسمتهای AB و BC و CD و کل مسافت (AD) حساب کنید.

ج ــ بدون محاسبه، سرعت لحظه‌ای در نقطه F از قسمت CD را معین کنید.

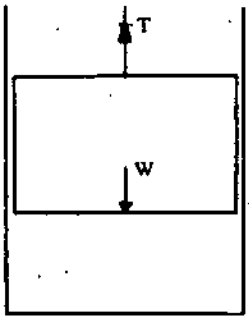
۴	۳۴	۱	۶	بر روی خط راست (به دنبال یکنواخت اضافه شده است)
۵	۳۹	۱	۴	علامت بردار بالای تندی و اندازه حرکت در فرمول (۲ ــ ۳) اضافه شود.
۶	۴۳	۲	۱۸	چند مثال به (جای یک مثال)
۷	۴۴	۲	۱۱	مطلبی به صورت زیر آمده است

مثال ۲ ــ حرکت آسانسور ــ آسانسوری که کل جرم آن (جرم اطاق و محتویاتش) M است توسط کابلی که به بالای آن متصل است بالا و پائین می‌رود. مطلوبست نیروی کشش رو به بالای کابل وقتی که آسانسور:

الف ــ با شتاب ثابت a بالا می‌رود ب ــ با تندی ثابت بالا می‌رود.

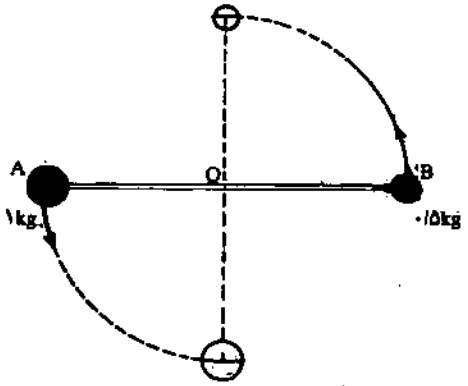
پ ــ با شتاب ثابت a پائین می‌آید ت ــ با تندی ثابت پائین می‌آید.

نیروی کشش کابل آسانسور را به T و وزن آسانسور را به W نشان می‌دهیم (شکل ۲ ــ ۱۲) T همواره رو به بالا و W رو به پائین است، بنابراین اگر اصطکاکی در کار نباشد نیروی مؤثر وارد بر آسانسور (یعنی برآیند نیروها) T - W است و طبق قانون دوم نیوتن خواهیم داشت: (۲ ــ ۱۱) T - W = Ma

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
۷	۴۴	۲	۱۱	برای آسانی کار محاسبه، جهت رو به بالا را مثبت می‌گیریم الف ــ وقتی که آسانسور با شتاب a بالا می‌رود. $a > 0$ و $T > W$ است و داریم $T = W + Ma = Mg + Ma$ و یا $T = M(g + a)$ (۲ ــ ۱۲) مثلاً اگر $M = ۱۵۰۰ kg$ و $a = ۱/۵ m/s^۲$ باشد $T = ۱۵۰۰ kg\ (۹/۸ + ۱/۵)\ m/s^۲ = ۱۶۹۵۰ N$ که با دو رقم معنی‌دار در حدود $۱۰^۳ \times ۱۷$ نیوتن است. ب ــ وقتی که آسانسور با تندی ثابت بالا می‌رود. $a = ۰$ است، در نتیجه $T = W = mg$ پ ــ وقتی که آسانسور با شتاب ثابت a پائین می‌آید $a > ۰$ و $T < w$ است در نتیجه $T - W = -Ma$ یا $T = W - Ma = Mg - Ma$ و یا $T = M(g - a)$ (۲ ــ ۱۳) ت ــ آسانسور هنگامی که با تندی ثابت پائین می‌آید $a = ۰$ است باز هم مانند حالت ب $T = W = Mg$ اگر شخصی به جرم m در این آسانسور سوار باشد، در حالتی که آسانسور با شتاب ثابت a بالا می‌رود نیروئی که از کف آن بر شخص وارد می‌شود و او را بالا می‌برد (یعنی عمل) برابر $m(g+a)$ است. این نیرو بیش از وزن شخص (mg) است و طبق قانون سوم نیوتن نیروئی هم که شخص در این حالت بر کف آسانسور وارد می‌کند $m(g+a)$- بوده و بیش از وزن وی است. در دو حالتی که حرکت آسانسور چه موقع بالا رفتن و چه هنگام پائین آمدن یکنواخت است. نیروی عکس‌العمل شخص بر کف آسانسور mg- است. وقتی هم که آسانسور با شتاب a پائین می‌آید عکس‌العمل شخص بر کف آن $m(g-a)$- است که کمتر از وزن او است. بدیهی است اگر فرضاً آسانسور با شتاب g پائین آید نیروی عکس‌العمل شخص بر کف آسانسور صفر می‌شود.  شکل (۳ ــ ۱۲) طرح ساده‌ای از نمایش نیروها در آسانسور			
۸	۴۸	ــ	۱۸	پرسشهای زیر اضافه شده است (۲۱ و ۲۲ و ۲۳) ۲۱ ــ گاهی گفته می‌شود که وقتی آسانسور شتاب می‌گیرد (وزن ظاهری) کسانیکه درون آن هستند تغییر می‌کند. معنی این گفته چیست؟ آیا وزن در واقع تغییر می‌کند؟ ۲۲ ــ یک سطح افقی بدون اصطکاک و یک وزنه یک کیلوگرمی استاندارد و یک نیروسنج که درجه‌بندی آن برای شما مشخص نیست و یک متر چوبی و یک کرونومتر فقط در اختیار دارید. مراحل آزمایشی را به تفصیل شرح دهید که با استفاده از این وسائل می‌توانید جرم یک جسم را که مجهول است معین کنید. ۲۳ ــ درستی مطالب زیر را طبق قانون سوم نیوتن بررسی کرده و توضیح دهید: الف ــ در نظر بگیرید که کاملاً آرام روی سطح زمین ایستاده‌اید. بنابراین شما و زمین نیروهای مساوی و مختلف‌الجهت بر هم وارد می‌سازید.

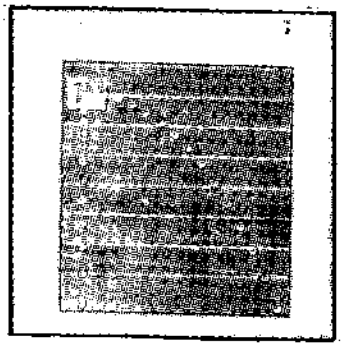
ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				ب ــ دلیل اینکه هواپیمای ملخ‌دار نمی‌تواند بالای جوّ زمین پرواز کند اینست که در آنجا هوا نیست تا در مقابل رانده شدن توسط ملخ هواپیما عکس‌العمل نشان دهد.
				ج ــ جسم A روی جسم B قرار دارد. جرم جسم A، ۱۰۰ برابر جرم جسم B است با وجود این نیروئی که جسم A بر جسم B وارد می‌کند بزرگتر از نیروئی که جسم B بر جسم A وارد می‌سازد نیست بلکه با آن برابر است.
۹	۵۳	ــ	۱۶	مسائل زیر اضافه شده است.
				۱۰ ــ نیروی جلوبرنده راکت آپولوی ساترن معادل N ۷،۳۷۰،۰۰۰ و جرم آن kg ۵۴۰،۰۰۰ بود. شتاب این راکت نسبت به سطح زمین هنگام بلند شدن چه اندازه بود؟ ــ چه مدت طول کشید تا این راکت ۵۰ متر از سطح زمین بالا رود؟ شتاب این راکت با گذشت زمان افزایش می‌یافت و در نخستین مرحله پرواز (که اوّلین مخزن سوخت آن به اتمام رسید و از آن جدا شد) به $47m/s^2$ رسید. با آنکه نیروی جلوبر تغییر محسوسی نمی‌کرد توضیح دهید (بدون محاسبه) چرا شتاب افزایش می‌یافت.
۹				مسئله ــ
				۱۱ ــ یک اتومبیل آزمایشی جت به جرم ۴۴۵۰ کیلوگرم، بوسیله موتور عکس‌العملی خود براه می‌افتد و موتور نیروی $۸/۹ \times ۱۰^۵$ نیوتن در مدت ۳/۹ ثانیه اعمال می‌کند:
				الف ــ شتاب متوسط اتومبیل در این مدت و ماگزیمم سرعت آن چه اندازه است؟
				ب ــ شتاب ماگزیمم این اتومبیل به ۳۰g می‌رسد (g شتاب ثقل است)
				با توجه به اعداد داده شده توضیح دهید چرا می‌تواند به چنین شتابی برسد.
				ج ــ اگر این اتومبیل مسافت ۱۵۳۰ متر را طی کند تا به سرعت ماگزیمم $۸۶۰ m/s$ برسد شتاب متوسط آن چه اندازه است؟ با توجه به جواب قسمت الف آیا می‌توانید دلیل رسیدن به چنین سرعت بالائی را بیان کنید؟
				۱۲ ــ الف ــ شخصی که جرمش ۷۵kg است در آسانسوری سوار می‌شود. چه نیروئی از کف آسانسور در حالتهای زیر بر این شخص اعمال می‌شود؟
				۱ ــ آسانسور با شتاب $۱/۵m/s^2$ رو بالا حرکت کند.
				۲ ــ آسانسور با سرعت ثابت $۲m/s$ رو بالا حرکت کند.
				۳ ــ آسانسور با شتاب $۱/۵m/s^2$ رو پائین حرکت کند.
				ب ــ اگر این شخص روی یک وزن‌سنج فنری ایستاده باشد عقربه وزن‌سنج در حالتهای ۱ و ۲ و ۳ چه اندازه‌هائی را نشان خواهد داد؟
۱۰	۵۹	۱	۱۸	نیروی جانب مرکز ــ در حرکت یکنواخت بر مسیر دایره‌ای عبارتست از نیروئی با اندازه ثابت که بطور مداوم عمود بر مسیر حرکت (بنابراین همواره متوجه مرکز دایره) بر جسم اثر می‌کند و سبب می‌شود که جسم با سرعت ثابت روی دایره حرکت نماید. اضافه شده است
۱۱	۷۰	ــ	۱۶	پرسش ۱۵ و ۱۶ به صورت زیر اضافه شده است.
				۱۵ ــ با قبول رابطه $F=\frac{Gm_1m_2}{R^2}$ و با توجه به اینکه G یک ثابت جهانی است می‌توانیم پاره‌ای از:

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
۱۲	۷۲	—	۸	مطالب را که قبلاً جدا از هم مورد مطالعه قرار داده‌ایم از این رابطه نتیجه بگیریم و آنها را بهتر درک کنیم. مثلاً می‌توانیم حساب کنیم که: ۱ ــ g برای هر جسمی با هر مقدار جرم، در یک مـــکان، در روی زمین مقدار ثابتی است. ۲ ــ g در نقاط مختلف زمین که فاصله آنها از مرکز زمین متفاوت است نیز متفاوت است. ۳ ــ در سطح زمین وزن هر جسم متناسب با جرم آن است. به اختصار شرح دهید که چگونه می‌توانید این نتایج را از رابطه بالا استنتاج کنید. ۱۶ ــ چرا برای محاسبه پرید حرکت یک ماهواره بدور زمین نیازی به دانستن جرم آن نیست؟ آیا در حرکت ماهواره بر روی یک مدار معین، محدودیتی برای جرم ماهواره موجود است؟ توضیح دهید. مسائل زیر اضافه شده است ۱۰) ــ با استفاده از فرمول جاذبه عمومی نیوتن، نیروی جاذبه میان دو جسم کروی یکی به جـرم ۱۰۰ کیلوگرم و دیگری به جرم ۱۰۰۰ کیلوگرم را که فاصله بین دو مرکز آنها ۱۰ متر است حساب کنید. اینک نیروی جاذبه میان ماه و زمین را حساب کنید و این نیروها را با نیروئی که در پاسخ پـرسش بـالا بدست آورده‌اید مقایسه کنید. جرم ماه $۷/۳۴ \times ۱۰^{۲۲}$ کیلوگرم و جرم زمین $۵/۹۸ \times ۱۰^{۲۴}$ کیلوگرم است. فاصله میان ماه و زمین را ۴×۱۰^{۸} متر بگیرید. ۱۱) ــ یک ماهواره در مدت ۳۸۰ دقیقه در مدار دایره‌ای شکلی به شعاع ۱۸،۰۰۰ کـیلومتر نسبت بـه مرکز زمین بدور زمین می‌گردد. اگر جرم ماهواره ۵۰۰ کیلوگرم باشد نیروی جاذبه‌ای که در ایـن مـدار بـر آن وارد می‌شود چه اندازه است؟ اگر چنین ماهواره‌ای در فاصله ۱۸،۰۰۰ کیلومتری مرکز ماه بدور کره ماه بگردد چه نیروئی از طـرف ماه بر آن وارد می‌شود؟ پرید حرکت آن بدور ماه چه اندازه است؟ شتاب جاذبه در سطح کره ماه $\frac{1}{6}$ شتاب جاذبه در سطح کره زمین و شعـاع کـره مـاه ۱۷۴۰ کـیلومتر است. ۱۲) ــ یک ماهواره در چه فاصله‌ای از مرکز زمین باید قرار داده شود تـا همواره در یک مکان بـالای سطح کره زمین واقع شود (یعنی پرید گردش آن بدور زمین ۲۴ ساعت باشد). ۱۳) ــ کپسول مه‌نورد آپولوی ۸ در مدار تقریباً دایره‌ای شکلی در فاصله ۱۱۲ کیلومتری سطح کره ماه قرار داده شد و پرید حرکت آن در این مدار ۱۲۰/۵ دقیقه بود. از این داده‌ها جرم ماه را حساب کنید. شعاع کره ماه ۱۷۴۰ کیلومتر است. ۱۴) ــ خورشید در نقطه‌ای از کهکشان ما واقع شده است که فـاصله آن از مـرکز کـهکشان در حـدود ۳۰۰۰۰ سال نوری است (یک سال نوری تقریباً $۹/۴۶ \times ۱۰^{۱۲}$ km است) و با سرعتی معادل ۲۵۰km/s بـه دور مرکز کهکشان می‌چرخد. الف ــ شتاب جانب مرکز خورشید نسبت به مرکز کهکشان چه اندازه است؟ ب ــ اگر جرم خورشید $۱/۹۸ \times ۱۰^{۳۰}$ Kg باشد نیروی جانب مرکزی که لازم است تـا خـورشید را بـر مسیر دایره‌ای به دور مرکز کهکشان نگاه دارد چه اندازه است؟ پ ــ این نیروی جانب مرکز را با نیروی جانب مرکزی که از طرف خورشید بـر زمـین وارد مـی‌شود

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				مقایسه کنید. جرم زمین $5/98 \times 10^{24}$kg و فاصله زمین از خورشید $1/495 \times 10^{8}$km است.
				جواب: الف) $2/2 \times 10^{-10}$m/s^2 ب) 4×10^{20}N پ) تقریباً $\frac{1}{100}$
۱۳	۸۳	۱	۵	بقای بجای بقاء
۱۴	۸۹	—	—	دو مسئله زیر اضافه شده
				۱۳) ــ حدود انرژی جنبشی را در هر یک از موارد زیر برآورد کنید.
				۱ ــ یک توپ فوتبال که از محل پنالتی به طرف دروازه زده می‌شود
				۲ ــ یک هواپیمای جت به هنگام پرواز
				۳ ــ یک دونده در مسابقه دو صدمتر
				۴ ــ زمین در گردش خود بدور خورشید
				۱۴) ــ یک جسم سبک و یک جسم سنگین در حرکت انتقالی هستند و انرژی جنبشی آنها با هم برابر است. اندازه حرکت کدام یک بیشتر است؟
۱۵	۹۱	—	—	مسائل زیر اضافه شده
				۱۱) ــ یک الکترون که جرمش $9/1 \times 10^{-31}$ کیلوگرم است با سرعت 2×10^{8} متر بر ثانیه در داخل لامپ تصویر تلویزیون به طرف صفحه تلویزیون می‌رود انرژی جنبشی این الکترون چقدر است؟ چند الکترون مانند آن لازم است تا انرژی جنبشی کل آنها یک ژول بشود؟
				۱۲ ــ دو وزنه A و B به جرمهای ۱kg و ۰/۵kg به دو سر میله سبکی نصب شده‌اند و میله می‌تواند حول محور افقی O که از وسط فاصله دو مرکز ثقل وزنه‌ها می‌گذرد (شکل ۴ ــ ۱۲) بدون اصطکاک در سطح قائم بچرخد و فاصله دو مرکز ثقل از یکدیگر ۱ متر است میله را در سطح افقی نگاهداشته و رها میکنیم. وقتی که وزنه‌ها از راستای قائم می‌گذرند سرعت آنها چه اندازه است.
				 شکل (۴ ــ ۱۲).
				۱۳) ــ جسمی به جرم ۵kg بطور یکنواخت با تندی ۴m/s بر خط راست حرکت می‌کند. در چه مسافتی باید به آن نیروی ۴ نیوتن اثر کند تا انرژی جنبشی آن به ۸۰ ژول برسد؟
				۱۴) ــ اتومبیلی به جرم ۱۰۰۰ کیلوگرم با سرعت ثابت ۲۰m/s روی جاده افقی در حرکت است و مجموع نیروهای اصطکاک در مقابل حرکت آن ۵۰۰۰ نیوتن می‌باشد. توانی که صرف حرکت این اتومبیل می‌شود چند کیلووات است.

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
۱۶	۱۰۲	۲	۳	(به بخش حرکات موجی کتاب فیزیک سال دوم مراجعه کنید) حذف شده
۱۷	۱۰۳	۱	۱	بجای (در مایعات) درون مایعات
۱۸	۱۱۵	—	۴ و ۵	کلمه خواص بجای وضعیت
۱۹	۱۲۲	۱	۱۱	(در بخش ۵ ضمن..... به خاصیت الاستیک) حذف و بجای آن: سرعت انتشار امواج طولی (که موجهای صوتی از آن جمله‌اند) در یک محیط بستگی به خاصیت کشسانی (الاستیک)
۲۰	۱۳۵	۲	۵	سطر ۵ و ۶ و ۷ و ۸ حذف و بجای آن: اصوات مرکب حاصل از اسبابهای موسیقی را می‌توان به صوتهای ساده‌ای مانند صوت حاصل از یک دیاپازن تجزیه کرد و یا بوسیله دستگاههای نوسان‌ساز الکترونیکی، صوتهای ساده‌ای با تواترهای مناسب ایجاد کرد و از ترکیب آنها صوتهای مرکب موسیقی را پدید آورد.
۲۱	۱۷۵	۱	۸	(چنان که دیدیم) حذف شده
۲۲	۱۷۸	—	—	پاورقی حذف شده
	۱۷۸	۲	۲	سطر ۲و ۳ حذف و بجای آن: رابطه ۸ ــ ۱۴ نشان می‌دهد که اگر یک قطعه سیم به طول L با تندی V در راستای عمود بر خطوط القای مغناطیسی B حرکت کند در آن نیروی محرکه القائی E = BVL بوجود می‌آید که با اختلاف پتانسیل دو سر این قطعه سیم برابر است
۲۳	۱۹۰	۱	آخر	نوسان نمای بجای نوسان نگار
۲۳	۱۹۰	۲	—	زیر شکل نوسان نمای بجای نوسان نگار
۲۴	۱۹۹	۲	۲۰	**۳ ــ حالتی که مدار فقط شامل خازن است**
۲۵	۲۰۸	—	—	مسائل زیر اضافه شده ۹) ــ معادله اختلاف پتانسیل دو سر مصرف کننده‌ای $V = ۲۰۰ \cos ۱۰۰\pi t$ و معادله شدت جریانی که از آن می‌گذرد $i = ۱۰ \cos (۱۰۰\pi t - \frac{\pi}{۴})$ است (V بر حسب ولت و i بر حسب آمپر و t بر حسب ثانیه). توان الکتریکی گرفته شده توسط این مصرف کننده چند وات است؟ ۱۰) ــ مقاومت حقیقی سیم‌پیچی $R = ۱ \Omega$ و ضریب خودالقائی آن $L = ۰/۱H$ است الف ــ مقاومت ظاهری این سیم‌پیچ را وقتی که جریان متناوبی به فرکانس $f = ۵۰^{HZ}$ از آن می‌گذرد حساب کنید. ب ــ اگر دو سر این سیم‌پیچ را به جای جریان متناوب به جریان مستقیمی با همان ولتاژ وصل کنیم نسبت توانهای مصرف شده در سیم‌پیچ در دو حالت چیست؟

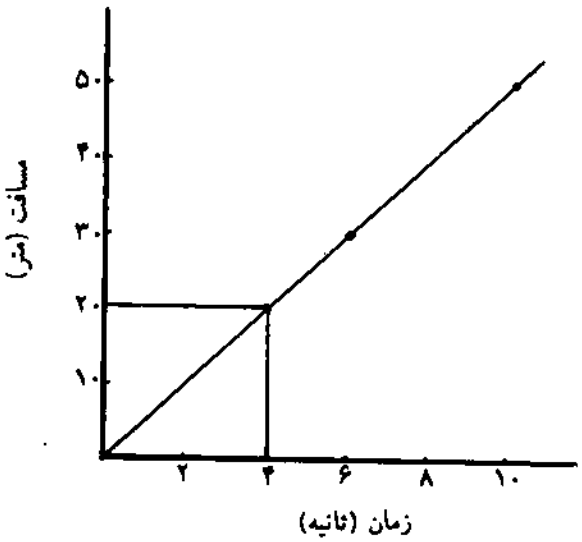
ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
۱	۴۴	ـ	۶	



تغییرات اعمال شده در

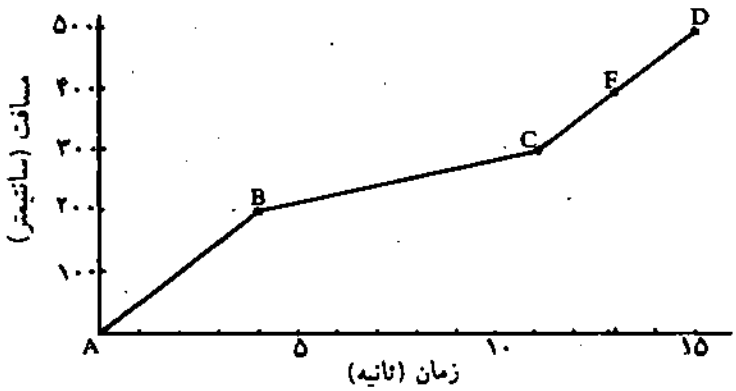
مکانیک چهارم ریاضی و فیزیک

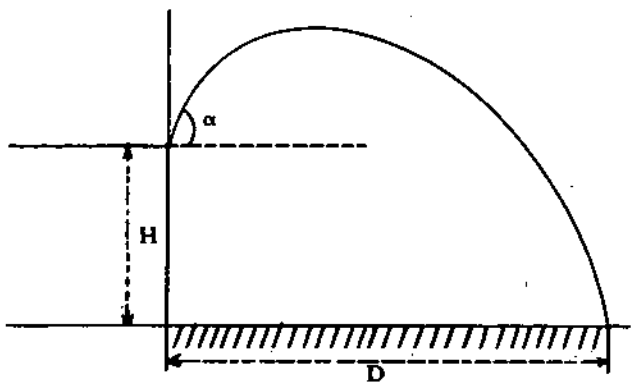
شکل ۲ ــ ۱۹ نمودار مسافت ــ زمان یک متحرک را که با سرعت یکنواخت بر خط راست حرکت می‌کند نشان می‌دهد. این متحرک پس از گذشت زمانهای ۴ ثانیه و ۶ ثانیه و ۱۰ ثانیه به ترتیب در فواصل ۲۰ متری و ۳۰ متری و ۵۰ متری مبداء سنجش حرکت است.



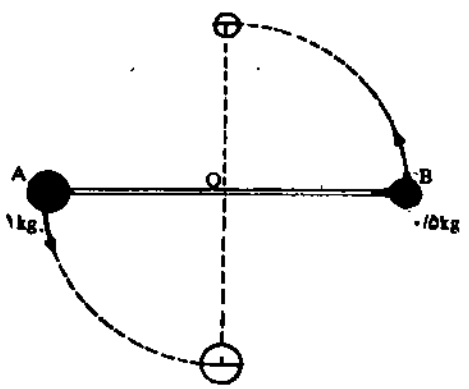
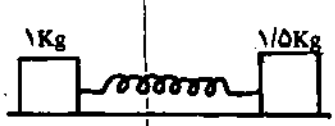
شکل ۲ ــ ۱۹

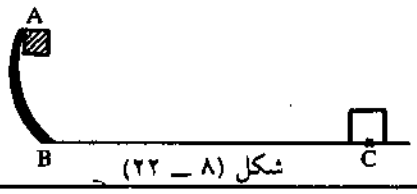
الف ــ سرعت متوسط این متحرک را در فاصله‌های زمانی زیر بدست آورید.
از لحظه شروع حرکت (لحظه صفر ثانیه) تا ۶ ثانیه از لحظه شروع حرکت تا ۱۰ ثانیه از ۶ ثانیه تا ۱۰ ثانیه از ۵ ثانیه تا ۸ ثانیه
ب ــ آیا پاسخ شما به قسمت الف می‌تواند نشان دهد که هر قدر هم زمان را کوچک انتخاب کنید برای یک نمودار مسافت ــ زمان مستقیم‌الخط، همواره سرعت ثابتی را بدست خواهید آورد؟ چرا؟
ج ــ اینک بدون محاسبه بگوئید سرعت لحظه‌ای این متحرک در لحظه $t = 8$ ثانیه چقدر است.

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
۱	۴۴	ــ	۶	۲ ــ شکل ۲ ــ ۲۰ نمودار مسافت ــ زمان حرکت یک گلوله است. با توجه به این شکل به پرسشهای زیر پاسخ دهید. الف ــ بدون محاسبه معین کنید در کدام قسمت از این نمودار حرکت گلوله تندتر و در کدام قسمت کندتر است. ب ــ سرعتهای متوسط گلوله را در هر یک از قسمتهای AB و BC و CD و کل مسافت (AD) حساب کنید. ج ــ بدون محاسبه، سرعت لحظه‌ای در نقطه F از قسمت CD را معین کنید.  شکل ۲ ــ ۲۰
۲	۷۲	ــ	۱۷	مسئله ۲۹ ــ گاهی گفته می‌شود که وقتی آسانسور شتاب می‌گیرد «وزن ظاهری» کسانیکه درون آن هستند تغییر می‌کند. معنی این گفته چیست؟ آیا وزن در واقع تغییر می‌کند.
۳	۷۲	ــ	۱۹	مسئله ۳۰ ــ یک سطح افقی بدون اصطکاک و یک وزنه یک کیلوگرمی استاندارد و یک نیروسنج که درجه‌بندی آن برای شما مشخص نیست و یک متر چوبی و یک کرونومتر فقط در اختیار دارید. مراحل آزمایشی را به تفصیل شرح دهید که با استفاده از این وسائل می‌توانید جرم یک جسم را که مجهول است معین کنید.
۴	۷۸	ــ	۲۰	مسئله ۱۵ ــ یک اتومبیل آزمایشی جت به جرم ۴۴۵۰ کیلوگرم، بوسیله موتور عکس‌العملی خود براه می‌افتد و موتور نیروی $۸/۹ \times ۱۰^{۵}$ نیوتن در مدت ۳/۹ ثانیه اعمال می‌کند. الف ــ شتاب متوسط اتومبیل در این مدت و ماگزیمم سرعت آن چه اندازه است؟ ب ــ شتاب ماگزیمم این اتومبیل به ۳۰g می‌رسد (g شتاب ثقل است) با توجه به اعداد داده شده توضیح دهید چرا می‌تواند به چنین شتابی برسد. ج ــ اگر این اتومبیل مسافت ۱۵۳۰ متر را طی کند تا به سرعت ماگزیمم ۸۶۰ متر بر ثانیه برسد شتاب متوسط آن چه اندازه است؟ با توجه به جواب قسمت الف آیا می‌توانید دلیل رسیدن به چنین سرعت بالایی را بیان کنید.
۵	۱۰۷	ــ	۱۵	مسئله ۹ ــ حالتهایی یافت می‌شود که در آنها برآیند نیروهای وارد برجسم متحرک صفر است و در نتیجه جسم با سرعت ثابت برخط راست حرکت می‌کند (یعنی جسم در حال تعادل دینامیکی است) در مثالهای زیر (که نمونه‌ای از این حالتهاست) چه نیروهایی با هم موازنه دارند؟

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				۱ ــ یک اتومبیل که روی جاده افقی و مستقیم با سرعت ثابت حرکت می‌کند. ۲ ــ یک چترباز که با سرعت ثابت در هوا سقوط می‌کند.
				۳ ــ یک هواپیما که با سرعت ثابت در راستای مستقیم و افقی در هوا حرکت می‌کند.
				در هر یک از این مثالها منبع هریک از نیروهای وارد برجسم را مشخص کنید. اگر این نیروها قابل تغییر باشند چگونه می‌توان آنها را تغییر داد تا در حرکت جسم مؤثر باشند.
				مسئله ۱۰ ــ اگر میزان صیقلی کردن سطحهای تماس دوجسم، بویژه دو قطعه فلز همجنس از حد معینی تجاوز کند ضریب اصطکاک افزایش می‌یابد آیا می‌توانید علت آن را توضیح دهید؟
۶	۱۲۵	ــ	۱۲	مسئله ۹ ــ یک پرتابه با تندی افقی ۸m/s در شرایط خلاء پرتاب می‌شود.
				الف ــ چه مدت طول می‌کشد تا این پرتابه به سطح زمین که ۸۰ متر پائین محل پرتاب است برخورد کند؟
				ب ــ اگر تندی پرتاب دو برابر شود چه تغییری در این مدت حاصل می‌شود؟
				پ ــ همنه‌های افقی و قائم تندی آن هنگام برخورد به زمین چه اندازه است؟
۷	۱۲۵	ــ	۱۶	مسئله ۱۰ ــ جسمی در شرایط خلاء با تندی افقی ۱۰m/s از پشت‌بام ساختمانی بطرف ساختمان دیگری که در فاصله ۲۵ متری آن است پرتاب می‌شود.
				الف ــ چه زمانی لازم است تا جسم به ساختمان مقابل برخورد کند؟
				ب ــ چه اندازه جسم در موقع برخورد به ساختمان در راستای قائم سقوط کرده است؟
				پ ــ اگر محل پرتاب ۲۰ متر بالای سطح زمین باشد، کمترین تندی که باید جسم داشته باشد تا به ساختمان مقابل برخورد کند چه اندازه است؟
				مسئله ۱۱ ــ پرتابه‌ای از یک بلندی به ارتفاع H از سطح افقی زمین تحت زاویه α پرتاب می‌شود.
				 شکل (۶ ــ ۱۱)
				و در نقطه‌ای به فاصله افقی D ازپای نقطه پرتاب به سطح زمین می‌رسد. اگر اثر مقاومت هوا بر حرکت پرتابه ناچیز، باشد ماگزیمم ارتفاع آنرا برحسب
۸	۱۳۲	۱	۱۰	α و D و H حساب کنید (به شکل ۶ ــ ۱۱ مراجعه شود).
				نیروی جانب مرکز،
				در حرکت یکنواخت بر مسیر دایره‌ای ــ عبارتست از نیرویی با اندازه ثابت که بطور مداوم عمود بر مسیر حرکت (بنابراین همواره متوجه مرکز دایره) بر جسم اثر می‌کند و سبب می‌شود که جسم با سرعت ثابت روی

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				دایره حرکت نماید.
۹	۱۴۶	—	۲۰	مسئله ۱۵ ــ با قبول رابطه $F = G\frac{m_1 m_2}{R^2}$ و با توجه به اینکه G یک ثابت جهانی است می‌توانیم پاره‌ای از مطالب را که قبلاً جدا از هم مورد مطالعه قرار داده‌ایم از این رابطه استنتاج کنیم و آنها را بهتر درک نمائیم. مثلاً می‌توانیم حساب کنیم که ۱ ــ g برای هر جسمی با هر مقدار جرم، در یک مکان معین در روی زمین مقدار ثابتی است. ۲ ــ g در نقاط مختلف زمین که فاصله آنها از مرکز زمین متفاوت است، نیز متفاوت است. ۳ ــ در سطح زمین وزن هر جسم متناسب با جرم آن است. ۴ ــ نسبت $\frac{R^3}{T^2}$ برای تمام اقمار یک ستاره مقدار ثابتی است. به اختصار شرح دهید که چگونه می‌توانید این نتایج را از رابطه بالا استنتاج کنید.
				مسئله ۱۶ ــ چرا برای محاسبه پرید حرکت یک ماهواره بدور زمین نیازی به دانستن جرم آن نیست؟ آیا در حرکت یک ماهواره بر روی یک مدار معین، محدودیتی برای جرم ماهواره موجود است ــ توضیح دهید.
۱۰	۱۴۸	—	۱۸	مسئله ۱۱ ــ با استفاده از فرمول جاذبه عمومی نیوتن، نیروی جاذبه بین دو جسم کروی یکی به جرم ۱۰۰Kg و دیگری به جرم ۱۰۰۰Kg را که فاصله میان دو مرکز آنها ۱۰ متر است حساب کنید. اینک نیروی جاذبه میان ماه و زمین را حساب کنید و این نیرو را با نیرویی که در پاسخ پرسش بالا بدست آورده‌اید مقایسه کنید. جرم ماه $7/34 \times 10^{22}$Kg و جرم زمین $5/98 \times 10^{24}$Kg است فاصله میان ماه و زمین را 4×10^8 متر بگیرید. مسئله ۱۲ ــ جرم زمین را می‌توانید از روی پرید ماه و فاصله آن از زمین حساب کنید نشان دهید که مقدار بدست آمده از این راه با آنچه که در صفحه ۱۴۲ کتاب برای جرم زمین حساب شده است تطبیق می‌کند. مسئله ۱۳ ــ یک ماهواره در مدت ۳۸۰ دقیقه در مدار دایره شکلی به شعاع ۱۸۰۰۰ کیلومتر نسبت به مرکز زمین بدور زمین می‌گردد. اگر جرم این ماهواره ۵۰۰Kg باشد نیروی جاذبه‌ای که در این مدار بر آن وارد می‌شود چه اندازه است. اگر چنین ماهواره‌ای در فاصله ۱۸۰۰۰ کیلومتری مرکز ماه بدور کره ماه بگردد چه نیرویی از طرف ماه بر ان وارد می‌شود؟ پرید حرکت آن بدور ماه چه اندازه است؟ شتاب جاذبه در سطح کره ماه $\frac{1}{6}$ شتاب جاذبه در سطح کره زمین و شعاع کره ماه ۱۷۴۰ کیلومتر است. مسئله ۱۴ ــ یک ماهواره در چه فاصله‌ای از مرکز زمین باید قرار داده شود تا همواره در یک مکان بالای سطح کره زمین واقع شود (یعنی پرید گردش آن بدور زمین ۲۴ ساعت باشد) ۱۵ ــ کپسول ماه نورد آپولوی ۸ در مدار تقریباً دایره‌ای شکلی در فاصله ۱۱۲ کیلومتری سطح کره ماه قرار داده شد و پرید حرکت آن در این مدار ۱۲۰/۵ دقیقه بود. از این داده‌ها جرم ماه را حساب کنید. شعاع کره ماه ۱۷۴۰ کیلومتر است. ۱۶ ــ می‌دانید پرید حرکت زمین بدور خورشید یکسال است. اگر فاصله متوسط زمین از خورشید را چنانکه در علم نجوم متداول است برابر یک واحد نجومی بگیریم: $Ks = \frac{T^2}{R^3} = \frac{(\text{سال}\ ۱)^2}{(\text{واحد نجومی}\ ۱)^3} = \frac{(\text{سال})^2}{(\text{واحد نجومی})^3}$

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تـغییرات اعمال شده
۱۰	۱۴۸	ــ	ــ	خواهد بود که برای تمام سیاراتی که بدور خورشید می‌گردند مقدار ثابتی است. با توجه به این موضوع اینک مسئله زیر را حل کنید. پرید حرکت ستاره دنباله‌دار هالی بدور خورشید ۷۵ سال است. ۱ ــ فاصله متوسط این ستاره از خورشید چند واحد نجومی است (این فاصله معمولاً برابر نصف طول قطر بزرگتر مدار بیضی شکل ستاره منظور می‌شود) ۲ ــ اگر خروج از مرکز مدار بیضی شکل آن بدور خورشید ($e = \frac{c}{a}$ که در آن c نصف فاصله دو کانون مدار و a نصف طول قطر بزرگتر آن است) برابر ۰/۹۶۷ باشد دورترین و نزدیکترین فاصله این ستاره از خورشید برحسب واحد نجومی و برحسب میلیون کیلومتر چقدر است؟ فاصله متوسط زمین از خورشید را ۱۵۰ میلیون کیلومتر بگیرید.
۱۱	۱۷۹	ــ	۲۵	مسئله ۱۹ ــ یک الکترون که جرمش $۹/۱ \times ۱۰^{-۳۱}$ کیلوگرم است با سرعت ۲×۱۰^{۸} متر بر ثانیه در داخل لامپ تصویر تلویزیون به طرف صفحه تلویزیون می‌رود. انرژی جنبشی این الکترون چقدر است؟ چند الکترون مانند آن لازم است تا انرژی جنبشی کل آنها یک ژول بشود؟ مسئله ۲۰ ــ دو وزنه A و B به جرمهای ۱Kg و ۰/۵Kg به دو سر میله سبکی نصب شده‌اند و میله می‌تواند حول محور افقی o که از وسط فاصله دو مرکز ثقل وزنه‌ها می‌گذرد (شکل ۸ ــ ۲۰) بدون اصطکاک در سطح قائم بچرخد و فاصله دو مرکز ثقل از یکدیگر ۱ متر است. میله را در سطح افقی نگاه داشته و رها می‌کنیم.  شکل ۸ ــ ۲۰ وقتی که وزنه‌ها از راستای قائم می‌گذرند سرعت آنها چه اندازه است؟ مسئله ۲۱ ــ فنری که طول طبیعی آن ۱۵ سانتیمتر است به دو وزنه ۱ کیلوگرمی و ۱/۵ کیلوگرمی مطابق شکل (۸ ــ ۲۱) متصل و فشرده شده است  شکل ۸ ــ ۲۱

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
۱۲	۱۷۹	ــ		بطوری که طول آن به ۱۰ سانتیمتر رسیده است. اگر این مجموعه روی سطح افقی بدون اصطکاکی رها شود سرعت هریک از دو وزنه وقتی که فنر طول طبیعی خود را باز می‌یابد چه اندازه است؟ ثابت فنر ۲۴۰۰ نیوتن بر متر است. جرم فنر را در مقابل جرم وزنه‌ها ناچیز بگیرید. مسئله ۲۲ ــ جسم مکعب شکلی به جرم $m = 1Kg$ از نقطه A (شکل ۸ ــ ۲۲) رها می‌شود و پس از پیمودن مسیر ربع دایره AB به شعاع $R = 1/5^m$ روی مسیر افقی BC ادامه حرکت می‌دهد و در نقطه C متوقف می‌شود. $BC = 4^m$ و ضریب اصطکاک بین جسم وسطح BC برابر ۰/۲ باشد مطلوبست: الف ــ سرعت جسم در نقطه B ب ــ کار نیروی اصطکاک در طول ربع دایره AB  شکل (۸ ــ ۲۲)

اصلاحات اعمال شده در

کتاب فیزیک چهارم ریاضی و فیزیک

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
۱	۹	۲	۱۰	شکل (۱ ــ ۱۰) حذف شده است
۲	۱۰	۱	۱	(یافتر) حذف شده است
۳	۱۱	۱	۱۶	جمله (به بخش حرکات موجی کتاب فیزیک سال دوم مراجعه کنید) حذف شده است.
۴	۱۶	۱		شکل بالای صفحه اصلاح شده است (فاصله وزنه‌ها از صفحه تماس کم شده است)
۵	۲۴	ــ	۷	کلمه مکانیک به دنبال بخش ۲ آمده است.
۶	۳۷	۱	۶ و ۷	کلمه اندازه در جلوی d و $\frac{D}{\lambda}$ اضافه شده است.
۷	۷۸	ــ	۸	مسئله ۱۸ و ۱۹ بصورت زیر آمده است. ۱۸ - در تار مرتعشی به طول ۹۸ سانتیمتر به ازای یک نیروی کشش معین ارتعاشاتی هم صدا با یک دیاپازن تولید می‌شود. اگر طول تار را یک سانتیمتر کوتاه کنیم و با همان نیروی کشش آن را در مقابل دیاپازن مرتعش به ارتعاش درآوریم ۴ ضربان در ثانیه ایجاد می‌شود تواتر ارتعاشات دیاپازن را حساب کنید.

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				۱۹ - مطلوبست کوتاهترین طول لوله‌های صوتی باز و بسته‌ای که صوت حاصل از آنها در هوای صفر درجه سلیوس با صوت حاصل از دیاپازنی که فرکانس ارتعاش آن ۱۶۰ هرتز است تشدید حاصل کنند. سرعت صوت در هوای صفر درجه ۳۴۰m/s در نظر بگیرید.
۸	۸۴	۲	۱	کلمه ولتامتر به جای (ولتازمتر)
۹	۱۰۵	—	۱۸	مسئله‌های ۸ و ۹ و ۱۰ به صورت زیر اضافه شده است.
				۸ - معادله اختلاف پتانسیل دو سر مصرف‌کننده‌ای $V = ۲۰۰\cos ۱۰۰\pi t$ و معادله شدت جریانی که از آن می‌گذرد $I = ۱۰\cos(۱۰۰\pi t - \frac{\pi}{۴})$ است (V بر حسب ولت و I بر حسب آمپر) توان الکتریکی گرفته شده بوسیله این مصرف‌کننده چند وات است؟
				۹ - مقاومت حقیقی سیم پیچی $R = ۱۰\ \Omega$ و ضریب خود القائی آن $L = ۰/۱H$ است.
				الف ــ مقاومت ظاهری این سیم پیچ را وقتی که جریان متناوب ساده‌ای به فرکانس $f = ۵۰H_z$ از آن می‌گذرد حساب کنید.
				ب ــ اگر دو سر این سیم پیچ را به جای جریان متناوب به جریان مستقیمی با همان ولتاژ وصل کنیم نسبت توانهای مصرف شده در آن را در دو حالت بدست آورید.
				۱۰ - از سیم پیچی به مقاومت اهمی ناچیز وقتی به برق ۵۰ هرتز ۲۰۰ ولت وصل شود جریان ۵ آمپر می‌گذرد. اگر این سیم پیچ را به برق ۶۰ هرتز ۱۲۰ ولت وصل کنیم چه جریانی از آن خواهد گذشت؟
۱۰	۱۳۱	—	۲۰	مسئله‌های ۸ و ۹ و ۱۰ بصورت زیر آمده است.
				۸ - سرعت نور در خلاء تقریباً ۳×۱۰^{۸} متر بر ثانیه و ثابت پلانک $۶/۶۲ \times ۱۰^{-۳۴}$ ژول ثانیه است انرژی فوتونهای نور تکرنگی به طول موج ۶×۱۰^{-۷} متر چند ژول است؟
				۹ - یک منبع تولید نور، دو نور تکرنگ یکی به طول موج $\lambda_۱ = ۰/۶$ میکرون (در ناحیه زرد طیف) و دیگری به طول موج $\lambda_۲ = ۰/۴$ میکرون (در ناحیه بنفش طیف) تولید می‌کند هر گاه شکافهای آزمایش یانگ را که به فاصله یک میلیمتر از یکدیگر قرار دارند به وسیله این منبع روشن کنیم در روی پرده‌ای که به فاصله یک متر از صفحه شکافها قرار دارد دو نوار روشن هم شماره مربوط به این طول موجها در چه فاصله‌ای از یکدیگر تشکیل می‌شوند.
				۱۰ - طول موج یک پرتو نور تکرنگ در هوا $\lambda = ۰/۵۸$ میکرون است.
				الف ــ انرژی فوتونهای مربوط به این طول موج چقدر است؟
				ب ــ طول موج این پرتو و انرژی مربوط به فوتونهای آن در مایعی به ضریب شکست $n = ۱/۵$ چقدر است؟
۱۱	۱۴۲	۱	۶	(پراکندگی و رنگ آبی آسمان) به جای (چرا آسمان آبی رنگ است) آمده است.
۱۲	۱۴۳	۲	۱۸	مطلب زیر اضافه شده است.
				پلاریزاسیون در اثر پراکندگی ــ اگر از پشت یک فیلم پلاروید به آسمان آبی نگاه کنیم نور آسمان را بطور جزئی پلاریزه می‌بینیم. پراکندگی یک طریقه عملی برای نشان دادن پلاریزاسیون نور نیست زیرا پلاریزاسیون بوسیله پراکندگی معمولاً کامل نیست و شدت نور پلاریزه کاملاً ضعیف است با وجود این پلاریزاسیون نور آبی آسمان یک دلیل مستقیم بر عرضی بودن امواج نور است.

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
۱۳	۱۵۶	ــ	۱۶	پرسش زیر اضافه شده است ۱۲ ــ کدام یک از مطالب زیر در مورد امواج رادیوئی درست است؟ ۱ ــ در خلاء منتشر نمی‌شوند. ۲ ــ از اجسام هادی نمی‌گذرند. ۳ ــ از روی مانعها منعکس نمی‌شوند. ۴ ــ در آنها پدیده تداخل مشاهده نمی‌شود.
				تغییرات اعمال شده در **کتاب «آزمایشهای فیزیک سال اول»**
۱	۲	۶		بجای «نوارمتری» نوشته شود: «مترنواری»
		۱۰		بعد از «مقررات مربوط» بجای «در» نوشته شود «به»
۲	۴	آخر		عدد ۵۰۰ به «۳۰۰» تبدیل شود.
۳	۶			در پائین صفحه شکل ۲ ــ ۱ بصورت ۱ ــ ۲ نوشته شود.
۴	۹			در زیرنویس (۱) پائین صفحه در سطر آخر در قسمت ج بصورت زیر توضیح داده شود: ج ــ ۴۹ میلیمتر در روی ورنیهٔ به ۵۰ قسمت تقسیم شده است.
۵	۱۰	۷		بعد از کلمهٔ خط‌کش در داخل پرانتز توضیح زیر نوشته شود:«عددی که صفر ورنیه در مقابل آن قرار دارد و یا از آن گذشته است)
		آخر		در سطر آخر کلمهٔ «استوانهٔ» قبل از «انتهای خط‌کش...» زاید است.
۶	۱۱	۷		بعد از «قطر داخلی و خارجی» کلمهٔ «و عمق» اضافه شود و در آخر این سطر اضافه شود: «و جدول زیر را کامل نمائید.» جدول زیر در پائین همین صفحه رسم شود:

شمارهٔ آزمایش	قطر خارجی	قطر داخلی	عمق
۱			
۲			
۳			

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده

			میانگین
			خطای مطلق
			خطای نسبی

				این جمله دنبالهٔ سطر ۱۰ است: «ضمن آزمایش جدول زیر را کامل کنید.» در پائین همین صفحه جدول زیر اضافه شده:
۷	۱۳	۱۱		

شمارهٔ آزمایش	ضخامت ورقهٔ فلزی یا شیشه‌ای	قطر گلوله	
		حاصل از اندازه‌گیری	حاصل از محاسبه
۱			
۲			
۳			
میانگین			

۸	۱۴	۱۱		سطر ۱۱ شمارهٔ ۷ حذف شده و شماره‌های «۸ الی ۱۷» به شماره‌های «۷ الی ۱۶» تغییر داده شود.
۹	۱۵	۱۳		در شمارهٔ ۸ کلمهٔ لوله زاید است.
۱۰	۱۶			محلّ اشکال مربوط به شکل ۴ ــ ۱ (ظروف مدرج) در زیر عنوان صفحهٔ قبل است.
۱۱	۱۸			در شکل ۴ ــ ۸ (شکل ج) V_2 روی شکل حذف و در مقابل سطح آزاد ارتفاع مایع درون ظرف نوشته شود.
		۵		در قسمت (مجموع حجم جسم و وزنه) کلمهٔ جسم به «آب» تبدیل شود.
		۶		در آخر جمله و در داخل پرانتز نوشته شود: (بوسیلهٔ تراز بنایی)
۱۲	۱۹	۶		در پرسش شمارهٔ ۳ «نمی‌چسبند» به «می‌چسبند» تبدیل شود.
۱۳	۲۰	۱۰		شکل ۵ ــ ۲ به شکل ۵ ــ ۱ تغییر یابد.
۱۴	۲۲	۵		پرسشهای ۴ و ۵ بشرح زیر اضافه شود:
				۴ ــ چگونه می‌توان سطح زیر کفه‌های ترازو را افقی نمود؟
				۵ ــ از پیچ میزانی که در شکل ۵ ــ ۱ نشان داده شده است به چه منظور استفاده می‌شود؟
۱۵	۲۳	۱۰		در بالای متن با حروف درشت عنوان «جرم حجمی» نوشته شود.
۱۶	۲۴	۷		در «دستور کار» در شمارهٔ ۱ جملهٔ «دو جسمی را که جنس آنها یکی است ولی اندازهٔ آنها متفاوت است» حذف

ردیف	شماره صفحه	ستون	سطر	تغییرات اعمال شده
				و بجای آن نوشته شود: «چند جسم جامد و متفاوت را»
		۹		در شمارهٔ ۲ «دو» به «چند» تبدیل شود و بجای جملهٔ آخر همین سطر «جدول شمارهٔ ۶ ــ ۲ را کامل کنید» نوشته شود: «در جدولی شبیه جدول ۶ ــ ۱ بنویسید.»
		۱۰		در شمارهٔ ۳ کلمات «آب و» و «دیگر» زاید هستند.
				در جدول ۶ ــ ۲ از سمت چپ در ستونهای دوم، سوم و چهارم، M_1 به (M) و $g(M_2)$ به (M) و «جرم مایع M_1 ــ $M = M_2$» به «M = M - M» تبدیل شوند.
۱۷	۲۵	۱۸		این سطر (شمارهٔ ۱۲) حذف شده است و شماره‌های ۱۳ تا ۲۱ به شماره‌های ۱۲ تا ۲۰ تغییر می‌کند.
۱۸	۲۶	۱۰		در عنوان متن نوشته شود: نیروسنج
۱۹	۲۷	۱۱		حرف «و» به «یا» تبدیل شود.
۲۰	۳۳	۱۲		«کار» به «آزمایش» و «بریزید» به «می‌ریزند» تغییر کند.
		۱۳		بجای «بگذارید» نوشته شود «می‌گذارند»
		۱۴		بجای «کنید» نوشته شود «می‌کنند»
۲۱	۳۴	۱۰		در عنوان متن با حروف درشت‌تر نوشته شود: برآیند نیروها
۲۲	۳۷	۱۱		«وزن» به «وزنه» تبدیل گردد.
		آخر		زاید است.
۲۳	۳۸	۷		«وزن» به «وزنه» تبدیل شود.
		۹		در عنوان متن با حروف درشت‌تر نوشته شود: تجزیه نیرو
				در شکل ۱۱ ــ ۲ اندازهٔ بردار A از بردار B باید کوچکتر باشد؛ جای این دو عوض شود.
۲۴	۳۹	۵		«کرد» به «گردد» تبدیل شود.
۲۵	۴۰	۷		در کلمهٔ «برای» قسمت «ای» زاید است.
		۱۱		«با» به «یا» تبدیل شود.
۲۶	۴۲	۱۱		عنوان متن با حروف درشت‌تر نوشته شود: گشتاور نیرو
۲۷	۴۳			در شکل ۱۲ ــ ۲ جای بردارهای A و B عوض شود.
		۹		در آخر این سطر کلمهٔ «دیگری» اضافه شود.
		آخر		با به «یا» تبدیل شود.
۲۸	۴۴	۲		شکل ۱۲ ــ ۵ به شکل ۱۲ ــ ۴ تغییر یابد.
۲۹	۴۶	۱ و ۲		قسمتهای آخر این سطرها یعنی «و هم‌سو در راستاهای مختلف» و «و هم‌سو با راستاهای مختلف» حذف شود.
		۵		داخل پرانتز نوشته شود: (گیره میله‌دار با قرقره)
		۶		۱ عدد به «یک سری» تبدیل شود.
		۷		۱ عدد به «۲ عدد» تبدیل شود.
		۸		۱ عدد به «۲ عدد» تبدیل شود.
		۱۰		عنوان متن با حروف درشتر نوشته شود: برآیند نیروهای موازی
				در شکل ۱۳ ــ ۱ در قسمت زیر خط‌کش (در راستای نیروهای F_2 و F_1) بترتیب A′ و B′ نوشته شود.

ردیف	شماره صفحه	سطر		تغییرات اعمال شده
۳۰	۴۷	۱		F به $F_۲$ و «نیروی F» به «آن» تبدیل شود.
		۲		بجای Ao نوشته شود: AO و بجای Bo نوشته شود: $B\acute{O}$
		۴		در رابطهٔ $F_۲ \times Ao = F_۲ \times Bo$ بجای Ao و Bo بترتیب $A\acute{o}$ و $B\acute{o}$ نوشته شود
				در شکل ۱۳ ــ ۳ اندازهٔ دو وزنهٔ $F_۱$ و $F_۲$ باید یکی باشد و $F_۱ > F_۲$ زاید است.
۳۱	۴۸	۱		پس از بیاویزید این توضیح اضافه شود: «خط کش بطرف پائین کشیده می‌شود. مقدار $F_۲$ و $F_۲$ را آنقدر تغییر دهید تا خط کش در حال تعادل و افقی بایستد.»
				در جدول ۱۳ ــ ۱ در ستونهای ۵ و ۷ (از سمت چپ) OA به $O\acute{A}$ و Bo به $B\acute{o}$ تبدیل شود.
۳۲	۵۰	۱۳		شکل ۱۴ ــ ۲ به ۱۴ ــ ۴ تبدیل شود.
۳۳	۵۱	۸		«از گرانیگاه می‌گذرد» به «نقطهٔ اثر آن گرانیگاه جسم است» تبدیل شود.
		۹		«تکیه‌گاه خارج نشود» به «تصویر قاعدهٔ جسم بر روی سطح افق خارج نشود» تبدیل شود
		۱۰		کلمه «تکیه‌گاه» به «آن» تبدیل شود.
۳۴	۵۲			شکل ۱۴ ــ ۸ بُرج باید کج باشد.
		۱۰		در کلمهٔ پایدارتر قسمت «تر» زاید است.
		۶		در پرسش ۱ بجای شکل ۱۴ ــ ۱۱ نوشته شود: شکل (۱۴ ــ ۳)
		آخر		بجای «علیه» کلمهٔ «میله» صحیح است.
۳۶	۵۵	۱۱و۱۲		در این سطرها $O_۱$ به O تبدیل شود.
		آخر		در مقابل رابطه نوشته شود: (رابطهٔ ۱۵ ــ ۱)
۳۷	۵۶			در جدول ۱۵ ــ ۱ و در ستون ۶ (از سمت چپ) رابطه بصورت زیر صحیح است: $W = \frac{F.L_۲}{L_۱}$
۳۸	۵۸	۸		بجای ۱ عدد نوشته شود: «به تعداد مورد نیاز»
۳۹	۵۹	۱۶		پس از «در» اضافه شود «دو»
۴۰	۶۱	۲۱		در پرسش شمارهٔ ۸ کلمهٔ یخ‌گیر به «میخ‌کش» تبدیل شود.
۴۱	۷۹	۱		پس از سطح کلمهٔ «آزاد» صحیح است.
		۲		بجای «دوته» نوشته شود «در» و بعد از مایع «را» زاید است.
۴۲	۸۰	۱۱		پس از «معلوم می‌شود» «اولاً» اضافه شود.
۴۳	۸۱	آخر		مقابل سطر شمارهٔ ۱ ــ زده شود.
۴۴	۸۲			در جلوی هریک از سطرهای ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۷ و ۸ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ بترتیب شماره‌های ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ اضافه شود.
		۵		کلمهٔ نمودار به «حالات» تبدیل شود.
		۷		«یا» زاید است.
		۱۰		سطر ۱۰ تماماً حذف شده و بجای آن توضیح زیر نوشته شود: «۹ ــ آزمایش را برای آب در ظرفی با شکل دیگر تکرار کنید»

ردیف	شماره صفحه	سطر		تغییرات اعمال شده
		۱۱		در قسمت آخر این سطر اضافه شود: «و جدول زیر را کامل کنید» ضمناً جداول ۲۱ ــ ۱ و ۲۱ ــ ۲ حذف و جدول زیر به جای دو جدول مذکور در بین شماره‌های ۱۰ و ۱۱ رسم شود:

d برای الکل صنعتی (cm)	d برای آب نمک (cm)	d برای آب در ظرف دوم (cm)	d برای آب در ظرف اوّل (cm)	h(cm)
				۰
				۵
				۱۰
				۱۵
				۲۰

۴۵	۸۳	۵		پس از سطر ۴ پرسشهای ۱ و ۲ بشرح زیر اضافه گردد: پرسش ۱ ــ علت ترکیدن چلیک در آزمایش فوق چیست؟ ۲ ــ شکل پشت جلد را که به ترازوی بلا معروف است با دقت نگاه کنید و چگونگی کار با آنرا توضیح دهید.
۴۶	۸۵	۸		قبل از «ونیروی ارشمیدس» کلمهٔ ظاهری به «حقیقی» تبدیل شود.
		۱۱		کلمهٔ حجم به «جسم» تبدیل شود.
۴۷	۸۹			بجای جدول پائین سطر اوّل، جدول زیر آورده شود:

نام مایع ظرف اوّل	p_1	h_1	نام مایع ظرف دوم	h_2	$p_2 = \frac{p_1 h_1}{h_2}$

	۳	در سطر ۳ (شمارهٔ ۱) کلمهٔ «مایع» بعد از شکل زاید است.
	آخر	سطر آخر پرسش شمارهٔ ۳ زاید است.

ردیف	شماره صفحه	سطر		تغییرات اعمال شده
				تغییرات اعمال شده در **کتاب «ازمایشهای فیزیک سال دوم»**
۱	۲			در ابتدای صفحه ۲ برای شروع کتاب «کار در آزمایشگاه» بشرح زیر آورده شود: کار در آزمایشگاه دانش‌آموز عزیز آشنائی با محیط آزمایشگاه و مقررات مربوط در آن ضروری است. لذا توصیه می‌شود به موارد زیر توجه فرمائید: ۱ ــ در اوّلین جلسه ورود به آزمایشگاه، از محل وسائل، کلید و پریز برق، شیرهای آب، جعبه کمک‌های اولیه، کپسول آتش‌نشانی، جای کتاب و وسائل اضافی آگاهی یافته و به خاطر بسپارید. ۲ ــ رعایت نکات انضباطی از شرائط اولیهٔ کار دستجمعی است؛ همواره مواظب باشید تا مزاحمتی برای دیگران ایجاد نگردد. ۳ ــ محیط آزمایشگاه را تمیز نگه دارید. ۴ ــ پیش از شروع هر جلسه آزمایشگاه، مطالب مربوط به آن جلسه را از کتاب فیزیک و کتاب آزمایشهای فیزیک مطالعه کرده و آمادگی لازم برای انجام آزمایش را کسب کنید. ۵ ــ سعی کنید تمام افراد گروه در انجام آزمایشها شرکت داشته باشند. ۶ ــ برای انجام آزمایش هریک از جلسات، وسایل مورد نیاز را طبق فهرستی که در اولین صفحه مربوط به آن جلسه آورده شده است کنترل کنید و پس از پایان آزمایشهای مربوط، تمام وسائل را در جای اوّلیه آن قرار دهید. ۷ ــ چنانچه ضمن آزمایش برایتان حادثه‌ای پیش آمد برای رفع آن به مسئول آزمایشگاه مراجعه کنید. ۸ ــ در حفظ و نگهداری وسایل آزمایشگاه دقت کنید، چنانچه طرز استفادهٔ صحیح از وسیله‌ای را نمی‌دانید آن را بکار نگیرید و درصورت لزوم از مسئول آزمایشگاه کمک بگیرید. ۹ ــ از کلیه آزمایشهائی که مشاهده کرده و یا انجام داده‌اید گزارشی تهیه کنید که شامل موارد زیر باشد: ۹ ــ ۱ نام و نام خانوادگی..... ۹ ــ ۲ کلاس ..... رشته ..... گروه ..... تاریخ انجام آزمایش .....

ردیف	شماره صفحه	سطر		تغییرات اعمال شده
۱	۲			۹ ــ ۳ موضوع آزمایش .....
				۹ ــ ۴ هدف آزمایش .....
				۹ ــ ۵ وسائل لازم برای انجام آزمایش .....
				۹ ــ ۶ مطالب علمی مربوط به آزمایش به اختصار .....
				۹ ــ ۷ شرح نحوهٔ انجام آزمایش .....
				۹ ــ ۸ اشکال مورد نیاز .....
				۹ ــ ۹ نمودار، جداول و محاسبات لازم .....
				۹ ــ ۱۰ نتیجهٔ حاصل از انجام آزمایش .....
				۹ ــ ۱۱ پاسخ به سؤالات کتاب آزمایشهای فیزیک .....
				۹ ــ ۱۲ نظرات و پیشنهادات .....
				۱۰ ــ در تهیه گزارش کار آزمایشگاه واحد کمیات را در متن و در جداول ذکر کنید.
				۱۱ ــ هر مطلبی را که دربارهٔ آزمایش مربوط مفید می‌دانید در ردیف نظرات و پیشنهادات بنویسید.
۲	۳			علامتهای - و + در روی شکل (۲ ــ ۱) زاید است.
۳	۴	۹		پرسش ۳ بشرح زیر اضافه شود:
				۳ ــ شکل (۱ ــ ۱) را با دقت بررسی و توضیحات لازم را ارائه دهید.
۴	۶	۱۰		«دستور کار» صحیح است.
		۱۸		پس از سطر ۱۷ اضافه شود:
				پرسش: از تیغهٔ دو فلزی در چه مواردی استفاده می‌کنند.
۵	۷	۴		پس از «حلقهٔ» اضافه شود: «فلزی»
۶	۸	۴		بجای «آزمایشات» نوشته شود: «آزمایشهای»
۷	۱۰			تغییر شکل ۴ ــ ۲
۸	۱۱	آخر		کلمه قطر به «قطره» تبدیل شود.
۹	۲۱	۱۴		کلمهٔ دقّت به «وقت» تبدیل شود.
				در جدول زیر سطر ۱۶ در ستون دوم (از سمت راست) کلمهٔ جسم به «دمای» تبدیل شود.
۱۰	۲۲	۱۳		بعد از «در این دما» بجای «سنج» نوشته شود «یخ»
۱۱	۲۴	۹		قبل از گرمائی کلمهٔ «مقدار» اضافه شود.
		۱۳		«ارزش آبی» به «ظرفیت گرمایی» تبدیل گردد.
۱۲	۲۵	۱		«ارزش آبی» به «ظرفیت گرمایی» تبدیل شود.
		۳		رابطه بصورت $Q = (MC + A)(\theta_1 - \theta_2)$ صحیح است.
		۵		بجای $m\theta_2$ نوشته شود: $mc\theta_2$
		۶		رابطه بصورت $(MC + A)(\theta_1 - \theta_2) = mf + mc\theta_2$ صحیح است.
		۱۷		رابطه بصورت زیر اصلاح شود:
				$mf + mc\theta_2 = (MC + A)(\theta_2 - \theta^1)$

ردیف	شماره صفحه	سطر		تغییرات اعمال شده
				در جدول زیر سطر ۱۷ از سمت چپ ستون اول بصورت $\frac{C}{J/kg\,c}$ اضافه گردد و در ستون دوم (از سمت چپ) همان جدول $\frac{M}{kg}$ صحیح است.
۱۳	۲۸	۹		در شماره ۲ شکل (۱۲ ــ ۲) صحیح است.
		۱۵		پس از «صرف‌نظر» اضافه شود: «کردن»
۱۴	۲۹	۶		در پرسش ۱ تراکم به «متراکم» تبدیل شود.
۱۵	۳۵	۲		پس از «بدین ترتیب» «است» اضافه شود.
		۳		بعد از کلمهٔ رسانائی «بر» زاید است.
		۱۳		نیافتد به «بیافتد» تبدیل شود.
۱۶	۳۸	۱۰		در پرسش ۱ کلمات «مطابق» و «ابتدا آزمایش» و «سپس» زاید هستند و قبل از «توضیحات لازم» اضافه شود: «دربارهٔ این شکل»
۱۷	۴۲			زیر شکل ۱ ــ ۱ توضیح زیر نوشته شود. (در قسمت پائین تصویر نوشته شود) «دسته پرتوهائیکه از فانوس دریائی خارج می‌شوند امتداد مستقیمی را سیر می‌کنند»
		۱۲		در قسمت آخر این سطر«به خط راست انتشار می‌یابد» بصورت زیر نوشته شود: «در امتداد خط راست منتشر می‌شود».
۱۸	۴۹	۱۱		پس از «شکل (۴ ــ ۲)» نوشته شود «پرتوهای»
۱۹	۵۰			در شکل ۴ ــ ۳ دروسط شکل (محل تقاطع M_1M_2 و NN' نوشته‌شود: I)
۲۰	۵۱	۱۹		بعد از درجات کلمهٔ «بعد» به «محیط» تبدیل شود.
۲۱	۵۲			در شکل ۵ ــ ۲ در قسمت پائین دو طرف آینه حروف M و N نوشته شود.
۲۲	۵۳	۲		پس از «قرار گرفته» بجای «در» نوشته شود: «به»
۲۳	۵۴			در شکل ۶ ــ ۲ حروف Ic و Ic بترتیب به C و C' تبدیل شوند.
۲۴	۶۵			در شکل ۱۰ ــ ۲ در انتهای پرتو شکست حرف R نوشته شود.
		آخر		پس از «خط عمود» نوشته شود: «بر فصل مشترک دو محیط»
۲۵	۸۴	۱۳		در داخل پرانتز و قبل از «فاصله» با به «یا» تبدیل شود.
۲۶	۸۵	۵		کلمهٔ «واگرا» به «همگرا» تبدیل شود.
۲۷	۹۲	۱۳		بعد از روش کلمهٔ «کار» به «آزمایش» تبدیل گردد.
۲۸	۹۳			در شکل ۲۲ ــ ۱ خطوط نگرفته اصلاح شود.
۲۹	۹۵			در پائین صفحه شکل ۲۳ ــ ۲ به (۲۲ ــ ۳) تغییر یابد.

داستان بارومتر

درسی از برنامه‌ریزی آموزش علوم

مرتضیٰ خلخالی

روزی توسط یکی از همکاران برای رسیدگی به شکایت و اعتراض مربوط به نمره صفر به پاسخ یکی از سؤالات بود. از سوی دیگر، دانش‌آموز معتقد بود که به او اجحاف شده و انتظار نمره کامل داشت. در چنین موقعیتی، رئیس مدرسه مرا به حکمیت دعوت کرد و این خود مسئولیتی بس بزرگ بود:

چگونه می‌توان ارتفاع یک ساختمان بلند را به کمک یک بارومتر جیوه‌ای تعیین کرد

پاسخ دانش‌آموز نیز چنین بود:

«بارومتر را به مرتفع‌ترین نقطه ساختمان برده آن را به نخی محکم و دراز می‌بندیم و از آنجا تا کف خیابان میآویزیم! آنگاه آنرا بالا کشیده طول نخ را با متر اندازه می‌گیریم و به ارتفاع ساختمان پی‌می‌بریم!»

ظاهراً دانش‌آموز پاسخ جالبی داده بود، ولی آیا می‌توان نمره‌ای در حدّ انتظارش به او داد؟ به دبیر فیزیک یادآور شدم که اصرار و پافشاری دانش‌آموز برای گرفتن نمره کامل، ممکن است از آنجا نشأت گرفته که اعتقاد مبرمی به صحت پاسخ خود دارد و نیازی به نوشتن روش فیزیکی خاصّی که مورد نظر مُعلم بود، احساس نکرده است[1] از سوی دیگر به نظر میرسید که دادن نمره کامل به پاسخ او، از ارزش نمرات داده شده به سایر دانش‌آموزان، می‌کاهد. مفهوم نمره سطح بالا در این مورد آن است که دانش‌آموز «فیزیک» بداند و این پاسخ چنین معنی و مفهومی را نداشت.

ناگزیر پیشنهاد کردم که فرصت دیگری به دانش‌آموز داده شود تا آموخته‌های خود را در این زمینه به ثبوت رساند. با جلب موافقت مُعلم، ۶ دقیقه به دانش‌آموز فرصت دادم تا پاسخی که شامل مفاهیم فیزیکی باشد ارائه دهد. چون تا پایان دقیقه پنجم چیزی ننوشت! پیشنهاد ختم جلسه را دادم ولی او اصرار داشت که از دقیقه آخر نیز استفاده کند! تا شاید بهترین راهی که به نظرش برسد، بنویسد!

«بارومتر را به بالاترین نقطه ساختمان برده و درست در لحظه‌ای که آنرا به سوی زمین رها میکنیم! زمان را ثبت می‌نمائیم لحظه برخورد با زمین را نیز مشخص کرده و از رابطه $h = \frac{1}{2} gt^2$ استفاده کرده تا به ارتفاع ساختمان پی‌ببریم!»

۱ ــ ظاهراً پاسخ مورد انتظار مُعلم که در کتاب درسی فیزیک آمده مبتنی بر این واقعیت است که به ازاء هر ۱۰ متر ارتفاع از سطح زمین، فشار هوا در حدود یک میلی‌متر جیوه کاهش می‌یابد.

ضمن خنده از دبیر فیزیک خواهش کردم که این پاسخ را بپذیرد و در عین حال با کنجکاوی از دانش‌آموز خواستم که نظرات دیگر خود را که در انتخاب بهترین آنها تردید داشت، بیان کند.

او چنین گفت:

«می‌توان روشهای گوناگونی برای استفاده از بارومتر جهت تعیین ارتفاع ساختمان بلند به کار بُرد. برای مثال، در یک روز آفتابی، طول بارومتر و طول سایه آن را اندازه می‌گیریم. با اندازه‌گیری طول سایه ساختمان و استفاده از یک تناسب ساده به ارتفاع آن پی می‌بریم!» به او گفتم راه جالبی است، دیگر چه؟ او افزود:

«شاید این راه ساده و سر راست را بپسندید. آهسته از پله‌های ساختمان بالا می‌رویم. دیوار را از پائین به بالا با بارومتر متر می‌کنیم! با اندازه‌گیری طول بارومتر با یک خط کش کوچک، به ارتفاع ساختمان پی‌می‌بریم!» «هر گاه راه و روش پیچیده‌تری بخواهید می‌توانید بارومتر را به نخی محکم ببندید و آن را به صورت یک آونگ! به نوسان درآورید. با اندازه‌گیری دقیق g در سطح زمین و در بالای ساختمان، راهی برای محاسبه ارتفاع آن پیدا خواهید کرد!»

و بالاخره باید بگویم که اگر مرا آزاد بگذارید و به طی کردن روشهای فیزیکی ملزم نمائید، راههای دیگری پیشنهاد می‌کنم. برای مثال بارومتر را نزد سرایدار برده، به او وعده میدهم که اگر نقشه‌های مهندسی ساختمان را از انبار درآورد و به من نشان دهد، بارومتر را به او می‌بخشم!» همچنین ... در این لحظه، از دانش‌آموز خواستم که واقعیت را بیان کند و بگوید که آیا راه و روش مورد نظر مُعلم را می‌داند یا خیر؟ پاسخ داد که بله میدانم ولی اصرار مُعلم در تلقین راه و روشهای خاص و الزام به کاربُرد کلیشه‌ای نظرات ایشان برای هر یک از مفاهیمی که درس می‌دهد، مرا بر آن داشت که مقاومت کنم! و در راه ارضای حس کنجکاوی و تفکر شخص خود، نظرات دیگری که به نظر من صحیح است، بیان نمایم!»

از نشریه

SCIENCE AND MATH WEEKLY.

VOL - 4, ISSUE 16 JAN. 1964; DV.ALEXANDER CALANDRA

اخبار علمی و فرهنگی

کنفرانس علوم و تکنولوژی هسته‌ای بوشهر

به همت مسئولان محترم سازمان انرژی اتمی ایران کنفرانس علوم و تکنولوژی هسته‌ای ایران در بندر بوشهر تشکیل شد. نظر باینکه نیروگاه اتمی بوشهر یکی از پروژه‌های در حال اجرای کشور است و هنوز برای عده بسیاری حتی متخصصین این رشته این نیروگاه ناشناخته میباشد، لذا تصمیمی گرفته شد تا اولین کنفرانس علوم و تکنولوژی هسته‌ای در محل نیروگاه بوشهر برگزار گردد تا شرکت‌کنندگان ضمن ارائه مقاله از نزدیک با فعالیتهای نیروگاه اتمی بوشهر آشنا شوند. در این کنفرانس علاوه بر استفاده از این علم در تولید برق از کاربرد آن در پزشکی و کشاورزی نیز سخن گفته شد. در این کنفرانس یازده نفر از دانشمندان و محققان ایرانی مقیم خارج از کشور شرکت جستند.

بازدید:

به همت سروران مسئول در انجمن فیزیک ایران گروهی از علاقمندان و اعضاء انجمن از کارخانه شیشه‌سازی قزوین بازدید کردند. این بازدید در تاریخ ۶۵/۴/۲۵ انجام گرفت.

کلاس اُپتیک و لیزر:

به همت مسئولان محترم انجمن فیزیک ایران کلاس تابستانی اُپتیک و لیزر از ۱ ــ ۱۲ شهریورماه ۱۳۶۵ در گروه فیزیک دانشگاه تهران برگزار میشود. علاقمندان به شرکت دراین دوره میبایستی مبلغ ۲۵۰۰۰ ریال به حساب جاری ۲۲۹۹ بانک ملی ایران شعبهٔ خیابان پارک واریز فرمایند.

بولتن سازمان انرژی اتمی ایران:

بولتن شماره ۳ سال ۶۴ سازمان انرژی اتمی شامل اخبار، مقاله‌های علمی و گفت و شنودی با دانشمندان و دانش‌پژوهان ایرانی، با همت تلاش‌گران و سروران ارجمند ما در این سازمان منتشر شد. مطالعه این بولتن را به تمامی دبیران محترم فیزیک پیشنهاد مینماید.

کتاب آزمایشهای فیزیک سال سوم

تألیف، کتاب آزمایشهای فیزیک سال سوم رشته‌های علوم تجربی و ریاضی فیزیک، به پایان رسیده و مراحل چاپ و توزیع را پشت سردارد. این کتاب همراه با سایر کتب درسی از اول سال تحصیلی ۱۳۶۵ ــ ۱۳۶۶ در اختیار دانش‌آموزان مربوطه قرار خواهد گرفت.

کتاب فیزیک سال چهارم بهداشت

کتاب فیزیک سال چهارم رشتهٔ «بهداشت محیط» مطابق برنامه تنظیمی با همت جمعی از همکاران ما در گروه فیزیک دفتر تحقیقات تدوین و بدفتر چاپ توزیع تحویل شد. این کتاب همراه با سایر کتب درسی برای اولین بار از مهرماه سال ۱۳۶۵ در اختیار دانش‌آموزان این رشتهٔ تحصیلی قرار خواهد گرفت.

اعلام تغییرات اعمال شده در کتب درسی

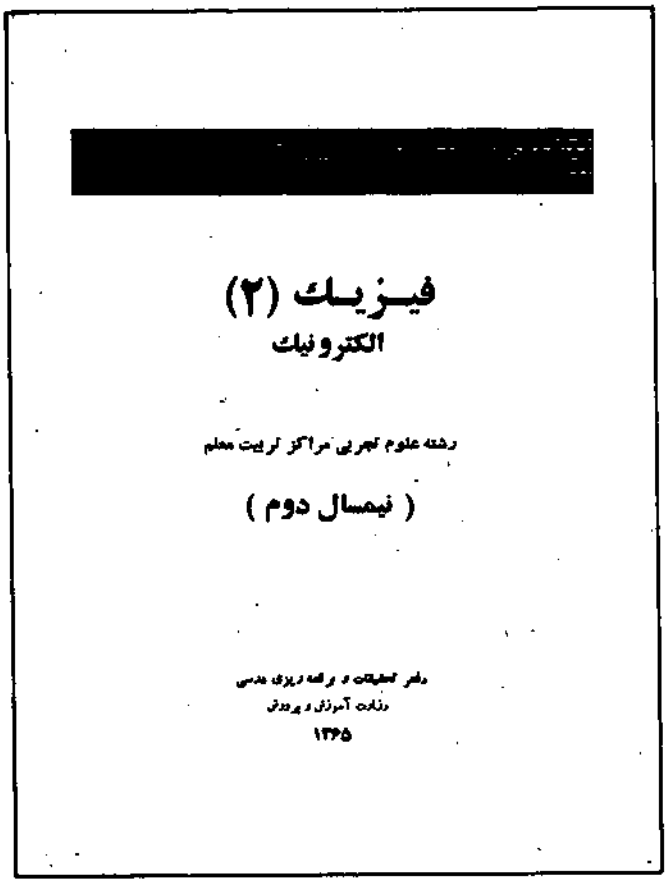
تغییرات و تکمیل ۱۰ جلد از کتب درسی فیزیک بخاطر صرفه‌جویی در امر خرید کتاب، به وسیلهٔ دانش‌آموزان و قابل استفاده ساختن کتب چاپ ۱۳۶۴ در این شماره آورده شده است. با مطالعه و اعمال این تغییرات در کتب چاپ سال ۱۳۶۴ کتابی مشابه کتاب سال ۱۳۶۵ را در اختیار خواهید داشت.

بررسی وسایل آزمایشگاهی

وسایل آزمایشگاهی ساخت همکاران ما در استان اصفهان در کمیته فعالیتهای عملی گروه فیزیک دفتر تحقیقات مورد ارزشیابی قرار گرفت و تصمیمات متخذه کتباً، در اختیار دفتر امور کمک آموزشی قرار گرفت، تا به اطلاع مقامات مسئول در سازمان پژوهش و دیگر معاونت‌های متبوع برسد. وسایل آزمایشگاهی رسیده از استان خراسان در جلسات کمیسیون فعالیتهای عملی گروه فیزیک تحت بررسی است.

کتاب فیزیک ــ «۲» الکترونیک

کتاب الکترونیک نوشتهٔ محمدرحیم اهرابی خاص رشتهٔ علوم تجربی دورهٔ تربیت معلم، به وسیلهٔ دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی منتشر شد. مطالعه این کتاب را به سروران ارجمند دبیران محترم فیزیک پیشنهاد می‌نمائیم.



نگاهی به حرکت پرتابی از دیدی دیگر

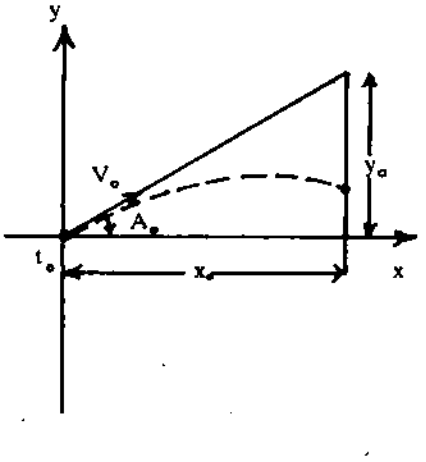
ترجمه صیّاد رزمکن ــ از شیراز

بسیاری از ما با خواص حرکت پرتابی (مطابق شکل ۱) آشنا هستیم. گلوله‌ای از مبدأ مختصات بطرف گلوله دیگری به مختصات (x_0 و y_0) در شرایط خلاء نشانه رفته است. اگر گلوله اول درست در لحظه t_0 که گلوله دوم رها میشود پرتاب شود، دوگلوله صرفنظر از سرعت اولیه گلوله اول (V_0) پس از زمان t بهم میرسند. این نتیجه جالب معمولا با استفاده از تعریف رابطه $tg\,\theta_0 = \frac{y_0}{x_0}$ که در آن θ_0 زاویه انحراف (پرتاب) گلوله اول است قابل توضیح است. زیرا معادلات حرکت دوگلوله را در بردارد هرچند این توضیح صحیح است اما نگارنده معتقد است که مفهوم رضایت‌بخش‌تری از این خاصیت را میتوان با یادآوری قانون گالیله بدانش‌آموزان القا نمود.

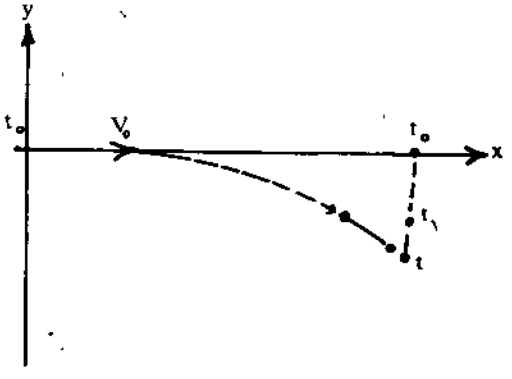
گلوله‌های شکل ۱ را که گوئی به میله صلبی متصل‌اند حول مبدا مختصات به اندازه زاویه θ_0 دوران میدهیم تا در سطح افقی قرار گیرند (شکل ۲).

بدیهی است در این وضع هردوگلوله در امتداد محور yها بدون تندی اولیه بوده و دارای یک شتاب هستند از اینرو تغییر مکان آنها در امتداد yها یکی است. در امتداد محور xها فاصله دوگلوله با گذشت زمان کاهش یافته و برخورد آنها غیرقابل اجتناب خواهد بود.

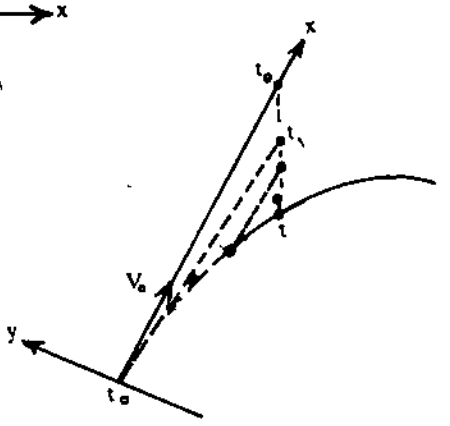
این بار دستگاه مختصات را بجای گلوله‌ها به اندازه زاویه θ_0 دوران میدهیم. همانطوریکه در شکل ۳ دیده میشود اکنون محور xها در امتداد خط و اصل دوگلوله است. این وضع با توجه به مولفه شتاب جاذبه زمین، حرکت گلوله‌ها را در امتداد محور xها پیچیده‌تر میکند اما باز چنانچه قبل از رسیدن دوگلوله بزمین، مسیرها یکدیگر را قطع کنند (همانطوریکه در شکلهای ۱ و ۲ هم فرض شده است) فاصله دوگلوله (x) پس از زمان معینی بصفر میل خواهد کرد و چون در امتداد محور دوران یافته yها گلوله‌ها بدون تندی اولیه بوده و دارای یک شتاب هستند بنابراین تغییر مکان y آنها همواره یکی بوده، گلوله‌ها بهم خواهند رسید.



(شکل ۱)



(شکل ۲)



(شکل ۳)

منبع

American Journal of physics

Vol 46, No. 12 Dec 1978

همکاری دانشمندان ...

الخازن دانشمند اسلامی در حال نشان دادن پدیده شکست نوراست

زومرفلد داستانی درباره پلانک نقل می‌کند:
که نماینده بی‌تکبری و سادگی او در همکاری با همکاران خویش است.
زومرفلد زمانی به پژوهش درامری مشغول بود که اکنون در فیزیک اتومی «فضای فازی» Phase-space نام گرفته است. به پلانک نامه نوشت و از او کمک خواست و پلانک بلافاصله همه نتایج کارهای تجربی خود را در این باب در اختیار او گذاشت. زومرفلد احساسی شاعرانه پیدا کرد و دوبیتی گفت و برای پلانک فرستاد بدین مضمون که وی کوشش ضعیفی کرده است تا از سرزمین تازه فیزیک کوانتومی که بیشتر بیابان قفری بود و اکنون به صورت سرزمین حاصلخیزی درآمده، چند گلی بچیند. و پلانک در برابر این مجامله و تعارف چهار مصراع سرود که ظرافت بیشتری دارد

آنچه شماً چیدید و آنچه من چیدم
اینها را با هم خواهیم بست
و به این ترتیب دسته گلی فراهم می‌سازیم
از هدایائی که هر یک به دیگری فرستاده‌ایم.

نقل از کتاب علم بکجا میرود ــ ترجمه احمد آرام ــ چاپ سوم

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: ۸۳۱۴۸۰

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
۷ ــ شرکت کتاب طب و فن رویروی دانشگاه
۸ ــ کتابفروشی انجمن اسلامی دانشگاه تربیت معلم

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 بازک مطهری ــ فرهنگسرای زمین.
۷ ــ خرم‌آباد ــ خیابان شهدای شرقی، کتابفروشی آسیا
۸ ــ مشهد ــ فروشگاه شماره یک انتشارات آستان قدس
۹ ــ تبریز ــ کتابفروشی علامه دهخدا
۱۰ ــ اصفهان ــ کتابفروشی رودکی
۱۱ ــ رشت ــ کتابفروشی فرهنگستان
۱۲ ــ گرگان ــ کتابفروشی جنگل
۱۳ ــ قم ــ کتابفروشی طوس
۱۴ ــ آستارا ــ کتابفروشی تیما
۱۵ ــ سقز ــ نمایندگی روزنامه کیهان

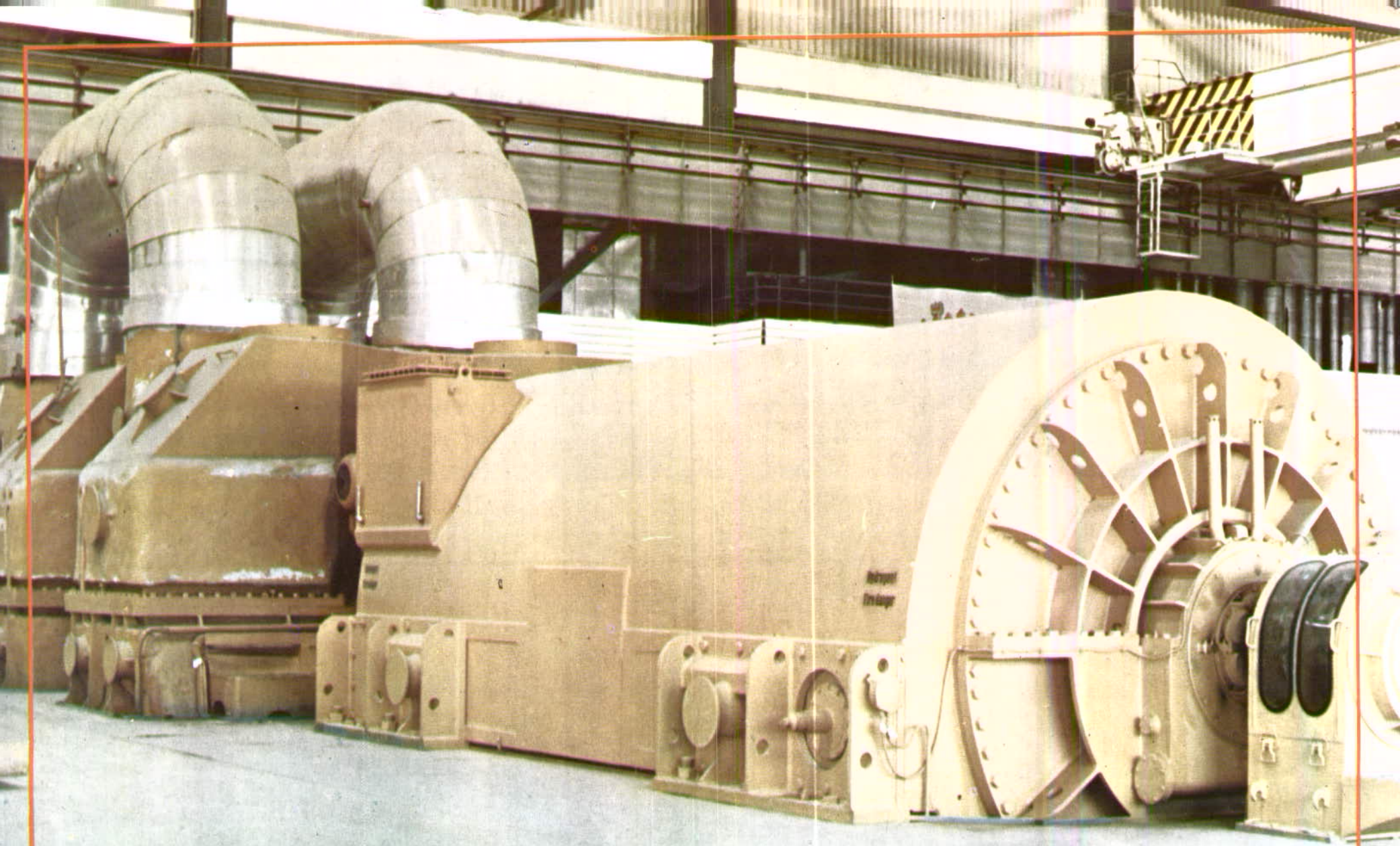
توجه، دانشجویان مراکز تربیت معلم می‌توانند با ارسال فتوکپی کارت تحصیلی از ۵۰٪ تخفیف برخوردار شوند.

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 .....



توربین بخاری اصفهان ـ نیروگاه شهید منتظری

انجمن فیزیک ایران

دانشگاه فردوسی (مشهد)

کنفرانس فیزیک ایران

مشهد، ۱۵ - ۲۰ شهریور ۱۳۶۵

با همکاری

وزارت فرهنگ و آموزش عالی

مرکز نشر دانشگاهی

مرکز بین المللی فیزیک نظری موسسه