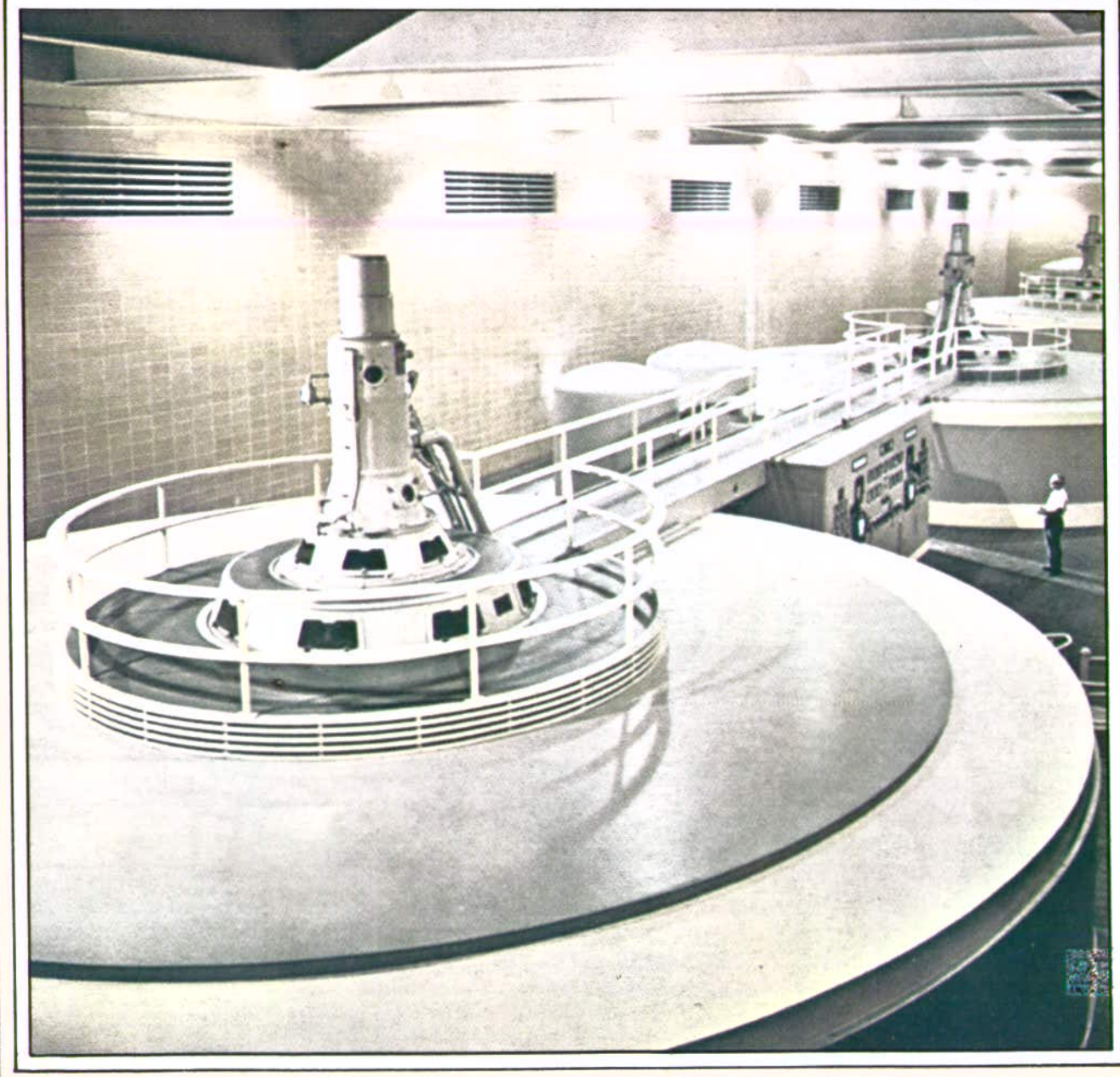
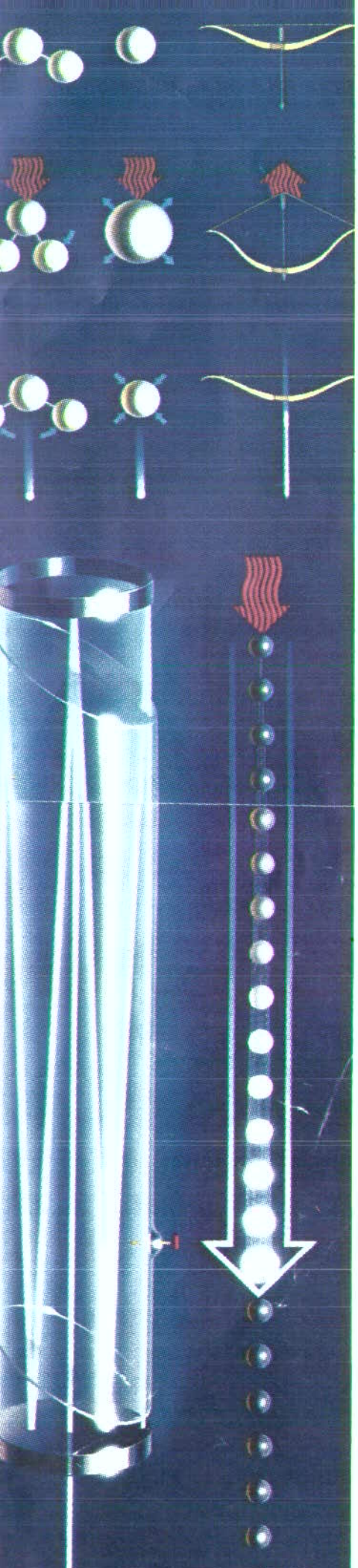
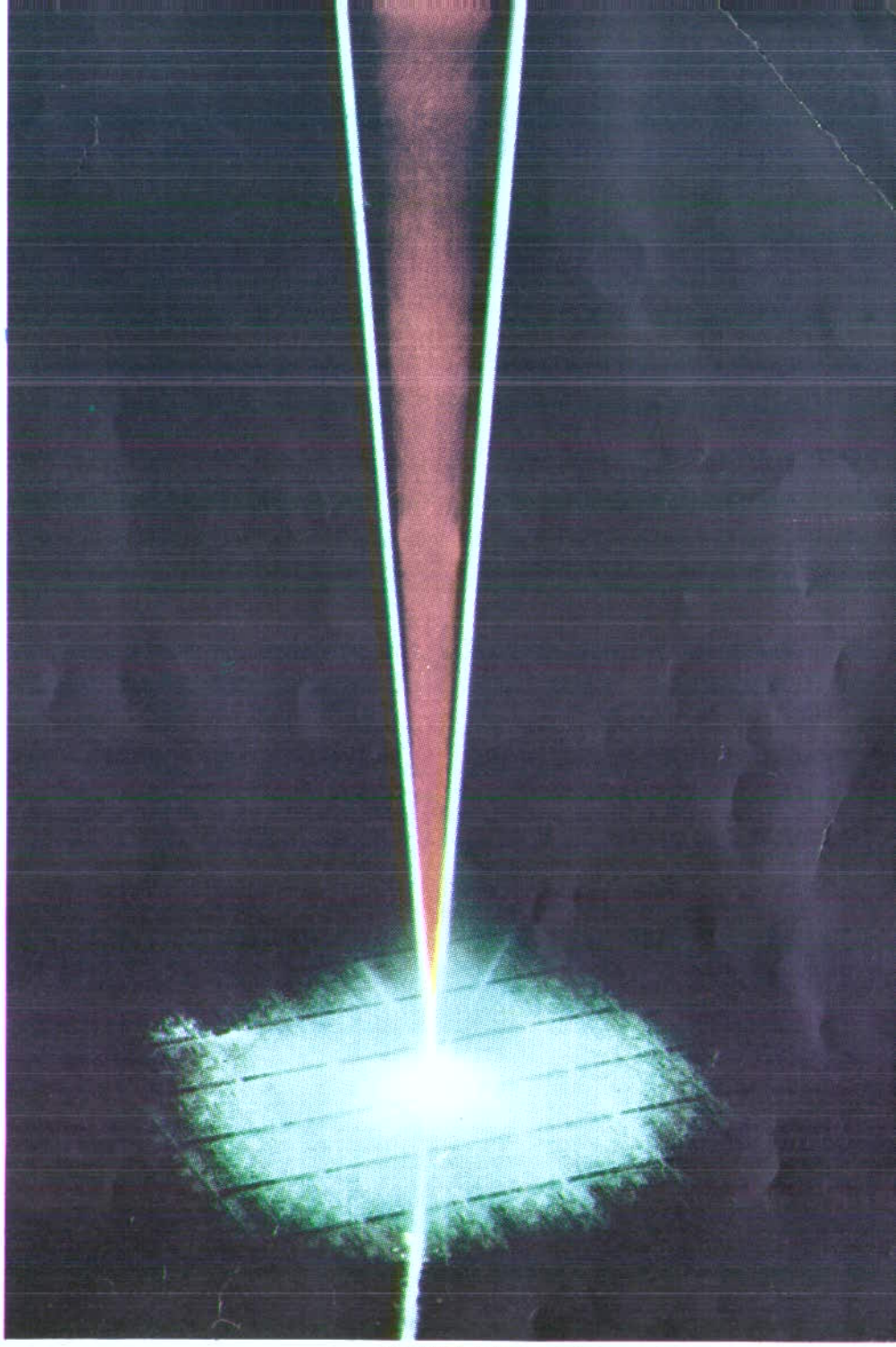
رشد آموزش فیزیک

سال اول شماره ۲ تابستان ۱۳۶۴ بها ۱۰۰ ریال







* روی جلد: ژنراتور
* صفحه ۲: کاربرد لیزر
* صفحه ۶۷: فیوژن

رشد آموزش فیزیک

سال اول ــ شماره دوم ــ بهار ۱۳۶۴

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

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

سردبیر: اصغر لطفی

تولید: واحد مجلات رشد تخصصی

صفحه‌آراها: محمد پریسای و علی نجمی

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

فهرست:

* مساله تعارض علم و دین در اسلام و غرب ۴
غلامعلی حداد عادل
* فیزیک چیست ۱۰
نقل از کتاب فیزیک عمومی (جلد ۱ ــ مکانیک) نوشته مارجلوآلونسو و ادوارد جی فین ترجمه لطیف کاشیگر
* سنجش زمان ۱۷
ابوالقاسم قلمسیاه
* تبدیلات لورنتز ۲۱
صمد فرخی
* قانون سوم نیوتن و آشفتگی کتابهای کمک درسی ۲۳
سید جعفر مهرداد
* هولوگرافی و کاربرد آن ۲۸
حسن فرخ پیام
* آشنائی با فعالیت‌های گروه فیزیک ۳۳
* پاسخ به نامه‌ها ۳۵
* چرا آسمان آبی است؟ ترجمه: اصغر لطفی ۳۸
* معرفی کتاب و نشریات ۴۰
* تست فیزیک و مکانیک ۴۲

بسم الله الرحمن الرحیم

پیشگفتار

سپاس خدای بی‌همتا را که به ما امکان داد تا توفیق برقراری ارتباط میان دست‌اندرکاران، برنامه‌ریزان و کارشناسان از یک سو و دبیران و دانش‌پژوهان از سوی دیگر را شاهد باشیم. تصوّر و انتظار، این گونه بود ــ و طبیعی ــ که در گام نخستین، نشریهٔ حاضر پاسخگو نباشد و نظر خوانندگان و همکاران محترم را به صورت مطلوب تأمین نکند؛ اما پس از توزیع اولین شماره بسیار مسرور و دلگرم شدیم؛ زیرا بررسی اعلام نظرها نمایانگر استقبالِ توأم با محبت و رضایتِ بیش از انتظار دانش‌آموزان، دانشجویان و دبیران و مدرسان محترم بود.

گرچه راهی که در پیش داریم طولانی است، اما بربار است؛ از آن جهت که خوشبختانه مدت زمان لازم برای پیمودن این راه پرثمر فراهم و نامحدود است.

توفیق را از خداوند کریم و یاوری را از شما یاوران طلب می‌کنیم زیرا مدد و پایمردی شما عزیزان با دستهای پرتوان به محتوا و کیفیت نشریه رونقی ویژه خواهد بخشید و به ما نیز این امکان را خواهد داد تا از میان مطالب و مقالات سودمند، مفیدترین آنها را برای نشر و تقدیم برگزینیم.

درج مقالات ارسالی را مشروط بر بدیع بودن آن نکرده‌ایم. چه، در صورت مفید بودن حتی به چاپ مقالات سودمند منتشر شده هم مبادرت می‌کنیم. با این اختیار که به تغییرات جدید و جابهای پیشین اشاره کنیم.

از نویسندگان مقالاتی که به زبان خارجی نگاشته شده و ترجمه و انتشار آن برای رشد آموزش فیزیک مفید تشخیص داده شود، می‌خواهیم که مقالات خود را قبل از ترجمه برای بررسی بیشتر به هیئت تحریریه ارسال دارند.

با توجه به پیشنهادهای رسیده و هدفهای مجله و تشخیص هیئت تحریریه، چند بخش: «پاسخ به نامه‌ها»، «پرسشها» «تست و معرفی نشریات علمی»، برای نخستین بار، در این شماره گرد آورده‌ایم، و ان‌شاءالله در شماره‌های آینده نیز ارائه خواهیم داد، که این اقدام جدید را مفید می‌دانیم و به موفقیّت آن امیدواریم. آرزو می‌کنیم این نشریه با همکاری و همیاری شما راهی را بپیماید که مورد رضای خداوند و باعث خوشحالی فرزندان دلاور ما در صحنه‌های پیکار با دشمنان اسلام باشد. چرا که این صف‌شکنان استکبار جهانی همچنان ایستاده‌اند تا ما بتوانیم بار پر مسئولیت آموزش نسل آینده را با موفقیّت به سر منزل مقصود برسانیم.

بار دیگر از شما می‌خواهیم که ما را در ادامهٔ راهمان یاری و همراهی کنید و از راهنمائیها و انتقادهای مستدل دریغ نورزید تا با بهره‌گیری از آن، خداوند مهربان نیز توفیق خدمت به میهن اسلامی و معلمان ارجمند کشور را، به ما عطا فرماید.

سردبیر

● هر زمان که فرهنگی خود را در برابر یک فرهنگ دیگر ضعیف احساس کند، اعتماد به‌خود را از دست می‌دهد و از همهٔ آنچه به آن فرهنگ تعلق دارد حتی از دشواریها و نابهنجاریهای آن نیز ناشیانه تقلید می‌کند.

● آیا دانشمندان پیش‌از دوران جدید واقعاً از روابط علمی میان پدیده‌های طبیعی غافل بوده‌اند و مستقیماً هر پدیده‌ای را به خدا منسوب میکرده‌اند؟ یا اینکه به روابط دائمی طبیعی، میان پدیده‌های طبیعی توجه داشته‌اند؟

مسأله تعارض علم و دین در اسلام و غرب

غلامعلی حداد عادل

● ما در لحظات خطیری از تاریخ حیات عقلی خود به‌سر می‌بریم و اکنون این وظیفهٔ ماست که فلسفه اسلامی احیاشده‌ای را برای علوم فراهم سازیم.

مقدمه:

تردید نیست که بعد از رنسانس که دورهٔ جدیدی در تاریخ تفکر و تمدن غربی آغاز شده است در جامعهٔ غربی میان بسیاری از جنبه‌های فرهنگ بشری تضاد و تصادم پدید آمده است که از آن جمله یکی تصادم علم و دین است. از آنجا که تمدن غربی در چند قرن اخیر به دلیل قدرت نظامی و اقتصادی، نفوذ و سیطره خود را بر همه جهان گسترده است فرهنگ غربی و به تبع آن بیماریهای آن فرهنگ نیز سراسر جهان را مورد هجوم قرار داده است به‌طوریکه در حال حاضر شاید در میان فرهنگ غیرغربی، فرهنگ و تمدنی نتوان پیدا کرد که از نفوذ فرهنگ غربی و از آسیب مصائب و مشکلات آن در امان مانده باشد.

در چند قرن اخیر فرهنگ و تمدن جوامع اسلامی نیز متأسفانه به دلیل تأثیر عوامل غیر فرهنگی، از قبیل سلطهٔ نظامی و فنی، سخت تحت‌تأثیر فرهنگ غربی و معیارهای آن قرار گرفت. تصور ناسازگاری علم و دین و نیز تبعات نامطلوب آن یکی از نتایج همین

نفوذ و تأثیر فرهنگ غرب در جوامع اسلامی بود که هنوز هم تا اندازه‌ای در اذهان وجود دارد.

پیش از آنکه به تفصیل به تحلیل این مسأله بپردازیم، لازم است به این قاعده کلی اشاره کنیم که اصولاً هرگاه فرهنگی در برابر فرهنگ دیگری احساس ضعف و زبونی کند و قدرت اتکاء و اعتماد به خود را از دست دهد همه چیز آن فرهنگ دیگر حتی آشفتگیها و مشکلات آن فرهنگ را نیز به صورت سطحی و غیر اصیل تقلید می‌کند. از آنجا که تقلید با تفکر منافات دارد اصالت هیچ امری در تقلید محفوظ نمی‌ماند. نه محاسن فرهنگ قابل تقلید است نه مفاسد آن، و به همین دلیل چون تصادم علم و دین اصولاً به فرهنگ غربی تعلق داشته است، انعکاس آن تصادم در فرهنگ اسلامی نیز، رنگ تقلید دارد و رفع آن نیز به راه‌حل خاصی محتاج است، که آن راه‌حل البته دیگر نمی‌تواند تقلیدی باشد.

* * *

برای ورود به بحث، شاید بهتر باشد ابتدا سؤالی مطرح کنیم.

«چرا و چگونه در فرهنگ اسلامی دانشمندانی از قبیل ابن هیثم و ابن‌سینا و ابوریحان بیرونی و خواجه نصیرطوسی در عین حال که عالم علوم طبیعی بوده‌اند موحد و دیندار نیز بوده‌اند و چرا در دوره جدید غالباً تصور می‌شود که علم به امور طبیعی و فیزیکی با اعتقاد به خداوند منافات دارد؟».

چرا و چگونه در فرهنگ اسلامی دانشمندانی از قبیل ابن‌هیثم و ابن‌سینا و ابوریحان بیرونی و خواجه نصیر طوسی در عین حال که عالم علوم طبیعی بوده‌اند موحد و دیندار نیز بوده‌اند؟

اگر پاسخ چنین پرسشی را از کسی طلب کنیم که از قبل تصمیم گرفته است در هرچه مربوط به گذشته است به چشم‌خواری و اهانت بنگرد و همهٔ دستاوردهای بشری متعلق به پیش از دوران جدید اروپا را خرافات و بیهوده بداند، جوابی که دریافت خواهیم کرد کمابیش یاد آور نظریه معروف آگوست کنت خواهد بود. می‌دانیم که آگوست کنت تاریخ تفکر بشری را به سه مرحلهٔ ریاضی و متافیزیکی و علمی تقسیم کرده است و معتقد است که اصولاً پیش از بروز تحولات علمی جدید اروپا، دانشمندان پدیدارهای طبیعی را به معنای امروزی کلمه، تبیین و توجیه علمی نمی‌کرده‌اند و در طبیعیات، به عوامل و علل متافیزیکی قائل بوده‌اند.

براساس چنین بینشی، پاسخ سؤالی که هم‌اکنون مطرح ساختیم، لابد چنین خواهد بود که اصولاً دانشمندانی که در فرهنگهای دینی، و از آنجمله در فرهنگ اسلامی به خدا معتقد بوده‌اند، تصور صحیحی از علل طبیعی نداشته‌اند و از آنجا که همهٔ امور مرموز و ناشناخته را به‌خدا نسبت می‌داده‌اند. حوادث طبیعی را نیز مستقیماً و بیواسطه معلول دخالت خداوند می‌پنداشته‌اند و بنابراین چون نه در پی یافتن علتهای طبیعی بوده‌اند و نه از آن به گونه علمی خبری داشته‌اند بالنتیجه تضاد و تصادمی نیز میان علل طبیعی و مشیّت الهی احساس نمی‌کرده‌اند و بدین وجه هم می‌توانسته‌اند از پدیدارهای طبیعی سخن بگویند و هم می‌توانسته‌اند به خدا معتقد باشند.

آیا واقعاً چنین بوده است؟ آیا قدما، در نگرش به طبیعت، به رابطهٔ علمی میان حوادث طبیعی بی‌توجه بوده و هر حادثه‌یی را با فرض تصرف بیواسطهٔ الهی، مستقیماً مربوط به خدا می‌دانسته‌اند، یا اینکه آنان نیز میان پدیده‌های طبیعی به روابط ثابت علّت و معلولی قائل بوده‌اند؟ بهترین راه تحقیق در این مسأله، رجوع به آثار گذشتگان است. بررسی آثار علمی دانشمندان دوره‌ای که در اروپا به «قرون وسطی» اصطلاح شده از این نظرگاه خاص که هم‌اکنون مورد بحث ماست، به راستی تألیف کتاب مفصلی را ایجاب می‌کند. ما در این مقاله فقط به برخی نکات مهم و اصولی اشاره می‌کنیم.

ریاضیات

نخست به ریاضیات اشاره می‌کنیم. به‌نظر نمی‌رسد که در میان همه فلاسفه و مورخان علوم کسی گفته باشد که ریاضیات قدما، در مقایسه با ریاضیات پس از رنسانس و دوران جدید اروپا، «غلط» است. شک نیست که علوم روز به روز توسعه یافته و می‌یابد و شک نیست که دامنهٔ ریاضیات در حال حاضر نسبت به هزار یا دو هزار سال پیش گسترش بسیار یافته است، اما سخن از توسعه و گسترش کمی علوم نیست بلکه سخن از ماهیت و کیفیت و درستی یا نادرستی روش علمی گذشته و حال است. مسلم است که در ریاضیات به معنی رایج کلمه در طی تاریخ انقلابی روی نداده است. هرچند پیشرفتهای بسیاری از جهات گوناگون نصیب ریاضیدانان قرون اخیر شده که قدما بکلی از آن بی‌خبر بوده‌اند، چنانکه بعید نیست در آینده نیز باز هم بالنسبه به ریاضیات کنونی، پیشرفتهای قابل‌توجهی در ریاضیات صورت پذیرد.

نجوم

در قدم بعد باید از نجوم سخن بگوئیم، که یکی از مهمترین شاخه‌های علوم و یکی از بحث‌انگیزترین بخشها در تاریخ علوم است. غالباً علم قدیم را به لحاظ نظام فلکی قدیم مورد اعتراض و تخطئه قرار می‌دهند. در حالی که نجوم قدیم یکی از ارزشمندترین دستاوردهای علمی بشر در همهٔ روزگارهاست و آنچه باعث شده تا قدر

مسالهٔ تعارض علم و دین در اسلام و غرب

و منزلت علمی نجوم قدیم چنانکه باید و شاید شناخته نشود، همانا خلط میان جنبه‌های علمی این نجوم است و نتایج فلسفی مبتنی بر آن. آری، مسلم است که بسیاری از نتایج فلسفی مربوط به نجوم قدیم نه تنها قابل تردید که مردود است، اما این تردید ورد از اهمیت علمی نجوم قدیم نمی‌کاهد.

نجوم قدیم از حیث روش، غالباً مبتنی بر تجربه است. این مشاهدهٔ حسی است که به ما می‌گوید زمین ساکن است و خورشید و سایر ستارگان و ثوابت به دور آن می‌گردند و حتی این مشاهدهٔ حسی است که در ما تمایل ایجاد می‌کند تا معتقد شویم که آسمان از تغیر و فنا و فساد دور است و عرصه ثبات و نظم و زیبایی است. نظریهٔ خورشید مرکزی که در دوران جدید توسط کپرنیک عنوان شده در قدیم نیز توسط ارسطرخس در اسکندریه در تمدن اسلامی نیز توسط کسانی چون ابوسعید سجزی به عنوان یک فرضیه ممکن پیشنهاد شده بود، اما مورد قبول قرار نگرفت. چرا، چون با دلایل تجربی کافی همراه نبود. غالباً چنین ادعا می‌کنند که چون بشر قدیم میل داشت زمین را کرسی ثابت و مرکز و مقر سلطه الهی خویش تصور کند، از نظریهٔ خورشید مرکزی اعراض می‌کرد، اما در حقیقت چنین نبوده است. اگر طرفداران نظام خورشید مرکزی در همان دوران باستان می‌توانستند اشکالات و نقایص تجربی نظریهٔ خود را رفع کنند، این نظریه مورد قبول قرار می‌گرفت. طرفداران نظریهٔ زمین مرکزی، از قائلان به نظریهٔ خورشید مرکزی می‌پرسیدند اگر زمین به دور خورشید بگردد باید در فاصله ششماه از سال که زمین در دو نقطه متقاطر از مدار خود واقع می‌شود، در آسمان به سبب اختلاف موضع نظرگاه، در ستارگان ثابت اختلاف‌منظر (Parallax) ایجاد شود و حال آنکه چنین پدیده‌ای مشاهده نمی‌شود و مدافعان خورشید مرکزی از پاسخ به این سؤال عاجز بودند. تنها همین یک نکته نبود، بلکه موارد تجربی متعددی بود که طرفداران نظریه خورشید مرکزی از عهدهٔ تبیین آن برنمی‌آمدند و همین امر باعث شده بود تا در برابر نظریهٔ زمین مرکزی عقب‌نشینی کنند.[1]

مقصود این است که نمی‌توان نجوم قدیم را از لحاظ روش علمی مورد اعتراض قرار داد. اصول نجوم قدیم از یکسو مشاهدهٔ دقیق و گردآوری اطلاعات رصدهای طاقت‌فرسا که حاصل هزاران سال آسمان‌نگری و ستاره شمری بوده است، و از سوی دیگر استفاده از ریاضیات و ارائه مدلهای ریاضی پیچیده و دقیق برای تبیین مشاهدات بوده است و بالاخره بر پایه همین اصول استوار بوده است که می‌توانسته‌اند دقیقاً حوادث سماوی را از قبیل خسوف و کسوف و طلوع و غروب و دهها حادثهٔ دیگر با موفقیت پیشگویی کنند. غرض، البته آن نیست که ثابت کنیم نجوم کپرنیکی باطل و نجوم قدیم درست است و ما نمی‌خواهیم بگوئیم که اکنون باید نجوم کپرنیکی را منسوخ اعلام کرد و نجوم قدیم را جانشین آن ساخت، بلکه می‌خواهیم بگوئیم نجوم قدیم خرافات نبوده است. تذکر این نکته ضروری است که تکیه و تأکید ما در این مقاله دربارهٔ «روش» پیشینیان در بررسی پدیدارهای طبیعی است و البته قصد ما اثبات آن نیست که روش آنان با روش علمی جدید مطابقت دارد، بلکه می‌خواهیم ثابت کنیم که روش علمای قدیم این نبوده است که در تبیین پدیدارهای طبیعی، خدا را علت بیواسطه امور بدانند و به دلیل همین انتساب بیواسطه امور طبیعی به خداوند، وقوع هر واقعهٔ طبیعی را در هر شرایطی ممکن فرض کنند، نه. آنان نیز حساب علوم مختلف را از یکدیگر جدا می‌کردند.

علوم طبیعی

غالباً ارسطو را آماج تیر اعتراض قرار می‌دهند و می‌گویند او از تجربه‌گریزان بوده و در علوم بجای استقراء از قیاس استفاده می‌کرده و همهٔ علوم را جزء فلسفه می‌دانسته است و در طبیعیات نیز روش فلسفی معمول می‌داشته است. اما مراجعه به آثار ارسطو، مستحق بی‌غرض را، دست کم در این قول به تردید می‌اندازد. در تفکر ارسطویی، بیش از هر چیز به تقسیم‌بندی و تفکیک علوم و تعیین شأن و منزلت هر علم و رابطهٔ آن با سایر علوم اهمیت داده شده است، حتی نام «مابعدالطبیعه» از آن جهت بر «مابعدالطبیعه» ارسطو داده شده است که در نظام تعلیمی تفکر ارسطویی، این علم، لزوماً بعد از طبیعیات تدریس می‌شده است. منظور این است که ارسطو و ارسطوئیان نیز می‌دانسته‌اند که طبیعیات با مابعدالطبیعه و به تعبیر امروز علم با فلسفه فرق دارد. آنچه در نظر آنان اهمیت داشته، ارتباط علم و فلسفه بوده است و این ارتباط بطور کلی امروزه نیز همان اندازه مهم و قابل‌توجه است. تصویری که ما به غلط از ارسطوئیان داریم این است که در تفکر آنان علم جزء فلسفه بوده و طبیعیات با مابعدالطبیعه فرقی نداشته است و چون در مابعدالطبیعه به خدا اعتقاد داشته‌اند، پس در طبیعیات نیز مجهولات و پدیدارهای طبیعی را مستقیماً با فرض وجود خدا تبیین

می‌کرده‌اند و بالنتیجه با مشکلی که به اعتقاد آنان به خداوند لطمه‌ای وارد آورد مواجه نبوده‌اند.

غالباً ارسطو را آماج تیر اعتراض قرار می‌دهند و می‌گویند او از تجربه گریزان بوده و در علوم بجای استقرار از قیاس استفاده می‌کرده است.

ارسطو در کتاب «تشریح حیوانات» یکی از بهترین نمونه‌های تحقیق در علوم طبیعی را از خود به یادگار گذاشته است، وی بیش از ۵۴۰ نوع مختلف جانور را به دقت مورد مشاهده قرار داده و براساس همین مشاهده، انواع حیوانات را به نحوی منطقی طبقه‌بندی کرده است. این طبقه‌بندی ارسطو هنوز هم اساس شناخت حیوانات است. شاید بتوان گفت آنچه از طبیعیات قدیم بیش از سایر قسمتها مورد ایراد و اعتراض دانشمندان جدید قرار گرفته است مباحث مربوط به حرکت و نظریهٔ عناصر اربعه است. در بحث حرکت از نظریه ارسطو و نظریهٔ نیوتن به دو عنوان دو نظریه متضاد و متقابل یاد می‌شود. ارسطو و ارسطوئیان معتقد بودند که مادام که جسمی در حال حرکت است به محرک احتیاج دارد، اما نظریه نیوتن که به اصل «ماند» (Inertia) معروف است این است که اگر بر سر راه جسمی هیچگونه مانع و مقاومتی نباشد بعد از آنکه به حرکت افتد حرکت خود را به نحو یکنواختی تا ابد حفظ می‌کند. شک نیست که نظریه نیوتن بدین صورت قابل‌تجربه نیست، یعنی محال است به معنی ریاضی کلمه، موانع و عوائق موجود بر سر راه حرکت را به صفر رساند و تا ابد به مشاهدهٔ حرکت آن نشست، نظریهٔ ارسطو با تجربه حسی ساده موافق‌تر است و نظریهٔ نیوتن در مقایسه با آن انتزاعی‌تر است.

بینش فیزیکی ابن‌هیثم در تحلیلی که از پدیدارهای نوری به دست می‌دهد فرق چندانی با بینش فیزیکدانان جدید ندارد.

بار دیگر لازم است تأکید کنیم که غرض ما ترجیح علمی نظر ارسطو بر نظر نیوتن نیست، بلکه مراد از این بحث تنها رد قول کسانی است که تحت تأثیر شایعات زمانه، چنین تصور می‌کنند که پیش از ظهور گالیله و نیوتن، همه دانشمندان علوم طبیعی در حجره‌های دربستهٔ مدرسه‌ها می‌نشسته‌اند و بدون رجوع به تجربه پدیدارهای طبیعی را به وسیلهٔ عوامل بیواسطهٔ ما بعد الطبیعة توجیه و تبیین می‌کرده‌اند. هر ایرادی بر طبیعیات قدیم وارد باشد این ایراد وارد نیست.

بار دیگر لازم است تأکید کنیم که غرض ما ترجیح علمی نظر ارسطو بر نظر نیوتن نیست

بینش فیزیکی ابن‌هیثم در تحلیلی که از پدیدارهای نوری به دست می‌دهد فرق چندانی با بینش فیزیکدانان جدید ندارد، وی بلافاصله پس از ورود به هر مبحث، به طرح آزمایش می‌پردازد و خود برای آزمایش وسیله‌ای می‌سازد و سعی می‌کند صحت آراء خود را به مدد تجربه اثبات کند. در هیچ کجای کتاب «المناظر و المرایا»ی او نمی‌بینیم که وقتی در تبیین پدیداری درماند، آن را به خدا نسبت دهد، بحثی که ابن‌سینا در طبیعیات شفا دربارهٔ حرکت قسری عنوان کرده است و اعتراضاتی که برآراء پیشینیان وارد کرده و بالاخره دلایلی که به سود نظریه موردپسند خود اقامه کرده است هر دانشجوی فیزیک را مستقاعد می‌کند که روش ابن‌سینا در مواجهه با مسائل طبیعی، تا حدود زیادی منطقی و معقول بوده است. متأسفانه در این مقاله مجال آن نیست تا از کتابهایی از قبیل معیارالعقول و یا «قراضهٔ طبیعیات» که از او یا منسوب به اوست نمونه‌هایی نقل کنیم تا نگرش طبیعی او معلوم گردد. سئوال و جوابی که در هجده مسأله میان ابوریحان بیرونی و ابن‌سینا رد و بدل شده از این حیث فوق‌العاده قابل توجه است. هر چند در بعضی موارد رأی بیرونی با نتایج امروزی موافق‌تر است و صحیح‌تر به نظر می‌رسد، آنچه مخصوصاً مهم است این است که هیچ‌یک از آن دو نمی‌خواهد آن دیگری را با تمسک و توسل به عوامل ما بعدالطبیعه مجاب سازد. ابن‌سینا، خلاء را ممتنع می‌داند و ابوریحان می‌گوید من در جیحون آزمایش کرده‌ام و نُه بار تُنگ‌های شیشه‌ای مورد آزمایش من در آب جیحون شکسته است و این آزمایشها با قول توبه امتناع خلأ سازگار نیست، اما ابن‌سینا و شاگردش فقیه معصومی همان آزمایشها را به گونهٔ دیگری تفسیر می‌کنند و اگر خلأ را هم محال می‌دانند این خود به دلیل این است که می‌پندارند که قول به امتناع خلأ با مشهودات تجربی آنان در باب حرکت سازگارتر است تا قول به امکان خلأ.

مسالهٔ تعارض علم و دین در اسلام و غرب

مسلم است که نمی‌توان سازگاری علم و دین را در تفکر فیلسوفان و متفکران گذشته و ناسازگاری آن دو را در دورهٔ جدید صرفاً با توسل به نظریهٔ 'دوره‌های سه گانه' آگوست کنت حل کرد

باری، مسلم است که نمی‌توان سازگاری علم و دین را در تفکر فیلسوفان و متفکران گذشته و ناسازگاری آن دو را در دورهٔ جدید، صرفاً با توسل به نظریهٔ «دوره‌های سه گانه» آگوست کنت حل کرد. تجربه، این فرضیه را باطل می‌سازد، یعنی مطالعه کتب قُدما در باب علوم طبیعی به ما می‌فهماند که آنان در مواجهه با طبیعت، در جستجوی علل طبیعی بوده‌اند نه علل مابعدالطبیعه، این که در تشخیص این علل اشتباهاتی داشته‌اند، امری است که به هیچ روی مدعای آگوست کنت و پیروان او را اثبات نمی‌کند.

بار دیگر می‌پرسیم که چگونه ممکن بوده است که این دانشمندان در عین اینکه به علل طبیعی در طبیعت اعتقاد داشته‌اند به خدا نیز معتقد بوده‌اند؟ پاسخ این است که در نظر دانشمندان و متفکران اسلامی رابطهٔ خدا و طبیعت یک رابطهٔ طولی است نه یک رابطهٔ عرضی، یعنی تأثیر خدا در طبیعت در عرض و همپایه علل طبیعی نیست رابطه طبیعت و خداوند در نظر آنان از یک لحاظ همانند رابطهٔ کتاب و نویسنده کتاب است. قوانین طبیعت و روابط علمی میان اجزای آن به قواعد دستوری حاکم بر جملات و به نظم میان فصول و ابواب کتاب شبیه است، وجود چنین قواعدی کتاب را از نویسنده بی‌نیاز نمی‌کند هم کتاب و هم قواعد موجود در آن مخلوق نویسندهٔ آن است. در نظر متفکران اسلامی نیز سراسر عالم به منزله کتابی است که در برابر قرآن که کتاب تدوینی الهی است، به آن کتاب تکوینی می‌گویند و هر جزئی از اجزاء در طبیعت به منزله آیه‌ای از این کتاب است. قوانین طبیعی، سنت‌های الهی است و متفکران اسلامی هرگز نخواسته‌اند وجود خدا را با نفی سنت‌های او اثبات کنند.

در تفکر اسلامی، هم ذات خدا، ذاتی است برتر از ذوات عالم و هم فعل خدا برتر از افعال طبیعت است.

در تفکر اسلامی، هم ذات‌خدا، ذاتی است برتر از ذوات‌عالم و هم فعل خدا برتر از افعال طبیعت است، یعنی نه ذات او در ردیف سایر ذوات است نه فعل او، آنان هم ذات و هم فعل خداوند را متعالی از ذوات و افعال دیگر می‌دانند. این است که هرگز تأثیر خداوند را در ردیف تأثیر عوامل طبیعی نمی‌دانند و تصور نمی‌کنند که با اثبات قواعد و قوانین طبیعی، دست‌خدا از طبیعت کوتاه می‌گردد.

یکی از علل مهم پیدایش تصادم علم و دین در مغرب‌زمین، تصور غلطی است که دربارهٔ رابطهٔ خدا و طبیعت و چگونگی تأثیر خداوند در آن داشته‌اند. وقتی دانشمندی می‌گوید من تا خدا را در آزمایشگاه تشریح در زیر چاقوی جراحی مشاهده نکنم به او ایمان نخواهم آورد، به وضوح می‌توان فهمید که وی چه تصوری از خدا دارد. او خدا را ذاتاً و فعلاً در ردیف عناصر و اجزاء طبیعی می‌پندارد و انتظار دارد که همانطور که در تشریح جسم به عضوی می‌رسد که به آن قلب می‌گویند و عضوی دیگری که ریه است و عضو دیگر که مغز است، ناگهان به عضوی برسد که معلوم شود آن، خداست! و البته مسلم است که نحوهٔ عمل و تأثیر چنین عضوی که می‌خواهند اسم آن را خدا بگذارند قابل فهم نباشد و آن فرقی با سایر اعضا نخواهد داشت و بر آن نیز مانند سایر اعضاء از قبیل قلب و ریه و مغز، اسمی خواهند گذاشت، پس در حقیقت این‌گونه دانشمندان به دنبال عامل ناشناخته‌یی از نوع عوامل طبیعی هستند تا به موجب آن به خدا ایمان بیاورند. وجود چنین بینشی دربارهٔ رابطهٔ خدا و طبیعت سبب شد که وقتی نیوتن قانون جاذبهٔ عمومی را کشف کرد و توانست کیفیت حرکات اجرام زمینی و آسمانی را بر طبق آن توضیح دهد هم خود او و هم دیگران تصور کردند که دیگر جایی برای خدا نمانده است و نیوتن خوشحال بود که در مطالعه حرکات سماوی به مواردی برخورده است که توجیه آنها برطبق قانون جاذبه ممکن نبوده است و به وی امکان داده است تا بالاخره این‌گونه موارد را معلول دخالت و تأثیر خدا در طبیعت بداند، یعنی نیوتن از اینکه بالاخره در طبیعت به مجهولی برخورد کرده است خوشحال بود و همین مجهول بود که راه را برای اعتقاد به خدا در ذهن او باز می‌کرد. نتیجه چنین تصوری دربارهٔ خدا این بود که چندی بعد که لاپلاس کتابی به نام مکانیک سماوی، نوشت و توانست از آن آشفتگیها و نابسامانیهایی ظاهری که به نظر نیوتن غیرقابل توجیه آمده بود توجیه علمی به‌دست دهد و آن مجهولات را معلوم سازد، دیگر مسلم شد که هیچ دلیلی برای اعتقاد به خداوند وجود ندارد. وقتی از لاپلاس پرسیدند که چرا در کتابش اسمی از خدا نبرده و پای او را به میان نکشیده است، به طعنه و کنایه گفت «من به چنین فرضیه‌یی احتیاج پیدا نکردم»، و البته راست می‌گفت.

یکی از علل مهم پیدایش تصادم علم و دین در مغرب زمین، تصور غلطی است که دربارهٔ رابطهٔ خدا و طبیعت و چگونگی تأثیر خداوند در آن داشته‌اند.

اشتباه این دانشمندان این است که خدا را در مجهولات جستجو می‌کنند و در تاریکی به دنبال او می‌گردند و تصور می‌کنند که اگر تبیین و توجیه امری در طبیعت، مطابق قواعد و قوانین طبیعی ممکن شد این دیگر به خدا مربوط نمی‌شود و همیشه باید جنبه‌هایی مرموز و ناشناخته و مجهول وجود داشته باشد تا دال بر وجود خدا باشد. به‌همین سبب است که درچنین بینشی، قلمرو تأثیر خداوند روزبه‌روز با پیشرفت علم تنگتر و محدودتر می‌شود، زیرا علم هر روز گام جدیدی در جهت معلوم ساختن مجهولات بر می‌دارد و بالنتیجه دائماً دست خدا را کوتاهتر می‌سازد. خدا در تفکر اسلامی نور آسمانها و زمین است، هر چه روشنی در هستی وجود دارد از اوست و هر چه روشنی بیشتری در طبیعت ادراک شود وجود او بهتر و بیشتر شناخته می‌شود و حال آنکه در تفکر این‌گونه دانشمندان که بعضی از آنان از قبیل نیوتن در شمار بنیانگذاران علم جدید و از بانیان تمدن جدید هستند، خدا مجموعهٔ مجهولات و تاریکیهاست.

این‌طرز تفکر، ناشی از آن است که اینان از ابتدا دربارهٔ رابطهٔ خدا و طبیعت تصور غلطی داشته‌اند و رابطهٔ خدا و طبیعت را در ردیف رابطهٔ خود اجزاء طبیعت با یکدیگر تلقی کرده‌اند و هرچه بیشتر طبیعت را شناخته‌اند به چنین رابطه‌ای کمتر برخورد کرده‌اند و بالنتیجه بی‌اعتقادتر شده‌اند. البته چنین عقیده‌ای همیشه درمیان عوام مردم رایج بوده است و حتی مسلمانان در بسیاری از موارد هرجا که علت طبیعی چیزی را ندانند به یاد خدا می‌افتند، اما جای تعجب است که آنچه اعتقادعوام مسلمانان است همان درصدر تاریخ جدیداروپااعتقاد خواص یعنی دانشمندان طرازاول بوده‌است. درنظردانشمندان‌مسلمان، طبیعت کتاب الهی است و مطالعه این کتاب، ما را به درک سنت‌هایی که او خود جاری ساخته و خود آنها را لایتغیر دانسته راهنمایی می‌کند (سنةالله التی قد خلت من قبل ولن تجد لسنةالله تبدیلاً). مشاهدهٔ قانونمندی طبیعت، مشاهدهٔ ثبات و نظم و کلیت ضروری است و این همه آثار خدا و تجلی صفات اوست. بلی با شناخت بیشتر طبیعت نه تنها جا برای خدا تنگتر نمی‌شود بلکه خدا بیشتر و بهتر شناخته می‌شود و معنی این آیه که سنریهم آیاتنا فی‌الافاق و فی انفسهم حتی یتبین‌هم انه الحق» از اینجا دانسته می‌شود. پس دانشمند مسلمان، از آنجا که رابطهٔ خدا و طبیعت را رابطه‌ای وجودی و طولی می‌داند در مطالعه طبیعت هم طبیعت را می‌شناسد و هم خدا را، اما در تفکر جدید غربی، شناخت طبیعت، دیگر شناخت خدا نیست و نمی‌تواند جنبهٔ الهی داشته باشد.

اشتباه این دانشمندان این است که خداوند را در مجهولات جستجو می‌کنند و در تاریکی به دنبال او می‌گردند و تصور می‌کنند که اگر تبیین و توجیه امری در طبیعت، مطابق قواعد و قوانین طبیعی ممکن شد این دیگر به خدا مربوط نمی‌شود و همیشه باید جنبه‌هایی مرموز و ناشناخته و مجهول وجود داشته باشد تا دال بر وجود خدا باشد.

در دوران جدید، طبیعت‌شناسی در مغرب زمین غالباً به قصد تملک طبیعت و استیلاء بر آن صورت گرفته است و از هرگونه بعد متعالی و جنبهٔ معنوی خالی بوده است زیرا که چنین استنباطی از طبیعت شناسی، قبلاً از لحاظ فلسفی طرد و بی‌اعتبار شده بوده است. اما در اسلام، در عین حال که طبیعت از یک‌سو مسخر انسان تلقی شده از سوی دیگر آیت‌الهی دانسته شده است.

البته دلایل تصادم علم و دین در دوران جدید مغرب‌زمین، تنها در آنچه گفتیم منحصر نمی‌شود. قصد ما در این مقاله صرفاً بررسی این مشکل، از یکی از جنبه‌های آن و غرض بیان این نکته بوده که یکی از دلایل مهم ناسازگاری علم و دین، اصولاً تصور فلسفی غلطی بوده است که در میان دانشمندان دورهٔ جدید اروپا در خصوص رابطهٔ خدا و طبیعت مطرح بوده است و چون چنین تصوری در تفکر دانشمندان مسلمان راه نداشته و قرآن چنین فکری را رد می‌کند، بروز چنین تصادمی در جوامع مسلمان موجه و منطقی به‌نظر نمی‌رسد.

---

۱ ــ برای بحث بیشتر و آگاهی از همهٔ آن موارد تجربی که با نجوم خورشید مرکزی غیرقابل تبیین بود، رجوع کنید به کتاب

Burtt, Metaphysical Foundations of Modern Physical Sciences.

فیزیک چیست

قوام، استمرار و انتقال هر فرهنگ، بار سنگین خود را بردوش کتاب و نوشتار نهاده است. فرهنگی می‌ماند که مکتوب شود، تاریخ کوتاه تمدن، در قیاس با عمر بلند حیات بشر، گواه گویای این حقیقت است. این، تنها در صورت نیست، مایه وری و بالندگی فرهنگ نیز مرهون کتابت و انتقال مکتوبات است. شأن شامخ قلم و مرتبت والای کتابت در اسلام را با نظری هرچند به اجمال برمتون اسلامی و تأملی در احوال اولیای دین و اهتمام علمای اسلام در این خصوص می‌توان دریافت.

جمهوری اسلامی ایران، به عنوان نظامی مبتنی براحکام و تعالیم اسلامی و میراث برفرهنگ عظیم آن موظف به پاسداری از حریم پرحرمت قلم و اعتنای اصیل و جدّی به امر کتاب و کتابت است. گزینش بهترین کتب سال در موضوعات مختلف، نشانه‌ای از این عنایت جدّی است.

مقاله‌ای که تقدیم می‌شود مقدمه کتابی است که توسط مارجلوآلونسو ــ ادوارد جی فین ــ تألیف و وسیله لطیف کاشیگر ترجمه و در نشر دانشگاهی منتشر شده است. این مقاله که از ۱۱ منبع مختلف توسط مؤلفین استخراج و تألیف شده است بدان جهت انتخاب و تقدیم شده است که با بخش ــ ۱ ــ مکانیک سال چهارم رشته ریاضی فیزیک ارتباط تام دارد گفتنی است که ترجمه این کتاب در سال ۱۳۶۲ جایزه بهترین ترجمه فیزیک را از آن مترجم خود ساخته است.

واژهٔ فیزیک از یک کلمهٔ یونانی به معنی طبیعت گرفته شده است و بنابراین فیزیک باید علمی باشد که مطالعهٔ تمام پدیده‌های طبیعی را در برگیرد.

در واقع، تا ابتدای قرن نوزدهم، فیزیک را به همین معنی جامع آن درک می‌کردند و آن را «فلسفهٔ طبیعی» می‌نامیدند. ولی، در طول قرن نوزدهم و حتی تا این اواخر، فیزیک به بررسی گروه محدودتری از پدیده‌ها اختصاص یافت که پدیده‌های فیزیکی نام گرفتند و به طور مبهم چنین تعریف می‌شدند: پدیده‌هایی که در آنها ماهیت مواد مورد عمل تغییر نمی‌کند. بتدریج این تعریف ناپختهٔ از فیزیک متروک ماند و مجدداً به همان تعریف اول که جامع و در عین حال اساسی بود برگشت شد. با پیروی از این نظرات، می‌توانیم بگوییم *فیزیک علمی است که هدف آن مطالعهٔ عناصر متشکلهٔ ماده و برهم کنشها[1]ی متقابل این عنصرها می‌باشد. با پرداختن به این برهم کنشها، یک دانشمند خواص مادهٔ کپه‌ای[2] و همچنین کلیهٔ پدیده‌های طبیعی قابل مشاهده دیگر را تشریح می‌کند.*

با پیشرفت دراین درس، دانشجو با نحوهٔ گسترش برنامه براساس اصول کلی و پایه‌ای و با چگونگی کاربست این اصول، برای درک انواع گوناگون پدیده‌های فیزیکی که ظاهراً به هم ارتباط ندارند ولی از قوانین اساسی یکسانی پیروی می‌کنند، آشنا می‌شود. یک بار که این اصول مهم به روشنی فهمیده شوند، دانشجو خواهد توانست، با کمترین تلاش و بدون نیاز به تفکر زیاد، به مسایل جدید بپردازد.

شاخه‌های کلاسیک فیزیک

آدمی با ذهن کاوشگر خود همیشه می‌خواسته بداند طبیعت چگونه عمل می‌کند. در آغاز، تنها منبع کسب اطلاعات انسان حواس او بود، از این رو پدیده‌های مشاهده شده را به همان نحو که در می‌یافت طبقه‌بندی می‌کرد. نور به بینایی مربوط می‌شد و اپتیک به صورت علمی کمابیش مستقل وابسته به بینایی گسترش یافت. صدا مربوط به شنوایی بود، و آکوستیک به صورت علم مربوط به آن توسعه پیدا کرد. گرما به یکی دیگر از حواس مربوط می‌شد و سالهای متمادی مطالعهٔ گرما (به نام ترمودینامیک) به صورت شاخهٔ مستقل دیگر فیزیک انجام می‌پذیرفت. بدیهی است حرکت در تمام پدیده‌هایی که مستقیماً مشاهده می‌شوند وجود دارد و علم الحرکات، مکانیک، قبل از سایر شاخه‌های فیزیک پیشرفت داشته است. حرکت سیاره‌ها، ناشی از برهم کنشهای گرانشی[1]، همچنین سقوط آزاد اجسام، با قوانین مکانیک به روشنی کامل تشریح شد و بدین طریق گرانش به طور سنتی به مکانیک ملحق شد. الکترو مغناطیس، هرچند که وسیلهٔ ارتباط بین اغلب شاخه‌های فیزیک می‌باشد، چون به هیچیک از آزمایشهای حسی پیوند نداشت، تا قبل از قرن نوزدهم به صورت شاخهٔ تنظیم یافته‌ای از فیزیک ظاهر نشده بود.

بدین طریق فیزیک قرن نوزدهم به چند علم یا شاخه (به نام کلاسیک) مانند مکانیک، گرما، آکوستیک، اپتیک و الکترو مغناطیس، با حداقل ارتباط، یا حتی بدون آن، تقسیم می‌شده است، به قسمی که

*** فیزیك علمی‌است کـه‌هـدف‌آن مطالعه عناصر متشکلهٔ ماده و برهم کنشهای متقابـل این عنصرهـا می‌باشد. با پرداختن به‌این برهـم کنشها، یك دانشمند خـواص مادهٔ کپه‌ای و همچنین کلیهٔ پدیده‌های طبیعی قابل مشاهده دیگررا تشریح ی کند.**

کانیک، چنانکه شایسته است، در رأس آنها قرار داشت. تـا زمـانهای خیر فیزیک به ترتیبی که آمد تدریس می‌شد. در ایـن اواخـر شاخـهٔ جدیدی به نام فیزیک نوین، که پیشرفتهای فـیزیک قـرن بـیستم را در رمی‌گیرد، به این شاخه‌های «کلاسیک» افزوده شده است.

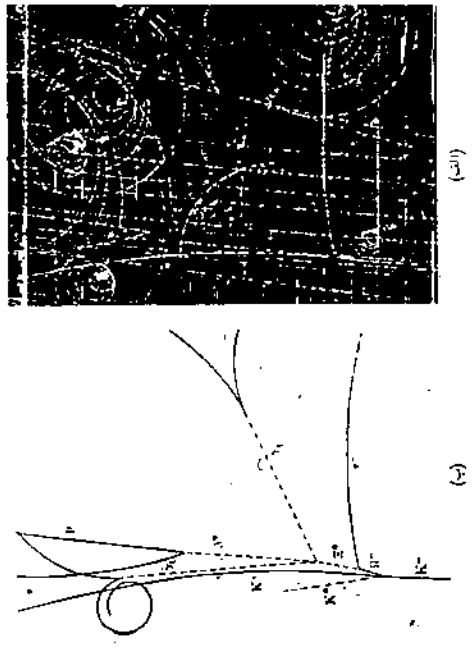
شاخه‌های «کلاسیک» فـیزیک قـلمروهای بسیار وسیع و مـهم عالیتهای تـخصصی و شغلی هستند و چنین نیز خـواهند مـاند. *ولی کنون دیگر معنی ندارد اصول فیزیک مانند گـذشته بـه طـور جـداگانه ورد مطالعه قرار گیرد. زیرا مـجموعهٔ پـدیده‌های الکترو مـغناطیسی و یزیک نوین خود، موجب این تفکر تازه شده که پدیده‌های فیزیکی بـا ید واحد و منطقی‌تری مورد توجه قـرار گـیرند و ایـن امـر یکی از زرگترین توفیقهای قرن بیستم است.* دید واحد از پـدیده‌های فـیزیکی یجاب می‌کند فیزیک کلاسیک نیز از نقطه نظر جدیدی مورد ارزیـابی رار گیرد، نه اینکه فیزیک به کلاسیک و نوین تقسیم شود. بدین طریق میشه یک فیزیک نوین وجود خواهد داشت کـه شامـل گسترشهـای یزیک، در زمان خود می‌باشد. این فیزیک نـوین مـوجب می‌شود هر حظه اصول و اندیشه‌های قبلی مورد تجدید نظر قرار گیرند و یـا حتی گرگون شوند. فیزیک کـلاسیک و نـوین بـاید در تـمام سطوح درهم یامیزند و به صورت اطـلاعات واحـد درآیـند. بـنابراین فـیزیک جموعه‌ای می‌شود با عناصر معین که همیشه بـاید بـه طـریقی گـویا و طقی مورد توجه قرار گیرد.

دید ما از جهان

در حال حاضر مـاده را مـتشکل از مشتی از ذرات اساسی (یـا بنیادی)[۲] در نظر می‌گیرند و هر جسمی چـه جـاندار و چـه بـیجان، از اجتماع یا آرایش معینی از این ذرات تشکیل شده است.

سه تا از این ذرات اساسی: الکترونها، پروتونها و نوترونها، به سبب حضورشان در اکثر پـدیده‌های عادی از اهمیت ویـژه‌ای برخوردارند.

ذرات بنیادی دیگری نیز وجود دارند (بـعضی فـیزیکدانها فکر می‌کنند تعداد این ذرات بسیار زیاد است!) ولی عمر آنها بسیار کوتاه و زودگذر است. زیرا دائم در حال به وجود آمـدن و از بـین رفـتن هستند (بنابراین ناپایدارند) و ظاهراً به طور مستقیم در بیشتر پدیده‌هایی که در دور و برمان مشاهده می‌کنیم شرکت ندارند (شکل ۱۰۱). آثار وجودی آنها با وسایل مشاهدهٔ خیلی دقیق و پیچیده بـه ظهـور رسیده است. بـا وجود این، هنوز نقش آنها در طرح کلی شناخته نشده است. چند تـا از این ذرات مانند پیون[۱] به سبب نقشی که در برهم کنشهای بین پروتونها و نوترونها دارند بسیار مهمند. امروزه پـژوهش در بـارهٔ ذرات اساسی جهت دستیابی به نشانه‌هایی از ساختار جهان اهمیت بسیار یافته است.



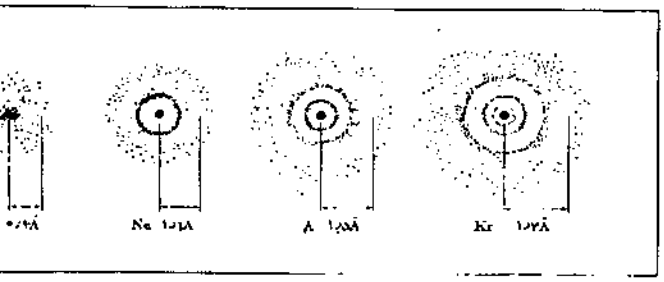
شکل ۱۰۱. (الف) رد ذرات بنیادی در یک اتاقک حباب هیدروژن مایع ۸۰ اینچی (۲ m)، واقع در یک میدان مغناطیسی قوی که مسیر ذرات را به صورت منحنی درمی‌آورد. از تجزیه و تحلیل این ردها خواص ذرات مختلف را به دست می‌آورند. این عکس، که در سال ۱۹۶۴ گرفته شده است جنبهٔ تاریخی دارد، و برای اولین بار وجود ذرهٔ امگا منفی (Ω^-) را به ثبوت رساند، که قبلا توسط تئوری وجود آن پیش‌بینی شده بود. (ب) این نمودار، نکات مـهمی را که روی عکس ثبت شده است نشان می‌دهد. رد Ω^- خط کوتاه بـه سمت پـایین شکل است. ردهای مربوط به ذرات دیگر نیز تعیین شده‌اند. (عکس با اجـازهٔ آزمـایشگاه مـلی بـروک هیون[۳].)

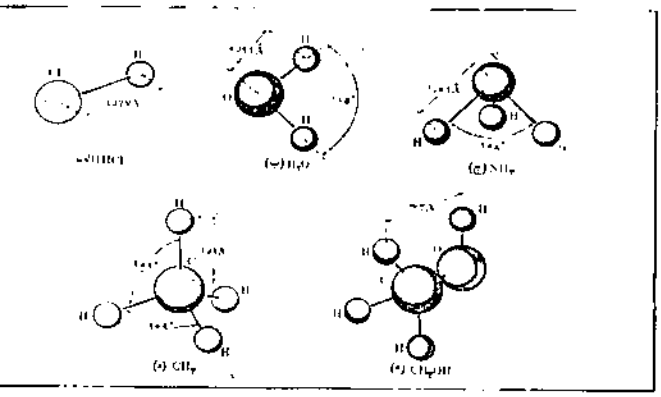
به زبان خیلی ساده، می‌توان گفت این سه ذرهٔ اساسی یعنی الکترون، پروتون و نوترون در گروههای کاملا مشخصی به نام اتمها حضور دارند. در یک اتم، پروتونها و نوترونها در یک منطقهٔ مرکزی خیلی کوچک به نام هسته[1] جمع شده‌اند (شکل ۲۰۱). امروزه در حدود ۱۰۴ «نوع» اتم کاملا متمایز شناخته شده‌اند، ولی در حدود ۱۳۰۰ «گونه» اتم متفاوت به نام ایزوتوپ[2] وجود دارد اتمها به سهم خود اجتماع دیگری به نام مولکول تشکیل می‌دهند. چنانکه می‌دانیم چندین هزار نوع مولکول مختلف وجود دارد. به نظر می‌رسد تعداد مولکولها خیلی زیاد باشد، زیرا هر روز تعداد زیادی مولکولهای جدید به طور صنعتی در آزمایشگاههای شیمی ساخته می‌شود. بعضی مولکولها تنها دارای چند اتم هستند، مانند اسید کلریدریک که از یک اتم هیدروژن و یک اتم کلر ساخته شده است (شکل ۳۰۱)، در صورتی که بعضی دیگر ممکن است دارای چند صد اتم باشند. به عنوان مثال می‌توان از پروتئین‌ها، انزیمها و اسیدهای نوکلئیک[1] (DNA و RNA) یا بعضی پلیمرهای آلی مانند پلی‌اتیلن یا کلرور پلی‌وینیل (PVC) نام برد (شکل ۴۰۱). بالاخره مولکولها با هم جمع شده اجسام (یا مادهٔ کپه‌ای) را تشکیل می‌دهند که به صورت جامدات، آبگونها و گازها ظاهر می‌شوند، هر چند که این تقسیم‌بندی چندان دقیق نیست.* (شکل ۵۰۱).

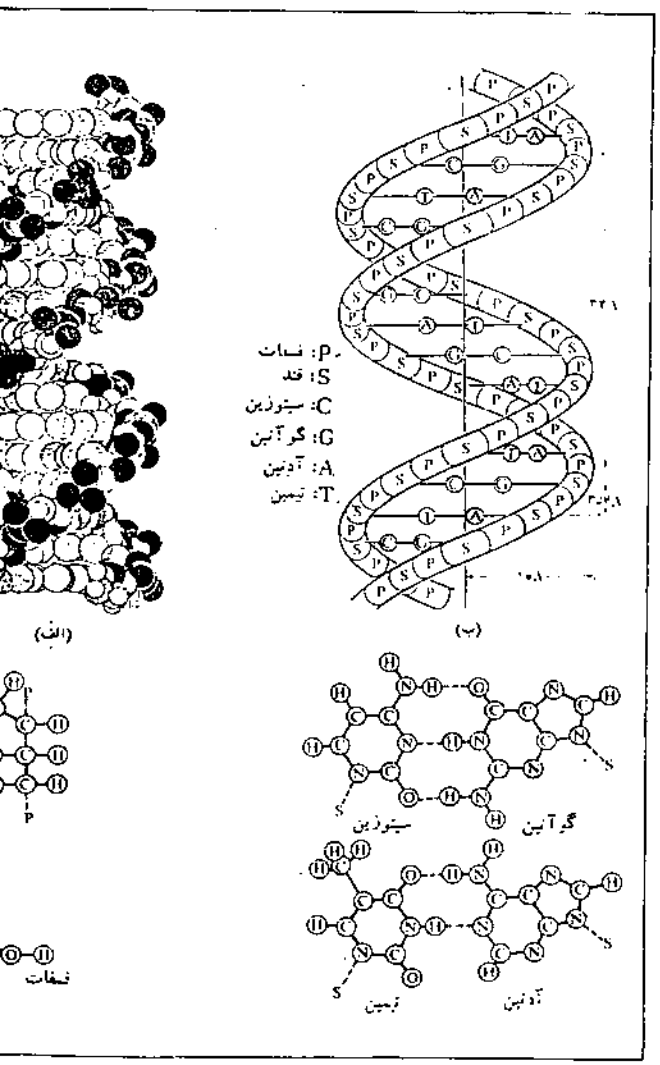
یک نوع ویژه و مهم مواد، موجود زنده، یا مادهٔ جاندار است که پروتوپلاسم نامیده می‌شود. در پروتوپلاسم مولکولها در یک سیستم بی‌اندازه منظم قرار دارند و دارای خصوصیات و کارکردهایی کاملاً متفاوت با مادهٔ بیجان هستند. بدن انسان که کاملترین تمام اجسام جاندار است، در حدود 10^{28} اتم دارد که بیش از همه از کربن، هیدروژن، اکسیژن و ازت تشکیل شده است.

منظومهٔ شمسی مجموعه‌ای است از اجرام عظیم به نام سیاره‌ها که دور ستاره‌ای به اسم خورشید در گردشند. یکی از این سیاره‌ها یعنی زمین ما دارای 10^{51} اتم است. خورشید تقریباً از 10^{57} اتم تشکیل شده است. منظومهٔ شمسی به سهم خود بخش کوچکی از اجتماع بزرگی از ستارگان است که کهکشان راه شیری نام دارد. کهکشان راه شیری شامل حدود 10^{11} ستاره یا 10^{70} اتم و به شکل دیسکی است به شعاع 10^{21} m یا ۱۰۰۰۰۰ سال نوری و بیشینهٔ ضخامت 10^{20} m. کهکشانهای زیادی شبیه کهکشان ما مشاهده شده‌اند (شکل ۶۰۱) که نزدیکترین آنها حدود ۲ میلیون سال نوری یا 2×10^{22} m از ما فاصله دارد. جهان حدوداً دارای 10^{20} ستاره است که حدود 10^{10} کهکشان را تشکیل می‌دهند و در کل شامل 10^{80} اتم است که فضایی به شعاع در حدود 10^{26} m یا 10^{10} سال نوری را اشغال می‌کنند.

در اینجا به طور طبیعی چند سؤال پیش می‌آید. چرا و چگونه الکترونها، پروتونها و نوترونها به هم می‌پیوندند تا اتمها تشکیل شوند؟

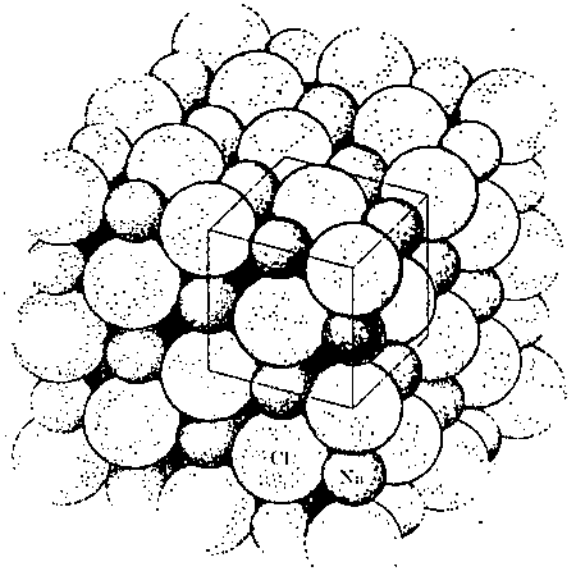






شکل ۲۰۱. آرایش الکترونها در اطراف هستهٔ چند اتم ساده (هلیوم: He، نئون: Ne) گون: A و کریپتون: Kr). چون مدار الکترونها کاملاً مشخص نیست، نواحی تیره جاهایی ت که احتمال وجود الکترونها در آنها بیشتر است. ($A^\circ = 10^{-10}m$ = آنگستروم.)

شکل ۳.۱. چند مولکول نسبتاً ساده. الکترونهای لایه‌های داخلی در ارتباط دائم با ی مربوط به خود باقی می‌مانند، در صورتی که الکترونهای لایه‌های بیرونی، یا در فضای ر اتم و یا در تمام فضای مولکول، کمابیش آزاد، حرکت می‌کنند. (m^{-10} = آنگستروم.)

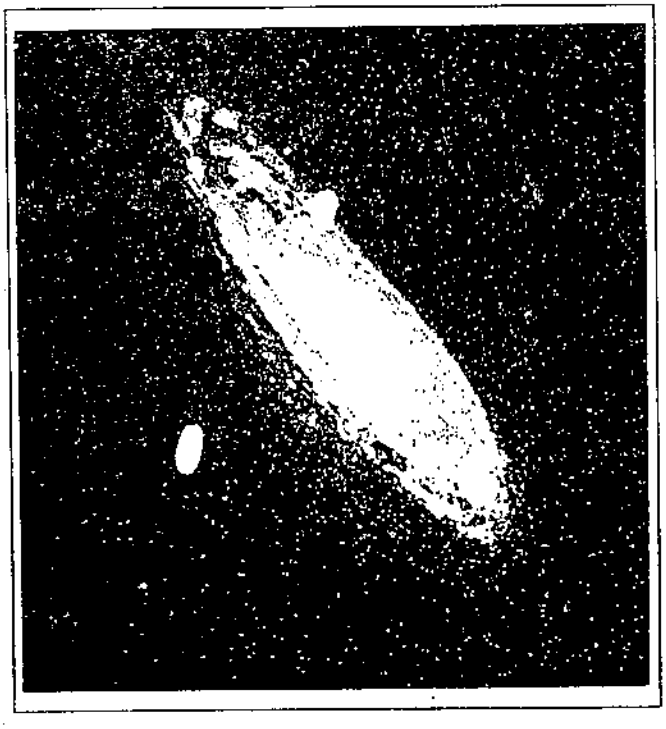


شکل ۵.۱. ساختار بلورین کلرورسدیم. اتمها در یک شبکهٔ منظم هندسی در حجمی نسبتاً بزرگ قرار گرفته‌اند. این ساختار در نمای بیرونی بلور ماکروسکوپیک یافت می‌شود.

شکل ۴.۱. مدل کریک ــ واتسون در مورد اسید دزوکسی ریبونوکلئیک[1] (DNA).

* حالت دیگری از ماده به نام پلاسما (Plasma) وجود دارد و آن آمیزهٔ گازی شکل یونهای مثبت و منفی (یا ذرات باردار) است. قسمت اعظم ماده در جهان به صورت سماست. یکی از دو اسید نوکلئیکی که کروموزوم را تشکیل می‌دهد، DNA، حامل اطلاعات یکی و یکی از مولکولهای عظیم‌الجثه‌ای است که مورد مطالعهٔ دقیق قرار گرفته‌اند. براش نوهای X نشان می‌دهد که DNA از دو مارپیچ پادموازی[1] تشکیل شده است. در هر مارپیچ (S) و فسفات (P) به دنبال هم قرار می‌گیرند. قند به نام دزوکسی ریبوز[1] دارای ۵ اتم کربن ت. دو مارپیچ به وسیلهٔ پیوند جفت هیدروژنهای پایه، به یکدیگر مربوط شده‌اند.

یکی از جفتها از دو ماده به نامهای «آدنین»[2] و «تیمین»[2] (A–T) و جفت دیگر از توزین[5] و گوانین[6] (C–G) تشکیل شده که کُدژنتیک مولکول DNA به نظم و ترتیب هر یک جفتهای پایه بستگی دارد. جفتهای پایه مانند زینه‌هایی در طول خط کتبی مارپیچی بوده و هر ه در حدود $11A^\circ$ می‌باشد. گام هر مارپیچ حدود $34A^\circ$ و قطر کل آن حدود $18A^\circ$ است. 10^{-10} = آنگستروم).



شکل ۶.۱. سحابی بزرگ[1] در صورت فلکی امرأة المسلسله[2] که M-31نیز نامیده می‌شود و نزدیکترین کهکشان منظم به ماست. در فاصلهٔ ۲۵۰۰۰۰۰ سال نوری یا $2/5\times10^{22}$ متری منظومهٔ شمسی قرار دارد. قطر آن در حدود ۱۲۵۰۰۰ سال نوری یا $10^{21}m$ و شامل 10^{11} ستاره است (عکس با اجازهٔ رصدخانه‌های مونت‌ویلسون[3] و مونت پالومار[4])

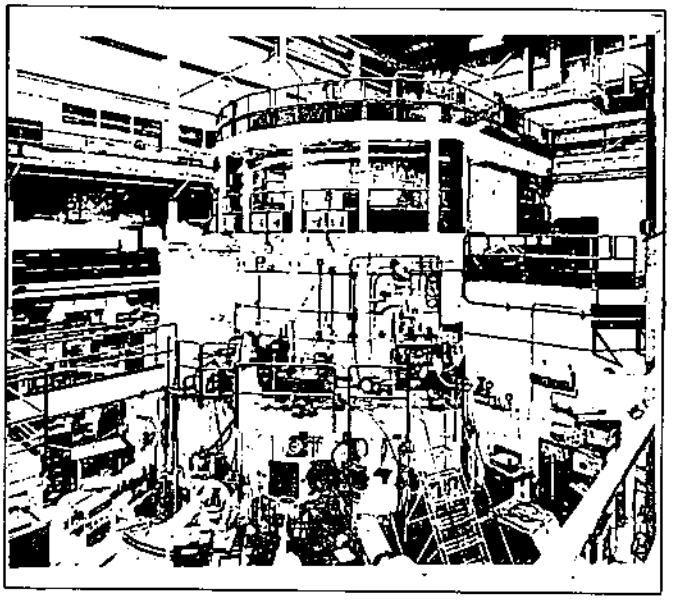
چرا و چگونه اتمها به هم مربوط می‌گردند تا مولکولها را بسازند؟ چرا و چگونه مولکولها به هم ملحق می‌شوند تا اجسام به وجود آیند؟ چگونه می‌شود ماده رویهم انباشته شود تا اجسامی از ذرات غبار مانند خیلی ریز گرفته تا سیارات خیلی بزرگ و از باکتری گرفته تا انسان به وجود آید. به طور نظری با وارد کردن مفهوم بر هم کنش می‌توان به این سؤالات اساسی پاسخ داد. می‌گوییم در یک اتم ذرات با یکدیگر بر هم کنش می‌کنند تا شکل پایداری به خود گیرند. اتمها، به نوبهٔ خود با یکدیگر بر هم کنش می‌کنند تا مولکولها تشکیل شوند و بالاخره از بر هم کنش مولکولها جسم به وجود می‌آید. مادهٔ کپه‌ای نیز بعضی بر هم کنشهای آشکار، مانند بر هم کنش گرانشی از خود نشان می‌دهد.

بر هم‌کنش مفهوم جدیدی نیست و ما در صدد ابراز یک نظریهٔ نوبنیاد نیستیم و نمی‌خواهیم مفاهیمی را که از مدتهای مدید وجود داشته‌اند واژگون سازیم. ما تنها اصطلاحی را عوض و اصطلاح پذیرفته شدهٔ دیگری را برای تشریح ساخت جهان به کار می‌بریم که نتیجهٔ قرنها پژوهش است. مثلاً از ۳۰۰ سال پیش از میلاد ارسطو در کتاب السماء والعالم[5] گفته است: آنها (اتمها) در تهی جابه‌جا می‌شوند، همدیگر را به چنگ می‌آورند، برخورد می‌کنند. بعضی از آنها به هر سمتی که تصادف تعیین می‌کند به عقب رانده می‌شوند، بعضی دیگر بر حسب تقارن شکل، قد، وضع و بزرگی‌شان، با درجات متفاوت در یوغ یکدیگر گرفتار می‌آیند، بدین طریق اجسام مرکب تشکیل می‌شود...»

بیان فوق را می‌توان با گفتار لی[1]، برندهٔ جایزهٔ نوبل، مقایسه کرد که در سال ۱۹۶۵ (۱۳۴۴ هـ. ش.) گفته است* «هدف غایی علوم عبارت است از یافتن مجموعهٔ ساده‌ای از اصول اساسی که به وسیلهٔ این اصول تمام حقایق شناخته شده فهمیده می‌شوند و نتایج جدید نیز پیش‌بینی می‌شوند. *چون تمام مواد از ذره‌های اساسی یکسانی ساخته شده‌اند، زیربنای اصلی تمام علوم طبیعی باید برپایهٔ قوانین حاکم بر چگونگی رفتار این ذره‌های اساسی استوار شود.*»

هدف اولیهٔ یک فیزیکدان کشف بر هم کنشهای مختلف ماده است، که مهمترین آنها عبارتند از گرانشی، الکترومغناطیسی و هسته‌ای. او همچنین می‌کوشد آنها را به صورت کمی بیان کند و بدین جهت لازم است از ریاضیات کمک گیرد. بالاخره، در صدد فرموله کردن قواعد عمومی مربوط به رفتار مادهٔ کپه‌ای برمی‌آید، رفتاری که ناشی از این برهم‌کنشهای اساسی است. تشریح رفتار ماده کپه‌ای الزاماً سرشتی آماری دارد، زیرا تعداد غیرقابل تصوری مولکول در آن دخالت دارند که بررسی دقیق حرکات یکایک آنها غیر ممکن است. به عنوان مثال، در یک قطره آب تا 10^{20} مولکول آب وجود دارد.

فیزیک، برد گسترده‌ای از مقادیر را، از طول حدود 10^{-15} m و جرم 10^{-31} Kg (مربوط به یک الکترون) گرفته تا طول حدود 10^{9} m و جرم 10^{30} Kg (مربوط به اجرام منظومهٔ شمسی) و حتی خیلی بالاتر را



شکل ۱. ۷. رآکتور هسته‌ای تحقیقاتی آزمایشگاه ملی اوک‌ریج که در تعداد بسیار زیادی از پژوهشهای بنیادی به کار می‌رود (عکس با اجازهٔ ORNL).

در برمی‌گیرد. با اینکه برای همهٔ آنها قوانین اساسی یکسان است ولی نحوهٔ بیان این قوانین و نوع تقریبی که به کار می‌رود به برد ویژهٔ مقادیر به کار گرفته شده بستگی دارد.

رابطهٔ بین فیزیک و سایر علوم

قبلاً گفته شد و در اینجا تکرار می‌کنیم که هدف فیزیک توانایی بخشیدن به ما برای *فهم اجزای بنیادین ماده و بر هم کنشهای متقابل آنهاست*، تا بدین طریق پدیده‌های طبیعت از جمله ویژگیهای مادهٔ کپه‌ای را بیان کنیم. بنا به این تعریف، مشاهده می‌شود که فیزیک اساسیترین علم طبیعت است. *شیمی با تعریفی که از آن می‌شود جنبهٔ خاصی از این برنامهٔ عظیم را اشغال می‌کند*: یعنی کاربست قوانین فیزیک در ساختن مولکولها و وسایل گوناگون عملی برای تبدیل بعضی مولکولها به مولکولهای دیگر. زیست‌شناسی جهت تشریح فرایندهایی که در موجودات جاندار می‌گذرند تا حد زیادی به *فیزیک و شیمی متکی است* کاربرد اصول فیزیک و شیمی در مسایل عملی، در پژوهشها و همچنین در فعالیتهای شغلی منشأ وجود شاخه‌های گوناگون مهندسی شده است. کاربرد مدرن هنر مهندسی و پژوهش، بدون درک عمیق از مفاهیم اساسی علوم طبیعی غیرممکن است.

*** اکنون دیگر معنی ندارد اصول فیزیك مانندگذشته به‌طورجداگانه مورد مطالعه قرارگیرد. زیرا مجموعهٔ پدیده‌های الکترو ـ مغناطیسی و فیزیك نوین خود، موجب این تفکر تازه میشود که پدیده‌های فیزیکی با دید واحد و منطقی‌تری موردتوجه قرارگیرند و این‌امر یکی ازبزرگترین توفیقهای قرن بیستم است.**

*** بطور خلاصه، هیچ‌گونه فعالیت پژوهشی، حتی در باستان شناسی، دیرینه‌شناسی، تاریخ و هنر بدون برخورداری از تکنیکهای مدرن فیزیك نمی‌توان انجام داد.**

فیزیک تنها از این نظر مهم نیست که زیربنای مفاهیم و تئوریهای سایر علوم طبیعی است، بلکه ازنظر عملی نیز از امتیاز ویژه‌ای برخوردار است، زیرا تکنیکهایی را فراهم می‌کند که در تمام رشته‌های پژوهشی محض یا عملی می‌توان به‌کار برد. نجوم، به تکنیکهای اپتیک، بیناب نمایی[1] و رادیویی نیازمند است. زمین‌شناسی روشهای گرانی سنجی[2]، اکوستیکی، مکانیکی و هسته‌ای را در تحقیقات خود به‌کار می‌گیرد. همین امر را می‌توان در اقیانوس‌شناسی، هواشناسی و زلزله‌شناسی و غیره بیان کرد. یک بیمارستان مدرن مجهز به آزمایشگاههایی است که در آنها آخرین تکنیکهای فیزیک به صورتهای گوناگون به‌کار گرفته می‌شوند. *به‌طور خلاصه، هیچ‌گونه فعالیت پژوهشی، حتی در باستان‌شناسی، دیرینه‌شناسی، تاریخ و هنر بدون برخورداری از تکنیکهای مدرن فیزیک نمی‌توان انجام داد.* تمام اینها در فیزیکدان این احساس رضایت را به‌وجود می‌آورد که وظیفهٔ او تنها افزودن به معلومات ما دربارهٔ طبیعت نیست، بلکه سهم عمده‌ای نیز در ترقی اجتماعی بشر به‌عهده دارد.

روش تجربی

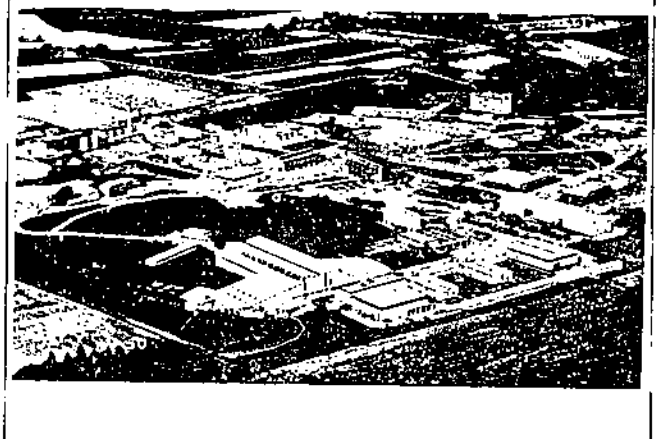
فیزیک همانند سایر علوم طبیعی نظری یا کاربردی، برای رسیدن به منظور خود به مشاهده و تجربه بستگی دارد. *مشاهده عبارت است از بررسی دقیق یک پدیده با یادداشت کردن و تجزیه و تحلیل عوامل و موقعیتهای گوناگون که روی این پدیده اثر دارند.* متأسفانه شرایطی که این پدیده‌ها به‌طور طبیعی رخ می‌دهند به ندرت سهل‌الحصول، و در بعضی حالات، بسیار اتفاقی‌اند، به‌طوری که تجزیه و تحلیل آنها روندی دشوار و بطیی دارد. بدین دلیل تجربه ضروری است. *تجربه یا آزمایش عبارت است از مشاهدهٔ یک پدیده در شرایطی که ازپیش بادقت کافی بررسی و تنظیم شده است.* بدین طریق دانشمند می‌تواند شرایط را به میل خود تغییر دهد، به‌طوری که به آسانی به چگونگی تغییر پدیده با توجه به شرایط جدید آگاهی یابد. بدون تجربه، علوم جدید هرگز نمی‌توانستند به این درجه از پیشرفت نایل شوند. بدین دلیل است که آزمایشگاه برای دانشمندان این اندازه اساسی و ضروری است.

بدین منظور به شکل ۷۰۱، راکتور تحقیقاتی آزمایشگاه ملی اوک‌ریج[3] توجه کنید. مشاهده می‌کنیم که فضای اطراف راکتور از وسایل و اسبابهای آزمایشگاهی پر است. فیزیکدانان از بعضی این وسایل برای افزایش اطلاعات خود دربارهٔ ویژگیهای هسته‌ها یا تجزیهٔ ساختمان بعضی مواد استفاده می‌کنند. سایر وسایل را می‌توان جهت تهیه مواد رادیوآکتیو برای مصارف شیمیایی، پزشکی، زیست‌شناسی، کشاورزی یا مهندسی به‌کار برد. وسیله‌ای که بیوفیزیکدانان برای مطالعهٔ اثر پرتوها روی نمونه‌های بیولوژیکی استفاده می‌کنند ممکن است توسط دانشمندان دیگر جهت مطالعهٔ اثر پرتوها روی مواد گوناگون به‌کار رود. به دانشجو توصیه می‌شود از یکی از آزمایشگاههای تحقیقاتی مدرن و مجهز بازدید کند. تا شخصاً احساسی از نقش تجربه در علوم به‌دست آورد.

بدیهی است، تجربه تنها وسیله‌ای نیست که فیزیکدان دراختیار دارد. یک *دانشمند، با استفاده از حقایق شناخته شده، می‌تواند به‌طور نظری به شناختهای تازه‌ای دست یابد.* منظور ما از نظریه آن است که فیزیکدان برای وضعی که مورد بررسی اوست مدلی[4] پیشنهاد می‌کند و با یاری گرفتن از روابط اثبات شدهٔ قبلی، یک استدلال منطقی و قیاسی به مدل نسبت می‌دهد. معمولا برای بیان برهان از ابزارهای ریاضی استفاده می‌شود. امکان دارد نتیجهٔ نهایی، پدیدهٔ جدیدی را که تاکنون مشاهده نشده است پیش‌بینی کند یا روابط بین چند پدیده را به ثبوت رساند. شناختی که فیزیکدان از راه نظری به‌دست می‌آورد، به نوبهٔ خود، به وسیلهٔ دانشمندان دیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد. آنها با تجربه‌های جدید خود مدل را مورد بررسی قرار می‌دهند تا محدودیتها و نواقص آن را تعیین کنند. سپس نظریه‌پرداز در مدل خود تجدیدنظر کرده و یا آن را تغییر می‌دهد به نحوی که با اطلاعات جدید سازگاری داشته باشد. همین رابطهٔ تنگاتنگ بین نظریه و تجربه است که امکان

پیشرفت و ترقی مداوم علم را بر پایه‌های بسیار محکم فراهم می‌سازد.

در زمانهای سابق، یک دانشمند می‌توانست به‌طور مستقل و کمابیش در انزوا کار کند (مانند گالیله، نیوتون، هویگنز[1] و دیگران) ولی، علم جدید به سبب پیچیدگی آن، عمدتاً، نتیجهٔ کار گروهی است که در آن دانشمندان نظری و تجربی همفکری کرده و با هم کار می‌کنند. منظور از «باهم» این نیست که آنها با هم زیر یک سقف جمع می‌شوند. وسایل مدرن ارتباطات تبادل‌نظرها را سریع و آسان ساخته است. فیزیکدانهایی از ملیتهای مختلف و صدها کیلومتر دور از همدیگر، می‌توانند با هم کار کرده و روی طرح پژوهشی مشترکی همکاری کنند (شکل ۸۰۱). این امر نه فقط درمورد فیزیک صادق است، بلکه شامل تقریباً تمام علوم می‌شود و این نشان دهندهٔ ارزش جهانی علم است که کلیهٔ سدهای بشری را درمی‌نوردد. می‌توان امیدوار بود که علم، ازطریق این گونه همکاریها، به افزایش تفاهم بین انسانها کمک کند.



شکل ۸.۱. منظرهٔ عمومی سازمان پژوهشهای هسته‌ای اروپا[2] (CERN). سال تأسیس ۱۹۵۴. در این سازمان علاوه بر همکاری دولتهای اروپایی (اتریش، اسپانیا، انگلیس، ایتالیا، بلژیک، جمهوری فدرال آلمان، دانمارک، سویس، سوئد، فرانسه، نروژ، هلند و یونان)، ایالات متحده آمریکا نیز مشارکت فعال دارد. محل آن در میرن[3] سویس نزدیک مرز فرانسه قرار گرفته است. CERN بهترین و گسترده‌ترین امکانات پژوهشهای هسته‌ای ازقبیل یک سنکروسیکلوترون[4] MeV ۶۰۰، یک سنکلروترون پروتون GeV ۲۸ (که مغناطیس آن در زیرزمین ساختمان دایره شکل قرار گرفته) و یک اتاقک حباب هیدروژن مایع به طول ۲m و... را دراختیار پژوهندگان کشورهای اروپای غربی قرار می‌دهد. اشخاص مشغول به کار در این سازمان (حدود ۲۰۰۰ نفر) مرده کشورهای عضو و بودجهٔ سالانهٔ آن نزدیک به ۳۰۰ میلیون دلار آمریکایی است

فهرست منابع

1. «Truth in Physics», P. Schmidt, *Am. J. Phys.* 28, 24 (1960).
2. «Nature of Physics and Its Relation to Other Sciences», G. P. Tompson, *Am. J. Phys.* 28. 187 (1960).
3. «Empty Space,» H. van de Hulst, *Scientific American*, November 1955, page 72.
4. «Some Reflections on Science and the Humanities,» J. Ashmore, *Physics Today*, November 1963, page 46.
5. «American Physics Comes of Age,» J. Van Vleck, *Physics Today*, June 1964, page 21.
6. «Science and Public Policy,» E. Daddario, *Physics Today*, January 1965, page 23.
7. «Physics and Biology,» W. A. Rosenblith, *Physics Today*, january 1966, page 23.
8. *Atoms and the Universe* (second edition), by G. Jones, J. Rotblat, and G. Whitrow, New York Scribner's 1963.
9. *The Excitement of Science*, by J. R. Platt. Boston: Houghton Mifflin, 1962.
10. *The Feynman Lectures on Physics*. Volume I, by R. Faynman, R. Leighton, and M. Sands Reading, Mass: Addison Wesley, 1963, chaptres 1, 2, and 3.
11. *Foundations of Modern Physical Science*, by G. Holton and D. H. D. Roller.
Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1958, Chapters 8,12,14, and 15.

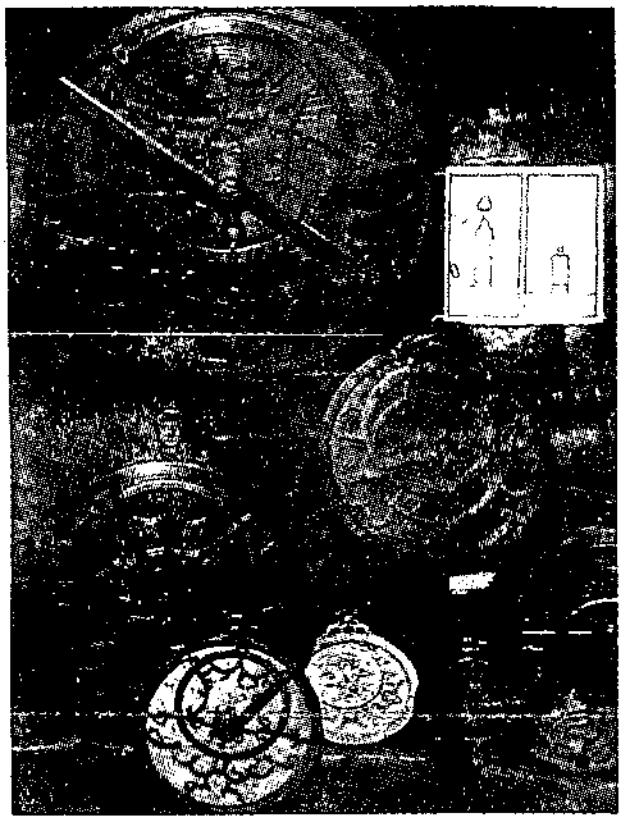
نقل از نشریه وزارت ارشاد اسلامی دهه فجر سال ۱۳۶۳ و کتاب فیزیک عمومی جلد ۱ مکانیک از انتشارات نشر دانشگاهی ترجمه لطیف کاشیگر

پاورقی ها

1. interactions
2. matter in bulk
1. gravitational interactions
2. fundamental (elementary) particles
1. Pion 2. Brookhaven National Laboratory
1. nucleus 2. isotope
1. Crick – Watson model of desoxyribonucleic acid
1. antiparallel 2. desoxyribose 3. adenine
4. thymine 5. cytosine 6. guanine
1. Great Nebula 2. Andromeda 3. Mount Wilson
4. Mount Palomar Observatory 5. De Caelo
1. T.D. Lee
w Nature of matter – Purposes of High Energy Physics, Luke C.L. uan, editor. New York: Brookhaven National aboratory, 1965.
1. spectroscopy 2. gravimetry 3. Oak Ridge
1. model
1. Huygens 2. European Organization for Nuclear Research
3. Meyrin 4. synchro-cyclotron

سنجش زمان

ابولقاسم قلم سیاه



تنها احساسی که از کمیت زمان داریم این است که «می‌گذرد» و این احساس، کمیت زمان را اندکی مرموز ساخته است. چون می‌دانیم که عمر ما می‌گذرد ناراحت کننده نیز هست و این خود موضوع بحث شاعران و فیلسوفان است. ولی فیزیکدانان باید در این مورد گاهی تصورات خود را نادیده بگیرند و حتی‌الامکان زمان را تعریف کنند. معمولاً، عاری از هرگونه ظرافت علمی گفته می‌شود که زمان وجود دارد. زیرا می‌توانیم آن را اندازه بگیریم، حتی خیلی دقیقتر و بهتر از هر کمیت فیزیکی دیگری اندازه گرفته می‌شود. همین ساعت مچی که به مچ دست خود می‌بندیم اسبابی است که دقت نسبی آن درحد دقت اسبابهای خوب آزمایشگاه است.

اندازه‌گیری زمان دو وجه متفاوت دارد. در منطق عُرف و در پاره‌ای از مقاصد علمی می‌خواهیم «وقت»شناس باشیم یعنی بتوانیم رویدادها را به توالی یکدیگر تنظیم کنیم. در بسیاری از کارهای علمی می‌خواهیم بدانیم که یک رویداد چه «مدت» طول می‌کشد و اگر با سیستم تناوبی مانند نوسانگر میکروویو یا یک مولد ارتعاشات صوتی سر و کار داشته باشیم می‌خواهیم زمان نوسان یعنی پرید آن را بدانیم. بنابراین زمان استانداردی لازم است که باید قادر باشد هم به پرسش «چه وقت است؟» و هم به پرسش «چه مدت طول کشیده است؟» یا «پرید آن چیست؟» پاسخ دهد.

ساعتهای ما وقت را نشان می‌دهند، یعنی در یک «مقیاس زمان» اندازه‌ای را نشان می‌دهند که در هر اجتماعی مشترک است. این مقیاس به ما امکان می‌دهد که وقت ملاقاتها و تمام فعالیتهای روزانه خود را تنظیم کنیم.

ولی در مواردی که نیاز به تعیین مدت داریم، مقیاس فوق‌الذکر چندان اهمیتی ندارد و از کرونومتر که مستقیماً مدت را معین می‌کند، استفاده می‌شود. در اینجا به لزوم تعیین یک مدت استاندارد، یا به عبارت دیگر، تعیین واحدی برای اندازه‌گیری زمان پی می‌بریم.

قرنها پیش از انقلاب فکری و علمی، مدت یک شبانه‌روز به سبب اهمیّت بیولوژیکی خود، به عنوان استاندارد زمان به کار گرفته شد. در آغاز قرن بیستم میلادی بود که مقیاس زمان و واحد زمان مبنی بر شبانه‌روز مورد سؤال واقع شدند. به همین جهت وضع به سرعت عوض شد و ابتدا زمان نجومی و پس از آن زمان اتمی پدید آمد. در ظرف مدت چند سال تعریف ثانیه دوبار عوض شد. با وجود این، مقیاسهای مختلفی که برای زمان ایجاد شده‌اند، مقیاسهای سابق را از مد نینداخته‌اند، زیرا هریک از مقیاسهای زمان، محدوده کاربرد ویژه خود را حفظ کرده است.

۱ ــ مقیاسهای اصلی زمان و واحدهای مربوط به آنها

۱ ــ ۱ ــ زمان جهانی ــ مدت شبانه‌روز به‌طور طبیعی به عنوان استاندارد مدت انتخاب شده است. خصوصیت این استاندارد چیست؟ پس از این انتخاب به زودی کشف شد که فاصله زمانی بین دو عبور متوالی خورشید از نصف‌النهار مکان در ظرف مدت سال تغییر می‌کند. ولی پس از گذشت یک سال، همان مقادیر، از نو تکرار می‌شود. این نابرابریهای تناوبی کاملاً شناخته شده‌اند و قابل پیش‌بینی هستند. به‌طوری که می‌توان به جای شبانه روز خورشیدی حقیقی، شبانه‌روز خورشیدی متوسطِ را به کاربرد. قابل توجه است که این استاندارد مدت، به عنوان یک واحد علمی نیز شناخته شده است. واحد زمان فیزیکدانها، یعنی ثانیه، تا سال ۱۹۵۶/۱۳۳۵ معادل $\frac{1}{86400}$ همین شبانه‌روز خورشیدی متوسط تعریف می‌شد. این واحد یا اضعاف آن یعنی دقیقه و ساعت تا قبل از کنوانسیون متر، کاربرد جهانی داشتند.

مقیاس زمان مبنی بر توالی شبانه‌روزهای خورشیدی متوسط، زمان متوسط نامیده می‌شود. این مقیاس بستگی به

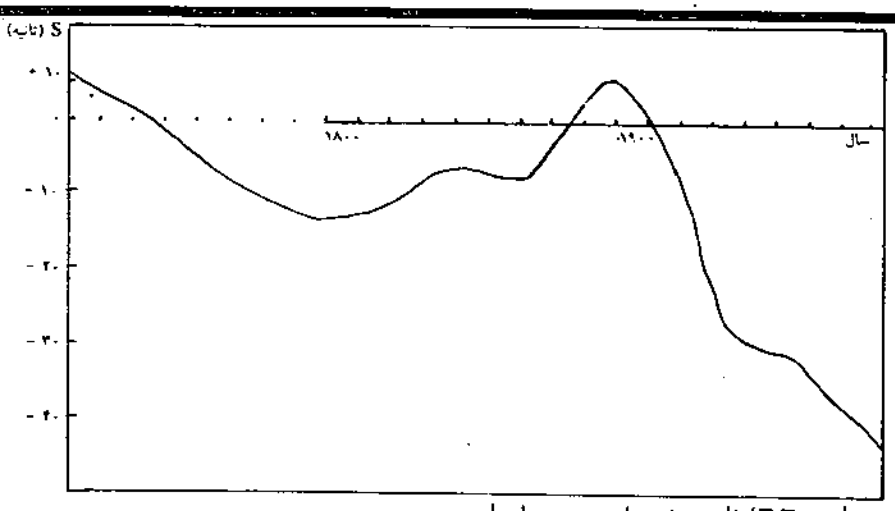
مکان ناظر دارد. از سال ۱۹۲۵/۱۳۰۴ زمان متوسط نصف‌النهار گرینویچ را که از ساعت ۱۲ شروع می‌شود، به کار می‌برند. (زیرا نجوم‌دانان زمان متوسط را از مبداء ظهر به حساب می‌آورند). و آن را «زمان جهانی» (Universal Time با علامت اختصاری U T) می‌نامند.

اندازه‌گیری زمان جهانی عملاً به وسیله رصد حرکت ظاهری ستارگان صورت می‌گیرد. بنابراین لازم است تصحیحی روی ساعت رصدخانه به عمل آید. به منظور افزایش میزان دقت، هم‌اکنون نتایج حاصل از مشاهداتی که به وسیله پنجاه اسباب مختلف صورت می‌گیرد، توسط دفتر بین‌المللی اوقات باهم ترکیب می‌شوند. زمان جهانی (U T) با دقت یکهزارم ثانیه مشخص می‌شود.

حرکت دورانی زمین و در نتیجه زمان جهانی (U T) که بر مبنای این حرکت انتخاب شده است، یکسان نیست. زیرا زمین جسم کاملاً صلب نیست و حامل سیالهای متحرکی مانند آتمسفر، آب اقیانوسها و هسته مذاب است. حتی قسمتهای جامد آن در اثر جزر و مد و حرکات مربوط به ساختار زمین (مانند چین‌خوردگیها) تغییر شکل می‌دهند.

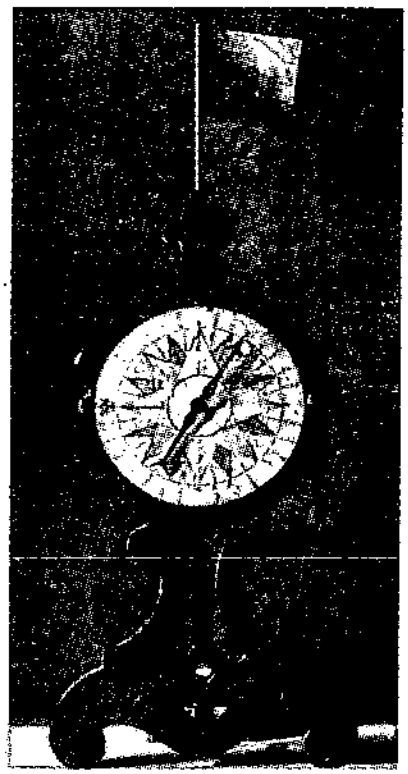
به وسیلهٔ مطالعات نجومی دشواری که در چندین دهه اول قرن صورت گرفته است، توانسته‌اند یک مقیاس زمان براساس حرکات مداری سیارات و ماه برقرار کنند و بی‌نظمیهای غیرقابل پیش‌بینی دوران زمین را بشناسند (به‌شکل ۱ رجوع شود). وجود این بی‌نظمیها سبب شد که یک مقیاس زمان دیگر به نام زمان نجومی انتخاب شود و ثانیه نجومی به عنوان واحد زمان براساس آن تعریف شود.

۱ ــ ۲ ــ زمان نجومی ــ مقیاس زمان براساس حرکت زمین به‌دور خورشید «زمان نجومی» (Ephemeris Time با علامت اختصاری E T) نامیده شده است. پرید اصلی آن یک سال است. سال، مدت دقیقاً ثابتی ندارد. ولی تغییر آن به خوبی معلوم است. به همین جهت ثانیه نجومی، (یعنی واحد رسمی زمان از ۱۹۵۶/۱۳۳۵ تا ۱۹۶۷/۱۳۴۶) به صورت کسری از سال ۱۹۰۰/۱۲۷۹ (به نام سال تروپیک) تعریف شد. این کسر که برابر $\frac{۱}{۳۱۵۵۶۹۲۵/۹۷۴۷}$ سال نجومی است، چنان انتخاب شده بود که ثانیه E T و ثانیه U T در طول قرنهای هیجدهم و نوزدهم میلادی یک مقدار را داشتند.



شکل ۱ ــ ناپرابری زمان جهانی ــ در این شکل انحراف U T نسبت به زمان نجومی که بسیار پایدارتر است نشان داده شده است

با وجود تلاشهای بسیار، با اینکه E T برای مطالعات نجومی درازمدت مفید بوده، نتوانسته است با دقتی بیش از چنددهم ثانیه اندازه‌گیری شود. پیدایش استانداردهای اتمی فرکانس سبب شد که ثانیه E T به سرعت رها شود (۱۹۶۷/۱۳۴۶) و حال آنکه تأثیر مقیاس E T در دینامیک سیارات، در جریان آزمایش است.



۱ ــ ۳ ــ زمان اتمی ــ استانداردهای اتمی فرکانس که از سال ۱۹۵۵/۱۳۳۴ به کار رفته‌اند، بر پدیده‌های طبیعی شناخته شده‌ای استوارند. می‌دانیم که اتمها یا مولکول‌ها در ترازهای انرژی مشخصی هستند و هر انتقال میان دو تراز انرژی معین، همراه با گسیل یا جذب یک موج الکترومانیتیک با فرکانس

ثابت (در غیاب پدیده‌هایی که آشفتگی ایجاد می‌کنند) می‌باشد. مثلاً این خاصیت که اتم در محدوده تابش مرئی طیفهای نشری می‌دهد، برای تعریف متر به کاررفته است: طول موج در خلأ (λ) طبق رابطه $\lambda = \frac{C}{F}$، بستگی به فرکانس f دارد c سرعت نور در خلأ است). استفاده مستقیم از فرکانس در استاندارد زمان وقتی امکان‌پذیر شد که پی‌بردند انتقالهایی میان دو تراز انرژی نسبتاً نزدیک به هم به وجود آورند تا فرکانس آن‌قدر پایین باشد که با روشهای رادیوالکتریک تقسیم‌پذیر شود. برای این منظور تحقیقاتی در آزمایشگاههای مختلف انجام گرفت. تا اینکه در سال ۱۹۵۵/۱۳۳۴ نخستین استاندارد فرکانس منظم توسط اسن (Essen) و پاری (Parry) فیزیکدانان آزمایشگاه ملی فیزیک (Natianal Physics Laboratory) به کار افتاد. در این اسباب، انتقال میان دو تراز انرژی بسیار ظریف (Hyperfin) حالت بنیادی اتم سزیم ۱۳۳ با فرکانس تقریبی ۹ ژیگاهرتز (۹ میلیارد نوسان در ثانیه) به کار رفته است. گرچه انتقالها و تکنیکهای دیگری نیز به کار رفته است و حتی امروز می‌توانند فرکانسهای ناحیه زیر قرمز نزدیک را اندازه بگیرند، معذالک استاندارد فوران‌سزیم ۱۳۳ که به نحو کاملی بهبود یافته است، بهترین است.

در سال ۱۹۵۸/۱۳۳۷ فرکانس f_0 انتقال مربوط اتم سزیم ۱۳۳ در مقایسه با ثانیه نجومی اندازه‌گیری شد. نتیجه چنین بود:

$f_0 = 9192631770\ HZ \pm 20$

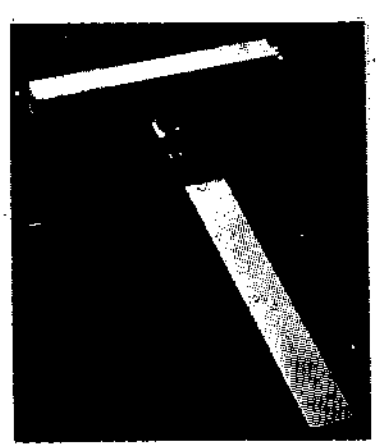
خطای احتمالی ۲۰ ±، اصولاً ناشی از عدم اطمینان روی اندازه‌گیری ثانیه نجومی بود. نظر به پایداری و ثبات بسیار زیاد فرکانس f_0، این فرکانس به صورت قرارداد رسمی درآمد و فرکانسهای دیگر با آن سنجیده شد. این قرارداد ضمناً شامل، تعریف ثانیه‌ای متمایز از ثانیه E T گردید که «ثانیه اتمی» نامیده شد. سپس در سیزدهمین کنگره بین‌المللی اوزان و مقیاسات در سال ۱۹۶۷/۱۳۴۶، «ثانیه اتمی به عنوان واحد زمان پذیرفته شد.»

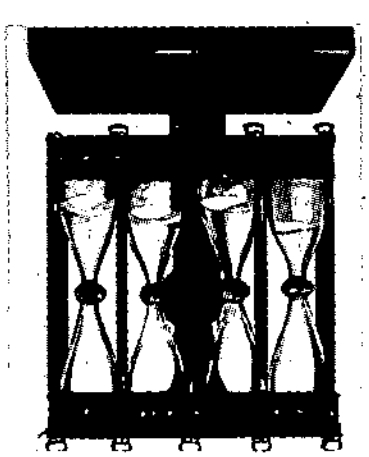
نمونه‌های خوبی از استاندارد سزیم در آزمایشگاههای تحقیقاتی به کار افتاده است که ثانیه را با خطای نسبی حدود 10^{-13} به دست می‌دهند. در صنعت هم استانداردهای سزیم با دقتی کمتر ولی بسیار پایدارتر ساخته شده است. مدلهای تجارتی استاندارد فرکانس با فوران سزیم وارد بازار شده است که بدون نیاز به کالیبره کردن قبلی، ثانیه را با دقت حدود $2\times10^{-12} \pm$ معین می‌کنند. با استفاده از تکنیکهای پیشرفته، دقت ثانیه اتمی در حال افزایش است و ممکن است میزان خطای نسبی را تا 1×10^{-15} پایین آورد.

لازم به تذکر است که در مورد «ثانیه زمان متوسط»، عدم افزایش دقت، مربوط به اندازه‌گیری نیست. بلکه به علت عدم ثبات مدت استاندارد است که محدودیت ایجاد می‌کند، به طوری که هیچ‌گونه پیشرفتی در افزایش دقت آن در طی سالهای متمادی حاصل نشده است. اما وضعیت ثانیه نجومی متفاوت است. زیرا بهتر کردن آن ممکن است، ولی در مدت مقرر صورت نگرفته است. ثانیه اتمی، چنانکه گفته شد، کم‌کم بهبود یافته است. ولی آیا این پیشرفت کند خواهد شد؟ آیا متوقف خواهد شد؟ شاید هنوز زود است که به این پرسشها پاسخ متقن داده شود.

در اسبابهای استاندارد اندازه‌گیری زمان، از ساعت کوارتز استفاده می‌شود، به طریقی که فرکانس آن، که با ضریب معینی چند برابر می‌شود با فرکانس استاندارد اتمی تطابق کند. بدین ترتیب ساعت استاندارد درست شده است. چون وسایلی وجود دارد که به وسیله آنها از راه دور ساعتهای استاندارد با هم مقایسه می‌شوند، می‌توان مقیاس متوسط زمان اتمی تشکیل داد. دفتر بین‌المللی اوقات، عهده‌دار نگهداری مقیاس «زمان اتمی بین‌المللی» (International Atomic Time) با علامت اختصاری I A T است. یکنواختی این مقیاس چنان است که از سال ۱۹۶۹/۱۳۴۸ تاکنون تغییر مدتی که نشانه‌های معرف ثانیه را روی ساعت استاندارد از هم جدا می‌کند از مقدار نسبی 5×10^{-13} تجاوز نکرده است. اختلاف زمان بین ساعتهای رصدخانه‌های معتبر جهان و زمان اتمی دفتر بین‌المللی اوقات حدود چند دهم میکروثانیه معین شده است و هر ده روز یک‌بار توسط این دفتر منتشر می‌شود. جدول زیر ایده‌ای از ویژگیهای مقیاسهای زمان را به دست می‌دهد.

ویژگی	زمان جهانی	زمان نجومی	زمان اتمی بین‌المللی
اختلاف ممکن نسبت به زمان بکراخت پس از ۱۰۰۰ سال.....	یک ساعت	۲ دقیقه	۰/۰۱ ثانیه
دقت خواندن	۰/۰۰۱ ثانیه	۰/۱ ثانیه	۰/۵ میکروثانیه





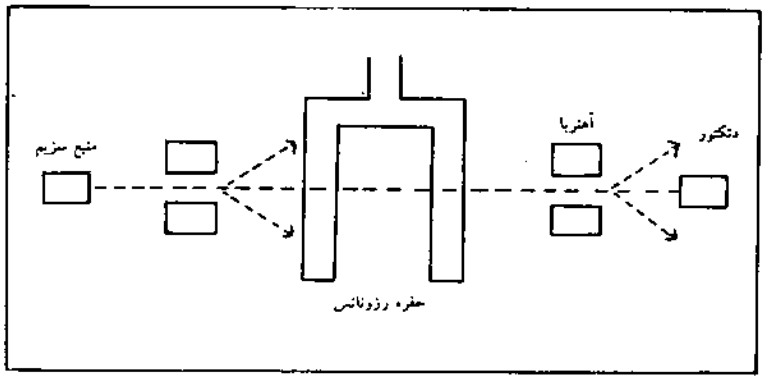
۲ ــ ساعتها و استانداردهای زمان

با وجود خصوصیات اندازه شناسی (مترولوژیکی) زمان اتمی بین المللی (IAT)، وقت متداول در تمام کشورها، زمان جهانی (UT) است که به وسیله علامات رادیویی ساعت به ساعت اعلام می‌شود. علت اساسی حفظ UT این است که کشتیبانان، برای تطبیق وضع ستارگان با زمان نیاز به UT دارند.

موقعی که زمان جهانی تنها به کار می‌رفت و هنوز استانداردهای دیگر زمان به وجود نیامده بودند، لزوم حفظ آن بین مشاهدات نجومی و گسیل علامات وقت‌شناسی (ساعت به ساعت)، سبب شد که رصد خانه‌ها مجهز به بهترین ساعتهایی شوند که انسان صنعتگر می‌توانست آنها را بسازد. به همین جهت آن ساعتها را اغلب ساعت «محافظ زمان» می‌نامیدند. ساعتهای محافظ زمان ابتدا آونگ‌دار بودند ولی از ۱۹۵۰/۱۳۲۹ تا ۱۹۶۰/۱۳۳۹ به تدریج با ساعتهای کوارتز عوض شدند.

۲ ــ ۱ ــ ساعتهای کوارتز ــ کوارتزدارای خاصیت پیزوالکتریک است. یعنی اگر در اثر نیروی مکانیکی تغییر شکلی در یک تیغه کوارتز حاصل شود، در روی الکترودهای متصل به تیغه، بار الکتریکی ظاهر می‌شود. این پدیده برگشت پذیر است، یعنی هرگاه بین الکترودها اختلاف پتانسیلی برقرار شود، تیغه تغییر شکل می‌دهد. می‌توان نیز با قرار دادن تیغه در یک مدار الکترونیکی تقویت کننده، فرکانس خاص نوسانات ناشی از الاستیسیته مدار را محفوظ نگاه داشت. در مدت کوتاه، نوسان کننده کوارتزیکی از پایدارترین نوسان کننده‌هاست. ولی در مدت دراز، فرکانس آن متحمل انحراف می‌شود. به همین جهت ساعت کوارتز باید مرتباً تنظیم شود. این کار سابقاً به وسیله مشاهدات نجومی صورت می‌گرفت. ولی اکنون توسط استانداردهای اتمی انجام می‌شود.

۲ ــ ۲ ــ استانداردهای اتمی فرکانس ــ در اینجا به عنوان مثال اطلاعاتی دربارهٔ طرز کار فواره سزیم داده می‌شود (شکل ۲). با گرم کردن منبع سزیم، فواره‌ای از اتمهای سزیم حاصل می‌شود که با تعداد تقریباً مساوی، دو تراز انرژی حالت بنیادی را اشغال می‌کنند. اتمهایی که دارای ترازانرژی پایین‌تر هستند در میدان مغناطیسی میان دو قطب یک آهنربای الکتریکی حذف می‌شوند. اتمهای باقیمانده که دارای تراز انرژی بالاتر هستند، از یک حفره رزونانس که روی فرکانس انتقال (ترانزیسیون) تطبیق داده شده است، می‌گذرند. وقتی که حفره توسط یک نوسان کننده کوارتز درست با فرکانسی برابر فرکانس انتقال، تحریک شود، میزان انتقال ماکزیموم است، به عبارت دیگر تعداد اتمهای تحریک شده بیشتر است. اتمهایی که بدین ترتیب متحمل انتقال (ترانزیسیون) می‌شوند، در میدان آهنربای دیگری منحرف می‌شوند و بقیه اتمها که یونیزه شده‌اند وارد دستگاه آشکارساز (دتکتور) می‌شوند. بنابراین اگر هماهنگی به خوبی برقرار شود، باید جریان الکتریکی حاصل از آشکار سازی در دستگاه آشکار ساز مینیموم باشد و همین عمل است که امکان به کاربردن نوسان کننده کوارتز را فراهم می‌سازد. گر چه استاندارد سزیم در حال حاضر دقیقترین استاندارد است ولی در دراز مدت، پایدارترین استاندارد نیست و میزر (maser)[1] ئیدروژن در این مورد بهتر است. ولی در عمل گاهی مشکلاتی ایجاد می‌کند.



شکل ۲ ــ طرح بسیار ساده‌ای از استاندارد فواره سزیم

۱) Maser علامت اختصاری جمله زیر است

Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

تبدیلات لورنتز

یا روابط سینماتیکی نسبیت خاص

صمد فرخی

در شماره پیش‌دستگاههای گالیله را شرح دادیم و روابط میان آنها را به دست آوردیم و خاطرنشان ساختیم که آن روابط به شرطی اعتبار دارند که سرعت حرکت انتقالی یکنواخت در دستگاه نسبت به هم در مقایسه با سرعت نور کوچک باشد یعنی $V<<C$ باشد.

اینک دوباره دو دستگاه مختصات S و'S را که نسبت به هم دارای حرکت انتقالی یکنواخت است مورد مطالعه قرار می‌دهیم. این بار فرض می‌کنیم که سرعت نسبی حرکت انتقالی یکنواخت دو دستگاه در مقایسه با سرعت نور کوچک نباشد. می‌خواهیم بدانیم در چنین شرایطی به کمک کدام روابط تبدیلی می‌توانیم مختصات و زمان دو دستگاه را به هم ارتباط بدهیم. از نظر تاریخی فیتز جرالد دانشمند ایرلاندی نخستین کسی است که مسأله انقباض طول در حرکت سریع را مطرح کرده است ولی اندک زمانی پس از او لورنتز در سال ۱۹۰۳ میلادی روابط ریاضی برای مسأله انقباض ارائه داده است. نظریات جرالد و روابط لورنتز هیچ کدام انکائی بر اصول فیزیکی نداشته است. در سال ۱۹۰۵ آلبرت انشتاین طی مقاله‌ای با ارائه اصول نوینی و قبول آنها مکانیک جدیدی را موسوم به مکانیک نسبیتی خاص پی‌ریزی می‌کند. برای درک این اصول و شناخت بهتر مکانیک نسبیتی لازم است چند قرن به عقب برگردیم و سرگذشت تئوری نور را که غالب دانشمندان بزرگ دربارهٔ آن ابراز نظر کرده‌اند به اجمال بررسی کنیم. از دانشمندان صاحبنظر در مسأله نور می‌توان به ترتیب زمانی از دکارت، هویگنس، نیوتن، فرنل و ماکسول نام برد.

نیوتن عقیده داشت که نور از دانه‌های فوتون درست شده است که این دانه‌ها با سرعت ۳۰۰۰۰۰ کیلومتر در ثانیه حرکت می‌کنند. و بر طبق این ماهیّت ذره‌ای پدیده‌های انعکاس و انکسار نور را به آسانی

*** طرفداران نظریه موجی ناگزیر پذیرفتند که موجودی به‌نام اتر تمام کائنات‌را پرکرده است و امواج نور توسط ارتعاشات اتر از خورشید به زمین میرسد. بدینسان اتر متولد می‌شود.**

*** امواج نورانی برای انتشار خود نیازی، به‌محیط الاستیك ندارند. این امواج ماهیت الکتریکی و مغناطیسی دارند و از معادلات ماکسول متابعت می‌کنند.**

*** سرعت نور مستقل ازسرعت دستگاه مختصات‌است. بنابراین نتیجهٔ‌منفی آزمایش مایکلسون‌ـ مورلی منطقی ودرست است.**

تشریح می‌کرد. امّا با مطرح شدن یک آزمایش در بارهٔ تداخل نور ماهیّت ذره‌ای نور مورد تردید قرار گرفت و دانشمندان در صدد یافتن ماهیّت دیگری برای نور برآمدند. از این گروه می‌توان فرنل را نام برد که برای نور ماهیّت موجی در نظر گرفت و بر آن پایه به تشریح انعکاس، انکسار و تداخل نور پرداخت. نظریه فرنل با توفیقی که در تحلیل مسأله تداخل نور به دست آورد، جانشین نظریه ذره‌ای شد. ولی طرفداران نظریه نیوتن به آسانی نظریه موجی را نمی‌پذیرفتند و با طرح مسائلی نظریه موجی را زیرسؤال قرار می‌دادند که عمده‌ترین آنها مربوط به محیط جهمند لازم برای انتشار امواج نورانی می‌شد. طرفداران نظریه موجی ناگزیر پذیرفتند که موجودی به نام اتر تمام کائنات را پر کرده است و امواج نور توسط ارتعاشات اتر از خورشید به زمین می‌رسد. بدینسان اتر متولد می‌شود و دانشمندان برای این موجود جدید الولاده شناسنامه‌ای فراهم می‌کنند که در آن ویژگیهای اتر را ثبت می‌کنند. در اندک زمانی ویژگیهای متناقض برای اتر معین می‌شود که هر کدام با استناد به یک تجربه یا استدلال فیزیکی انجام می‌گیرد. اوقات گرانبهای غالب دانشمندان بزرگ عصر به بحث و جدل درباره ماهیّت اتر صرف می‌شود و نتیجه این مباحثات روز به روز اسف بارتر و بی‌حاصل‌تر می‌شود. برای نمونه عده‌ای ادعا می‌کنند که چون زمین ملیونها سال است که در دریای اتر به دور خورشید می‌گردد و چون در اتر این گردش از انرژی کل آن چیزی کاسته نشده است، پس اتر باید رقیقترین شاره کائنات باشد. عده دیگری می‌گویند چون سرعت انتشار ارتعاشات در هوا ۳۳۱ متر در ثانیه و در آب بیشتر از هوا و در فلزات بیشتر از آب است پس هر چه از محیط رقیق‌تر به محیط غلیظتر می‌رویم سرعت انتشار ارتعاشات بیشتر می‌شود لذا با توجه به سرعت عظیم ارتعاشات نور در اتر، باید اتر غلیظترین شاره کائنات باشد. همراه با این مناقشات بیهوده برخی از دانشمندان معتقد به وجود اتر ولی صائب نظر و هوشمند مانند مایکلسون درصدد طرح آزمایشی برآمدند که به کمک آن سرعت حرکت زمین به دور خورشید را در دریای اتر اندازه بگیرند. بر مبنای این آزمایش اگر نوری در راستای حرکت انتقالی زمین در روی زمین ساطع شود سرعت نور نسبت به اتر برابر C+V و در راستای خلاف حرکت انتقالی زمین C-V خواهد بود و اگر چنین باشد باید در دستگاه آزمایشی مایکلسون که به اتر فرومتر مایکلسون موسوم است باید منظره تداخل نور دگرگون شود. مایکلسون و همکارانش این آزمایش دقیق را بارها تکرار کردند، ولی هیچ وقت تغییری در تداخل نور مشاهده نکردند.

این نتیجه منفی دانشمندان اواخر قرن نوزده را سخت متعجب و سرگردان کرده بود. زیرا قانون کلاسیک جمع سرعتها که بر پایه تبدیلات گالیله استوار بود، از اعتبار ساقط می‌شد. در چنین وضع ناهنجار و مأیوس کننده‌ای، مهندس جوانی به نام آلبرت انشتاین با نگاشتن مقاله‌ای در مجله علمی Annalen der Physik درسال ۱۹۰۵ قدم به مرحله مناقشات می‌گذارد و با ارائه نظریه‌ای متین و مبتنیّ بر اصول نوین، مناقشات را خاتمه می‌دهد.

برطبق نظر انشتاین: ۱ ــ امواج نورانی برای انتشار خود نیازی به محیط الاستیک ندارند.

این امواج ماهیّت الکتریکی و مغناطیسی دارند و از معادلات ماکسول متابعت می‌کنند.

۲ ــ سرعت نور مستقل از سرعت دستگاه مختصات است، بنابراین نتیجهٔ منفی آزمایش مایکلسون ــ مورلی منطقی و درست است.

۳ ــ حداکثر سرعت یک ذره مادی سرعت نور است، هیچ ذرهٔ مادی نمی‌تواند به حکم داشتن اینرسی سرعتی بیشتر از سرعت نور داشته باشد.

اینک با توجه به اصول فوق دو دستگاه S و S' را در نظر می‌گیریم. S نسبت به S که در راستای محور x ها با سرعت ثابت θ حرکت انتقالی یکنواخت دارد در مبداء زمان دو مبداء دستگاه S و S' بر هم منطبق است یک چشمه نور در S همزمان با آغاز حرکت انتقالی S' شروع به انتشار نور می‌کند. این فوتونها پس از t ثانیه به سطح کره‌ای به شعاع ct می‌رسند، معادله این کره برابر است با:

$$x^2+y^2+z^2 \quad (ct)^2 \qquad (1)$$

ناظر مستقر در S' که دارای مختصات x', y', z' و زمان t' است، این فوتونها را روی کره‌ای به شعاع Ct' می‌بیند. معادله کرهٔ اخیر چنین است:

$$x'^2+y'^2+z'^2 \quad c^2t'^2 \qquad (2)$$

منظور کردن C بر S و S' بر طبق اصل ۲ ــ انشتاین است. اینک در جستجوی روابطی میان x, y, z, t با x', y', z', t' هستیم که به کمک آنها

بتوانیم از معادله (۱) به معادله (۲) برسیم و بالعکس. برای نمونه روابط تبدیلی گالیله را به کار می‌بریم:

$$x = x' + vt' \qquad z = z'$$
$$y = y' \qquad t = t' \qquad (۳)$$

بدیهی است که اگر روابط (۳) در معادله اوّل منظور کنیم، معادله (۲) به دست نمی‌آید. زیرا درعبادت[۲] $(x + vt)^2$ که به جای x می‌گذاریم، دو جمله اضافی v^2t^2 و $2xvt$ وجود دارد. بنابراین ناگزیر هستیم در روابط (۳) تجدید نظر کنیم و تغییری در آن بدهیم. طبیعی است، که این تجدید نظر باید متوجه رابطه $t = t'$ باشد. زیرا باید از اعتقاد خود به وجود یک زمان مطلق دست برداریم و زمان دیگری جایگزین آن سازیم. انشتاین این قدم جسورانه را برای اوّل بار در تاریخ فیزیک بر می‌دارد و به جای رابطه $t = t'$ رابطه $t = t' + fx'$ را به کار می‌برد.

انشتاین در واقع زمان دستگاه S را یک ترکیب خطی از زمان و مکان دستگاه S' در نظر می‌گیرد بنابراین دوباره روابط تبدیلی زیر را با تعدیلی که در آن به وجود آمد به کار می‌بریم.

$$x = x' + vt' \qquad z = z'$$
$$y = y' \qquad t = t' + fx' \qquad (۴)$$

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 = c^2(t'^2 f^2 x'^2 + 2ft'x' + t'^2) \quad (۵)$$

پس از اختصار معادله ۵ به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$x'^2\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) + y'^2 + z'^2 = c^2t'^2\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \quad (۶)$$

برای رسیدن به معادله فوق در معادله (۵) ضریب جمله $x't'$ را در دو طرف مساوی قرار دادیم و از آنجا به نتیجه: $f = \frac{v}{c^2}$ رسیدیم. معادله (۶) شباهت زیادی به معادله (۲) دارد. تنها اختلاف ضریبی است که جمله‌های x'^2 و $c^2t'^2$ دارند برای حذف این ضریب پیداست که باید در گروه معادلات (۴) در معادله اوّل و چهارم ضریب $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ را منظور کنیم تا اختلاف میان معادله (۶) و معادله (۲) به کلی از بین برود. بنابراین روابط تبدیلی مناسب که به تبدیلات لورنتز موسوم است به شکل زیر به دست می‌آید:

$$x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \qquad t = \frac{t' + \frac{v}{c^2}x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$
$$y = y'$$
$$z = z'$$

قانون سوّم نیوتن

سید جعفر ــ مهرداد

قانون سوم نیوتن و آشفتگی کتابهای کمک درسی

آشفتگی و بی‌دقتی کتابهای کمک درسی که به طور وسیع مورد استفاده دانش‌آموزان است، یکی از مشکلات آموزش متوسطه ماست. برای هر کتاب درسی انواع مختلف کتاب کمک درسی به چشم می‌خورد. تاکنون بیش از پانزده کتاب با مؤلفان و ناشران مختلف فقط به عنوان کتاب کمک درسی مکانیک سال چهارم متوسطه انتشار یافته است. همه این کتابها به موضوع واحدی، پاسخ به پرسشها و حل مسائل کتاب درسی مکانیک، پرداخته‌اند. تعداد قابل توجهی از پاسخها نادرست و بعضی متناقض و مبهم و گمراه کننده است. در مقالات متعدد این نادرستی‌ها را روشن می‌کنیم و پاسخهای درست را ارائه خواهیم داد.

در صفحهٔ ۷۱ فیزیک سال چهارم آموزش متوسطه پرسش ۲۴ می‌خوانیم:

«با توجه به قانون سوم نیوتن، در مثالهای زیر نیروهای مؤثر را مشخص کنید.

الف) اسبی که یک گاری را بر سطح افقی با شتاب می‌کشد.

ب) شناگری که با سرعت ثابت در آب شنا می‌کند.

عموماً کتابهای کمک درسی جواب داده‌اند:

الف) نیروی اسب

ب) نیروی عکس العمل آب

با کمی دقت متوجه می‌شویم که این جواب غلط فاحش و مولد اشتباه است و با قوانین حرکت به خصوص قانون سوم نیوتن فاصله بسیار دارد.

این پرسش ترجمه‌ای با تصرف مختصر از سؤال ۱۹ صفحه ۸۸ فصل ۳ کتاب The Project Physics Course چاپ ۱۹۷۰ است. قسمت الف در اصل چنین است:

«وقتی اسبی شتاب می‌گیرد».

پاسخ درست این است:

الف ــ اسب بر زمین نیروئی وارد می‌کند. مطابق قانون سوم نیوتن، متقابلاً زمین نیز بر اسب نیروئی وارد می‌کند و همین نیروی اخیر نیروی مؤثری است که موجب می‌شود اسب به جلو شتاب بگیرد.

ب ــ شناگر آب را به عقب می‌راند. مطابق قانون سوم نیوتن، آب نیز شناگر را به جلو می‌راند. اما در حال حرکت نیروی مقاومی از طرف آب به عقب بر شناگر وارد می‌شود، وقتی بر آبند این دو نیروی اخیر که بر شناگر وارد شود صفر می‌شود، شناگر شتابی نخواهد داشت و با سرعت ثابت در آب شنا می‌کند.

برای آشنایی بیشتر با قانون سوم نیوتن پس از بیان تذکری درباره این قانون، مثالهای ساده‌ای را که در کتب درسی مطرح و مورد سئوال است، بررسی می‌کنیم.

«... هیچ یک از قوانین اساسی دینامیک نیوتن پیچیده‌تر از سومین قانون یا اصل مشهورش اصل برابری عمل و عکس‌العمل ــ نیست.

همه این اصل را شنیده‌اند و برخی حتی می‌توانند در بعضی حالات به درستی آن را به کار ببندند. شاید شما این سعادت را داشته‌اید که «همان بار اول مفهوم دقیق آن را دریافته باشید. اما به عنوان مثال خود من صریحاً اعتراف می‌کنم که تا ده سال پس از آشنایی با این قانون هنوز به کُنه آن پی نبرده بودم...» و «... بین قوانین نیوتن قانون سوم از همه کمتر مفهوم است و اشتباه هم بیشتر تولید می‌کند. حتی خود نیوتن نیز در انطباق قانون با بعضی از مسائل دچار تردید می‌شد...»[۳]

۱ ــ با نیرویی که زمین بر ما وارد می‌کند راه می‌رویم

می‌خواهیم راه رفتن شخص را توجیه کنیم. فرض می‌کنیم شما روی زمین ایستاده‌اید و سرعت شما صفر است. وقتی شروع به حرکت می‌کنید با کف پا بر زمین نیرو وارد می‌کنید. بنا به قانون سوم نیوتن، زمین نیز نیرویی مساوی و مختلف الجهت بر شما وارد می‌سازد و همین نیرو است که شما را به حرکت در می‌آورد و به جلو می‌برد. در این مثال اهمیت نیروی اصطکاک برای راه رفتن ما معلوم می‌شود. بدون اصطکاک نمی‌توانیم بر زمین نیروی افقی وارد کنیم و بنابراین زمین هم نمی‌تواند نیرویی مساوی و مختلف الجهت بر ما وارد کند تا بتوانیم به حرکت در آییم.[۴]

توجه به این نکته مهم ضروری است که:

راه رفتن شخص تنها معلول نیرویی است که از خارج، یعنی زمین بر شخص وارد می‌کند. به طور کلی حرکت هر جسم تنها معلول نیرو (یا نیروهایی) است که از خارج بر آن جسم وارد می‌شود و نیرو (یا نیروهایی) که آن جسم بر اجسام دیگر وارد می‌کند در حرکت خود جسم تأثیری ندارد.

ترجمه کلمه به کلمه قانون سوم نیوتن از کتاب «اصول»* او به صورت زیر است:

«با هر عمل همیشه یک عکس‌العمل مخالفت می‌کند، یا عمل متقابل دو جسم روی یکدیگر همواره مساوی و در جهت عکس یکدیگر می‌باشند.»

در عبارت نیوتن نیروی وارد بر یک جسم با کلمه «عمل» و نیروی مساوی و مخالف وارد بر جسم دیگر با کلمات «عکس‌العمل مساوی» بیان شده است. هر کدام از دو نیرویی که متقابلاً بین دو جسم وجود دارد ممکن است «عمل» و دیگری «عکس‌العمل» نامیده شود. وجود یک نیروی تنها، امکان ندارد و نیروی عمل و عکس‌العمل همواره به صورت دوتایی وجود دارند. توجه کنیم که نیروی عمل «علت» عکس‌العمل نیست. عمل و عکس‌العمل همزادند. یکی بی دیگری وجود ندارد و به لحاظی شبیه وام گرفتن و سند سپردن در بانک است. خلاصه اینکه در اثر متقابل بین دو جسم نیروی عمل و عکس‌العمل همواره:

۱ ــ به صورت دو تایی وجود دارند.

۲ ــ دارای اندازه مساوی هستند.

۳ ــ در یک امتداد قرار دارند و جهت آنها مخالف یکدیگر

است.

۴ ــ بر دو جسم مختلف وارد می‌شوند.

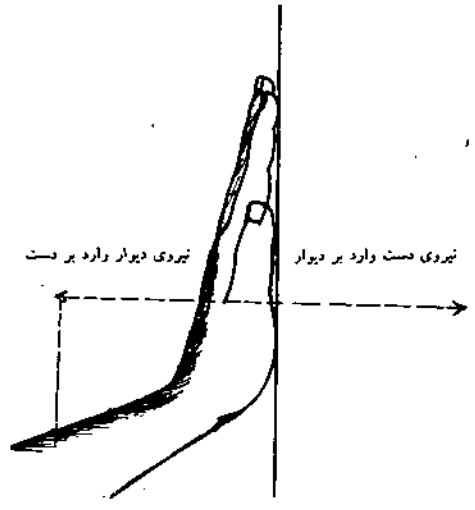
می‌توانیم قانون سوم نیوتن را به صورت زیر بیان کنیم:

«وقتی جسم A بر جسم B نیرویی وارد کند متقابلاً جسم B نیز نیرویی مساوی و مختلف‌الجهت بر جسم A وارد می‌کند.» به عبارت دیگر در اثر متقابل دو جسم A و B بر یکدیگر:

$$\overrightarrow{F_{AB}} = -\overrightarrow{F_{BA}}$$

این رابطه ریاضی مختصر، دقیقاً معادل قانون سوم نیوتن است.[۵]

۲ ــ وقتی به دیواری نیرو وارد می‌کنید، دیوار نیز به شما نیرو وارد می‌کند.

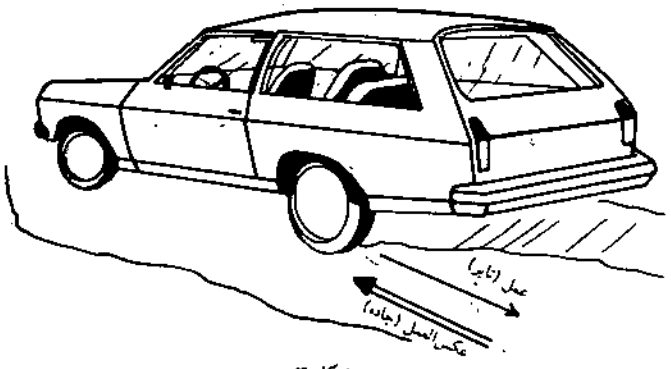


شکل ۲

وقتی شما با دست، به دیوار نیرو وارد می‌کنید، دیوار نیز نیرویی مساوی و مختلف‌الجهت بر دست شما وارد می‌کند. شاید برای شما تصور نیرویی که بر دیوار وارد می‌کنید، روشن، ولی تصور نیرویی که دیوار بر دست شما وارد می‌کند، مشکل باشد. به همان دست خود نگاه کنید. دست شما له شده به نظر می‌رسد. پس دیوار واقعاً بر دست شما نیرو وارد کرده است. (شکل ۲)

* کتاب «اصول» نیوتن با عنوان «اصول ریاضی فلسفه طبیعی»، حدود سال ۱۶۸۷ انتشار یافت و در آن قوانین سه گانه حرکت تشریح شده است.
Philosophiae Naturalis Principia Mathematica

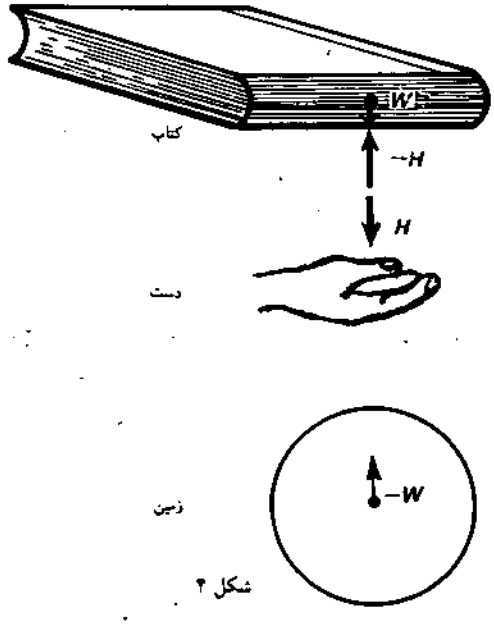
۳ ــ نیروی عکس‌العمل جاده موجب حرکت اتومبیل است!



شکل ۳

وقتی اتومبیل به حرکت در می‌آید، لاستیک چرخ (تایر) نیرویی بر زمین وارد می‌کند. زمین هم نیرویی مساوی و مختلف‌الجهت بر اتومبیل وارد می‌کند و همین نیروی اخیر است که موجب می‌شود اتومبیل به جلو رانده شود. اگر جاده بدون اصطکاک باشد، لاستیک چرخ نمی‌تواند بر جاده نیروی مماسی وارد کند. بنابراین جاده هم نمی‌تواند بر اتومبیل نیرو وارد کند و آن را به حرکت درآورد.[۷] (شکل ۳)

۴ ــ دو نمونه برای عمل و عکس‌العمل قانون سوم نیوتن:



شکل ۴

وقتی شخص کتابی را در دست خود نگاه می‌دارد، دو نیروی متقابل بر کتاب وارد می‌شود:

۱ ــ وزن کتاب که از طرف زمین بر کتاب وارد می‌شود و جهت آن به طرف پایین است.

۲ ــ نیرویی که از طرف دست بر کتاب وارد می‌شود و جهت آن به طرف بالاست.

این دو نیرو که از خارج بر کتاب وارد شده و آن را در حال تعادل نگاه داشته‌اند، متقابلند. اما نمونه و مثالی برای، عمل و عکس‌العمل، قانون سوم نیوتن نمی‌باشند.

عکس‌العمل وزن کتاب از طرف کتاب به مرکز زمین وارد می‌شود. برای نشان دادن نیروها، کتاب و دست را جدا از هم در شکل ۴ نمایش داده‌ایم. وقتی دست کتاب را نگاه می‌دارد، زمین کتاب را با نیروی W می‌کشد و کتاب نیز با نیروی W ــ که متقابل با W است زمین را می‌کشد. این دو نیرو یک نمونه عمل و عکس‌العمل قانون سوم نیوتن می‌باشد. از طرف دیگر دست بر کتاب نیروی H ــ به طرف بالا وارد می‌کند و کتاب نیز بر دست نیروی H به طرف پایین وارد می‌کند. این دو نیروی اخیر نیز نمونه دیگری برای عمل و عکس‌العمل قانون سوم نیوتن است.

وقتی کتاب از دست رها شود H و H ــ هر دو صفر می‌شوند. اما دو نیروی W و W ــ هنوز باقی هستند. کتاب بر اثر نیروی W به طرف پایین کشیده می‌شود و در مدتی که کتاب در حال سقوط است، از طرف آن بر زمین نیروی W ــ وارد می‌شود. اما به علت بزرگی جرم زمین حرکت آن به سوی کتاب محسوس نیست.[۸]

به نمونه دیگری از پاسخهای ناقص و غلط کتابهای کمک درسی درباره قانون سوم نیوتن توجه کنید. در فصل سوم پرسش ۳۰ فیزیک سال چهارم آموزش متوسط عمومی می‌خوانیم:

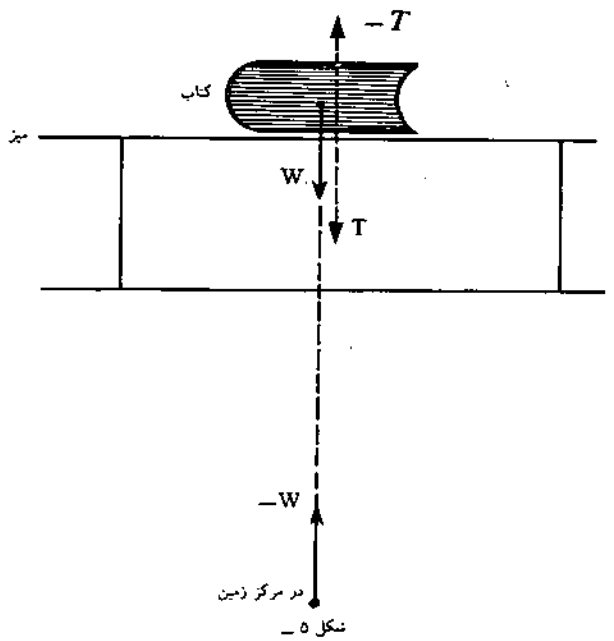
«بر جسمی مثلاً یک کتاب که روی میز قرار گرفته است، چه نیروهایی وارد می‌شود؟». یک کتاب کمک درسی جواب می‌دهد: «نیروی وزن ــ نیروی عکس‌العمل و نیروی ارشمیدس» کتاب کمک درسی دیگر جواب می‌دهد: «نیروی عکس‌العمل میز روی کتاب ــ نیروی کتاب روی میز». در این جوابهای ناقص و غلط عمل و عکس‌العمل، قانون سوم نیوتن در ابهام باقی می‌ماند.

پاسخ درست این سؤال، همان‌طور که در مثال ۴ گفتیم، این است که بر کتاب دو نیروی متقابل وارد می‌شود و کتاب را روی میز درحال سکون نگاه می‌دارد به شرح زیر:

۱ ــ وزن کتاب که از طرف زمین بر کتاب وارد می‌شود و جهت آن به طرف پایین است.

۲ ــ نیرویی که از طرف میز بر کتاب وارد می‌شود و جهت آن به طرف بالاست.

باید نوآموزان مکانیک توجه کنند که دو نیرویی که از خارج بر کتاب وارد می‌شود و آن را در حال تعادل نگاه می‌دارد، متقابلند. اما نمونه و مثالی برای عمل و عکس‌العمل قانون سوم نیوتن نمی‌باشند. برای توضیح بیشتر به شکل زیر توجه کنید:



شکل ۵ ــ

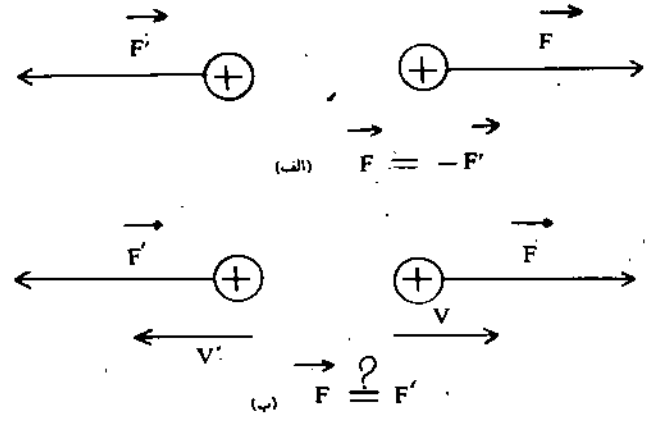
در شکل ۵ دو جفت عمل و عکس‌العمل قانون سوم نیوتن به صورت دوتائی نشان داده شده است. یک جفت عمل و عکس‌العمل W و W ــ که با بردار پر نشان داده شده نمونه‌ای از عمل و عکس‌العمل قانون سوم نیوتن است. زمین کتاب را با نیروی W می‌کشد و کتاب نیز با نیروی W ــ که متقابل با W است زمین را می‌کشد. جفت دیگر عمل و عکس‌العمل T ــ و T است که با بردار نقطه‌چین نشان داده شده و نمونه دیگری برای عمل و عکس‌العمل قانون سوم نیوتن است. در واقع همه بردارهای پر و نقطه‌چین در یک امتدادند. از طرف میز بر

کتاب نیروی T ــ به طرف بالا وارد می‌شود و کتاب نیز بر میز نیروی T به طرف پائین وارد می‌کند.

* * *

ذکر نکات زیر درباره قانون سوم نیوتن بسی‌فایده به نظر نمی‌رسد:

۱ ــ باید بدانیم که در عمل متقابل (اندرکنش) بین دو ذره نه فقط نیروهای عمل و عکس‌العمل برابر و در جهت مخالف هم هستند (صورت «ضعیف» قانون سوم)، بلکه این نیروها در امتداد خطی که دو ذره را به هم وصل می‌کند، واقع شده‌اند (صورت «قوی» قانون سوم). در بعضی اعمال متقابل (اندرکنشهای) الکترومغناطیس صورت قوی این قانون نقض می‌شود.[10]



شکل ۶

مطابق شکل ۶ ــ الف وقتی دو جسم باردار در حال سکون هستند نیروی عمل و عکس‌العمل برابرند. اما هنگامی که این دو جسم نسبت به هم سریعاً در حال حرکت باشند لزوماً دو مقدار نیرو برابر نیستند.[11] (شکل ۶ ــ ب)

۳ ــ نیروهای اینرسی غیر نیوتنی هستند یعنی قانون سوم نیوتن درباره آنها معتبر نیست. به عبارت دیگر نیروی عکس‌العمل در مقابل نیروی اینرسی وجود ندارد[12]. در فرصت مناسب به شرح مفهوم نیروی اینرسی و کاربرد آن خواهیم پرداخت.

۱ ــ نکاتی در زمینه فیزیک سال چهارم متوسطه نشریه شماره ۲۲ دفتر آموزش متوسطه صفحه ۳۷.

مکانیک از سری کتابهای سازمان آموزشی یکان صفحه ۸۱ بدون تاریخ چاپ و انتشار

مکانیک سازمان انتشارات بیهقی صفحه ۱۹۵ بدون تاریخ چاپ و انتشار

مکانیک سازمان نوارهای درسی صفحه ۹۲ بدون تاریخ چاپ و انتشار

۲ ــ ای. پرلمان و سرگرمیهای فیزیک ترجمه مهندس احمد تمدن ۱۳۴۳ ج ۲ ص ۱۹

۳ ــ دکتر نصرالله حاج سیدجوادی دوره مختصر مکانیک استدلالی و ۱۳۴۶ و ص ۱۰۸

4– Glam ... The Ideas of physics 1974 , p 57

5– Gerald Holtom... The prayect ph ysics course, 1970, sectiom 3.9, p 87

6– Glancnli... The Ideas of physics 1974, p. 60

7– Narman C.Hassis... In tra du ctory offied phyrics 1972, p. 76

8– E.J.wenham... physics concerts and models 1972, p. 42

9– BlackWood, general physics third edition P. 84

10– David Halli day..., Physics, Par t I, 1977, p. 272

11– Frederick j. Bueche, Intrduction to physics... 1987, p. 63

12– David Halli day..., Physics, part I,. 1977, p. 107

هولوگرافی و کاربرد آن

حسن فرخ پیام

سیستمهای حساس در برابر نور مثل یک کلیشه و یا یک فیلم عکاسی معمولی و یا سلول فوتو الکتریک فقط قادر به ثبت دامنه نور می‌باشند. زیرا آنها در برابر انرژی حساسیت نشان می‌دهند و انرژی دریافتی (شدت نور) با مجذور دامنه متناسب است. در سیستم‌های ثبت تصاویر کلاسیک اطلاعات مربوط به دامنه نور تابیده شده بر کلیشه و یا سلول فتوالکتریک ثبت شده و اطلاعات مربوط به فاز نور تابشی از یک جسم قابل ثبت نیست. اگر قدر مطلق (مدول) دامنه a و فاز آن φ باشد دامنه نور برابر $A=a\,e^{j\varphi}$ است در نتیجه انرژی نور متناسب است با:

$$A = a\,e^{-j\varphi} \qquad (1)$$

$$E \propto A A^* = a\,(ae^{-j\varphi}) \cdots (2)$$

A^* مزدوج A است

به طوری که در رابطه فوق دیده می‌شود انرژی ثبت شده متناسب است با مجذور قدر مطلق دامنه و ترم فاز حذف می‌شود. نتیجه این امر این است که از یک فضای سه بعدی تصاویری در بعدی به دست می‌آید در عکسبرداری معمولی و تصاویر تلویزیونی این مسئله به خوبی مشهود است.

حال ببینیم در چه شرایطی ممکن است اطلاعات مربوط به ترم فاز را ثبت کرد و یا به عبارت ساده‌تر از فضاهای سه بعدی تصاویری سه بعدی به دست آورد. در سال ۱۹۴۸ برای اولین بار این مسئله توجه دنیس گابور (Denis Gabor) دانشمند انگلیسی را جلب کرد. گابور با مطالعه مسئله مد و لاسیون امواج رادیو الکتریک به این نتیجه رسید که قاعدتاً مدولاسیون امواج نورانی نیز بایستی امکان پذیر باشد.

وی در مقالاتی که در سالهای ۱۹۴۹ و ۱۹۵۱ انتشار می‌دهد تئوری چگونگی به دست آوردن تصاویر سه بعدی در میکروسکپی و میکروسکپ‌های الکترونیک را وضع می‌کند. مد ولاسیون گابور بدین صورت پیشنهاد می‌شود که به امواج نوری که توسط اجسام پراکنده می‌شوند و به کلیشه یا فیلم عکاسی می‌تابند. یک دسته نور دیگری به نام رفرانس (مرجع) که مستقیماً به فیلم یا کلیشه می‌تابد اضافه می‌شود. مسئله فوق همانند مد ولاسیون امواج صوتی و تلویزیونی با امواج هرتزین می‌باشد. منتهی در اینجا بایستی مد ولاسیون انجام شده روی فیلم یا کلیشه حساس ثبت شده و سپس آن امواج دوباره بازسازی شوند.

برای مطالعه تئوری مربوطه به اختصار دامنه موجی را که به وسیلهٔ یک جسم پراکنده می‌شود و به فیلم می‌رسد به A_0 و دامنه موج رفرانس را به A_r نشان می‌دهیم. دامنه کل دریافتی به وسیلهٔ فیلم یا کلیشه برابر است با:

انرژی دریافتی متناسب است با:

$$A = A_0 + A_r \qquad A$$

$$E \propto A : A^* \qquad A^*$$

$$E \propto A_0 A_0^* + A_r^2 + A_0 A_r^* + A_r A_0^*$$

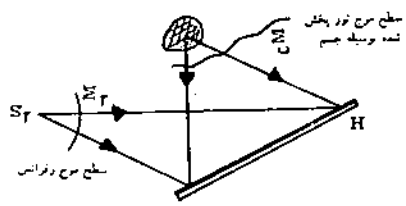
$A^* =$ مزدوج

روی فیلم یا کلیشه پس از ظهور و ثبوت، فقط تعدادی نوارهای تداخلی حاصل از تداخل دو موج A_0 و A_r دیده می‌شود. همین نوارهای تداخلی هستند که می‌توانند اطلاعات ثبت شده در مورد فاز و دامنه نور تابش را آشکار سازند و کلیشه هم درست مانند یک شبکه یا توری است که می‌تواند باعث تفرق امواج نورانی شود. با توجه به رابطه انرژی ثبت شده داریم:

$$Ea a_r^2 + a_0^2 + a\, a_r e^{-j(\varphi_r - \varphi_0)} + a\, a_r e^{j(\varphi_r - \varphi_0)}$$

$$Ea a_0^2 + a_r^2 + 2a\, a_0 a_r \cos(\varphi_r - \varphi_0)$$

اگر رابطه فوق را به دقت مورد مطالعه قرار دهیم، دیده می‌شود که انرژی دریافت شده به وسیله فیلم هم شامل دامنه a_0 و هم شامل فاز φ_0 می‌باشد.



شکل (۱) چگونگی ثبت یک هولوگرام

کلیشه فوق را در این شرایط هولوگرام می‌گویند.

اگر کلیشه ثبت شده یا هولوگرام حاصل را در محل اولیه خود قرار دهیم و آن را با موج مرجع روشن کنیم، از شیئی یک تصویر سه بعدی به وجود می‌آید. همانند یک جسم معمولی در فضا اگر ضریب عبور کلیشه را به t نشان دهیم چون t با انرژی ثبت شده E متناسب است، دامنه نور متفرق شده به وسیلهٔ کلیشه برابر است با:

$$A' = tA_r$$

$$A'a(a e^{-j\varphi_0} + [a^2 + a_r^2$$

$$+ a\, a_r e^{-j(\varphi_r - \varphi_0)}$$

$$+ a\, a_r e^{+j(\varphi_r - \varphi_0)}$$

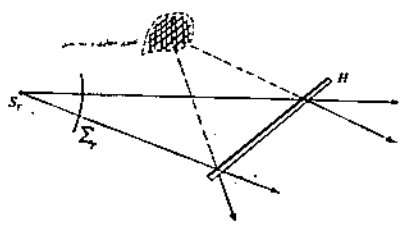
اگر رابطه فوق را مورد مطالعه قرار دهیم در آن سه جمله دیده می‌شود

الف) جمله مربوط به $a_0^2 + a_r^2$ یعنی نوری که به طور مستقیم از فیلم می‌گذرد و تفرق نمی‌یابد.

ب) جمله مربوط به $a_0 a_r e^{+j(\varphi_r - \varphi_0)}$ که تصویری سه بعدی و حقیقی از شیئی به وجود می‌آورد.

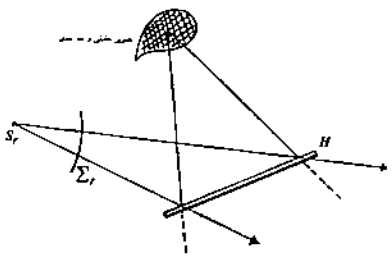
ج) جمله سوم یعنی $a_0 a_r e^{-j(\varphi_r - \varphi_0)}$ که باعث به وجود آمدن تصویری مجازی از شیئی خواهد شد.

۱ ــ اگر کلیشه را از آن سمتی که ماده حساس املاح نقره روی آن قرار دارد در برابر تابش نور رفرانس قرار دهیم، تصویری مجازی خواهیم داشت. (شکل ــ ۲)



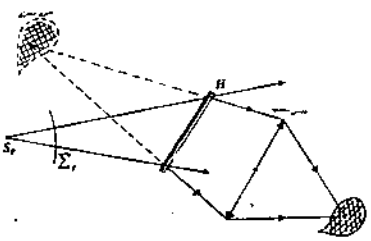
(شکل ــ ۲)

۲ ــ اگر فیلم را وارونه قرار دهیم از شیئی تصویری حقیقی به وجود می‌آید. (شکل ــ ۳)



(شکل ــ ۳)

تبصره: هر دو تصویر را می‌توان با هم مشاهده کرد (شکل ــ ۴)



(شکل ــ ۴)

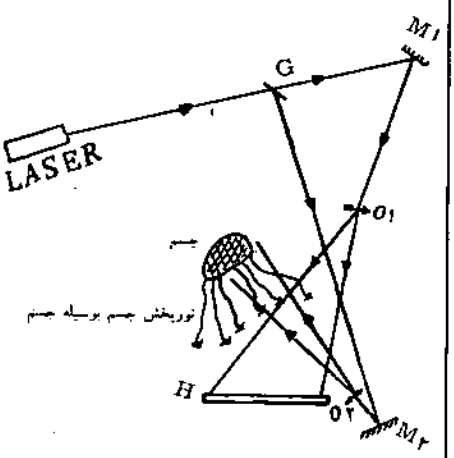
مسئله تا به حال به طور نظری مورد بررسی قرار گرفت. حال ببینیم آیا عمل فوق به سادگی امکان پذیر است؟ در این صورت شرایط امکان و مشکلاتی که با آن مواجه می‌شویم چیست؟

اولاً: نوری که برای ثبت تصویر و دوباره سازی آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید کاملاً کوهران (همسان) باشد. (هم نور روشن کننده جسم و هم نور رفرانس) بدین صورت که منابع نور باید منوکروماتیک (تکرنگ) و نقطه‌ای باشند. گابور و دیگران

پس از طرح این نظریه و با استفاده از لامپ جیوه و صافیهای نوری (فیلترها) تصاویری را ثبت کردند. ولی به علت مشکلاتی که در نیل به این هدف وجود داشت، یعنی در دسترس نبودن منابع نور قوی و تکرنگ، مسئله مورد توجه قرار نگرفت و تا حدودی به فراموشی سپرده شد.

تا اینکه بین سالهای ۱۹۶۰ و ۱۹۶۵ منابع نور لیزر که دارای شرایط لازم برای اجرای این عمل هستند، ساخته شدند. با استفاده از منابع نور لیزر، ثبت تصاویر سه بعدی به سهولت امکان‌پذیر شد و به سرعت گسترش یافت و گابور با کشفی که در سال ۱۹۴۸ کرد، در سال ۱۹۷۱ برنده جایزه نوبل فیزیک شد.

روش عمل بدین صورت است که نوری که از لیزر خارج می‌شود، به وسیلهٔ یک تیغه نیم شفاف G به دو قسمت تقسیم می‌شود. قسمتی از آن پس از انعکاس بر تیغه به آیینه M_2 می‌تابد و پس از انعکاس بر این آینه به وسیلهٔ عدسی O_2 باز می‌شود و جسم را روشن می‌کند. قسمت دوم پس از عبور از تیغه G و انعکاس بر آینه M_1 بوسیله عدسی O_1 باز می‌شود و به کلیشه می‌رسد (نور رفرانس) شکل ــ ۵



می‌توان گفت که تا این مرحله، بیشتر به جنبهٔ هنری مسئله پرداختیم و جنبه‌های علمی و عملی آن را مورد بحث قرار ندادیم. همان طور که قبلاً هم اشاره کردیم، لیزر، پس از کشف، در زمینه‌های گوناگونی به کار گرفته شده است. از آن جمله: مسئله فیلتراژ و اصلاح تصاویر مبهم، بازشناسی اشکال، تداخل سنجی هولوگرافیک و غیره.

تداخل سنجی هولوگرافی

تداخل سنجی هولوگرافیک تکنیک نوری خاصی است که به کمک آن می‌توان تغییر حالت اجسام زیر فشار را، وقتی تحت تأثیر نیرو و یا بار معینی قرار گرفته‌اند، تا اعشار میکرون اندازه‌گیری کرد. این تکنیک به وسیلهٔ محققین زیادی مورد بررسی قرار گرفته و در زمینه‌های مختلفی به کار برده شده است از جمله:

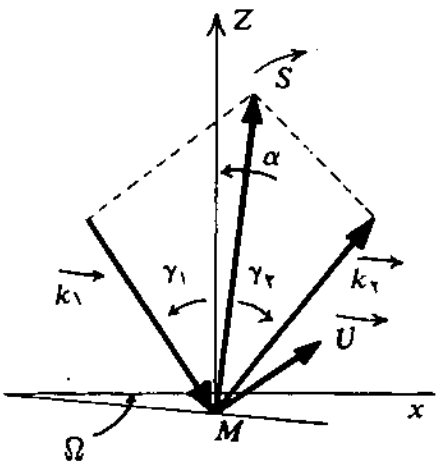
ــ در مکانیک اجسام صلب برای بررسی و مشاهده تنش‌ها و ارتعاشات.

ــ در مکانیک مایعات برای بررسی جریانهای آئرودینامیک. بررسی چگونگی تغییر حالت جریان مایع وقتی پرتابه‌ای در آن رها می‌شود.

رسیدگی به محصولات صنعتی در کارخانجات برای تشخیص نقاط ضعف اشیاء ساخته شده و معیوب و جدا کردن آنها از یکدیگر. [۲] و غیره...

تداخل سنجی هولوگرافیک دارای تکنیک‌های متعددی است که در این مقاله ساده‌ترین آنها را مورد بحث قرار می‌دهیم. فرض کنیم بخواهیم تنش‌های جسمی را که تحت فشار معینی قرار گرفته است، به دست آوریم:

ابتدا از جسم در حال استراحت یعنی وقتی بار روی آن نیست تصویری ثبت می‌کنیم، سپس بار معینی به جسم وارد می‌شود و روی همان کلیشه تصویر دوم را از جسم ثبت می‌کنیم (تکنیک تصاویر دوبل) پس از ظهور و ثبوت کلیشه آن را در محل اولیه خود قرار می‌دهیم و با موج رفرانس (شکل ۵) روشن می‌کنیم. از جسم دو تصویر به وجود می‌آید که تا اندازه‌ای نسبت به هم انحراف دارند. (عامل انحراف، بار وارده بر جسم است) در نتیجه نور حاصل از دو تصویر با هم تداخل کرده و نورهای تداخلی در نقاط مختلف جسم و وضع آنها، می‌تواند چگونگی توزیع بار وارده بر یک جسم را به خوبی مشخص کند. بنابراین علاوه بر اینکه تغییر مکانها را می‌توان تا حدود اعشار میکرون اندازه‌گیری کرد، تشخیص نقاط ضعف و هم چنین نقاطی که فشار بیشتری به آنها وارد می‌شود، امکان‌پذیر است.



محاسبه تغییر مکانها:

اگر $\overrightarrow{K_1}$ بردار موج در امتداد شعاع تابش و $\overrightarrow{K_2}$ بردار موج اشعه بازتاب شده به وسیله جسم و $\overrightarrow{U}$ بردار تغییر مکان جسم باشد. فاز نقطه M برابر است با:

$$\Phi_{2,1} = (\overrightarrow{k_1} - \overrightarrow{k_2})\,\overrightarrow{u}$$

اگر بردار واحد در امتداد دو مسیر فوق $\vec{n_1}$ و $\vec{n_2}$ باشد:

$$\Phi_M = \frac{2\pi}{\lambda}(\vec{n_1} - \vec{n_2})\cdot\vec{u}$$

$$= \frac{2\pi}{\lambda}(\vec{S}\cdot\vec{u})$$

وقتی دو موج بازسازی شوند، نور حاصل از تصاویری که تا اندازه‌ای نسبت به هم انحراف پیدا کرده‌اند، با هم تداخل می‌کنند و اگر شماره تداخل در نقطه M را به N نشان دهیم، خواهیم داشت

$$N \quad \frac{\Psi_M}{2\pi} \quad \frac{\vec{S}\cdot\vec{u}}{\lambda} \rightarrow \vec{S}\cdot\vec{u} = N.\lambda$$

رابطه تانسوری مربوط عبارت است از:

$$N_i\lambda \quad S_{ij}\circ u_j$$

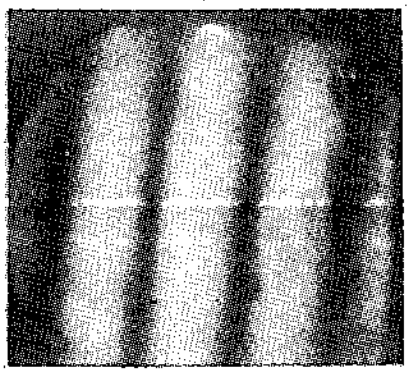
با تعیین شماره تداخل نقطه M و تانسور بردار حساسیت $\vec{S}$ می‌توان مولفه‌های بردار U_j یعنی تغییر مکان نقطه M را به دست آورد.

تغییر مکان هر نقطه از جسم بستگی به نیروی وارد بر آن نقطه و در نتیجه فاز نقطه مورد نظر بستگی دارد. با مشتق‌گیری از رابطه فوق و محاسبات نسبتاً طولانی که از حوصله این مقاله خارج است، خواهیم داشت:

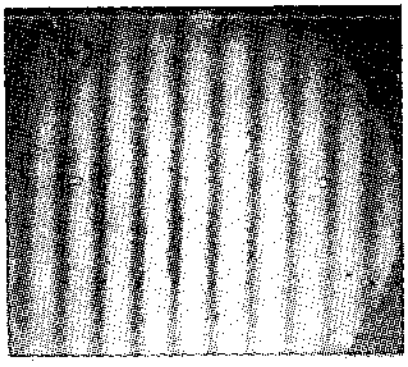
$$\Delta x_k = \frac{\lambda}{Sij\left(\frac{\partial u_j}{\partial x_k}\right)}$$

که در آن λ طول موج نور لیزر مورد استفاده و Δx فاصله دو نوار متوالی است. با تعیین تانسور Sij که به شرایط مونتاژ دستگاه بستگی دارد، می‌توان مولفه‌های $\frac{\partial u_j}{\partial x_k}$ یعنی بردار تغییر مکان جسم را به دست آورد.

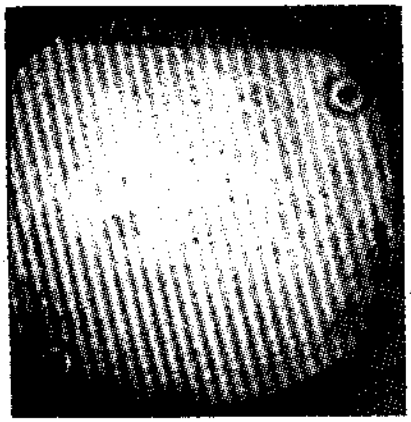
حال نتایج عملی به دست آمده را مورد بحث قرار می‌دهیم:



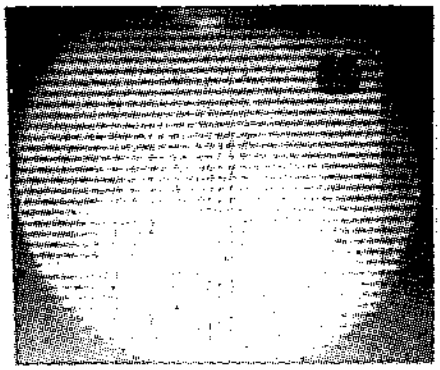
این تصویر نوارهای تداخلی حاصل از دوران یک جسم انتخابی (یک ورقه آلومینیوم) حول محوری قائم بر آن برای زاویه چرخش ۱ = α دقیقه را نشان میدهد.



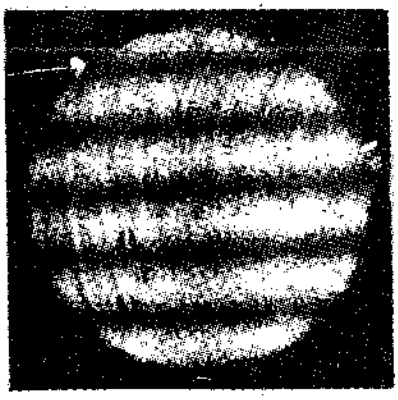
این تصویر نوارهای تداخلی از دوران یک جسم حول محور قائم بر سطح آن برای دوران ۲۰ = α ثانیه است.

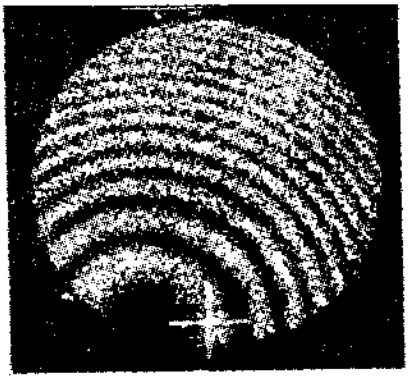


این تصویر نوارهای تداخلی را هنگامی که جسم به اندازه U = ۰/۲ میلیمتر تغییر مکان می‌یابد، نشان می‌دهد.

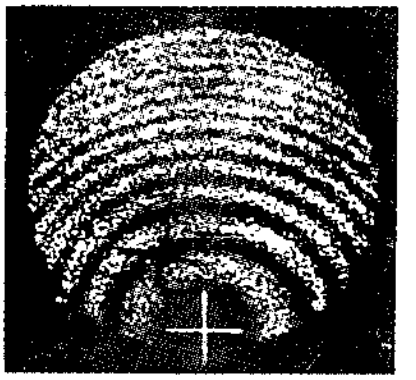


در این تصویر نوارهای حاصل از تغییر مکان U = ۰/۱۲ میلیمتر و دورانی حول قائم بر صفحه برای ۴۰ = α ثانیه به دست آمده است.

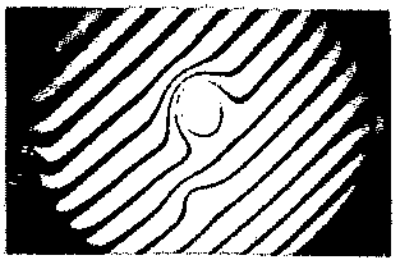




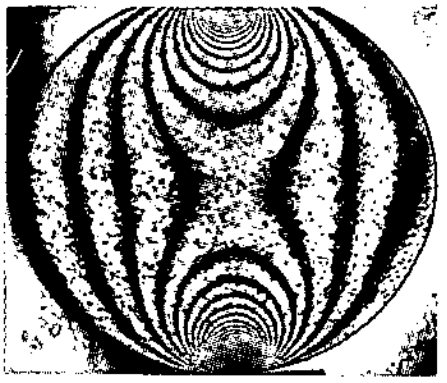
نوارهای تداخلی حاصل از تغییرمکان در امتداد محور x باندازه ۱۹ = u میکرون حاصل شده است.
نوارهای‌تداخلی‌تغییرمکان ۵۰۰ = u میکرون را در امتداد محور قائم نشان می‌دهد.

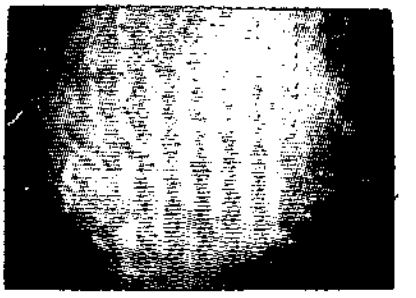


۳) نوارهای تداخلی تغییر مکان u با مولفه‌های x = ۱۹ میکرون ۵۰۰ = y میکرون را نشان می‌دهد.



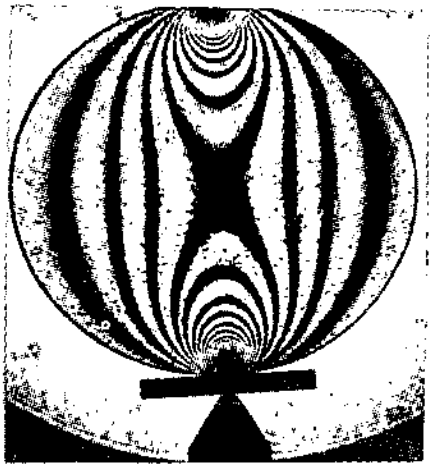
۵) نوارهای تداخلی حاصل از یک مخزن گاز وقتی فشار درون گاز ۳×۱۰^{۵} نیوتن بر متر مربع باشد.



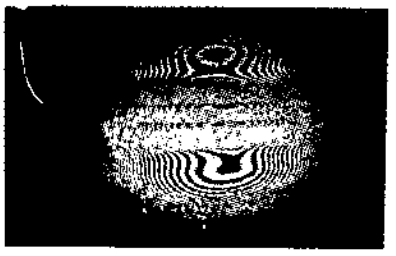


نوارهای تداخلی برای تست شکستگی قطعات مکانیکی وقتی زیربار قرار می‌گیرند.

۴) نوارهای تداخلی یک مخزن گاز کروی را هنگامی که فشار گاز در داخل آن ۱۳×۱۰^{۵} نیوتن بر متر مربع می‌باشد.



نوارهای تداخلی حاصل از یک جسم شفاف برای مشاهده تغییر مکانهای درون یک جسم.



نوارهای موازه وقتی جسم با دو دسته اشعه متقارن دیده می‌شود و نوارها برای مولفه‌های تغییر مکانی حدود ۵۰۰ = u میکرون بدست آمده است.

منابع

[1]: Introduction à l'optique de Fourir. J.W. Goodman

[2]: Interferométrie Holographique Farokh Piam Hassan Thèse de Doctra

۵ ــ هیئت تحریریه مجله رشد آموزش فیزیک

۵ ــ ۱ ــ مقرر شده است که تعدادی تست فیزیک و مکانیک کنکور ورودی دانشگاه و تعدادی تست نیز از کتابهای مختلف مراکز آموزشی معتبر جهان پس از ترجمه در هر شماره از مجله آورده شود تا دبیران محترم و دانش آموزان عزیز با چگونگی پرسش به صورت تست آشنا شوند. ضمناً مجموعه‌ای از تستهای مناسب را در اختیار داشته باشند.

۵ ــ ۲ ــ تا حد ممکن به تعدادی از سئوالات همکاران محترم که جنبه عمومی دارد در هر شماره از مجله پاسخ داده خواهد شد.

● آشنایی با فعالیتهای گروه فیزیک

اهم فعالیتها و مصوبات شورا و کمیسیونهای مختلف گروه فیزیک به قرار زیر است:

۱ ــ شورای فیزیک

۱ ــ ۱ ــ تصمیم گرفته شده است که کتابهای درسی پیش از دانشگاه چند کشور عیناً ترجمه و چاپ و منتشر شود تا از این طریق دبیران محترم با مطالب علمی کتابهای درسی جهان آشنا شده و در کار تدریس مورد استفاده قرار دهند. به دنبال اجرای این تصمیم کار ترجمه کتابهای فیزیک که هم اکنون در دبیرستانهای کشور فرانسه تدریس می‌شود، آغاز شده است.

۱ ــ ۲ ــ کمیسیون برنامه‌ریزی بنیادی کتابهای درسی فیزیک در آینده نزدیکی تشکیل خواهد شد، این کمیسیون کار برنامه‌ریزی و تالیف کتابهایی که منطبق با نیازها و خط مشیهای جامعه اسلامی بوده و از نظر علمی در سطح مطلوبی باشد، آغاز خواهد کرد. بدیهی است که در این برنامه‌ریزی، تمام اصول و مراحل برنامه‌ریزی و تالیف و انتشار مورد توجّه قرار می‌گیرند. ضمناً به منظور برقراری ارتباط منطقی بین مطالب درسی دوره دبیرستان و دانشگاه و همچنین یکسان ساختن واژه‌های علمی مورد استفاده در سطوح مختلف، زمینه هرنوع همکاری با مسئولان و دست اندرکاران محترم فراهم خواهد شد.

۲ ــ کمیسیون تربیت معلم

۲ ــ ۱ ــ به منظور آشنایی هرچه بیشتر برادران مدرسین محترم مراکز تربیت معلّم کشور با آموزش فیزیک مدرن، یک دوره کارآموزی با شرکت ۱۶ نفر نامبردگان زیر از مدرسین محترم از ۱۴ استان و شهرستان با همکاری دفتر آموزش ضمن خدمت در سالن شهید رجایی واقع در سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی تشکیل شد، جای ۴ تن از چهار شهرستان در این جمع خالی بود و افسوس همکاران را به سبب عدم آشنایی و عدم امکان تبادل نظر با آنان، در پی داشت. در طول دوره در باره آموزش فیزیک در جهان، آموزش فیزیک در دبیرستانهای ایران و در دوره تربیت معلّم نیز مذاکره و تبادل نظر شد.

اهم مشکلات و درخواستها به قرار زیر بودند:

الف ــ تشکیل و تکمیل آزمایشگاههای مراکز تربیت معلم، خاصه تربیت معلم آمل، نوشهر، سبزوار و بروجرد و گماردن یک نفر متصدی آزمایشگاه با گذراندن دوره‌های آموزشی خاص.

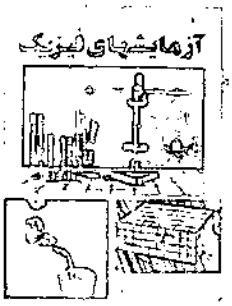
ب ــ تشکیل کارگاه ساخت وسایل آزمایشگاهی برای اجرای درس فیزیک عملی با یک نفر متصدی آشنا به امور فنی.

ج ــ تغییر وضع کارورزی دانشجویان، تبدیل آن از وضع کنونی به حالتی که دانشجو معلم شخصاً به تدریس و اداره یک کلاس درس علوم دوره راهنمایی بپردازد.

د ــ تجدید نظر در بارهٔ محتوی درس فیزیک ــ ۱ و انطباق آن با نیازها و مطالب سایر دروس.

ه ــ لزوم گنجاندن ۲ ساعت درس بررسی مطالب فیزیک کتاب دوره راهنمایی در دو نیمسال.

و ــ برگزاری دوره‌های مشابه خاصه یک دوره پانزده روزه برای آموزش دروس علمی و عملی در شهریورماه ۶۴



برادران مدرسین محترمی که در این دوره آموزشی شرکت داشتند عبارت بودند از:

۱ ــ حسن احمدی	از جهرم
۲ ــ احمد اشرفی زاده	از تهران
۳ ــ پرویز درخشانی	از ارومیه
۴ ــ حسین رستگاری	از یزد
۵ ــ محمدجواد زاینده رودی	از کرمان
۶ ــ مهدی شهابی	از سبزوار
۷ ــ حسام عطروش	از تهران
۸ ــ جعفر غلامپور	از شیراز
۹ ــ سیدّ محمدرضا قافله باشی	از قزوین
۱۰ ــ محمد فرهی	از نوشهر
۱۱ ــ اکبر محقق طباطبایی	از اصفهان
۱۲ ــ کیخسرو محمّدی	از باختران
۱۳ ــ سیدّ محمدّ مرتضوی	از اصفهان
۱۴ ــ عبدالرضا مسکوت	از بروجرد
۱۵ ــ حسین میلانی	از تبریز
۱۶ ــ عبدال.. نیک خلق	از آمل

۲ ــ ۲ ــ کار برنامه‌ریزی و تالیف کتاب آزمایشهای فیزیک دوره تربیت معلم به پایان رسید و جهت چاپ و توزیع به مقامات مسئول تقدیم شد.

۳ ــ کمیسیون فعالیتهای عملی

۳ ــ ۱ ــ کتاب آزمایشهای فیزیک سال های اوّل و دوم رشته‌های علوم تجربی و ریاضی فیزیک از زیر چاپ خارج شد.
مقرر است که قبل از پایان سال تحصیلی ۶۴ ــ ۶۳ یک جلد از کتاب مذکور در اختیار تمامی دبیران فیزیک و متصدیان آزمایشگاهها قرار گیرد تا از هم اکنون آمادگی لازم برای اجرای برنامه در سال تحصیلی آینده حاصل آید.
دانش آموزان عزیز سالهای اوّل و دوم دبیرستان در رشته‌های علوم تجربی و ریاضی فیزیک از اوّل سال تحصیلی ۶۵ ــ ۶۴ می‌توانند همراه با سایر کتب درسی این کتابها را نیز در اختیار داشته باشند.
۳ ــ ۲ ــ کلاسهای کارآموزی متصدیان آزمایشگاه مدارس استان تهران با همّت مسئولان محترم آموزش ضمن خدمت در محل دبیرستان البرز تشکیل شده و همچنان ادامه دارد.
۳ ــ ۳ ــ کار برنامه‌ریزی کتاب آزمایشهای فیزیک سال سوم رشته‌های ریاضی فیزیک و علوم تجربی به پایان رسیده و کار تالیف آن آغاز شده و امید میرود این کتابها در اوّل سال تحصیلی ۶۶ ــ ۶۵ در اختیار دانش آموزان عزیز قرار گیرد.

۴ ــ کمیسیون فنّی و حرفه‌ای

۴ ــ ۱ ــ کار برنامه‌ریزی و تدوین کتاب سال سوم رشته بهداشت محیط بر اساس اهداف ارائه شده از طرف دفتر آموزش بازرگانی به پایان رسیده و از آغاز سال تحصیلی ۶۵ ــ ۶۴ در اختیار دانش آموزان عزیز قرار خواهد گرفت. *

بازدیدها و سمینارها

استان هرمزگان:

برادران: صمد فرخی، رحیم اهرابی، امیر بیژن عدالت، حسام عطروش، حسن فرخ پیام، سید جعفرمهرداد، فیروز پیله‌رودی و اصغر لطفی اعضاء گروه فیزیک و برادر حسین دانشفر از گروه زمین‌شناسی به مدت سه روز از استان هرمزگان بازدید کردند و در این مدت با برادران دبیران فیزیک، دبیران علوم راهنمائی نشستهایی داشتند و از مراکز آموزشی مختلف بازدید کردند.این سفر از هر نظر مفید بود.

فرصت را غنیمت می‌شماریم و بدین وسیله از برادر رضایی مدیر کل آموزش و پرورش استان، و همکاران ارجمندشان که عاشقانه در راه خدمت به اسلام و مسلمین فعالیت می‌کردند، قدردانی و سپاسگزاری می‌کنیم.

استان گیلان:

برادران: حسام عطروش، امیر بیژن عدالت و اصغر لطفی از اعضاء گروه فیزیک در جلسه گردهمایی سرگروههای آموزشی استان گیلان که در لاهیجان تشکیل شده بود، شرکت کرده و با همکاران عزیز در باره آموزش فیزیک به بحث و تبادل نظر پرداختند.

پاسخ به نامه‌ها

○ سعی برآن داریم که در مجله به پرسشها و نامه‌هایی پاسخ گوییم که جنبه عمومی دارند

پرسش و پاسخ ــ ۱

تغییر بنیادی کتابها، آوردن مطالب جدید از جمله الکترونیک، نسبیت و..... در کتابهای موجود موضوع بسیاری از نامه‌ها را تشکیل می‌دهد.

باید به‌اطلاع برسانیم که گنجاندن مطالب جدید در کتاب موجود مقدور نیست، چه با افزودن مطالب جدید حجم کتاب زیاد خواهد شد و اجباراً از حجم سایر مطالب باید کاسته شود و همکاران عزیز تصدیق خواهند فرمود آوردن مطالبی کمتر از حجم موجود برای هریک از عناوین با روش تدریس موجود صحیح نمی‌باشد.

بنابراین شورای فیزیک نیز با نظر بسیاری از همکاران که تغییر بنیادی کتابها را درخواست می‌کنند، موافقت دارد. انشاءالله این کار در آینده نزدیکی طبق یک برنامه منظم انجام خواهد شد.

پرسش و پاسخ ــ ۲ ــ تغییر ساعات درس.

افزودن ساعاتی به ساعات درسی موجود مورد درخواست بسیاری از همکاران ارجمند است نظر به اینکه، جمع ساعاتی که یک دانش‌آموز باید و می‌تواند در مدرسه باشد، حد مشخصی دارد. بنابراین برای افزودن ساعاتی برساعت درس فیزیک بایستی از ساعات سایر دروس کاسته شود. قبول خواهید فرمود که این امر نیز میسر نیست زیرا که دیگر همکاران ما در سایر رشته‌های درسی نیز خود در بسیاری از موارد درخواست افزوده شدن برساعات درسی خود را دارند.

پرسش و پاسخ ــ ۳ ــ فعالیت برای آموزش همراه با آزمایش درس فیزیک

بسیاری از همکاران به حق درخواست دارند که زمینه‌ای فراهم آید که تدریس درس فیزیک صرفاً از تدریس با روش سخن گفتن خارج شود. سپاس خدای را که در این امر توفیقی حاصل شده و کتاب آزمایشهای فیزیک برای عملی ساختن درس فیزیک و هماهنگی کارهای آزمایشگاهی در سطح کشور برای سالهای اوّل و دوم دورهٔ دبیرستان چاپ و برای سال‌های سوم و چهارم در دست برنامه‌ریزی و تالیف است.

پرسش و پاسخ ــ ۴

ــ همکاران تقاضا دارند که قبل از آغاز سالهای تحصیلی از اهم تغییرات ایجاد شده در کتب درسی مطلع شوند از این رو اهم تغییرات انجام شده در کتب درسی فیزیک چاپ سال ۱۳۶۴ را اعلام می‌دارد.

۴ ــ ۱ فیزیک سال سوم رشته علوم تجربی

بنابه درخواست بسیاری از گروه‌های آموزشی استانها و شهرستانها تغییراتی در تدوین مطالب کتاب سال سوم رشته علوم تجربی داده شده است، به نحوی که اولین فصل کتاب با درس الکتریسیته ساکن آغاز می‌شود و مطالب مربوط به آهنربا در فصلی دیگر در جای مناسب قرار داده شده است.

۴ ــ ۲ ــ فیزیک و مکانیک سال چهارم رشته‌های علوم تجربی و ریاضی فیزیک

در این کتابها علاوه براصلاحات جمله‌ای و کلمه‌ای، **تعاریف جدیدی برای، متر کاندلا و اینرسی و جرم آورده شده است** و در پایان کتاب مکانیک سال چهارم رشته ریاضی فیزیک صفحه مربوط به دستگاه رسمی یکاهای اندازه‌گیری اضافه شده است.

نظر به اینکه در سال آینده در برخی از نقاط کشور کتابهای چاپ ۱۳۶۳ موجود در انبار توزیع خواهد شد مقرر است تغییرات انجام شده در صفحات جداگانه در بین صفحات کتاب گذاشته شود توجّه همهٔ همکاران را به این تغییرات جلب می‌کند. از فرصت استفاده کرده تقاضا دارد **قبل از آغاز به تدریس تغییرات را در کتاب اعمال و سپس تدریس فرمایند. ضمناً این مطلب را به دانش‌آموزان عزیز نیز گوشزد کنند.**

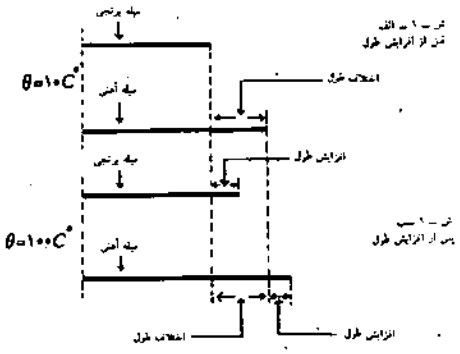
۴ ــ ۳ ــ تغییرات انجام شده در سایر کتب با توجه به نظریات رسیده و نظرکمیسیون‌های مربوطه انجام یافته که همکاران ارجمند به هنگام تدریس در کلیه کلاسها از کتب چاپ سال ۱۳۶۴ استفاده خواهند فرمود.

۴ ــ ۴ مساله ۱۰ صفحه ۳۲ کتاب درسی سال دوم رشته‌های علوم تجربی و ریاضی فیزیک:

همواره این سوال مطرح است که چرا در این مسأله **اختلاف طول میله‌های برنجی و آهنی، از ۱۴ سانتیمتر به ۱/۴ میلیمتر تغییر یافته است.**

در پاسخ به این سوال به اطلاع می‌رساند که این مسأله از کتاب Ordinary Level Physics چاپ ۱۹۷۱ تالیف Abbott A.F. صفحه ۱۸۲، مسأله ۹ گرفته شده است. این کتاب نیز اختلاف طول میله برنجی و میله مسی را ۱۴ سانتیمتر داده است. ***و اما دلایل تغییر ۱۴ سانتیمتر به ۱/۴ میلیمتر به قرار زیر است:*** در دو حالت (الف و ب) ممکن است که اختلاف طول میله پیش و پس از افزایش دما یکسان باشد. برای هریک از حالتهای الف و ب یک جواب به دست می‌آید برای حل مسأله هر دو جواب صحیح و لازم می‌باشند. ضمناً باید **در نظر داشته باشیم که در دمای θ_1 حتماً طول میله آهنی بلندتر از طول میله برنجی است در غیر این صورت مسأله اتفاق نمی‌افتاد.**

الف ــ یکی از حالاتی که ممکن است پیش آید این است که تا دمای ۱۰۰ درجه افزایش طول برای هر دو میله برابر باشد، شکل‌های ــ ۱ ــ الف و ۱ ــ ب



در این حالت مسأله به صورت زیر حل می‌شود

$l^{(1)}_{Br}$ = طول میله برنجی در دمای θ_1

l_{Fe} = طول میله آهنی در دمای θ_1

$\theta_1 = ۱۰\ C^\circ$

$\theta_2 = ۱۰۰ C^\circ$

$\lambda_{Br} = ۱۹ \times ۱۰^{-۶}$

$\lambda_{Fe} = ۱۲ \times ۱۰^{-۶}$

$\theta = \theta_2 - \theta_1 = ۹۰ C^\circ$

طبق داده‌های مسأله می‌توان نوشت

رابطه ــ ۱ $\quad l_{Fe} = l_{Br} + ۱۴$

$l_{Fe} - ۱۴ = l_{Br}$

(رابطه ــ ۲) $l_{Br} \times \lambda_{Br} \times \theta = l_{Fe} \times \lambda_{fe} \times \theta$

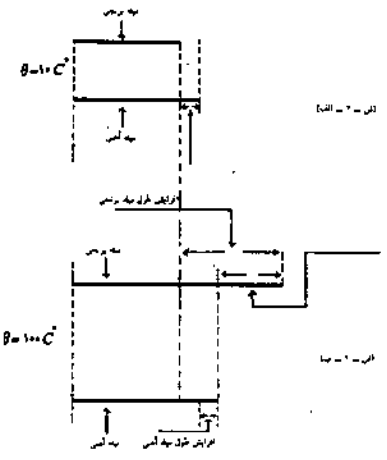
$l_{Br}\lambda_{Br} = l_{Fe}\lambda_{Fe}$

$(l_{Fe} - ۱۴) \times ۱۹ \times ۱۰^{-۶} = l_{Br} \times ۱۲ \times$

$۱۰^{-۶} \quad l_{Fe} = \frac{۱۴ \times ۱۹}{۷} = ۳۸$

توجه کنیم که اگر اختلاف طول را ۱۴ سانتیمتر بگیریم طول میله آهنی سانتیمتر $l_{Fe} = ۳۸$ و طول میله برنجی $l_{Br} = ۲۴$ سانتیمتر می‌شود. (۲)

ب: حالت دوّمی که ممکن است رخ دهد و با بیان مسأله منطبق می‌باشد، این است که افزایش طول میله برنجی آن قدر زیاد باشد که در دمای صد درجه طول میله برنجی از طول میله آهنی به اندازه ۱۴ سانتیمتر بزرگتر شود. شکل‌های ۲ الف و ۲ ــ ب



با توجه به داده‌های مسأله برای حالت ــ ب می‌توان نوشت

$l_{Fe} - ۱۴ = l_{Br}$

۱۴ × ۲ + افزایش طول میله آهنی = افزایش طول میله برنجی

$l_{Br} \times \lambda_{Br} \times \theta = l_{Fe} \times \lambda_{fe} \times \theta + ۱۲ \times ۱۴$

$(l_{Fe} - ۱۴) \times ۱۹ \times ۱۰^{-۶} \times ۹۰ = l_{Fe} \times ۱۲$

$\times ۱۰^{-۶} \times ۹۰ + ۲۸$

پس از ساده کردن اندازهٔ طول میله آهنی l_{Fe} تقریباً برابر با ۴۴۵۰ سانتیمتر خواهد شد توجه کنیم، اگر اختلاف طول دو میله را ۱۴ سانتیمتر بگیریم طول میله آهنی که از طریق حل ب به دست آمده است. تقریباً برابر با ۴۴/۵ متر است و این طول، جواب ــ معقولی برای مسأله علمی و عملی نیست.

ضمناً توجه داشته باشیم که در حل مسأله از طریق الف. θها از طرفین حذف شده‌اند و دما در حل مسأله مورد استفاده قرار نگرفته است با توجه به مطالب تدریس شده در متن درس، استفاده از θ باید جزء اهداف مسأله باشد، بنابراین، حل از طریق ب جنبه آموزشی بیشتر دارد، و بایستی از این طریق نیز به جواب معقولی برسیم.

اگر با استفاده از اختلاف طول ۱/۴ میلیمتر، به حل مسأله بپردازیم. از طریق الف به پاسخ ۳/۸ میلیمتر، از طریق ب به پاسخ تقریبی ۶۳ سانتیمتر که پاسخ معقولی برای انجام آزمایش و رسیدن به جواب عملی در آزمایشگاه می‌باشد می‌رسیم.

با توجه به آنچه گفته شد اقدام به تبدیل ۱۴ سانتیمتر به ۱/۴ میلیمتر شده و مراتب به تائید اعضای شورای فیزیک رسیده است. امید آنکه جواب گویا و کافی‌بوده باشد.

پرسش:

فرض کنید، بر روی یک دستگاه توزین فنری ایستاده‌اید، و دستگاه در روی سطح زمین قرار دارد. نیرویی را که دستگاه نشان می‌دهد چه نیرویی است؟

این نیرو با نیروی گرانشی کل، نیروی گرانشی، نیروی جانب مرکز، و نیروی وزن چه رابطه‌ای دارد و در چه صورت‌هایی تغییر می‌کند. پاسخ‌های خود را به گروه فیزیک دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی ارسال فرمائید.

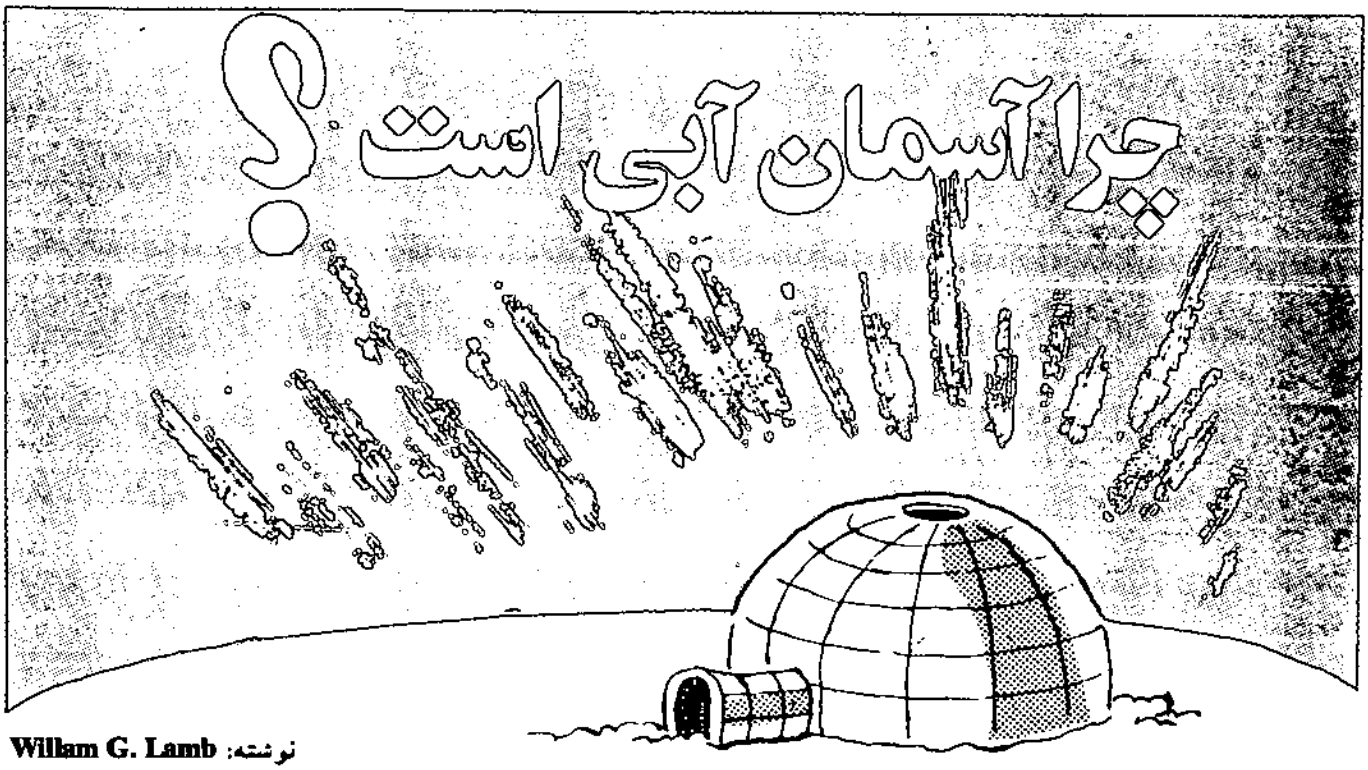
(۱) Br مخفف Brass به معنی برنج است.

(۲) درحل از طریق الف، θ از طرفین حذف می‌گردد و رابطه ــ ۲ به صورت زیر در می‌آید

$$\frac{l_{Br}}{l_{Fe}} = \frac{\lambda_{Br}}{\lambda_{Fe}} = \frac{۱۹ \times ۱۰^{-۶}}{۱۲ \times ۱۰^{-۶}} = \frac{l_{Br}}{l_{Fe}} = \frac{۱۹}{۱۲}$$

که به دما بستگی ندارد و به ازاء اختلاف طول‌های مشخص، طولهای مختلفی از آهن و برنج را می‌توان یافت که قبل و پس از افزایش دما اختلاف طولشان ثابت باشد، و این مسأله در صنعت مورد استفاده است.

چرا آسمان آبی است؟



نوشته: William G. Lamb

از مجله: January 1984
Volume 21 Number 4
Scince and children

ترجمه اصغر لطفی

هنگامیکه دانش‌آموزان دورهٔ راهنمایی متوجه شدند که من به فیزیک نجوم علاقمندم، اغلب از من می‌خواستند دو پدیدهٔ عمومی را توضیح بدهم:

الف چرا آسمان آبی است و (ب) چرا خورشید قبل از غروب در امتداد افق «کدویی له شده» به نظر می‌رسد.

من به راحتی به آنها می‌گفتم که آسمان به این دلیل آبی است که ذرات کوچک موجود در اتمسفر رنگ آبی را بیشتر از رنگ قرمز پراکنده می‌کنند.

و درست به همین راحتی توضیح می‌دادم که چرا خورشید کدویی له شده به نظر می‌رسد. زیرا که در این وضعیت خورشید در پائین امتداد افق قرار دارد وتصویر آن است که به وسیله اتمسفر شکسته می‌شود.

ولی هر دو توضیح برای دانش‌آموزان فقط مجموعه‌ای از کلمات بودند.

ممکن بود برخی از دانش‌آموزان طوطی‌وار آنچه را که من گفته بودم تکرار کنند.

امّا خیلی کم بودند آنهائیکه توضیحات را درک کرده باشند. در نتیجه برای نشان دادن عملی این اصول پیچیده تحقیق کردم، و در اینجا دو نمونه خوب آورده شده است چرا آسمان آبی است؟

برای پاسخ به این پُرسش نیازمند به توضیح و نشان دادن اصلی است که پدیدهٔ تایندال[1] نام دارد. ابتدا یک ظرف نگهداری ماهیها یا ظرف مشابه آن را فراهم کنید (ترجیحاً از ظرفی با کف شفاف و یک ظرف دیگر با کف کدر استفاده کنید).

ابعاد ایده‌آل برای ظرف عبارتند از ۲۵۰ میلیمتر طول ۱۵۰ میلیمتر عرض و ۱۵۰ میلیمتر ارتفاع اگر ظرف مناسبی پیدا نکردید، می‌توانید ظرفی را از چسباندن صفحات شیشه‌ای بیکدیگر بسازید برای چسباندن از چسبهای[2] سیلیس‌داری استفاده کنید که اغلب در فروشگاه‌هایی که ماهی‌های نقاط[3] گرمسیری را نگهداری می‌کنند وجود دارد.

اگر ظرف مناسبی دارید برای نشان دادن یک ماهی دو آزمایش زیر اقدام کنید.

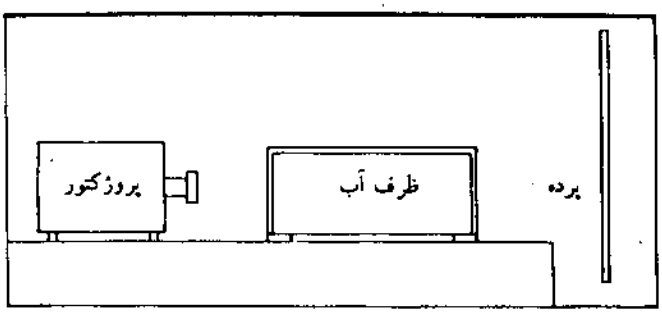
مقداری شیر و آب فراهم کنید، ظرف را از آب پر کنید، با استفاده از پروژکتور دسته پرتو را طوری تنظیم کنید تا نور از داخل

ظرف عبور کند و لکه روشنی برروی پرده یا یک قطعه کاغذ سفید یا دیوار ایجاد نماید (به شکل ۱ نگاه کنید).

هر لحظه چند قطره شیر به داخل آب اضافه کنید، تا اینکه مسیر نور در داخل ظرف کاملاً رویت شود، همچنان قطره قطره شیر به داخل آب بریزید و از پهلو به ظرف و به رنگ آب و لکه نورانی روی پرده نگاه کنید. باز هم شیر به داخل آب اضافه کنید، نوری که از کنارهای ظرف به خارج پراکنده می‌شود مایل به آبی به نظر می‌رسد، در حالیکه لکه نورانی واقع بر روی پرده به رنگ قرمز متمایل می‌شود.

از شیر سولفات سُدیم و اسید کلریدریک استفاده کنید.

۵ لیتر شیر سولفات سدیم (در عکاسی به نام هیپو مشهور است) با حل کردن ۱۰۰ گرم در ۵ لیتر آب فراهم کنید، مانند حالت قبل دسته پرتو پروژکتور را برروی ظرف و پرده بتابانید، پنج تا ده قطره اسید کلریدریک رقیق به آن اضافه کنید و با وارد کردن ضرباتی به بدنه ظرف آب را تکان دهید.



(هنگامیکه با اسید کلریدریک کار می‌کنید دستکش و پیش‌بند لاستیکی آزمایشگاه بپوشید) ذرات کلوئید موجب وقفه در رسوب گوگرد می‌شوند ونور از طرفین ظرف به خارج پراکنده می‌گردد. رنگ آن آبی و آبی‌تر دیده می‌شود. لکه نورانی روی پرده نیز به ترتیب زرد، نارنجی، و بالاخره قرمز رنگ به نظر می‌آید، هنگامیکه نمایش آبی بودن آسمان را مهیا می‌کنید اطاق را تا حدی که ممکن است تاریک کنید، به عنوان منبع نور می‌توانید از پروژکتور اسلاید یا اورهد استفاده کنید.

امّا یک آکواریم با کف کدر یا یک پروژکتور اورهد خوب کار نخواهند کرد، اگر از پروژکتور اسلاید استفاده می‌کنید، ممکن است که با استفاده از چهارچوب مقوایی یک اسلاید خالی و ورقه آلومینیمی یک اسلاید بسازید، در مرکز ورقه آلومینیمی سوراخی به قطر تقریبی ۱۸ میلیمتر ایجاد کنید. این اسلاید یک دسته پرتو نورانی خیلی مشخصی به وجود خواهد آورد.

چرا به هنگام غروب «خورشید به شکل کدو حلوایی له شده» به نظر می‌رسد؟

برای نشان دادن شکست نور خورشید به هنگام غروب، به وسایل زیر نیاز دارید، بطری تمیز بی‌رنگ و شفاف، چوب‌پنبه مناسب درب بطری، کاغذ یاداشتی که دایره به قطر ۱۰ میلیمتر در وسط آن رسم کرده و با ماژیک قرمز رنگی آن را رنگ کرده‌اید.

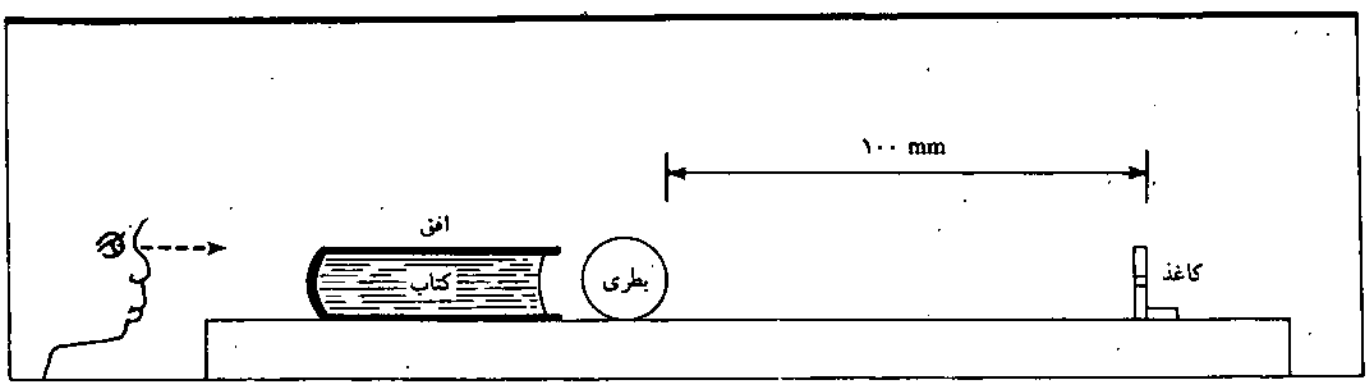
بطری را از آب تمیز پُر کنید، و چوب‌پنبه را درجای خود محکم نمائید وسایل را به ترتیبی که در شکل ــ ۲ نشان داده شده است مرتب کنید. دانش‌آموزی که در امتداد سطح کتاب و در امتداد افق قرار دارد به بطری نگاه می‌کند، لکه قرمز رنگ را روی کاغذ خواهد دید، حتیٰ فکر خواهد کرد لکه قرمز رنگی که در زیر افق قرار دارد در بالاتر از سطح کتاب است.

حالا بطری را حرکت دهید و ببینید که چه اتفاقی می‌افتد؟ توضیح مفهوم شکست مشکل است و این نمایش ساده روشی آسان برای شبیه سازی و نشان دادن خورشید به هنگام غروب است. یکبار که مواد لازم راجمع‌آوری کنید، هر زمانی که دانش‌آموزی از شما بپرسد چرا خورشید به وقت غروب به رنگ کدوی حلوائی و به صورت له شده بنظر می‌رسد، و چرا آسمان آبی است می‌توانید بلافاصله این آزمایش‌ها را تکرار کنید.

پایان

---

1 – tyndall effect
2 – Silicon rubber
3 – tropical fish



مُعرّفی کتاب

کتابها و نشریات زیر در ارتباط با مطالب علمی فیزیک دوره دبیرستان چاپ و منتشر شده‌اند که مطالعهٔ آنها به همکاران محترم توصیه می‌شود.

۱ ــ فیزیک،
مارچلوآلونسو و ادوارد جی. فین
ترجمه لطیف کاشیگر

لازم به توضیح است که در مجله شماره ۱ رشد آموزش فیزیک تصویری از کتاب فوق الذکر به جای فیزیک عمومی تألیف مارچلوآلونسو و ادوارد جی فین، ترجمه لطیف کاشیگر از انتشارات نشر دانشگاهی آورده شده است بدین وسیله اصلاح می‌شود.

۲ ــ تلفن

مؤلفان اصغر لطفی ــ یونس نوروزیان
از انتشارات دفتر امور کمک آموزشی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی

در این کتاب، طرز باز و بسته کردن قسمت‌های مختلف، عیب‌یابی و تعمیر و اساس کار هر یک از المان‌های فیزیکی، تلفن‌هایی که شرکت مخابرات در اختیار مشترکین قرار می‌دهد بیان شده است.

۳ ــ فیزیک عملی

مؤلف اصغر لطفی

از انتشارات دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی، در این کتاب طرز ساختن وسایل ساده آزمایشگاهی و نحوه تامین وسایل آزمایشگاه‌های کشور بیان شده است.

۴ ــ روش‌های نوین در تکنولوژی ساخت لایه‌ها

مقدمه‌ای بر تکنیک‌های خلاء پراکنش
پلاسما و کاربردهای آن
چشمه‌ها و پرتوهای یونی
از انتشارات سازمان انرژی اتمی ایران (۱)
تألیف دکتر علی معتمد اکتسابی

۵ ــ اصول کاربُرد حرارتی انرژی خورشیدی

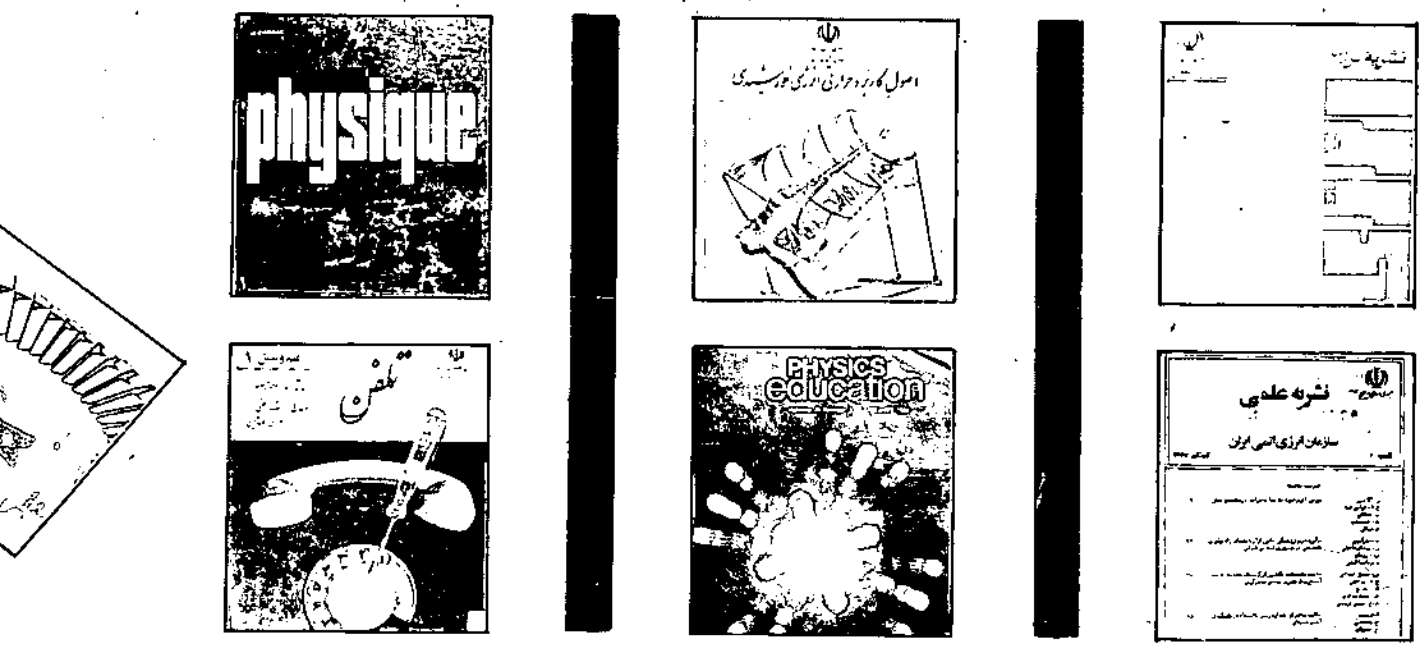
تالیف و ترجُمه: دکتر محمد علی عبدلی
از انتشارات سازمان انرژی اتمی ایران (۲)

۶ ــ آزمایشهای فیزیک

سال اوّل ــ آموزش متوسطه عمومی
این کتاب برای اوّلین بار در سال تحصیلی ۱۳۶۴ ــ ۱۳۶۵ جزءِ کتابهای درسی در اختیار دانش‌آموزان کشور قرار خواهد گرفت.

۷ ــ آزمایشهای فیزیک سال دوّم

علوم تجربی ــ ریاضی و فیزیک
این کتاب برای اوّلین بار در سال ۱۳۶۴ ــ ۱۳۶۵ جزءِ کتابهای درسی در اختیار دانش‌آموزان قرار خواهد گرفت



معرفی نشریات

نشریات زیر در ارتباط با مطالب فیزیک در کشور چاپ و منتشر می‌شود، مطالعه این نشریات را برای سروران همکاران ارجمند مفید می‌داند.

۱ ــ **مجله فیزیک** از انتشارات **گروه فیزیک** مرکز نشر دانشگاهی

این مجله شامل مقاله‌های علمی فیزیک و قابل استفاده می‌باشد

علاقمندان به مطالعه این مجله می‌توانند مستقیماً با گروه فیزیک مرکز نشر دانشگاهی واقع در خیابان خالد استانبولی مکاتبه فرمایند.

۲ ــ **نشریه انرژی** شماره ۱ و ۲ سال سوم فروردین و اردیبهشت ۱۳۶۴

از انتشارات وزارت نیرو منتشر شد

۳ ــ **نشریه علمی** از انتشارات سازمان انرژی اتمی

۴ ــ **بولتن آماری صنعت برق ایران** از انتشارات وزارت نیرو

۵ ــ **فصلنامه تعلیم و تربیت سال اول** شماره ۱ بهار ۶۴

نشریه سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش

۶ ــ **Physics Education** از هر شماره این مجله یک جلد به کتابخانه سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی می‌رسد. علاقمندان می‌توانند از مجله در محل کتابخانه استفاده کنند.

اخبار آموزشی ــ تربیتی،

۱ ــ دفتر پژوهش امور هنری و نمونه‌سازی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی در اردیبهشت ماه ۶۴ توفیق یافت تا نخستین جشنواره بین‌المللی فیلمهای آموزشی تربیتی را پس از پیروزی انقلاب اسلامی ایران و همزمان با هفته معلّم برگزار کند.

۲ ــ دنیایی علاقه و دنیایی فعالیت

اطلاع یافتیم که دبیران محترم دروس فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی در شهرستان قزوین موفق شده‌اند در درسهای مربوطه تمامی دانش‌آموزان رشته‌های ریاضی فیزیک و علوم تجربی را به آزمایشگاه ببرند و زمینه‌ای فراهم شده است تا تمامی خواهران و برادران دانش‌آموز شخصاً به انجام آزمایشهای لازم بپردازند.

یکی از دبیران فیزیک قزوین اظهار می‌داشت که در پایان ساعت کار آزمایشگاه ما مجبور می‌شویم کراراً از دانش‌آموزان بخواهیم تا آزمایشگاه را ترک کنند. قابل توجه است که خواهران نیز در انجام آزمایش از برادران کم علاقه‌تر نیستند، گاهی تا ساعت ۱۹ آزمایشگاه برای آنکه دانش‌آموزان کار خود را تمام کنند، باز می‌ماند. از فعالیت این همکاران قدردانی و سپاسگزاری می‌کنیم. و برای همکاران گرامی خود در قزوین و همه آنانکه در نقاط مختلف کشور برای اعتلاء دانش و بینش جوانان در جمهوری اسلامی تلاش می‌کنند از خداوند طلب توفیق داریم.

سردبیر

تست فیزیک و مکانیک
سؤالهای کنکور سراسری

نظر به اینکه مسابقات ورودی دانشگاههای کشور به صورت تست انجام می‌گیرد به منظور آگاهی سروران همکاران ارجمند با تستهای ارائه شده در امتحانات ورودی و نکاتی که باید در ساختن تست رعایت شود، از این شماره به بعد همواره سعی خواهیم کرد تا تعدادی از تستهای امتحانات ورودی و تعدادی از تستهایی توسط برادران اعضا گروه فیزیک از مآخذ معتبر ترجمه و عیناً در اختیار دبیران فیزیک قرار دهیم.

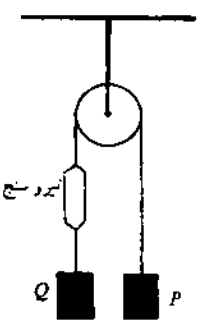
تستهایی که در این شماره می‌آید، تستهای مرحله اول و دوم مسابقات ورودی گروههای تجربی و ریاضی فیزیک در سالهای ۶۳ ــ ۶۲ و ۶۴ ــ ۶۳ می‌باشد در شماره بعد تستهای دیگری تقدیم خوانندگان خواهد شد.

نام آزمون: فیزیک سال ۶۳ ــ ۶۲

گروه آزمایشی علوم تجربی

۲۰۵ ــ در شکل مقابل وزن هریک از وزنه‌های P و Q برابر ۵۰ نیوتن و دستگاه در حال تعادل است. وزن نیروسنج و نخ و اصطکاک قرقره ناچیز فرض میشود. نیروسنج چه نیروئی را نشان می‌دهد؟

۱) صفر ۲) ۲۵ نیوتن ۳) ۵۰ نیوتن ۴) ۱۰۰ نیوتن



۲۰۶ ــ می‌دانید جرم حجمی آب با دما تغییر می‌کند. در کدام دما (برحسب درجه سلسیوس) تغییرات جرم حجمی آب به کمترین مقدار خود می‌رسد؟

۱) درصفر درجه ۲) در ۴درجه ۳) در ۳۷ درجه ۴) در ۱۰۰ درجه

۲۰۷ ــ در یک لوله شیشه‌ای در دمای معمولی مایعی به جرم حجمی ρ تا ارتفاع h ریخته شده و بنابراین فشار آن بر ته لوله pgh است. اگر دمای مایع بالا رود و انبساط خود لوله ناچیز باشد فشار مایع بر ته لوله:

۱) زیاد میشود، زیرا h و ρ هر دو زیاد میشوند

۲) زیاد میشود، زیرا h افزایش می‌یابد و ρ تغییر نمی‌کند

۳) تغییر نمیکند، زیرا h افزایش و ρ کاهش می‌یابد

۴) کم میشود، زیرا کاهش ρ بیشتر از افزایش h است.

۲۰۸ ــ جرم حجمی گاز کاملی در شرایط استاندارد (فشار آتمسفر و دمای صفر درجه سلسیوس) برابر ۱/۴ کیلوگرم بر متر مکعب است. جرم حجمی این گاز در فشار ۲ آتمسفر و دمای ۲۷۳ درجه سلسیوس برحسب کیلوگرم بر مترمکعب چقدر است؟

۱) ۰/۷ ۲) ۱/۴ ۳) ۲/۸ ۴) ۵/۶

۲۰۹ ــ امواج صوتی حاصل از یک منبع صوت در هوا به شکل کره منتشر می‌شوند. هرگاه شعاع کره موج دو برابر شود چگالی انرژی صوتی چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۱}{۱۶}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۲۱۰ ــ واحد شدت صوت برابرست با:

۱) $\frac{\text{وات}}{\text{مترمربع}}$ ۲) وات × مترمربع ۳) $\frac{\text{ژول}}{\text{مترمربع}}$ ۴) دسی‌بل

۲۱۱ ــ در حرکت نوسانی ساده، در لحظه‌ای که بُعد حرکت صفر است.....

۱) سرعت و شتاب هر دو صفر است
۲) سرعت و شتاب هر دو ماکزیمم است
۳) سرعت صفر و شتاب ماکزیمم است
۴) سرعت ماکزیمم و شتاب صفر است

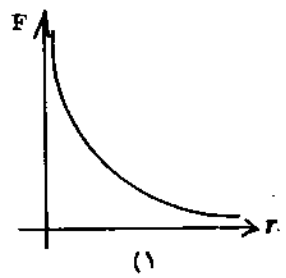
۲۱۲) فرکانس یکی از امواج فرستنده رادیو ایران ۴ مگاهرتز است. طول موج مربوط به این امواج برابر است با:

۱) ۳۷/۵ متر ۲) ۷۵ متر ۳) ۱۵۰ متر ۴) ۳۰۰ متر

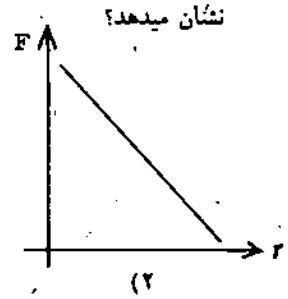
۲۱۳ ــ افت پتانسیل در داخل یک پیل که از آن جریان گرفته می‌شود:

۱) با شدت جریان نسبت مستقیم و با مقاومت درونی پیل نسبت معکوس دارد
۲) با شدت جریان نسبت معکوس و با مقاومت درونی پیل نسبت مستقیم دارد
۳) با شدت جریان و مقاومت درونی پیل نسبت مستقیم دارد
۴) با شدت جریان و مقاومت درونی پیل نسبت معکوس دارد

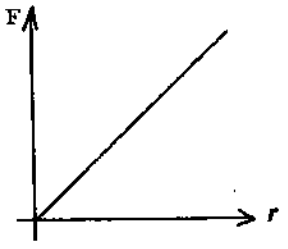
۲۱۴ ــ کدامیک از نمودارهای زیر تغییرات نیروی الکترو استاتیکی کولنی بین دو بار الکتریکی را برحسب فاصله آنها درست نشان میدهد؟



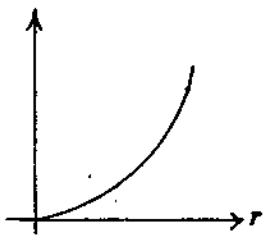
۱)



۲)



۳)



۴)

۲۱۵ ــ کدام یک از وسایل زیر وقتی از آن جریان پیوسته عبور می‌کند می‌تواند میدان مغناطیسی یکنواخت ایجاد کند؟

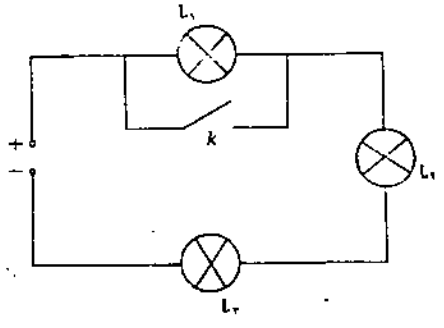
۱) سولنوئید طویل در اطراف خود
۲) سولنوئید طویل در درون خود
۳) سیم پیچ حلقه‌ای کوتاه در درون خود
۴) سیم راست طویل در اطراف خود

۲۱۶ ــ یک انباره ۱۲ ولت، ۶۰ آمپر ساعتی، چه مدت می‌تواند لامپ ۱۲ ولت، ۳۶ واتی را روشن کند؟

۱) ۱۶ ساعت ۲) ۲۰ ساعت ۳) ۳۶ ساعت ۴) ۶۰ ساعت

۲۱۷ ــ سه لامپ مشابه در مداری مطابق شکل قرار دارند، کلید K باز و لامپ‌ها روشن هستند. اگر کلید K بسته شود:

۱) لامپ L_1 خاموش و دو لامپ دیگر پرنورتر میشوند
۲) لامپ L_1 پرنورتر و دو لامپ دیگر کم نورتر میشوند
۳) هر سه لامپ پرنورتر میشوند
۴) هر سه لامپ کم نورتر می‌شوند



۲۱۸ ــ انرژی مصرفی یک لامپ ۱۰۰ واتی که در هر شبانه‌روز ۱۰ ساعت روشن است در هر ماه (۳۰ شبانه‌روز) برحسب کیلووات ساعت برابر است با:

۱) ۳۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۳۰۰۰

۲۱۹ ــ خازن متغیری را که ظرفیت آن از ۱ تا ۵۰ میکروفاراد قابل تغییر است به برق شهر وصل می‌کنیم. هرگاه ظرفیت این خازن را از یک میکروفاراد بتدریج افزایش دهیم، شدت جریان در مدار خازن:
۱) مرتباً افزایش می‌یابد.
۲) مرتباً کاهش می‌یابد
۳) تا ظرفیت معینی کاهش و سپس افزایش می‌یابد
۴) تغییر محسوسی نمی‌کند

۲۲۰ ــ بین دو سر سیم پیچی اختلاف پتانسیل متناوب با مقدار مؤثر Ve برقرار است و از آن جریان مؤثر Ie می‌گذرد. اختلاف فاز بین شدت جریان و اختلاف پتانسیل در هر لحظه برابر φ است. اگر یک هسته آهنی وارد سیم پیچ کنیم:
۱) Ie افزایش و φ کاهش می‌یابد
۲) Ie کاهش و φ افزایش می‌یابد
۳) Ie و φ هر دو افزایش می‌یابند
۴) Ie و φ هر دو کاهش می‌یابند

۲۲۱ ــ چشم شخصی دوربین است و اشیاء نزدیک‌تر از ۷۵ سانتیمتر به چشم خود را واضح نمی‌بیند. این شخص برای خواندن روزنامه که آنرا در فاصله ۳۰ سانتیمتری چشم خود نگاهمیدارد از چه عینیک باید استفاده کند؟
۱) همگرا، نمره ۰/۵+ ۲) همگرا، نمره ۲+ ۳) واگرا، نمره ۲- ۴) واگرا، نمره ۴/۵-

۲۲۲ ــ شخصی به فاصله معینی از یک آینه تخت ایستاده است و تصویر خود را در آن می‌بیند. اگر این شخص با سرعت ۲ m/s به آینه نزدیک شود سرعت انتقال تصویر او در آینه برحسب متر بر ثانیه برابر است با:
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۲۳ ــ توسط عدسی همگرائی به فاصله کانونی ۵ سانتیمتر از درختی به ارتفاع ۲۰ متر تصویری در سطح کانونی عدسی به طول ۲ سانتیمتر بدست آمده است. فاصله درخت از عدسی برابر است با:
۱) ۵۰ متر ۲) ۱۰۰ متر ۳) ۵۰۰ متر ۴) ۱۰۰۰ متر

۲۲۴ ــ اتم درصورتی، نور تابش می‌کند که:
۱) در اثر گرما الکترون مستقیماً به فوتون تبدیل شود
۲) الکترون جذب هسته اتم شود
۳) الکترون از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پائین‌تر پرش کند
۴) الکترون از تراز انرژی پائین‌تر به تراز انرژی بالاتر پرش کند

۲۲۵ ــ کدام یک از مطالب زیر در مورد تابش اجسام درست است؟
۱) سطحی که دود اندود شده باشد تمام پرتوهائی را که به آن می‌تابد جذب می‌کند
۲) اگر جسمی جذب کننده قوی باشد نشر کننده ضعیفی خواهد بود
۳) میزان انرژی تابشی یک جسم بستگی به دما و طبیعت سطح خارجی جسم دارد
۴) سطوح فلزی صیقلی تمام انرژی تابش شده را بازمی‌تابند

۲۲۶ ــ یکدسته پرتو نور موازی با زاویه تابش i بر یک وجه تیغه متوازی السطوحی می‌تابد و از وجه دیگر آن خارج می‌شود. در مسیر پرتو خروجی، آئینه مسطحی است که این پرتو را بر روی خودش باز می‌تاباند. زاویه بین تیغه و آئینه چقدر است؟
۱) صفر ۲) $\frac{i}{2}$ ۳) i ۴) 2i

۲۲۷ ــ کدام یک از پرتوهای زیر جریانی از ذرات الکتریسیته منفی است؟
۱) کاتودیک ۲) آلفا ۳) ایکس ۴) گاما

۲۲۸ ــ در امواج الکترو مانتیک راستای میدان مغناطیسی:
۱) موازی با راستای انتشار موج است
۲) موازی با راستای میدان الکتریکی است
۳) با راستای میدان الکتریکی زاویه مشخصی نمیسازد
۴) عمود بر راستای میدان الکتریکی است

۲۲۹ ــ فرق اساسی بین پرتوهای گاما و پرتوهای ایکس در این است که:

۱) قابلیت نفوذ پرتوهای ایکس در ماده بیشتر از پرتوهای گاما است

۲) پرتوهای گاما دارای بار الکتریکی منفی و پرتوهای ایکس از نظر الکتریکی خنثی هستند

۳) پرتوهای گاما معمولاً در اثر تغییر انرژی در هسته اتم و پرتوهای ایکس در اثر تغییر انرژی در الکترونهای اتم حاصل میشوند

۴) طول موج پرتوهای گاما خیلی بیشتر از طول موج پرتوهای ایکس است

۲۳۰ ــ دو عنصر رادیواکتیو که خاصیت رادیو اکتیویته یکسان دارند دارای نیمه عمر متفاوتند. شدت تابش عنصری که نیمه عمر کوتاهتر دارند:

۱) مساوی شدت تابش عنصر با نیمه عمر بلندتر است

۲) کمتر از شدت تابش عنصر با نیمه عمر بلندتر است

۳) بیشتر از شدت تابش عنصر با نیمه عمر بلندتر است

۴) ممکن است در اثر گرما تغییر کند و با شدت تابش عنصر دیگر برابر شود

نام آزمون: فیزیک سال ۶۲
گروه آزمایشی علوم تجربی

۱ ــ گلوله‌ای با سرعت اولیه ۷۰ از ارتفاع h نسبت به سطح زمین در امتداد قائم به طرف پائین پرتاب می‌شود. در همین لحظه گلولهٔ دیگری با سرعت اولیه ۴۷۰ در همان راستا از سطح زمین رو به بالا پرتاب می‌گردد:

الف در چه فاصله‌ای از سطح زمین این دو گلوله به هم برخورد می‌کنند؟

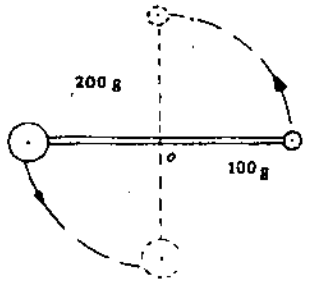
ب ــ نشان دهید برای این که دو گلوله بالای سطح زمین با هم برخورد کنند باید رابطه زیر برقرار باشد

$$V_0^2 > \frac{gh}{40}$$

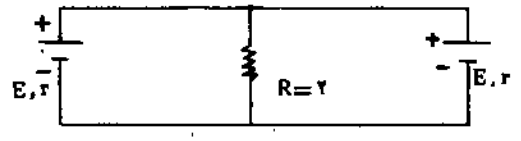
۲ ــ جسمی روی سطح افقی به حال سکون قرار دارد. این جسم تحت تاثیر نیروی ثابت ۴۰ نیوتن که بزآیند دو نیروی محرک و اصطکاک است به حرکت درمی‌آید و در مدت ۵ ثانیه مسافت ۲۵ متر را می‌پیماید. اگر پس از این مدت نیروی محرک قطع شود جسم در ۵ ثانیه بعدی چه مسافتی را خواهد پیمود و سرعت آن در پایان این مدت چه اندازه است؟ ضریب اصطکاک جسم با سطح $\mu_k = 0/2$ است. $g \simeq 10\ m/s^2$

۳ ــ به دو سر خط کش سبکی دو وزنه یکی به جرم ۱۰۰ گرم و دیگری به جرم ۲۰۰ گرم نصب شده است به طوری که فاصلهٔ بین مرکزهای ثقل دو وزنه ۶۰ سانتیمتر است. این خط کش می‌تواند حول محور افقی که درست از وسط فاصلهٔ مراکز وزنه‌ها می‌گذرد در سطح قائم بچرخد. ابتدا خط کش را مطابق شکل در وضع افقی نگاه داشته سپس آن را رها می‌کنیم. سرعت وزنه‌ها در لحظه‌ای که از وضعیت قائم می‌گذرند چه اندازه است؟

$g = 10\ m/s^2$



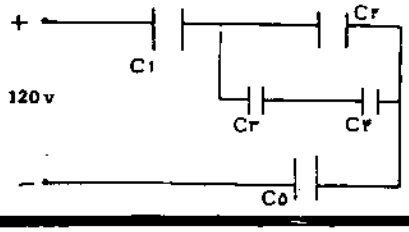
۴ ــ در مدار شکل مقابل، نیروی محرکهٔ هر یک از پیلها $E = 1/5^V$ و مقاومت درونی آنها $r = 0/5\ \Omega$ است. شدت جریان را در مقاومت ۲ اهمی R حساب کنید.



۵ ــ پنج خازن مشابه هر یک به ظرفیت ۱ میکروفاراد مطابق شکل به هم بسته شده‌اند و به دو سر مجموعه اختلاف پتانسیل ۱۲۰ ولت برقرار است:

الف ــ ظرفیت معادل این مدار را حساب کنید.

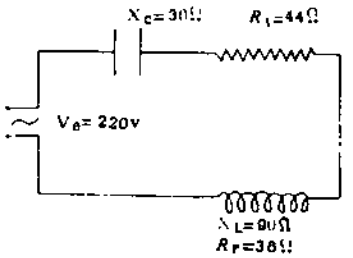
ب ــ بار الکتریکی خازن C_2 چه اندازه است؟



۶ ــ مداری مطابق شکل مقابل، که شامل مقاومت $R_1 = 44\,\Omega$ و خازنی به مقاومت ظرفیتی $X_c = 30\,\Omega$ و سیم پیچی به مقاومت اهمی $36\,\Omega = R_2$ و «مقاومت القائی» $X_L = 90\,\Omega$ بطور سری است، به برق شهر (۲۲۰ ولت ۵۰ هرتز) متصل است:

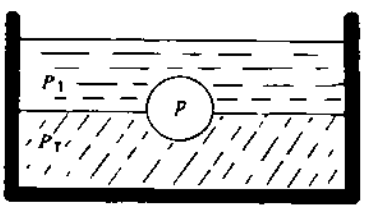
الف ــ اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از اجزاء مدار را حساب کنید.

ب ــ X_c را چقدر انتخاب کنیم تا شدت جریان در مدار ماگزیمم شود؟



۷ ــ مطلوبست کوتاهترین طول لوله‌های صوتی باز و بسته‌ای که صوت حاصل از آنها در هوای صفر درجه سلسیوس با صوت حاصل از دیاپازنی که فرکانس ارتعاش آن ۱۶۰ هرتز است تشدید حاصل کند. سرعت صوت در هوای صفر درجه $330\ m/s$ است

۸ ــ در ظرفی دو مایع مخلوط نشدنی به جرمهای حجمی P_1 و P_2 ریخته شده است. جسمی به جرم حجمی P $(P_1 < P < P_2)$ و به حجم V مطابق شکل در سطح مشترک دو مایع شناور است. چه کسری از حجم جسم در مایع پائینی قرار دارد؟



۹ ــ شخص دوربینی که کمترین فاصلهٔ دید او یک متر است می‌خواهد کتابی را که در فاصله ۴۰ سانتیمتری چشمش قرار دارد بخواند. برای این کار ذره‌بینی به همگرائی ۴ دیوپتری بکار می‌برد معین کنید ذره‌بین را در چه فاصله از چشم خود باید نگاه دارد تا بتواند کتاب را به راحتی بخواند؟

۱۰ ــ یک منبع تولید نور، دو نور تکرنگ یکی بطول موج $\lambda_1 = 0.6\mu$ (در ناحیهٔ زرد طیف) و دیگری بطول موج $\lambda_2 = 0.4\mu$ (در ناحیهٔ بنفش طیف) تولید می‌کند. هرگاه شکافهای آزمایش یانگ را که به فاصلهٔ یک میلیمتر از یکدیگر قرار دارند به وسیلهٔ این منبع روشن کنیم در روی پرده‌ای که به فاصلهٔ یک متر از صفحه شکافها قرار دارد دو نوار روشن هم شماره مربوط به این طول موجها در چه فاصله‌ای از یکدیگر تشکیل میشوند؟

سال ۶۴ ــ ۶۳ مرحله اول

۲۱۱ ــ دو اتومبیل A و B به ترتیب در هر ساعت ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتر راه می‌روند. اگر اتومبیل A مسافتی را در ۶ ساعت طی کند اتومبیل B همین مسافت را در چه مدت می‌پیماید؟

۱) ۳ ساعت ۲) ۳ ساعت و ۳۶ دقیقه

۳) ۴ ساعت و ۴۸ دقیقه ۴) ۷ ساعت و ۳۰ دقیقه

۲۱۲ ــ جسمی به جرم ۴۰ گرم و به حجم ۲۰ سانتیمتر مکعب داخل آب قرار گرفته و پائین میرود شتاب سقوط جسم چقدر است؟ (از مقاومت آب در مقابل حرکت جسم صرفنظر میشود)

۱) صفر ۲) $\frac{g}{2}$ ۳) g ۴) $1/5g$

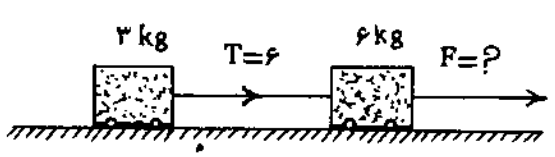
۲۱۳ ــ ضریب اصطکاک چوب روی چوب $\frac{3}{10}$ است. برای کشیدن قطعه چوبی به جرم ۱۰ کیلوگرم بر روی میز چوبی افقی حداقل چند نیوتن نیرو لازم است؟

۱) ۳ ۲) ۳۰ ۳) $\frac{100}{3}$ ۴) ۱۰۰

$(g = 10\,m/s^2)$

۲۱۴ ــ دو وزنهٔ ۳ و ۶ کیلوگرمی مطابق شکل توسط ریسمان سبک و محکمی به هم بسته شده و روی سطح افقی بدون اصطکاکی با نیروی افقی F کشیده میشوند. اگر نیروی کشش ریسمان (T) برابر ۶ نیوتن باشد اندازهٔ نیروی F چند نیوتن است؟

۱) ۶ ۲) ۹ ۳) ۱۸ ۴) ۳۶



۲۱۵ ــ نیروی موتور اتومبیلی که با سرعت ثابت حرکت می‌کند ۱۵۰۰ نیوتن است. اگر توان موتور در این حالت ۳۶ کیلووات باشد، سرعت اتومبیل چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱۲ ۲) ۱۸ ۳) ۲۴ ۴) ۱۲×۹/۸

۲۱۶ ــ اگر فشار و دمای مطلق یک گاز کامل هر یک سه برابر شود، جرم حجمی آن:

۱) به $\frac{۱}{۹}$ مقدار اولیه میرسد ۲) سه برابر میشود

۳) نه برابر میشود ۴) ثابت می‌ماند

۲۱۷ ــ به دو گلولهٔ آهنی بجرم‌های متفاوت بترتیب ۱۸۴ ژول و ۴۱۴ ژول گرما میدهیم هر یک از آنها $۴۰^{\circ}C$ افزایش دما پیدا میکنند اگر گرمای ویژه آهن $۴۶۰\ j/Kg^{\circ}C$ باشد، اختلاف جرم این دو گلوله چند گرم است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۱۲/۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵۰

۲۱۸ ــ مقداری هوا را که درجه حرارت آن $۷^{\circ}C$ و فشارش یک اتمسفر است آنقدر متراکم می‌کنیم تا حجم آن به $\frac{۱}{۶}$ حجم اولیه خود برسد. اگر در این عمل درجه حرارت هوا به $۷۷^{\circ}C$ افزایش پیدا نماید فشار هوای متراکم چند اتمسفر است؟

۱) ۷/۵ ۲) ۱۲/۵ ۳) ۱۵ ۴) ۶۶

۲۱۹ ــ قطعه چوب استوانه‌ای شکل به سطح قاعده $۱۵Cm^{۲}$ و به ارتفاع ۱۰Cm بطور قائم در سطح آب شناور است ۵ سانتیمتر آن از آب بیرون است. وزنه‌ای روی آن قرار می‌دهیم که تمام قطعه در آب غوطه‌ور میشود، جرم وزنه چند گرم است؟

۱) ۳۷/۵ ۲) ۷۵ ۳) ۱۵۰ ۴) ۳۰۰

۲۲۰ ــ دو میله به طولهای $l_۱$ و $l_۲ = ۲l_۱$ و ضرائب انبساط طولی $\lambda_۱$ و $\lambda_۲ = \frac{\lambda_۱}{۲}$ را از صفر درجه سلسیوس به $۱۰۰^{\circ}C$ می‌رسانیم:

۱) ازدیاد طول هر دو میله با هم برابر است

۲) ازدیاد طول میلهٔ اول دو برابر ازدیاد طول میله دوم است

۳) ازدیاد طول میله دوم دو برابر ازدیاد طول میله اول است

۴) ازدیاد طول‌ها با معلومات داده شده قابل مقایسه نیستند

۲۲۱ ــ قطعه چوبی بر سطح آب شناور و بحال تعادل است وزن چوب:

۱) از نیروئی که آب بر آن واردمی‌کند کمتر است

۲) با فشار که آب بر آن وارد می‌کند برابر است

۳) با نیروئی که آب بر آن وارد می‌کند برابر است

۴) با وزن آب هم حجم آن برابر است

۲۲۲ ــ یک ملکول گرم هیدروژن در دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک آتمسفر ۲۲/۴ لیتر حجم دارد. حجم آن در دمای ۲۷۳ درجه سلسیوس و فشار ۲ آتمسفر چند لیتر است؟

۱) ۵/۶ ۲) ۱۱/۲ ۳) ۲۲/۴ ۴) ۴۴/۸

۲۲۳ ــ کدام یک از کمیت‌های زیر اسکالر است؟

۱) شتاب ۲) شدت میدان الکتریکی

۳) شدت میدان مغناطیسی ۴) کار

۲۲۴ ــ ۹۸/۶ درجه فارنهایت چند کلوین است؟

۱) ۲۷ ۲) ۲۷۳ ۳) ۳۱۰ ۴) ۳۷۲/۴

۲۲۵ ــ دندانپزشکی آئینه مقعری به شعاع ۶ سانتی‌متر را بفاصله ۲/۵ سانتیمتری دندانی که پر میکند نگاه داشته است. تصویر دندان در این آئینه چگونه است؟

۱) حقیقی و در فاصله $\frac{۳۰}{۷}$ سانتیمتری آئینه

۲) حقیقی و در فاصله ۱۵ سانتیمتری آئینه

۳) مجازی و در فاصله $\frac{۳۰}{۷}$ سانتیمتری آئینه

۴) مجازی و در فاصله ۱۵ سانتیمتری آئینه

۲۲۶ ــ ضریب شکست محیطی نسبت به هوا $\sqrt{۲}$ است. زاویهٔ حد آن وقتی‌که‌نور از محیط مزبور وارد هوا می‌شودچند درجه است؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۲ ۳) ۱۵ ۴) ۶۰

۲۲۷ ــ طول موج نوری در خلاء ۰/۶ میکرون است. اگر این نور وارد آب به ضریب شکست $\frac{۴}{۳}$ شود طول موج نور در آن برابر با چند میکرون است؟

۱) ۰/۴۵ ۲) ۰/۶ ۳) ۰/۸ ۴) ۱/۶

۲۲۸ ــ بزرگترین فاصلهٔ دید واضح چشم نزدیک‌بینی ۴۰ سانتی‌متر است. همگرائی عینکی که این چشم برای دیدن اشیای خیلی

دور لازم دارد، چند دیوپتری است؟

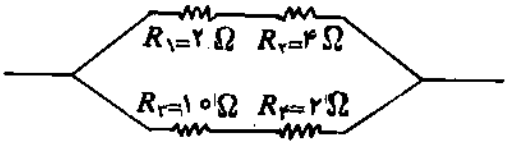
۱) ۲/۵- ۲) ۰/۴- ۳) ۰/۴+ ۴) ۲/۵+

۲۲۹ ــ در یک حرکت نوسانی ساده، اندازه اختلاف فاز میان سرعت و شتاب حرکت در هر لحظه برابر است با:

۱) صفر ۲) $\frac{\pi}{4}$ ۳) $\frac{\pi}{2}$ ۴) π

۲۳۰ ــ چهار مقاومت مطابق شکل بدو سر مولدی وصل شده است. در کدام مقاومت بیشتر گرما تولید می‌شود؟

۱) R_1 ۲) R_2 ۳) R_3 ۴) R_4

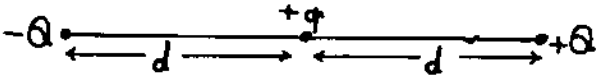


۲۳۱ ــ تار مرتعشی بطول یک متر ۲ گرم جرم دارد این تار با نیروی ۲۰N کشیده میشود اگر در طول تار فقط یک شکم تولید شود تواتر تار برابر است با:

۱) ۲۵HZ ۲) ۵۰HZ ۳) ۱۰۰HZ ۴) ۲۰۰HZ

۲۳۲ ــ در یک لوله صوتی باز بطول ۴۵ سانتی‌متر هم‌آهنگ سوم ایجاد شده است فاصله دو گره متوالی چند سانتی‌متر است؟

۱) ۷/۵ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۲/۵



۲۳۳ ــ اندازهٔ نیروی کولنی بین دو بار Q و q در فاصله d برابر با F است. مطابق شکل اندازه برآیند نیروهای وارد از طرف دو بار Q+ و Q- بر بار q+ برابر است با:

۱) صفر ۲) $\frac{F}{2}$ ۳) F ۴) 2F

۲۳۴ ــ دو صفحه خازنی را که بیک باطری متصل است از یکدیگر دور می‌کنیم، کدام کیفیت اتفاق می‌افتد؟

۱) بار الکتریکی خازن بیشتر می‌شود

۲) بار الکتریکی خازن ثابت می‌ماند

۳) بار الکتریکی خازن کمتر می‌شود

۴) ظرفیت خازن بیشتر می‌شود

۲۳۵ ــ در مدار جریان متناوب بین سلف و خازن کدامیک از روابط زیر باید برقرار باشد تا مدار بحال تشدید در آید؟

۱) $X_L = -Xc$ ۲) $X_L = Xc$

۳) $X_L Xc = -1$ ۴) $X_L Xc = 1$

۲۳۶ ــ روی یک لامپ الکتریکی اعداد ۶۰ W و ۲۲۰ V نوشته شده است. اگر وقتی که این لامپ به برق ۲۲۰ ولت متصل است با تمام توان خود کار کند مقاومت الکتریکی آن تقریباً چند اهم است؟

۱) ۷/۱ ۲) ۱۶/۳ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰۷

۲۳۷ ــ بوسیلهٔ بلندگو کدام یک از عوامل فیزیکی صوت تقویت میشود؟

۱) دامنه ۲) سرعت ۳) طول موج ۴) فرکانس

۲۳۸ ــ وقتی که مدار جریان متناوب فقط شامل خازن است:

۱) توان در خازن به صورت گرما به مصرف می‌رسد و اختلاف فاز بین شدت و اختلاف پتانسیل $\frac{\pi}{4}$ است

۲) توان در خازن به صورت گرما به مصرف می‌رسد و شدت جریان و اختلاف پتانسیل همفازند

۳) توان در مدار به مصرف نمی‌رسد و شدت جریان نسبت به اختلاف پتانسیل $\frac{\pi}{2}$ عقب است

۴) توان در مدار به مصرف نمی‌رسد و شدت جریان نسبت به اختلاف پتانسیل $\frac{\pi}{2}$ جلو است

۲۳۹ ــ اگر در یک مدار جریان متناوب شدت جریان نسبت به اختلاف پتانسیل به اندازه $\frac{\pi}{2}$ تأخیر فاز داشته باشد آن مدار تشکیل شده است از یک:

۱) خازن ۲) خازن و مقاومت

۳) سلف بدون مقاومت ۴) مقاومت و سلف

۲۴۰ ــ یکی از ایزوتوپهای عنصر کلر، Cl^{35} است. در این عنصر عدد ۱۷ معرف چیست؟

۱) تعداد پرتونهای درون هسته

۲) تعداد نوترنهای درون هسته

۳) تفاضل نوترونها و پرتونهای درون هسته

۴) مجموع نوترونها و پروتونهای درون هسته

نام آزمون: فیزیک مکانیک سال ۶۳ ـ ۶۲
گروه آزمایشی ریاضی فیزیک

۲۱۶ ـ جسم کروی شکل توخالی به وسیلهٔ نخی به ته ظرف پر از آبی بسته شده و جسم درون آب به حالت تعادل است و مجموعه این دستگاه بر سطح افقی قرار دارد. هرگاه این دستگاه روی سطح شیب‌داری به زاویه شیب ۳۰ درجه به حال تعادل قرار گیرد، زاویه‌ایکه راستای نخ با سطح آزاد مایع می‌سازد برابر است با:

۱) ۱۵° ۲) ۳۰° ۳) ۶۰° ۴) ۹۰°

۲۱۷ ـ شدت میدان جاذبه نیوتنی حاصل از یک سیاره در نقطه‌ای به فاصله r_1 از مرکز آن برابر g_1 و در نقطه دیگری به فاصله r_2 از مرکز آن برابر g_2 است. نسبت $\frac{g_1}{g_2}$ برحسب r_1 و r_2 برابر است با:

۱) $\sqrt{\frac{r_1}{r_2}}$ ۲) $\sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$ ۳) $(\frac{r_1}{r_2})^2$ ۴) $(\frac{r_2}{r_1})^2$

۲۱۸ ـ شخصی وزنه‌ای به جرم ۱ کیلوگرم را از سطح زمین تا ارتفاع ۲ متر بالا می‌برد سپس آنرا با سرعت ۵ متر بر ثانیه پرتاب می‌کند، کار انجام شده توسط این شخص بر روی سنگ تقریباً برابر است با:

۱) ۱۲/۵ ژول ۲) ۱۴/۵ ژول ۳) ۲۰ ژول ۴) ۳۲/۵ ژول

۲۱۹ ـ دو جسم A و B بر روی دو سطح شیب‌دار بدون اصطکاک که به ترتیب با سطح افقی زوایای ۳۰ درجه و ۶۰ درجه می‌سازند، از یک ارتفاع بدون سرعت اولیه رها می‌شوند و با سرعت‌های V_A و V_B به پائین سطح می‌رسند. در اینصورت نسبت $\frac{V_A}{V_B}$ برابر است با:

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

۲۲۰ ـ یک جعبهٔ خالی تحت اثر نیروی مؤثر $\vec{F}$ شتاب $1/5 \frac{m}{s^2}$ می‌گیرد. وقتی آجری درون این جعبه قرار دهیم جعبه و آجر تحت اثر همان نیروی $\vec{F}$ شتاب $0/5 \frac{m}{s^2}$ خواهد گرفت. جرم آجر چند برابر جرم جعبه است؟

۱) ۱/۵ برابر ۲) ۲ برابر ۳) ۳ برابر ۴) ۴ برابر

۲۲۱ ـ در چه فاصله‌ای از سطح کره زمین (برحسب R شعاع این کره) شدت میدان جاذبه زمین $\frac{1}{25}$ مقدار آن در سطح کره زمین است؟

۱) $R\sqrt{5}$ ۲) 4R ۳) 5R ۴) 25R

۲۲۲ ـ اتومبیلی به جرم ۱۰۰۰ کیلوگرم توسط جرثقیل از روی یک بارکش به آرامی با سرعت ثابت از ارتفاع ۲ متری به سطح زمین انتقال می‌یابد. تغییر انرژی پتانسیل اتومبیل در این عمل برابر است با:

۱) صفر ۲) ۲ کیلو ژول ۳) ۱۹/۶ کیلو ژول ۴) ۲۰۰۰ کیلو ژول

۲۲۳ ـ واحد گشتاور ماند کدام است؟

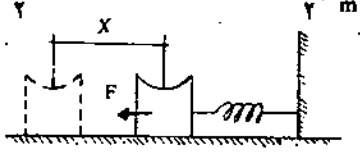
۱) N.m ۲) $N.m^2$ ۳) Kg.m ۴) $Kg.m^2$

۲۲۴ ـ توپ ساکنی به جرم m به وسیله ضربه راکتی با سرعت V پرتاب می‌شود. هرگاه زمان تماس راکت با توپ Δt باشد نیروی متوسطی که راکت در این زمان بر توپ وارد می‌کند برابر است با:

۱) $\frac{MV}{\Delta t}$ ۲) $\frac{MV}{\Delta t}$ ۳) $mv\Delta t$ ۴) $\frac{1}{2} mv\Delta t$

۲۲۵ ـ وزنه‌ای به جرم m مطابق شکل به فنری که ثابت آن K است بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارد. اگر وزنه را با نیروی افقی که ماکزیموم آن F است به اندازه X روی سطح تغییر مکان دهیم کار نیروی کشسانی برابر است با:

۱) $\frac{1}{2} \frac{F}{m} X$ ۲) $\frac{1}{2} Fkx$ ۳) $\frac{1}{2} Fx$ ۴) Fx



۲۲۶ ـ ناظری که مقابل پلکان سنگی ایستاده است کف دستهای خود را بهم می‌زند و پژواک صدای دست خود را مستقلاً می‌شنود. اگر سرعت صوت در هوا v و عرض هر پله l باشد، تواتر صوتی که این ناظر در اثر پژواک می‌شنود برابر است با:

۱) $\frac{V}{2L}$ ۲) $\frac{V}{L}$ ۳) $\frac{L}{V}$ ۴) $\frac{2L}{V}$

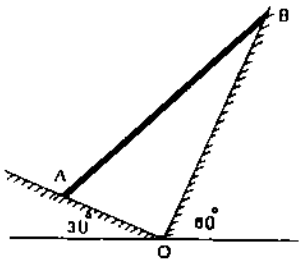
۲۲۷ ــ میله یکنواخت AB مطابق شکل بر روی دو سطح شیب‌دار و بدون اصطکاک OA و OB به حال تعادل قرار گرفته است. نیروی‌های عکس‌العمل این دو سطح بر دو سر A و B میله:

۱) در A برابر B است

۲) در A بزرگتر از B است

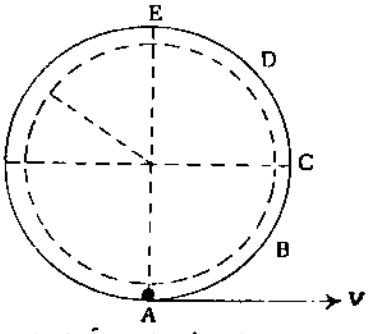
۳) در A کوچکتر از B است

۴) در A برابر وزن میله و در B صفر است



۲۲۸ ــ درون حلقه شیارداری به شعاع r که در سطح قائم نگاهداشته شده است گلوله کوچکی می‌تواند بدون اصطکاک حرکت کند. اگر به این گلوله در نقطه A سرعتی برابر $v=\sqrt{2gr}$ داده شود (مطابق شکل) تا چه نقطه‌ای می‌تواند درون شیار حلقه بالا رود؟

۱) تا نقطه B (وسط AC) ۲) تا نقطه C ۳) تا نقطه D (وسط CE) ۴) تا نقطه E



۲۲۹ ــ دو کره مسی داریم که قطر خارجی آنها برابر ولی یکی تو پر و دیگری تو خالی است. اگر آنها را در آب جوش بیندازیم پس از تعادل گرمائی افزایش قطره کره تو پر:

۱) کوچکتر از افزایش قطر خارجی کره تو خالی است

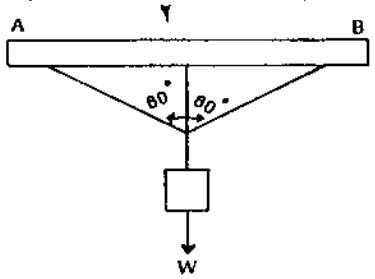
۲) بزرگتر از افزایش قطر خارجی کره توخالی است

۳) به اندازه افزایش قطر داخلی کره توخالی است

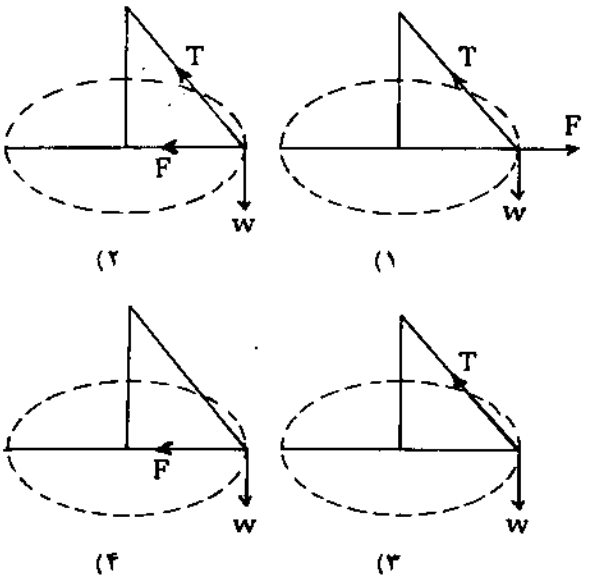
۴) به اندازه افزایش قطر خارجی کره توخالی است

۲۳۰ ــ باری به وزن W مطابق شکل با دو کابل که وزن آنها در مقابل W ناچیز است به دو نقطه A و B از تیرآهن سقفی بسته شده است. اندازه هر یک از دو نیروی F که موجب تراکم این تیرآهن می‌شود برحسب W برابر است با:

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



۲۳۱ ــ یک آونگ مخروطی که وزن گلوله آن W است با سرعت ثابت بر روی مسیر دایره‌ای حرکت می‌کند. اگر T و F بسترتیب نمایش نیروی کشش نخ و نیروی جانب مرکز باشند کدام یک از چهار شکل زیر نیروهای وارد بر گلوله آونگ را درست نشان می‌دهد؟



۲۳۲ ــ هوای درون یک لوله صوتی بسته طوری به ارتعاش در آمده است که یک گره و یک شکم در طول لوله تشکیل شده است. اگر طول لوله L باشد طول موج صوت حاصل برابر است با:

۱) $\frac{۲L}{۳}$ ۲) $\frac{۴L}{۳}$ ۳) $۲L$ ۴) $۴L$

۲۳۳ ــ امواج ماوراء صوت:

۱) برخلاف امواج صوتی در خلاء هم منتشر می‌شوند
۲) فقط در مواد گازی شکل منتشر می‌شوند
۳) فقط در مایعات و جامدات منتشر می‌شوند
۴) در هر ماده قابل ارتعاش منتشر می‌شوند

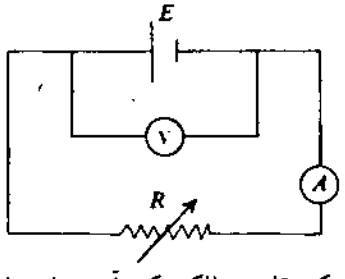
۲۳۴ ــ برای اینکه گرما به طریق هدایت از جسم A به جسم B منتقل شود لازم است:
۱) دمای جسم A بیشتر از دمای جسم B باشد
۲) قابلیت هدایت گرمائی در جسم A بیشتر از جسم B باشد
۳) ظرفیت گرمائی ویژه در جسم A بیشتر از جسم B باشد
۴) جرم و ظرفیت گرمائی در جسم A بیشتر از جسم B باشد

۲۳۵ ــ ۵/۰ کیلوگرم آب در ظرفی روی اجاقی قرار دارد و با یک بهمزن شدیداً بهم زده می‌شود. وقتیکه دمای آب ۲/۰°C بالا رود اگر $۸/۰ \times ۱۰^{۳}$ ژول انرژی توسط بهمزن به آب داده شده باشد چند ژول گرما از اجاق به آب داده شده است؟ (ظرفیت گرمائی ویژه آب $۴/۲ \times ۱۰^{۳}$ $\frac{\text{ژول}}{\text{کیلوگرم. درجه}}$ است)
۱) $۸/۴ \times ۱۰^{۳}$ ۲) ۲۱×۱۰^{۳} ۳) ۳۴×۱۰^{۳} ۴) ۴۲×۱۰^{۳}

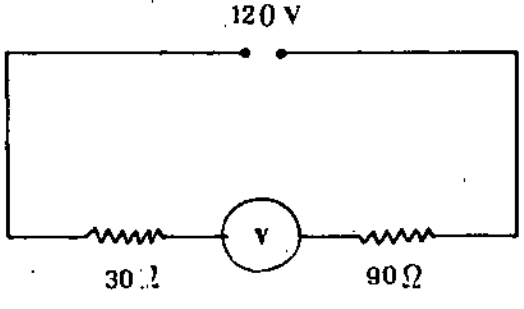
۲۳۶ ــ در یک محیط همگن و ایزوتروپ:
۱) سرعت صوت با هر فرکانسی که باشد مقدار ثابتی است
۲) اصوات بم‌تر با سرعت بیشتر منتشر می‌شوند
۳) اصوات زیرتر با سرعت بیشتر منتشر می‌شوند
۴) اصواتی که شدت آنها بیشتر است با سرعت بیشتر منتشر می‌شوند

۲۳۷ ــ گلوله‌ای که با سرعت ۱۰۰ متر بر ثانیه در حرکت است ناگهان به مانع سختی برخورد می‌کند و تمام انرژی جنبشی آن به گرما تبدیل می‌شود. اگر تمام گرمای حاصل صرف افزایش دمای خود گلوله شود و ظرفیت گرمای ویژه گلوله ۱۰۰ $\frac{\text{ژول}}{\text{کیلوگرم. درجه}}$ باشد، افزایش دمای آن برحسب درجه سلسیوس برابر است با:
۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

۲۳۸ ــ در مدار شکل زیر ولت‌سنج V و آمپرسنج A بترتیب اختلاف پتانسیل دوسر مولد و شدت جریان را در مدار نشان میدهند. اگر مقاومت خارجی R را افزایش دهیم:
۱) ولت‌سنج و آمپرسنج بترتیب ولتاژ و جریان کمتری را نشان میدهند
۲) ولت‌سنج ولتاژ ثابت ولی آمپرسنج جریان کمتری را نشان می‌دهد
۳) ولت‌سنج ولتاژ کمتر و آمپرسنج جریان بیشتری را نشان می‌دهد
۴) ولت‌سنج ولتاژ بیشتر و آمپرسنج جریان کمتری را نشان میدهد



۲۳۹ ــ ولتمتری که مقاومت الکتریکی آن بسیار زیاد است اشتباهاً مطابق شکل در مدار بسته شده است.
در این صورت ولتمتر چه ولتی را نشان میدهد؟
۱) صفر ۲) ۳۰ ۳) ۶۰ ۴) ۱۲۰



۲۴۰ ــ از سیم‌پیچی جریان متغیری طبق رابطه $I = ۲t + ۱$ برحسب آمپر و t برحسب ثانیه) میگذرد، هرگاه ضریب خود القائی مدار L = ۰/۰۵ H باشد، اندازه نیروی محرکه القائی در این سیم پیچ چند ولت است؟
۱) ۰/۰۱ ۲) ۰/۰۵ ۳) ۰/۱ ۴) صفر

۲۴۱ ــ در دو درجه‌بندی سلسیوس و کلوین کدام یک از زوج دماهای زیر معادل یکدیگرند؟
۱) $-۲۷۳k$ و $C°$ ۲) $۲۷۳C°$ و K ۳) $۲۷۳k$ و $C°$

۴) ۲۷۳k و ۱۰۰°C

۲۴۲ ــ جسمی تحت تأثیر نیروی ثابت F از حال سکون به حرکت درمی‌آید و پس از مدت t به سرعت V می‌رسد. توان متوسطی که در این مدت جسم دریافت می‌کند برابر است با:

۱) $\frac{1}{2}$ V.F ۲) V.F ۳) $\frac{1}{t}$ ۴) $\frac{F.V}{t}$

۲۴۳ ــ دو رشته سیم A و B با طولهای مساوی داریم که مقاومت الکتریکی آنها نیز برابر است. اگر مقاومت ویژهٔ سیم A دو برابر مقاومت ویژهٔ سیم B باشد نسبت قطر سیم A به قطر سیم B برابر است با:

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

۲۴۴ ــ وقتی یک دسته پرتو نور تکرنگ از محیط شفافی وارد محیط شفاف غلیظ‌تر که ضریب شکست آن نسبت به محیط اول n است می‌شود:

۱) طول موج آن n مرتبه بزرگتر و سرعت آن n مرتبه کوچکتر می‌شود ۲) طول موج و سرعت آن هر دو n مرتبه کوچکتر می‌شوند.

۳) طول موج و سرعت آن هر دو n مرتبه بزرگتر می‌شوند

۴) طول موج آن تغییر نمی‌کند ولی سرعت آن n مرتبه کوچکتر می‌شود

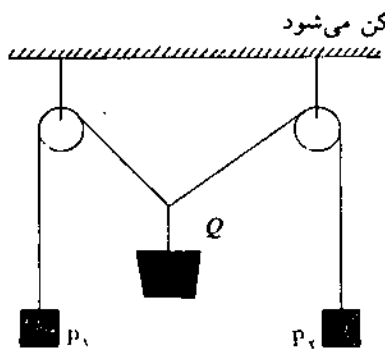
۲۴۵ ــ در یک مانور هوائی اگر هواپیما در حال شیرجه رفتن در سطح قائم با شتاب 3g بالا رود، وزن ظاهری خلبان آن، یعنی نیروئیکه خلبان بر کف صندلی خود وارد می‌کند چند برابر وزن حقیقی او می‌شود؟

۱) ۲ برابر ۲) ۳ برابر ۳) ۴ برابر ۴) ۹ برابر

۲۴۶ ــ در شکل مقابل وزنه O با دو وزنه P_1 و P_2 در سطح زمین در حال تعادل و جرم نخ‌ها و اصطکاک قرقره‌ها ناچیز است. اگر این دستگاه به کره ماه انتقال داده شود:

۱) وضعیت تعادل وزنه‌ها به هم می‌خورد و زاویه بین نخ‌ها کوچکتر می‌شود ۲) وضعیت تعادل وزنه‌ها به هم می‌خورد و زاویه بین نخ‌ها بزرگتر می‌شود

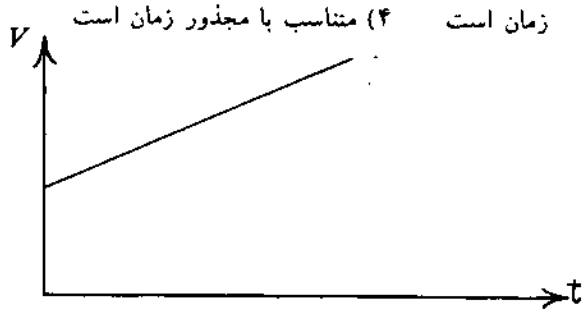
۳) در وضعیت تعادل وزنه‌ها تغییری حاصل نمی‌شود ۴) غیرممکن می‌شود به علت کوچک بودن شدت میدان جاذبه در ماه تعادل وزنه‌ها



۲۴۷ ــ شکل مقابل نمودار سرعت ــ زمان حرکت یک متحرک بر خط راست است.

اندازه شتاب حرکت این متحرک:

۱) مقدار ثابتی است ۲) صفر است ۳) متناسب با زمان است ۴) متناسب با مجذور زمان است



۲۴۸ ــ فشارسنجی روی کپسول گاز ئیدروژن نصب است و در زمستان که دمای محیط ۳ - درجه سلسیوس است فشار ۳/۰ آتمسفر را نشان می‌دهد. در تابستان که دمای محیط به ۲۷ درجه سلسیوس می‌رسد، فشارسنج چه فشاری را نشان می‌دهد؟ انبساط کپسول ناچیز و فرض این است که گاز مصرف نشده است.

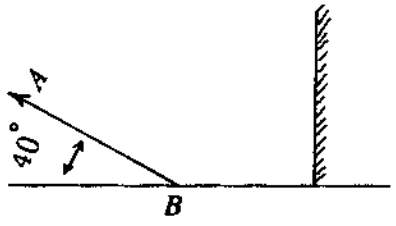
۱) ۳/۳ آتمسفر ۲) ۳/۵ آتمسفر ۳) ۳/۶ آتمسفر ۴) ۳/۸ آتمسفر

۲۴۹ ــ ضریب شکست مطلق شیشه $\frac{3}{2}$ و ضریب شکست مطلق آب $\frac{4}{3}$ است، اگر سرعت نور در شیشه $2\times10^8 \frac{m}{s}$ باشد، سرعت آن در آب برابر است با.

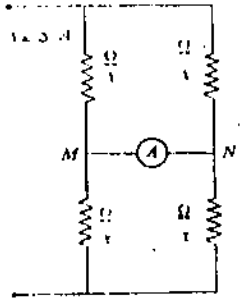
۱) $\frac{9}{8}\times10^8 \frac{m}{s}$ ۲) $\frac{4}{3}\times10^8 \frac{m}{s}$ ۳) $\times10^{8} m/s$ ۴) $\frac{9}{4}\times10^8 \frac{m}{s}$

۲۵۰ ــ بنا به تئوری موجی نور، امواج نورانی تشکیل شده‌اند از دو میدان الکتریکی و مغناطیسی نوسانی:
۱) هم امتداد که پریود ارتعاشات آنها با هم برابر است ۲) هم امتداد که پریود ارتعاشات آنها با هم متفاوت است
۳) عمود بر هم که پریود ارتعاشات آنها با هم برابر است
۴) عمود بر هم که پریود ارتعاشات آنها با هم متفاوت است

۲۵۱ ــ میله AB مطابق شکل جلوی آئینه تخت M قرار داده شده است. زاویه بین راستاهای میله و تصویرش در آئینه برابر است با:
۱) ۴۰° ۲) ۵۰° ۳) ۸۰° ۴) ۱۰۰°



۲۵۲ ــ در مداری مطابق شکل مقابل شدت جریان اصلی ۵ آمپر است. آمپرسنج A که بین دو نقطه M و N بسته شده است چند آمپر را نشان میدهد؟
۱) صفر ۲) $\frac{۵}{۶}$ ۳) ۲/۵ ۴) ۵



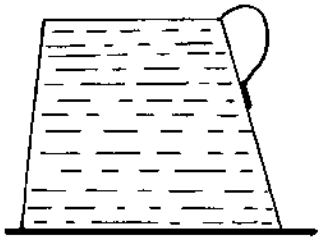
۲۵۳ ــ یک عدسی همگرا از شیئی که مقابل آن قرار دارد تصویری داده است که طول آن دو برابر طول شئیی است این تصویر:
۱) الزاماً مجازی است ۲) الزاماً حقیقی است ۳) ممکن است از شئیی مجازی باشد ۴) حقیقی یا مجازی است

۲۵۴ ــ وقتی از هسته یک اتم، ذره آلفا خارج می‌شود:
۱) هسته اتم دو نوترون از دست می‌دهد و عدد اتمی آن تغییر نمی‌کند ۲) هسته اتم دو پروتون از دست می‌دهد و عدد جرمی آن دو واحد کاهش می‌یابد
۳) اتم دو پروتون و دو نوترون از دست می‌دهد و عدد اتمی آن دو واحد کاهش می‌یابد ۴) عدد جرمی اتم ثابت می‌ماند ولی عدد اتمی آن یک واحد افزایش می‌یابد

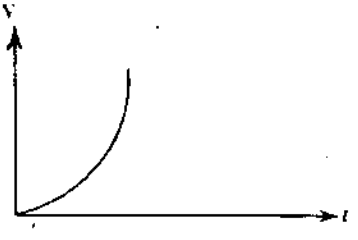
۲۵۵ ــ کدام یک از ذرات زیر می‌تواند یک واکنش هسته‌ای را که به صورت کلی .... + $^{۳}_{۲}y$ ← $^{۳}_{۱}x$ است کامل کند؟
۱) $^{۰}_{-۱}C$ ۲) $^{۰}_{+۱}C$ ۳) $^{۱}_{۰}n$ ۴) $^{۱}_{۱}H$

نام آزمون: فیزیک سال ۶۴ ــ ۶۳
گروه آزمایشی علوم تجربی

۱۲۶ ــ پیمانه‌ای مطابق شکل از مایعی پر شده است. نیروئی که از طرف مایع برته پیمانه وارد میشود:
۱) از وزن مایع بیشتر است ۲) از وزن مایع کمتر است
۳) برابر وزن مایع است ۴) از نیروئی که ته ظرف بر مایع وارد می‌کند کمتر است



۱۲۷ ــ شکل مقابل نمودار سرعت ــ زمان یک متحرک است. نوع حرکت این متحرک کدام است؟
۱) تند شونده با شتاب ثابت ۲) تندشونده با شتاب متغیر
۳) کند شونده با شتاب ثابت ۴) کندشونده با شتاب متغیر



۱۲۸ ــ از سطح شیب داری به طول ۳ متر و به بلندی ۱ متر برای بالا بردن باری به وزن ۷۵۰ نیوتن استفاده میشود. هرگاه نیروی

اصطکاک سطح در مقابل حرکت این بار ۲۰۰ نیوتن باشد مزیت مکانیکی واقعی آن برابر است با:

۱) ۰/۶۰ ۲) ۱/۶۷ ۳) ۳/۰۰ ۴) ۳/۷۵

۱۲۹ ــ در یک منگنه آبی نسبت قطر پیستون کوچک به قطر پیستون بزرگ $\frac{۱}{۱۵}$ است. نسبت تغییر مکان پیستون کوچک به تغییر مکان پیستون بزرگ برابر است با

۱) $\frac{۱}{۲۲۵}$ ۲) $\frac{۱}{۱۵}$ ۳) ۱۵ ۴) ۲۲۵

۱۳۰ ــ خطکش نیم متری یکنواختی که برحسب سانتیمتر مدرج است در سانتیمتر ۱۵ روی لبه کارد تیزی قرار داده شده است. برای اینکه خطکش بطور افقی به حال تعادل بایستد باید وزنه ۴۰ گرمی روی سانتیمتر ۲ آن آویخته شود جرم خطکش برابر است با:

۱) ۹۲ گرم ۲) ۸۰ گرم ۳) ۴۰ گرم ۴) ۵۲ گرم

۱۳۱ ــ ارابه کوچکی به جرم m از نقطه‌ای بالای یک سطح شیب‌دار (که اصطکاک آن ناچیز است) بدون سرعت اولیه رها می‌شود و با سرعت v به پائین سطح می‌رسد. اگر وزنه‌ای مساوی جرم خود ارابه روی ارابه قرار داده و از همان نقطه آن را رها کنیم با چه سرعتی به پائین سطح خواهد رسید

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

۱۳۲ ــ میدانیم ساعت رصدخانه‌ها از روی حرکت دورانی زمین به دور محور خود تنظیم می‌شود سرعت زاویه‌ای حرکت دورانی زمین به دور محور خود چند برابر سرعت زاویه‌ای عقربه ساعت شمار ساعت است؟

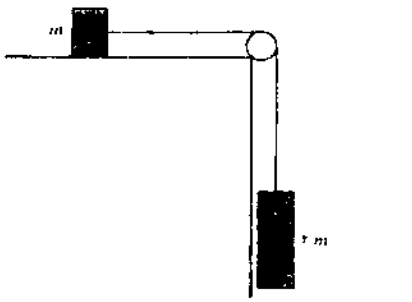
۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۲۴

۱۳۳ ــ شخصی چمدانی به جرم ۵ کیلوگرم را یک متر در امتداد افق و سپس یک متر در امتداد قائم حمل می‌کند کاریکه این شخص در غلبه بر وزن چمدان انجام می‌دهد تقریباً برابر است با:

۱) ۵ ژول ۲) ۱۰ ژول ۳) ۵۰ ژول ۴) ۱۰۰ ژول

۱۳۴ ــ در شکل مقابل اصطکاک قرقره و وزن نخ و قرقره ناچیز است. اگر شتاب حرکت دستگاه $\frac{۳}{۵}g$ باشد ضریب اصطکاک بین جسم و سطح افقی برابر است با:

۱) $\frac{۱}{۹}$ ۲) $\frac{۵}{۹}$ ۳) $\frac{۱}{۵}$ ۴) $\frac{۲}{۵}$



۱۳۵ ــ می‌دانیم پریود حرکت ماه به دور زمین تقریباً ۲۷ شبانه‌روز می‌باشد. هرگاه شعاع مدار ماهواره‌ای به دور زمین ثلث شعاع مدار ماه بدور زمین باشد پریود ماهواره در حدود چند شبانه‌روز است؟

۱) ۳ ۲) ۵ ۳) ۹ ۴) ۲۷

۱۳۶ ــ دمای جوش هلیوم مایع در فشار آتمسفر ۲۶۹ - درجه سلسیوس است. این دما در درجه‌بندی مطلق برحسب کلوین برابر است با:

۱) -۱۶۹ ۲) -۴ ۳) ۴ ۴) +۱۶۹

۱۳۷ ــ دو میله فلزی صفر درجه بطول $l_۱$ و $l_۲$ بترتیب دارای ضریب انبساط طولی $\lambda_۱$ و $\lambda_۲$ می‌باشند و تغییر طول آنها به ازای تغییر دمای یکسان $\Delta\theta$ همواره برابر است. در این صورت نسبت $\frac{l_۲}{l_۱}$ برابر است با:

۱) $\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}$ ۲) $\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲}$ ۳) $\frac{۱+\lambda_۱\Delta\theta}{۱+\lambda_۲\Delta\theta}$ ۴) $\frac{۱+\lambda_۲\Delta\theta}{۱+\lambda_۱\Delta\theta}$

۱۳۸ ــ دمای جوش آب در فشار آتمسفر ۱۰۰°C و ظرفیت گرمائی ویژه آب ۴۲۰۰ $\frac{\text{ژول}}{\text{کیلوگرم درجه}}$ و ظرفیت گرمائی ویژه بخار آب ۲۱۰۰ $\frac{\text{ژول}}{\text{کیلوگرم درجه}}$ است. برای اینکه یک کیلوگرم آب صفر درجه را در فشار آتمسفر به بخار آب ۱۲۰°C تبدیل کنیم گرمای لازم:

۱) ۴۲۰ کیلوژول است ۲) کمتر از ۴۶۲ کیلوژول است ۳) ۴۶۲ کیلوژول است ۴) بیش از ۴۶۲ کیلوژول است

۱۳۹ ــ یک بالن محتوی گاز ئیدروژن به حجم ۲۰۰ متر مکعب، که

جرم کل بالن و ضمائم آن ۱۰۰ کیلوگرم است در هوا به جرم حجمی ۱/۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب حداکثر چند کیلوگرم بار را با خود می‌تواند بالا ببرد؟

۱)۱۰۰ ۲)۱۵۰ ۳)۲۰۰ ۴)۲۵۰

۱۴۰ ــ در یک حرکت نوسانی ساده اختلاف فاز بین سرعت و شتاب نوسان کننده در هر لحظه برابر است با:

۱)صفر ۲)$\frac{\pi}{4}$ ۳)$\frac{\pi}{2}$ ۴)π

۱۴۱ ــ در رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ دیمانسیون K چیست؟

۱)MT^{-1} ۲)MT^{-2} ۳)MLT^{-2} ۴)بدون دیمانسیون است.

۱۴۲ ــ توان یک صوت، برای آستانه دردناکی $1\frac{W}{m^2}$ می‌باشد. شدت احساس آن چند دسی بل است؟ (توان آستانه شنوائی 10^{-12} وات بر متر مربع است).

۱)۱ ۲)۱۰ ۳)۱۲ ۴)۱۲۰

۱۴۳ ــ دو طناب یکی باریک سبک و دیگری کلفت و سنگین به دنبال هم بسته شده و بین دو نقطه کشیده شده‌اند. در اثر ضربه یک آشفتگی در طناب سنگین ایجاد و به طناب سبک منتقل میشود. سرعت انتقال آشفتگی:

۱) در طناب سبک بیشتر از طناب سنگین است
۲)در طناب سنگین بیشتر از طناب سبک است
۳) در هر دو طناب سبک و سنگین برابر است
۴)متناسب با جرم حجمی هر طناب است

۱۴۴ ــ بُعد حرکت ارتعاشی نقطه‌ای از محیط انتشار موج که به فاصله x از مبداء ارتعاش واقع شده است در لحظه t به صورت $y = 2\times10^{-3}\sin 100\pi(t - x)$ (y و x برحسب متر و t بر حسب ثانیه) است. سرعت انتشار موج در این محیط چند متر بر ثانیه است؟

۱)۰/۶ ۲)۱ ۳)π ۴)100π

۱۴۵ ــ بار الکتریکی در ماده همواره:

۱)مضرب صحیحی از یک بار الکتریکی پایه است
۲)کمیت پیوسته‌ایست که بی‌نهایت قابل تقسیم است
۳) مضربی از یک کولن است
۴)کمیت پیوسته است که نمی‌تواند کمتر از بار الکتریکی پایه باشد.

۱۴۶ ــ دو کرهٔ مسی یک به شعاع R و دیگری بشعاع 2R که روی پایهٔ عایق قرار داده شده‌اند هر یک دارای بار Q+ می‌باشند. اگر این دو کره را با یک رشته سیم نازک به هم وصل کنیم، بار الکتریکی بین دو کره چگونه مبادله میشود؟

۱)از بزرگتر به کوچکتر می‌رود
۲)از کوچکتر به بزرگتر می‌رود
۳)مبادلهٔ بار صورت نمی‌گیرد
۴)هر دو کره بدون بار می‌شوند

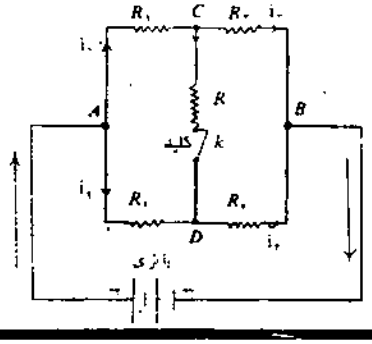
۱۴۷ ــ کدام یک از عامل‌های زیر در برق شهر که در خانه از آن استفاده می‌شود معمولاً ثابت می‌ماند؟

۱)تواتر جریان ۲)توان مصرف شده ۳)شدت ماکزیمم جریان ۴)شدت مؤثر جریان

۱۴۸ ــ میلی‌آمپر سنجی که مقاومت آن ۱۰ اهم است حداکثر ۱۰ میلی‌آمپر را نشان می‌دهد برای تبدیل آن به ولت سنجی که حداکثر بتواند ۱۲ ولت را اندازه بگیرد چه مقاومتی باید بطور متوالی به آن بسته شود.

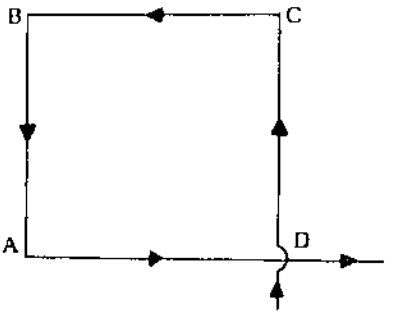
۱)۱۱۹ اهم ۲)۱۲۰ اهم ۳)۱۱۹۰ اهم ۴)۱۲۰۰ اهم

۱۴۹ ــ در مدار شکل مقابل جریان الکتریکی برقرار است و به علت وجود اختلاف پتانسیل بین نقاط C و D از مقاومت چند اهمی R جریانی می‌گذرد. برای اینکه اختلاف پتانسیل بین C و D صفر شود می‌توانیم:

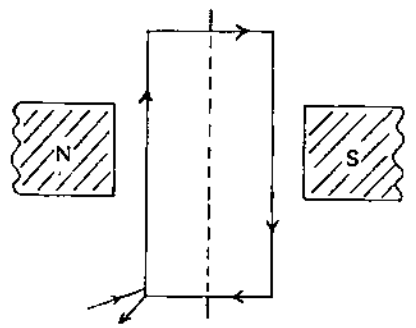


۱) به جای مقاومت R یک خازن قرار دهیم
۲) مقاومت R را بسیار بزرگ بگیریم.
۳) مقاومت R_2 یا R_1 را تغییر دهیم.
۴)کلید K را قطع کنیم.

۱۵۰ ــ جریان پیوسته‌ای از مدار مربع شکل ABCD مطابق شکل می‌گذرد بردار شدت میدان مغناطیسی در مرکز مربع:
۱)صفر است.
۲)در صفحه کاغذ است.
۳)عمود بر صفحه کاغذ رو به عقب است
۴)عمود بر صفحه کاغذ رو به جلو است.



۱۵۱ ــ سیم‌پیچی به صورت قابل مستطیل شکلی پیچیده شده است و میان دو قطب آهن‌ربای NS قرار دارد و می‌تواند حول محوری که به صورت خط چین نشان داده شده است بچرخد. هرگاه از این سیم‌پیچ جریان پیوسته‌ای عبور کند قاب:
۱)حداکثر ۹۰ درجه چرخیده و بعد می‌ایستد.
۲)حداکثر ۱۸۰ درجه چرخیده و بعد می‌ایستد
۳)حول محور نوسان می‌کند...
۴)حول محور می‌چرخد.



۱۵۲ ــ دو صفحه خازنی به ظرفیت ۲ میکروفاراد بدو قطب مولّد جریان مستقیم ۱۲۰ ولت متصل است. اختلاف پتانسیل بین دو صفحه و بار الکتریکی روی هر صفحه بترتیب تقریباً برابر است با:
۱) ۶۰ ولت و ۶۰ میکروکولن ۲)۶۰ ولت و ۲۴۰ میکروکولن ۳)۱۲۰ ولت و ۱۲۰ میکروکولن ۴)۱۲۰ ولت و ۲۴۰ میکروکولن

۱۵۳ ــ بین دو سر خازن متغیری ولتاژ متناوبی برقرار شده است. اگر ظرفیت خازن را تغییر دهیم اختلاف فاز بین شدت جریان و اختلاف پتانسیل:
۱)بسته به میزان تغییر ظرفیت ممکن است زیاد یا کم شود. ۲) ثابت می‌ماند.
۳)زیاد میشود ۴)کم میشود.

۱۵۴ ــ خازنی به ظرفیت $\frac{۱}{\pi}$ میکروفاراد با سیمهای بدون مقاومت به شبکه برق شهر ($Ve = ۲۲۰\ V$ و $f = ۵۰\ HZ$) متصل است، شدت جریان در مدار این خازن برحسب آمپر برابر است با:
۱) $۲/۲\times۱۰^{-۴}$ ۲) $۲/۲\times۱۰^{-۳}$
۳) $۲/۲\times۱۰^{-۲}$ ۴) $۲/۲\times۱۰^{-۱}$

۱۵۵ ــ دو شمع روشن به فاصله ۶ سانتیمتر از هم قرار دارند هرگاه حداقل بزرگی زاویه برای تشخیص دو شعله شمع از هم ۰/۰۰۰۳ رادیان باشد بیشترین فاصله‌ای که می‌توان از آن فاصله دو شعله را از هم متمایز تشخیص داد برابر است با:
۱) ۲۰۰ متر ۲) ۱۸۰ متر ۳) ۲۰ متر ۴) ۱۸ متر

۱۵۶ ــ چراغی در لب یک استخر به پایه‌ای آویزان است. از داخل آب استخر این چراغ:
۱)بالاتر از جائی که هست دیده می‌شود.
۲)پائین‌تر از جائی که هست دیده می‌شود.
۳)در آب وارونه دیده می‌شود.
۴)در جای خود دیده می‌شود.

۱۵۷ ــ در یک آئینه مقعر فاصله شیئی از تصویر حقیقی آن ۳۰ سانتیمتر است. اگر بزرگ‌نمائی آئینه $\frac{۱}{۴}$ باشد شعاع آئینه چند سانتیمتر است؟

۱) ۸ ۲) ۱۶ ۳)۲۴ ۴) ۴۸

۱۵۸ ــ شخصی اشیای نزدیکتر از یک متر به خود را واضح نمی‌بیند. این شخص برای خواندن کتاب که معمولاً آنرا در فاصله ۲۵ سانتیمتری چشم خود نگاه میدارد، از یک عینک استفاده می‌کند. همگرائی این عینک در چه حدود است؟

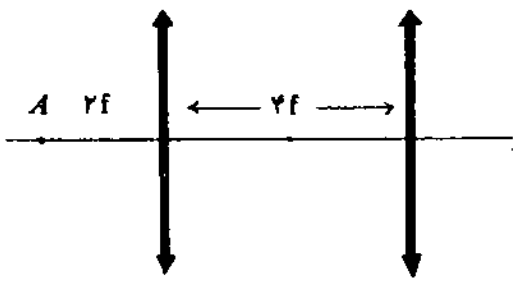
۱) از ۴ ــ تا ۵ ــ دیوپتری
۲) از ۳ ــ تا ۴ ــ دیوپتری
۳) از ۳ + تا ۴ + دیوپتری
۴)از ۴ + تا ۵ + دیوپتری

۱۵۹ ــ طیف حاصل از یک لامپ محتوی بخار سدیم که روشن است:

۱)جذبی پیوسته است. ۲)جذبی خطی است. ۳)نشری پیوسته است. ۴)نشری خطی است

۱۶۰ ــ دو عدسی همگرا هر یک به فاصله کانونی f به فاصله ۴f از یکدیگر قرار داده شده‌اند و محور اصلی آنها بر هم منطبق است. نقطه نورانی A به فاصله ۲f از عدسی اول قرار دارد. تصویر آن در مجموعه دو عدسی در چه فاصله‌ای از عدسی دوم تشکیل میشود؟

۱)بینهایت ۲) f ۳)۲f ۴)۴f



۱۶۱ ــ به وسیلهٔ آزمایش یانگ نوارهای تداخلی حاصل از نورتک رنگی بر روی یک صفحه تشکیل شده است. اختلاف فاز بین دو دسته موجی که نوارهای تاریک را تشکیل می‌دهند برابر است با:

۱) $K\pi$ ۲) $2K\pi$ ۳) $(2K+1)\frac{\pi}{2}$
۴) $(2K+1)\pi$

۱۶۲ ــ ژول. ثانیه واحد کدام یک از کمیتهای زیر است؟

۱)اندازه حرکت ۲)ثابت پلانک ۳)توان ۴)ضربه نیرو

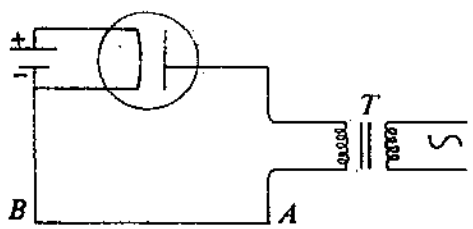
۱۶۳ ــ کدام یک از مطالب زیر در مورد تابش اجسام درست است؟

۱)طیف نشری گازها معمولاً اتصالی است.
۲)تغییر انرژی تابشی یک جسم سیاه تدریجی و پیوسته است
۳)فلزات در حال التهاب دارای طیف اتصالی هستند
۴)ماده آن پرتوهائی را جذب می‌کند که هنگام التهاب نمی‌تواند آنها را تابش کند.

۱۶۴ ــ در مدار یک لامپ دو قطبی جریان متناوبی توسط ترانسفورماتور T مطابق شکل وارد میشود

الکترون‌ها در این مدار:

۱) در جهت A به B حرکت می‌کنند و جریان یکطرفه است
۲) در جهت B به A حرکت می‌کنند و جریان یکطرفه است.۳) حرکت نوسانی دارند و جریان متناوب است
۴)به حرکت در نمی‌آیند و جریان صفر است.



۱۶۵ ــ در رابطه $F=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq'}{r^2}$ کمیت ε نشان دهندهٔ ویژگی:

۱)بارهای الکتریکی است ۲)خلاء است ۳)هر محیط رساناست ۴)هر محیط عایق است.

فیزیک مرحله دوم (تشریحی)
سال ۶۲

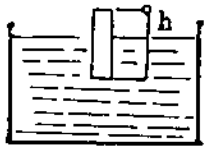
۱ ــ مطلوب است:

الف ــ رسم نمودار تغییرات جرم حجمی یک گاز نسبت به دما در فشار ثابت.

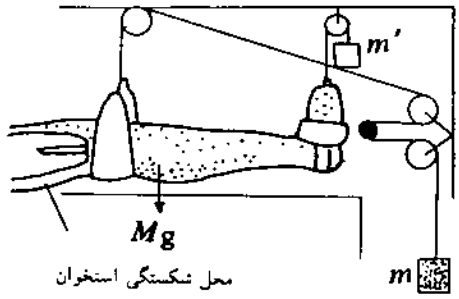
ب ــ رسم نمودار تغییرات جرم حجمی یک گاز نسبت به فشار در دمای ثابت.

۲ ــ معادلهٔ گازهای کامل به صورت کلی $PV = \frac{m}{M}RT$ است که در آن R ثابت گازهای کامل و برابر ۸/۳۱۴ ژول/کلوین و m جرم گاز و M جرم ملکولی گاز است. با استفاده از رابطهٔ فوق جرم حجمی گاز متان (CH_4) را در دمای ۲۰° و فشار ۵ اتمسفر حساب کنید.

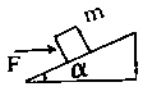
۳ ــ قطعه آهن استوانه‌ای شکلی به طور قائم بر سطح جیوه شناور و در صفر درجه سلسیوس ۰/۶ ارتفاع آن درون جیوه است (مطابق شکل). اگر دمای مجموعهٔ استوانه و جیوه به θدرجه سلسیوس برسد نشان دهید که قسمتی از ارتفاع استوانه آهنی که در جیوه باقی می‌ماند برابر است با: $X = 0.6h\frac{1+\delta\theta}{1+2\lambda\theta}$ که در آن δ ضریب انبساط مطلق جیوه و λ ضریب انبساط خطی استوانه آهنی و h ارتفاع استوانه در صفر درجه است.



۴ ــ شکل زیر نمایش دستگاهی است که معمولاً در بیمارستان برای کشیدن پائی که استخوان ران آن شکسته است به کار میرود.
الف ــ اگر m، وزنه ۵ کیلوگرمی باشد، برآیند نیروهائی که بر عضلات ران وارد می‌شود (و در شکل عکس‌العمل آن با R نشان داده شده است) چند کیلوگرم نیرو است؟ از اصطکاک قرقره‌ها و جرم ریسمان صرفنظر میشود.
ب ــ اگر 'mوزنهٔ ۳ کیلوگرمی باشد وزن قسمت آویزان پا (که در شکل با Mg نمایش داده شده است).

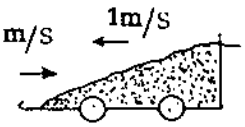


۵ ــ جسمی به جرم m مطابق شکل روی سطح شیبداری که با سطح افق زاویهٔ αمی‌سازد قرار دارد. ضریب اصطکاک بین جسم و سطح μاست. مطلوبست حداقل نیروی افقی F (بر حسب m و α و μ) که بتواند جسم را بطرف بالای سطح به حرکت در آورد.

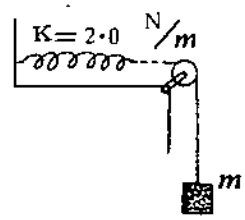


۶ ــ بمب افکنی که با سرعت ۹۰۰km/h در ارتفاع ۵۰۰ متری سطح زمین در راستای افقی پرواز می‌کند می‌خواهد هدفی را در سطح زمین بمباران کند. معین کنید در چه فاصلهٔ افقی از هدف، در صفحهٔ قائم مار بر هدف، باید بمب را رها کند تا به آن اصابت نماید. از تأثیر مقاومت هوا بر حرکت بمب صرفنظر کنید.
$g = ۱۰\ m/s^2$

۷ ــ ارابه کوچکی پر از ماسه در راستای افقی از راست به چپ با سرعت ۱ m/s در حرکت است و جرم ارابه و ماسه رویهم ۱۰ کیلوگرم می‌باشد. گلوله‌ای به جرم ۲ کیلوگرم که با سرعت ۷ m/s در راستای حرکت ارابه از چپ به راست در حرکت است به ماسه برخورد کرده و در آن متوقف می‌شود. اندازه و جهت سرعت مجموعه را پس از برخورد بدست آورید.



۸ ــ در شکل مقابل، جرم وزنهٔ آویخته شده m = ۰/۰۶۰ kg، گشتاور ماند قرقره I = ۰/۵kg.m² و شعاع قرقره R= ۳۰cm و جرم نخ ناچیز و ثابت فنر K = ۲/۰ N/m است. ابتدا وزنهٔ m به وسیلهٔ مانعی نگاهداشته شده و فنر طول عادی خود را دارد. وزنه را رها می‌کنیم. سرعت آن را در لحظه‌ای که ۲۰ سانتیمتر پائین می‌آید حساب کنید. $g = ۱۰ m/s^2$

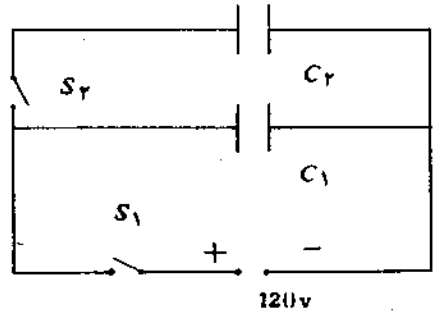


فیزیک مرحله دوم سال ۶۲

آزمون فیزیک الکتریسیته و نور

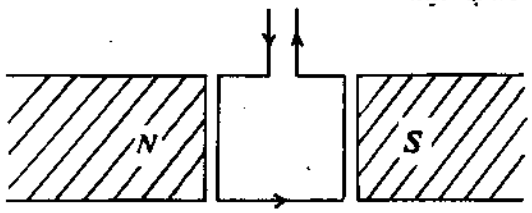
۱ ــ ذره غبـــار بارداری به جـــرم $m = ۱۰^{-۱۲}\ kg$ و بار الکتریکی $q = ۱۶ \times ۱۰^{-۱۵}$ کولن میان دو صفحهٔ موازی و افقی خازنی معلق بوده و در حال تعادل قرار دارد. اگر فاصلهٔ دو صفحه از یکدیگر $d = ۱cm$ باشد اختلاف پتانسیل بین دو صفحـــــه را که سبب برقراری این تعادل شده است حساب کنید.

۲ ــ دو خازن، یکی C_1 به ظرفیت ۴ میکروفارد و دیگری C_2 به ظرفیت مجهول به ولتاژ ۱۲۰ ولت مطابق شکل بسته شده‌اند. ابتدا کلید S_1 را بسته و کلید S_2 را باز نگاه می‌داریم تا خازن C_1 پر شود. سپس کلید S_1 را قطع و کلید S_2 را وصل می‌کنیم تا خازن C_2 به خازن C_1 متصل گردد. پس از برقراری تعادل الکتریکی اختلاف پتانسیل مشترک دو سر خازنها ۸۰ ولت میشود. ظرفیت خازن C_2 و بار ذخیره شده در هر خازن را حساب کنید.



۳ ــ دو سر پیلی، به نیروی محرکه E و مقاومت درونی r را به مقاومت متغیر R می‌بندیم. نمودار تغییرات افت پتانسیل درون پیل را بر حسب R (هر گاه تغییر کند) رسم کنید.

۴ ــ قابی بطول ۱۰ سانتیمتر و به عرض ۸ سانتیمتر که دارای ۵۰ دور سیم است در میدان آهنربائی یکنواختی به اندوکسیون مغناطیسی ۰/۴ تسلا آویخته شده است (مطابق شکل) و از آن جریانی به شدت ۲ آمپر می‌گذرد. سطح قاب موازی خطوط نیروی میدان است. گشتاور نیروئی را که سبب شروع چرخش این قاب میشود حساب کنید.



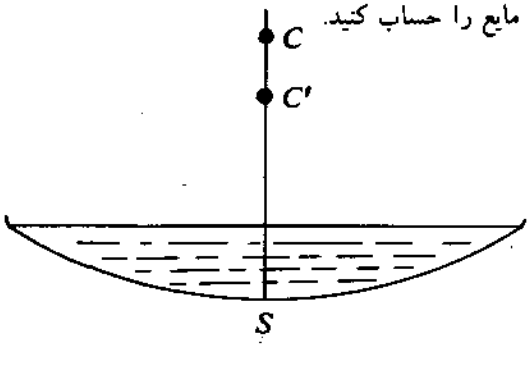
۵ ــ مقاومت حقیقی سیم پیچی $R = 10\ \Omega$ و ضریب خود القائی آن $L = ۰/۱H$ است:

الف ــ مقاومت ظاهری این سیم پیچ را وقتی که جریان متناوبی به فرکانس $f = 50HZ$ از آن می‌گذرد حساب کنید.

ب ــ اگر دو سر این بوبین را به جای جریان متناوب به جریان مستقیمی با همان ولتاژ وصل کنیم نسبت توانهای مصرف شده در سیم پیچ را در دو حالت به دست آورید.

۶ ــ برای تعیین ضریب شکست یک مایع آزمایش زیر را انجام می‌دهیم:

آئینه مقعر کوچکی را روی سطح افقی یک میز می‌گذاریم. سنجاقی را عمود بر محور اصلی آن در نقطهٔ C مرکز آئینه قرار می‌دهیم به طوری که تصویر حقیقی که آئینه از آن می‌دهد درست بر خود سنجاق منطبق شود. گودی آئینه را از مایع مورد نظر پر می‌کنیم (مطابق شکل). برای اینکه تصویر سنجاق دوباره در نقطه C مشاهده شود باید سنجاق را به نقطهٔ C' انتقال دهیم. اگر شعاع آئینه $CS = ۲۰cm$ باشد و سنجاق به اندازهٔ $CC' = ۷/۵cm$ جابجا شود با رسم مسیر یک پرتو ضریب شکست تقریبی این مایع را حساب کنید.



۷ ــ در آزمایش یانگ، دو شکاف باریک و موازی که به فاصلهٔ یک

میلیمتر از یکدیگر قرار دارند به وسیله نور تکرنگی به طول موج $\lambda = 5800 A^\circ$ روشن شده‌اند و نوارهای تداخلی بر روی صفحه‌ای به فاصله یکمتر از صفحه شکافها مشاهده میشود.

الف ــ عرض هر یک از نوارهای تاریک و روشن را حساب کنید.

ب ــ این آزمایش را در مایعی معین انجام می‌دهیم. در این حالت عرض هر نوار تاریک یا روشن ۰/۸ عرض اولیهٔ آن (آزمایش در هوا) میشود طول موج نور در این مایع و ضریب شکست مایع را معین کنید.

۸ ــ طول موج یک پرتو نور تکرنگ در هوا $\lambda = 0.58^\mu$ است.

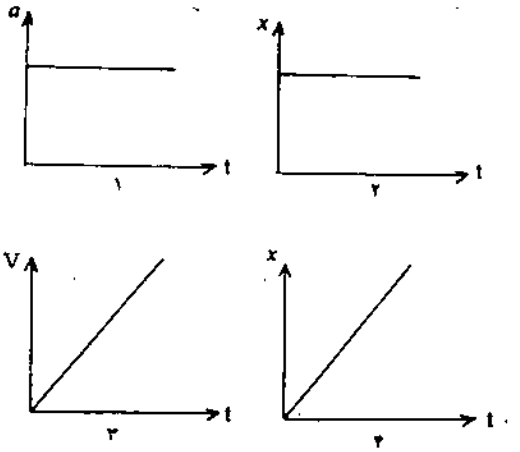
الف ــ انرژی فوتونهای مربوط به این طول موج چقدر است؟

ب ــ طول موج این پرتو و انرژی مربوط به فوتونهای آن در مایعی به ضریب شکست مطلق $n = 1/5$ چقدر است؟

نام آزمون: فیزیک مکانیک سال ۶۳

گروه آزمایشی ریاضی فیزیک

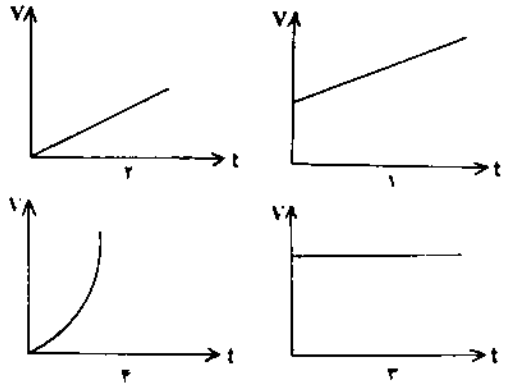
۲۱۶ ــ کدامیک از نمودارهای زیر نمودار حرکت یکنواخت بر روی خط راست است؟



۲۱۷ ــ جسمی از حال سکون با شتاب ثابت ۱۰ متر بر مجذور ثانیه شروع به حرکت میکند. مسافت پیموده شده در ثانیه چهارم چند متر است؟

۱) ۳۵ ۲) ۴۰ ۳) ۴۵ ۴) ۸۰

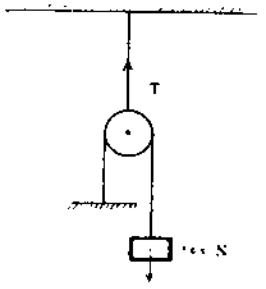
۲۱۸ ــ متحرکی از حال سکون با شتاب ثابت براه می‌افتد. کدامیک از نمودارهای زیر تغییرات سرعت متحرک را بر حسب زمان نشان می‌دهد؟



۲۱۹ ــ اگر وزن قرقره شکل زیر ۱۰ نیوتن و وزنه‌ای که به آن آویخته شده است ۱۰۰ نیوتن باشد و وزن ریسمان و نیروی اصطکاک قرقره ناچیز باشد نیروی کشش ریسمان در بالای قرقره (T) چند نیوتن است؟

۱) ۱۰ N ۲) ۵۴N

۳) ۱۱۰ N ۴) ۲۱۰ N



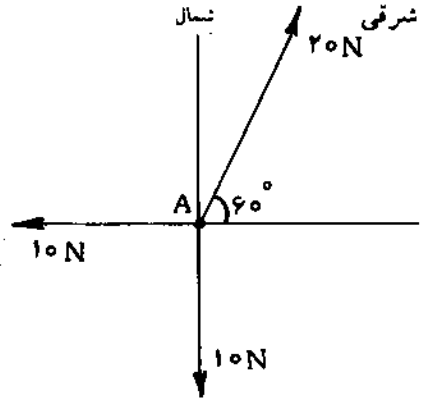
۲۲۰ ــ ماهواره‌ای به جرم m روی مسیر دایره‌ای بشعاع r با سرعت v به گرد زمین می‌گردد. ماهواره دیگری به جرم ۲m روی مسیری به شعاع ۲r با سرعت v' به گرد زمین می‌گردد نسبت $\frac{v}{v'}$ چقدر است؟

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

۲۲۱ ــ اگر سه نیرویی که اندازه و جهت آنها در شکل نشان داده شده است بر ذرّه A وارد شوند، ذره در کدام جهت میتواند

حرکت کند؟

۱) جنوب
۲) شمال
۳) شمال شرقی
۴) مغرب

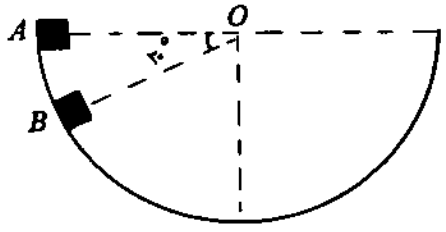


۲۲۲ ــ اتومبیلی به جرم ۱۰۰۰ کیلوگرم از جاده شیبداری به شیب پنج درصد با سرعت ثابت بالا میرود. هرگاه نیروی موتور اتومبیل ۷۵۰ نیوتن باشد نیروی اصطکاک چند نیوتن است؟

۱) ۲۵۰ ۲) ۲۶۰ ۳) ۴۹۰ ۴) ۷۰۰

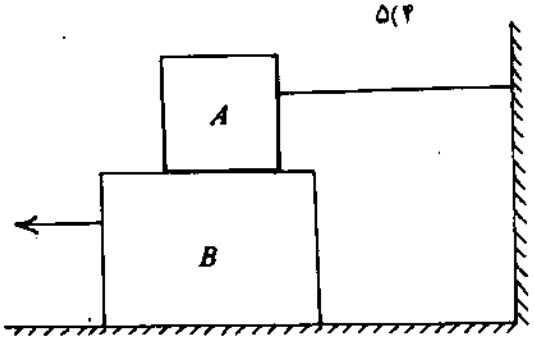
۲۲۳ ــ وزنه‌ای به جرم m درون نیم‌کره‌ای به شعاع R از نقطه A به نقطه B می‌لغزد. کار نیروی وزن در این تغییر مکان برابر است با:

۱) صفر ۲) $\frac{۱}{۲}$ MgR
۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ MgR ۴) $\frac{۱}{۴}$ MgR



۲۲۴ ــ در شکل زیر وزن جسم A برابر ۵ نیوتن و وزن جسم B برابر ۱۰ نیوتن و ضریب اصطکاک بین سطوح تماس در کلیه نقاط سطوح ۰/۲ = μ است. نیروی لازم برای کشیدن جسم B از زیر جسم A چند نیوتن است؟

۱) ۲ ۲) ۳
۳) ۴ ۴) ۵



۲۲۵ ــ گشتاور یک جفت نیرو (یعنی دو نیروی موازی، مساوی و مختلف‌الجهت وارد بر دو نقطه مختلف) نسبت به یک نقطه مفروض برابر است با:

۱) صفر ۲) میانگین گشتاور نیروهای مزبور نسبت به نقطه مفروض
۳) حاصلضرب اندازه یکی از دو نیرو در فاصلهٔ بین آن دو
۴) حاصلضرب اندازه یکی از نیروها در فاصله آن از نقطه مفروض

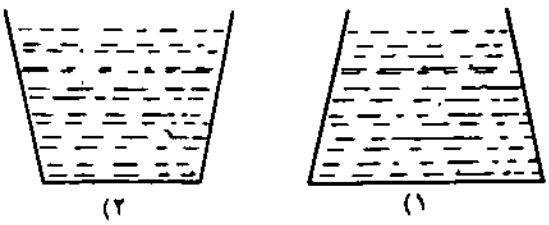
۲۲۶ ــ کوه یخی در دریا شناور است. اگر چگالی یخ نسبت به آب دریا ۰/۸ فرض شود چند درصد حجم یخ بیرون از آب قرار می‌گیرد؟

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

۲۲۷ ــ از تفنگی که جرم آن با گلوله داخلش M است گلوله‌ای بجرم m با سرعت V شلیک می‌شود. گلوله با چه سرعتی به عقب رانده می‌شود؟

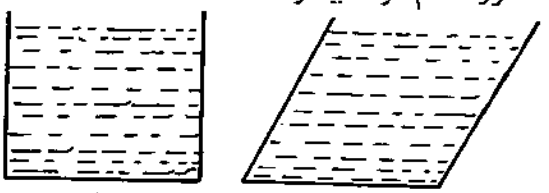
۱) V ۲) $\frac{mV}{M-m}$ ۳) $\frac{mV}{M}$ ۴) $\frac{}{M+m}$

۲۲۸ ــ در شکلهای زیر جرم و ارتفاع آب هر چهار ظرف با هم برابر و ارتفاع سطح آزاد آب از سطح زمین برای تمام آنها یکی است.



(۱) (۲)

اگر تمام آب درون این ظرفها از سوراخی که در ته هر ظرف وجود دارد روی زمین پخش شود، اندازه کار نیروی جاذبه در مورد کدام ظرف بیشتر است؟



۴) ۳)

۲۲۹ ــ در یک کفه ترازوی در حال تعادل ظرفی محتوی مقداری آب و در کفه دیگر پارسنگ است. یک گلوله به جرم ۱ کیلوگرم و به حجم ۶۰۰ سانتیمتر مکعب را به انتهای ریسمانی بسته و در آب غوطه‌ور میسازیم بطوری که با کف ظرف تماس نداشته باشد. برای اینکه تعادل ترازو در این حالت برقرار باشد، وزنه‌ای در کفه پارسنگ باید بگذاریم؟

۱) صفر ۲) ۴۰۰ گرم ۳) یک کیلوگرم ۴) ۶۰۰ گرم

۲۳۰ ــ در وان حمامی ۱۰۰ لیتر آب داغ ۶۰ درجه سانتی‌گراد وارد کرده‌ایم چند لیتر آب سرد ۱۴ درجه سانتی‌گراد باید به آن اضافه کنیم تا دمای آب درون وان ۳۷ درجه سانتی‌گراد شود. (از تبادل حرارتی وان صرفنظر میشود).

۱) ۸۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۱۴۰

۲۳۱ ــ مقداری گاز صفر درجه سانتی‌گراد را تا $136/5^{\circ}C$ گرم کرده و حجم آن را ۱/۵ برابر می‌کنیم، فشار گاز چند برابر مقدار اولیه آن می‌شود؟

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

۲۳۲ ــ دمای دو گاز A و B برابر و ضریب انبساط آنها نیز یکسان است ولی جرم حجمی گاز A دو برابر جرم حجمی گاز B است. اگر V_A و V_B به ترتیب سرعت صوت در این دو گاز باشد نسبت $\frac{V_A}{V_B}$ عبارتست از:

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

۲۳۳ ــ یک شیئی را از فاصله خیلی دور بتدریج تا مرکز آئینه مقعرّی به آن نزدیک می‌کنیم. تصویر آن چگونه تغییر مکان میدهد؟

۱) از آئینه تا کانون ۲) از کانون تا آئینه ۳) از کانون تا مرکز
۴) از مرکز تا کانون

۲۳۴ ــ عدسی همگرائی از یک جسم بر روی یک پرده تصویری تشکیل داده است. اگر فاصله جسم از پرده ۸۰ سانتی متر و طول تصویر ۳ برابر طول جسم باشد فاصله کانونی عدسی چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۲۳۵ ــ ۱۰ خازن متشابه که ظرفیت هر کدام C است داریم. برای به دست آوردن کوچکترین ظرفیت ممکن این خازنها را چگونه باید به یکدیگر وصل کنیم؟

۱) در دو ردیف پنج تائی ۲) در پنج ردیف دوتائی ۳) به طور متوازی ۴) به طور متوالی (سری)

۲۳۶ ــ یک دسته پرتو نور تک رنگ نمی‌تواند:

۱) پلاریزه شود ۲) تجزیه شود ۳) تفرق پیدا کند
۴) جذب شود

۲۳۷ ــ در آزمایش یانگ هرگاه طول موج نور دو برابر و فاصلهٔ دو شکاف نورانی نصف شود، فاصلهٔ دو نوار روشن متوالی از هم چند برابر میشود؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

۲۳۸ ــ یک جسم ملتهب نوری تابش میکند که انرژی ماگزیمم آن مربوط به طول موج λ است اگر دمای این جسم برحسب درجه کلوین دو برابر شود، ماگزیمم انرژی تابشی آن مربوط به کدام طول موج است؟

۱) $\frac{\lambda}{4}$ ۲) $\frac{\lambda}{2}$ ۳) ۲λ ۴) ۴λ

۲۳۹ ــ شدت صوت در هر نقطه متناسب است با:

۱) تواتر ارتعاش صوت ۲) دامنه ارتعاش ۳) طول موج صوت ۴) مجذور دامنهٔ ارتعاش

۲۴۰ ــ ظرف استوانه‌ای شکل فلزی را روی کلاهک یک الکتروسکوپ بدون بار قرار داده و گلوله کوچک فلزی بارداری را که از نخی ابریشمی آویزان است، داخل ظرف

کرده و آنرا به نوسان درمی‌آوریم، ورقه الکتروسکپ:

۱) اصلاً باز نخواهد شد ۲) باز شده و بهمین حالت باقی می‌ماند

۳) فقط یکبار باز شده و سپس بسته خواهد شد ۴) مرتب باز و بسته میگردد

۲۴۱ ــ دیمانسیون (معادله ابعادی) LC (L ضریب خودالقا سیم‌پیچ و C ظرفیت خازن) کدام است؟

۱) $L^{-1}T$ ۲) LT^{-1} ۳) T^{2} ۴) T^{4}

۲۴۲ ــ دو لامپ و یک مولد که مقاومت هر سه برابر است بطور متوالی بهم بسته شده و شدت جریان ۰/۵ آمپر است. اگر دو لامپ را بطور انشعابی بهم بسته بمولد وصل کنیم شدت جریانی که در این حالت از مولد میگذرد چند آمپر است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

۲۴۳ ــ یک قطعه سیم مسی در میدان مغناطیسی یکنواختی عمود برخطوط نیروی میدان قرار گرفته است، هرگاه از این سیم جریان مستقیمی بگذرد نیروی وارد از طرف میدان برآن:

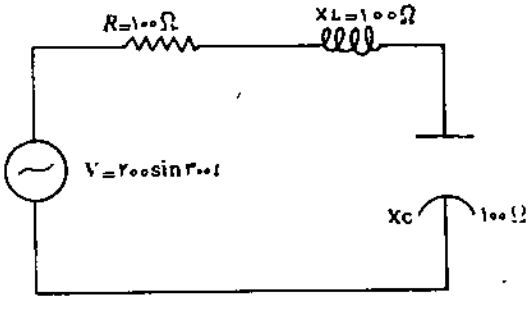
۱) صفر است ۲) در امتداد جریان است

۳) در امتداد میدان است

۴) در امتداد عمود بر سطح حاصل از میدان و جریان است

۲۴۴ ــ در شکل مقابل شدت جریان ماگزیمم چند آمپر است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۲ ۴) ۲



۲۴۵ ــ خازن C و مقاومت خطی R را بطور متوالی بهم بسته و دو سر مجموعه را به اختلاف پتانسیل متناوبی وصل کرده‌ایم. شدت جریان این مدار نسبت به اختلاف پتانسیل دو سرآن چه اختلاف فازی دارد؟

۱) به اندازه $\frac{\pi}{4}$ تأخیر فاز ۲) به اندازه $\frac{\pi}{4}$ تقدم فاز

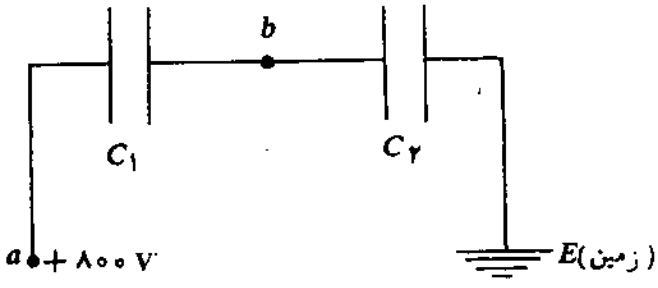
۳) کمتر از $\frac{\pi}{4}$ تأخیر فاز ۴) کمتر از $\frac{\pi}{4}$ تقدم فاز

۲۴۶ ــ دو خازن $C_1 = 3\,\mu F$ و $C_2 = 7\mu F$ مطابق شکل به یکدیگر متصل‌اند.

پتانسیل نقطه b چند ولت است؟

۱) ۲۴۰ ۲) $\frac{3}{7} \times 800$

۳) ۵۶۰ ۴) ۸۰۰

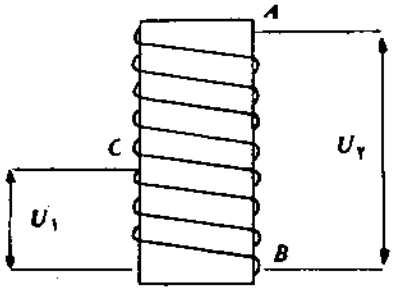


۲۴۷ ــ فاراد معادل است با:

۱) $\frac{\text{ولت}}{\text{متر}}$ ۲) $\frac{\text{ولت}}{\text{کولن}}$ ۳) $\frac{\text{کولن}}{\text{ولت}}$ ۴) ولت. متر

۲۴۸ ــ در شکل مقابل C نقطهٔ وسط سیم پیچ با هسته آهنی است. سیم پیچ متشکل از سیم کلفت مسی با دور زیاد است. ولتاژ متغیر U_1 را بین B و C برقرار می‌کنیم، U_2 برابر خواهد شد با:

۱) صفر ۲) U_1 ۳) U_1 ۴) $2U_1$



۲۴۹ ــ دو حرکت نوسانی هم امتداد و هم پریود، اولی با دامنهٔ ۴ cm و دومی با دامنهٔ ۶ cm با اختلاف فاز π به یک نقطه از محیط ارتعاش میرسند.

دامنهٔ حرکت ارتعاشی ترکیب این دو حرکت در این نقطه چند سانتیمتر است؟

۱) ۲ ۲) ۴/۴۶ ۳) ۷/۲۰ ۴) ۱۰

۲۵۰ ــ معادله حرکت ارتعاشی یک ذرّه بصورت $y=۷\sin ۵۰t$ می‌باشد که در آن y برحسب سانتیمتر و t برحسب ثانیه است. ماگزیمم سرعت این ذرّه چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲/۵ ۴) ۵

۲۵۱ ــ اگر نور از آب وارد هوا شود:

۱) تواتر آن افزایش می‌یابد ۲) تواتر آن کاهش می‌یابد

۳) طول موج آن افزایش می‌یابد ۴) طول موج آن کاهش می‌یابد

۲۵۲ ــ کدام یک از امواج الکترومانیتیک زیر در هوا بیشتر جذب می‌شود؟

۱) امواج بالای بنفش ۲) امواج بی‌سیم ۳) امواج زیر قرمز

۴) میکرو ویو

۲۵۳ ــ نیمه عمر فسفر رادیو اکتیو ۱۴ روز است. هرگاه ۴ گرم از این ماده در زمان حال موجود باشد، پس از گذشت چند روز فقط یک گرم آن دست نخورده باقی می‌ماند؟

۱) ۲۱ ۲) ۲۸ ۳) ۳۵ ۴) ۵۶

۲۵۴ ــ در یک واکنش هسته‌ای باندازه ۰/۴ میکروگرم از جرم کم شده است، مقدار انرژی حاصله برحسب ژول چقدر است؟

۱) $۳/۶ \times ۱۰^{۱}$ ۲) $۳/۶ \times ۱۰^{۷}$ ۳) $۳/۶ \times ۱۰^{۱۰}$

۴) $۳/۶ \times ۱۰^{۱۳}$

۲۵۵ ــ اگر مقدار بسیار جزئی آلومینیم به عنوان ناخالصی به بلور نیمه رسانای ژرمانیوم افزوده شود چه نوع نیمه رسانائی حاصل میشود؟

۱) N ۲) P-N ۳) P ۴) N-P

نام آزمون فیزیک ۱
(الکتریسیته و نور) سال ۶۳

۱ ــ سه لامپ مشابه در اختیار داریم. دو عدد از این لامپها را بطور متوالی به اختلاف پتانسیل ۷ ولت می‌بندیم. لامپ سوم را یکدفعه بطور انشعاب به دو سر مجموعه و دفعه دیگر به دو سریکی از لامپها می‌بندیم. نسبت توانهای مصرفی در مجموعه ۳ لامپ در این دو حالت را حساب کنید.

۲ ــ تعداد زیادی خازن مشابه در اختیار داریم که ظرفیت هر یک ۲ میکروفاراد بوده و می‌تواند حداکثر ولتاژ ۱۰۰۰ ولت را تحمل کند. میخواهیم از این خازنها مجموعهٔ مرکبی داشته باشیم به ظرفیت ۶ میکروفاراد که ولتاژ ۴۰۰۰ ولت را تحمل کند. برای این منظور حداقل چند عدد از این خازنها را باید انتخاب کنیم و چگونه آنها را بهم ببندیم؟ در این صورت ماگزیمم انرژی ای که می‌تواند در مجموعه ذخیره شود چند ژول است؟

۳ ــ از سیم پیچی به مقاومت اهمی ناچیز وقتی به برق ۵۰ هرتز، ۲۰۰ ولتی وصل شود جریان ۵ آمپر می‌گذرد. اگر این سیم پیچ را به برق ۴۰ هرتز، ۱۲۰ ولتی وصل کنیم چه جریانی از آن می‌گذرد؟

۴ ــ پرتوهای موازی تحت زاویه تابش i به یک سطح تیغه شیشه‌ای تخت (تیغه متوازی السطوح) تابیده و از سطح دیگر تیغه خارج می‌شود. اگر ضریب شکست تیغه n و ضخامت تیغه D باشد ثابت کنید مقدار انحراف اشعه (یعنی فاصله بین شعاع تابش و خروجی) در تیغه از رابطهٔ زیر بدست می‌آید:

$$x = D \sin i \left(۱ - \frac{\cos i}{\sqrt{n^۲ - \sin^۲ i}}\right)$$

۵ ــ یکدسته پرتو نور زرد خالص بطول موج $\lambda = ۰/۵۸۹$ میکرون وقتی از خلأ وارد یک مایع می‌شود طول موجش به اندازهٔ ۰/۱۴۷ میکرون کاهش می‌یابد. ضریب شکست مطلق مایع و سرعت نور در آن را حساب کنید. (سرعت نور در خلأ را $۳ \times ۱۰^{۸} m/s$ بگیرید).

۶ ــ یک دوربین نجومی که فاصلهٔ کانونی عدسی شئی آن ۵۰ سانتیمتر است، برای بینهایت تنظیم شده است. عدسی چشمی این دوربین را کمی جابجا می‌کنند و در این حال اشیاء واقع در ۵۰ متری عدسی شیئی بطور وضوح رؤیت می‌شوند (یعنی تصویر نهائی در بینهایت تشکیل می‌شود) عدسی چشمی چه مقدار و در چه جهتی جابجا شده است؟

۷ ــ در تار مرتعشی بطول ۹۸ سانتیمتر و به ازای نیروی کشش معینی ارتعاشاتی همصدا با یک دیاپازن تولید می‌شود. اگر طول تار را

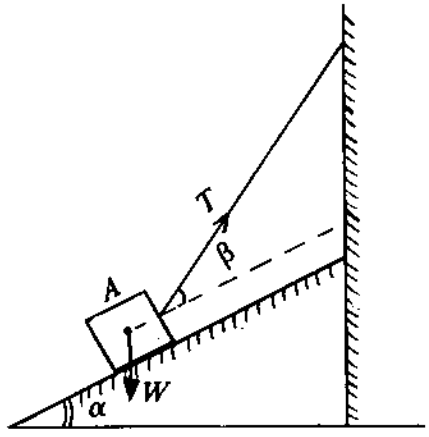
یک سانتیمتر کوتاه کنیم و با همان نیروی کشش آن را در مقابل دیاپازن به ارتعاش درآوریم ۴ ضربان در ثانیه ایجاد می‌شود. تواتر دیاپازن را حساب کنید.

نام آزمون : فیزیک مکانیک
(حرکت، سکون و حرارت) سال ۶۳

۱ ــ در شکل زیر ، جرم ریسمان و نیروی اصطکاک بین جسم A و سطح شیبدار ناچیز است:

الف ــ نیروی کشش ریسمان (T) و نیروی وارد از جسم بر سطح را برحسب زوایای α و β و وزن جسم (W) حساب کنید.

ب ــ زاویه β را طوری تعیین کنید که نیروی وارد بر ریسمان می‌نیم شود.

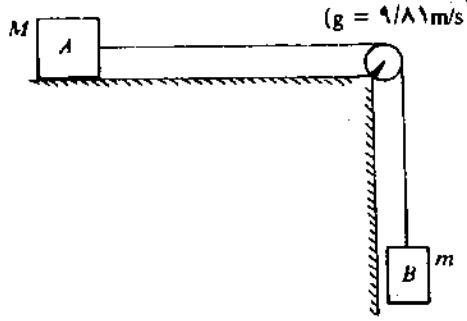


۲ ــ جسم A به جرم M = ۱/۰۰۰Kg مطابق شکل روی سطح افقی قرار دارد و به وسیله نخ افقی به جرم ناچیز که از روی قرقره کوچک و بدون اصطکاکی می‌گذرد به وزنه B به جرم m، که در راستای قائم آویزان است متصل می‌باشد:

الف ــ اگر اصطکاک بین جسم A و سطح ناچیز فرض شود شتاب حرکت آن را به ازای m = ۰/۵۰۰kg، وقتی که دستگاه برای حرکت آزاد باشد، حساب کنید.

ب ــ نمودار تغییرات شتاب دستگاه را برحسب m (هرگاه آن را تغییر دهیم) رسم کنید.

پ ــ اگر عملاً به وسیله آزمایش این نمودار را رسم کنیم مشاهده می‌شود به جای آنکه از مبدأ مختصات بگذرد محور نمایش جرم را در نقطهٔ m = ۰/۱۰۰kg قطع می‌کند. نیروی اصطکاک بین جسم A و سطح را در آستانه حرکت برحسب نیوتن معین کنید. ($g = ۹/۸۱m/s^۲$)



۳ ــ پسر بچه‌ای درحالی که در داخل سالنی دراز کشیده است توپ کوچکی را باسرعت اولیهٔ $V_0 = \frac{۱۴\sqrt{۷}}{۳}$ m/s طوری پرتاب می‌کند که از نقطه‌ای بسیار نزدیک به سقف که ارتفاعش ۲/۸ متر است می‌گذرد. بُرد توپ چند متر است؟ $g = ۹/۸m/s^۲$

۴ ــ حبابی از هوا از ته یک دریاچه و در نقطه‌ای که فشار ۲/۸ آتمسفر و دما $V\,°C$ است به سطح آب با دمای ۲۷ °C می‌رسد. قطر حباب به چه نسبتی تغییر می‌کند؟

۵ ــ دمای اولیه m گرم از مایع A، ۲m گرم از مایع B و ۳m گرم از مایع C به ترتیب ۳۰ °C، ۲۰ °C و ۱۰ °C است. اگر مایعهای A و B را مخلوط کنیم دمای تعادل $۲۵\,°C$ می‌شود و اگر مایعهای B و C را مخلوط کنیم دمای تعادل ۱۴/۵ °C می‌شود. اگر مایعهای A و C را مخلوط کنیم دمای تعادل چند درجه سانتیگراد می‌شود؟ (از اتلاف گرما صرفنظر می‌شود).

۶ ــ برای آنکه تمام حجم یک زیردریائی در داخل آب دریا با دمای $t_۱ = ۱۰°C$ قرار گیرد (یعنی در آب غوطه‌ور بماند) باید مقداری از آب دریا به جرم m در داخل زیردریائی ریخته شود. حال اگر دمای آب دریا به $t_۲ = ۱۵\,°C$ برسد برای آنکه تعادل همچنان برقرار باشد آیا باید مقدار m را زیاد یا کم کنند؟ (با نوشتن معادلاتی که وضع تعادل را در هر دو وضعیت مشخص می‌کنند و مقایسه آنها به پرسش فوق بطور مستدل پاسخ دهید ولی مقدار تغییرات احتمالی m را حساب نکنید).

۷ ــ یک چرخ که به دور محور ثابت خود در هر ثانیه ۳ دور می‌چرخد، پس از قطع گشتاور نیروی محرک، حرکتش با شتاب زاویه‌ای ثابت کُند می‌شود، و پس از یک دقیقه می‌ایستد. در این مدت یک دقیقه چرخ کلاً چند دور چرخیده است؟

اطلاعیه

دربارهٔ نشریات رشد آموزش تخصصی

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

این نشریات در حال حاضر عبارتند از:

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

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

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

محل فروش آزاد:

۱ ــ تهران:
الف ــ کتابفروشی شهید سید کاظم موسوی، اول خیابان ایرانشهر شمالی
ب ــ مرکز نشر دانشگاهی ــ نمایشگاه دائمی کتاب
ج ــ کتابفروشی صفا ــ روبروی دانشگاه تهران
د ــ کیوسکهای معتبر مطبوعات
۲ ــ آذربایجان شرقی ــ مطبوعاتی ملازاده ــ تبریز
۳ ــ آذربایجان غربی ــ مطبوعاتی زینال پور ــ ارومیه
۴ ــ اصفهان ــ کتابفروشی مهرگان و کتابفروشی جنگل
۵ ــ مازندران ــ هماهنگی گروههای آموزشی استان ــ ساری
۶ ــ کرمان ــ پارک مطهری، فرهنگسرای زمین.

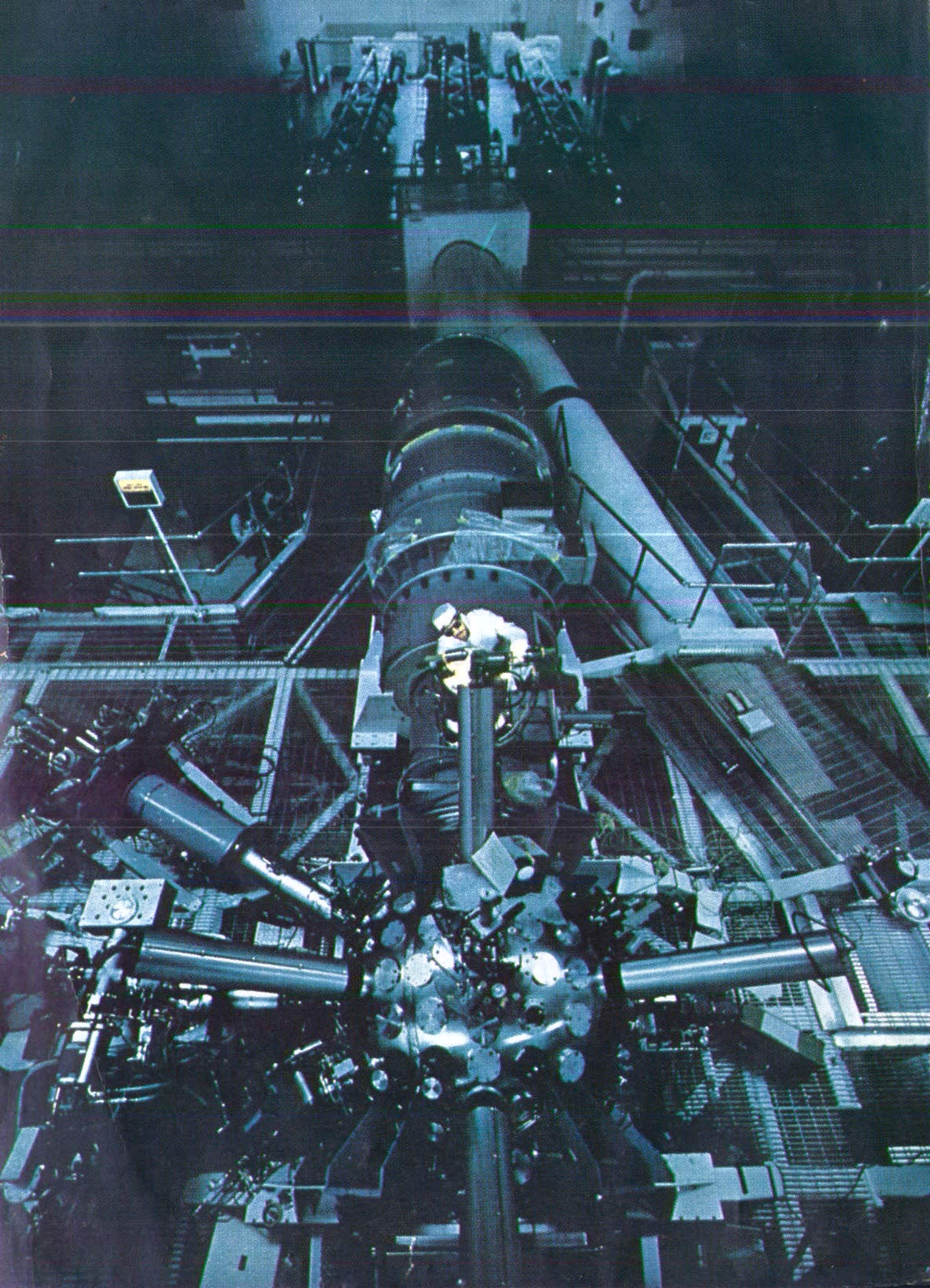
توجه، دانشجویان مراکز تربیت معلم می‌توانند با ارسال فتوکپی کارت تحصیلی از ۵۰٪ تخفیف برخوردار شوند.

فرم اشتراک مجلات رشد تخصصی

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

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

کوچهٔ ..... پلاک ..... تلفن .....



آیا شما رشد مخصوص دبیران را می‌خوانید؟

- مجلات رشد تخصصی: ریاضی، زبان، شیمی، زمین‌شناسی، فیزیک، جغرافیا، زیست‌شناسی و ادب فارسی نشریاتی است که هر سه ماه یک‌بار از سوی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی انتشار می‌یابد. دبیران محترم دبیرستانها می‌توانند برای اشتراک یک‌ساله هریک از این مجلات، مبلغ ۴۰۰ ریال به حساب ۹۲۹ خزانه بانک مرکزی (قابل پرداخت در شعب بانک ملی) واریز کنند و رسید آن را همراه با نشانی دقیق خود و ذکر نام مجله مورد تقاضا به نشانی تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۳۳۳۱ ارسال دارند.
- دانشجویان مراکز تربیت معلم می‌توانند با ارسال فتوکپی کارت دانشجویی معتبر خود از ۵۰٪ تخفیف برخوردار گردند.

وزارت آموزش و پرورش — سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی — دفتر مجلات آموزشی و کتابهای درسی