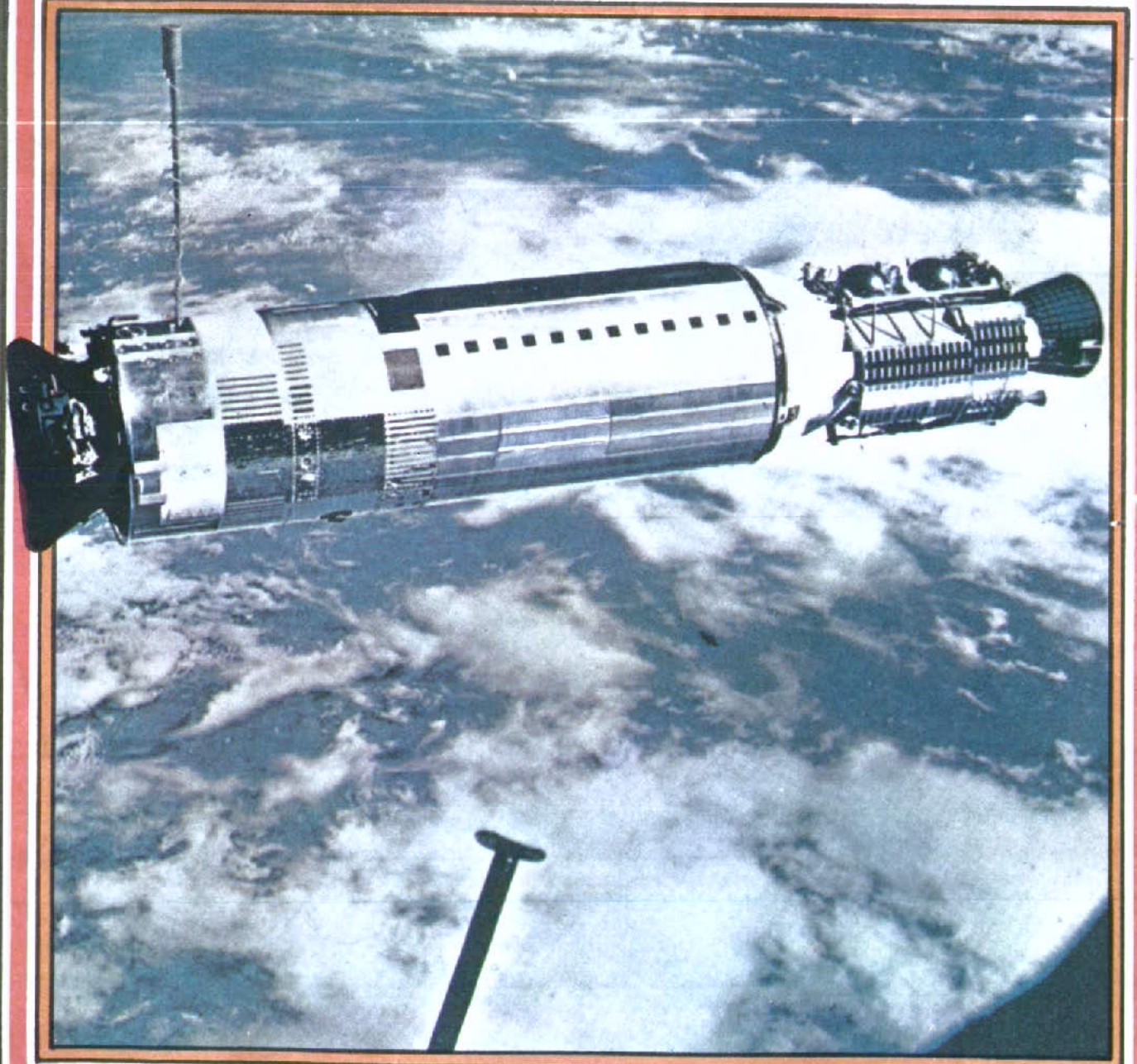
آرشیو گروه فیزیک

رشد آموزش فیزیک

سال سوم ـ تابستان و پائیز ۱۳۶۶ ـ شماره مسلسل ۹ و ۱۰

بها: ۱۰۰ ریال



برندگان جایزه نوبل فیزیک سال ۱۹۸۷
'یوهانس گئورک بدنورتس آلمانی ۳۷
ساله و کارل آلکساندر مولر سویسی ۶۰
ساله'.

رشد **آموزش فیزیک**

سال سوم ــ تابستان و پاییز ۱۳۶۶ ــ شماره مسلسل ۹ و ۱۰

نشریه گروه فیزیک دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف کتابهای درسی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
نشانی: خیابان ایرانشهر شمالی ــ ساختمان شمارهٔ ۴ وزارت آموزش و پرورش تلفن ۴ ــ ۸۳۹۲۶۱ داخلی (۴۳)

سردبیر: اصغر لطفی
مدیر داخلی: سیدمرتضی میرخانی
تولید: واحد مجلات رشد تخصصی
صفحه‌آرا: محمد پریسای

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

فهرست

پیشگفتار		۳
سرگذشت فیزیک (قسمت چهارم)	*ابوالقاسم قلمسیاه*	۶
المپیاد فیزیک		۱۰
مسائل نوزدهمین المپیاد بین‌المللی فیزیک		۱۵
ابر نواختر	*منیژه رهبر*	۲۱
نیروی گریز از مرکز	*سیدجعفر مهرداد*	۲۷
پرندگان و هواپیما	*علی معصومی*	۳۲
در حاشیهٔ درس مکانیک	*محمد سپهری راد*	۳۳
آبر درخش‌های فیزیکدانان	*فرامرز ناصر آزاد*	۳۴
سالشماری از زندگانی نیوتن		۴۰
جایزهٔ نوبل فیزیک سال ۱۹۸۷		۴۲
دربارهٔ پرسشها و مسائل کتب درسی «فیزیک سال چهارم ریاضی و فیزیک»		۴۳
تغییراتی در کتاب علوم راهنمایی		۴۴
مسائل و پرسشهای جدید کتب مکانیک و فیزیک چهارم (۱۳۶۷)		۵۰
مجله و خوانندگان		۶۵

... یاغایتی فی رغبتی....

پیشگفتار

در مجله فیزیک جلد ۵ شماره ۲ و ۳ تابستان و پائیز ۱۳۶۶ ــ نشریه گروه فیزیک مرکز نشردانشگاهی در سر مقاله، به قلم مدیر مسئول آن آقای دکتر رضا منصوری می‌خوانیم:

«... براستی چه شده است که ایران در زمینه علوم پایه (فیزیک) حتی در میان کشورهای جهان سوم در رده‌های پایین قرار گرفته است؟ ...» نویسنده فاضل به دنبال این سؤال به شرح نکته‌هایی می‌پردازد که شامل دقایق بسیار است. این مشکل بزرگ ما از یک بلای بزرگتر و جانسوزتر عقب ماندگی منشأ می‌گیرد که درد مشترک همه جهان سومیهاست. بررسی علل و راه چاره آن مسأله‌ای است که در کتب و رسالات چند دهه اخیر ایران جای زیادی را گرفته است. براستی چه باید بکنیم که ایران در زمینه علوم پایه مقام و موقعیت مناسب و مطلوبی پیدا کند؟ بحث در حاشیه سرمقاله سابق‌الذکر هر چند به اجمال، برای پاسخ یابی در مورد این سؤال ثمر بخش است.

* * *

اولین نکته‌ای که فاضل محترم در این مقوله مرقوم داشته، این

است که: «... زمامداران در گذشته در اصل خواستار، آشنایی ایرانیان با علوم و فنون جدید نبوده‌اند .... توجه صفویه به اسلحه آتشین و توپ سازی، توجه نادر شاه به کشتی سازی، توجه شاهان قاجار به نظم جدید در سپاه و متعاقباً در پی آن ایجاد ارتباط با تمدن غربی گواه بر این مطلب است. در دوران پهلوی نیز هر چند ظاهراً به علم توجه می‌شد اما خُلق و خوی دلالی علم بر اصالت کسب و پرورش علم غالب بود ....»

تاریخ آشنایی ایران با علوم و فنون جدید از حدود پانصد سال قبل یعنی آغاز دوران صفویه (۹۰۵ ــ ۱۱۴۸ ه ق) شروع شده است. ایران پیش از صفویه بعد از گذراندن دوران درخشان تمدن اسلامی، حمله خانمانسوز مغول (۶۵۱ ــ ۷۵۶ ه ق) و یورش تیموریان (۷۳۸ ــ ۸۱۲ ه ق) و جنگ و تسلط ترکمانان (۸۱۰ ــ ۹۰۸ ه. ق) را پشت سر گذاشته بود. اساس علوم و فنون جدید از اواسط قرن پانزدهم میلادی همزمان با آغاز دوران صفویه در قسمتهای مرکزی و غربی اروپا پایه گذاری و در قرن هفدهم و هجدهم میلادی با اکتشافات مهم علمی راه پیشرفت سریع هموار شد. قبل از صفویه تمدن جدید اروپایی توانایی نداشت که در خارج قابل انتشار و دریافت باشد. در دوره افشاریه (۱۱۴۸ ــ ۱۲۱۸ ه. ق) وزندیه (۱۱۶۳ ــ ۱۳۰۹ ه. ق) ارتباط ایران با اروپا کم و بیش برقرار بود اما مهمترین قدم در راه آشنا شدن ایران با تمدن جدید اروپا، در دوره قاجاریه (۱۲۰۹ ــ ۱۳۴۳ ه. ق) برداشته شد. درست در این دوره‌ها که اروپا با شتاب هر چه بیشتر بسوی ترقیات علمی پیش می‌رفت ایران دچار درگیری مستمر با دولتهای ترکان عثمانی (۶۹۹ ــ ۱۳۴۲ ه. ق)، حمله از بکان (۹۱۶ ــ ۹۵۰ ه. ق) و فتنه افاغنه (۱۱۳۵ ــ ۱۱۴۲ ه. ق) بود.

در دوره قاجاریه نیز دو دوره چند ساله جنگهای ایران و روس توانی برای مردم این سرزمین باقی نگذاشت. جنگهایی که دوره اول آن (۱۲۱۹ ــ ۱۱۲۸ ه. ق) به عهدنامه گلستان و دوره دوم آن (۱۲۴۱ ــ ۱۲۴۳ ه. ق) به معاهدات ترکمانچای خاتمه یافت.

در دوره قاجاریه، همت و عنایت مردان روشن بینی مانند قائم مقام اول (متوفی ۱۲۳۷ ه. ق) و قائم مقام ثانی (۱۱۹۳ ــ ۱۲۵۱ ه.ق مقتول) و امیر کبیر (۱۲۶۸ ــ ه. ق مقتول) و حاجی میرزا حسینخان مشیرالدوله سپهسالار اعظم (متوفی ۱۲۹۸ ه. ق) و میرزا علیخان امین الدوله (متوفی ۱۳۲۲ ه. ق)، راهگشای فرهنگ و علوم و فنون نو در ایران بود. در این دوره فرستادن معدودی شاگرد به اروپا، رفت و آمد رجال و تجار ایران به خارجه و خارجیان به ایران، ایجاد تلگراف و چاپخانه و ضرابخانه و کارخانه‌های متعدد و تأسیس دارالفنون (۱۲۶۸ ه. ق) موجب ارتباط فرهنگی ایران با تمدن جدید اروپا گردید. جزئیات این ارتباط در کتب تاریخی و مقالات و مجلات و روزنامه‌ها ضبط است و لزومی به تکرار آنها نیست.

اما این مطلب حائز اهمیت است که بدانیم درست است که زمامداران ایران نخواستند علوم و فنون جدید را در ایران بطور صحیح پی‌ریزی کنند و التفاتی به تفاوت اوضاع ایران و اروپا نداشتند. اما نباید از نظر دور داشت که نظام اجتماعی ایران نیز چنان بود که تعصب و تصلب عوام و سلطه عوام فریبان هر اقدامی را که برای پیشرفت علمی کشور انجام می‌گرفت با مشکل روبرو می‌ساخت. عظمت رجال اصلاح طلب سابق الذکر در این است که از تنگناهای موجود در مملکت با همه دشواری عبور کردند، بلای عقب افتادگی هموطنان خویش و علاج آن را به درستی دریافتند و با عشق به خدمت، صمیمانه در این راه قدم گذاشتند و مردانی مانند قائم مقام ثانی و امیر کبیر پر سر آن جان باختند. برای آشنائی با میزان جهل عمومی مردم ایران در قرن گذشته به این نمونه توجه کنید.

«.... در ماه صفر سال ۱۲۶۷ هجری قمری به امیر کبیر اطلاع دادند که در شهر تهران چند بیمار مبتلا به آبله پیدا شده که معالجات در مورد آنها مؤثر واقع نشده و مرده‌اند. امیر از شنیدن این خبر به شدت نگران شد و فوراً امر داد که در تمام شهر تهران و ولایات نزدیک برنامه آبله کوبی اجرا شود تا بیماری گسترش نیابد و مردم نجات پیدا کنند. در آن روزها تزریق واکسن آبله و بیماری‌های دیگر مرسوم نبود و مردم راضی نبودند که واکسن پیشگیری این بیماری به آنها تزریق شود. از طرفی چندتن از مارگیرها و ... در شهر اینطور شایع کردند که تزریق واکسن موجب نفوذ اجنه در خون می‌شود و ممکن است که شخص به غش مبتلا شود.

چند روز پس از آغاز آبله کوبی به امیر اطلاع دادند که مردم از روی جهل و نادانی حاضر نیستند که واکسینه شوند و از بیماری مصون بمانند در همان حال از یک مریضخانه دیگر خبر رسید که پنج نفر به علت ابتلا به بیماری آبله فوت کردند. امیر کبیر فوراً دستور داد که هر کس حاضر نشود آبله بکوبد باید پنج تومان به صندوق دولت جریمه بپردازد. او تصور می‌کرد که با این فرمان همه مردم آبله

می‌کوبند، اما شایعات دعانویسها و جهالت مردم بیش از آن بود که تسلیم شوند. عده‌ای از متمولین حاضر شدند که پنج تومان جریمه دهند و از تزریق واکسن معاف شوند و عده‌ای دیگر در هنگام مراجعه مأمورین در آب انبارها پنهان می‌شدند و یا به خارج شهر می‌گریختند. در روز بیست و هشتم ماه ربیع‌الاول به امیر اطلاع دادند که در تمام شهر تهران و ولایات فقط سیصدوسی نفر آبله کوبیده‌اند. امیر سخت نگران شد و در همین روز پاره دوزی را که طفلش در اثر بیماری آبله مرده بود به نزد او آوردند. امیر به جسد طفل نگریست و آنگاه گفت:

ــ ما که برای نجات بچه‌هایتان آبله کوب فرستادیم:

پیرمرد با اندوه فراوان گفت:

ــ به من گفته بودند که اگر بچه را آبله بکوبیم جن‌زده می‌شود.

امیر فریاد کشید.

ــ وای از جهل و نادانی، حال، گذشته از اینکه فرزندت را از دست دادی باید پنج تومان هم جریمه بدهی.

پیرمرد با التماس گفت:

ــ باور کنید که هیچ ندارم.

امیر کبیر دست در جیب خود کرد و پنج تومان به او داد و سپس گفت: حکم برنمی‌گردد. این پنج تومان را به صندوق دولت بپرداز. چند دقیقه بعد بقالی را آوردند که او نیز بچه‌اش مرده بود. این بار امیر کبیر دیگر نتوانست تحمل کند. روی صندلی نشست و با حالی زار شروع به گریستن کرد ...»[1]

روشن است که جهل مردم از مسئولیت زمامداران و رهبران اجتماعی نمی‌کاهد. امیر کبیر می‌گفت «تمام ایرانیها اولاد حقیقی من هستند.» امازمداران ما عموماً این گونه احساس وظیفه نمی‌کردند. تشنگان قدرت بودند نه عاشقان خدمت.

در آخر دوره قاجاریه در سال (۱۲۹۷ هـ. ش) عده مدارس ابتدائی و متوسطه در تمام کشور ۲۴۴ با تعداد ۲۴۲۹۱ نفر محصل بود. در این سال یک دارالمعلمین و یک دارالمعلمات در تهران تأسیس شد.

در آن زمان یک مدرسه علوم سیاسی (اساس دانشکده حقوق امروزی) و یک مدرسه آمریکایی و یک مدرسه فرانسوی نیز وجود داشت. مدرسه طب که تنها مدرسه عالی کشور بنود فقط سه کلاس داشت و در دارالفنون تشکیل می‌شد. در سال ۱۳۰۷ دانشسرای عالی تأسیس شد و در همین سال قانون اعزام محصل به خارج از تصویب مجلس شورای ملی گذشت و اولین دانشگاه کشور یعنی دانشگاه تهران در سال ۱۳۱۳ ایجاد گردید.

اما با همه دانشگاهها و مدارس عالی که در دوران پهلوی در کشور تأسیس شد و با وجود همه دانشجویانی که در خارج تحصیل کرده و باز گشتند و یا در ایران تحصیل کردند باز چرا حتی از کشورهای تازه استقلال یافته آسیایی و افریقایی عقبتر مانده‌ایم؟

آیازمامداران ما خواستار آشنایی ایرانیان با علوم و فنون جدید نبودند؟ و یا ما هیت علوم جدید را نمی‌شناختند؟ کوته بین و ظاهر بین بودند و تحصیلکردگان رابطور اعم و باز گشتگان از فرنگ را بطور اخص عاطل و باطل گذاشتند و کاری مناسب با تخصصشان به آنها ارجاع نکردند؟ یا اهل علم خود قدر و منزلت خویش را نمی‌دانستند؟ و آیا زمامداران تنها فریفته تکنولوژی بودند و کاری به کار علوم پایه نداشتند؟ شاید اینها و عوامل دیگر که سرمقاله نویس ارجمند برشمرده‌اند از عوامل عقب افتادگی علمی ما باشد. ولی جان کلام در این است که در کشورهای جهان سوم که اختلاف سطح علمی فوق‌العاده با کشورهای پیشرفته دارند تا گروهی عالم و آگاه و مؤمن و مخلص و ایثارگر در هرزمینه دامن همت بر کمرنزنند کار بجایی نمی‌رسد. دنیا با شتاب فوق‌العاده به حرکت علمی خود ادامه می‌دهد و ما هنوز در الفبای آن مانده‌ایم.

به همین دوره پهلوی توجه کنید. عده‌ای از تحصیلکرده‌ها بخصوص آنان که از فرنگ باز گشتند علم را وسیله زراندوزی و دستیابی به مقامات کشوری ساختند، گروهی در بازیهای سیاسی تباه شدند، خوشبختانه جماعتی نیز به رسالت خویش هر چند محدود عمل کردند.

جامعه ایران باید در پرتو این نمونه‌ها متحول شود و استعدادهای نهفته خویش را بشناسد و بکار بندد فراموش نکنیم که:

«إنَّ‌اللّه لایُغَیِّرُ مابِقوم حتّی یُغَیِّرُوا بِانفسُهِم»(رعد ۱۱) ــ

چگونه این تغییر باید حاصل گردد مقوله‌ای است دیگر که در آینده از آن به تفصیل سخن خواهیم گفت.

إن شاء الله

هیئت تحریریه: ۶۷/۱۰/۸

---

۱ ــ داستانهائی از زندگی امیرکبیر ــ دفتر نشرفرهنگ اسلامی

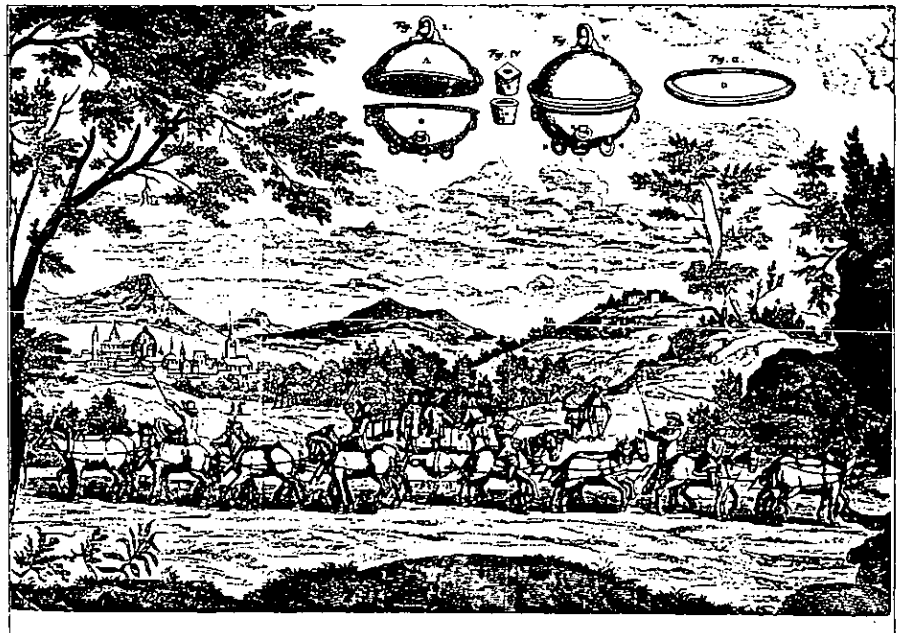
سرگذشت فیزیک

ابوالقاسم قلمسیاه

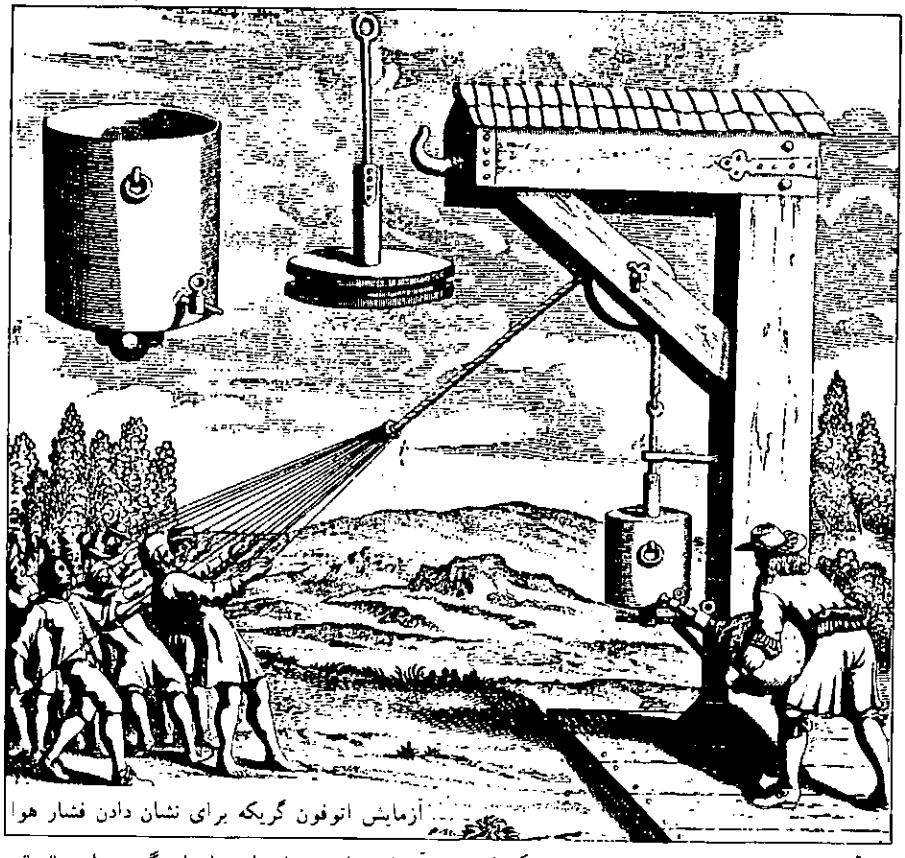
بارومترها و کاربردهای آنها ــ

لولهٔ توریچلّی اندازه‌گیری فشار آتمسفر را تسهیل کرد و در واقع نخستین بارومتر را تشکیل داد. علاقمندان به فیزیک این بارومتر را تکمیل و مدلهای نوینی اختراع کردند. کسانیکه در این اختراعات سهم عمده را داشتند عبارتند از: اُتوفون گریکه[1]، هوک[2]، آکادمی تجربه (در ایتالیا) و مخصوصاً هویگنس. بزودی دریافتند که می‌توان بارومتر را در تخمین ارتفاع بکار برد (همانگونه که آزمایش پاسکال نشان داد). ماریوت نشان داد که چگونه فشار هوا برحسب ارتفاع تغییر می‌کند. بعدها متوجّه شدند که از بارومترها می‌توان در پیش‌بینی وضع هوا استفاده کرد. در این باره، یکی از پیشقدمان اتوفون گریکه بود که از او نام بردیم. گریکه شهردار شهر ماگدبورگ[3] (در آلمان) بود و به فیزیک علاقه بسیار داشت. او علاقمند بود آزمایشهای نمایشی انجام دهد تا اعجاب و تحسین مردم را برانگیزد. یک آدمک چوبی با بازوی افراشته ساخته بود و آنرا روی یک بارومتر مخفی نصب کرده بود، طرز کار اسباب طوری بود که تغییرات حاصل در بارومتر در اثر تغییرات جوّ، به آدمک منتقل می‌شد و بازوی افراشته‌اش پیش‌بینی وضع هوا را نشان می‌داد. مردم شهر به تماشای آن می‌رفتند و با کنجکاوی امتحانش می‌کردند.

مطالعه خلاء و گازها ــ آزمایشهای توریچلّی و پاسکال مسئله خلاء را مُد روز کرد. بدیهی است که لوله توریچلی وسیلهٔ ساده‌ای برای ایجاد خلاء بود ولی برای تسهیل آزمایش روی خلاء لازم بود وسیله‌ای تعبیه شود تا درون هر ظرف را با مکیدن هوای آن تخلیه کند. نخستین تلمبهٔ تخلیه هوا توسط گریکه به وسیله یک پیستون ساخته شد. او با این تلمبه هوای درون یک ظرف شیردار را خارج می‌کرد و شیر را می‌بست و ظرف را از تلمبه جدا می‌کرد. ماشین تخلیه گریکه خیلی ابتدائی و کار با آن دشوار بود. سه نفر زورمند لازم بود تا پیستون آن را به حرکت درآورند. با وجود این، گریکه توانست آزمایشهای جالبی با آن انجام دهد و تحسین و اعجاب تماشاگران را برانگیزد: مثلاً هوای درون یک کره مسی را خالی می‌کرد و این عمل منجر به درهم رفتن کره و شکسته شدن آن می‌شد که با صدای رعدآسائی همراه بود. در آزمایش دیگر، هوای زیر یک پیستون را تخلیه می‌کرد و پیستون فقط در اثر فشار هوا جلو می‌رفت و از طرف مخالف پنجاه نفر با تمام قوا آن را می‌کشیدند. در اینجا ذکری هم از نیمکره‌های مشهور ماگدبورگ به میان آوریم که وقتی آنها را به هم متصل کرده هوای درون آنرا خالی می‌کرد، شانزده اسب لازم بود تا دو نیمکره را از هم جدا کنند و این عمل توأم با صدائی شبیه به صدای تفنگ بود. ولی گریکه به این سرگرمیها قانع نشد، بلکه از نظر علمی هم خواصّ خلاء را مطالعه کرد. او دید که شمع روشن خاموش می‌شود، حیوانات به سرعت و ناگهانی می‌میرند، صدای زنگ دیگر شنیده نمی‌شود.



نیمه کره هاگدبورگ: آزمایش مشهوری که در آن ۱۶ اسب لازم بود تا دو نیمکره‌ای را که بوسیله فشار هوا بهم چسبیده بودند از یکدیگر جدا کنند.



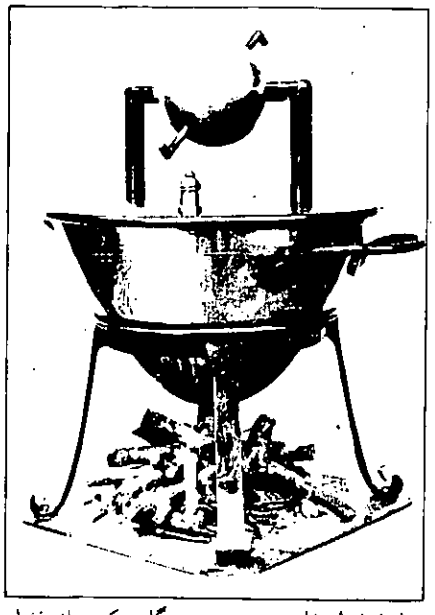
آزمایش اتوفون گریکه برای نشان دادن فشار هوا

در آن زمان کارهای شهردار ماکدبورگ که عکس‌العمل رهائی از قید عقاید قرون وسطائی و دورانهای پیش از آن دربارهٔ خلاء است گرچهٔ پر سر و صدا بود ولی فیزیک هنوز آنقدر توسعه نیافته بود که امکان دهد همهٔ این مسائل به درستی تعبیر شوند.

تلمبه تخلیه هوای گریکه توسط رابرت بویل[4] (۱۰۰۵ ــ ۱۰۷۰ / ۱۶۲۶ ــ ۱۶۹۱) فیزیکدان انگلیسی تکمیل شد. این دانشمند نتایج کارهای گریکه را تدقیق و تثبیت کرد، علاوه بر این ضمن مطالعات خود دربارهٔ خلاء پی برد که حجم یک گاز به نسبت عکس فشارش تغییر می‌کند و در این باره اعدادی نیز یادداشت کرد بدون آنکه به آنها اهمیت دهد یا به اطلاع دیگران برساند. اندکی بعد، ماریوت کشیش فرانسوی، بدون آنکه در جریان نتایج آزمایشهای بویل باشد اندازه‌گیریهای دقیقی انجام داد و به همان قانون دست یافت (۱۶۷۶/۱۰۵۵) و با احتیاط از تعمیم دادن عجولانه نتایج حاصل خودداری کرد و به این قانع شد که قانون خود را دربارهٔ هوا در دمای معمولی بیان کند.

آخرین پیشرفتهای قرن

ماشین بخار ــ مدتها بود که نیروی عظیم بخار آب را که ارسطو متذکر شده بود می‌شناختند. روایت شده است که افراد متفکری مانند هرون[5] و ژربرت* موارد کاربردی از آنرا نیز پیدا کرده بودند، ولی تنها در قرن هفدهم است که بهره‌گیری از نیروی بخار آب به عنوان نیروی محرک آغاز شده است.



مدل فرفرهٔ بخار هرون یعنی دستگاهی که در اثر فشار بخار آب به چرخش درمی‌آید.

در اینجا بطور زودگذر از پیشقدمان یاد می‌کنیم: سالامون[6] مهندسی که در ۱۶۱۵/۹۹۴ اسبابی را طرح‌ریزی کرد که بوسیله آن آب در اثر نیروی بخار بالا می‌رفت. وُرسِستر[7]، نجیب‌زاده انگلیسی و هموطنش سامونل مورلند[8]، که از آنان طرحهائی مبهم برای استفاده از بخار آب به جای مانده است.

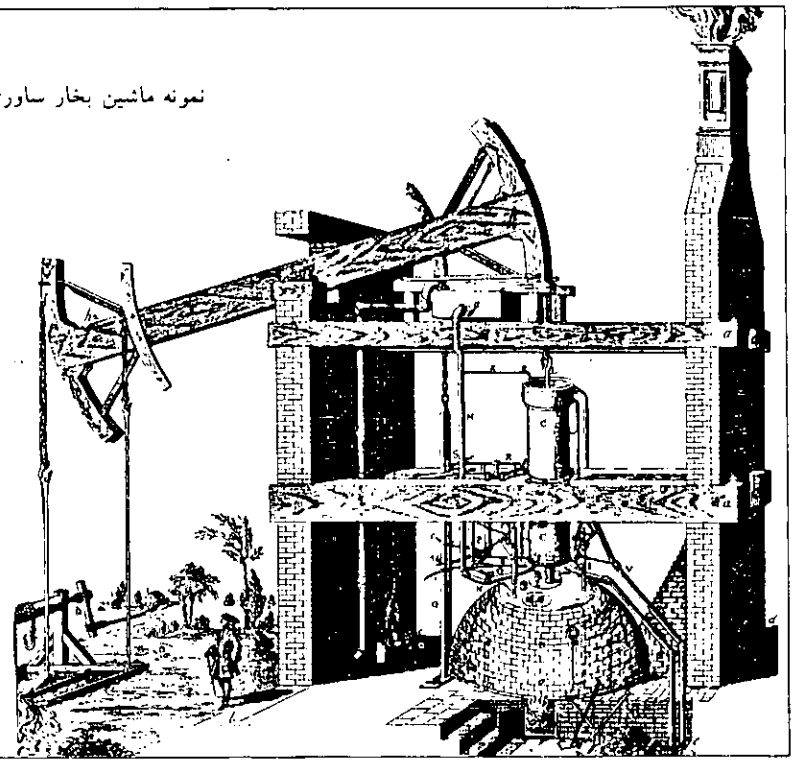
کسی که از او به نام مخترع می‌توان نام برد دنیس پاپن[9] (۱۰۲۶ ــ ۱۰۹۳ / ۱۶۴۷ ــ ۱۷۲۴) فرانسوی است. او در سال ۱۰۶۱ / ۱۶۸۲ دیگ فشاری را اختراع کرد که مجهّز به دریچه (سوپاپ) اطمینان بود و این مهمترین اختراع پاپن است. در سال ۱۰۶۹ / ۱۶۹۰ یک ماشین بخار را طرح‌ریزی کرد که از فکر

* Gerbert، که با لقب سیلوستر II[1] (۱۰۰۳ ــ ۹۴۰م.) از ۹۹۹ تا ۱۰۰۳ میلادی به مقام پاپی رسید.

مأیوس دنباله تحقیقات خود را رها کرد و در نهایت عسرت بدرود حیات گفت.

در سال ۱۰۷۷ / ۱۶۹۸ ساوری[11] انگلیسی با الهام گرفتن از کارهای پیشقدمان، طرحی از ماشین بخار به انجمن سلطنتی انگلستان عرضه کرد که هرچند بسیار ابتدائی بود ولی نخستین ماشین واقعی به شمار می‌رفت.

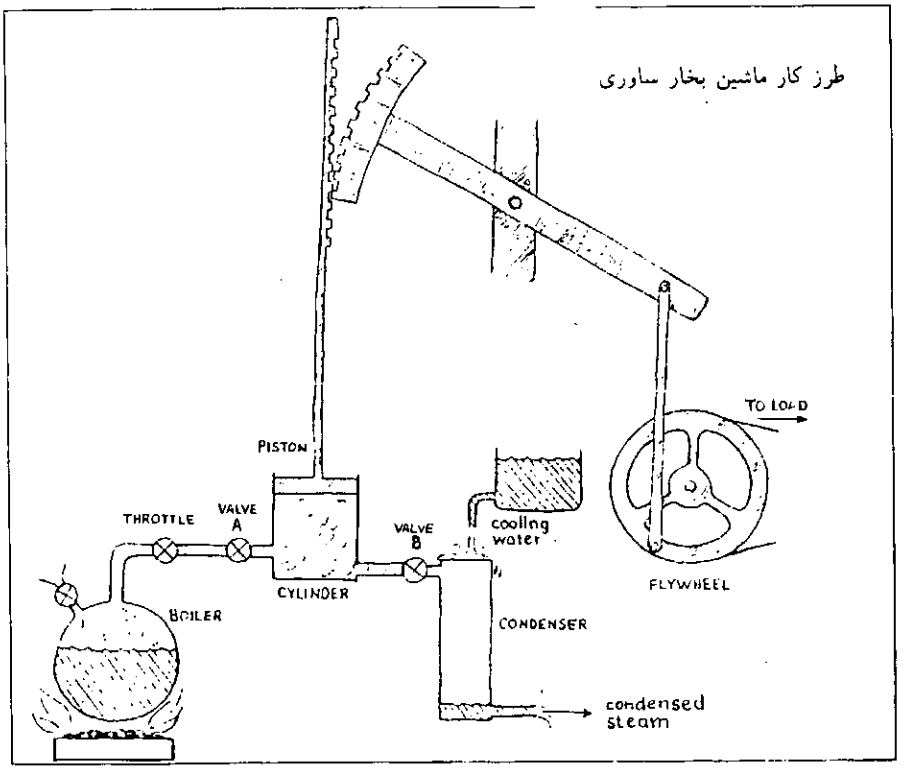
نمونه ماشین بخار ساوری



دماسنج (ترمومتر) ــ مبدأ اختراع

دماسنج مانند مبدأ اختراع بسیاری از اسبابها نامشخّص است و نسبت دادن اختراع آن به شخص واحد تردیدآمیز است. معمولاً اختراع آنرا به یک نفر هلندی به نام کورنلیوس وان دربل[12] (۹۵۱ ــ ۱۰۱۳ / ۱۵۷۲ ــ ۱۶۳۴) نسبت می‌دهند، ولی محتمل است که نخستین دماسنجها، در آغاز قرن هفدهم، تقریباً همزمان از گوشه‌های مختلف ظاهر شده باشند. این

طرز کار ماشین بخار ساوری



هوشمندانه او حکایت می‌کرد: بالا رفتن یک پیستون توسط بخار آب، بعد خارج شدن بخار برای پائین آمدن پیستون و تکرار مرتّب این حرکت رفت و برگشت. اندیشه پاپن تحقق یافت و در سال ۱۰۷۴ / ۱۶۹۵ نخستین نمونه را ساخت. این نمونه یک عیب بزرگ داشت، یعنی یک چرخه کامل آن سه دقیقه طول می‌کشید! ولی تمام اجزای اصلی آن در جای خود تعبیه شده بود و نخستین نمونه از یک نوع ماشین بود که نه تنها می‌توانست آب را بالا ببرد، بلکه کشتیها را نیز به حرکت درآورد. تکمیل این ماشین به علت فقر مالی چند سال به تعویق افتاد و در سال ۱۰۸۶ / ۱۷۰۷ (یعنی ۱۲ سال بعد) در آلمان قایق بخار را براساس همان طرح ساخت و در رودخانه فولدا[10] به معرض آزمایش و نمایش گذاشت؛ ولی قایقرانان خشمگین قایق او را شکستند و او درمانده و

دماسنجها بسیار بی‌دقت و حسّاس به تغییرات فشار جوّ بودند و معمولاً نمی‌توانستند دما را بدرستی معین کنند بلکه فقط تغییرات آنرا نشان می‌دادند. در واقع نام دمابین (ترموسکوپ) برای آنها مناسبتر بود. علاوه بر این یک عیب بزرگ داشتند که ناشی از درجه‌بندی دلخواه آنها بود، بنابراین قابل مقایسه نبودند و فیزیکدانان نمی‌دانستند چگونه درجات آنها را به هم ربط دهند. بویل معتقد بود که برای مقایسه باید یک نقطه ثابت دماسنجی به عنوان صفر، مثلاً نقطه ذوب یخ انتخاب کرد. دالانسه[13] فرانسوی نقطهٔ ثابت دیگری را هم پیشنهاد کرد که فاصلهٔ بین آنها باید به درجات مساوی تقسیم شود. این فکر خوب بود ولی متأسفانه در آن زمان با آن موافقت نشد و هر دانشمندی درجه‌بندی شخصی خود را حفظ می‌کرد. مثلاً نیوتن نقطه ذوب یخ و دمای بدن را به عنوان نقاط ثابت گرفت و بین آنها را به دوازده قسمت تقسیم کرد. خلاصه آنکه قرن هفدهم با بی‌نظمی پایان پذیرفت.

سرعت صوت ــ نخستین اندازه‌گیری سرعت صوت توسط پی‌یر گاساندی[14] ریاضیدان و فیلسوف فرانسوی (۹۷۱ ــ ۱۰۳۴ / ۱۵۹۲ ــ ۱۶۵۵) صورت گرفت. او فرمان آتش یک توپ را از راه دور داد و زمان بین رؤیت روشنائی و شنیدن صدا را اندازه گرفت و سرعت انتشار صوت را ۱۴۷۳ پا در ثانیه (تقریباً ۴۴۲ متر بر ثانیه) بدست آورد. روش او توسط دانشمندان دیگر تکرار شد و نتایج زیر بدست آمد:

پ. مرسن[15]
۱۳۸۰ پا در ثانیه (تقریباً ۴۱۴ متر بر ثانیه)
آکادمی تجربه
۱۱۳۰ پا در ثانیه (تقریباً ۳۳۹ متر بر ثانیه)
آکادمی پاریس
۱۰۹۰ پا در ثانیه (تقریباً ۳۲۷ متر بر ثانیه)

این نتایج با یکدیگر اختلاف داشتند (اندازه دقیقتر سرعت صوت بر حسب پا در ثانیه ۱۰۲۳ یا تقریباً ۳۳۱ متر بر ثانیه برآورد شد). این اختلافها از یک طرف به سبب نقص اسبابهای اندازه‌گیری (بویژه اندازه‌گیری زمان) و از طرف دیگر ناشی از منظور نداشتن عوامل مؤثر بر سرعت (مانند باد، دما وغیره) بود.

این موضوع سبب شد که نیوتن مسئله را مورد بررسی قرار دهد، ولی نه با آزمایش بلکه با تئوری و محاسبه، و به نتیجهٔ ۹۰۶ پا در ثانیه (تقریباً ۲۷۲ متر بر ثانیه) رسید. این عدد کمتر از اعدادی بود که آزمایش‌کنندگان بدست آورده بودند ولی آن اعداد آنقدر با هم تفاوت داشتند که نتیجهٔ محاسبه نیوتن برگزیده شد زیرا نیوتن صاحب شخصیت ممتازی شده بود (بعداً در این باره سخن خواهیم گفت).

آخرین تحقیقات ــ تعادل مایعات (هیدروستاتیک) تا شروع قرن هفدهم هیچ پیشرفتی نکرده و محدود به اصل ارشمیدس بود که آن هم هنوز خوب تعبیر نمی‌شد. اصول اساسی این شاخه از دانش توسط یک محقق هلندی به نام سیمون استوین[16] (۹۲۷ ــ ۹۹۹ / ۱۵۴۸ ــ ۱۶۲۰) بیان شد که از جمله اصل زیر قابل توجه است: **فشار آب بر کف یک ظرف فقط بستگی به فاصله کف از سطح آزاد این مایع دارد.** پاسکال در ۱۰۳۲ / ۱۶۵۳ از نو آن نتایج را به دقت مورد بررسی قرار داد، و علاوه بر آن، اصل انتقال فشار در مایعات را که منگنه آبی براساس آن ساخته شده است بیان کرد.

در اواخر قرن هفدهم یک نظریه بحث‌انگیز دربارهٔ جهان توسّط دکارت بسط یافت: او چنین اظهار داشت که جهان از گردبادهائی متشکّل از ماده لطیفی آکنده شده است. استدلال گران معتقد به دکارت تلاش می‌کردند به کمک این گردبادها بسیاری از پدیده‌های متنوّع از قبیل نیروی گرانشی، حرکت سیّاره‌ها، جزر و مدّ و غیره را تشریح کنند. این گردبادها که منحصراً مخلوق ذهن یک انسان بودند مطلقاً بر چیزی تکیه نداشتند.

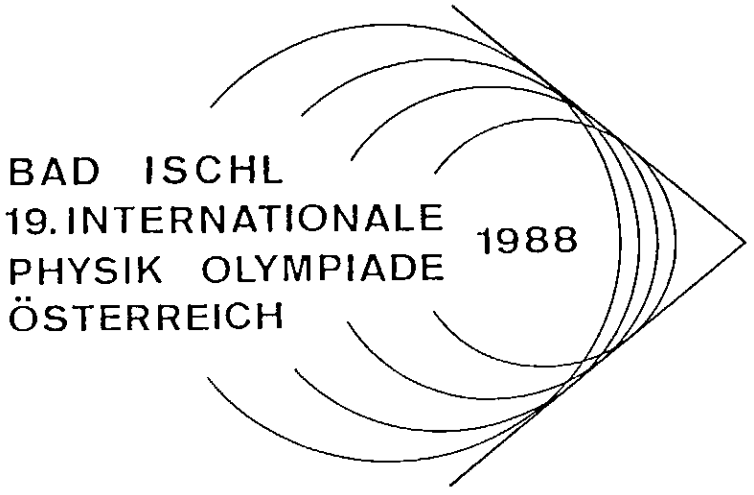
الکتریسیته در این قرن پیشرفتی نداشت. فیزیکدانی که در آن دوران به الکتریسیته پرداخت گریکه بود. او نخستین ماشین مولّد الکتریسیته را ساخت. ماشین او عبارت بود از یک گلوله از جنس گوگرد که آنرا روی محوری سوار می‌کرد و با یک دست می‌چرخاند و با دست دیگر مالش می‌داد. وی توانست با این اسباب ابتدائی که با مولّدهای الکتروستاتیکی پر قدرت، فاصله زیاد دارد چند آزمایش انجام دهد.

مغناطیس نیز ترقّی قابل ملاحظه‌ای نداشت. گِلی براند[17] از انگلستان تغییرات سالیانه زاویه انحراف را ثبت کرد (۱۰۱۴ / ۱۶۳۵) و آنرا با اندازه‌گیریهای پیشین که لندنی‌ها انجام داده بودند مقایسه کرد.

دنباله دارد

زیرنویسها:

1 – Otto Von Guericke
2 – Hooke
3 – Magdebourg
4 – Robert Boyle
5 – Héron
6 – Salamon
7 – Worcester
8 – Smuel Morland
9 – Denis Papin
10 – Fulda
11 – Savery
12 – Van Drebbel
13 – Dalence
14 – Pierre Gassendi
15 – P.Mersenne
16 – Simon Stevin
17 – Gellibrand



المپیاد فیزیک

پیشگفتار:

برای احیاء آموزش فیزیک و بالا بردن سطح علمی فیزیک در سراسر کشور وزارت آموزش و پرورش برنامه‌ها و اقدامات متعددی را اجرا کرده است. در تعقیب همین خط مشی در تیر ماه ۶۷ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش برای اولین بار یک گروه سه نفره به عنوان ناظر به نوزدهمین المپیاد بین‌المللی فیزیک اعزام کرد. این المپیاد که میان دانش‌آموزان دبیرستانی کشورهای مختلف جهان برگزار می‌شود، در سال جاری در اطریش برگزار شد. در همین مسابقات از جمهوری اسلامی ایران دعوت شد که در سالهای آینده تیم دانش‌آموزی خود را به این مسابقات اعزام کند.

پس از مراجعت گروه ناظر جمهوری اسلامی ایران، با بررسی جهات گوناگون موضوع، تصمیم گرفته شد که برای برانگیختن شوق بیشتر میان دانش‌آموزان رشته ریاضی و فیزیک و همچنین دبیران محترم فیزیک و نیز برای آگاهی بیشتر از مسائل و مباحثی که امروزه در سطح جهان بعنوان فیزیک دوره متوسطه مورد توجه است کشور ما در این مسابقات شرکت کند و بنا شد در بیست ودوم مهرماه سال ۶۷ مسابقه‌ای در کل کشور تحت عنوان المپیاد فیزیک ایران برگزار شود تا برگزیدگان نهایی این مسابقات به بیستمین المپیاد بین‌المللی فیزیک که سال آینده در لهستان برگزار میشود اعزام گردند. وزارت آموزش و پرورش امیدوار است حضور دانش‌آموزان ما در صحنه مسابقات بین‌المللی فیزیک موجب اعتلای سطح آموزش این علم در جمهوری اسلامی ایران گردد.

المپیاد فیزیک ایران:

* برای شناساندن اهمیت روزافزون فیزیک در تمامی زمینه‌های علوم و تکنولوژی و به منظور اعتلای سطح آموزش فیزیک و گسترش ارتباطات بین معلمین و دانش‌آموزان سراسر کشور مسابقه سالیانه فیزیک بین دانش‌آموزان مدارس متوسطه سراسر کشور ترتیب داده می‌شود.

این مسابقه «المپیاد فیزیک ایران» نامگذاری شده است و مسابقه بین فرد فرد شرکت کنندگان انجام می‌گیرد.

* مدیریت مسابقه با سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی وزارت آموزش و پرورش است. مسابقه با مقررات خاص امتحانات نهائی وزارت آموزش و پرورش و با مسئولیت اجرائی اداره کل آموزش و پرورش هر استان انجام می‌گیرد.

* هر منطقه آموزش و پرورش کشور از دانش‌آموزان واجد شرایط ثبت نام کرده و یک هفته قبل از تاریخ انجام مسابقه مدارک لازم را به وسیله نماینده خود به محل برگزاری مسابقات که مرکز هر استان است ارسال می‌دارد. دانش‌آموزان معرفی شده ۲۴ ساعت قبل

از آغاز مسابقه همراه با یک سرپرست که دبیر فیزیک خواهد بود به محل انجام مسابقه اعزام می‌شوند.

* مسابقه دهندگان حداکثر ۲۴ ساعت پس از انجام مسابقه محل مسابقه را ترک می‌کنند.

* در طول مدت ثبت نام، معرفی، اعزام و بازگشت، مسئولیت اسناد و مدارک مسابقه به عهده نماینده و مسئولیت دانش‌آموزان به عهده سرپرست فوق‌الذکر می‌باشد.

* کلیه بار مالی برگزاری مسابقه اعم از ثبت نام، اعزام، نظارت، غذا، مسکن در مراحل مختلف به عهده اداره کل آموزش و پرورش هر استان خواهد بود.

کمیتهٔ المپیاد فیزیک ایران:

به جهت رسیدن به اهداف ذکر شده، کمیته المپیاد فیزیک ایران با ترکیب زیر تشکیل شده است.

۱ ــ ریاست سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

۲ ــ معاون نخست‌وزیر در امور فرهنگی و ریاست سازمان پرورش استعدادهای درخشان.

۳ ــ مدیرکل دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی.

۴ ــ سه نفر از فیزیک دانان نظری (اساتید دانشگاه).

۵ ــ دو نفر از فیزیک دانان تجربی (اساتید دانشگاه).

۶ ــ کارشناس مسئول گروه فیزیک دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی.

۷ ــ نماینده دبیران فیزیک استان تهران.

جلسات کمیته در سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی تشکیل می‌شود. در پایان هر جلسه تاریخ و دستور کار جلسه بعدی مشخص می‌شود.

کمیته دارای دو کمیسیون آموزش نظری و آموزش تجربی است و هر یک از کمیسیونها دارای یک مسئول و چند عضو است. کمیسیون‌ها مسئولیت برنامه‌ریزی و نظارت بر اجرای برنامه آموزشی را به عهده دارند.

المپیاد بین المللی فیزیک

اولین المپیاد بین المللی فیزیک درسال ۱۳۴۶ درکشور لهستان برگزار شد. در سال ۱۳۶۱ فقط ۱۷ کشور در المپیاد فیزیک شرکت کردند و در نوزدهمین المپیاد بین المللی فیزیک که از تاریخ ۴/۲ /۶۷ لغایت ۱۱ /۶۷/۴ درشهر بدایشل[1] اطریش برگزار شد سی کشور حضور داشتند.

از این سی کشور بیست و هفت کشور (استرالیا، بلغارستان، آلمان شرقی، آلمان غربی، فنلاند، ایسلند، ایتالیا، کانادا، کلمبیا، کوبا، کویت، هلند، نروژ، اطریش لهستان، رومانی، سوئد، شوروی، چکسلواکی، امریکا، ویتنام، قبرس، بلژیک، چین، انگلستان، یوگسلاوی و مجارستان) با تیم دانش آموزی و سه کشور (ایران، دانمارک و اسپانیا) بعنوان ناظر حضور داشتند.

هشت کشور (فرانسه، یونان، ژاپن، کره جنوبی، پرتقال، سوئیس، سنگاپور و ترکیه) که درسالهای قبل در مسابقات حضور داشتند شرکت نکرده بودند.

براساس قوانین مصوب المپیاد بین المللی فیزیک مسابقه در دوروز انجام میشود، یک روز برای مسابقه نظری و روز دوم مسابقه تجربی است. بین دومسابقه حداقل یک روز فرصت است مدت پاسخگوئی برای مسابقه معمولاً ۵ ساعت است.

دراین مسابقه معمولاً سه مسئله نظری و یک یا دومسئله تجربی داده میشود. شرکت کنندگان در مسابقه درهنگام حل مسائل می‌توانند از جداول لگاریتم، جداول ثابتهای فیزیکی، خط کش محاسبه، ماشینهای حساب غیرقابل برنامه ریزی و وسایل رسم استفاده کنند. این وسایل کمکی را دانش آموزان باید همراه خود داشته باشند.

مسایل نظری طرح شده باید شامل تمام مباحثی باشد که درسطح متوسطه تدریس می‌شوند. دانش آموزان متوسطه باید بتوانند مسائل مسابقه را با ریاضیات استاندارد دبیرستان و بدون استفاده از محاسبات عددی پردامنه حل کنند.

* امتیاز مسائل:

نمره هر مساله توسط کشور برگزار کننده تعیین می‌شود. ولی تعداد کل امتیاز مسایل نظری باید ۳۰ و برای مسائل تجربی ۲۰ باشد.

* نحوهٔ رتبه بندی:

بالاترین نمره دریافتی بوسیله بهترین شرکت کننده مسابقه ۱۰۰ درنظر گرفته می‌شود.

* افرادی که بیش از ۹۰ درصد نمره نفراول را گرفته‌اند رتبه اول را کسب می‌کنند و مدال طلا، جایزه خاص و دیپلم دریافت می‌کنند.

* افرادی که امتیاز آنها از ۷۸ درصد تا ۸۹ درصد امتیاز نفراول باشد رتبه دوم ــ را کسب می‌کنند و به آنها مدال نقره، جایزه خاص و دیپلم اعطاء میشود.

* افرادی که امتیاز آنها از ۶۵ درصد تا ۷۷ درصد امتیاز نفراول باشد رتبه سوم را کسب می‌کنند و به آنها مدال برنز، جایزه خاص و دیپلم اعطاء میشود.

---

۱ ــ BAD ISCHL

❊ به افرادی که امتیاز آنها از ۵۰ درصد تا ۶۴ درصد امتیاز نفراول باشد، تقدیر نامه اعطاء میشود.

❊افرادی که امتیاز آنها از ۵۰ درصد امتیاز نفراول کمتر است، گواهی شرکت در مسابقه دریافت می‌کنند.

❊ به افرادی که درحل مسایل بهترین روش را بکار برده‌اند دیپلم خاص داده میشود.

توضیح: نمرات حاصل از ۹۰ درصد، ۷۸ درصد، ۶۵ درصد و ۵۰ درصد پس از گرد‌کردن نمره به نزدیکترین عدد صحیح کوچکتر منظور میشوند.

❊ طراحی پرسش:

کشور برگزار کننده براساس فهرست مطالبی که قبلاً تدوین و اعلام شده است، مسایل نظری و تجربی را طراحی می‌کند.

مسائلی طرح می‌شوند که حل آنها به خلاقیت و معلومات قابل ملاحظه‌ای نیاز دارد. رؤسای هیئت‌های اعزامی، مسئول ترجمه صحیح مسایل مسابقه از زبانهای انگلیسی و یا روسی به زبان کشور متبوع خود می‌باشند.

نوزدهمین المپیاد بین‌المللی فیزیک:

نوزدهمین المپیاد بین‌المللی فیزیک بین ۲۷ کشور با سه پرسش نظری و ۲ پرسش تجربی انجام شد و نتایج حاصل از این مسابقه به شرح زیر اعلام گردید.

ردیف	کشور متبوع دانش‌آموز	جمع نمرات دانش‌آموز	رتبه دانش‌آموز
۱	انگلستان	۳۹/۳۸	اول
۲	مجارستان	۳۸/۵۰	اول
۳	آلمان شرقی	۳۸/۲۵	اول
۴	چین	۳۸/۲۵	اول
۵	بلغارستان	۳۶/۱۳	اول
۶	آلمان شرقی	۳۵/۸۸	اول
۷	رومانی	۳۵/۰۰	اول
۸	شوروی	۳۴/۷۵	دوم
۹	رومانی	۳۴/۲۵	دوم
۱۰	رومانی	۳۳/۷۵	دوم
۱۱	سوئد	۳۳/۶۳	دوم
۱۲	آمریکا	۳۳/۰۰	دوم
۱۳	رومانی	۳۲/۸۸	دوم
۱۴	لهستان	۳۲/۷۵	دوم
۱۵	چین	۳۲/۵۰	دوم
۱۶	مجارستان	۳۲/۵۰	دوم
۱۷	آمریکا	۳۲/۳۸	دوم
۱۸	لهستان	۳۲/۰۰	دوم
۱۹	انگلستان	۳۱/۶۳	دوم
۲۰	شوروی	۳۱/۳۸	دوم
۲۱	چکسلواکی	۳۱/۲۵	دوم
۲۲	شوروی	۳۱/۲۵	دوم
۲۳	چین	۳۱/۰۰	دوم
۲۴	سوئد	۳۱/۰۰	دوم
۲۵	رومانی	۳۰/۸۸	دوم
۲۶	سوئد	۳۰/۸۸	دوم
۲۷	امریکا	۳۰/۷۵	دوم
۲۸	هلند	۳۰/۵۰	دوم
۲۹	بلغارستان	۳۰/۱۳	دوم
۳۰	مجارستان	۳۰/۰۰	دوم
۳۱	ایتالیا	۲۹/۷۵	سوم
۳۲	فنلاند	۲۹/۶۳	سوم
۳۳	بلغارستان	۲۹/۵۰	سوم
۳۴	شوروی	۲۹/۵۰	سوم
۳۵	استرالیا	۲۹/۲۵	سوم
۳۶	آلمان غربی	۲۹/۰۰	سوم
۳۷	کانادا	۲۸/۷۵	سوم
۳۸	فنلاند	۲۸/۷۵	سوم
۳۹	شوروی	۲۸/۷۵	سوم
۴۰	چکسلواکی	۲۸/۳۸	سوم
۴۱	یوگسلاوی	۲۸	سوم
۴۲	اطریش	۲۷/۶۳	سوم
۴۳	یوگسلاوی	۲۷/۵۰	سوم
۴۴	آلمان غربی	۲۷/۲۵	سوم
۲۵	هلند	۲۷/۲۵	سوم
۴۶	استرالیا	۲۶/۸۸	سوم
۴۷	آلمان شرقی	۲۶/۶۳	سوم
۴۸	آلمان غربی	۲۶/۶۳	سوم
۴۹	بلغارستان	۲۶/۵۰	سوم
۵۰	آلمان شرقی	۲۶/۲۵	سوم
۵۱	مجارستان	۲۶/۲۵	سوم
۵۲	استرالیا	۲۶/۰۰	سوم
۵۳	مجارستان	۲۶/۰۰	سوم
۵۴	چین	۲۵/۵۰	سوم
۵۵	نروژ	۲۵/۵۰	سوم
۵۶	آلمان شرقی	۲۵/۲۵	سوم

۵۷	بلغارستان	۲۵/۲۵	سوم
۵۸	چکسلواکی	۲۵/۰۰	سوم
۵۹	فنلاند	۲۵/۰۰	سوم
۶۰	سوئد	۲۴/۸۳	چهارم
۶۱	آلمان غربی	۲۴/۵۰	چهارم
۶۲	لهستان	۲۴/۵۰	چهارم
۶۳	هلند	۲۴/۳۸	چهارم
۶۴	هلند	۲۴/۱۳	چهارم
۶۵	سوئد	۲۴/۰۰	چهارم
۶۶	چکسلواکی	۲۳/۷۵	چهارم
۶۷	چین	۲۳/۰۰	چهارم
۶۸	لهستان	۲۲/۶۳	چهارم
۶۹	ویتنام	۲۲/۵۰	چهارم
۷۰	اطریش	۲۲/۰۰	چهارم
۷۱	کوبا	۲۲/۰۰	چهارم
۷۲	کانادا	۲۱/۷۵	چهارم
۷۳	قبرس	۲۱/۵۰	چهارم
۷۴	نروژ	۲۱/۳۸	چهارم
۷۵	ایتالیا	۲۱/۰۰	چهارم
۷۶	ایسلند	۲۰/۸۸	چهارم
۷۷	اطریش	۲۰/۵۰	چهارم
۷۸	هلند	۲۰/۵۰	چهارم
۷۹	استرالیا	۲۰/۰۰	چهارم
۸۰	آمریکا	۲۰/۰۰	چهارم
۸۱	فنلاند	۱۹/۷۵	چهارم
۸۲	بلغارستان	۱۹/۲۵	چهارم
۸۳	استرالیا	۱۹/۰۰	چهارم
۸۴	نروژ	۱۹/۰۰	چهارم
۸۵	نروژ	۱۹/۰۰	چهارم
۸۶	فنلاند	۱۹/۰۰	چهارم
۸۷	قبرس	۱۸/۸۸	پنجم
۸۸	کانادا	۱۸/۷۵	پنجم
۸۹	بلغارستان	۱۸/۵۰	پنجم
۹۰	آمریکا	۱۸/۵۰	پنجم
۹۱	کلمبیا	۱۸/۲۵	پنجم
۹۲	لهستان	۱۸/۲۵	پنجم
۹۳	نروژ	۱۸/۱۳	پنجم
۹۴	بلژیک	۱۷/۱۵	پنجم
۹۵	یوگسلاوی	۱۷/۰۰	پنجم
۹۶	یوگسلاوی	۱۶/۵۰	پنجم
۹۷	آلمان غربی	۱۶/۲۵	پنجم
۹۸	کوبا	۱۶/۱۳	پنجم
۹۹	بلژیک	۱۶/۰۰	پنجم
۱۰۰	اطریش	۱۵/۵۰	پنجم
۱۰۱	چکسلواکی	۱۵/۰۰	پنجم
۱۰۲	یوگیلاوی	۱۴/۸۸	پنجم
۱۰۳	کانادا	۱۴/۵۰	پنجم
۱۰۴	انگلستان	۱۴/۵۰	پنجم
۱۰۵	ایتالیا	۱۴/۲۵	پنجم
۱۰۶	قبرس	۱۴/۱۳	پنجم
۱۰۷	ایتالیا	۱۳/۸۸	پنجم
۱۰۸	ایتالیا	۱۳/۷۵	پنجم
۱۰۹	ویتنام	۱۳/۵۰	پنجم
۱۱۰	ایسلند	۱۳/۲۵	پنجم
۱۱۱	ایسلند	۱۳/۰۰	پنجم
۱۱۲	اطریش	۱۲/۷۵	پنجم
۱۱۳	قبرس	۱۲/۰۰	پنجم
۱۱۴	کلمبیا	۱۱/۲۵	پنجم
۱۱۵	کوبا	۱۱/۱۳	پنجم
۱۱۶	بلژیک	۱۱/۰۰	پنجم
۱۱۷	ویتنام	۱۱/۰۰	پنجم
۱۱۸	کلمبیا	۱۰/۵۰	پنجم
۱۱۹	کوبا	۹/۷۵	پنجم
۱۲۰	کوبا	۸/۵۰	پنجم
۱۲۱	ویتنام	۸/۳۸	»
۱۲۲	بلژیک	۷/۰۰	»
۱۲۳	ایسلند	۶/۷۵	»
۱۲۴	کلمبیا	۶/۳۸	»
۱۲۵	ایسلند	۴/۷۵	»
۱۲۶	کویت	۴/۲۵	»
۱۲۷	ویتنام	۴/۰۰	»
۱۲۸	کانادا	۲/۲۵	»
۱۲۹	کویت	۲/۲۵	»
۱۳۰	کویت	۰/۲۵	»
۱۳۱	کویت	۰/۰۰	»
۱۳۲	کویت	۰/۰۰	»

فهرست مطالب المپیاد بین‌المللی فیزیک

بخش نظری

۱ ــ مکانیک

الف) اساس و سینماتیک جرم نقطه‌ای

ب) قوانین نیوتون، دستگاههای لخت (اینرسی)

ج) دستگاههای بسته و باز، اندازه حرکت و انرژی، کار، توان
د) بقای انرژی، بقای اندازه حرکت خطی، ضربه
ه) نیروی الاستیک، نیروی مالشی، قانون گرانش، انرژی پتانسیل و کار در یک میدان گرانشی
د) شتاب مرکزگرا، قوانین کپلر

۲ ــ مکانیک اجسام صلب
الف) استاتیک، مرکز جرم، گشتاور
ب) حرکت اجسام صلب، انتقال، دوران، سرعت زاویه‌ای، شتاب زاویه‌ای، بقای اندازه حرکت زاویه‌ای
ج) نیروی داخلی و خارجی، معادله حرکت یک جسم صلب حول محور ثابت، گشتاور لختی (گشتاور ماند)، قضیهٔ محور موازی (قضیه استینر)، انرژی جنبشی یک جسم دوار
د) دستگاههای مرجع شتابدار، نیروهای لخت (اینرسی)

۳ ــ هیدرومکانیک
سؤالات خاصی در این مورد داده نخواهد شد ولی انتظار می‌رود که دانش‌آموزان با مفاهیم ابتدایی فشار، شناوری و قانون پیوستگی آشنا باشند.

۴ ــ ترمودینامیک و فیزیک ملکولی
الف) انرژی داخلی، کار و گرما، قوانین اول و دوم ترمودینامیک
ب) مدل گاز کامل، فشار و انرژی جنبشی ملکولی، عدد آووگادرو، معادلهٔ حالت یک گاز کامل، دمای مطلق
ج) کار انجام شده توسط گاز منبسط شونده محدود به فرآیندهای تکدما و بی دررو (اثبات معادلهٔ فرآیند بی‌دررو لازم نیست)
د) چرخهٔ کارنو، کارآیی ترمودینامیکی، فرآیندهای برگشت‌پذیر و برگشت ناپذیر، انتروپی (رهیافت آماری)، فاکتور بولتزمن

۵ ــ نوسانات و امواج
الف) نوسانات هماهنگ، معادلهٔ نوسان هماهنگ
ب) امواج هماهنگ، انتشار امواج، امواج عرضی و طولی، قطبش خطی (پلاریزاسیون خطی)، اثر دوپلر کلاسیک، امواج صوتی
ج) بر هم نهش امواج هماهنگ، امواج همدوس (کوهرنت)، تداخل، زنش (ضربان)، امواج ساکن

۶ ــ بار الکتریکی و میدان الکتریکی
الف) بقای بار، قانون کولن
ب) میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی، قانون گوس در مورد دستگاههای ساده مانند کره، استوانه و صفحه
ج) خازنها، ظرفیت، ثابت دی الکتریک، چگالی انرژی میدان الکتریکی

۷ ــ جریان و میدان مغناطیسی
الف) جریان، مقاومت، مقاومت داخلی منبع، قانون اهم، قوانین کیرشف، کار و توان، جریانهای مستقیم و متناوب، قانون ژول
ب) میدان مغناطیسی یک جریان، جریان در میدان مغناطیسی، نیروی لورنتس (ذره باردار در میدان مغناطیسی)
ج) قانون آمپر، میدان مغناطیسی دستگاههای ساده متقارن مانند سیم مستقیم، حلقه دایروی و سیم‌پیچ طویل (سولنوئید)
د) قانون القای الکترومغناطیسی، نفوذپذیری، چگالی انرژی میدان مغناطیسی
ه) جریان متناوب، مقاومتها، خود القاءها و خازنها در جریانهای متناوب، ولتاژ و جریان (موازی و سری)، تشدیدها

۸ ــ امواج الکترومغناطیسی
الف) مدار نوسانی، فرکانس نوسانات، تولید توسط فیدیک و تشدید
ب) اپتیک موجی، پراش از یک و دو شکاف، توری پراش، بازتاب براگ، اصل فرما (فقط کاربردهای ساده)
ج) طیفهای پاشندگی و پراش، طیف خطی گازها
د) امواج الکترومغناطیس به عنوان امواج عرضی، قطبش در اثر بازتاب؛ قطبانها (پلاریزورها)
ه) توان جداسازی دستگاههای تصویرگیری
و) جسم سیاه، قانون استفان ــ بولتزمن

۹ ــ فیزیک کوانتومی
الف) اثر فوتوالکتریک، انرژی و ضربهٔ فوتون
ب) طول موج دوبروی، اصل عدم قطعیت هیزنبرگ

۱۰ ــ نسبیّت
الف) اصل نسبیّت، جمع سرعتها، اثر دوپلر نسبیتی
ب) معادلهٔ نسبیتی حرکت، اندازه حرکت، انرژی، رابطهٔ میان انرژی و جرم، بقای انرژی و اندازه حرکت

۱۱ ــ ماده
الف) کاربردهای ساده معادلهٔ براگ
ب) ترازهای انرژی اتمها و ملکولهای (کیفی)، گسیل: جذب، طیف اتمهای شبه هیدروژن
ج) ترازهای انرژی هسته‌ها (کیفی)، تلاشی‌های آلفا، بتا و گاما، جذب پرتوها، نیمه‌عمر، تلاشی نمایی، اجزاء هسته‌ها، کسر جرم، واکنشهای هسته‌ای

بخش تجربی:
(پذیرفته شده در لندن ــ هارو ــ انگلستان، ژوئیه ۱۹۸۶)

قسمت نظری مواد درسی مبنایی جهت تمام مسائل تجربی است. مسائل تجربی که در مسابقهٔ تجربی داده می‌شود. باید شامل اندازه‌گیری باشد.

نیازمندیهای اضافی

۱ ــ داوطلبان باید از اثر دستگاهها در اندازه‌گیری آگاه باشند.

۲ ــ اطلاع از روشهای عادی تجربی برای اندازه‌گیری کمیتهای فیزیکی مذکور در قسمت الف.

۳ ــ آشنایی با دستگاههای متداول و ساده آزمایشگاهی و وسایل مانند کولیس، دماسنج، ولت، اهم و آمپرمتر ساده، پتانسیومتر، دیود، ترانزیستور، وسایل اپتیکی ساده و غیره

۴ ــ توانایی استفاده از دستگاههای پیشرفته و وسایلی مانند اسیلوسکوپ دو باریکه‌ای، شمارنده، میزان‌سنج، مولدهای سیگنال و تابع،

مبدل انالوگ به دیجیتال متصل به یک کامپیوتر، تقویت کننده، انتگرال گیر، دیفرانسیل‌گیر، منبع تغذیه، ولتمتر، اهم متر و آمپرمتر دیجیتال.

۵ ــ مشخص کردن صحیح منابع خطا، تخمین تأثیر آنها بر نتیجه (نتایج) نهایی

۶ ــ خطاهای مطلق و نسبی، دقت دستگاههای اندازه‌گیری، خطای یک اندازه‌گیری، خطای یک رشته اندازه‌گیری، خطای کمیتی که تابع کمیتهای اندازه‌گیری شده است.

۷ ــ تبدیل یک وابستگی به صورت خطی با انتخاب مناسب متغیرها و گذراندن یک خط مستقیم مناسب بوسیله نقاط تجربی حاصل از آزمایش.

۸ ــ استفاده مناسب از کاغذ رسم با مقیاسهای مختلف (مانند کاغذهای قطبی و لگاریتمی)

۹ ــ گرد کردن صحیح و اعلام نتیجه (نتایج) نهایی و خطا (خطاها) با عدد صحیح و اعشار با معنی.

۱۰ ــ آگاهی استاندارد از ایمنی در کار آزمایشگاهی (با وجود این، اگر انجام آزمایشی شامل خطراتی باشد. هشدار مناسب باید در متن مسئله داده شود.)

BAD ISCHL
19. INTERNATIONALE PHYSIK OLYMPIADE
ÖSTERREICH
1988

مسائل نوزدهمین المپیاد بین‌المللی فیزیک

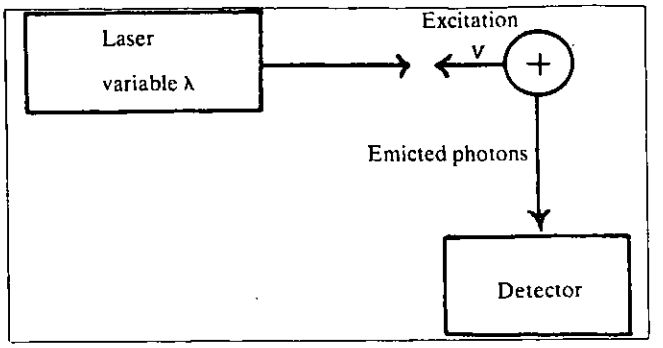
کار شماره ۱

طیف‌نمایی سرعت ذرات با استفاده از انتقال دوپلری

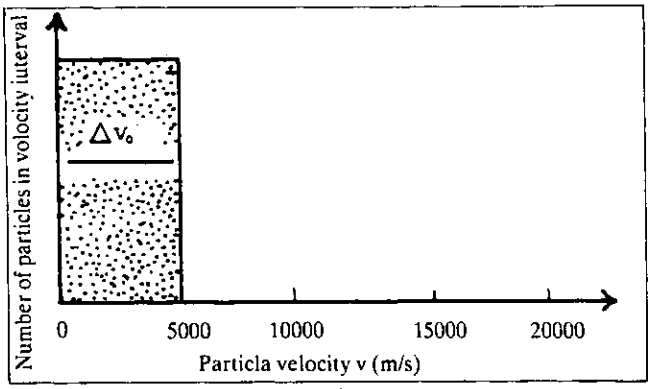
مقدمه:

گسیل و جذب فوتونها توسط اتمها فرایندهایی برگشت‌پذیرند. یک مثال برانگیختگی اتم و بازگشت بعدی آن به حالت پایه است. بنابراین، جذب فوتونها را می‌توان با مشاهدهٔ بازگسیل خودبخود، یا فلوئو رسانس آشکار ساخت. این پدیده در روشهای نوین آشکارسازی و تعیین‌هویت ذرات‌اتمی، و نیز از تعیین طیف سرعت باریکه‌های اتمی به کار می‌رود.

در یک آزمایش ایده‌ال (شکل ۱) یونهای تک‌بار در خلاف جهت یک باریکهٔ لیزر با سرعت V حرکت می‌کنند. طول موج λ لیزر قابل تغییر است، ذرات ساکن با طول موج $\lambda_0 = 600\,nm$ برانگیخته می‌شوند. برای برانگیختن ذرات متحرک به علت اثر دوپلر طول موج



شکل ۱



شکل ۲

متفاوتی ضروری است.

طیف سرعت یونها بین $V_1 = 0$ و $V_2 = ۶۰۰۰ ms^{-1}$ با یک توزیع یکنواخت (شکل ۲) مشخص شده است.

۳ مسئله زیر را حل کنید:

مسئله ۱. ۱. الف

طول موج لیزر باید بین چه حدودی تغییر یابد تا تمام یونها را برانگیزد.

توزیع تعداد فوتونهای بازگسیلی را برحسب طول موج لیزر رسم کنید.

توجه: در این مسئله باید از انتقال دوپلری کلاسیک استفاده شود.

مسئله ۱. ۱. ب

بهرحال، بررسی دقیق مسئله قبل، محتاج استفاده از رابطهٔ نسبیتی انتقال دوپلری است.

$$\nu' = \nu \sqrt{\frac{1 + V/C}{1 - V/C}}$$

مرتبهٔ بزرگی خطای حاصل از فرمول کلاسیک چقدر است؟

مسئله ۱. ۲:

حال فرض کنید که یونها قبل از برانگیختگی از اختلاف پتانسیل الکتریکی U عبور کنند. رابطهٔ کمی بین عرض طیف سرعت و ولتاژ شتابدهنده چیست؟ این ولتاژ طیف را پهن می‌کند یا باریک؟

مسئله ۱. ۳:

یونی با $e/m = ۴\times۱۰^{۶}\ C.Kg^{-۱}$ دارای دو حالت باطول موجهای متناظر $\lambda_1 = ۶۰۰nm$ و $\lambda_2 = \lambda_1 + ۱۰^{-۳}nm$ است.

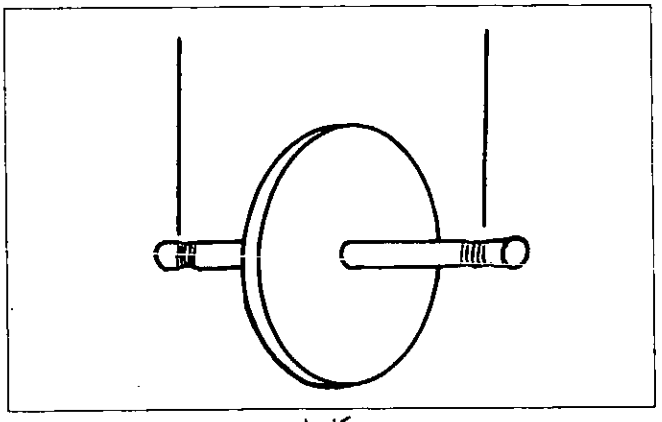
نشان دهید که دو طول موج طیف لیزر برای برانگیختن تمام یونها در حالتی که ولتاژ شتابدهنده وجود ندارد، رویهم می‌افتند. آیا امکان استفاده از ولتاژ شتابدهنده برای جلوگیری از همپوشانی طیفها وجود دارد؟ در صورت مثبت بودن پاسخ، مقدار می‌نیمم آنرا محاسبه کنید.

کار شماره ۲

مقدمه:

یک قرص استوانه‌ای همگن (جرم $M = ۰/۴۰Kg$، شعاع $R = ۰/۰۶۰m$، ضخامت $d = ۰/۰۱۰m$) که قرقره‌ای به شعاع r از مرکز آن می‌گذرد، به وسیله دو نخ با طول مساوی آویزان است (از جرم و ضخامت نخها و جرم قرقره می‌توان صرفنظر کرد).

با پیچش نخ‌ها حول محور مرکز جرم قرص تا ارتفاع $H = ۱/۰m$ صعود و پس از رها شدن، نخ باز می‌شود (شکل ۱) مسائل زیر را با فرض اینکه نقطهٔ گردش A همواره زیر نقطه تعلیق P قرار دارد، حل کنید (شکل ۲).



شکل ۱

مسئله ۲. ۱:

سرعت زاویه‌ای قرص دوار پس از سقوط مرکز جرم S به اندازه s، چقدر است؟

مسئله ۲.۲:

انرژی جنبشی انتقالی E_{trans} قرص در حالت سقوط در فاصله $S = ۰/۵m$ چقدر است؟ نسبت عددی این انرژی را به دیگر انرژیهای

بیشترین طول S_m را که نخ‌ها می‌توانند در مرحله چرخش بدون گسیختگی واپیچیده شوند، چقدر است؟

کار شماره ۳

فرایند ترکیب مجدد در تخلیه یک گاز

مقدمه:

تخلیه یک گاز کاملاً داغ شامل نمونهٔ یونهای مختلف است یکی از این نمونه‌ها، اتمهای با بار هسته‌ای Z نامعلوم است که کلیهٔ الکترونهای خود را به جز یکی از دست داده‌اند، و از این پس با $A^{(z-1)+}$ مشخص می‌شوند.

$\epsilon_0 = ۸/۸۵۴\times۱۰^{-۱۲}$ AS/Vm

e (بار الکترون) $= ۱/۶۰۲\times۱۰^{-۲}$ AS

$q^۲ = \frac{e^۲}{۴\pi\epsilon_0} = ۲/۳۰۷\times۱۰^{-۲۸}$ Jm

$\hbar$ (ثابت پلانک / ۲π) $= ۱/۰۵۴\times۱۰^{-۳۴}$ Js

m_0 (جرم الکترون) $= ۹/۱۰۸\times۱۰^{-۳۱}$ Kg

r_B (شعاع بوهر) $= \frac{\hbar^۲}{m_0 q^۲} = ۵/۲۹۲\times۱۰^{-۱۱}$ m

E_R (انرژی ریدبرگ) $= \frac{q^۲}{۲r_B} = ۲/۱۸۰\times۱۰^{-۱۸}$ J

$m_p C^۲$ (انرژی پروتون ساکن) $= ۱/۵۰۳\times۱۰^{-۱۰}$ J

پنج مسئله زیر را حل کنید:

مسئله ۳. ۱:

فرض کنید که یک الکترون باقیماندهٔ این $A^{(z-1)+}$ در حالت پایه است. در این حال، متوسط فاصلهٔ الکترون از هسته (که بر حسب مجموع عدم قطعیتهای مکانی $(\delta x)^۲$، $(\delta y)^۲$ و $(\delta z)^۲$ تعریف می‌شود) را با $r_0^۲$، و مربع متوسط اندازه حرکت آنرا (به صورت مجموع عدم قطعیتهای اندازه حرکت $(\delta P_x)^۲$، $(\delta P_y)^۲$ و $(\delta P_z)^۲$ تعریف می‌شود) با $P_0^۲$ نشان می‌دهیم.

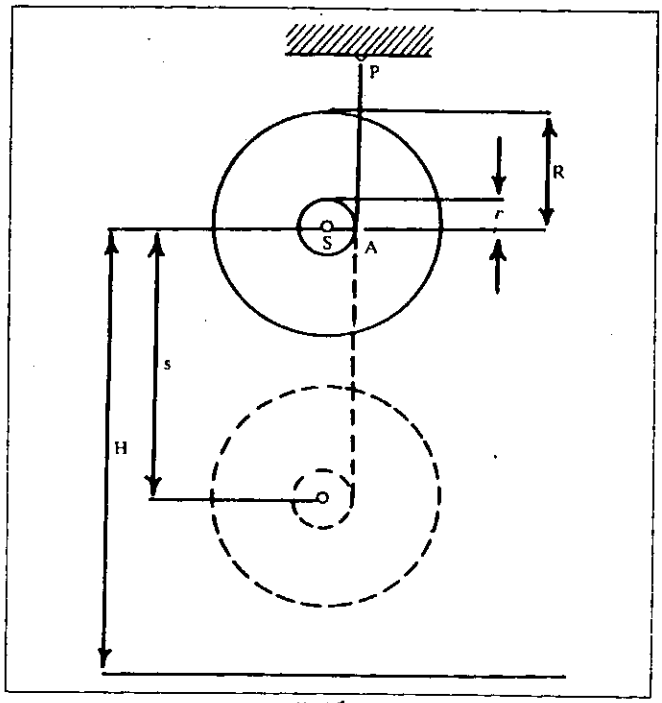
حاصلضرب $(P_0^۲)(r_0^۲)$ در کدام نامساوی صادق است؟

مسئله ۲.۳:

یون $A^{(z-1)+}$ می‌تواند با گیراندازی یک الکترون، یک فوتون ساطع کند معادلاتی بنویسید که بتوان از آنها فرکانس فوتون را تعیین کرد امّا آنها را حل نکنید.

مسئله ۳ . ۳:

انرژی یون $A^{(z-1)+}$ را با در نظرگرفتن اینکه انرژی حالت پایه می‌نیمم است، تعیین کنید. برای این منظور از تقریبهای زیر استفاده کنید: (الف) در رابطه انرژی پتانسیل، به جای $(\frac{۱}{r})$ مقدار $\frac{۱}{r_0}$ را قرار دهید که r_0 از مسئله ۱.۳ به دست آمده است. (ب) در رابطهٔ انرژی جنبشی،



شکل ۲

مسئله در این لحظه محاسبه کنید، در صورتیکه شعاع قرقره $r = ۰/۰۰۳۰$m باشد.

مسئله ۲. ۳.

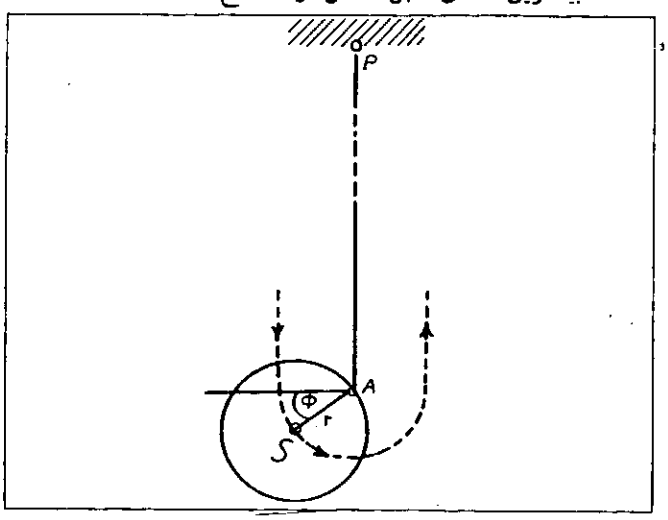
کشش T_1 هر نخ را در هنگام سقوط قرص پیدا کنید.

مسئله ۲. ۴:

سرعت زاویه‌ای ω قرص را برحسب زاویه دوران Φ در مرحله چرخش طبق شکل ۳ محاسبه کنید. مؤلفه‌های تغییر مکان و سرعت مرکز جرم قرص را حسب زاویهٔ دوران Φ (در دستگاه مختصات دکارتی مناسب) رسم کنید (حداقل به طور کیفی).

مسئله ۲. ۵:

بیشترین کشش قابل تحمل توسط نخها $T_m = ۱۰$N است.



ابتدا به جای مقدار متوسط مربع اندازه حرکت P_0^2 را از مسئله ۱.۳ قرار دهید و سپس پس از ساده کردن آن به صورت $(P_0)^2(r_0^2)=\hbar^2$ از نتیجه مسئله ۱.۳ استفاده کنید.

مسئله ۳ . ۴:

با روشی مشابه، انرژی یون $A^{(Z-2)+}$ را که فرض می‌کنیم در حالت پایه است، محاسبه کنید. فواصل دو الکترون از هسته را (که متناظر با r_0 مسئله ۳.۳ است) با r_1 و r_2 نشان دهید، و برای سهولت فرض کنید که فاصله متوسط آنها از یکدیگر را می‌توان با (r_1+r_2) نشان داد. به‌علاوه فرض کنید که مقدار متوسط مربع هر اندازه حرکت از روابط عدم قطعیت $(p_1^2)(r_1^2)=\hbar^2$ و $(p_2)^2(r_2)^2=\hbar^2$ به‌دست می‌آید.

راهنمایی: در حالت پایه $r_1=r_2$ است.

حال فرایند خاصی را که طی آن یون $A^{(Z-1)+}$ در حالت سکون و در حالت پایه، الکترون ساکنی را جذب می‌کند، در نظر می‌گیریم.

مسئله ۳ . ۵:

مقدار Z را از فرکانس فوتون بازترکیبی تعیین کنید، $\omega_0 = 2/507\times10^{17}\,rad/s$ با چه نوع یونی سروکار داریم؟

کار شماره ۴

نور قطبیده (پلاریزه)

ملاحظات کلی:

برای انجام این کار تجربی وسایل زیر در اختیار شما قرار دارد:

۱ لامپ مات با پایه

۳ گیره، چوب، و روزنه

۲ صفحه شیشه‌ای (۱ صفحه مربع مستطیل، ۱ صفحهٔ مربع)

۱ فیلم قطبان (پلاریزه‌کننده)، گرد

۱ قطعه فیلم قرمز

۱ حلقه نوارچسب

۱ قطعه زرورق شفاف

۶ برچسب خود چسب، سفید

۱ قطعه کاغذ سیاه

۱ قطعه کاغذ رسم

ARISTO 1650/1، drawing triangle بدون دسته

۱ قلم مازیک دائمی، بسیار ریز، سیاه

۲ مداد درجه F و H

۱ مداد تراش

یک مداد پاک‌کن

یک قیچی

به‌علاوه

۴ برچسب باکد شخصی، که باید به وسایل که در زیر با علامت # مشخص شده است، چسبانده شود.

از برش، حکاکی، خراش یا تاکردن فیلم قطبان خودداری کنید. در غیر اینصورت فیلم آسیب خواهد دید.

برای علامت‌گذاری روی فیلم قطبان، زرورق یا شیشه از قلم مازیک استفاده کنید. پس از استفاده سرپوش را بگذارید.

در صورت تمایل به علامت‌گذاری بر روی گیره‌های چوبی از برچسب سفید استفاده کنید.

برای رسم از مداد استفاده کنید.

قطعات لازم برای آزمایش را می‌توانید از کاغذ سیاه ببرید. توصیه می‌شود که یک حفاظ استوانه‌ای از کاغذ سیاه را با فاصله کمی در اطراف لامپ قرار داده، منفذی با عرض مناسب در آن ایجاد کنید. فیلم قرمز را دولا کنید.

چهار مسئله زیر را حل کنید:

مسئله ۴ . ۱:

الف) محور تراگسیل فیلم قطبان را با مشاهدهٔ نور بازتابیده از سطح صفحهٔ شیشه‌ای مستطیل شکل پیدا کنید. (محور تراگسیل جهت نوسان بردار الکتریکی نور تراگسیلده است). بر روی فیلم خطی حتی‌الامکان دقیق در این امتداد رسم کنید (۱ ≠).

ب) بر روی قطعه‌ای از کاغذ رسم، ترتیب اندازه‌گیری ضریب شکست نور سفید را با استفاده از صفحهٔ شیشه‌ای مستطیل شکل رسم کنید. در بازتاب نور ناقطبیده از قطعهٔ شیشه‌ای، وقتی که زاویه تابش برابر رابطهٔ زیر باشد.

$$\tan i = n$$

قطبش مستوی کامل حاصل می‌شود که در آن n ضریب شکست شیشه است.

در یک تصویر مستقیم بر روی کاغذ، قطعات به‌کار برده شده و نقاط و خطوط مربوط به ارزیابی را رسم کنید (۲ ≠). ضریب شکست را اندازه بگیرید.

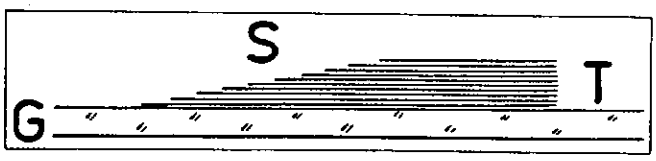
مسئله ۴ . ۲:

الف) یک قطبش نما بسازید. از این دستگاه برای مشاهده فیلمهای پلاستیکی دوشکستی و صفحات در نور با قطبش خطی در تابش عمودی استفاده می‌شود. مواد دوشکستی نور را به دو مؤلفه تجزیه می‌کنند. نوسانات الکتریکی این مؤلفه‌ها در دو صفحهٔ عمود بر یکدیگر قرار دارند که محورهای دو شکست را مشخص می‌کنند، این دو موج در ماده با سرعتهای مختلف منتشر می‌شوند، طراح ترتیب وسایل را رسم کنید و طرز کار آنها را بیان کنید.

مسئله ۴ . ۳:

۱۰ لایه نوارچسب به طور پله‌ای بر روی قطعه‌ای از شیشه

مطابق شکل قرار گرفته‌اند. از تساوی فاصلهٔ لایه‌ها اطمینان حاصل کنید.



G صفحهٔ شیشه مربعی

T ۱۰ لایه نوارچسب

S پله‌ها به عرض ۳ تا ۴ میلی‌متر

این جسم را در قطبش‌نما قرار دهید. شرایط تجربی برای مشاهدهٔ رنگها را شرح دهید. چگونه می‌توان رنگها را تغییر داد. مشاهدات خود را به اختصار بیان کنید.

ب) با استفاده از دولایهٔ فیلم قرمز نور «تکرنگ» تولید کنید. در جسم قبلی، پله‌ها را علامت‌گذاری کنید تا تعیین اختلاف راه اپتیکی بین دو مؤلفه نور شکسته شده در مسئله ۲.۴ امکان‌پذیر گردد. (۴ $\#$) مقدار عددی اختلاف راه اپتیکی به ازاءِ هر لایهٔ نوارچسب را برای نور قرمز تخمین بزنید.

مسئله ۴ . ۴:

با استفاده از قطبش‌نما قسمت مرکزی drawing triangle را که در این آزمایش در اختیار شما قرار دارد، مورد بررسی قرار دهید. ترکیب اپتیکی لازم را شرح دهید.

اخطار اضافی:

همراه گزارش خود اشیاءِ زیر را که حاوی برچسب شخصی شماست، تحویل دهید.

۱ ـ فیلم قطبان که محورهای تراگسیل آن مشخص شده است.

۲ ـ کاغذ رسم همراه با نمودار طرح‌دار، آزمایش برای اندازه‌گیری ضریب شکست.

۳ ـ زرورق با محورهای مشخص شده دو شکست.

۴ ـ پله‌های نوارچسب بر روی صفحهٔ شیشه‌ای با نوشته‌های مربوط به تعیین اختلاف راه اپتیکی به ازاءِ هر لایه.

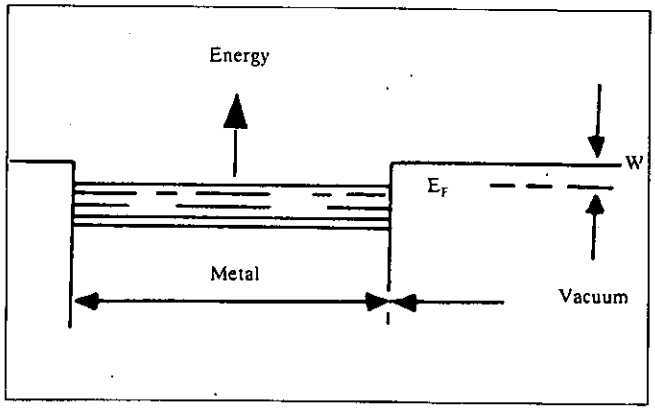
کار شماره ۵

تعیین تابع کار

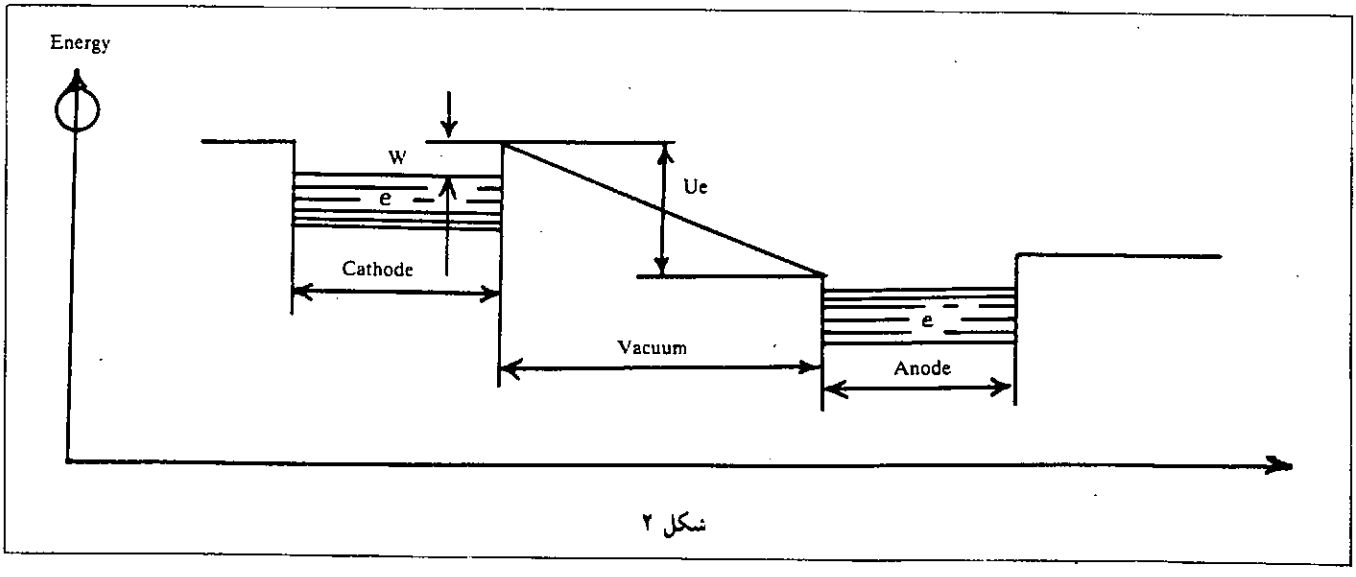
مقدمه:

الکترونهای یک فلز در چاههای انرژی قرار دارند که معمولاً حتی در صورت وجود اختلاف پتانسیل در فلز، نمی‌توانند از آن خارج شوند.

بهرحال، اگر فلز (گاز الکترونی آن) گرم شود، الکترونها می‌توانند برسد انرژی W (که «تابع کار» نیز خوانده می‌شود) به کمک جنبش گرمایی خود غلبه کنند. اگر ولتاژی به فلز اعمال شود، این



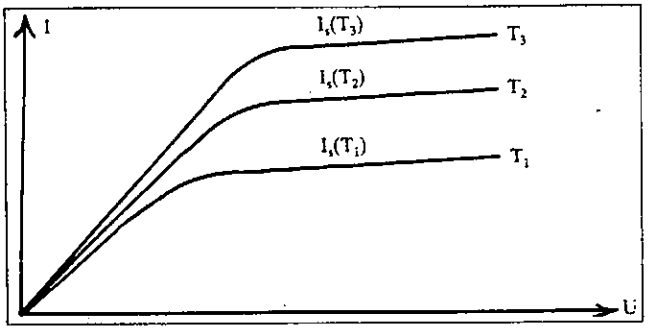
شکل ۱



شکل ۲

الکترونهای فعال‌شده می‌توانند به آند برسند.

در این مورد می‌توان جریان الکتریکی را اندازه گرفت. تعداد الکترونهای فعال شده در واحد زمان فقط تابع کاتد و دمای آن است. بهرحال، ولتاژ u_a، امکان رسیدن الکترونهای فعال شده به آند را مشخص می‌کند. بنابراین، برای یک کاتد مشخص یک جریان اشباع متمایز برای هر دما مشاهده می‌شود (رک شکل ۳).



شکل ۳

جریان اشباع (یعنی تعداد الکترونهای فعال شده در واحد زمان) از رابطهٔ (۱) معادلهٔ ریچاردسون نیز خوانده می‌شود) پیروی می‌کند.

$$I_B = CT^2 \exp(-W/KT)$$

که در آن:

C = ثابت

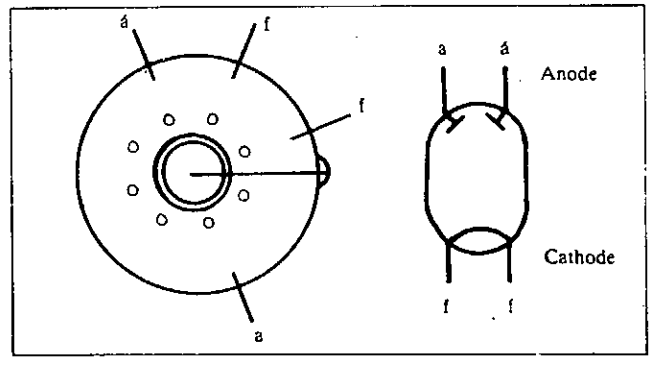
T = دمای کاتد (درجه کلوین)

$K = 1/38 \times 10^{-23}\ JK^{-1}$

مقدار تابع کار را برای یک فلز معین تعیین کنید.

برای این کار تجربی وسایل زیر در اختیار شما قرار دارد.

لامپ الکترونی AZ41 که در یک لامپ خلاء یکسوکننده موج قرار دارد. کاتد آن سیم با پوشش تنگستن است که تابع کار آن باید تعیین شود. طبق دستور سازنده برای گرم کردن کاتد نباید از بیش از ۴V استفاده کرد. از آنجا که لامپ دارای دو آند است. پیشنهاد می‌شود که برای کلیه اندازه‌گیریها دو سنجاق مربوط به آنها به یکدیگر متصل شوند. محل کلیه سنجاقها را می‌توان به کمک شکل ۴ تعیین کرد.

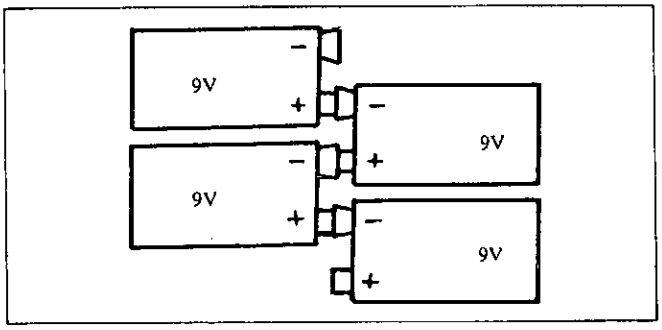


شکل ۴

یک مولتی‌متر؛ مقاومت داخلی برای اندازه‌گیری ولتاژ، ۱۰MΩ

یک باطری ۱/۵ ولت (یک باطری اضافی در دسترس است).

چهار باطری ۹ ولت؛ این باطریها را می‌توان مطابق شکل با یکدیگر سری کرد.



شکل ۵

دو رابط در اختیار شما قرار می‌گیرد.

مقاومتهایی با مشخصات زیر (یکی از هر کدام).

۲٪ + ۱۰۰۰ Ω (قهوه‌ای، سیاه، سیاه، قهوه‌ای، قهوه‌ای، قرمز)

۲٪ + ۱۰۰ Ω (قهوه‌ای، سیاه، سیاه، سیاه، قهوه‌ای، قرمز)

۱٪ + ۴۷/۵ Ω (زرد بنفش، سبز، طلایی، قهوه‌ای)

۴ مقاومت تقریباً ۱Ω، مقدار این مقاومتها بر روی آنها نوشته شده است.

۱۲ رابط

۶ سیم رابط به طول ۲۰ سانتی‌متر

۱ آچار پیچ‌گوشتی، کاغذ رسم

منحنی تغییرات مقاومت ویژهٔ ماده کاتد بر حسب دما

دمای واقعی محیط اعلام خواهد شد.

۳ مسئله زیر را حل کنید.

مسئله ۵ . ۱:

ابتدا مقاومت ۴ مقاومت شماره‌گذاری شده را بدون کمک گرفتن از اهم‌متر تعیین کنید.

مسئله ۵ . ۲:

جریان اشباع را برای دماهای مختلف کاتد، یعنی برای جریانهای گرم‌کننده مختلف تعیین کنید. از باطری ۱/۵ ولت برای گرم کردن کاتد و ترکیبهای مختلف مقاومتها برای کنترل جریان گرم‌کننده استفاده کنید. ولتاژ ثابت ۳۶ـ۴۰ ولت بین آند و کاتد جریانی را که جریان اشباع در نظر گرفته می‌شود، ایجاد می‌کند. با استفاده از ۴ باطری ۹ ولت که به‌طور سری قرار دارند این ولتاژ را تولید کنید. چگونگی تعیین دمای کاتد را به اختصار بیان کنید.

مسئله ۵ . ۳:

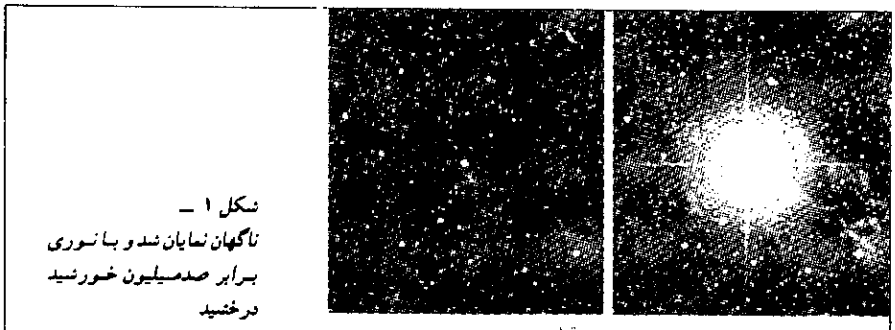
با استفاده از معادله (۱) تابع کار را تعیین کنید. طرز کار خود را شرح دهید.

ابر نواختر

منیژهٔ رهبر: دانشگاه تهران

عصر یخبندان بود و آب و هوا در جنوب افریقا سردتر از امروز، انسان نئاندرتال هنوز قدم به صحنه نگذاشته بود، ولی موجودات دوپایی که امروز به نام بشر هوشمند باستانی معروفند و از تبرهای خشن، کلنگ و ساطورهای سنگی استفاده می‌کردند همراه بزهای کوهی، بوفالوهای شاخ بلند، زرافه‌ها، کفتارها و اسبهای غول‌پیکر در علفزارهای بی‌درخت می‌گشتند. در یک شب بدون ابر ۱۷۰،۰۰۰ سال قبل یکی از این نیاکان بشر ممکن است به نوار شیری گسترده در آسمان نگریسته و متوجه لکه نورانی شده باشد که از این نوار جدا می‌شود.

در آن هنگام، در این لکه دور دست که امروزه به نام ابر بزرگ ماژلان معروف است یک ستاره ابر غول به شدت درخشید و در یک انفجار ستاره‌ای منفجر شد. نور حاصل از درخشش آن که برابر صدمیلیون خورشید بود با سرعت ۳۰۰،۰۰۰ کیلومتر در ثانیه منتشر شد، و بخشی از آن به سوی سیارهٔ کوچکی در کهکشان همسایهٔ راه شیری رو نمود.



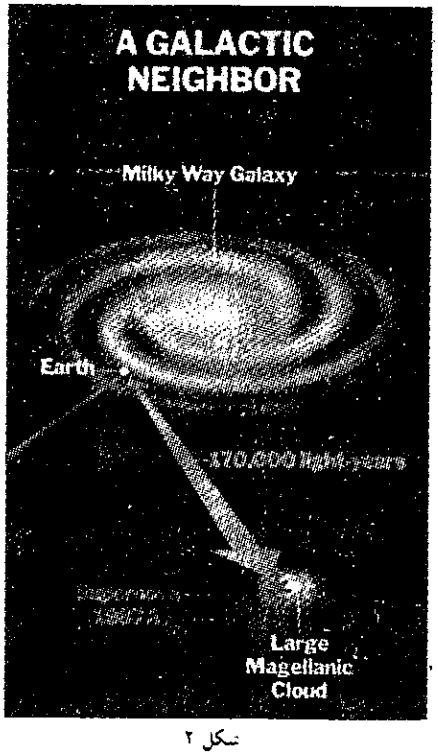
شکل ۱ ــ
ناگهان نمایان شد و با نوری برابر صدمیلیون خورشید درخشید

۱۷۰،۰۰۰ سال بعد، در این سیارهٔ کوچک، بشر تکامل یافته است و در جهت شناخت موقعیت خود در جهان، دستگاههایی ابداع کرده است که می‌تواند عمق فضا را به دقت بنگرد. در شب ۲۳ فوریه ۱۹۸۷ (۱۳۶۵) نخستین پرتوهای گسیل شده از این ستارهٔ انفجاری، پس از طی بیلیون بیلیون کیلومتر در فضا، بالاخره به زمین رسید و بخشی از آن از عدسیهای یک تلسکوپ ۲۵ اینچی در رصدخانهٔ لاس‌کامپاناس شیلی گذشت و یان‌شلتون اخترشناس ۲۹ ساله کانادایی را که مشغول عکسبرداری از ابر بزرگ ماژلان بود، برجای خود میخکوب کرد.

وی ابتدا تصور کرد که این تصویر ممکن است ناشی از نقصی در صفحه عکاسی باشد، بنابراین به خارج از رصدخانه رفته و مستقیماً به ابر بزرگ ماژلان نگریست و بدون تلسکوپ یا دوربین توانست ستاره انفجاری یا ابر نواختر را مشاهده کند.

در حالیکه هزاران ابر نواختر با تلسکوپهای قوی در کهکشانهای دور دست مشاهده شده است، این نخستین بار پس از سال ۱۸۸۵ (۱۲۶۴) بود که ابر نواختری با چشم غیرمسلح مشاهده می‌شد. مهمتر از آن با فاصلهٔ فقط ۱۷۰،۰۰۰ سال نوری، ابر نواختر جدید درخشانترین مورد در آسمان کره زمین از سال ۱۶۰۴ (۹۸۳) است.

خبر این اکتشاف جدید که به نام ۱۹۸۷ A (اولین ابر نواختر سال ۱۹۸۷) نامیده شد به سرعت به رصدخانه‌های سراسر جهان مخابره شد و هیجان بسیار ایجاد کرد. برای نخستین بار، دانشمندان عصر جدید توانستند در فاصله‌ای نزدیک در معیار اخترشناسی تماشایی‌ترین جلوهٔ طبیعت را مشاهده کنند. و با استفاده از جدیدترین دستگاهها جزئیات پدیدهٔ ستاره انفجاری را به دقت تجزیه و تحلیل کنند. پدیده‌ای که برای ساختار گیتی، و تشکیل ستارگان و زندگی بسیار بنیادی است.



شکل ۲

فرایندهای شگفت‌انگیزی که قبل از یک ابر نواختر و در طی آن صورت می‌گیرد، مسئول تولید بسیاری از عناصر طبیعت هستند. این عناصر در اثر نیروی انفجار ابر نواختر به صورت ابرهایی از و گرد و غبار به کیهان پرتاب می‌شدند. ابر نواخترهای بعدی امواج ضربه‌ای گسیل می‌دارند و با ائتلاف گازها و ذرات گردوغبار ستاره‌ها و سیارات جدید را تشکیل می‌دهند. بنابراین سیارات و هر نوع زندگی تکامل یافته بر روی آنها از عناصری

تشکیل شده‌اند که در ابر نواختر به وجود آمده است. به علاوه، این انفجارهای ستاره‌ای ذرات پر انرژی تولید می‌کنند که به نام پرتوهای کیهانی معروفند و می‌توانند سبب جهشهایی در ارگانیسمهای زمینی شوند و ممکن است نقش مستقیمی در تکامل زندگی بر روی زمین داشته باشند. به عبارتی می‌توان گفت که «ما از اعقاب ابر نواخترها» هستیم.

برای دانشمندان این واقعه، موقعیت مناسبی برای بررسی نظریه‌های مربوط به تکامل ستارگان و مرگ آنها بود. بنابراین، ساعتی پس از این اکتشاف عده زیادی از دانشمندان با استفاده از وسایل علمی برای بررسی این پدیده بسیج شدند. در سراسر نیمکره جنوبی (این ابر نواختر در نیمکره شمالی قابل مشاهده نبود)، در امریکای جنوبی، استرالیا و افریقای جنوبی، تلکسوپهای با اندازه‌های مختلف بر روی نورسیدهٔ ابر بزرگ ماژلان کانونی شد. در زیر زمین، در معادن نمک زیردریاچهٔ اریه، در معادن سرب و روی کامیوکا در ژاپن، در تونل مون‌بلان که ایتالیا و فرانسه را به یکدیگر متصل می‌کند و در تونل دیگری در زیر کوه البروس در شوروی دانشمندان به دقت اطلاعات چاپ شده توسط کامپیوترها را بررسی می‌کردند. آنها امیدوار بودند که برخی از ذرات اثیری به نام نوترنیو، که تولید آنها در ابر نواختر به طریق نظری پیش‌بینی شده است، در زمین نفوذ کرده و رد خود را در آشکارسازهای عظیم نوترنیو به جای گذراند. پس از چند روز دانشمندان اطلاعاتی بیش از آنچه قادر به تحلیل آنها باشند، گردآورده بودند که برخی پیش‌بینی‌ها را تأیید و شامل مشاهدات تعجب‌آوری برای نخستین بار بود. اطلاعات اولیه نشان می‌داد که پوستهٔ گازی ۱۹۸۷A با سرعت ۱۶،۰۰۰ کیلومتر در ثانیه منبسط می‌شود. از آنجا که رنگ ابر نواختر با سرعتی بیش از آنچه انتظار می‌رفت از آبی به قرمز تغییر می‌یافت (پنج تا ده بار سریعتر از سایر ابر نواخترها). بنابراین انبساط سریع سبب سرد شدن آن گشته و طول موج نور گسیل شده به سرعت به قسمت سرخ طیف مریی منتقل می‌شد. همچنین نور کم ۱۹۸۷A شگفت‌انگیز بود. ابتدا انتظار می‌رفت که نور آن به مقداری در حدود ۱ تا ۰ افزایش یابد (هرچه قدر* کوچکتر باشد ستاره پرنورتر است. شعرای یمانی درخشانترین ستارهٔ آسمان دارای قدر ۱/۵ - است) ولی نور آن فقط به ۴/۵+ رسید و درجا زد.

این مشخصات اولیه سبب این تصور شد که ۱۹۸۷A ممکن است دارای نیایی باشد که در مقایسه با سایر ابرنواختر چندان سنگین نیست. با مقایسهٔ محل ابرنواخترها با سایر تصاویر ابر بزرگ ماژلان بسیاری از اخترشناسان ابتدا یک ابر غول آبی رنگ داغ به نام SK ــ ۶۹۲۰۲ را به عنوان جد احتمالی ۱۹۸۷A مشخص کردند. ولی این نتیجه‌گیری باعث دردسر فراوان می‌شد، زیرا ستاره‌ای با این مشخصات برای نابودی در یک انفجار بسیار جوان است. پس از نابودی پرتوهای ماوراء بنفش ناشی از انفجار، اخترشناسان نفس راحتی کشیدند زیرا روبش ماوراء بنفش نشان داد که ستارهٔ آبی رنگ هنوز در جای خود باقی است. پس از آن دانشمندان توجه خود را به دو ستاره تا اندازه‌ای ضعیف‌تر که در صفحات قدیمی قابل رؤیت است معطوف داشتند. ولی این انتخاب نیز سبب نگرانی بود، زیرا ستاره مادر باید بسیار درخشانتر باشد.

ولی لااقل یکی از حوادث پیش‌بینی شده نظری به وضوح رخ داد. کلیهٔ آشکارسازهای نوترینو ورود «تپهایی از ذرات کوچک فراری» را قبل از رسیدن نور نشان دادند.

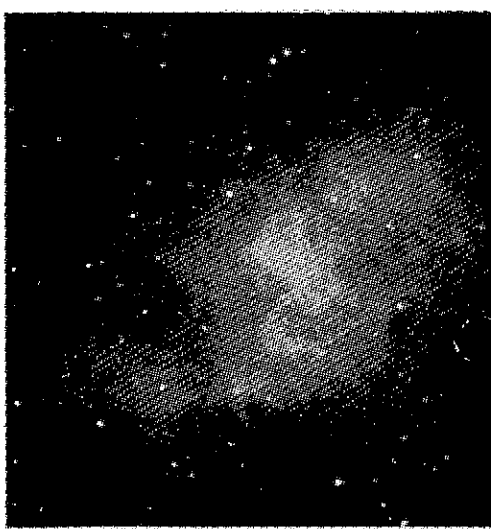
توجه به ابرنواخترها منحصر به دانشمندان جدید نیست. مانند اخترگوهای امروزی، تمدنهای قدیمی باور داشتند که ستارگان تأثیر مستقیمی بر امور زمینی دارند و چینی‌ها، که هرگونه تغییر در آسمان را به دقت ثبت می‌کردند، به شدت تحت تأثیر «ستارگان مهمان» بودند. آنان این مهمانان اخترشناختی را نشانه‌ای از حوادث مهم در روی زمین می‌دانستند. احتمالاً اولین نشانه ثبت ابرنواختر بر روی قطعه‌ای از استخوان و مربوط به سال ۱۳۰۰BC است، که ظهور ستاره درخشنانی را در نزدیکی آنچه امروزه قلب العقرب نامیده می‌شود، شرح داده است.

اگر چه در این مورد و چند ستارهٔ انفجاری دیگر اطمینان وجود ندارد، ولی تردید اندکی در مورد ستارهٔ مهمان سال ۱۸۵AD وجود دارد. «سال دوم دوران حکومت شانگ پینگ» در ماه دهم یک ستارهٔ مهمان ظاهر شد. اندازهٔ آن در حدود نصف یک قالیچه بود. این ابر نواختر چند رنگ سوسوزن تدریجاً کوچکتر شد و در ششمین ماه سال بعد ناپدید شد. این توصیف در مورد روشنایی ستاره و محو شدن کند آن، مؤید ظهور یک ابر نواختر است.

---

* درخشندگی ستارگان برحسب واحد قدر اندازه‌گیری می‌شود. این واحد تا اندازه‌ای گمراه کننده است. زیرا ارتباطی به بزرگی ستارگان ندارد و بیش از اینکه نشاندهندهٔ درخشندگی باشد، نمایندهٔ نیرگی آنهاست. ستاره‌ای با قدر ۱ درخشانتر از ستارهٔ با قدر ۲ است. نخستین کسی که در صدد طبقه‌بندی ستارگان درآمد هیپارخوس اخترشناس یونانی ۱۵۰ قبل از میلاد بود. ۳۰۰ سال پس از او بطلمیوس کار او را گسترش داد و سیستم فعلی را تنظیم کرد. وی برای درخشندگی ستارگانی که با چشم غیرمسلح غیرتشخیص‌اند شش قدر در نظر گرفت. در این سیستم ستاره‌ای با قدر ۱ دقیقاً ۱۰۰ مرتبه درخشانتر از ستارهٔ با قدر ۱۰۰ است. از آنجا که بین ۱ و ۶ پنج گام وجود دارد. بنابراین، ستاره‌ای با یک قدر، ۲/۵ بار درخشانتر از ستارهٔ با قدر بعدی است. زیرا ۱۰۰ = ۲/۵ × ۲/۵ × ۲/۵ × ۲/۵ × ۲/۵. از آنجا که مقیاس با گامهای مساوی در جهت صعودی و نزولی حرکت می‌کند، می‌توان مقیاس را در دو جهت به طور نامحدود امتداد داد تا شامل ستارگان بسیار کم نور یا ستارگان بسیار درخشان گردد. در این دستگاه مقیاس قدر ماه کامل ۱۲/۵ ــ و قدر خورشید در حدود ۲۶/۵ ــ است.

مدارک قدیمی نشان می‌دهند که پنج ابر نواختر دیگر توسط چینی‌ها در هزارهٔ بعد مشاهده شده است که همگی در کهکشان راه شیری قرار داشته‌اند. برخی از این انفجارهای ستاره‌ای توسط فرهنگهای دیگر نیز ثبت شده‌اند. ابر نواختر درخشان سال ۱۰۰۶AD (۳۸۵ هـ. ش) توسط یک کاتب مصری و راهبان اروپایی مشاهده و توصیف شده است. ژاپنی‌ها متوجه ستارهٔ انفجاری سال ۱۱۸۱ (۵۶۰ هـ. ش) شدند. ولی جالبترین مورد برای اخترشناسان امروزی ابرنواختر ۴ جولای ۱۰۵۴ (۴۳۳ هـ. ش) است که ناگهان در صورت فلکی ثور، نزدیک جبار، درخشید. فاصلهٔ این ابرنواختر با زمین فقط ۶۰۰۰ سال نوری بود و به دنبال خود ابر زیبایی از گاز درخشان برجا گذاشت که به آهستگی می‌چرخید و به تدریج گسترش می‌یافت و امروزه به نام سحابی خرچنگی معروف است.



شکل ۳ـ سحابی خرچنگی باقیماندهٔ انفجاری ابر نواختر سال ۱۰۵۴ میلادی است. در مرکز آن یک ستارهٔ نوترونی بسیار چگال وجود دارد که به سرعت می‌چرخد.

مطالعه ساختار و دینامیک سحابی خرچنگی اطلاعات مهمی را در مورد انفجار ابر نواختر در اختیار اخترشناسان قرار داده است. ابرنواختر خرچنگی، در درخشانترین وضعیت دارای نوری معادل ستاره زهره و در طول روز قابل مشاهده بود. ظهور آن نه فقط توسط چینی‌ها و ژاپنی‌ها بلکه توسط سرخپوستان جنوب غربی امریکا ثبت شده است. گواه این مطلب تصاویری است که بر روی دیواره‌های صخره‌ای در اریزونای شمالی نقاشی شده است. او تصویری آسمانی را در مجاورت هلال ماه نشان می‌دهد. دلیلی بر اینکه این اثر هنری ابتدایی ابر نواختر را نشان دهد در دست نیست، ولی سن‌یابی باستانشناسی نشان می‌دهد که سرخپوستان در هنگام ظهور ابرنواختر در این منطقه بوده‌اند و طبق محاسبهٔ اخترشناسان ابر نواختر در حقیقت در نزدیکی هلال ماه ظاهر شده است.

دلیلی از ثبت ابرنواختر خرچنگی توسط اروپائیان در دست نیست. این گروه در سال ۱۵۷۲ (۹۵۱ هـ. ش) به جمع ثبت‌کنندگان ابرنواختر پیوستند، و اگر چه تیکو براهه اخترشناس دانمارکی نخستین کسی نبود که متوجهٔ ستارهٔ مهمان در صورت فلکی ذات الکرسی شد ولی با نوشتن کتابی تحت عنوان De Novastella (در بارهٔ ستارهٔ نو) مطمئن گردید که آیندگان نام او را با این ستاره همراه خواهند ساخت.

ابر نواختر بعدی که با چشم غیرمسلح قابل رؤیت بود، ۳۲ سال بعد در سال۱۶۰۴ (۹۸۳ هـ. ش) در صورت فلکی حوا رخ داد و معروفترین شاهد آن، دستیار سابق براهه یعنی یوهان کپلر بود. برخلاف بسیاری از ابرنواخترها، این ستاره قبل از رسیدن نور آن به ماکزیمم مشاهده شد، بنابراین توصیف کپلر از ستارهٔ مشتعل برای اخترشناسان جالب توجه است. این توصیف در صورت وجود تلسکوپ بسیار جالبتر می‌شد. متأسفانه این واقعه پنج سال قبل از کاربرد تلسکوپ توسط گالیله رخ داد.

بررسی ۱۸۰۰ ساله اخترشناختی نشان می‌دهد که در هر هزار سال چهار ابر نواختر قابل رؤیت با چشم غیرمسلح در حوالی کهکشان راه شیری ظاهر می‌شود. ولی از سال ۱۶۰۴ (۹۸۳ هـ. ش) تا ۱۹۸۷ هیچ ابرنواختری ثبت نشده است (ابر نواختر سال ۱۸۸۵ (۱۲۶۴ هـ. ش) که در آستانهٔ رؤیت بود در کهکشان امرأة المسلسله با فاصلهٔ نوری ۲/۲ میلیون سال رخ داد).

ستارگان بسیاری در این فاصله شعله‌ور شدند ولی اخترشناسان می‌دانند که اینها فقط نواختر بوده‌اند. نواخترها وقایعی با عمر کوتاهتراند که به واسطهٔ انفجار ناگهانی گاز در ستارگانی به نام کوتوله‌های سفید، ایجاد می‌شوند، و انرژی آزاد شده در آنها یک ده هزارم انرژی آزاد شده در یک ابرنواختر است.

تا سالهای دههٔ ۱۹۳۰ (دههٔ ۱۳۱۰) که اخترشناس کالتک به نام فریتس زوایکی ابرنواخترها را تشخیص داد (نامگذاری نیز از اوست) تفاوت میان نواختر و ابرنواختر مشخص نبود. او و همکارش والتر یاوه، نظریهٔ جدید در مورد انفجار ابرنواختر را تدوین و نخستین پژوهش سیستماتیک در این مورد را آغاز کردند. طبق این نظریهٔ در حالیکه در کهکشانهای متوسط ابرنواخترها به ندرت ظاهر می‌شوند، در کهکشانهای بزرگ قابل مشاهده با تلسکوپهای قوی مشکلی در مشاهدهٔ آنها وجود ندارد. این نظریه ابتدا عجیب به نظر می‌رسید، ولی طی چهار دههٔ بعد زوایک و همکارانش تقریباً ۳۰۰ ابرنواختر یافتند که در حدود ۳۰ برابر تعداد ثبت شده در تاریخ مدون قبل از سال ۱۸۸۵ (۱۲۶۴ هـ. ش) است و سهم سایر اخترشناسان این عدد را تا ۶۰۰ افزایش داده است.

با کمک مثالهای فراوان، نظریه‌پردازان دیدگاه خود را از تکامل ستاره‌ای به طور اعم و چگونگی مرگ اجتناب‌ناپذیر و خشونتبار برخی از ستارگان به طور اخص بالوده‌اند. در بخش اعظم عمر یک ستاره بین گرانی شدید، که تمایل به جذب تمام ماده به مرکز دارد، و انرژی گرماهسته‌ای که از مرکز آن تابش می‌شود و ماده را به سمت خارج می‌راند و ستاره را به صورت کره منبسط شونده‌ای از گازهای گرم درمی‌آورد، تعادل پایدار وجود دارد.

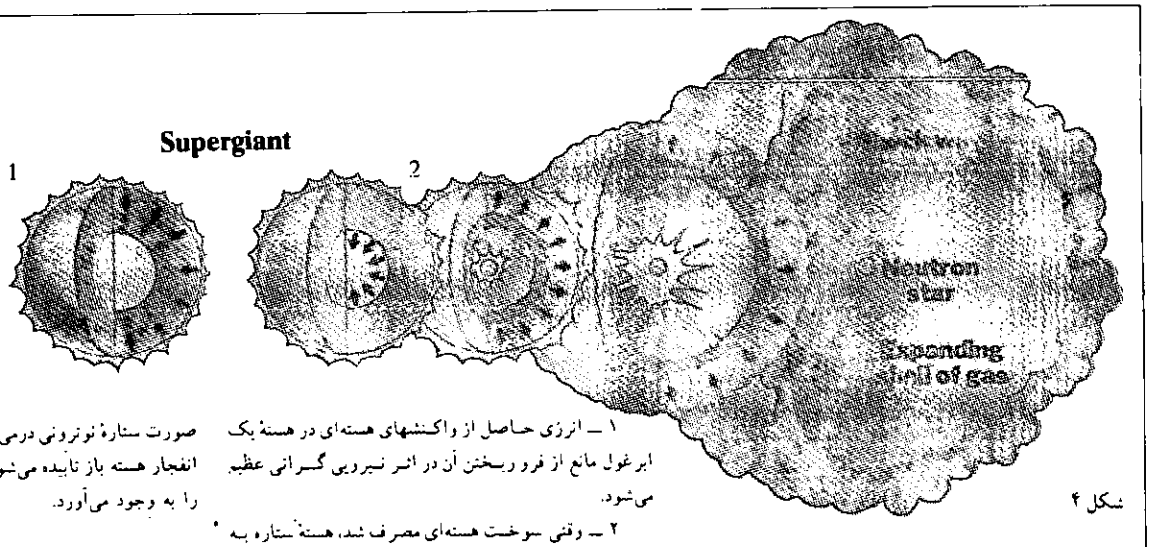
با اتمام سوخت هسته‌ای، واکنش همجوشی متوقف می‌شود و گرانش غلبه می‌کند. بدون فشار به سمت خارج که برای نگهداری کره به صورت «متورم» لازم است، هستهٔ ستاره مانند یک بادکنک ترکیده فرو می‌ریزد و مواد آن به سمت مرکز رو می‌کنند. برای ستاره‌ای با ابعاد خورشید، این فرو ریختن پس از چند مرحلهٔ میانی هنگامی که تراکم مواد به اندازه‌ای است که اتمهای آن با یکدیگر مماسند، متوقف می‌شود. در اینحالت آنچه فیزیکدانان ماده تبهگن می‌نامند به وجود می‌آید؛ آنچه از فرو ریختن بیشتر جلوگیری می‌کند تمایل الکترونهای با بار منفی به راندن یکدیگر است. ستاره به صورت یک کوتولهٔ سفید درمی‌آید. «در اینحالت ستاره با ابعاد برابر زمین جرمی برابر خورشید خواهد داشت».

ماده تبهگن به اندازه‌ای در مقابل تراکم مقاوم است که کوتوله سفید به جز در مواردی که در کهکشان راه شیری معمول است و ستاره عضوی از یک سیستم دوتایی است، تغییر چندانی نخواهد کرد. در سیستمهای دوتایی، جاذبه شدید کوتولهٔ سفید باعث جذب مواد گازی شکل از ستارهٔ همدم می‌شود. با چسبیدن مواد ستارهٔ همدم به کوتولهٔ سفید فشارگرانشی سبب شعله‌ور شدن واکنش همجوشی در گازهای جذب شده می‌گردد، که در یک انفجار به اطراف پراکنده شده، و سبب ایجاد یک نواختر (و نه ابر نواختر) می‌شوند. طبق اظهار اخترشناسان سالیانه در حدود ۵۰ نواختر در کهکشان راه شیری خودنمایی می‌کنند.

به‌هرحال، اگر ماده به دام افتاده مشتعل نشود، جرم کوتوله افزایش می‌یابد تا به اندازه‌ای که به نام حد چاندراسکار (اخترشناس معروف دانشگاه شیکاگو) برسد. در این حد گرانی کوتوله بر نیروی رانشی بین‌الکترونها غلبه می‌کند. اگر جرم کوتوله به ۱/۴ جرم خورشید برسد (عدد دقیق به ساخت ستاره بستگی دارد)، ستاره ناگهان مجدداً شروع به فروریختن می‌کند و به اندازه‌ای گرم می‌شود که ناگهان یک آتش گرما هسته‌ای در مرکز آن شعله‌ور می‌شود. نتیجه‌یک ابرنواختر است. «برای گسترش شعله در سراسر کوتوله نیم ثانیه لازم است.» انرژی آزاد شده به اندازه‌ای است که اجزاء ستاره از هم گسسته می‌شود و به صورت ذراتی ریز به اطراف پراکنده می‌گردد. این نوع ستاره انفجاری به نام ابرنواختر نوع I معروف است. گزارش تاریخی تاریک شدن ابرنواخترهای براهه و کپلر نشان می‌دهد که این ابرنواخترها از نوع I بوده‌اند.

حتی اگر ستاره‌ای در ابتدا دارای جرمی هشت برابر جرم خورشید باشد، در دوران تکامل خود احتمالاً به اندازه‌ای ماده از لایه‌های خارجی‌اش از دست می‌دهد که جرم نهایی آن کمتر از حد چاندراسکار خواهد شد. بنابراین ستاره یک کوتوله سفید و کاندیدایی برای سرد شدن پایدار دراز مدت خواهد بود و یا در صورتیکه یک همدم داشته باشد، به صورت نواختر یا ابرنواختر در خواهد آمد. در حقیقت، از آنجا که کوتولهٔ سفید لایهٔ خارجی پرهیدروژنش را از دست داده است (بدون توجه به اندازهٔ اولیهٔ آن)، عدم هیدروژن قابل آشکار سازی در انفجارا برنواختر آنرا به صورت نوع I مشخص می‌کند.

اگر جرم هسته بیش از هشت برابر جرم خورشید باشد، ستاره عمری کوتاه و تماشایی به صورت ابرغول سرخ خواهد داشت که با انفجاری به صورت ابرنواختر نوع II پایان می‌یابد. ستارگان بزرگ شمعهایی هستند که از دو سر می‌سوزند و به صورتی با شکوه خاموش می‌شوند. پس از عمری فقط برابر هفت میلیون سال، ستارهٔ تندسوز با تبدیل تمامی هیدروژن خود به هلیوم شروع به انقباض می‌کند، این تراکم دما را تا ۱۸۰ میلیون درجه سیلسیوس بالا می‌برد که بیش از دمای لازم برای همجوشی هلیوم و آزاد شدن بیشتر انرژی است. سپس ستاره مجدداً منبسط می‌شود، و برای مدت زمانی در حدود ۶۰۰/۰۰۰ سال



شکل ۴

۱ ــ انرژی حاصل از واکنشهای هسته‌ای در هستهٔ یک ابرغول مانع از فرو ریختن آن در اثر نیرویی گرانی عظیم می‌شود.

۲ ــ وقتی سوخت هسته‌ای مصرف شد، هستهٔ ستاره به صورت ستارهٔ نوترونی درمی‌آید. موج ضربه‌ای حاصل از انفجار هسته باز تابیده می‌شود و ابر درخشان در حال انبساطی را به وجود می‌آورد.

پایدار باقی می‌ماند، تا کلیه اتمهای هلیوم تبدیل به کربن و اکسیژن شوند. پس از آن در فواصل زمانی کوتاهتر و دماهای بیشتر ستاره منقبض و منسبط می‌شود، و به ترتیب عناصر سبکتر را به عناصر سنگین‌تر تبدیل می‌کند، تا اینکه بالاخره سیلیکان را به آهن تبدیل کند.

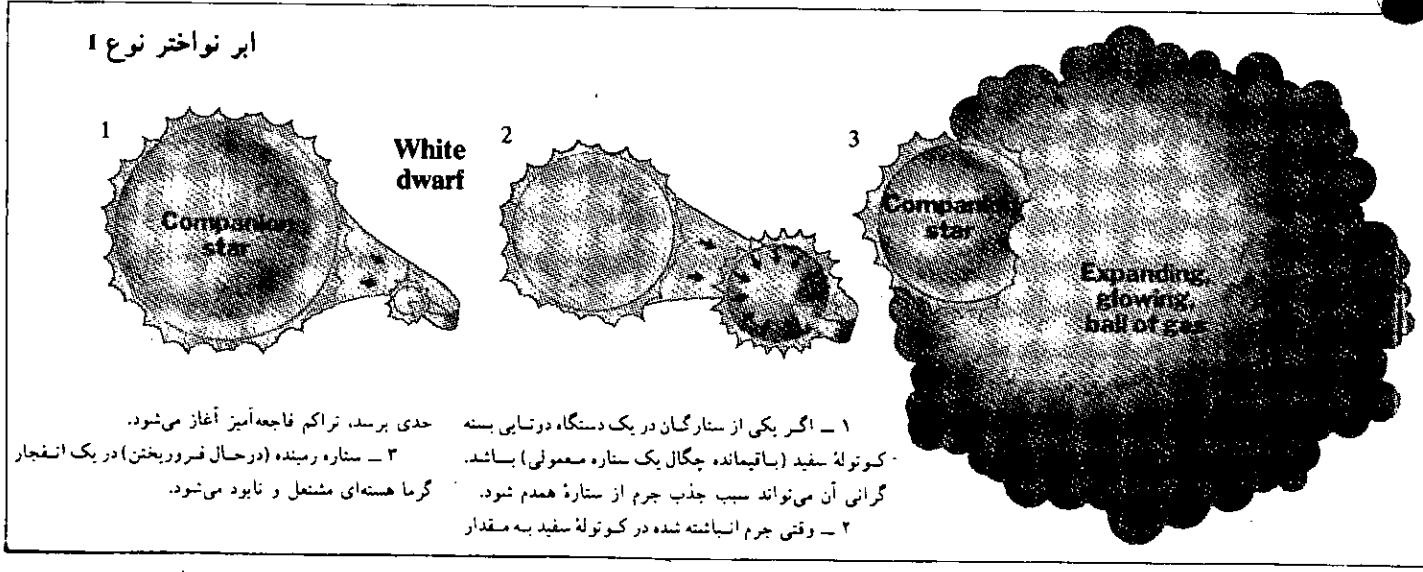
و این پایان راه است. ساختار اتمهای آهن مانع همجوشی آن به عناصر سنگین‌تر در این شرایط می‌شود. در این حالت ستاره مشابه پیاز با مغز آهنی است که پوستهٔ خارجی آن هیدرژن و پوسته‌های داخلی‌تر به ترتیب از ۲۰ عنصر دیگر شامل سیلیکان، گوگرد، کلسیم، آرگون، کلر، پتاسیم، نئون، منیزیم، آلومینیم و فسفر تشکیل شده است.

این وضعیت دوامی ندارد. هنگامیکه سیلیکان باقیمانده در هستهٔ ستاره به آهن تبدیل شود. واکنش گرما هسته‌ای متوقف می‌شود. در غیاب فشار اشعه، مغز کاملاً آهنی که در زیر پوسته‌های خارجی پنهان است، فرو ریختن نهایی و فاجعه‌آمیز خود را آغاز می‌کند. در طی زمان بسیار کوتاه یک ثانیه، هسته دارای چگالی بیش از چگالی هستهٔ اتم می‌شود. در این حال سایر قسمتهای ستاره از آنچه در هسته می‌گذرد بی‌خبراند و نمی‌دانند که هسته فروریخته و محکوم به فناست. در اینحالت برخلاف کوتوله سفید هستهٔ اتمها با یکدیگر در تماسند. تحت فشار شدید، الکترونها که دیگر قادر به رانش یکدیگر نیستند داخل هسته می‌شوند که شامل پروتون و نوترون است. طی یک هزارم ثانیه، الکترونهای با بار منفی با پروتونهای مثبت ترکیب می‌شوند و نوترونهای اضافی را به وجود می‌آورند. این فرایند همچنین سبب ایجاد نوترنیوهای اثیری می‌شود که بدون زحمت از پوسته‌های خارجی عبور کرده و وارد فضا می‌شوند. در این شرایط، حدی برای تراکم نوترونها وجود دارد. با افزایش گرانش، نوترونها در لحظهٔ بیشترین ازدحام، شدیداً پس زده می‌شوند.

امواج ضربتی حاصل در هسته منتشر می‌شوند، و وارد قسمتهای خارجی بدون تغییر شده و چند ساعت بعد به سطح آن می‌رسند، و طی یک انفجار غول‌آسا عناصری را که ستاره با زحمت زیاد ساخته است به فضا پرتاب می‌کنند. تنها چیزی که به جا می‌ماند هستهٔ نوترونی است، موجود عجیبی که اخترشناسان آنرا ستاره نوترونی می‌نامند. یک سناریوی دیگر نیز امکان پذیر است: اگر جرم ستاره لااقل ۳۰ تا ۴۰ برابر جرم خورشید باشد، فروریختن گرانشی ممکن است به قدری شدید باشد که ستاره هرگز به صورت ابرنواختر در نیاید. به جای پس زدن در لحظه بیشترین ازدحام، هسته به فروریختن ادامه می‌دهد و جسم عجیبی به نام سیاهچاله را به وجود می‌آورد که با ابعاد بسیار کوچک و چگالی تقریباً نامحدود دارای میدان گرانشی آنچنان قوی است که حتی نور نمی‌تواند از آن بگریزد. در حقیقت، تمامی جرم عظیم ستاره در یک چاهک کیهانی فرو می‌رود.

آنچه گذشت سناریوهای نظری بود. و ابتدا به نظر می‌رسید که A ۱۹۸۷ از قوانین پیروی می‌کند: ستاره از نامریی بودن در طی یک شب به روشنایی قابل ملاحظه رسید و در حالیکه سرعت جبههٔ موج آن زیاد بود، طیف آن وجود هیدرژن را که نشانه ابرنواختر نوع II بود نشان داد. ولی با افت سریع نور ماوراء بنفش طیف آن مشابه ابرنواختر نوع I گردید و دانشمندان را به تعجب واداشت

مسئله دیگر در جازدن روشنایی A ۱۹۸۷ بود. مسلماً، برخی از ابرنواخترهای قبلی برای مدتی دارای روشنایی ثابت بوده‌اند و مجدداً روشنایی آنها افزایش یافته بود. در این مورد نیز روشنایی پس از دو هفته نشانه‌هایی از افزایش نشان داد و قدر آن از ۴/۵ به ۴/۲۵ رسید. اگر قدر کمتر از مقدار مورد انتظار باقی بماند بسیار مهم خواهد بود، زیرا ممکن است نشانه‌ای از وجود نوع جدیدی از انفجارهای ستاره‌ای باشد. تجربه و تحلیل اطلاعات در



۱ ــ اگر یکی از ستارگان در یک دستگاه دوتایی بسته کوتولهٔ سفید (باقیمانده چگال یک ستاره معمولی) باشد. گرانی آن می‌تواند سبب جذب جرم از ستارهٔ همدم شود.

۲ ــ وقتی جرم انباشته شده در کوتولهٔ سفید به مقدار حدی برسد، تراکم فاجعه‌آمیز آغاز می‌شود.

۳ ــ ستاره رمنده (درحال فروریختن) در یک انفجار گرما هسته‌ای مشتعل و نابود می‌شود.

این‌موردبه‌روشن‌شدن‌مطلب‌کمک‌خواهدکرد.

خوشبختانه نظریه پردازان می‌توانند ادعا کنند که لااقل در یک مورد A ۱۹۸۷ طبق پیش‌بینی عمل کرده است. دقایقی پس از اطلاع از ابرنواختر دانشمندانی چند شروع به محاسبه تعداد نوترینوهایی کردند که باید توسط آشکارسازهای زمینی آشکار می‌شدند. اگر نوترینوها ثبت شده بودند ــ و مخصوصاً اگر این نوترینوها قبل از مشاهدهٔ ابرنواختر به زمین رسیده بودند ــ نظریهٔ جاری ابرنواختر تأیید می‌شد

اطلاعات بدست آمده از آشکارسازهای کامیوکانده. II در ژاپن یازده تپ (پالس) نوترینو را با انرژیهای در کستره پیش‌بینی شده را طی ۱۳ ثانیه سه ساعت قبل از مشاهده اولیه ابرنواختر ثبت کرده بود. اطلاعات سایر مراکز نیز مؤید این مطلب بودند.

این تپهای نوترینو می‌توانند سبب تثبیت مدلهای نظری نه تنها در مورد چگونگی مرگ ستارگان بلکه درباره چگونگی پایان جهان شوند. در حال حاضر مباحثه‌ای در مورد «ماده تاریک» یعنی ماده‌ای که برای اخترشناسان نامریی است در جریان است. اگر مادهٔ تاریک به اندازه کافی وجود داشته باشد، گرانی آن می‌تواند جهان را که هنوز در اثر انفجار بزرگ در حال انبساط است وادار به کند شدن، توقف و ترکیب مجدد کند. اگر ماده لازم وجود نداشته باشد، جهان برای همیشه منبسط می‌شود.

یک کاندیدای تهیه ماده لازم برای عمل فوق نوترینو است ــ اگر نوترینو جرم داشته باشد. شاید ماده لازم برای تراکم جهان را در اختیار بگذارد، ولی ممکن است A ۱۹۸۷ آب سردی باشد که بر روی این نظریه ریخته می‌شود. با جلو افتادن از نور و ورود در تپهای کوتاه، نوترینو باید با سرعتی برابر یا نزدیک به سرعت نور حرکت کند. اگر سرعت آن برابر سرعت نور باشد، طبق نظریه ایشتین جرمی نخواهد داشت اگر سرعت آن اندکی کمتر از سرعت نور باشد. «جرم آن به اندازه‌ای کوچک است که نقش قابل ملاحظه‌ای در مسئله نخواهد داشت.»

برخی اخترشناسان براین عقیده‌اند که بهترین موقعیت برای مطالعه ابرنواختر هنگامی است که لایهٔ درخشان سطحی آن از بین رفته باشد. وقتی این پوسته پس از چند ماه یا سال نازک شود، اخترشناسان می‌توانند به داخل آن نگریسته و ستارهٔ نوترونی نوزاد را که به سرعت می‌چرخد با یک رادیو تلسکوپ مشاهده کنند.

مسئله مهم در این مورد عدم گسیل نور توسط ستارهٔ نوترونی نیست، بلکه قطر ستارهٔ نوترونی که در حدود ۱۶ کیلومتر است به اندازه‌ای کم است که ستاره در فواصل میان ستاره‌ای، نامریی است. راه حل این مسئله در نام تپ اختر است که اخترشناسان به این ستاره‌ها داده‌اند. ستاره‌های نوترونی چرخان میدانهای مغناطیسی شدیدی دارند که تپهای الکترومغناطیسی با فواصل زمانی دقیق تولید می‌کند. این تپها را می‌توان توسط رادیو تلسکوپها گرفت. تا کنون ۴۴۰ تپ اختر کشف شده است که تصور می‌شود همگی باقیمانده ابرنواخترهای نوع II باشند. جوانترین آنها در مرکز سحابی خرچنگی یعنی محل ابرنواختر سال ۱۰۵۴ قرار دارد.

چه مدت طول می‌کشد تا یک تپ اختر به وجود آید معمایی است که ممکن است A ۱۹۸۷ قادر به حل آن باشد. علاوه بر آن دانشمندان می‌خواهند بدانند چه نوع ابرنواختر تولید تپ‌اختر می‌کند. می‌دانیم که ستارگانی با جرم بین هشت تا پانزده برابر جرم خورشید در گسترهٔ مناسب قرار دارند. ولی هنوز در این مورد اطمینان حاصل نشده است.

گرچه بسیاری از دانشمندان اکنون متمایل به این نظریه‌اند که دایناسورها ۶۵ میلیون سال قبل در اثر برخورد زمین با یک ستاره دنباله‌دار بزرگ یا سیارک از بین رفته‌اند، برخی از متخصصان تا چندی پیش عقیده داشتند که پرتوهای حاصل از یک ابرنواختر نزدیک ممکن است در این مورد مقصر باشد. دلیلی بر انفجار یک ابرنواختر در نزدیکی زمین که بتواند سبب نابودی زندگی بر روی آن باشد، در دست نیست. در فواصل ده تا بیست سال نوری همه چیز با امواج پرتوهای X و اشعه ماوراء بنفش و پرتوهای کیهانی نابود خواهند شد. تابش حاصل از یک ابرنواختر در حال انبساط حتی در فاصله ۵۰ سال نوری ضربه‌ای مهلک خواهد بود که لایهٔ ازن محافظ جورا نابوده کرده و جهشهای زیان‌آور ایجاد می‌کند. چنین ابرنواختری مسیر تکامل زیست شناختی را دگرگون ساخته، و شاید کلیه موجودات را نابود کند.

اخترشناسان با بررسی ستارگان نزدیک نمی‌توانند کاندیدایی برای یک ابرنواختر تهدید کننده بیابند. یک مورد جالب توجه ابط الجوزا، ابرغول سرخی است که در شانهٔ صورت فلکی جبّار، قرار دارد. این ستارهٔ مهیب در فاصله ۶۵۰ سال نوری از زمین است، که خارج از محدودهٔ زیانبخش قرار دارد، ولی در گذشت آن نمایش با شکوهی را به وجود خواهد آورد.

گرچه متخصصین آنرا غیر متحمل می‌دانند، ولی ممکن است ابط الجوزا در نتیجهٔ فروریختن گرانشی در زمان کریستف کلمب، گالیله یا ناپلئون از بین رفته باشد. در این صورت نورناشی از انفجار آن که دلیل از بین رفتن ابرغول در یک فاجعهٔ کیهانی است در راه سفر ۶۵۰ ساله خود به زمین است. ولی در حال حاضر اطلاع اخترشناسانی که دستگاههای پیشرفتهٔ خود را برای مشاهدهٔ آسمان شبانه به کار می‌برند در این مورد بیش از اطلاع نیاکان اولیه آنها از ۱۹۸۷A هنگامیکه ۱۷۰/۰۰۰ سال پیش به ابر بزرگ ماژلان می‌نگریستند، نیست.

نقل از مجله:

TIME NO. 12 MARCH 23. 1987

نیروی گریز از مرکز[1]

سیدجعفر مهرداد

مقدمه ــ دستگاه مرجع ــ دستگاه اینرسی ــ دستگاه غیراینرسی و قوانین حرکت ــ نیروی اینرسی ــ نیروی جانب مرکز ــ نیروی گریز از مرکز ــ نتیجه

۱ ــ مقدمه: *در فیزیک کمتر اصطلاحی است که مانند نیروی گریز از مرکز مغشوش و نابجا به کار رفته باشد. این عبارت نادرست را شنیده یا خوانده اید که: «**ماهواره‌ها به دورزمین می‌گردند و به زمین سقوط نمی‌کنند زیرا که نیروی گریز از مرکز وارد برماهواره نیروی جاذبه زمین را خنثی می‌کند.**». روشن است که این بیان برای ما که از زمین ناظر دوران ماهواره هستیم نقض قانون اول نیوتن است. زیرا هرگاه برجسم نیرویی وارد نشود بنابه این قانون باید جسم با تندی ثابت روی خط راست حرکت کند.*

برای اینکه ماهواره به دورزمین بگردد قطعاً باید برآن نیرویی وارد شود نیرویی که ماهواره را درمدار خود نگاه می‌دارد نیروی جاذبه زمین است و از دید ناظر ساکن روی زمین همین نیرو، نیروی جانب مرکز[2] است.

البته می‌توان حرکت دورانی ماهواره را به دورزمین از دیدناظری که با ماهواره درحرکت است به روش دیگری توضیح داد. از دید این ناظر نیروی گریز از مرکز که همان نیروی اینرسی[3] است با نیروی ثقل تعادل می‌کند. برای توضیح این مختصر شرح مفصل زیر مفید به نظر می‌رسد.

۲ ــ دستگاه مرجع[4]: وقتی معلمی درکلاس درس ایستاده است به راستی سرعت او چقدر است؟

شاگردی که دراین کلاس نشسته است جواب می‌گوید: صفر. ناظر فرضی که درقطب شمال زمین ایستاده و از حرکت وضعی زمین پیروی نمی‌کند جواب خواهد داد حدود $10^{3}\ Km/h$

ناظر فرضی دیگر مثلاً درخورشید پاسخ می‌دهد حدود $10^{5}\ Km/h$. کدامیک درست می‌گوید؟ **پاسخ این است که هرسه ناظر درست می‌گویند.** فاصله مکانی، که معلم درکلاس ایستاده است نسبت به شاگرد ثابت است بنابراین معلم نسبت به شاگرد حرکتی ندارد و سرعت او نسبت شاگرد صفر است. واقعیت این است که معلم با توجه به **حرکت وضعی زمین** با سرعت حدود $10^{3}\ Km/h$ نسبت به ناظر قطب شمال و با توجه به **حرکت انتقالی زمین** با سرعت $10^{5}\ Km/h$ نسبت به ناظر فرضی خورشید درحرکت است.[5]

خلاصه اینکه: یک جسم ممکن است نسبت به جسمی ساکن و نسبت به جسم دیگر درحرکت باشد. جسمی را که حرکت اجسام نسبت به آن بررسی می‌شود مرجع حرکت می‌نامیم. برای حرکت اتومبیل و قطار و کشتی و هواپیما، زمین و برای حرکت سیارات خورشید و برای حرکت الکترن هسته اتم، مرجع حرکت مناسبی است.

معمولاً برای هرمرجع حرکت یک دستگاه مختصات مثلاً سه محور عمود برهم ox و oy و oz به مبدأ o منظور می‌گردد که مکان، تندی، شتاب اجسام دیگر نسبت به آن سنجیده می‌شود. **این دستگاه مختصات را دستگاه مرجع حرکت و یا به طور خلاصه دستگاه مرجع می‌نامند.**

وقتی از ناظر یک دستگاه مرجع حرکت سخن می‌گوییم مقصود این است که این ناظر کمیات فیزیکی را نسبت به همان دستگاه مرجع خود اندازه گیری می‌کند.

۳ ــ دستگاه مرجع اینرسی[6] یا دستگاه اینرسی: قایقی در رود آرامی برخط راست با تندی ثابت نسبت به ساحل حرکت می‌کند. برعرشه قایق دودسته افراد دریک مسابقه طناب کشی شرکت دارند. دوناظر برای دودستگاه مرجع حرکت ــ یکی قایق و دیگری ساحل ــ را در نظر می‌گیریم. هریک از این دونفر گزارشی برای این رویداد ارائه می‌کند. ناظر قایق گزارش می‌کند که:

«برآیند نیروهای واردبر طناب صفراست و طناب درحال سکون است». ناظر ساحل گزارش می‌نماید که:

«برآیند نیروهای واردبرطناب صفراست و طناب دارای حرکت انتقالی یکنواخت است» هردوناظر درست می‌گویند. قانون اول حرکت برای ناظر دستگاه مرجع متصل به قایق معتبر است زیرا نیروهای وارد برطناب صفراست و طناب نسبت به قایق ساکن است و همچنین این قانون برای ناظر دستگاه مرجع متصل به ساحل نیز معتبر است زیرا نیروهای وارد برطناب صفراست و طناب نسبت به ساحل حرکت یکنواخت برخط راست دارد. این گونه دستگاههای مرجع را که قانون اول حرکت برای آنها معتبر است دستگاه مرجع اینرسی و یا به‌طور خلاصه دستگاه اینرسی می‌نامند. این تعریف وجه تسمیه آنرا مشخص می‌کند. زیرا قانون اول حرکت عموماً به «قانون اینرسی» شهرت یافته است. تجربیات و مشاهدات نشان می‌دهد که دستگاه مرجع متصل به زمین را می‌توان با تقریب قابل قبول عملاً یک دستگاه اینرسی فرض کرد. قانون دوم حرکت که شامل قانون اول هست برای این دستگاه نیز معتبر است.

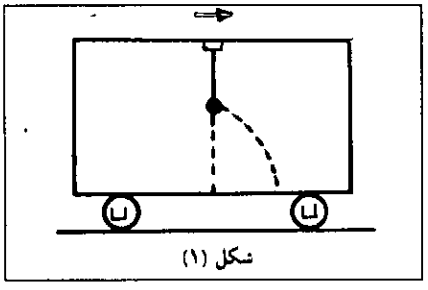
درکتابهای مقدماتی فیزیک معمولاً «قانون اینرسی» به صورت زیر بیان شده است.

«هرجسمی حالت سکون یا حرکت مستقیم الخط یکنواخت خود را ادامه می‌دهد مگر آنکه نیرویی (یا نیروهایی) از خارج برآن اثر کند.»

این بیان دقیق و کامل نیست. زیرا از دستگاه مرجع حرکتی که حرکت و سکون جسم باید نسبت به آن بررسی شود به طور صریح سخنی نرفته است. بنابراین بیان دقیق قانون اینرسی به صورت زیراست:

«هرجسمی حالت سکون یا حرکت مستقیم الخط یکنواخت خود را نسبت به یک دستگاه مرجع اینرسی (مثلاً زمین)، ادامه می‌دهد مگرآنکه نیرویی (یا نیروهایی) از خارج برآن اثر کند.»[۷]

با مثالی دیگر نشان می‌دهیم که قانون دوم حرکت نیز برای ناظر هردستگاه مرجع حرکتی که نسبت به یک دستگاه اینرسی حرکت انتقالی یکنواخت دارد، معتبراست. مطابق شکل (۱) واگنی با تندی ثابت برروی ریل افقی و مستقیم حرکت می‌کند و آونگی به سقف آن‌بسته‌شده‌است.آونگ‌درامتدادقائم‌قراردارد



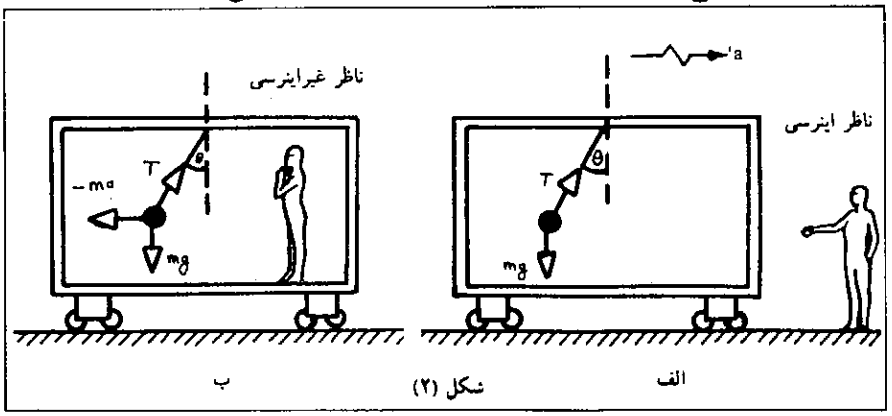
شکل (۱)

و برآیند نیروهای وارد برگلوله ــ یعنی وزن گلوله و کشش نخ ــ برابراست. دومرجع حرکت یکی واگن و دیگری زمین ــ را در نظر می‌گیریم. هرگاه نخ پاره شود مسیر سقوط گلوله از دید ناظر واگن در امتداد قائم و از دید ناظر زمین ــ ناظر کنار ریل ــ سهمی شکل است. این رویداد به وسیله این دوناظر به شرح زیر توضیح داده می‌شود.

از دید ناظر واگن، گلوله قبل از پاره شدن نخ نسبت به واگن ساکن بوده و پس از پاره شدن نخ نیز تندی اولیه افقی آن نسبت به واگن صفر است. چون نیرویی در امتداد افقی برگلوله وارد نمی‌شود تندی آن نسبت به واگن در امتداد افق برابر صفر باقی می‌ماند ولی گلوله تحت تأثیر نیروی وزن خود بنا به قانون دوم نیوتن با شتاب ثابت g درامتداد خط قائم ساقط می‌شود.

ازدید ناظر زمین، گلوله قبل از پاره شدن نخ نسبت به زمین با تندی واگن در حرکت بوده است و پس از پاره شدن نخ، تندی اولیه افقی گلوله همان تندی واگن است. چون نیرویی در امتداد افقی برآن وارد نمی‌شود بنابه قانون اول حرکت در امتداد افقی تندی حرکت در امتداد افقی تندی گلوله ثابت می‌ماند ولی گلوله تحت‌تأثیر نیروی وزن خود بنابه قانون دوم نیوتن باشتاب ثابت g با تندی افقی اولیه پرتاب می‌شود در نتیجه مسیر آن نسبت به ناظر کنار ریل سهمی شکل است. به این ترتیب ملاحظه می‌کنیم که مسیر گلوله برای این دو ناظر متفاوت است اما قانون دوم نیوتن برای هردو ناظر معتبر است.

۴ ــ دستگاه مرجع غیر اینرسی یا دستگاه غیر اینرسی:



آونگی از سقف واگنی آویخته شده است و واگن با شتاب a نسبت به زمین به طرف راست بر روی ریل افقی حرکت تند شونده دارد. مطابق شکل ۲ الف ناظر ساکن کنار ریل ــ یا ناظر اینرسی ــ حرکت گلوله آونگ را چنین توضیح می‌دهد، که گلوله به جرم m دارای همان شتاب واگن است. بر گلوله دو نیروی حقیقی[۸]، وارد می‌شود یکی نیروی جاذبه زمین $m\vec{g}$ و دیگر کشش نخ T. منظور از نیروی حقیقی نیرویی است که از طرف اجسام دیگر بر یک جسم وارد می‌شود مانند نیروی جاذبه، کشش نخ، نیروی اصطکاک، نیروی الکتریکی و مغناطیسی. گلوله تحت تأثیر برآیند $\vec{T}$ و $m\vec{g}$ با شتاب $\vec{a}$ نسبت به زمین حرکت می‌کند. همنه افقی $\vec{T}$ موجب این شتاب و همنه قائم T با وزن گلوله خنثی شده است. از دید این ناظر بنا به قانون دوم نیوتن:

$$\vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$\Sigma F_X = T\sin\theta = ma$$

$$\Sigma F_Y = T\cos\theta - mg = 0$$

و نتیجه می‌شود $a = g\,tg\theta$. بنابراین با اندازه‌گیری زاویه انحراف θ می‌توان شتاب آونگ را محاسبه کرد و آونگ ساده را به عنوان شتاب سنج (۹) به کاربرد.

حال واگن را مرجع حرکت فرض می‌کنیم. گلوله نسبت به واگن ساکن است. شتاب گلوله نسبت به دستگاه مرجع حرکت واگن صفر است ولی نیروهای حقیقی وارد بر گلوله صفر نیست. بنابراین سکون گلوله نسبت به این دستگاه مرجع مطابق با قانون اینرسی نیست. این گونه دستگاههای مرجع ــ مانند واگن شتابدار ــ را دستگاه‌مرجع غیر اینرسی و یا به طور خلاصه دستگاه غیر اینرسی می‌نامند. به طور کلی وقتی متحرکی نسبت به زمین و یا هر دستگاه مرجع حرکت اینرسی، حرکت شتابدار داشته باشد دستگاه مرجع متصل به این متحرک یک دستگاه غیر اینرسی است.

آیا می‌توان قانون اینرسی را برای یک دستگاه مرجع غیراینرسی نیز تعمیم داد؟ و سکون گلوله را نسبت به واگن با وجود نیروهای حقیقی وارد بر آن توجیه کرد؟ جواب

مثبت است. چگونه؟ به شرح زیر با عنوان نیروی اینرسی توجه کنید.

۵ ــ نیروی اینرسی: مطابق شکل (۲) ب، ناظری که با واگن شتابدار در حرکت است گلوله را نسبت به خود ساکن می‌بیند. این ناظر برای اینکه سکون گلوله را توجیه کند می‌گوید: علاوه بر نیروهای حقیقی $\vec{T}$ و $m\vec{g}$ که بر گلوله وارد می‌شود نیرویی مانند $-m\vec{a}$ بر خلاف جهت حرکت گلوله بر گلوله وارد می‌گردد و $-m\vec{a}$ همنه افقی کشش نخ را خنثی می‌کند در نتیجه برآیند نیروهای وارد بر گلوله از دید این ناظر صفر است و **قانون اینرسی برای دستگاه غیر اینرسی نیز تعمیم یافته است.** از دید این ناظر بنا به قانون دوم نیوتن:

$$\vec{T} + m\vec{g} + (-m\vec{a}) = 0$$

$$\Sigma F_X = T\sin\theta - ma = 0$$

$$\Sigma F_Y = T\cos\theta - mg = 0$$

و نتیجه می‌شود $a = g\,tg\theta$ بنابراین نتیجه محاسبه از دید این ناظر با ناظر اینرسی یکسان است. نیروی $-m\vec{a}$ را نیروی اینرسی می‌نامند. نکات زیر در مورد آن قابل ذکر و توجه است.

الف ــ منظور از دخالت دادن نیروی اینرسی این است که قوانین حرکت نیوتن که برای ناظر دستگاه اینرسی معتبر است برای ناظر دستگاه غیر اینرسی نیز معتبر باشد.

هنگامی که تندی، شتاب، مسیر حرکت جسمی را نسبت به یک دستگاه مرجع اینرسی بررسی می‌کنیم بیچوجه از نیروی اینرسی سخنی به میان نمی‌آید. توجه داشته باشیم که در بررسی **حرکت اجسام نسبت به دستگاههای اینرسی، نیروی اینرسی وجود ندارد** و اصطلاح نیرو در این دستگاهها فقط برای نیروهای حقیقی به کار می‌رود. نیروی اینرسی که یک نیروی حقیقی نیست فقط در بررسی حرکت اجسام نسبت به یک دستگاه غیر اینرسی حضور دارد.

ب ــ می‌دانیم هرگاه جرم جسمی m و شتاب آن نسبت به یک دستگاه اینرسی $\vec{a}$ و برآیند نیروهای حقیقی وارد بر آن $\Sigma\vec{F}$ فرض شود رابطه: $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$ برقرار است. این رابطه را به صورت:

$$\Sigma\vec{F} + (-m\vec{a}) = 0$$

می‌توان نوشت. به وسیله این رابطه بحث دینامیک، شباهتی به مسائل استاتیک پیدا می‌کند. و می‌توان چنین بیان نمود که: از دید ناظری که با جسم شتابدار در حرکت است بین نیروهای حقیقی وارد بر جسم و نیروی اینرسی $-m\vec{a}$ تعادل برقرار است. این موضوع به اصل دالامبر معروف است[10]

ج ــ نیروی $-m\vec{a}$ را از آن جهت نیروی اینرسی می‌نامند که مثلاً وقتی با دست جسمی به جرم m را با شتاب $\vec{a}$ بر روی یک خط راست به جلو می‌رانیم از طرف دست ما نیروی $F = m\vec{a}$ بر جسم وارد می‌شود مطابق قانون عمل و عکس العمل جسم نیز با نیروی $\vec{F}=m\vec{a}$ بر دست ما اثر کرده و در برابر تغییر تندی ایستادگی می‌کند. این نیرو که مربوط به خاصیت اینرسی جسم و متناسب با جرم جسم است نیروی اینرسی نامیده شده است. این مثال تنها معنای نیروی اینرسی را برای $\vec{F}_i=-m\vec{a}$ بیان می‌کند. توجه داریم که $\vec{F}_i$ در اینجا به دست که به جسم شتاب می‌دهد اثر می‌کند نه به جسم.[11]

د ــ منشأ نیروی اینرسی $\vec{F}_i = -m\vec{a}$ فقط شتاب دستگاه مرجع حرکت نسبت به یک دستگاه اینرسی است. نیروی اینرسی علت حرکت نیست، معلول حرکت است. وقتی دستگاه مرجع حرکتی نسبت به یک دستگاه اینرسی شتاب پیدا کند نیروی اینرسی متولد می‌شود و هنگامی که شتاب آن از بین رفت نیروی اینرسی ناپدید می‌گردد. می‌دانیم منشأ نیروی حقیقی که بر جسم وارد می‌گردد به طور کلی اثر متقابل اجسام دیگر بر آن جسم است. بهمین لحاظ قانون سوم نیوتن که برای نیروهای حقیقی به کار می‌رود در مورد نیروی اینرسی به کار نمی‌رود.

نیروی اینرسی به نامهای مختلف نامیده شده است مانند نیروی مجازی، عکس‌العمل اینرسی، شبه نیرو، بردار اینرسی، نیروی کاذب و نیروی دستگاه[12].

هـ ــ آیا نیروی اینرسی یک نیروی مجازی یا کاذب یا شبه نیرو است؟

آیا با طرح این نیرو فقط یک تعقل و استدلال استاتیک را در دستگاههای غیراینرسی جانشین تعقل و استدلال دینامیک کرده‌ایم؟ جواب این است که اگر چه برای ناظر دستگاه غیراینرسی حضور این نیرو به وسیله آثار مترتب بر آن مشخص است. در شکل (۲) ب، ناظر غیراینرسی می‌تواند فرض کند که واگن نسبت به او ساکن ولی تحت تأثیر یک میدان نیروهای اینرسی در راستای چپ است. برای روشن شدن مطلب به مثال دیگری توجه کنید.

شخصی به جرم m بر روی وزن سنجی واقع بر کف آسانسوری ایستاده است می‌دانیم هرگاه آسانسور با شتاب ثابت a نسبت به زمین به بالا رود وزن سنج وزن شخص را بزرگتر از وزن ثقلی آن یعنی mg، برابر $P = m(g + a)$ نشان می‌دهد. (مکانیک سال چهارم ریاضی و فیزیک فصل ۳). حال آسانسور را به عنوان مرجع حرکت در نظر می‌گیریم. آسانسور که با شتاب نسبت به زمین حرکت می‌کند یک دستگاه غیراینرسی است. ناظری که با آسانسور در حال حرکت است می‌تواند بگوید بر این شخص دو نیروی حقیقی وارد می‌شود. یکی $\vec{P}$، از طرف وزن سنج در جهت بالا و دیگر نیروی جاذبه ثقلی $m\vec{g}$ از طرف زمین در جهت پایین. امّا چون آسانسور با شتاب $\vec{a}$ به بالا می‌رود نیروی اینرسی $\vec{F}_i = -m\vec{a}$ نیز حضور دارد. بنابراین از دید این ناظر قانون اینرسی معتبر است.

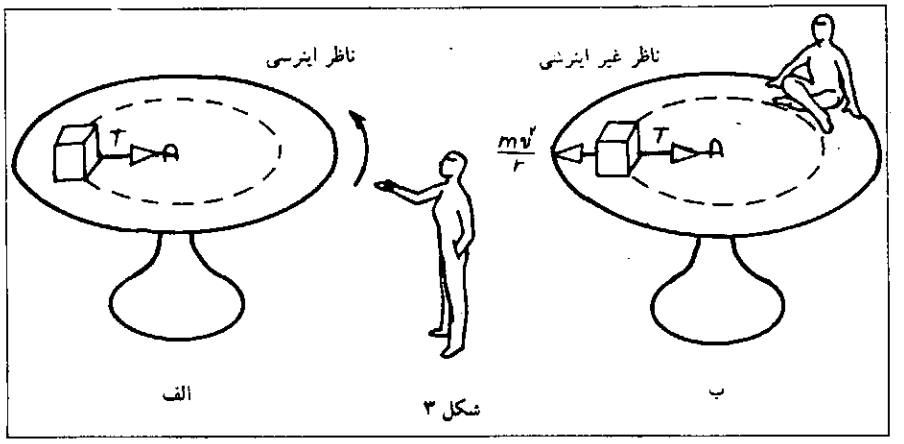
$$\vec{P} + m\vec{g} + \vec{F}_i = 0$$

و اگر جهت رو ببالا مثبت فرض شود:

$$P - mg - ma = 0$$

و یا $P = m(g + a)$. ملاحظه می‌شود که در آسانسور شتابدار نیروی اینرسی $-m\vec{a}$ - همانند نیروی ثقل مصنوعی[13] تظاهر می‌کند. و اگر

شخص نداند که در آسانسور است نمی‌تواند آنرا از نیروی ثقل حقیقی[14] یعنی $m\vec{g}$ - تمیز دهد. به عبارت دیگر نمی‌توان یک نیروی حقیقی (یعنی وزن شخص ناشی از ثقل زمین) را از نیروی اینرسی (یعنی وزن ناشی از شتاب آسانسور) را از هم متمایز ساخت.



شکل ۳

۶ ــ نیروی جانب مرکز:

می‌دانیم برای ناظر اینرسی ــ مثلاً ناظر ساکن زمین ــ نیرویی که موجب دوران جسم می‌گردد نیروی جانب مرکز نامیده می‌شود. نیروی جانب مرکز نوع خاصی از نیرو نیست. ممکن است نیروهایی مانند کشش نخ، اصطکاک، نیروی جاذبه (ثقلی ــ الکتریکی ــ مغناطیسی)، عکس‌العمل و یا برآیندی از این نیروها نیروی جانب مرکز باشد. این نیرو، همواره عمود بر مسیر حرکت جسم بر آن اثر می‌کند و سوی آن متوجه مرکز دایره مسیر است. مثال هر یک از اینها در کتب درسی به تفصیل گفته شده است. وقتی جسمی به وسیله نخی در یک سطح افقی بدون اصطکاک دوران می‌کند، نیروی کشش نخ و در آونگ مخروطی برآیند کشش نخ و وزن گلوله و در دوران ماهواره نیروی جاذبه زمین وارد بر ماهواره، نیروی جانب مرکز است.

۷ ــ نیروی گریز از مرکز:

گفتیم که برای دستگاه غیراینرسی، نیروی اینرسی منظور می‌شود تا قوانین حرکت برای چنین دستگاهی نیز معتبر باشد.

در حرکت بر مسیر دایره، نیروی اینرسی را نیروی گریز از مرکز اینرسی و یا به طور خلاصه نیروی گریز از مرکز می‌نامند. تکرار این نکته مهم ضروری است که فقط از دید ناظر غیراینرسی این نیروی گریز از مرکز حضور دارد. برای روشن شدن موضوع مطالب زیر قابل ذکر و توجه است.

الف ــ جسمی به جرم m به یک سر نخ بسته شده و سر دیگر نخ در مرکز میز افقی، گردان و بدون اصطکاک متصل است. مطابق شکل ۳ الف، ناظر اینرسی ــ یعنی ناظر ساکن روی زمین ــ می‌گوید نیروی جانب مرکز برای دوران جسم به وسیله کشش نخ تأمین می‌شود. هرگاه سرعت دوران V و شعاع دوران r و کشش نخ T باشد، $T = m\frac{V^2}{r}$ است.

ناظر غیراینرسی ــ یعنی ناظری که با جسم دوران می‌کند ــ مطابق شکل ۳ ب، می‌گوید که جسم نسبت به او بدون شتاب است در نتیجه نیروی مجازی گریز از مرکز $m\frac{V^2}{r}$ را که متوجه به خارج است منظور می‌نماید. از دید این ناظر، «نیروی گریز از مرکز» با نیروی کشش نخ تعادل کرده است بنابراین:

$T - m\frac{V^2}{r} = 0$

است.

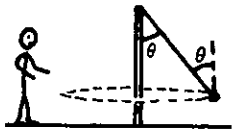
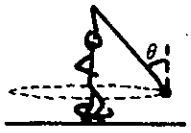
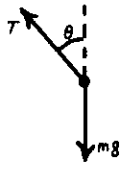
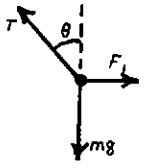
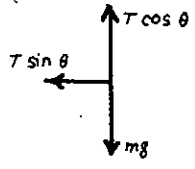
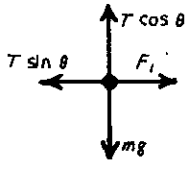
ب ــ در مثالی دیگر دوران آونگ مخروطی را از دید دو ناظر اینرسی و غیراینرسی در جدولی بررسی می‌کنیم.

ج ــ تظاهر نیروی اینرسی ــ نیروی گریز از مرکز ــ در دستگاههای سانتریفوژ[16] را در کتب درسی خوانده‌ایم. نقش نیروی اینرسی در این دستگاهها همانند نقش نیروی ثقل در ته‌نشین شدن ذرات گل در آب گل‌آلود است. می‌دانیم در آب گل‌آلود ذرات با جرم حجمی بیشتر (مانند ذرات گل) بر اثر نیروی ثقل بیشتر که بر آنها وارد می‌شود ته‌نشین می‌گردند. در دستگاههای سانتریفوژ نیروی ثقل مصنوعی که برخلاف جهت شتاب دوران بر ذرات وارد می‌شود بسیار بزرگتر از نیروی ثقل حقیقی است و به همین لحاظ ته‌نشین شدن ذرات در زمان بسیار کوتاهتری انجام می‌گیرد.

رسم بر این است که توانایی سانتریفوژها را با اصطلاح گراویتی[17] بیان می‌کنند. مثلاً اگر شتاب تولید شده به وسیله سانتریفوژی ده برابر g باشد می‌گویند توانایی آن ده گراویتی است اولترا سانتریفوژها میدان نیروئی با شتاب ثقل مصنوعی در حدود ۵۰۰۰۰ g می‌توانند ایجاد کنند.

د ــ باید توجه کنیم که از اصطلاح «نیروی گریز از مرکز» در موارد دیگری غیر از آنچه گفته‌ایم در کتابهای فیزیک سخن به میان آمده است. در بعض کتب می‌خوانیم:«... اگر وزنه‌ای را به ریسمانی ببندیم و آن را با حرکت متشابه بچرخانیم دست ما به ریسمان و ریسمان به وزنه یک نیروی جانب مرکز وارد می‌کند. (از وزن وزنه صرف‌نظر می‌شود) و وزنه نیز به ریسمان **نیروی گریز از مرکز** وارد می‌سازد...»[19]

در این صورت یک نیروی حقیقی، نیروی گریز از مرکز نامیده شده است. توضیح بیشتر اینکه ریسمان بر وزنه نیروی جانب مرکز وارد می‌کند و وزنه را به دوران در می‌آورد مطابق قانون سوم نیوتن، وزنه نیز نیرویی مساوی و در جهت مخالف بر ریسمان وارد می‌کند که آنرا دقیقاً نیروی گریز از مرکز حقیقی[20] یا عکس‌العملی نیز می‌نامند. این نیرو از نیروی گریز از مرکز اینرسی[21] کاملاً متمایز است و نباید با آن اشتباه شود. اگر بخواهیم در نامگذاری مناقشه نکنیم بهتر است نیروی گریز

روش	از دید ناظر اینرسی یا ناظر دستگاه مرجع ساکن	دوران کننده
تصویر مختصر مسأله	 از دید ناظر ساکن، گلوله با سرعت V (سرعت زاویه‌ای ω) در دایره‌ای به شعاع r دوران می‌کند.	 از دید ناظری که همراه گلوله با سرعت زاویه‌ای ω دوران می‌کند، گلوله ساکن است
رسم نیروهای وارد بر گلوله	 کشش نخ = T نیروی جاذبه ثقلی = mg	 کشش نخ = T نیروی جاذبه ثقلی = mg نیروی اینرسی ناشی از دید ناظر غیراینرسی = F_i
قانون $\vec{F} = m\vec{a}$	 گلوله در امتداد افقی شتابی ندارد پس $T\cos\theta = mg$ است. در امتداد افقی: $T\sin\theta = m\frac{V^2}{r} = mr\omega^2$ همان نیروی جانب مرکز است که در امتداد شعاع و متوجه به مرکز دوران است.	 گلوله در امتداد قائم شتابی ندارد پس $T\cos\theta = mg$ است. در امتداد افقی اندازه F_i با $T\sin\theta$ برابر است چون گلوله «در حال سکون» است. $F_i = m\frac{V^2}{r} = m\omega^2 r$ در امتداد شعاع و متوجه به خارج مرکز است و نیروی گریز از مرکز نامیده می‌شود.[15]

از مرکز عکس‌العملی را که از طرف وزنه بر ریسمان وارد می‌شود و یک نیروی حقیقی است فقط با نام عکس‌العمل مشخص کنیم.

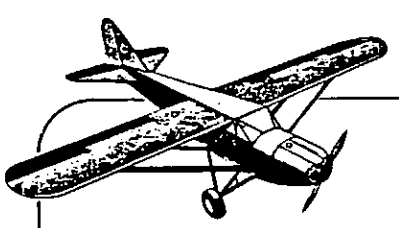
۸ ــ نتیجه:

مطرح کردن نیروی اینرسی و اصل دالامبر به خصوص برای نوآموزان می‌تواند گمراه کننده باشد. در هر مسأله دینامیک باید نخست نیروهای حقیقی وارد بر جسم را در نظر بگیریم و سپس قانون دوم نیوتن را برای آن نسبت به یک دستگاه اینرسی مثلاً زمین به کار بریم. بنابراین در حرکت بر مسیر دایره‌ای نسبت به یک دستگاه اینرسی فقط از 'نیروی جانب مرکز' سخن خواهد رفت. فراموش نکنیم که نیروی اینرسی مانند نیروی گریز از مرکز فقط در دستگاه غیر اینرسی منظور می‌شود. تکرار می‌کنیم که برای ناظر دستگاه اینرسی (مثلاً ناظر ساکن بر زمین) که دوران جسمی را بررسی می‌کند چیزی به صورت نیروی گریز از مرکز وجود ندارد که بر جسم دوران کننده وارد شود. نکته دیگر اینکه در بررسی حرکت بر مسیر دایره‌ای گاه بعضی معلمان به نوآموزان می‌گویند:

شما می‌توانید هر مسأله حرکت دورانی را به مسأله استاتیک (تعادل) تبدیل کنید و نیروهای وارد بر جسم دوران کننده را در نظر بگیرید و نیروی گریز از مرکز $m\frac{V^2}{r}$ را در امتداد شعاع دوران و به طرف خارج مرکز دوران به آن اضافه کنید و برآیند این نیروها را صفر بگیرید. نتیجه محاسبه مانند آن است که جسم تحت تأثیر نیروها، شتاب جانب مرکز $\frac{V^2}{|r|}$ پیدا کرده است. این روش آسان گرچه جواب درست می‌دهد اما فوت و فن سفسطه‌آمیزی است که با مهارت هنرمندانه به کار رفته است و یک حرکت آشکار را به یک سکون مجازی تبدیل کرده است. در این روش نیروی حقیقی و مجازی با هم آمیخته می‌شود و عامل حرکت به خصوص بر نوآموز پوشیده می‌ماند.

اگر به «فهم فیزیکی» بهایی بدهیم باید از به کار بردن این روش پرهیز کنیم.

در پایان باید همصدا با مؤلف یک کتاب مکانیک درباره کسانی که اصطلاح نیروی گریز از مرکز را نادرست و اشتباه‌انگیز به کار می‌برند بگوییم: «... برای این گونه افراد جوابی نداریم. بعضی از آنان شهروندان خوبی هستند. برای پیشبرد کشور در انتخابات شرکت می‌کنند. صادقانه به مؤسسات خیریه یاری می‌دهند. اما اینها در معبد علم جائی ندارند و دلبسته احترام به این معبد نیستند.....».[22]



پرندگان و هواپیما

ترجمه: علی معصومی

۱ ــ یک قفس سیمی را با پرنده‌ای که درون آنست به وسیله ترازو وزن می‌کنیم. هرگاه پرنده در داخل قفس شروع به پرواز کند، ترازو چه تغییری را نشان می‌دهد؟

۲ ــ آیا پاسخ پرسش بالا در مورد مدل کوچک هواپیمایی در حال پرواز هم صادق است؟

۳ ــ اگر هواپیمایی در حال پرواز نیرویی رو به پایین وارد می‌آورد. پس چرا هنگامی که هواپیما در ارتفاع کم از فراز سرما می‌گذرد. نیرویی احساس نمی‌کنیم؟

پاسخ:

۱ ــ اگر فرض کنیم که قفس کاملاً بسته است و هوا به داخل و خارج آن جریان نمی‌یابد. ترازو قبل و بعد از پرواز یک مقدار را نشان می‌دهد. ترازو وزن مجموع اشیایی را نشان می‌دهد که در محدودهٔ دیواره‌های قفس قرار دارند. این وزن بر آیند نیروهای خارجی است که بر مجموعه این اشیاء وارد می‌شود و بستگی به نیروهای داخلی که اجزاء دستگاه بر هم وارد می‌کنند، ندارد. به عبارت دیگر، هوا نیروی برابر با وزن پرنده روبه بالا بر آن وارد می‌کند. طبق قانون سوم نیوتن، مقدار نیرویی که پرنده روبه پایین بر هوا وارد می‌کند، با وزن پرنده برابر است. این نیرو ناگزیر به کف قفس وارد می‌شود. اما در بیشتر قفسها، هوا آزادانه به داخل و خارج جریان دارد. سطح کف قفس ازبدن پرنده چندان بزرگتر نیست و پرنده می‌تواند در ارتفاعات مختلف پرواز کند. بنابر این در هنگام پرواز پرنده، نیرویی که از صفر تا وزن پرنده تغییر می‌کند به کف قفس وارد می‌شود. تنها بخشی از نیروی وزن پرنده به کف قفس و بقیهٔ آن به سطوح افقی خارج از قفس وارد می‌شود.

۲ ــ اگر هواپیمای مدل که ابعاد آن در مقایسه با ابعاد قفس کوچک است جایگزین پرنده شود، در صورت جریان نداشتن هوا، پاسخ مانند مورد قبل است یعنی ترازو وزن کلیهٔ محتویات قفس را نشان خواهد داد. در یک قفس سیمی واقعی، مانند حالت قبل، ترازو بیش از وزن قفس را نشان خواهد داد.

۳ ــ اگر هواپیما بزرگ باشد، برآیند نیروهای روبه بالا که از اطراف به آن وارد می‌شود برابر نیروی وزن آن خواهد بود. این نیرو به واسطه ملاحظات اثرودینامیکی علاوه بر سطح مقطع افقی هواپیما در ماوراء آن نیز توزیع می‌شود. بنابراین نیروی روبه بالا به سطحی که به طور قابل ملاحظه‌ای بزرگتر از سطح مقطع افقی هواپیماست وارد می‌شود و سهم نیروی مربوط به یک سطح کوچک (سطح مقطع یک شخص) کسر بسیار کوچکی از وزن کل هواپیما خواهد بود.

Physics Teacher
V 15 # 6

پاورقی‌ها:

(۱) centrifugal Force (۲) centripetal Force

(۳) به روال کتاب درسی نیروی اینرسی معادل Inertial Force انتخاب شده است به آن، نیروی ماند و نیروی لختی (به فتح لام)هم می‌گویند.

(۴) دستگاه مرجع به جای Reference frame, Reference system اختیار شده است در کتب فارسی معادل آنها دستگاه مقایسه ــ چارچوب مرجع دستگاه مبنا نیز به کار رفته است.

(۵) با معلوم بودن اندازه‌های شعاع کره زمین و عرض جغرافیایی محل و شعاع مدار زمین به دور خورشید و زمان حرکت وضعی و انتقالی زمین، این دو مقدار تقریبی به آسانی محاسبه می‌شود.

(۶) Inertial Refrence Frame

(۷) دانشمند انگلیسی سر آرتور ادینگتن (۱۹۴۴ ــ ۱۸۸۲) این قانون را مورد نقد و تحلیل دقیق و قابل توجهی قرار داده است:

F. James Ruther ford ..., 1970 The project Physics course, 93.

A. P. F rench..., 1977 Newtonian Mechanics, 163

(۸) Real Force

(۹) Accelerometer

(۱۰) دالامبر (۱۷۸۳ ــ ۱۷۱۷) عالم ریاضی و فیلسوف فرانسوی از مؤلفان دایرة المعارف فرانسه.

(۱۱) S. Targ, 1968 theoretical Mechanics, 292.

(۱۲) به ترتیب

Pseudo Force, Inertial Reaction, Fictitious Force Frame Force, Phony Force, Inertia vector.

(۱۳) Artificial Gravity

(۱۴) Real Gravity

۱۵ ــ A.P. French, 1971, Newtonian Mechanics. P 508, Fig12 - 11

۱۶ ــ Centrifuge

۱۷ ــ Gravities

۱۸ ــ Ultra Centrifuge

۱۹ ــ مانند رنر ــ ۱۳۴۶ ــ فیزیک سال ششم دبیرستانها ــ ص ۱۵۵ و White, 1962, Modern college physics, 107

۲۰ ــ Real Centrifugal force

۲۱ ــ Centrifugal force of Inertia

۲۲ ــ W. F. osgood, Mechanics, Macmillan, 1937

در حاشیه درس مکانیک

محمد سپهری راد: دانشگاه شهید بهشتی

بحث انرژی در درس مکانیک دبیرستانها، از مباحث مهم و اساسی است. در کتاب مکانیک کلاس چهارم ریاضی ــ فیزیک و کتاب فیزیک کلاس چهارم علوم تجربی یک فصل به انرژی اختصاص داده شده است. در این نوشته تنها به دو نکته اشاره می‌شود.

۱ ــ «قضیه کار ــ انرژی» یا به تعبیر کتاب قضیه انرژی جنبشی از قضایای مهم انرژی است که در حل مسائل کاربرد زیادی دارد. این قضیه در کتابهای یاد شده چنین بیان شده است:

«**تغییر انرژی جنبشی** یک جسم جامد در مدت معین برابر است با کار نیرو (یا نیروهای) وارد برجسم در همان مدت.»

صورت درست قضیه چنین است:

افزایش انرژی جنبشی یک جسم صلب در مدت معین برابر است با کار نیروهای خارجی وارد بر جسم در همان مدت. اگر جسم صلب نباشد، علاوه بر کار نیروهای خارجی، باید کار نیروهای داخلی را نیز به حساب آورد.

چرا به جای کلمه «تغییر» باید «افزایش» قرارداد و در مورد جسم صلب کار نیروهای خارجی و در مورد جسم غیرصلب کار نیروهای خارجی و داخلی باید منظور شود، به نوشته دیگری نیاز دارد و از استدلالهای مربوط در این‌مورد درمی‌گذریم.

برای اثبات قضیه، در کتاب چنین فرض شده است که نیروی ثابت و افقی F به جسمی با جرم m که در مبدأ زمان سرعت V_0 دارد وارد می‌شود و پس از زمان t سرعت آنرا به V میرساند و در این مدت مسافت پیموده شده عبارتست از:

$$x = \frac{V^2 - Vo^2}{2a}$$

$$F = ma$$

$$W = Fx = ma\,\frac{V^2 - Vo^2}{2a} = \frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mVo^2 = \Delta E_c$$

در صورتی که بر جسمی چند نیرو اثر کند، ΔE_c برابر مجموع جبری کار این نیروها خواهد بود سپس اضافه نموده است که:

«روابط بالا برای حالتی است که اصطکاک ناچیز است در عمل مقداری از کار نیروی محرک به وسیله اصطکاک جذب و به گرما تبدیل می‌شود در نتیجه ΔE_c کوچکتر از کار نیروی محرک است.»

اولاً در قضیه کار انرژی، F بعنوان نیروی محرک نیست بلکه برایند کلیه نیروهاست (درمورد اجسام صلب نیروهای خارجی و اجسام غیرصلب نیروهای خارجی و داخلی است) و تا این سطر در کتاب تفکیکی میان نیروهای محرک و غیرمحرک نشده است. و ثانیاً دانش‌آموز کنجکاو ممکن است از خود سؤال کند که اگر نیروی اصطکاک ناچیز نباشد، کدامیک از روابط ۱، ۲ و ۳ از اعتبار خواهد افتاد که در نتیجه روابط بالا فقط برای حالت اصطکاک ناچیز باشد؟ روابط یاد شده مخصوص نیروهای محرک و یا غیر اصطکاک نیست.

رابطه (۳) برکند شدن اتومبیل و یا توقف آن به‌هنگام ترمز نیز حاکم است. و در هنگام ترمز تنها نیرو، همان نیروی اصطکاک است.

۲ ــ در بخش دیگری درباره بقای انرژی مکانیکی آمده است:

در صورتیکه دستگاه منفرد باشد، یا به‌عبارت دیگر نیروئی از خارج برآن وارد نشود کاهش یکی از این دو نوع انرژی (پتانسیل و

جنبشی) درست برابر افزایش نوع دیگری است و در قالب مثالی آن را اثبات میکند. مثال باین ترتیب است: سنگی بجرم m در ارتفاع h از سطح زمین است و سنگ و زمین به‌عنوان یک دستگاه منفرد که نیروئی مثلاً اصطکاک از خارج برآن وارد نمی‌شود درنظر گرفته شده است و ثابت بودن مجموع انرژی جنبشی سنگ (بهنگام سقوط) و انرژی پتانسیل را مؤید آنچه گفته شده آورده است. دانش‌آموز کنجکاو می‌تواند از خود بپرسد اگر بخواهیم که تنها سنگ را بعنوان دستگاه تلقی کنیم (همواره این آزادی وجود دارد که چه چیز یا چیزهائی را به‌عنوان دستگاه تعریف کنیم) در این‌صورت نیروی خارجی وارد برآن صفر نیست. (برسنگ نیروی وزن وارد می‌شود)، در حالیکه باز هم انرژی مکانیکی ثابت است.

مطلب درست از اینقرار است: نیروها از نظر کاری که در تغییر مکان انجام می‌دهند بدو نوع تقسیم می‌شوند: نیروهای ابقائی (Conservative) و نیروهای غیر ابقائی (Non Conservative). دسته اول نیروهائی هستند که کار آنها در طی یک مسیر فقط به ابتدا و انتهای مسیر بستگی دارد و تابع مسیر میان ابتداء و انتها نیستند. نیروی وزن و بطورکلی نیروی جاذبه عمومی، نیروی کشش فنر و نیروی کولن میان دوبار و... از این دسته هستند. دسته دوم نیروهائی هستند که کار آنها به مسیر طی شده میان دو نقطه بستگی دارد. نیروی اصطکاک از این دسته می‌باشد. پتانسیل ویا انرژی پتانسیل فقط برای نیروهای دسته اول قابل تعریف است و برای نیروهای غیر ابقائی نمی‌توان پتانسیل تعریف کرد. می‌توان ثابت کرد که بقای انرژی مکانیکی در حالتی برقرار است که نیروهای غیر ابقائی برآن وارد نشود و وارد شدن نیروهای ابقائی مانند وزن براجسام بقای انرژی مکانیکی را برهم نمی‌زند (علاقمندان می‌توانند برای اطلاع بیشتر به کتاب فیزیک تألیف هالیدی ــ رزنیک ترجمه مهدی گلشنی و ناصر مقبلی از انتشارات مرکز نشر دانشگاهی مراجعه کنند) بنابراین لازم نیست دستگاه منفرد باشد و چه سنگ را دستگاه تلقی کنیم که نیروی خارجی ابقائی وزن برآن وارد شود و چه سنگ و زمین را دستگاه تلقی کنیم که نیروی خارجی برآنها وارد نمی‌شود بقای انرژی مکانیکی صادق است و اصولاً بدون تقسیم‌بندی نیروها از نظر کاری که انجام می‌دهند صحبت از بقای انرژی مکانیکی خالی از این اشتباهات نمی‌تواند باشد.

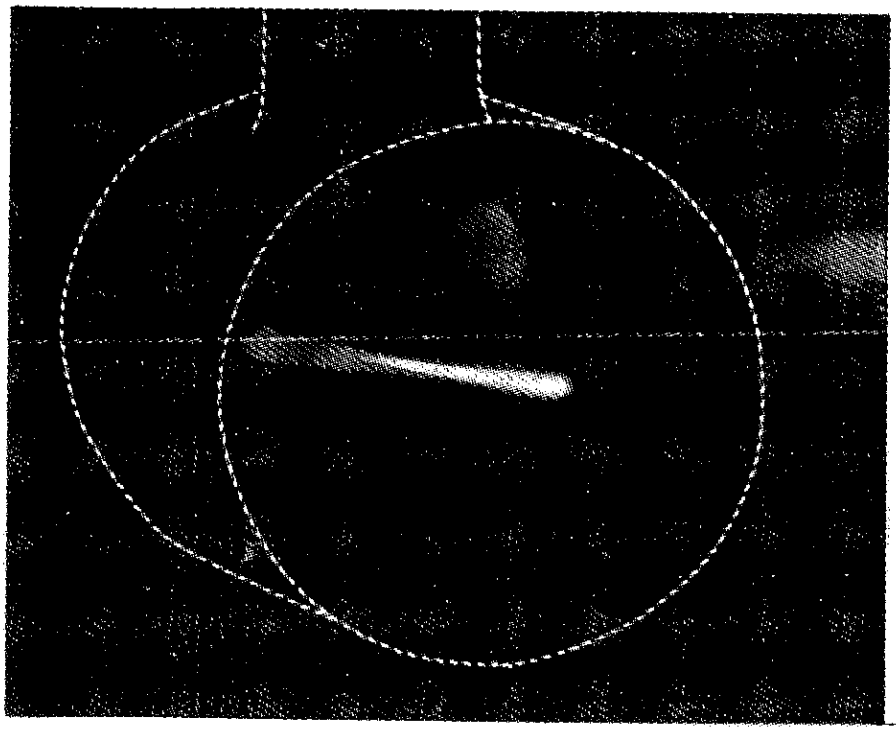
آبرخش‌های فیزیکدانان SUPER-FLASH

ترجمه از:
فرامرز ناصر آزاد

یک میلیونیم از یک میلیاردیم ثانیه! این کوتاه‌ترین تپ (پالس) نوری است (Impulse) که پژوهشگران موفق به ایجاد آن شده‌اند و از این طریق هدف‌های دیگری تعقیب می‌شود که ساختن ماشین حساب‌های نوری یکی از آنها است. این ماشین حساب‌ها هزار مرتبه سریعتر از کامپیوترهای الکترونیکی کار می‌کنند.

در حال حاضر رکورد سرعت جهانی در زمینه تولید تپ نوری متعلق به شانگ و گروه او در آزمایشگاههای شرکت بل درایالت متحده آمریکاست و این گروه درحقیقت مقام اوّل را از رقیب خود دانیل کریشگووسیکی از شرکت آی. بی. ام ربوده است و ای بسا اگر قادر به شکستن رکورد خود نباشد؛ آزمایشگاههای دیگر آمریکائی، و نیز آزمایشگاههای اروپائی و ژاپنی بر آن فائق آیند. شانک موفق به ایجاد کوتاهترین درخش نوری جهان شده است: یک تپ نوری ۶ فمتو ثانیه‌ای (femtose conde). اما فمتو ثانیه خود یک واحد زمانی است که برای سنجش پدیده‌هایی از این نوع به کار می‌رود و برابر است با $۱۰^{-۱۵}$ ثانیه است. به دیگر سخن یک میلیونیم از یک میلیاردیم ثانیه، زمانی که تصوّر آن برای مغز آدمی ناممکن می‌نماید و با توجه به این که نور سرعت حرکتی برابر با ۳۰۰ هزار کیلومتر در ثانیه دارد، در این زمان تپ نوری فقط یک سوم میکرون (یک میلیونیم متر) را درمی‌نوردد و یک هواپیمای مافوق صوت در طول این مدت فقط مسافتی برابر با ضخامت یک اتم را طی می‌کند.

در دانش فیزیک هنگامی که به امور لانهایه نزدیک می‌شویم به چنان پدیدارهای حیرت‌آوری برمی‌خوریم که حواس بشر از درک آن درمی‌ماند و به همین علت است که «درخش»های مزبور فاقد یک رنگ مشخص‌اند و به دلایل نظری نیز باید چنین باشد این درخش‌ها الزاماً مجموعه‌ای از رنگ‌ها را در خود دارند و هرچه مدت زمان



در فیزیک همواره هنگامی که به غایتها نزدیک می‌شویم، به پدیده‌های شگفتی برمی‌خوریم. در این تصویر (در بالا) تپهای نوری به قدری کوتاهند که رنگ خود را از دست می‌دهند. همه‌رنگ‌ها از آبی تا قرمز ایجاد شده‌اند. (در پائین) یک تپ نسبتاً کوتاه با رنگ ابتدائی قرمز وارد محیط مادی می‌شود. پدیده‌های «غیرقطبی» آن را به تپ سفید تبدیل می‌نماید.

تپ کوتاه‌تر باشد تعداد رنگ‌های درخش افزایش می‌یابد. مثلاً تپهایی که شانگ ایجاد می‌کند شامل همهٔ رنگ‌های رنگین کمان است (تمامی طیف مرئی را می‌پوشاند).

دلائل گستردگی در رنگ‌ها تنها از اختصاصات نور نیست بلکه شامل سایر ارتعاشات نیز می‌شود. (و نور نیز خود از جمله ارتعاش‌های الکترومغناطیسی به شمار می‌آید). این بدان علت است که نور در این زمان کوتاه، وقت کافی برای ارتعاش و ثابت کردن رنگ نمی‌یابد. استمرار یک ارتعاش نور مریی ۲ فمتو ثانیه است. بنابراین در ۶ فمتوثانیه فقط سه بار امکان ارتعاش دارد و این برای مشخص کردن رنگ دقیق ، کافی نیست.

در صوت نیز پدیده‌های مشابهی وجود دارند که مستقیماً از راه گوش آدمی قابل ادراک‌اند فی‌المثل در موزیک، زمان طول یک دورهٔ نُت «لا»ی میانه در یک آلت موسیقی مانند پیانو برابر است با دو میلیونیم ثانیه یعنی هزار میلیارد بار بیشتر از زمان یک دوره از ارتعاش نوری. اگر همین نُت لا را در زمان کوتاهی ــ مثلاً یک ثانیه ــ بنوازیم ارتفاع صوت را می‌توانیم تشخیص دهیم، اما اگر زمان را کوتاه‌تر کنیم و فی‌المثل به یک صدم ثانیه برسانیم در این صورت دیگر ارتفاع صوت قابل تشخیص نیست. و صدای خشکی به گوش می‌رسد که مانند ضربهٔ فاقد ارتفاع است. این امر برای نوری که در مدت بسیار کوتاه می‌تابد نیز صدق می‌کند و نور رنگ خود را که معادل ارتفاع در صوت است، از دست می‌دهد.

یکی دیگر از مشخصه‌های تپهای نوری بسیار کوتاه توان باور نکردنی آنهاست. به خاطر بیاوریم که توان برابر میزان انرژی به جا گذاشته (یا انرژی دریافتی) در ثانیه است. فی‌المثل توان یک نیروگاه اتمی با ظرفیت یک هزار مگاوات برابر با یک میلیارد ژول بر ثانیه است حال اگر انرژی حاصل از یک تپ نوری را در فمتو ثانیه، با انرژی حاصل از توان نیروگاه اتمی مقایسه کنیم، درمی‌یابیم که کمی بیشتر از آن است و هرچند که مقدار انرژی

تحویلی کمتر است اما چون در زمانی بغایت کوتاه اعمال می‌شود مقدار آن بر ثانیه بس عظیم خواهد بود و می‌توانیم با تمرکز آن در سطحی بسیار کوچک به چگالی انرژی افسانه‌ای دست یابیم (البته در زمانی بسیار کوتاه).

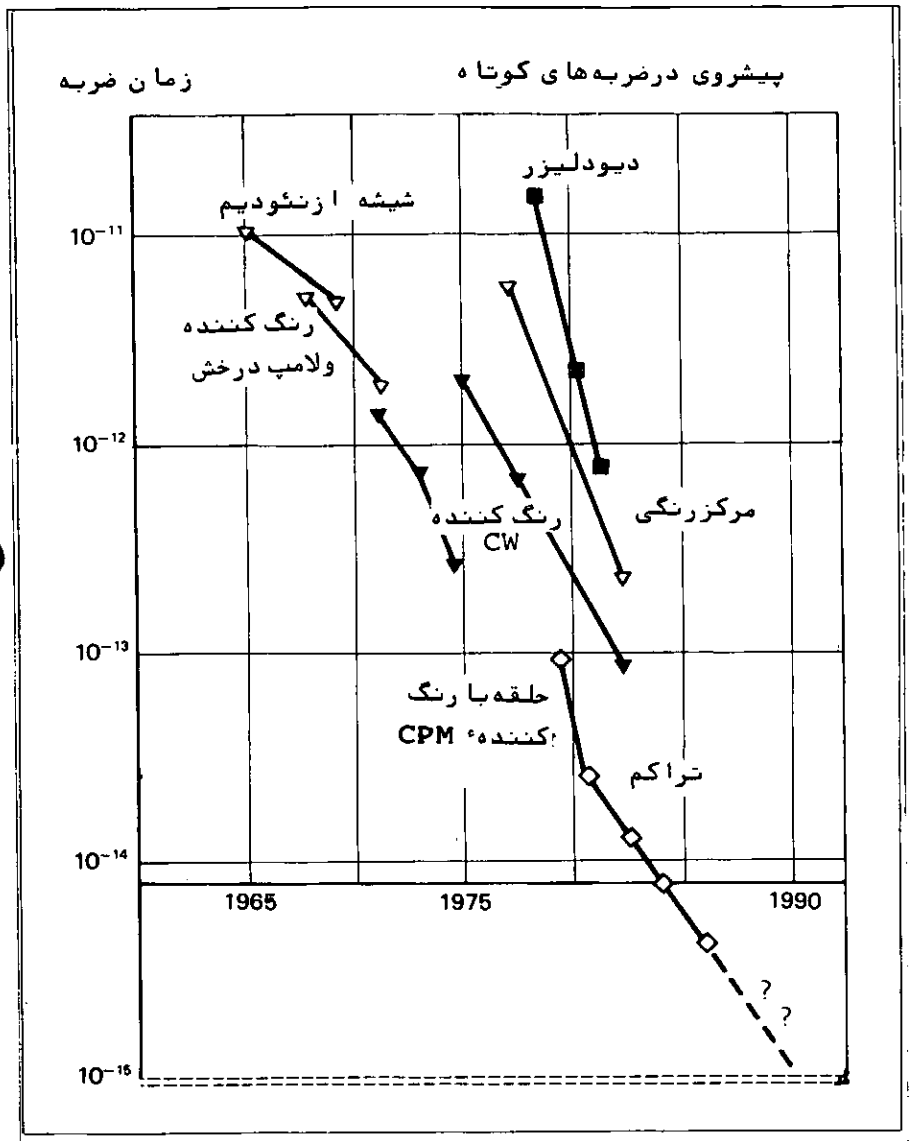
ماده‌ای که تحت تأثیر توان نوری این چنین عظیم قرار گیرد، واکنش بسیار شدیدی از خود نشان خواهد داد. فی‌المثل الکترون‌ها می‌توانند از اتم‌ها جدا شده و عمل انتشار نور کاملاً تحت تأثیر این اثرات غیرخطی آشفته گردد. بارزترین این اثرات تغییر رنگ است و از این تغییرات چه حاصل می‌آید؟

در آزمایشگاه یکی از این تپهای نوری را با استمرار نسبتاً طولانی مثلاً ۱۰۰ فمتو ثانیه ایجاد می‌کنیم. رنگ حاصله کم و بیش مشخص و متمایل به قرمز است. این تپ را روی یک جسم مادی متمرکز می‌کنیم. در این حال ماده، همهٔ رنگ‌های رنگین کمان را به خود می‌گیرد یعنی به رنگ سفید درمی‌آید (آمیزه‌ای هم‌ساز از همهٔ رنگ‌ها). حادثه‌ای بس عجیب، چیزی شبیه شعبده‌بازی: تپ نوری قرمز به تپ نوری سفید مبدل شده و بدین سان می‌توان (با عبور از یک فیلتر) رنگ‌های گوناگون به دست آورد.

اما تولید این تپ بسیار کوتاه، هنوز بغایت پرهزینه است و مستلزم به کارگیری چندین لیزر توانمند و تعداد کثیری از دستگاههای نوری (آینه، شبکه‌ها وغیره...) با کیفیت عالی و همراه با سرمایه‌گذاری‌های عظیم است و با این همه، آزمایشگاههای مجهز به دستگاههای گرانقیمت در سراسر جهان به وجود آمده‌اند که سرگرم پژوهش‌های علمی در زمینه‌های مزبوراند.

در حال حاضر تپهای بسیار کوتاه به منظور نیل به دو هدف متفاوت به کار می‌روند. در بعضی آزمایشگاهها تپهای کوتاه در تحقیقات بنیادی به عنوان گمانه (sonde) برای مطالعهٔ پدیده‌های بسیار سریع به کار می‌روند. این زمینه کاربرد عمومی است و شامل علوم فیزیک، شیمی و زیست شناسی نیز می‌شود. آزمایشگاههای دیگر هدفهای علمی‌تری تعقیب می‌کنند. فی‌المثل پژوهشگران درصددند نوعی قطعات نوری شبیه ترانزیستورها ابداع کنند و در این صورت ماشین حساب‌هائی که با این قطعات مجهز می‌شوند هزاربار سریع‌تر از همتاهای الکترونیکی خود عمل خواهند نمود، امری که در حال حاضر امکان‌پذیر به نظر می‌رسد.

کلید رمز همهٔ سیستم‌های الکترونیک جدید وسیله‌ای است که براساس همه یا هیچ عمل می‌کند و این بدان معناست که مثلاً فلان وسیله جریان الکتریکی را عبور می‌دهد و یا آن را عبور نمی‌دهد و این عملکرد در مدارهای مجتمع امروزی به وسیلهٔ ترانزیستورها انجام



پیشروی ادامه دارد، از نانوثانیه (10^{-9}) باعبور از پیکوثانیه (10^{-12}) به فمتوثانیه (10^{-15}). به سال ۱۹۶۵ با شیشه از نئودیم‌تپهای 10^{-11} ثانیه‌ای ایجاد شد. امروز دانشمندان با ترکیب حلقه رنگ‌کننده CPM وروش تراکم به زمان‌های کمتر از 10^{-14} (ده فمتوثانیه) دست یافته‌اند.

می‌گیرد و بسته به این که در این یا آن وضعیت موردنظر قرار گیرند، باز و یا بسته می‌شوند. و به همین جهت کارشناسان مسائل الکترونیک آن را دریچه یا دروازه (gate) نام نهاده‌اند و مراد از کاربرد این اصطلاح آن است که دریچه می‌تواند باز و یا بسته باشد.

در شرایط فعلی سرعت عمل در ماشین‌های حساب مستقیماً به سرعت باز و بسته شدن دریچه‌ها بستگی دارد. با مدارهای مجتمع امروزی (سیلیسیوم و حتی آرسنیورگالیم که واجد امکانات بهتری است) به تدریج به حدّ نظری سرعت جابه‌جائی نزدیک می‌شویم. نقطه‌ای وجود دارد (دقیقاً نمی‌دانیم کجا) که در آن به مانعی غیرقابل عبور برمی‌خوریم. از سوئی متقاضیان انتظارات بیشتری دارند و دائماً وسایل و امکاناتی را با سرعت بیشتر می‌طلبد.

بدین سان اندیشهٔ ابداع سیستم‌هائی که بر پایه و اصولی متفاوت عمل کند و دریچه‌ها بتوانند با سرعت هرچه بیشتر باز یا بسته شوند، پژوهشگران را به خود مشغول داشت. چنان که ذکر شد در حال حاضر تپهای نوری، کوتاه‌ترین پدیده‌ای است که بشر قادر به ایجاد آن است. پس طبیعی است اگر فکر به کارگیری آن مورد نظر قرار گیرد. با این توضیح فیزیکدانان درصدد برآمدند که در ماشین‌های حساب، تپهای نوری را جایگزین جریان‌های الکتریکی (الکترون‌ها) می‌کنند. دریچه‌های نوری مشابه همتای الکترونی‌شان ابزاری هستند که می‌توانند در دو حالت باز یا بسته قرار گیرند و نور را از خود عبور دهند و یا ندهند. گذار از حالت باز به حالت بسته یعنی جابه‌جائی می‌تواند با حداکثر سرعت انجام گیرد.

فیزیکدانان نشان داده‌اند که انجام این امر امکان‌پذیر است و یک تپ بسیار کوتاه می‌تواند موجبات صدور فرمان باز و یا بسته‌شدن دریچه را در زمانی بسیار کوتاه فراهم آورد. اصول این نوع عملکرد بسیار ساده است: می‌توان وسیلهٔ نوری ساخت که نسبت به یک شاخص معین محیط بسیار حساس باشد و با تغییر این شاخص به وسیله یک تپ نوری بسیار کوتاه، اعمال دل‌خواه دیگر انجام داد. وسیلهٔ نوری که در یک لحظه شفاف بود، در لحظه بعد کدر می‌شود و با این عمل دوگانه دریچه‌ها با سرعت تمام بازوبسته می‌شوند.

آزمایش‌های نخستین نشان داد که تپهای کوتاه احتلالات شدیدی در محیط ایجاد می‌کنند و توان خارق‌العاده تپ موجب یونیزه شدن محیط گشته و الکترون و نیز، محل‌های خالی از الکترون به نام حفره به وجود می‌آورد که امکانات مساعدی برای بسته شدن دریچه است. بدین معنا که با جداشدن لحظه‌ای الکترون از حفره،شاخص محیط بلافاصله تغییر می‌کند و با این تغییر، گذار نور از وسیلهٔ نوری، به سرعت متوقف می‌شود. اما بازگشائی دریچه مسأله‌ساز است و بایستی تا پرشدن حفره‌ها به وسیلهٔ الکترون‌ها و ناپدیدشدن آنها منتظر بمانیم و این انتظار مدت زیادی به طول می‌انجامید (منظورمان از مدت زیاد در مقایسه با طول زمان پدیده‌هائی از این مقوله است) چیزی حدود میلیاردیم ثانیه. بر این اساس دانشمندان موفق شدند دریچه‌ای بسازند که به سرعت بسته می‌شد، اما بازشدن آن به آهستگی صورت می‌گرفت، حتی آهسته‌تر از وسائل موجود الکترونیکی و به نظر می‌رسید که همهٔ تلاش‌ها بی‌نتیجه مانده است.

از آنجا که دانش فیزیک بسی گسترده و واجد امکانات همه‌جانبه‌ای‌ست، فیزیکدانان به جستجو پرداختند تا وسیلهٔ دیگری را مورد آزمایش قرار دهند، وسیله‌ای که در رابطه با تغییر شاخص محیط بتواند در دو جهت بازوبسته شدن دریچه‌ها، تواماً و با سرعت دل‌خواه عمل کند و این ویژگی در اثر استارک (Stark) اپتیکی یافت شده است.

اثر استارک پدیده‌ای است کلاسیک که فیزیک‌دانان از دیرباز آن را می‌شناختند در این پدیده تغییرات شاخص، بستگی تام و تمامی به حضور میدان مغناطیسی دارد. از سوئی نور خود یک ارتعاش الکترومغناطیسی است یعنی یک میدان الکتریکی به همراه خود دارد (که می‌تواند بسیار شدید باشد) و بدین‌سان یک تپ نوری بسیار کوتاه قادر است برای لحظه‌ای شاخص محیط را تغییر دهد و همین روش در آزمایشگاه برای بازوبسته کردن یک دریچهٔ نوری (optic gate) با سرعت باورنکردنی چند صد فمتو ثانیه مورداستفاده قرار گرفت.

آیا صنعتگران می‌توانند در آیندهٔ نزدیک کامپیوترهائی بسازند که سرعت‌شان صدها برابر کامپیوترهای فعلی باشد؟ پاسخ متأسفانه منفی است.

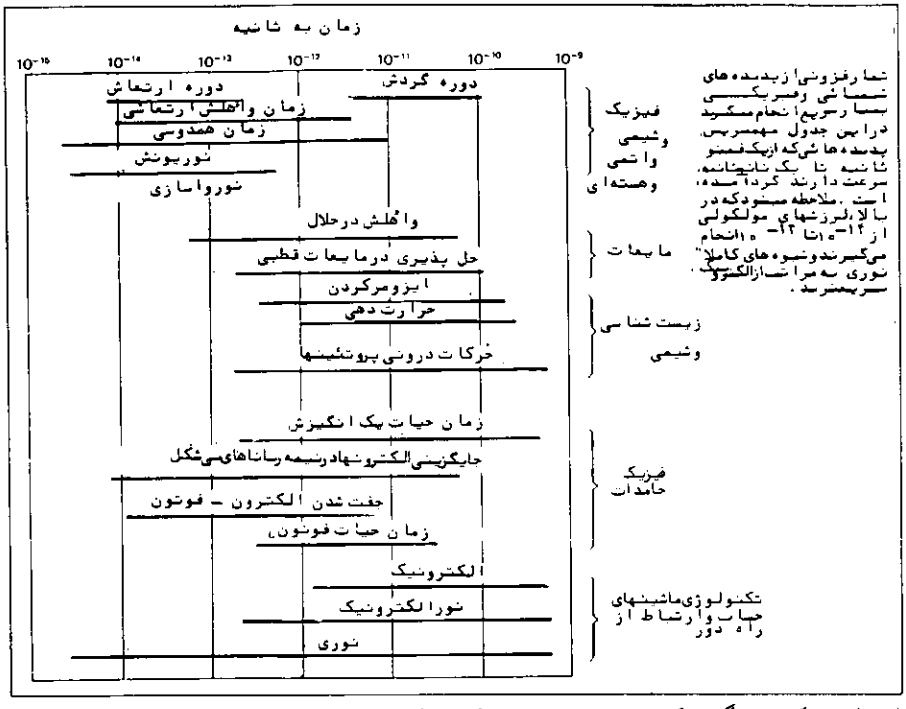
دستگاه آزمایشگاهی‌ای که توسط فیزیک‌دانان ساخته شده بسیار پیچیده و تنظیم آن بسی مشکل است. برای این‌که چنین دستگاهی در عمل مورد بهره‌برداری قرار گیرد باید آن را ساده کرد و امکانات تولید انبوه و خودکار را فراهم ساخت، چیزی که فیزیک‌دانان به تحقّق آن امید چندانی ندارند درحال‌حاضر شرکت‌های آمریکائی(GTE, IBM و موتور ولا، Dupont ،3m) همهٔ امکانات خود را در دانشگاه آریزونا گرد آورده‌اند تا مراحل آزمایشگاهی را در این زمینه پشت سرگذاشته و امکانات تولید انبوه را فراهم آورند و دانشمندان اروپائی نیز در این زمینه سرگرم پژوهش و مطالعه‌اند و به هر تقدیر آنچه مسلم است پدیدهٔ تپهای نوری بسیار کوتاه در دستگاههای تجسّسی آزمایشگاهی به کار گرفته می‌شود، به نحوی که می‌توان گفت تپهای کوتاه نوری برای مطالعهٔ بنیادی همهٔ پدیده‌های کندتر از نور (اغلب پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی) مورداستفاده قرار خواهد گرفت. در جدول پیوست خواص گوناگون اغلب پدیده‌های سریع شرح داده شده است، مشاهده می‌شود که تمامی این پدیده‌ها کندتر از 10^{-15} ثانیه‌اند. تپهای فمتوثانیه‌ای وسیله‌ای جهانی برای

تحقیق در همهٔ پدیده‌های سریع‌اند.

فی‌المثل دانشمندان موفق شده‌اند با ایجاد تپهای کوتاه نوری زمان متوسّط میان دو برخورد الکترون در ارسینورگالیم، و سرعت ناپدید شدن اکسیتون‌ها (یک الکترون و یک حفره که حول یکدیگر می‌چرخند) در محیط‌های برانگیخته، و نیز مطالعات دیگری را در زمینه فیزیک جامدات به منصّه آزمایش و سنجش درآورند.

تپهای کوتاه نوری را می‌توان به عنوان ابزار تحقیق و تجسس مراحل مختلف واکنشهای شیمیائی مورداستفاده قرار داد. مثلاً واکنش‌های اکسیداسیون و احیا به وسیله تبادل الکترون میان اکسیدکننده و اکسیدشونده. در این مورد الکترون مورد مبادله در زمان بسیار کوتاهی در محیط رها می‌شود. اگر واکنش در آب انجام بگیرد، الکترون موقتاً با چند مولکول آب ترکیب شده و ماده شیمیائی ناپایداری به نام الکترون هیدراته به وجود می‌آورد و در این زمینه، با استفاده از تپهای بسیار کوتاه نوری دانشمندان موفق شده‌اند جزئیات گذار الکترون از حالت رها، به حالت هیدراته را مورد مطالعه قرار دهند و در همین رهگذر پدیدهٔ شگفت دیگری کشف گردیده است: در روند مزبور تشکیل الکترون هیدراته مرحله ثانوی است و پیش از آن ترکیب دیگری پدیدار می‌شود که تا زمان آزمایش کسی بر موجودّیت آن پی نبرده بود و آن را الکترون پیش هیدراته نام نهاده‌اند.

در زمینه زیست‌شناسی، کاتالیزورها که معمولاً آنزیم‌ها نقش‌شان را ایفا می‌کنند. خود مولکولهای بزرگی هستند که هر کدامشان شامل چندین هزار اتم می‌باشد. در این مولکول‌ها، اتم‌ها به عنوان میانجی به کار می‌روند. به نظر می‌آید که خواص کاتالیزورها با جا به‌جائی‌های بسیار گذرا و موضعی پاره‌ای از مواد سازنده‌شان به نام آمینواسیدها ارتباط دارد، و یک تغییر موضعی، مثلاً در ساختار مولکول خارجی به منظور تثبیت آن، موجب



انتشار حرکتی می‌گردد که به تدریج مجموعهٔ مولکول را فراگرفته و امکان دارد خواص آن را تا نقطهٔ تثبیت اوّلیه تغییر دهد. بدین‌ترتیب تپ فمتو ثانیه‌ای برای شروع این فرایند در لحظهٔ معین کارساز است.

با امعان‌نظر به مجموعهٔ مطالبی که ذکر آن رفت، آینده پرباری در انتظار تپهای نوری بسیار کوتاه می‌باشد که یکی از آنها زمینه‌های آزمایشگاهی به منظور تجسسات و تحقیقات اصولی تواند بود. از بیست‌سال قبل فیزیک‌دانان موفق شده‌اند هر پنج سال یکبار تپهای نوری ایجاد کنند که ده‌بار کوتاهتر از تپهای قبلی بوده است. آیا این روند هم‌چنان ادامه خواهد یافت؟

آیا این فیزیک‌دانان می‌توانند ظرف پنج سال آینده مثلاً تپهای فمتوثانیه‌ای و بعد از ده سال تپهای یک‌دهم فمتوثانیه‌ای ایجاد نمایند؟ پاسخ این پرسش‌ها یک سره منفی است زیرا این معیارها، همانا مرزهای نظری‌اند. تپهای نوری عبارت است از مجموعه‌ای از ارتعاشات نوری که زمان آن هیچ‌گاه نمی‌تواند به کمتر از زمان یک ارتعاش واحد کاهش یابد. از سوی دیگر برای یک ارتعاش نوری قابل رؤیت در حدود ۲ فمتوثانیه وقت لازم است و اگر راه به سوی آینده گشوده است اما این راه هرروز بیش از پیش تنگ‌تر می‌شود. برای پیشروی باز هم بیشتر باید نور مریی را کنار گذاشت و به پرتوهای فرابنفش (Ultra violet) و یا پرتو X روی آورد که خود راهی جداگانه است و مسائل و مشکلات خود را دربر خواهد داشت.

هنگامی که زمان از مقوله طول می‌گردد

اندازه‌گیری زمان یک تپ بسیار کوتاه، امری بس مشکل است. برای اندازه‌گیری زمان عادی از یک کرونومتر استفاده می‌شود.

کرونومتر ثانیه «ایجاد» می‌کند و تعداد ثانیه‌هائی که در زمان موردنظر قرار می‌گیرند شمرده می‌شوند. برای اندازه‌گیری زمان یک ضربهٔ ۶ فمتوثانیه‌ای نمی‌توان به ایجاد چند فمتوثانیه و شمارش تعداد آنها در طول یک تپ اقدام نمود، زیرا ۶ مختوثانیه به درستی کوتاهترین زمانی است که می‌توان ایجاد کرد.

در روشی که برای این منظور به کار می‌رود اندازه زمان به اندازهٔ طول تبدیل می‌شود. تپ

نوری با سرعت نور (که شناخته شده است) منتشر می‌گردد. بنابراین، طول آن برابر است با حاصل‌ضرب سرعت نور در زمان موردنظر.

بدین‌سان یک فمتوثانیه، معادل طولی برابر ۰/۳ میکرون است. تپ نوری شش فمتوثانیه‌ای که در حال‌حاضر یک رکورد جهانی است، ۱/۸ میکرون طول دارد که این مقدار با شیوه تداخل به سادگی قابل اندازه‌گیری است.

گردش دورانی نور

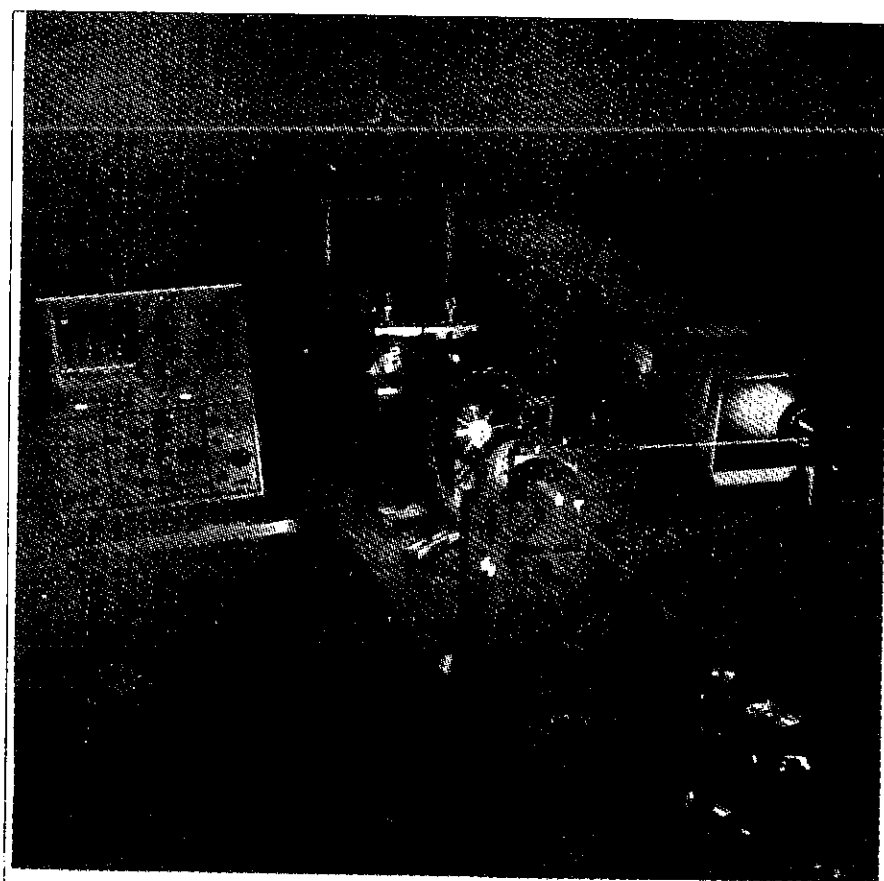
فیزیک‌دانان برای ایجاد تپ نوری از دستگاهی استفاده می‌کنند که طرح آن در این شکل نشان داده شده است. مجموعه آینه‌های ABCD به نحوی قرار گرفته‌اند که مسیر نور، لیزر ضمیمه، آن را تقویت می‌نماید مسیر نور به گونه‌ای است که مجموعهٔ رنگ‌زای تقویت شده و لیزر و چهار آینه ABCD، یک لیزر دورانی تشکیل داده و در آن نور می‌تواند در هر دو جهت گردش نماید.

این دستگاه، تپ نوری تولید نمی‌کند بلکه، نور در آن مدام می‌گردد. در مسیر نور، یک ماده جاذب قرار می‌دهیم. فرض می‌کنیم این ماده دارای خاصیت اشباع است، یعنی اگر شارّ نور شدیدی از آن بگذرد، خاصیت جذب را از دست داده و به ناگهان شفاف می‌گردد. اگر ضربه نوری بقدر کفایت شدید باشد و ماده را موقتاً شفاف نماید، از آن عبور خواهد نمود. نور تپ روی آینه‌ها می‌تابد و با تقویت شدن در رنگ‌زا، در دور بعد بقدر کفایت شدت می‌یابد تا مجدداً جاذب را بطور موقت شفاف گرداند. همین امر تپ را قادر می‌سازد تا از جاذب باز عبور کند و جریان به همین ترتیب ادامه پیدا می‌کند. بدین‌سان یک تپ، دستگاه را دایره‌وار می‌پیماید و هربار در رنگ‌زا تقویت می‌شود و به شدّت قابل‌ملاحظه‌ای دست می‌یابد (به درستی دو ضربه وجود دارد که در جهات مخالف می‌چرخند).

این دستگاه در عمل کمی پیچیده‌تر است و در حقیقت در آن «قاخیر فازها» محاسبه می‌گردند.

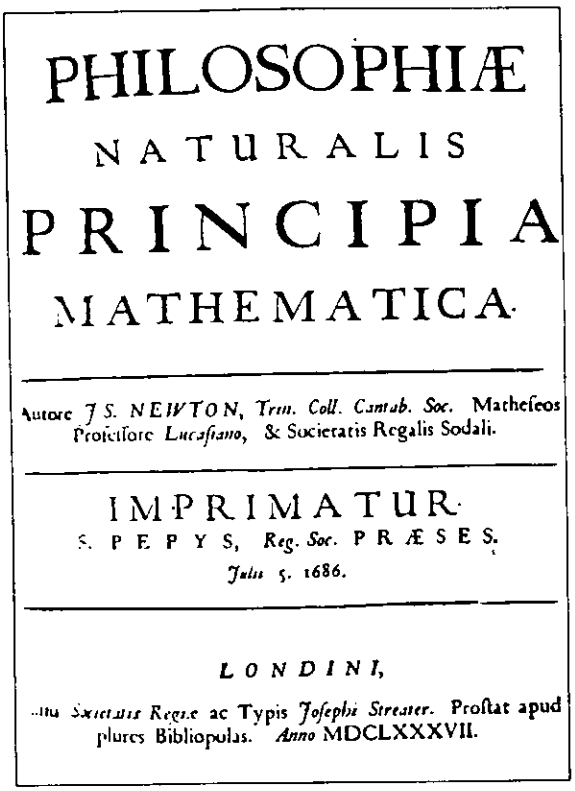
نقل از مجله: SCIENCE SAVENIR Novembre 1987

ایجاد تپهای بسیار کوتاه مستلزم شمارفزونی آینه و وسایل نوری است.



این دستگاه بسیار پیچیده، تپهای نوری‌بسیار کوتاه ایجاد می‌کند. روند زمان شدت این تپها در اسیلوسکوپ در انتهای اطاق مشاهده‌می‌شود. تپها به شمار فزونی در ثانیه صورت می‌گیرند. میزان تکرار روی اسیلوسکوپ‌سمت چپ دیده می‌شود. جعبه بزرگ در سمت راست لیزر است.

سالشماری از زندگانی نیوتن



PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA

Autore *J. S. NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc.* Matheseos Professore *Lucasiano*, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.
S. PEPYS, *Reg. Soc.* PRÆSES.
Julii 5. 1686.

LONDINI,
Anno Societatis Regiæ ac Typis *Josephi Streater.* Prostat apud plures Bibliopolas. *Anno* MDCLXXXVII.

I do not know what I may appear to the world; but to myself I seem to have been only like a boy playing on the seashore, and diverting myself in now and then finding a smoother pebble on a prettier shell than ordinary, whilst the great ocean of truth lay all undiscovered before me.

Isaac Newton

Nature, and nature's Laws lay in night,
God Said "Let newton be" and all was light.

Alexander pope
(1678 - 1744)

... من مانند کودکی هستم که در کنار دریا بازی می‌کنم و گاهی در اب‌فرو می‌روم و هرچه بدستم می‌آید از قعر دریا بیرون می‌آورم و قطعاً آن چیز یا ریگی بی‌اهمیت و یا مرواریدی است پرقیمت. درهردوصورت، اوقیانوس بی‌پایان در برابر کنجکاوی شبانه‌روزی من کاملاً غیر مکشوف می‌ماند.

نیوتن

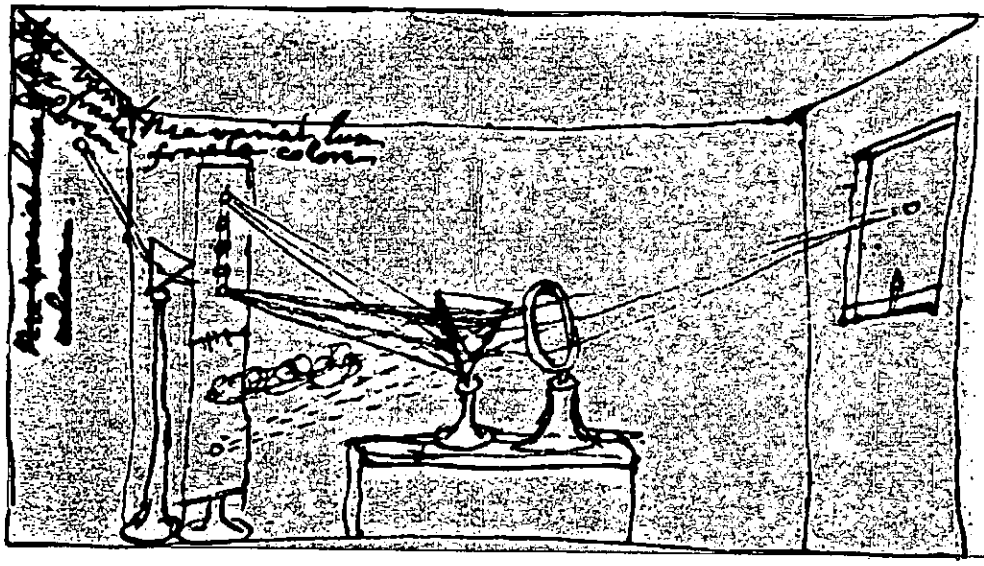
* * *

انگیزه تنظیم این سالشمار، سیصدمین سال انتشار مهمترین تألیف نیوتن یعنی کتاب *اصول*[1] اوست. به همین مناسبت در سال ۱۹۸۷ در انگلستان به افتخار نیوتن مراسم متعددی از طرف مجامع علمی و اجتماعی برپا گردید و مقالات و یادنامه‌ها و تمبرهای متنوعی چاپ و منتشر شد.

۱۶۴۲ م* نیوتن در ولستروپ لینکوشایر[2] انگلستان به دنیا آمده در موقع تولد نارس و آن قدر کوچک بود که به قول مادرش می‌توانستند وی را در یک شیشه یک لیتری جای دهند. در همین سال گالیله در فلورانس درگوشه انزوا ازدنیا رفت و قرن نیوتن آغاز شد. قرنی که در هر صفحه از هر فصل آن در تاریخ علم به نام این مرد بزرگ برخورد می‌کنیم.

۱۶۶۳ ــ در یکی از مسابقه‌های علمی مابین صد و چهل نفر مسابقه دهنده مقام بیست و چهارم را احراز کرد.

۱۶۶۵ ــ به علت شیوع بیماری طاعون در لندن، نیوتن به لینکو شایر به پیش خانواده خود بازگشت و مدت ۱۸ ماه را در همان‌جا گذراند. این ۱۸ ماه پرثمرترین دوران زندگی او به شمار می‌آید. می‌گویند اگر این دوره ۱۸ ماهه و دوران ۱۸ قرن از ارشمیدس تا نیوتن را در دو کفه ترازو قرار دهیم باحتمال قوی کفه سنگین‌تر آن نیست که شامل دوره هجده قرنی است. زیرا در واقع ضمن این ۱۸ ماه بود که نیوتن قانون جاذبه عمومی را کشف کرد و تئوری نور و حساب انتگرال و دیفرانسیل را بنیان گذاشت نیوتن مقارن این سال لیسانس خود را بدون هیچ امتیاز خاصی از دانشگاه به دست آورد.



شکل، آزمایشی را نشان می‌دهد که نیوتن دربارهٔ شکست و تجزیهٔ نور انجام داده است.

۱۶۶۹ ــ با سمت جانشین استاد، کرسی ریاضیات دانشگاه کمبریج را اشغال کرد.

۱۶۷۲ ــ در ۳۰ سالگی به عضویت جامعه سلطنتی که بزرگترین امتیاز علمی در انگلستان است منصوب شد و به عنوان تشکر یکی از اکتشافات خود را درباره نور و تئوری ذره‌ای به انجمن فرستاد.

۱۶۸۲ ــ در جلسه جامعه سلطنتی از اندازه گرفتن شعاع کره زمین به وسیله دانشمند فرانسوی به نام پیکار آگاه شد و محاسبات سابق را ازسر گرفت و در ماه ژوئن این سال یکی از بزرگترین اکتشافاتی که در تمام اعصار از مغز موجود انسانی خارج شده است به عرصه ظهور درآمد. نیوتن گفت:

«تمام اجسام یکدیگر را به نسبت مستقیم جرم آنها و به نسبت معکوس مجذور فاصله‌شان جذب می‌کنند.»

۱۶۸۷: کتاب فیلوسوفیا نا تورالیس پرنسیپیا ماتماتیکا یعنی کتاب «اصول ریاضی فلسفه طبیعی» چاپ و منتشر شد.

۱۶۹۲: در ماه فوریه وقتی نیوتن به کلیسا می‌رفت چراغی را در اتاق خود روشن گذاشت و آتشی برحسب تصادف افروخته شد و نوشته‌های وی را که شامل قسمت مهمی از آثارش درباره نور و تحقیقات بیست ساله او بود نابود ساخت.

۱۶۹۴: به سمت بازرس ضرابخانه شهر لندن و سپس به ریاست این مؤسسه انتخاب شد.

۱۶۹۹: به سمت عضو وابسته آکادمی علوم پاریس انتخاب شد.

۱۷۰۳: رئیس جامعه سلطنتی گردید و تا آخر عمر دارای این مقام بود.

۱۷۰۴ ــ نخستین چاپ اُپتیک (مبحث نور) نیوتن منتشر شد. مطالعات نیوتن درباره نور مقدم بر کارهای اصلی وی در مکانیک بوده است.

۱۷۰۵ ــ لقب «سِر» به او اعطا شد. در دوران پیری بسیار خوشبخت و غرق در افتخارات بود زیرا در خارج از وطنش نیز همه ملل آن عصر او را به عنوان نابغه عظیم و خارق‌العاده می‌شناختند.

۱۷۲۷ ــ نیوتن در بیستم مارس سال ۱۷۲۷ در سن ۸۵ سالگی از دنیا رفت و در کلیسای وست مینستر بخاک سپرده شد مرگ او عزای عمومی تلقی شد[۳] کتیبه قبر او به وسیله شاعر شهیر انگلیسی الکساندر پوپ (۱۷۴۴ ــ ۱۶۷۸) انشاء شد. پوپ احساسات عصر خود را در قالب شعری زیبا چنین بیان کرده است:

«طبیعت و قوانین آن در ظلمت اسرار پنهان بود خداوند فرمود نیوتن بوجود آید و آنوقت همه اسرار آشکار شد.».

پاورقی‌ها:

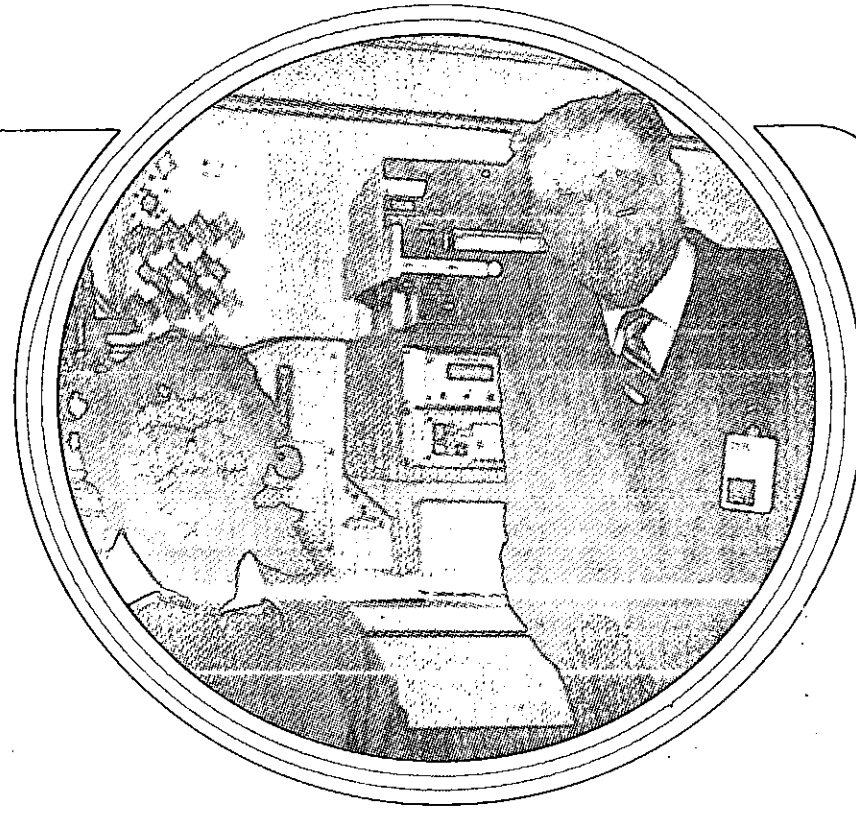
۱ ــ نام کامل این کتاب عبارت است از:
PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA.
یا «اصول ریاضی فلسفه طبیعی».

متأسفانه در فرهنگ دکتر معین ذیل لغت نیوتن، از همین کتاب به صورت «اصول فلسفی ریاضیات» نام برده شده است.

۲ ــ woolsthorpe – Lincolshire.

۳ ــ شرگذشت فیزیک ــ جورج گاموف ــ ترجمه رضا اقصی
تاریخ علوم ــ پیر روسو ــ ترجمه حسن صفاری
علم در تاریخ ــ جان برنال ــ ترجمه اسدپور پیرانفر ــ کامران فانی

جایزه نوبل فیزیک سال ۱۹۸۷



جایزه نوبل فیزیک سال ۱۹۸۷ به «یوهانس گئورگ بدنورتس»[1] آلمانی ۳۷ ساله و «کارل الکساندر مولر»[2] سویسی ۶۰ ساله تعلق گرفت. «بدنورتس» در آزمایشگاه پژوهشی IBM «روشلیکن»[3] نزدیک زوریخ کار می‌کند و «مولر» استاد دانشگاه زوریخ است.

پدیده ابررسانایی را دانشمند هلندی به نام «هایکه کامرلینگ اونس»[4] در سال ۱۹۱۱ کشف کرد. در بعضی مواد وقتی دما تا مقدار معین T_c که دمای بحرانی نام دارد پایین می‌آید مقاومت الکتریکی آنها ناگهان به مقدار کمی می‌رسد که دیگر قابل اندازه‌گیری نیست. به طور خلاصه پدیده ابررسانایی عبارت است از صفر شدن ناگهانی مقاومت الکتریکی. در سال ۱۹۶۱ بالاترین دمای بحرانی که برای یک جسم ابررسانا پیدا شد $^{\circ}k$ ۲۰/۷ بود که برای آلیاژی از Nb، Al، Ge به دست آمد. ایجاد دماهای پایین و کمی نزدیک به صفر مطلق بسیار پرخرج است بنابراین کاربرد گسترده ابررساناها را محدود می‌کند.

پیش از سال ۱۹۸۶ بالاترین دمای بحرانی که برای یک جسم رسانا به دست آمد $^{\circ}k$ ۲۳ (تقریباً $^{\circ}c$ ۲۵۰-) بود اما در آغاز این سال «بدنورتس» و «مولر» از اکسیدهای مس و باریم و لانتانیوم، سرامیک تازه‌ای کشف کردند که می‌توانست خواص ابررسانایی را تا $^{\circ}k$ ۳۵ نگاه دارد.

نکته جالب اینکه جایزه نوبل فیزیک سال قبل یعنی ۱۹۸۶ نیز به دو پژوهشگر آزمایشگاه پژوهشی IBM زوریخ، «گردبی نیک و هایزیش روهرر»[5] تعلق گرفته بود.

در آغاز سال ۱۹۸۷ چند آزمایشگاه اعلام کردند که بالاترین دمای بحرانی جسم ابررسانا تا به $^{\circ}k$ ۹۳ رسیده است و ادعاهایی مبنی بر رسیدن به دمای بحرانی $^{\circ}k$ ۱۲۰ و حتی بالاتر از آن اظهار می‌شود. با توجه به اینکه به دست آوردن چنین دمایی نه مشکل است و نه چندان پرهزینه، اهمیت مسأله روشن می‌شود. بنابراین ابررسانایی، توانایی ورود به قلمرو صنعت را بیش از پیش پیدا می‌کند. هم اکنون هزاران پژوهشگر درباره کاربرد گسترده پدیده ابررسانایی در آزمایشگاهها و کارخانه‌های جهان به بررسی مشغولند. پدیده ابر رسانایی در الکترونیک برای بهبود کیفیت گیرنده‌های مادون قرمز (فرو سرخ) و در الکروتکنیک برای آلترناتورها و موتورهای ابر رسانا و در حمل و نقل برای قطارهای بسیار سریع‌السیر مورد استفاده قرار می‌گیرد[6]. با کشف ابر رساناهای با دمای بالا، هزینه صدها بار کاهش خواهد یافت و با این کشف علمی تازه امید فراوانی برای کاربرد بی‌شمار آن ایجاد گردیده است.

پاورقی‌ها:

۱ ــ Johanes Georg Bed norz

۲ ــ Karle Alexander Muller

۳ ــ Rüsch likon

۴ ــ Heike Kamerlingh onnes (۱۹۲۶ ــ ۱۸۵۳) این دانشمند در سال ۱۹۱۳ به پاس بررسی خواص ماده در دماهای پایین و کشف روش مایع کردن گاز هلیوم برنده جایزه نوبل فیزیک گردید.

۵ ــ Gerd Binning – Heinrich Rohrer

۶ ــ نقل از مجله Seiences Avenir نوامبر ۱۹۸۷

دربارهٔ پرسشها و مسائل کتب درسی

«فیزیک سال چهارم ریاضی و فیزیک»

پاسخ کتابهای کمک درسی به بعضی از پرسشها و مسائل خالی از اشکال نیست ذکر نکاتی در این زمینه همراه با راهنمایی، لازم و مفید است. دانش‌آموزان دقیق و علاقمند می‌توانند این گونه موارد را برای انتشار در مجله یادآوری نمایند.

۱ ــ فصل ــ ۱ پرسش ۱۳: طول موج ــ دامنه ــ پلاریزاسیون وضعیت مکانی موجها و تواتروزمان تناوب وضعیت زمانی موجها را بیان می‌کنند.

(پروژه فیزیک کورس فصل ۱۲ صفحه ۱۱۲ پرسش ۷ چاپ ۱۹۷۰)

۲ ــ فصل ــ ۱ مسأله ۵: برای بررسی تأثیر تغییر طول آونگ ساده در زمان تناوب آن فرض می‌کنیم آونگ ساده با طول l دارای زمان تناوب T است. هرگاه طول جدید آن l' و زمان تناوب جدید آن T' باشد می‌توانیم بنویسیم:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l'}{l}}$$

تغییر طول را با Δl و تغییر زمان تناوب را با ΔT نشان می‌دهیم بنابراین:

$l' = l + \Delta l$ و $T' = T + \Delta T$ است.

$$\frac{T + \Delta T}{T} = \sqrt{\frac{l + \Delta l}{l}}$$

$$1 + \frac{\Delta T}{T} = \sqrt{1 + \frac{\Delta l}{l}} = (1 + \frac{\Delta l}{l})^{\frac{1}{2}}$$

چون $\frac{\Delta l}{l}$ را نسبت به ۱ کوچک بگیریم:

$$(1 + \frac{\Delta l}{l})^{\frac{1}{2}} \simeq 1 + \frac{\Delta l}{2l}$$

و نتیجه می‌گیریم که

$$\frac{\Delta T}{T} \simeq \frac{\Delta l}{2l}$$

$\frac{\Delta T}{T}$ را تغییر نسبی زمان تناوب و $\frac{\Delta l}{l}$ را تغییر نسبی طول آونگ ساده می‌نامیم. بنابراین تغییر نسبی زمان تناوب آونگ ساده برابر نصف تغییر نسبی طول آن است.

هرگاه ضریب انبساط خطی سیم آونگ λ و تغییر دمای آن $\Delta\theta$ باشد می‌دانیم که $l' \simeq l(1 + \lambda\Delta\theta)$ و $\Delta l = l' - l \simeq \lambda\Delta\theta l$ است نتیجه می‌گیریم:

$$\frac{\Delta l}{l} \simeq \lambda\Delta\theta \Longrightarrow \frac{\Delta T}{T} \simeq \frac{\lambda\Delta\theta}{2}$$

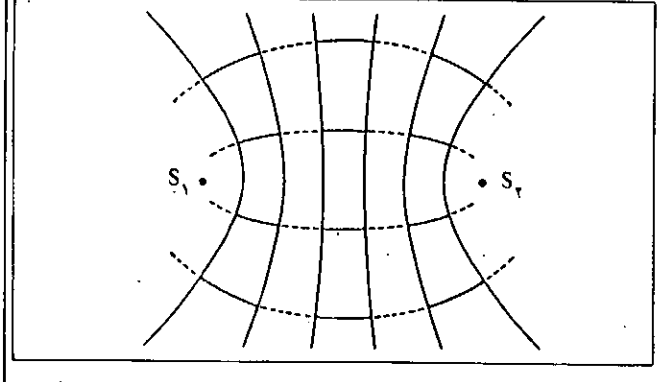
با قرار دادن اندازه‌های داده شده تغییر زمان تناوب آونگ به آسانی محاسبه می‌شود.

(فیزیک سزاک ترمینال c فصل ۱۰ صفحه ۱۰۶ چاپ ۱۹۶۷ پاریس)

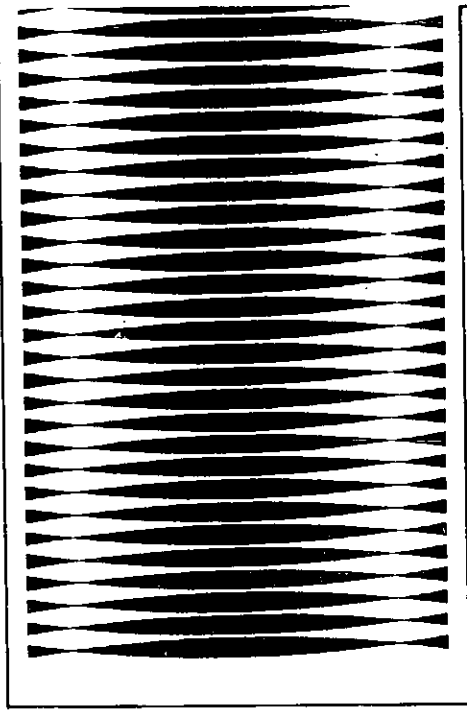
۳ ــ فصل ۲ مسأله ۴ قسمت پ: در یک آزمایش تداخل به وسیله اسباب موج‌نما، S_1 و S_2 دو منبع ارتعاش هم دامنه و هم تواتر و هم فاز است. معادله ارتعاش آنها به صورت $y_1 = y_2 = a\sin 2\pi\frac{t}{T}$ است. نقطه M به فاصله d_1 از منبع S_1 و d_2 از منبع S_2 است. می‌دانیم بُعد حرکت منتجه این نقطه $y = A\sin(2\pi\frac{t}{T} + \varphi)$ و $A = 2a\cos\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}$ و $\varphi = \pi\frac{d_2 + d_1}{\lambda}$ است. می‌توانیم مقدار A و φ را با استفاده از محاسبه یا رسم فرنل به دست آوریم. در پاسخ مختصر به قسمت پ می‌گوییم هرگاه زوایای $2\pi\frac{t}{T}$ و $(2\pi\frac{t}{T} - \pi\frac{d_1 + d_2}{\lambda})$ دارای اختلافی برابر $2K\pi$ باشند نقاط M با S_1 و S_2 هم فاز خواهند بود.

$$2\pi\frac{t}{T} - (2\pi\frac{t}{T} - \pi\frac{d_1 + d_2}{\lambda}) = 2k\pi \Longrightarrow d_1 + d_2 = 2k\lambda$$

این رابطه یک دسته بیضی با دو کانون S_1 و S_2 را مطابق شکل مشخص می‌کند.



(فیزیک سزاک ترمینال c فصل ۱۸ صفحه ۱۸۳ چاپ ۱۹۶۷ پاریس)



تغییراتی در کتاب علوم راهنمایی

احمد شیرزاد

مقدمه

گروه فیزیک دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی وزارت آموزش و پرورش در سال ۱۳۶۶ طی جلسات متعددی به بررسی علمی کتابهای علوم دورهٔ راهنمایی تحصیلی پرداخت. نتیجه نهائی این بررسی‌ها این بود که کتب ذکر شده به دلایل متعدد از لحاظ علمی و آموزشی، لااقل از نقطه‌نظر مطالب فیزیکی که حدود نیمی از بخشهای آن را تشکیل می‌دهند، دارای اشکال بوده و زمان انتخاب کتب جدید و مناسب‌تری برای آموزش علوم تجربی در این دوره فرا رسیده است.

کاری که در این مقاله در پی آنیم، طرح و بازگوئی شمه‌ای از این اشکالات است. چنانکه خواهیم دید، بخش عمده‌ای از این اشکالات، قابل اصلاح نیستند. در واقع اقدام برای اصلاح آنها چیزی از کتاب را باقی نمی‌گذارد و تمام کتاب را دستخوش تغییر می‌سازد. چنین کاری البته عاقلانه نیست، چرا که علاوه بر صرف وقت و انرژی بسیار، محصولی آشفته و مملو از اهداف و روشهای متناقض به بار خواهد آورد.

فلذا عملاً هم صرفه با این است که از ابتدا طرحی نو در اندازیم. اما بخش کوچکی از اشکالات شامل اغلاط فاحش و بارز است که با دستکاری‌های نسبتاً کوچک بدون برهم زدن چارچوب کتاب قابل رفع هستند. در سال جاری سعی شد تا حد ممکن این قبیل اشکالات در کتاب اول راهنمائی برطرف گردد، که در ادامهٔ مقاله، راجع به این اصطلاحات و تغییرات نیز توضیحاتی داده خواهد شد.

پیش از آنکه به بررسی اشکالات کتب علوم دورهٔ راهنمایی تحصیلی بپردازیم، توضیح کوتاهی در مورد اصل این کتب ضروری است. کتب ذکر شده در واقع برگرفته و ترجمه فصول مختلف کتاب[1] science Problems می‌باشد. تاریخ تألیف کتاب سال ۱۹۶۴ میلادی می‌باشد.

چنانکه ملاحظه می‌کنید اصل کتاب بسیار قدیمی است و از آن زمان تاکنون نه تنها تحولات عظیمی در علوم تجربی به وقوع پیوسته است، بلکه روشهای آموزش این علوم نیز پیشرفت سریع و شگرفی داشته است. بنابراین اولاً وجود یک سری اشکالات محتوایی و علمی در این کتاب طبیعی است و ثانیاً اگر کتاب هیچ ایراد علمی هم نمی‌داشت، کهنه بودن شیوه و دور بودن آن از دستاوردهای چند دهه اخیر آموزش علوم کفایت می‌کرد که دیگر در زمان حاضر کنار گذاشته شده و از کتب جدید و معتبر که از لحاظ شیوه و روش علمی محکم و متین و از لحاظ روشهای آموزشی غنی و پربار باشند و با اهداف نظام جمهوری اسلامی تطبیق داشته باشند، استفاده شود. افزون بر این، با وجود اینکه شاید بیش از ۹۰ درصد از متن کتب علوم دورهٔ راهنمایی عیناً ترجمه کتاب ذکر شده است، اما متأسفانه ترتیب و توالی فصول کتاب اصلی در ترجمه به هم خورده و قسمت‌هایی نیز حذف شده است. این کار باعث برهم خوردن انسجام کتاب و نظم منطقی آن شده و در مواردی حلقه‌های مفقوده‌ای از مطالب وجود دارد که باعث گنگی و نامفهومی مطالب بعدی شده است. بعضاً نیز قسمت‌های دستکاری شده کتاب اصلی توسط مترجمین اولیه و یا مصححین بعدی کتاب، اغلاط علمی آشکار بدان افزوده است.

در هر حال بعد از ذکر این مقدمه می‌پردازیم به نقد و بررسی کتب علوم دورهٔ راهنمایی و سپس توضیح اصلاحات اعمال شده در کتاب علوم سال اول راهنمائی. ابتدا اشکالاتی را که از لحاظ دید کلی و اهداف به کتاب وارد است مطرح کرده و سپس به بیان اغلاط علمی و آموزشی کتاب خواهیم پرداخت.

دید کلی و اهداف

کتاب اصلی از لحاظ دید علمی و دریچه‌ای که برای ورود به مسائل باز می‌کند، اشکالات اساسی دارد، که ذیلاً به چند مورد آن اشاره می‌شود:

الف ــ کتاب مورد نظر مدعی است که می‌خواهد روش علمی را به دانش‌آموزان بیاموزد. این کار اولاً با اصالت دادن به نوعی طرز فکر پوزیتویستی و اصالت دادن صرف به تجربه بدون روشن کردن نقش تفکر خلاقه انسان، همراه است.

داستان معروف گالیله و اینکه او آدم دانایی

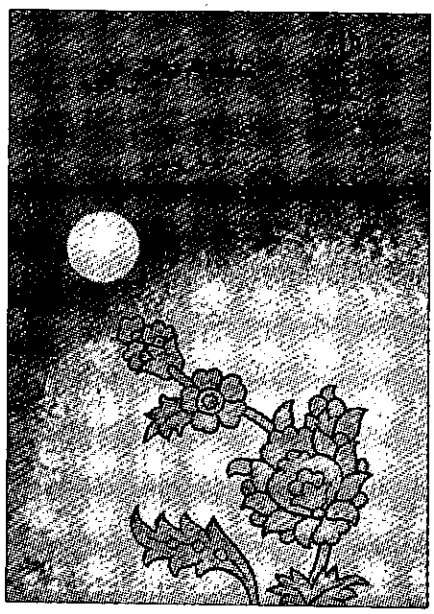
---

۱ ــ مؤلفین کتاب: Paul Dehart Hurd, John C. Mayfield, wilbur L. Beauchamp

بود چون تجربه می‌کرد و ارسطو نادان و ذهنی‌گرا بود چون تجربه نمی‌کرد، در سرتاسر کتاب سایه افکنده است. ثانیاً کتاب در آموزش باصطلاح روش علمی خود از صورت ظاهر و فرم بیرون نمی‌رود و اغلب تأکیدهایش در این مورد جنبه صوری و مصنوعی دارند. بطوریکه اگر جملات و عبارات اینچنین را کنار بگذاریم مطلب فرقی نمی‌کند.

به عبارت دیگر ارائه روش علمی بجای اینکه در بطن و محتوای مطالب کتاب باشد، به مانند زواید و حواشی بی‌ربط به زور به آن چسبانده شده است. به همین جهت اغلب دانش‌آموزان و معلمان بی‌اعتنا به این گفته‌ها از کنار آن می‌گذرند.

ب ــ مطالب از لحاظ ترتیب و توالی منطقی و علمی به شدت دچار اشکال‌اند. مثلاً در مواردی خواننده به زور و با چشم بسته از دریچه‌ای تنگ عبور داده می‌شود و بناگاه دنیای گسترده‌ای از مطالب را روبروی خود می‌بیند، مطالبی که همگی بر پایه‌ای سست و لرزان استوار شده‌اند. یک مثال بارز این امر تأکید و اصراری است که مؤلفان کتاب اصلی بر مفهوم انرژی دارند. مفهوم انرژی در فیزیک از مفاهیم انتزاعی و دشواری است که برای درک آن مقدمات کاملی از شناخت حرکت، قوانین دینامیک، مفهوم کار و... و بالاخره مهارت کاملی در حل و درک مسائل مربوط بدانها لازم است، به همین جهت در کتابهای جدیدتر اغلب در ابتدا حرفی از آن به میان نیامده و در توالی فصول در پس مقدمات و گامهای زیادی از آن صحبت می‌شود. در کتابهای علوم دورهٔ راهنمایی که در واقع همگی بخشهای مختلف یک کتابند از هر مبحثی که صحبت می‌شود، از دریچه نوعی انرژی، مسئله طرح می‌شود. مثلاً وقتی میخواهد راجع به الکتریسیته صحبت کند، عنوان این است که «چگونه از انرژی جریان الکتریسیته استفاده می‌کنیم» و نهایتاً چنان است که گوئی تمام فیزیک برای آن بوجود آمده است که راجع به



مفهوم انرژی و تبدیلات آن و نحوه استفاده از انواع آن بحث کند. چنانکه در بخش یک کتاب (سابق) اول راهنمایی تحت عنوان «اندیشه و کردار دانشمندان چگونه است» در صفحه ۹ (کتاب سال ۶۶) آمده است:

«... بنابراین عده‌ای از دانشمندان، درصدد برآمدند که مسائل مربوط به نیرو و انرژی را حل کنند. این دانشمندان فیزیکدان نامیده می‌شوند...»

ج ــ عادت و روشی که مؤلفان کتاب اصلی برای طبقه بندی و دسته بندی دارند، در مواردی بدون جهت، مطلق شده است و هرچند این روش علی الاصول و در موارد مناسب، بجا و مفید است، ولی تعمیم بدون قید و شرط آن به همه جا بعضاً دست و پاگیر بوده و مطلب را از لحاظ مضمون و صحت علمی خدشه دار می‌سازد، و نهایتاً یک تقسیم بندی صوری و ظاهری و بدون پایه برجا می‌ماند.

یک مثال آشکار در این مورد، طبقه بندی انواع و صورتهای انرژی است که اولاً بطور یکنواختی تا آخر دنبال نمی‌شود و ثانیاً اصرار برامر طبقه بندی انرژی‌ها کار را به آنجا می‌کشاند که از هرچیزبی‌ربط و باربط نوعی انرژی ساخته شود و مثلاً انرژی تابشی یک چیز باشد، انرژی الکتریکی یک چیز دیگر! یک مثال دیگر، طبقه بندی نیروها و یا باصطلاح خود کتاب نیروهای مقاومت است، که از اساس فاقد اعتبار علمی و غلط می‌باشد.

د ــ یک ایراد اساسی دیگر کتابهای علوم دورهٔ راهنمایی این است که احیاناً به بهانهٔ گریز از ریاضیات و فرمول‌های ریاضی، بطورکلی این مطلب را که فیزیک علم شناخت کمیت‌ها و روابط میان آنهاست کنار گذاشته و صرفاً به توصیف کیفی پدیده‌های فیزیکی قناعت می‌کند. گرچه بسیاری مطالب فیزیکی را نمی‌توان درسطوح ابتدائی با فرمول‌ها و محاسبات مربوطه آموزش داد، لکن درهمان حال می‌توان به دانش آموز احساس کاملی از کمیت‌های فیزیکی القا کرد، که در سطوح بالاتر بسیار مفید واقع خواهد شد. جدای از این، قوانین و قضایای فیزیکی بسیاری نیز وجود دارند که برای بیان آنها ریاضیاتی بیش از چهار عمل اصلی که دانش آموز دردبستان خوانده لازم نیست، که متأسفانه کتب مورد بحث از این هم طفره رفته‌اند.

به عنوان مثال در سرتاسر کتاب‌های علوم ۳ ساله دورهٔ راهنمایی اشاره‌ای به مفهوم اندازه‌گیری و نحوه اندازه‌گیری کمیت‌هایی نظیر طول، جرم، دما و غیره نشده است و یا مثلاً به این جملات از صفحه ۲۱ کتاب دوم راهنمائی توجه کنید: «هرجسمی که برنیروی مقاومت جاذبه غلبه کند، درآن انرژی پتانسیل ذخیره می‌شود. این انرژی مربوط به وضع جسم نسبت به زمین است. وقتی که چنین جسمی به زمین می‌افتد انرژی ذخیره شدهٔ آن آزاد می‌گردد....» چنانکه می‌بینید راجع به نیروی مقاومت جاذبه، وضع جسم نسبت به زمین و انرژی پتانسیل جسم صحبت شده است بدون اینکه مشخص شود که اولاً این هاکمیت‌های فیزیکی هستند و ثانیاً چه رابطه‌ای بین آنها وجود دارد. اینگونه صحبت کردن درفیزیک اساساً فاقد اعتبار علمی است. چرا که به این نحو همه گونه می‌توان راجع به رویدادهای فیزیکی قصه بافت و جمله پردازی کرد بدون اینکه معیاری در رابطه با صحت و

سقم مطالب معرفی کرد و برای تشخیص نظریه درست در میان نظریه‌های گوناگون، داوری تعیین نمود. با قاطعیت می‌توان گفت سخنی که نهایتاً نتواند راجع به کمیت‌های فیزیکی قابل اندازه‌گیری در آزمایشگاه، پیشگویی ارائه دهد، اصلاً فیزیکی نیست.

آنچه دراین چند فراز اخیر (الف تا د) گفته شد، ایرادهایی نیست که بتوان با دستکاری و یا عوض کردن جملات و پاراگراف‌ها و حتی گفتارهای کتاب آنها را برطرف کرد. همانطور که گفته شد این اشکالات مربوط است به دید و روش کلی کتاب و در تمامی بخش‌ها و قسمت‌های کتاب جاری وساری است.

به همین لحاظ چارهٔ اساسی این گونه مشکلات در اصلاح کتابهای موجود نیست، بلکه باید هرچه سریعتر به فکر تألیف و تدوین و یا ترجمه کتابهای مناسب و جدید که با دید و روش علمی و نوین روز، نگارش شده باشد، توسط افراد صاحبنظر و کارشناسان خبره بود.

اشکالات و اغلاط علمی

ایراد دیگر کتب علوم دورهٔ راهنمائی که ضرورت جایگزینی کتب جدیدی بجای آنها را محرز می‌کند اشکالات و اغلاط علمی است. این اغلاط چند نوع هستند. بعضی از آنها شامل یک بخش و یا یک مبحث بزرگ کتاب می‌شود که عملاً اصلاح آن مستلزم بازنویسی و یا حذف تمامی آن بخش است. مثلاً بخش اول کتاب دوم راهنمائی تحت عنوان «دربارهٔ انرژی چه می‌دانیم» بطورکلی از لحاظ پایه و ساختار علمی و نحوهٔ ورود به مطلب و خروج و نتیجه گیری از آن مخدوش است و اصلاح آن مستلزم آن است که از ابتدا چند مبحث مکانیک نظیر شناخت حرکت و قوانین حرکت به زبان ساده و با معرفی کمیت‌های فیزیکی مربوط آورده شود و سپس مفهوم انرژی طرح گردد [۲]. این کار از آنجا که بادید، روش و نگارش بخش‌های دیگر کتاب هماهنگ نیست، عملاً نشدنی و یا بسیار مشکل است.

پاره‌ای دیگر از اغلاط علمی کتاب از آنجا ناشی می‌شود که مطالب و مباحثی به میان آورده شده که مقدمات و پایه‌های علمی آنها را دانش آموزان فرا نگرفته‌اند. مثلاً مبحث «ماشین‌های ساده» در علوم سال سوم راهنمایی از این نوع است. در واقع بررسی «ماشین‌های ساده»، علیرغم اسم آن یکی از پیچیده‌ترین مباحث مکانیک است که به هر نحو بخواهد درسطح دانش آموز دوره راهنمایی مطرح شود، از آنجا که پایه‌های استدلالی و حتی توجیهی آنها غیرقابل بیان است، با اغلاط و بیان‌های نادرست همراه خواهد بود.

بخش دیگری از اغلاط ناشی از دخل و تصرف مترجمین کتاب و اصلاح کنندگان بعدی آن است. بطوریکه گاه مطلبی بطور کامل و نسبتاً قانع کننده درهمان چارچوب و بادید کلی کتاب اصلی درآن آمده است، لکن بعداً در ترجمهٔ اولیه و یا درسال‌های بعد به دلیل حذف و تلخیص پاره‌ای از قسمت‌های آن، بخش‌های بعدی گنگ و نامفهوم شده‌اند.

نمونه‌هایی از این مورد ضمن توضیح اصلاحات کتاب اول راهنمایی گفته خواهد شد و بالاخره آخرین بخش از اغلاط و اشکالات کتاب آنهاست که حداکثر در حدیک کلمه، عبارت، جمله، پاراگراف و یا یک قسمت کوچک هستند. این قبیل اشکالات گرچه دربخش‌های مختلف کتاب یافت می‌شوند، و تاحدی هم قابل رفع کردن هستند، اما باید توجه کرد که اصلاح آنها رافع اشکالات اساسی کتاب نیست و همانطور که گفته شد، راه حل اساسی ارائه کتب جدید و بهتری است که مبتنی برشیوه‌های نوین آموزشی و دستاوردهای چند دههٔ اخیر تحولات علمی و آموزشی دنیا باشد.

با وجود این باید اعتراف کرد که این کار از هنگام تصمیم به اجرا تا زمان پیاده شدن حداقل ۴ الی ۵ سال بطول خواهد انجامید و تا آن موقع نمی‌توان انتشار و تعلیم مطالبی را که از لحاظ علمی غلط آشکارند و با اندک اصلاح و دستکاری می‌توان آنها را برطرف کرد، تجویز کرد. بنابراین شاید در کوتاه مدت و تا زمان دستیابی به کتب نسبتاً مطلوب و مناسب، بی‌مناسبت نباشد که آنچه از دست برمی‌آید در رابطه با اصلاح دوگونهٔ اشکالاتی که اخیراً گفته شد اقدام شود، یعنی یکی اشکالاتی که با دستکاری مختصر قابل رفع است و دیگری اشکالاتی که ناشی از دخل و تصرف بی‌جا در کتاب اصلی است. علت اینکه به همین دو گونه اصلاحات اکتفامی‌کنیم و براین امر تأکید داریم این است که معتقدیم هرگونه دستکاری و اعمال نظر در یک کتاب نباید چنان باشد که چار چوب و ساختار اصلی کتاب و دید و هدفی که نویسندگان اصلی داشته‌اند را مخدوش و به هم ریخته کند، هرچند که دید و هدف آنها صددرصد مطلوب و مناسب نباشد چرا که اگر غیر از این عمل شود، کتاب دچار تناقص در روش و گفتار خواهد شد و دانش آموز سرانجام ره به هیچ کجا نخواهد برد. به عبارت دیگر داشتن کتابی که دارای چارچوب و هدف نسبتاً نامناسب است به مراتب بهتر از کتابی است که چهار چوب خاصی ندارد و آینه اعمال روش‌ها و سلیقه‌های متناقض، شده است.

اصلاحات اعمال شده در کتاب علوم اوّل راهنمائی

براین مبنا و در همین محدوده‌ای که گفته شد در سال تحصیلی جاری (۶۸ ــ ۶۷) کتاب علوم سال اول راهنمائی دستخوش تغییرات مختصری شده است که در این مقاله تا حد ممکن توضیحاتی در مورد آنها داده خواهد شد، تا ذهن دبیران و مربیان محترم در آغاز سال تحصیلی نسبت به این مسئله کاملاً بازو روشن باشد. یکبار دیگر یادآوری می‌کنیم که این تغییرات به معنی بی‌عیب شدن کتاب و صحه گذاشتن به تمامی مندرجات آن نیست و تنها آن بخش از اشکالات را که اصلاح آنها حتی الامکان لطمه به استخوان بندی کتاب نمی‌زند،

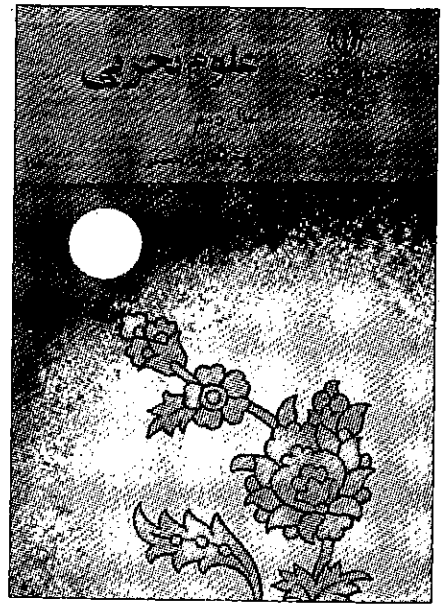
شامل می‌شود. حال بپردازیم به اصلاحات اعمال شده در کتاب علوم اول راهنمایی:

۱ ــ بخش اول کتاب سابق تحت عنوان «اندیشه و کردار دانشمندان چگونه است؟» بطور کلی حذف شده است. این بخش همانطور که در ابتدای مقاله توضیح داده شده سعی دارد نوعی دیدگاه خاص پوزیتویستی در فلسفه علم را به دانش آموزان القا کند و ابزارگرایی صرف را، جایگزین نقش مکمل و سازندهٔ تجربه و تفکر در علم نماید.

جدای از این اشکال، مطالب و مباحثی که تحت عنوان روش علمی میخواهد یک دیدگاه خاصی فلسفه علم را در ذهن‌ها القا کنند، اساساً در کتاب موفق نیست و به علت عدم ارتباط و انسجام آن با مطالب علمی، اغلب حالت زائده دارد. بطوریکه در چند سالهٔ گذشته معلمین یا آنرا درس نداده‌اند، یا در درک و تفهیم آن دچار مشکل بوده‌اند و یا نهایتاً دانش آموزان از درک مضمون و محتوای آن عاجز بوده و به حفظ کردن پاره‌ای نکات بسنده کرده‌اند.

روش علمی چیزی نیست که بتوان آنرا فرمول وار در چند بخش خلاصه کرد و دانش آموز با فراگیری آن بتواند پا جای پای دانشمند گذاشته و دانشمند شود. بلکه چیزی است که طالب علم در مراحل کمال علمی خویش بتدریج نسبت به آن شهود پیدا می‌کند. به عبارت دیگر لزومی به اینکه دو سه چهار روش علمی را فرمول بندی کنیم نیست، همینکه مطالب علمی را بنحو صحیح و با متد درست بیان کنیم و بعضاً با بازگو کردن شرح حال دانشمندان و روشهایی که برای حل مسائل در پیش می‌گرفتند، می‌توان بطور غیر مستقیم دانش آموز را در مسیر کار علمی واقعی قرار داد.

گاه با طرح یک سری اطلاعات می‌توان عملاً دانش آموز را به ساختن یک فرضیه وادار کرد ، گاه با دادن چند وسیله سادهٔ آزمایشگاهی می‌توان از او روشی برای



اندازه‌گیری یک کمیت فیزیکی در خواست کرد و گاه می‌توان با ارائه یک نظریه او را به پیشگویی‌های ساده در مورد نتایج فیزیکی آن واداشت. اینها تمام کار علمی هستند و در عمل به نحو مطلوب‌تری دانش‌آموز را با طرز کار دانشمندان آشنا می‌کند، تا ارائه جزوه‌وار مطالبی در رابطه با آنها.

همانطور که گفته شد این قبیل مطالب در کتابهای علوم راهنمایی اغلب حالت زائد دارند و حذف آنها لطمه‌ای به محتوای علمی و درسی آنها نمی‌زند. به همین جهت با جرأت می‌توان گفت که حذف این فصل خللی در آموزش مطالب بعدی ایجاد نمی‌کند.

بخش بعدی کتاب که دستخوش تغییراتی گردیده، بخش دوم کتاب سابق است که در کتاب فعلی بخش اول می‌باشد، تحت عنوان «دربارهٔ مواد چه میدانیم؟» که تغییرات مهم آن را در زیر توضیح می‌دهیم.

۲ ــ در گفتار ۱ تحت عنوان «ماده چیست؟» قسمت الف، ضمن شرح وجوه مشترک مواد مختلف، یک وجه مشترک مواد را «اشغال فضا» ذکر می‌کند. این مفهوم احتمالاً دانش آموز را دچار پیچیدگی‌هائی از قبیل اینکه «فضا چیست و چگونه اشغال می‌شود؟» می‌نماید. در واقع هدف اصلی، بیان این مفهوم که «اشیاء جا می‌گیرند» و سرانجام رسیدن به مفهوم حجم است. منتهی متاسفانه کتاب از بدست دادن معنای کمّی این مفاهیم که بسیار ساده و قابل درک هم هستند ابا دارد. در اینجا ماابتدا عبارت سادهٔ «جاگرفتن» را برای بیان مفهوم فوق آورده‌ایم و سپس در ضمن عبارات بعدی آنرا با مفهوم «اشغال فضا» یا «اشغال جا» مترادف گرفته‌ایم، تا از اشکالات گفته شده پرهیز شود. در قسمت‌های بعدی نیز به تناسب کلام از هر دو عبارت استفاده شده است.

ضمناً اشاره مختصری هم به آشنایی قبلی دانش آموزان با مفهوم حجم و اندازه‌گیری آن در این قسمت اضافه شده است.

۳ ــ یک غلط آشکار و اساسی در کتاب علوم سال اول که تا پایان علوم سال سوم هم تعقیب شده است، مترادف گرفتن مفاهیم وزن و جرم است این کار در سال‌های بعد در دبیرستان و حتی بالاتر، دانش آموز را از درک مفهوم فیزیکی جرم عاجز می‌کند.

گرچه برای بعضی‌ها بنظر می‌رسد بیان مفهوم جرم در سال اول راهنمائی دشوار است، لکن باید گفت که دانش آموز در این حد تمامی مقدمات لازمه برای درک مفاهیم جرم و وزن و تفکیک آنها از یکدیگر را در ذهن دارد. او قبلاً در دبستان از نیروی کشش زمین آگاه شده است و ضمناً در زندگی روزمرهٔ خود با ترازو و نحوهٔ توزین اجسام آشناست. تنها چیزی که لازم است در اینجا یاد بگیرد این است که وزن اجسام با جرم آنها متناسب است و هر چه مقدار مادهٔ یک جسم بیشتر باشد جرم آن بیشتر است. حتی این امکان وجود داشت که یک روش کاملاً عملی برای بیان مفهوم جرم به وی ارائه شود. به این صورت که «جرم کمیتی است که با ترازو اندازه می‌گیریم» و سپس نحوهٔ اندازه‌گیری جرم توسط ترازو را شرح داد، اما متأسفانه چون کتاب در موارد دیگر از این شیوه و بیان نحوه اندازه‌گیری کمیت‌ها پرهیز دارد، ما نیز نخواستیم مغایر بخش‌های دیگر کتاب رفتار کنیم لذا به اشارهٔ مختصری در

مورد ترازو بسنده کردیم.

در هر حال در متن اصلاح شده در حد مقدورات و وسع آموخته‌های دانش آموز مفهوم جرم بطرز روشنی بیان شده و از این پس در سرتاسر این کتاب و کتابهای بعدی در موضع خودش بکار گرفته شده است. توضیح کاملتر در مورد مفهوم جرم آنچنان که باید به دانش آموزان آموزش داده شود، از خود متن اضافه شده استنباط می‌گردد و برای توضیح کاملتر نیز دبیران محترم علوم می‌توانند به کتابهای مقدماتی مکانیک مراجعه کنند.

۴ ــ تغییر عمدهٔ دیگری که در بخش «دربارهٔ مواد چه می‌دانیم؟» انجام شده است، مربوط است به ترجمه و افزودن قسمتهایی از کتاب اصلی دربارهٔ مفاهیم اتم و مولکول و ساختار میکروسکپی مواد، که متأسفانه معلوم نیست به چه دلیل در کتاب علوم سال اول راهنمائی مورد بی‌مهری قرار گرفته و حذف شده‌اند.

مشکلی که در نگاه اول در گفتار ۳ این بخش از کتاب سابق به چشم می‌خورد، دشواری بود که در تعریف و طبقه‌بندی مواد مختلف به عنصر، مادهٔ مرکب، مادهٔ خالص و مادهٔ مخلوط به دلیل گریز کتاب از ارائه مفاهیم میکروسکپی، وجود داشت. بطوریکه مثلاً در تعریف عنصر این جمله در متن به چشم می‌خورد: «عنصر ماده‌ای است که فقط از خودش ساخته شده است.» که جمله‌ای بی معنا و گمراه کننده است. چرا که هر ماده‌ای از خودش ساخته شده است. در هر صورت نکته اینجاست که این قبیل مشکلات و مفاهیم بی‌پایه و نیم‌بند، حداقل در متن اصلی وجود ندارد، و ناشی از اعمال سلیقه مترجمین و یا مصححین بعدی است. به همین جهت بهترین کاری که بنظر می‌رسید برای اصلاح این سری از اشکالات باید انجام داد، بازگشتن به متن اصلی کتاب و ترجمه و افزودن قسمتهای حذف شده بود. در این رابطه قسمتهای زیر از کتاب اصلی ترجمه و اضافه شده است:

الف: در پایان گفتار ۱ الف، یک خاصه مشترک دیگر برای همهٔ موارد ذکر شده و آن این است که از مولکول ساخته شده‌اند. در این قسمت طی یک پاراگراف، مولکول و اتم معرفی شده و راجع به کوچکی اندازهٔ آنها صحبت شده است. بنابراین نهایتاً در این قسمت برای تمام مواد سه خاصهٔ مشترک حجم داشتن، جرم داشتن و ساخته شدن از مولکولها ذکر شده است.

ب: گفتار ۳ قسمت الف همراه با آزمایش ۷ و خودآزمایی‌های مربوطه کلاً بازنویسی شده و بجای متن قبلی، تقریباً عین متن این قسمت از کتاب اصلی ترجمه شده است. در این متن تقسیم‌بندی مواد به عنصر، مادهٔ مرکب و مادهٔ مخلوط به راحتی با استفاده از ساختار میکروسکپی آنها و نحوهٔ تشکیل یافتن آنها از اتمها و مولکولها، بیان و تفهیم شده و مشکلات سابق وجود ندارد. بجای آزمایش ۷ قبلی که هدفش نشان دادن قابلیت تجزیه یک مادهٔ مرکب به عناصر سازندهٔ آن بود و برای این کار تجزیه آب اسیددار مثال زده شده بود، از کتاب اصلی آزمایش تجزیه اکسید جیوه به اکسیژن و جیوه نقل شده است.

ج: در گفتار ۳ قسمت ب بدون اینکه متن کتاب چندان تغییری کند با اضافه کردن کلمات و عباراتی سعی شده است مضمون و محتوای یک فرمول شیمیایی با استفاده از آنچه در مورد ساختار اتمی مواد مرکب در قسمت الف آمده است، به دانش‌آموز ارائه شود. به جز این تغییر، لیست تعدادی از عناصر و نیز تعدادی از مواد مرکب معروف که در آخر کتاب علوم اول راهنمایی بصورت دو جدول جداگانه وجود داشت، نظیر کتاب اصلی به داخل متن درس منتقل شده است. گرچه ظاهراً انتقال این دو جدول به انتهای کتاب در سال‌های قبل به دلیل آن بوده که پاره‌ای از معلمان متأسفانه شاگردان را مجبور به حفظ کردن این جداول کرده و از آنها سؤال می‌کرده‌اند، اما باید گفت که هدف از آوردن اینگونه جداول در کتاب آشنائی سریع و گذرای دانش‌آموزان با نمونه‌های واقعی آنچه در متن درس از آن صحبت به میان آمده، می‌باشد. مثلاً در این مورد که صحبت از مواد مختلف شیمیایی و دسته‌بندی آنهاست، آشنا شدن دانش‌آموز با تعدادی از مواد معروف و مهم به تفهیم مطلب کمک می‌کند امّا به هیچ وجه نباید از او انتظار داشته باشیم که اطلاعات این جدول‌ها را به نوعی طوطی‌وار حفظ کند. مطمئناً اگر دانش‌آموزی ضمن درس و یا در آزمایشگاه بطور مکرر با نام و خصوصیات ماده‌ای برخورد داشته باشد، خود بخود این اطلاعات درخاطرش خواهد ماند.

بنابراین انتظاری که در این قسمت از معلمین محترم می‌رود توجه به این نکته است که از دانش‌آموز انتظار یاد گرفتن نکات اساسی و پیامهای مهم یک درس را داشته باشند و متوقع از بر کردن مطالب فرعی و اطلاعات نمونه‌ای و چیزهایی که نوعاً می‌شود از آنها سؤال راحت و بی‌دردسر داد، از او نباشند.

د: در گفتار ۴ قسمت الف بخش کوچکی راجع به نظریه اتمی اضافه شده است که وجود آن عملاً در قسمت‌های دیگر ضروری است و طرح کردن آن در کنار نظریه مولکولی بی مناسبت نیست. ضمناً در این قسمت مطالبی راجع به واقعیت، مشاهده، توضیح واقعیت‌ها، نظریه و تئوری وجود داشت که بنا به دلایلی که قبلاً ذکر کردیم حذف شده‌اند.

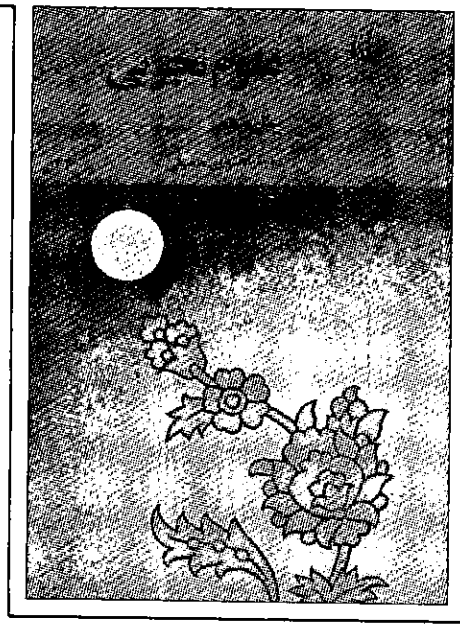
۵ ــ بخش سوم کتاب سابق اول راهنمایی تحت عنوان گرما و سرما چه تغییری در مواد می‌دهند؟» که در کتاب امسال بخش دوم است و عنوان آن «گرم کردن و سرد کردن مواد چه تغییری در آنها می‌دهد؟» می‌باشد، نیز دستخوش تغییرات مختصری گشته است. یکی از این تغییرات که شایان اهمیت است مربوط به بکار بردن کلمات گرما و سرما در کتاب سابق است. در کتاب سابق عبارت گرما دادن برای افزایش دما و یا به عبارت دیگر گرم کردن اجسام و عبارت سرما دادن برای کاهش

دما و یا سرد کردن اجسام بکار رفته است و تقریباً همه جا از کلمات گرما و سرما منظوری جز این نبوده است. بنابراین با توجه به اینکه دانش‌آموزان در دبستان آن هم در چند جا، با مفاهیم سردی، گرمی، دما و دماسنجی آشنا هستند، اشکالی ندارد که از همان ابتدای فصل با یادآوری مختصری از این مفاهیم، مطلب را با استفاده از آنها بیان کنیم.

از طرف دیگر بکار بردن عبارات گرما دادن و سرما دادن بجای افزایش دما و کاهش دما از لحاظ علمی کاملاً مورد اشکال است.

اولاً عبارت «سرما دادن» بکلی درست نیست چرا که در فیزیک کمیتی بنام «سرما» اصلاً نداریم. کمیت «گرما» داریم و در پروسه‌های فیزیک یا «گرما می‌دهیم» و یا «گرما می‌گیریم» اما چیزی بنام تبادل سرما مفهوم ندارد.

ثانیاً خود مفهوم گرما و گرما دادن با اینکه مفهومی فیزیکی است ولی با مفهوم بالا بردن دما فرق دارد. آن کمیتی که در تحولات فیزیکی رد وبدل می‌شود انرژی است و نه گرما. وقتی به ماده‌ای انرژی داده شود و این انرژی بصورت انرژی حرکت نامنظم ذرات آن درآید، می‌گوئیم انرژی داخلی ماده زیاد شده است، در چنین تحولی انرژی متوسط ذرات سیستم که متناسب با دمای سیستم است افزایش می‌یابد. بنابراین برای افزایش دمای یک جسم باید به نحوی انرژی بدان داده شود تا انرژی داخلی آن افزایش یابد. حال نحوهٔ دادن انرژی به سیستم فیزیکی موردنظر بستگی به پروسه فیزیکی دارد که به کار می‌بریم. می‌توان با انجام کار انرژی سیستم را بالا برد. مثلاً می‌توان گازی که در محفظه عایقی قرار دارد را توسط یک پیستون، فشرده کرد و دمایش را بالا برد و یا می‌توان یک قطعه‌فلز را با چکش کاری و یا کشیدن روی جسم دیگری گرم کرد. همچنین می‌توان دادن انرژی به سیستم را با تماس دادن آن با یک منبع گرمتر انجام داد. در اینجا می‌گوئیم دراین پروسه به سیستم گرما



داده شده است. درواقع گرما دادن یا انجام کار وجه مشخصه پروسه فیزیک مورد نظر است نه خصوصیت فیزیکی یک سیستم. نمی‌توانیم بگوئیم این سیستم فلان قدر گرما دارد همانطور که نمی‌توانیم بگوئیم فلان قدر کار دارد، اما می‌توانیم بگوئیم چقدر انرژی دارد. و نیز می‌توانیم بگوئیم در یک پروسه فیزیکی چه مقدار انرژی بصورت گرما و یا چه مقدار انرژی به صورت کار به سیستم داده شده است.

مطالب فوق‌الذکر درواقع مضمون قانون اول ترمودینامیک است که معلمان محترم می‌توانند با مراجعه به کتب ترمودینامیک و یا بخش ترمودینامیک کتابهای فیزیک عمومی به تفصیل آنرا مطالعه نمایند.

در هر حال این توضیح جهت اطلاع معلمان عرض شد وگرنه همانطورکه گفته شد عبارات گرما دادن یا سرما دادن در متن، منظور واقعی‌اش افزایش یا کاهش دما بوده است، که بهتر است از خود این عبارات استفاده کنیم تا از ابتدا مفهوم صحیح در ذهن دانش‌آموزان جایگزین شود.

۶ ــ در گفتار ۱ از بخش دوم کتاب (اصلاح شده) قسمت کوچکی تحت عنوان «ج ــ دماسنج چگونه کار می‌کند؟» اضافه شده است. علت این امر آن است که در ادامهٔ این بخش و نیز بخشهای بعدی بطور مکرر از دماهای مختلف صحبت شده، مثلاً در گفتار ۲ همین بخش راجع به نقاط ذوب و تبخیر مواد صحبت شده و حتی نقاط ذوب مقداری از مواد و نیز نقاط تبخیر تعداد دیگری از مواد برحسب درجه سانتی‌گراد داده شده است.

در این کتاب هیچ جا درجه‌بندی سلسیوس و نحوهٔ مدرج کردن دماسنج و اساساً دما به عنوان یک کمیت فیزیکی معرفی نشده است، اما از آن استفاده شده است.

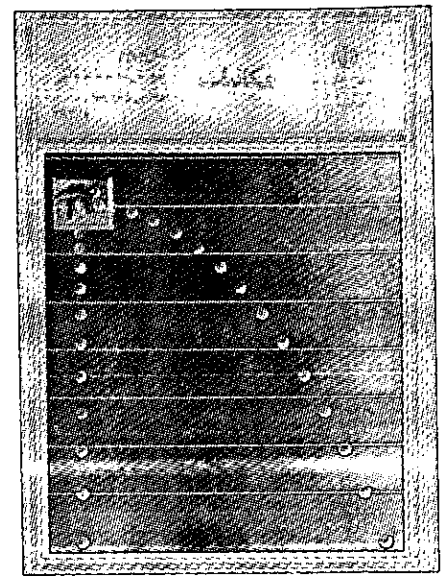
در کتابهای دورهٔ ابتدائی نیز گرچه راجع به دما و دماسنج زیاد صحبت شده اما هیچ جا بطور دقیق از درجه‌بندی سلسیوس و دماهای مختلف سخنی به میان نیامده است. در قسمتی که اضافه شده سعی بر آن بوده است که این نقیصه جبران گردد.

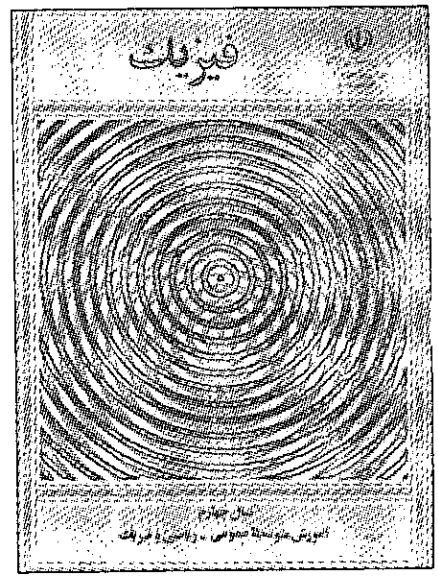
در این قسمت اساس کار دماسنج که مبتنی بر انبساط اجسام بر اثر افزایش دما و معرفی نقاط ثابت دماسنجی است توضیح داده شده و درجه‌بندی سلسیوس نیز به آنها معرفی شده است. مضمون و محتوای این بخش بطور حتم برای معلمان عزیز روشن است و خود متن اضافه شده برایشان گویا خواهد بود.

بجز آنچه گفته شد تغییر عمده و اساسی دیگری در کتاب اول راهنمایی اعمال نشده است و احیاناً اصلاحات جزئی دیگر در پرسش‌ها و یا در فصل‌های بعدی برای هماهنگ کردن کتاب با تغییرات اعمال شده است.

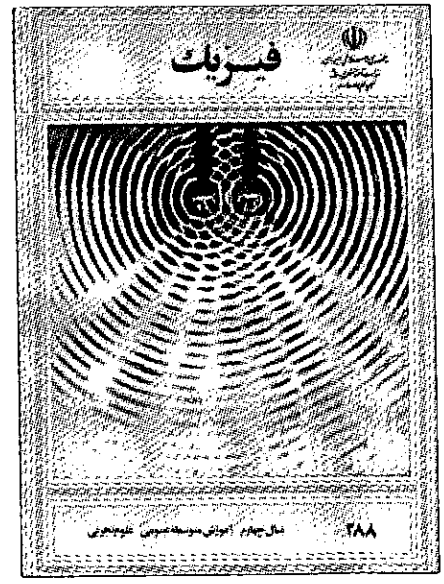
در پایان ضمن آرزوی توفیق خدمتگزاری برای معلمین ارجمند و زحمتکش این دوره، تقاضامندیم که ما را از همکاری و ارائه نظریات ارزشمند خود بی‌نصیب نگذارند و چنانچه اشکال و خللی درکتاب دیدند و پیشنهاد سازنده‌ای داشتند در اولین فرصت با ما تماس گیرند.

ازخدا جوئیم توفیق ادب والسلام





مسائل و پرسشهای جدید کتب فیزیک و مکانیک چهارم (۱۳۶۷)



مکانیک (چهارم ریاضی ــ فیزیک)

پرسشها و مسائل فصل دوم 'حرکت بر روی خط راست'

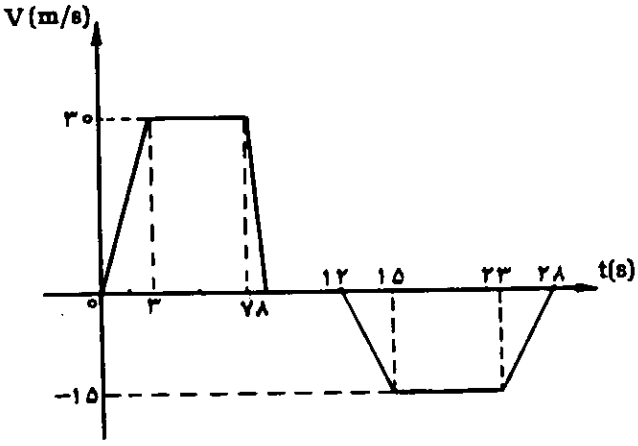
پرسش ۶ ــ صفحه ۴۱ شکل روبرو نمودار سرعت ــ زمان متحرکی را نشان می‌دهد با توجه به این نمودار تعیین کنید:

الف ــ ماکزیمم شتاب حرکت متحرک

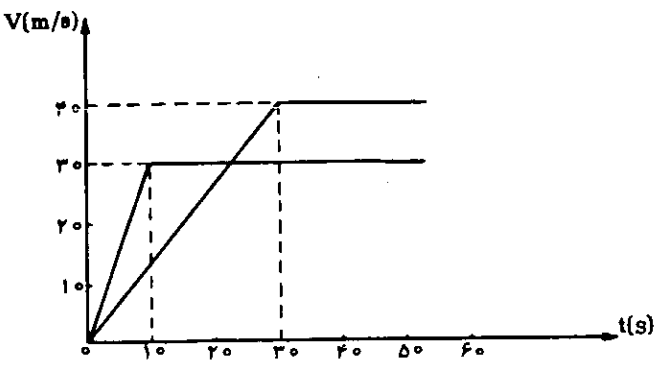
ب ــ مدت زمانی که متحرک در حرکت بوده.

ج ــ مسافتی که متحرک طی نمود.

د ــ جابجائی متحرک در پایان حرکت



پرسش ۷ ــ صفحه ۴۱ دو اتومبیل کنار هم از ابتدای یک جاده با هم شروع به حرکت می‌کنند. اگر نمودار سرعت زمان آنها مطابق شکل زیر باشد تعیین کنید:

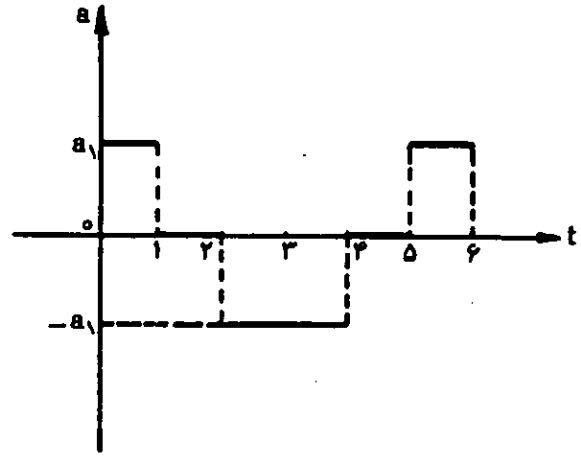


الف ــ در چه زمانی سرعت دو اتومبیل با هم برابر می‌باشد. آیا در این لحظه دو اتومبیل کنار یکدیگر هستند؟

ب ــ پس از چه مدت و در چه فاصله از نقطه شروع حرکت دو اتومبیل دوباره به هم می‌رسند.

پرسش ۱۴ ــ صفحه ۴۳ ــ در حرکت تند شونده و کند شونده بردارهای تندی و شتاب نسبت به هم چه وضعی دارند؟

پرسش ۱۹ ــ صفحه ۴۴ ــ شکل زیر نمودار شتاب زمان متحرکی است که از حال سکون شروع به حرکت نموده است. نمودار تندی ــ زمان و وضعیت زمان این متحرک را رسم کنید.



مسئله ۴ صفحهٔ ۴۵ ــ قایقی که سرعت آن در آب ساکن $۱۰\frac{m}{s}$ است از ایستگاه رودخانه‌ای در جهت جریان آب به ایستگاه دیگر رفته و مراجعت می‌کند. اگر سرعت آب رودخانه $۲\frac{m}{s}$ باشد. سرعت متوسط قایق را در این حرکت حساب کنید.

جواب: $۹/۶\ \frac{m}{s}$

مسئلهٔ ۱۳ ــ صفحه ۴۷ ــ جسم کوچکی بطور آزاد از ارتفاع h رها می‌شود و در ثانیه آخر سقوط، ۴۴/۱ متر پائین می‌آید. ارتفاع h را حساب کنید. ($g = ۹/۸m/s^۲$)[۱]

جواب: ۱۲۲/۵m

مسئله ۱۴ ــ صفحهٔ ۴۷ ــ جسم کوچکی را از ارتفاع ۱۶/۲ متری بالای زمین با سرعت $۲۴\frac{m}{s}$ در راستای قائم بطرف بالا پرتاب می‌کنیم. مطلوب است: الف) مسافتی که جسم بالا می‌رود و زمان بالارفتن ب ــ در چه زمانهائی سرعت جسم به $۶\frac{m}{s}$ می‌رسد. ج ــ زمان کل حرکت از لحظه پرتاب تا لحظه رسیدن به زمین. ($g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

جواب: الف ــ ۲/۴s و ۲۸/۸m

ب ــ ۱/۸s و ۳s

ج ــ ۵/۴s

مسئله ۱۵ صفحهٔ ۴۷ ــ یک بطری از درون بالنی به زمین سقوط می‌کند و پس از ۲۰ ثانیه به زمین می‌رسد پیدا کنید ارتفاع بالن از زمین در لحظه جدا شدن بطری از آن در صورتیکه: الف ــ بالن در هوا ساکن باشد. ب ــ در لحظه رها شدن بطری، بالن با سرعت $۵۰\frac{m}{s}$ در حال صعود باشد. ($g = ۹/۸\ \frac{m}{s^۲}$)

جواب: الف ــ ۱۹۶۰m ب ــ ۹۶۰m

مسئلهٔ ۲۱ ــ صفحه ۴۸ ــ جسمی از حال سکون با شتاب ثابت شروع به حرکت میکند. اگر متحرک در ۲/۵ ثانیه‌های دوم و چهارم حرکتش به ترتیب ۳۷/۵ متر و ۸۷/۵ متر را طی کند، مسافت طی شده در ده ثانیه اول حرکت چند متر است؟

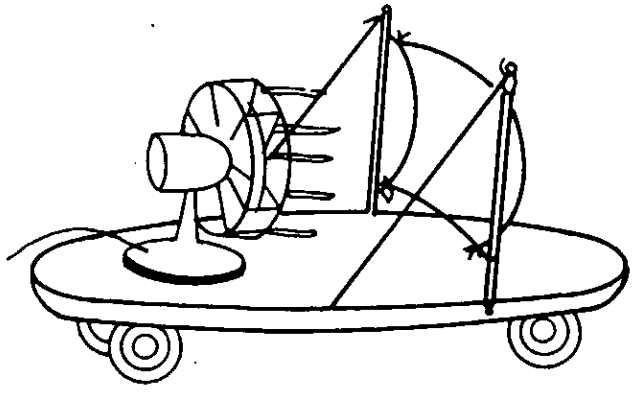
جواب: ۲۰۰m

پرسشها و مسائل فصل سوّم 'دینامیک ذره'

پرسش ۹ ــ صفحهٔ ۶۸ ــ چرا افتادن از یک بلندی روی یک توده علف خشک به خطرناکی افتادن روی زمین سخت نیست؟

پرسش ۲۱ صفحه ۶۹ ــ دانش‌آموزی برای مطالعه حرکت قایقهای بادی دستگاهی مطابق شکل روبرو ساخته است اگر اصطکاک بین چرخها و زمین ناچیز باشد. اولاً با دلیل توضیح دهید که آیا چهار-چرخه حرکت میکند؟

ثانیاً: اگر جواب قسمت اولاً منفی است، روشهایی را پیشنهاد کنید تا چهار چرخه به جلو حرکت کند. دلیل حرکت چهار چرخه در قسمت اخیر چیست؟



مسئلهٔ ۳ ــ صفحهٔ ۷۴ ــ در شکل زیر $m_۱ = ۲۵kg$ و $m_۲ = ۱۰\ kg$ و نیروی اصطکاک بین جسم $m_۱$ و میز ۳۰N می‌باشد. اگر از جرم نخ و قرقره و اصطکاک قرقره صرفنظر شود:

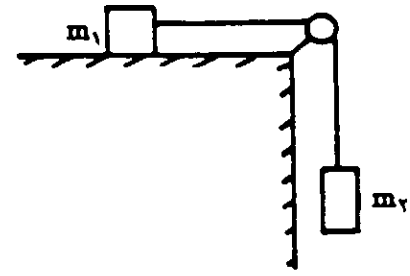
الف: شتاب حرکت و کشش نخ را حساب کنید.

---

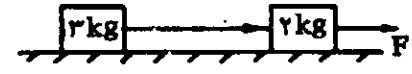
۱ ــ لطفاً واحد g را به صورت فوق در کتاب اصلاح نمائید.

ب: پس از ۳ ثانیه وزنه m_2 چه مسافتی پائین می‌آید و سرعت آن در این لحظه چقدر است؟

(g = ۱۰N/kg) الف) ۸۰N و ۲m/S^2 ب) ۶m/s و ۹m



مسئلهٔ ۵ ــ صفحه ۷۵ ــ دو وزنه به جرمهای ۲kg و ۳kg بوسیله ریسمانی روی سطح افقی بدون اصطکاکی به هم وصل هستند نیروی افقی F = ۱۰N به آنها شتاب میدهد اگر پس از ۳ ثانیه نخ مابین آنها پاره شده و نیروی F همچنان به وزنه ۲ کیلوگرمی وارد شود مطلوب است:



الف) فاصله دو جسم از هم ۶ ثانیه پس از شروع حرکت

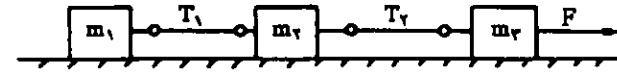
ب) فاصله جسم سنگینتر پس از ۶ ثانیه از نقطه شروع حرکت

ج) فاصله جسم سبکتر پس از ۶ ثانیه از نقطه شروع حرکت

د) رسم نمودار سرعت ــ زمان دو وزنه روی یک دستگاه مختصات در مدت ۶ ثانیه

جواب: الف ــ ۲۲/۵m ب ــ ۲۷m ج ــ ۴۹/۵m

مسئلهٔ ۸ ــ صفحه ۷۵ ــ سه وزنه m_1 = ۲۰kg و m_2 = ۴۰kg و m_3 = ۶۰kg روی سطح افقی بدون اصطکاک بوسیله ریسمان به یکدیگر اتصال دارند. به آنها نیروی افقی F = ۶۰N وارد میکنیم. پیدا کنید: اولاً: کشش نخهای T_1 و T_2 را. ثانیاً ــ اگر نیروی F در خلاف جهت نشان داده شده به وزنه m_1 وارد می‌شد آیا کشش نخها تغییر می‌کردند؟ با محاسبه جواب دهید.



جواب: اولاً: T_2 = ۳۰N و T_1 = ۱۰N ثانیاً: T_2 = ۳۰N و T_1 = ۵۰N

مسئلهٔ ۱۱ ــ صفحه ۷۷ ــ دو جسم A و B به جرمهای m_A = ۱۵kg و M_B = ۱۰kg مطابق شکل با زنجیر یکنواختی به جرم ۵kg به هم وصل و نیروی F = ۳۳۰N را در راستای قائم به آنها وارد میکنیم اگر سیستم از حال سکون شروع به حرکت کند، اولاً: سیستم پس از دو ثانیه در چه ارتفاعی از زمین خواهد بود.

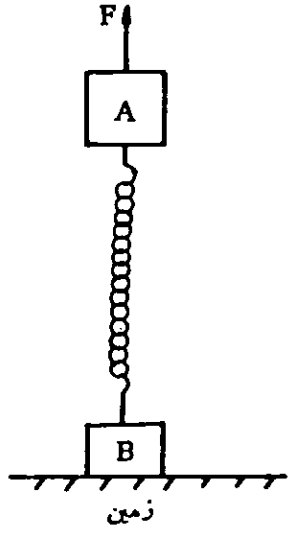
ثانیاً: کشش زنجیر در بالاترین، وسط و پائین‌ترین نقطه آن را حساب کنید. ($g = ۱۰\frac{N}{Kg}$)

جواب: اولاً ۲m

ثانیاً: T_1 = ۱۶۵N

T_2 = ۱۳۷/۵N

T_3 = ۱۱۰N



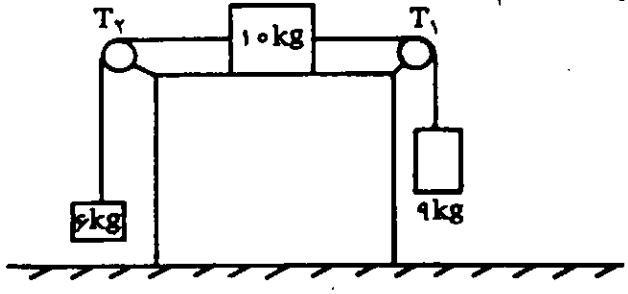
مسئلهٔ ۱۲ ــ صفحه ۷۷ ــ مطابق شکل سه جسم توسط ریسمانی به هم متصل هستند. نیروی اصطکاک بین سطح میز و وزنهٔ ۱۰ کیلوگرمی برابر ۲۰N می‌باشد. پیدا کنید:

اولاً: شتاب حرکت سیستم (g = ۱۰N/kg) ثانیاً: کشش نخها را (T_1 و T_2)

جواب: اولاً ۰/۴$\frac{m}{S^2}$

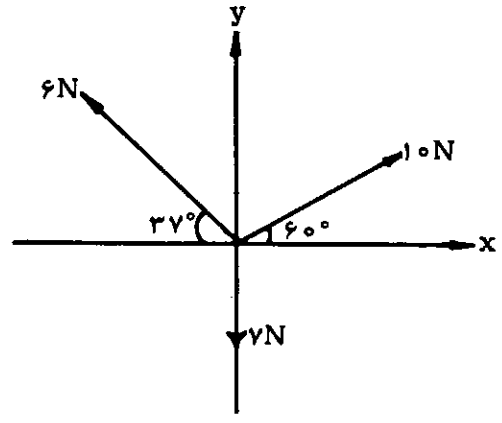
ثانیاً: T_1 = ۸۶/۴N

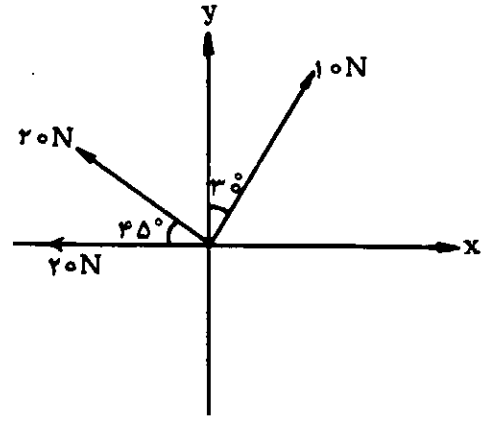
و T_2 = ۶۲/۴N



مسائل فصل چهارم «بردار و ترکیب کمیتهای برداری»

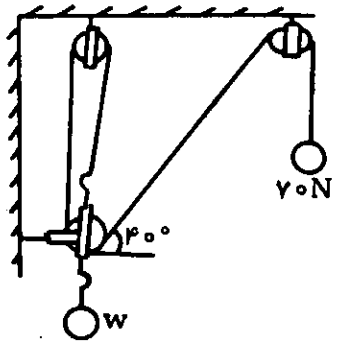
مسئلهٔ ۲ ــ صفحه ۹۰ ــ برآیند نیروهای نشان داده شده در شکل‌های زیر را بدست آورید.



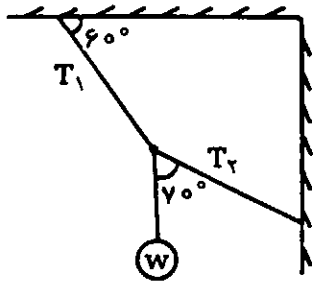


مسئله ۷ ــ صفحه ۹۲ ــ در شکل زیر وزنه W چند نیوتن باشد تا دستگاه به حال تعادل بماند؟ از وزن قرقره‌ها و اصطکاک آنها صرفنظر می‌شود.

جواب: ۱۸۵N



مسئله ــ ۱۰ صفحهٔ ۹۳ــ در شکل زیر حداکثر نیروی کششی که نخ‌ها می‌توانند تحمل کنند ۸۰N می‌باشد بیشترین نیروی w چند نیوتن می‌تواند باشد.

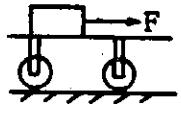


جواب ≈ ۵۵ N

پرسشها و مسائل فصل پنجم:«اصطکاک ــ مقاومت هوا»

پرسش ۶ صفحه ۱۰۷ ــ جسمی را با سرعت V_0 درهوا در راستای قائم بطرف بالا پرتاب می‌کنیم. زمان بالا رفتن و پائین آمدن جسم را تا نقطه شروع حرکت باهم مقایسه کنید.

مسئله ۵ ــ صفحه ۱۰۸ ــ درشکل مقابل وزن چهار چرخه ۲۰۰N و وزن جعبه ۲۰N و اصطکاک بین چهار چرخه و زمین ناچیز می‌باشد. ابتدا نیروی $F=F_1=2N$ و سپس $F=F_2=20N$ به جعبه وارد می‌کنیم. اگر ضریب اصطکاک لغزشی جعبه و چهارچرخه ۰/۲۵ باشد تعیین کنید نیروی اصطکاک بین جعبه و چهارچرخه و شتاب حرکت آنها را در دوحالت ($g \simeq 10N/kg$)



جواب: ۵۵ N

شتاب جعبه $7/5\ m/s^2$ و ۵N (ثانیاً $\frac{1}{11} m/s^2$ و $\frac{20}{111}$ N)اولاً: جواب:

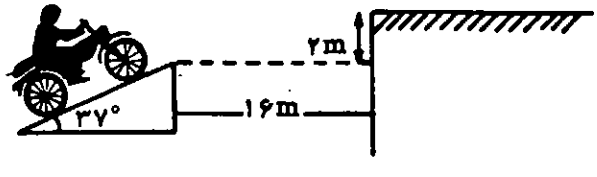
شتاب چهار چرخه $0/25\ m/s^2$

مسئله ۶ــ صفحه ۱۰۸ــ جسمی به جرم ۱۶kg پائین سطح شیبداری به زاویه ۳۷ درجه قرار دارد. نیروی افقی ۳۰۰N لازم است تا به آن شتاب $25\ m/s^2$ بطرف بالای سطح بدهد نیروی اصطکاک و ضریب اصطکاک بین جسم و سطح شیبدار را پیدا کنید؟

($g \simeq 10\ N/kg$)جواب: ۱۴۰N و ۰/۴۵

مسائل فصل ششم «حرکت برمسیر منحنی ــ حرکت در صفحه»

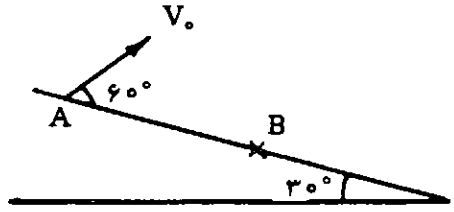
مسئله ۱۰ صفحه ۱۲۶ موتور سواری (مطابق شکل زیر) با چه



سرعتی سطح شیبدار را ترک کند تا برروی سطح افقی مقابل فرود آید؟ ($g = 9/8\ m/s^2$) جواب: ۱۴ m/s

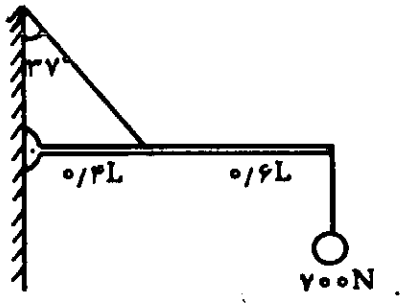
مسئله ۱۱ ــ صفحه ۱۲۷ ــ مطابق شکل زیر از نقطه A توپ کوچکی با سرعت $2\sqrt{10}$ m/s پرتاب میشود و درنقطهٔ B روی سطح فرود می‌آید: فاصله AB چندمتر است؟ ($g \simeq 10 m/s^2$)

جواب: ۸m



«مسائل فصل نهم» «دوران»

مسئله ۶ ــ صفحه ۱۹۷ ــ درشکل زیر میله یکنواخت بطول L و وزن ۵۰۰N بطور افقی قرار دارد پیدا کنید کشش نخ و نیروئی که



دیوار به میله وارد می‌کند.

جواب: ۲۹۶۸N

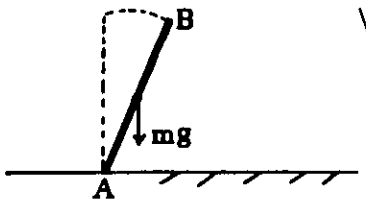
۲۱۳۳ N تحت زاویه ۳۳ درجه زیر سطح افق

*** مسئله ۷ ــ صفحه ۱۹۸ ــ** کره‌ای به جرم m از بالای سطح شیبداری به زاویه α به پائین می‌غلتد. اگر گشتاور ماند کره نسبت به قطرش $\frac{2}{5}mR^2$ باشد شتاب حرکت کره را حساب کنید؟

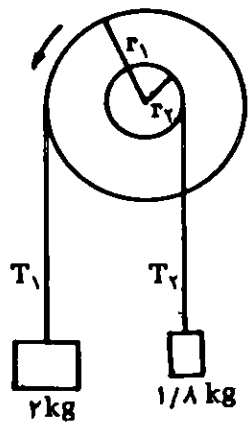
جواب: $\frac{5}{7}g\sin\alpha$

مسئلهٔ ۸ ــ صفحهٔ ۱۹۸ ــ میلهٔ یکنواخت AB به جرم M و طول L بطور قائم روی سطح افقی نگاهداشته شده است. اگر میله را رهاکنیم تا حول نقطه A چرخیده و به حالت افقی درآید سرعت زاویه‌ای آن درهنگام رسیدن به زمین چقدر است؟

جواب: $\sqrt{\frac{3g}{l}}$



مسئلهٔ ۹ ــ صفحهٔ ۱۹۸ ــ درشکل مقابل گشتاور ماند قرقره $1/7 kg.m^2$ می‌باشد.



اگر $r_1 = 50$ cm و $r_2 = 20$ cm باشد. شتاب زاویه‌ای قرقره و کشش نخ‌های T_1 و T_2 را محاسبه کنید. ($g = 9/8$ N/kg)

جواب: $T_2 = 18/6N$ و $T_1 = 16/8N$ و $2/76 rad/s^2$

فیزیک (رشته ریاضی فیزیک)

حرکات ارتعاشی و امواج ــ مسائل صفحه ۲۲

۸ ــ معادله ارتعاشی دو نقطه از محیط بصورت $y_1 = 2\sin(20\pi t - \frac{2\pi}{5})$ و $y_2 = 2\sin(20\pi t - \frac{3\pi}{5})$ است اگر دو نقطه با منبع ارتعاشی در یک امتداد بوده و سرعت انتشار موج در محیط ۱۵m/s باشد حداقل فاصله دو نقطه از هم چقدر می‌باشد.

جواب: ۱۵cm

۹ ــ وزنه ۳۰۰ گرمی به انتهای فنری که بالای میزی آویزان است بسته شده و در راستای قائم نوسان می‌کند. فاصله وزنه تا میز در پائین‌ترین وضعیتش ۲ cm و در بالاترین وضع ۱۶ cm است. اگر پرید ارتعاشات وزنه ۴ ثانیه باشد پیدا کنید: الف ــ ثابت فنر ــ ب ــ سرعت و شتاب وزنه وقتی که فاصله آن تا میز ۹ سانتی‌متر است ج: سرعت و شتاب آنرا وقتی که فاصله‌اش تا میز ۱۲ سانتی‌متر می‌باشد.

جواب: الف) ۰/۷۴N/m ≃ ب) (صفر و ۰/۱۱m/s ≃)

ج) ($0/074 m/s^2$ و ۰/۰۹۹ m/s ≃)

۱۰ ــ جسمی به جرم g ۱۰ روی پاره خطی بطول ۴۸ سانتی‌متر دارای حرکت نوسانی ساده است و در مدت ۸ ثانیه ۴ بار طول پاره

* لطفاً صورت این مسئله را در کتاب بصورت فوق اصلاح نمائید.

خط را طی می‌کند. اگر این جسم در مبدأ زمان در بُعد ماگزیمم باشد، پیدا کنید: الف: بعد حرکت در لحظه t = ۰/۵ s و اندازه و جهت نیروی وارد به جسم در این لحظه

ب: حداقل زمانیکه طول می‌کشد تا از شروع حرکت به وضعیت y=۱۲cm برسد و سرعت آن در این لحظه.

جواب: الف) $۱۶/۸\text{cm}$ و $۴/۱۴ \times ۱۰^{-۳}\ \text{N}$

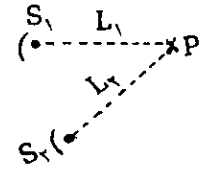
ب) $۳۲\ \text{cm/s}$ و $\frac{۴}{۳}\ \text{s}$

۱۱ ــ جسم کوچکی حرکت نوسانی ساده در سطح افق با دامنه ۱۰cm انجام می‌دهد در ۶ سانتی‌متری وضع تعادل، سرعت آن ۲۴ cm/s می‌باشد. پیدا کنید پرید نوسانات جسم را؟

جواب: $\frac{۲\pi}{۳}\ \text{s}$

ترکیب حرکات ارتعاشی ــ تداخل امواج مسائل صفحه ۴۱

۶) دو منبع صوتی هم فاز و هم پرید $S_۱$ و $S_۲$ باهم امواجی را به محیط می‌فرستند اگر طول موج برابر ۶۰ cm و $L_۲ = ۲۰۰\ \text{cm}$ باشد $L_۱$ چه مقادیری می‌تواند داشته باشد در صورتیکه شدت صوت در P: الف ــ ماگزیمم باشد ب: می‌نیمم باشد



جواب: الف $(n ۶۰ \pm ۲۰۰)$ ۰۰۰۰ و ۲ و ۱ و ۰ = n و

ب) $(n ۶۰ \pm ۲۳۰)$

۷ ــ دو حرکت ارتعاشی هم پرید $y_۱ = ۵ \sin(\omega t + \frac{\pi}{۶})$ و $y_۲ = a_۲ \sin(\omega t + \theta_۲)$ باهم به نقطه‌ای از محیط قابل ارتعاشی می‌رسند. اگر معادله ارتعاشی نقطه مزبور بصورت $y = ۲ \sin(\omega t + \frac{\pi}{۶})$ باشد مطلوب است محاسبه $a_۲$ و $\theta_۲$

جواب $a_۲ = ۳$ و $\theta_۲ = \frac{۷\pi}{۶}\ \text{rad}$

صوت (مسائل صفحه ۷۷)

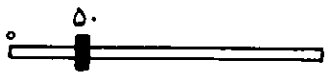
۵ ــ قطاری سوت زنان با سرعت ۳۰ m/s به شخصی که کنار ریلها ایستاده است نزدیک و سپس از او دور می‌شود. اگر فرکانس سوت قطار ۹۵۲ HZ باشد. فرکانسی که شخص می‌شنود، در هریک از دو حالت زیر محاسبه کنید: الف ــ وقتی که قطار به او نزدیک می‌شود ب ــ وقتی که قطار از او دور می‌شود. سرعت صوت در هوا ۳۱۰m/s می‌باشد.

جواب: الف) ۱۰۵۴ HZ ب) ۸۶۸ HZ

۶ ــ قطاری با سرعت ۲۴ m/s روی ریلهای مستقیم در حرکت است. فرکانس سوت قطار ۵۵۰ HZ و سرعت صوت در محیط ۳۲۴m/s می‌باشد. طول موجی که بگوش ناظر ساکن در جلو و عقب قطار می‌رسد را حساب کنید.

جواب: در جلو ۵۴/۵ cm در عقب ۶۳/۲ cm

۷ ــ میله‌ای به طول ۲۰۰ cm مطابق شکل در ۵۰ سانتی‌متری یک انتهایش در گیره‌ای قرار دارد. اگر حداقل فرکانس ارتعاشی میله با امواج طولی در این وضعیت ۳۰۰۰ هرتز باشد. سرعت صوت در میله چقدر است.



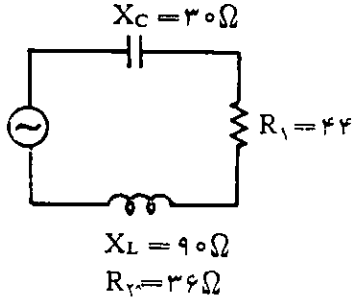
جواب: ۶۰۰۰ m/s

جریان متناوب ــ مسائل صفحه ۱۰۷

۱۰ ــ مداری مطابق شکل روبرو به جریان متناوبی به فرکانس ۶۰ هرتز متصل است. اگر اختلاف پتانسیل مؤثر دو سر مدار ۲۰۰ ولت باشد پیدا کنید الف) شدت جریان مؤثر ب) اختلاف پتانسیل مؤثر دو سر هر قسمت ج) ضریب توان و توان مصرفی مدار

جواب: الف) ۲ A و ب)* $V_L = ۱۹۴\ \text{v}$ و $V_R = ۸۸\text{v}$ و $Vc = ۶۰\ \text{V}$ و

ج) ۳۲۰ w و ۰/۸



۱۱ ــ معادلهٔ اختلاف پتانسیل بین دو نقطه از مدار جریان متناوبی همواره بصورت $V = ۲۰۰ \sin ۲۵۰\ t$ می‌باشد. اولاً: بین دو نقطه سیم‌پیچی به مقاومت R و ضریب خودالقائی L قرار میدهیم. معادله شدت جریان در مدار بصورت $I = \sqrt{۲} \sin(۲۵۰\ t - \frac{\pi}{۴})$ می‌شود. مقاومت ظاهری مدار و مقادیر R و L را حساب کنید. ثانیاً: خازنی به ظرفیت C را به طور متوالی به اجزاء فوق بین همان دو نقطه اضافه می‌کنیم. شدت جریان نسبت به حالت قبل $\frac{\pi}{۱۲}$ رادیان تقدم فاز پیدا می‌کند. مقدار C و شدت جریان مؤثر را در اینحالت حساب کنید.

ثانیاً: ۱ A و ۲۰ μF و اولاً ۰/۴ H و ۱۰۰Ω و ۲Ω

۱۲ ــ معادله شدت جریان در مداری که شامل خازن C و مقاومت R = ۳۵ Ω است، بصورت $I = ۴/۲ \sin(۱۰۰\pi t + \frac{\pi}{۶})$ می‌باشد. اگر اختلاف پتانسیل مؤثر دو سر مدار ۲۱۰ ولت باشد. معادله اختلاف پتانسیل دوسر مدار را بنویسید.

$(\sqrt{۲} = ۱/۴)$

---

* در کتاب درسی مانند فوق اصلاح نمائید.

جواب: $V = 21\sqrt{2} \sin(100\pi t - \frac{\pi}{6})$

فیزیک (رشته تجربی)

فصل ۷ میدانهای الکتریکی ــ مسائل صفحه ۱۷۱

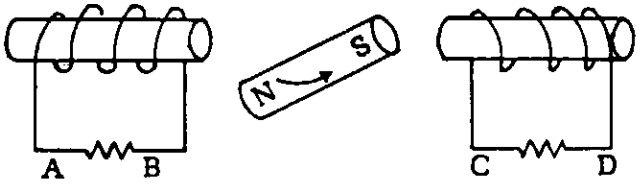
۸ ــ سه خازن که ظرفیت هر یک ۱۲۰ PF می‌باشد را به طور جداگانه با اختلاف پتانسیل ۵۰۰ V شارژ کرده و سپس به طور سری به هم وصل می‌کنیم پیدا کنید:

الف ــ اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه ب: انرژی ذخیره شده در مجموعه

جواب: الف) ۱۵۰۰ ولت ب) ۴۵ میکروژل

فصل ۸ القای مغناطیسی صفحه (۱۸۲)

پرسش ۱ ــ در شکل زیر آهن‌ربای NS در جهت نشان داده شده حول محوری عمود بر صفحه کاغذ که از وسط آهن‌ربا می‌گذرد می‌چرخد. جهت جریان القائی در مقاومت AB و CD را در وضعیت نشان داده شده در شکل را مشخص کنید.

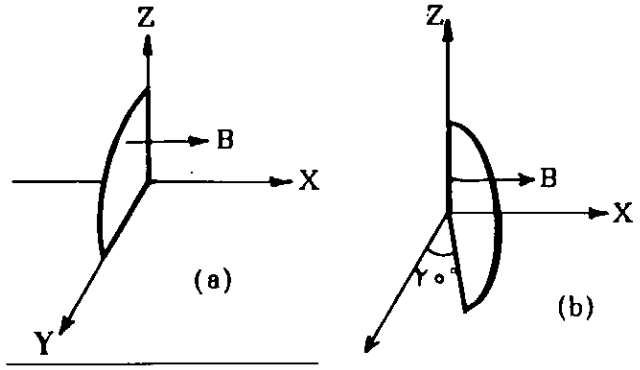


مسائل صفحه ۱۸۳ و ۱۸۴

۱ ــ یک چهارم حلقه‌ای به مساحت $15\ cm^2$ مطابق شکل‌های زیر در میدان مغناطیسی یکنواختی قرار گرفته است. اگر اندوکسیون مغناطیسی موازی محور x ها و برابر ۰/۱۶ T باشد فلوی مغناطیسی را که از این حلقه می‌گذرد حساب کنید.

جواب: *$\Phi_a = 2/4 \times 10^{-4}$ wb

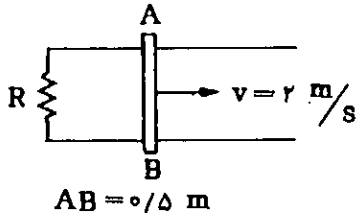
$\Phi_b = 2/25 \times 10^{-4}$ wb



* پاسخ این مسئله را در کتاب درسی بصورت فوق اصلاح نمایید.

۲ ــ مطابق شکل زیر میله فلزی AB با سیمهای رابط و مقاوم R مدار بسته‌ای را تشکیل می‌دهد میله AB با سرعت ۲ m/s در جهت نشان داده شده حرکت می‌کند. اگر اندوکسیون مغناطیسی عمود بر سطح مدار بطرف داخل کاغذ و برابر ۰/۱۵ T باشد. اندازه و جهت شدت جریان در مدار را مشخص کنید. مقاومت کل مدار ۳ Ω می‌باشد.

جواب: 5×10^{-2} A



۳ ــ سیم‌پیچی مسطحی به شعاع ۸ mm که دارای ۵۰ حلقه است در میدان مغناطیسی به اندوکسیون ۰/۳ T واقع است و ماگزیمم فلو از آن می‌گذرد. در مدت ۰/۰۲ ثانیه سیم‌پیچ به وضعی می‌رسد که هیچ فلویی از آن نمی‌گذرد. نیروی محرکه القا شده در دو سر سیک‌پیچ را حساب کنید.

جواب: ولت ۰/۱۵

ادامه مسائل و پرسشهای فیزیک تجربی

فصل اول حرکت بر روی خط راست

مسئله ۴ صفحه ۲۴، مسئله ۴ صفحه ۴۵ مکانیک ریاضی است.
مسئله ۱۳ صفحه ۲۶، مسئله ۱۳ صفحه ۴۵ مکانیک ریاضی است.
مسائل ۱۷ و ۱۸ صفحه ۲۷، مسائل ۱۴ و ۱۵ صفحه ۴۷ مکانیک ریاضی است.

فصل دوم «دینامیک ذره»

پرسش ۸ صفحه ۴۶: آیا جمله زیر دربارهٔ حرکت یک جسم درست است؟

دربارهٔ جواب خود توضیح دهید.

«اگر بردار شتاب ثابت باشد حرکت الزاماً بر روی خط راست خواهد بود.»

پرسش ۲۱ صفحهٔ ۴۷، پرسش ۲۱ صفحه ۶۹ مکانیک ریاضی است.
مسائل ۹ و ۱۰ صفحه ۵۳، مسائل ۸ صفحه ۷۵ و ۱۲ صفحه ۷۷ مکانیک ریاضی است.

فصل پنجم: حرکت ارتعاشی و امواج

مسئله ۸ صفحه ۱۱۹، مسئله ۱۰ صفحه ۲۲ فیزیک رشته ریاضی است.

جواب پرسشها و مسائل مکانیک چهارم ریاضی ـ فیزیک

سینماتیک

پرسش شماره ۶ ص ۴۱ (حرکت بر روی خط راست):

الف: از رابطه $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ و با توجه به نمودار معلوم می‌شود که شتاب در مرحله سوم حرکت حداکثر مقدار را دارد.

$$|a_۳| = \left|\frac{۰ - ۳۰}{۸ - ۷}\right| = ۳۰\ m/s^۲$$

ب: متحرک از ثانیه هشتم تا دوازدهم یعنی چهار ثانیه ساکن شده است.

ج: اندازه مسافت طی شده از نظر مقدار برابر مجموع اندازه‌های سطح زیر نمودار سرعت ـ زمان با محور زمان میباشد.

$$S_۱ = \frac{(۷ - ۳) + ۸}{۲} \times ۳۰ = ۱۸۰$$

$$S_۲ = \frac{(۲۳ - ۱۵) + (۲۸ - ۱۲)}{۲} \times -۱۵ = -۱۸۰$$

$$|x| = |s_۱| + |s_۲| \Rightarrow x = ۳۶۰\text{m}$$

د: اندازه جابجائی متحرک برابر جمع جبری اندازه مساحتهای سطح زیرنمودار سرعت ـ زمان با محورزمان میباشد.

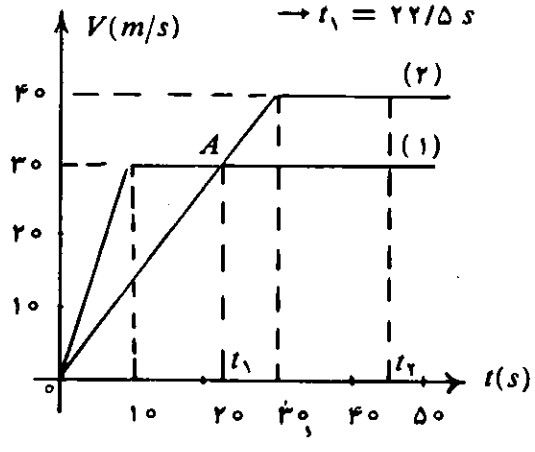
$$|x| = |s_۱ + s_۲| \rightarrow x = ۱۸۰ - ۱۸۰ \rightarrow x = ۰$$

پرسش ۷ ص ۴۱:

الف: در لحظه‌ایکه نمودارهای سرعت ـ زمان دو اتومبیل یکدیگر را قطع کرده‌اند سرعت دو اتومبیل با هم دیگر برابر میباشند (نقطه A)

$$a_۲ = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{۴}{۳}\ m/s^۲$$

$$V_۱ = ۳۰\ m/s, V_۲ = a_۲ t_۱ \rightarrow V_۱ = V_۲ \rightarrow t_۱ = ۲۲/۵\ s$$



در این لحظه سرعت دو اتومبیل با هم برابر میباشند ولی چون سطح زیر نمودارهای سرعت ـ زمان دو اتومبیل تا این لحظه برابر نیستند. درنتیجه مسافات طی شده با هم برابر نبوده و دو اتومبیل در کنار هم نیستند.

ب: اگر در لحظه $t_۲$ دو اتومبیل دوباره کنار هم قرار گیرند میتوان نوشت:

$$x_۱ = x_۲ \rightarrow s_۱ = s_۲ \rightarrow \frac{(t_۲ - ۱۰) + t_۲}{۲} \times ۳۰$$

$$= \frac{(t_۲ - ۳۰) + t_۲}{۲} \times ۴۰ \rightarrow t_۲ = ۴۵\ s,$$

$$|x_۱| = |s_۱| \rightarrow x_۱ = x_۲ = ۱۲۰۰\text{m}$$

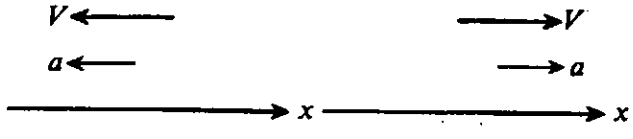
پرسش ۱۴ ص ۴۳:

معادله حرکت یک ذره، رابطه‌ای است بین مختصات ذره در یک دستگاه مختصات مرجع با زمان حرکت. در این فصل از کتاب حرکت بر روی خط راست مورد بررسی است، یعنی حرکت یک بعدی بررسی میشود و تنها درنظر گرفتن یک محور کفایت دارد.

چنانچه قدر مطلق تندی متحرکی باگذشت زمان افزایش یابد حرکت را تند شونده و اگر کاهش یابد حرکت را کند شونده مینامند. اگر سرعت ذره در لحظه $t_۱$ برابر $V_۱$ و در لحظه $t_۲$ برابر $V_۲$ باشد و $\Delta t = t_۲ - t_۱ = ۱\ s$ فرض شود خواهیم داشت.

$\vec{V}_۲ = \vec{V}_۱ + \vec{a}$ از رابطه اخیر و با توجه به نمودار زیر نتیجه میشود که:

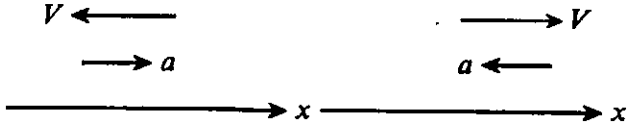
«هر لحظه که بردارهای تندی و شتاب هم جهت باشند حرکت در آن لحظه تند شونده و اگر مختلف‌الجهت باشند حرکت در آن لحظه کندشونده میباشد».



$a < ۰, V < ۰$ $\quad$ $a > ۰, V > ۰$

$a \cdot V > ۰$ $\quad$ $a \cdot V > ۰$

در دو حالت فوق حرکت تند شونده است.



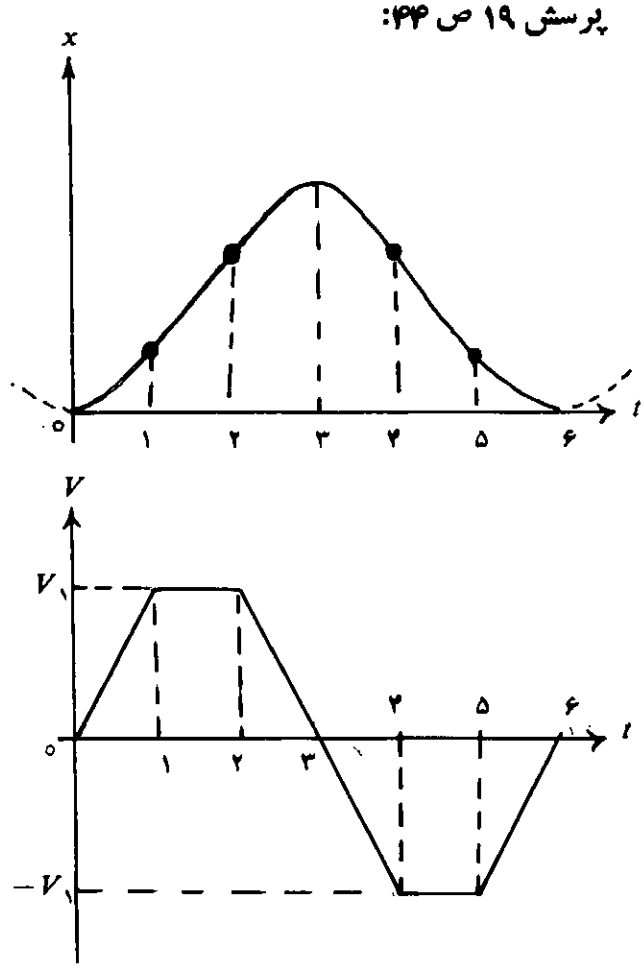
$V < ۰, a > ۰$ $\quad$ $V > ۰, a < ۰$

$a \cdot V < ۰$ $\quad$ $a \cdot V < ۰$

در دو حالت فوق حرکت کند شونده میباشد.

به عنوان مثال حرکت پرتاب در راستای قائم بـه طرف بالا را میتوان با بیان فوق بررسی کرد.

پرسش ۱۹ ص ۴۴:



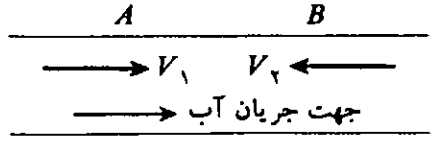
مسئله ۴ ص ۴۵:

اگر سرعت قایق در آب ساکن V و سرعت جریان آب V' باشد میتوان نوشت:

سرعت رفت $V_1 = V + V' = ۱۲\ m/s$

سرعت برگشت $V_2 = V - V' = ۸\ m/s$

$$\bar{V} = \frac{۲}{\frac{۱}{V_1} + \frac{۱}{V_2}} \rightarrow \bar{V} = ۹/۶\ m/s$$



مسئله ۱۳ ص ۴۷:

مسافت طی شده در ثانیه آخر حرکت یا مسافت طی شده در ثانیه tام

$$h_t = \frac{۱}{۲} g(۲t - ۱) + V_۰$$

زمان کل حرکت $V_۰ = ۰ \rightarrow t = ۵\ s$

$$h = \frac{۱}{۲} gt^۲ + V_۰ t \rightarrow h = ۱۲۲/۵\text{m}$$

مسئله ۱۴ ص ۴۷:

الف:

مسافتی‌که جسم بالا میرود $h' = \frac{V_۰^۲}{۲g} \rightarrow h' = ۲۸/۸\text{m}$

زمانی که جسم بـالا میرود $t' = \frac{V_۰}{g} \rightarrow t' = ۲/۴s$

ب: جسم از نقاط بالای نقطه پرتاب دوبار عبور میکند یکی در لحظه t_1 وقتی که بالا میرود و دیـگری در لحظه t_2 در هنگام بـرگشت و چـون تنـدی جسم در ایـن نـقـاط هنـگـام بـالا رفتن و پـایین آمدن قرینه یکدیگرنـد از رابطه تندی $V = gt + V_۰$ نتیجه میشود.

$t_1 = ۱/۸s, t_2 = ۳s$

ج: اگـر ارتفاع نقطه پرتـاب از زمین $h_۰$ بـاشد در لحظه رسیدن جسم بـه زمین $h = -h_۰$ میباشد از معـادلـه حـرکت $h = \frac{۱}{۲} gt^۲ + V_۰ t$ نتیجه میشود.

$t = ۵/۴s$

مسئله ۱۵ ص ۴۷:

الف: $h = \frac{۱}{۲} gt^۲ \rightarrow h = ۱۹۶۰\text{m}$

ب: در این حـالت حرکت بطری، پرتـاب در راستای قایم و بطرف بالا با سرعت $۵۰ m/s$ میباشد. در لحظه رسیدن بطری به زمین $h = -h_۰$ میشود از آنجا نتیجه میشود.

$h_۰ = ۹۶۰\text{m}$

مسئله ۲۱ ص ۴۸:

در حرکت بـا شتاب ثـابت مسافات طی شده در زمـانهای متساوی و متوالی θ با یکدیگر تشکیل تصاعد عددی میدهند به قدر نسبت $d = a \cdot \theta^۲$ که a شتاب حرکت میباشد.

$$x_۴ - x_۲ = ۲d \rightarrow d = ۲۵ \rightarrow a\theta^۲ = ۲۵ \rightarrow a = ۴\ m/s^۲$$

$$x = \frac{۱}{۲} at^۲ \rightarrow x = ۲۰۰\text{m}$$

دینامیک:

پرسش ۹ ص ۶۸:

با توجه به رابطه $f = \frac{\Delta(mV)}{\Delta t}$ میتوان به سؤال‌پاسخ داد. زمان برخورد تـا توقف به زمین سخت بـه مراتب کوچکتر از

زمان برخورد تا توقف با توده علف خشک است.

پرسش ۲۱ ص ۶۹:

اولاً: چون نیروئی که از طرف هوا به پنکه و بادبان وارد میشود مساوی و در خلاف جهت یکدیگرند و پنکه و بادبان به چهارچرخه متصل ویک جسم را تشکیل میدهند در نتیجه برآیند آنها صفر میباشد و چهارچرخه حرکت نمیکند.

ثانیاً: دانش‌آموز میتواند پنکه را روی زمین قرار دهد. تا نیروی خارجی‌که هوا بر بادبان وارد میکند چهارچرخه را بجلو براند یا آنکه پنکه را ۱۸۰ درجه بچرخاند در اینصورت نیروئی که پنکه بر هوا و هوا بر پنکه وارد میکند مساوی و در خلاف جهت یکدیگر میباشند در نتیجه در اینحالت نیز بر چهارچرخه از خارج نیرو وارد میشود و چهارچرخه جلو میرود و هوا به عقب رانده میشود.

مسئله ۳ ص ۷۴:

الف:

$$f = m \cdot a \begin{cases} m_2 g - T = m_2 a \\ T - f_f = m_1 a \end{cases}$$

از حل دو معادله دو مجهولی فوق a و T محاسبه میشود.

ب: از معادلات حرکت و سرعت ($x = \frac{1}{2} at^2$ و $v = at$) مسافت طی شده و سرعت هر یک از وزنه‌ها را میتوان محاسبه نمود.

مسئله ۵ ص ۷۵:

الف: قبل از پاره شدن نخ بین دو وزنه شتاب حرکت آنها با هم برابر میباشد.

$$f = m \cdot a \rightarrow a = \frac{10}{2+3} \rightarrow a = 2 m/s^2$$

$$t = 3s \, , t = 6 - t \rightarrow t = 3s$$

پس از پاره شدن نخ حرکت جسم سبکتر با شتاب a_1 و حرکت جسم سنگینتر با تندی ثابت میباشد. اگر سرعت وزنه‌ها قبل از پاره شدن نخ V فرض شود معادلات حرکت دو جسم پس از پاره شدن نخ بصورت زیر است:

$$x_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 + V t_1 \, , x_2 = V t_1$$

$$a_1 = \frac{f}{m_1} = 5 \, m/s^2 \rightarrow \Delta x = x_1 - x_2 \rightarrow \Delta x$$

$$= \frac{1}{2} a_1 t_1^2 \rightarrow \Delta x = 22/5 \text{m}$$

با صرفنظر کردن ازطول نخ نتیجه می‌شود که فاصله دو جسم پس از ۶ ثانیه برابر ۲۲/۵ متر میباشد.

ب: اگر فاصله دو جسم از نقطه شروع حرکت و قبل از پاره شدن نخ x باشد میتوان نوشت.

$$x = \frac{1}{2} at^2 \rightarrow x = 9 \text{m}$$

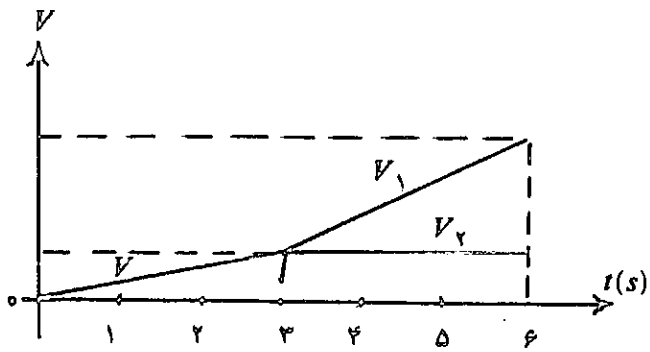
$$V = at \rightarrow V = 6 m/s$$

$$x_2 = x + Vt_2 \rightarrow x_2 = 27 \text{m}$$

$$x_1 = x_2 + \Delta x \rightarrow x_1 = 49/5 \text{m}$$

ج: معادله سرعت وزنه‌ها قبل از پاره شدن نخ بصورت $V = at$ و معادله وزنه‌ها پس از پاره شدن نخ بصورت $V_2 = V = 6 \, m/s$ میباشد. و

$$V_1 = a_1 t_1 + V$$



مسئله ۸ ص ۷۵:

اولاً: شتاب مشترک حرکت وزنه‌ها.

$$f = ma \rightarrow a_1 = 0/5 \, m/s^2$$

$$F - T_2 = m_2 a_1 \rightarrow T_2 = 30 \text{N}$$

$$T_1 = m_1 a_1 \rightarrow T_1 = 10 \text{N}$$

ثانیاً: $a_2 = a_1 = 0/5 m/s^2$ میباشد.

$$f = ma \rightarrow \begin{cases} F - T_1 = m_1 a_2 & T_1 = 50 \text{N} \\ T_2 = m_2 a_2 \rightarrow T_2 = 30 \text{N} \end{cases}$$

مسئله ۱۱ ص ۷۷:

اولاً: اگر جرم زنجیر m فرض شود میتوان نوشت.

$$f = ma \rightarrow F - (m_A + m_B + m)g$$

$$= (m_A + m_B + m) \, a \rightarrow a = 1 m/s^2,$$

$$x = \frac{1}{2} at^2 \rightarrow x = 2 \text{m}$$

ثانیاً:

$$f = ma \begin{cases} T_1 - (m+m_B)g = (m+m_B)a \rightarrow T_1 = 165 \text{N} & \text{کشش زنجیربالاترین نقطه} \\ T_2 - \left(\frac{m}{2} + m_B\right)g = \left(\frac{m}{2} + m_B\right)a \rightarrow T_2 = 137/5 \text{N} & \text{کشش زنجیر در وسط} \\ T_3 - m_B g = m_B \, a \rightarrow T_3 = 110 \text{N} & \text{کشش زنجیردر پائین‌ترین نقطه} \end{cases}$$

مسئله ۱۲ ص ۷۷:

$$m_2 = 10 \text{kg}, m_1 = 9 \text{kg}$$

$$m_2 = 6\text{kg},$$

از حل سه معادله مجهولهای مسئله محاسبه میشوند.

$$f = ma \begin{cases} m_1 g - T_1 = m_1 a \\ T_1 - (T_2 + F_f) = m_2 a \\ T_2 - m_3 g = m_3 a \end{cases}$$

مسئله ۲ ص ۹۰:

$$R_x = 10\cos 60 - 6\cos 37 \rightarrow R_x = 0/2\text{N}$$

$$R_y = 10\sin 60 + 6\sin 37 - 7 \rightarrow R_x = 5/2\text{N}$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \rightarrow R = 5/204\text{N}$$

$$\text{tg}\theta = \frac{R_y}{R_x} \rightarrow \theta = 87/8^\circ$$

برای شکل دیگر نیز به همین ترتیب میتوان عمل نمود.

مسئله ۷ ص ۹۲:

اگر کشش نخ را T فرض کنیم داریم. $T = 70\text{N}$

چون سیستم درحال تعادل است برایند نیروهای وارد بر هر قرقره برابر صفر میباشد.

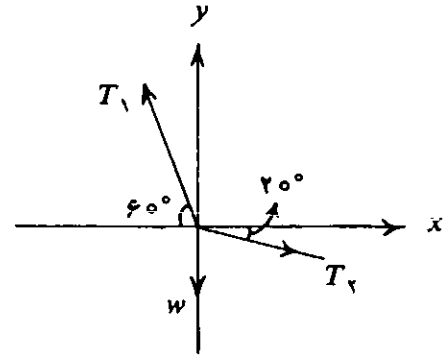
تصویر برآیندنیروهای وارد بر قرقرهایکه وزن w به آن متصل است در راستای قائم برابر صفرقرار داده و w را محاسبه میکنیم.

$$2T + T\sin 40 - w = 0 \rightarrow w \approx 185\text{N}$$

مسئله ۱۰ ص ۹۳:

چون سیستم به حال تعادل است میتوان نوشت

$$\sum F = 0 \begin{cases} \sum F_x = 0 \begin{cases} T_1\cos 60 - T_2\cos 20 = 0 \end{cases} \\ \sum F_y = 0 \begin{cases} T_1\sin 60 - w - T_2\sin 20 = 0 \end{cases} \end{cases}$$



چون حداکثر کشش مربوط به T_1 است $T_1 = 80\text{N}$ از معادله اول T_2 و از معادله دوم w محاسبه میگردد.

پرسش ۶ ص ۱۰۷:

به جسم دو نیروی وزن و مقاومت هوا وارد میشود. وقتی جسم بالا میرود این دو نیرو هم جهت و وقتی پائین میآید مخالف جهت یکدیگرند در نتیجه شتاب متوسط حرکت جسم در بالا رفتن بیشتر از هنگام پائین آمدن آن است و چون مسافت طی شده در دو حالت با هم برابرند نتیجه میگیریم که زمان بالا رفتن کوچکتر از زمان پائین آمدن جسم خواهد بود.

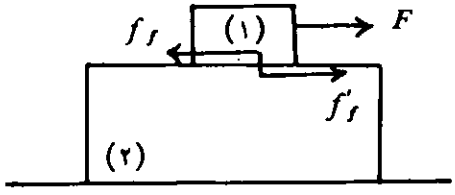
$$v = at + v_0 \begin{cases} 1)\, v = 0 \rightarrow t_1 = \frac{v_0}{|a_1|} \\ 2)\, v_0 = 0 \rightarrow t_2 = \frac{v}{a_2} \end{cases}$$ زمان‌کل‌حرکت

$$x = \frac{v + v_0}{2} t \begin{cases} 1)\, v = 0 \rightarrow x_1 = \frac{v_0}{2} t_1 = \frac{1}{2} |a_1| t_1^2 \\ 2)\, v_0 = 0 \rightarrow x_2 = \frac{v}{2} t_2 = \frac{1}{2} a_2 t_2^2 \end{cases}$$

$$x_1 = x_2 \rightarrow |a_1| t_1^2 = a_2 t_2^2,\ |a_1| > a_2 \rightarrow t_1 < t_2$$

مسئله ۵ ص ۱۰۸:

اگر به جسمی که روی جسم دیگری به حال سکون قرار دارد مطابق شکل نیروئی موازی سطح تماس دوجسم واردکنیم نیروی اصطکاک در سطح تماس آنها ظاهر شده و میخواهد از لغزش دو جسم بر روی هم جلوگیری کند. تا وقتیکه دو جسم روی هم شروع به لغزش نکرده‌اند به این نیرو، نیروی اصطکاک درحال سکون گفته میشود که با افزایش نیروی خارجی (F)، افزایش می‌یابد، و در آستانه حرکت به حداکثر مقدار خود میرسد و در آستانه حرکت از رابطه $f_s = \mu_s \cdot f_n$ محاسبه میشود.



چنانچه نیروی F آنقدر افزایش یابد که دو جسم روی هم بلغزند، نیروی اصطکاک اندکی کاهش می‌یابد و به آن نیروی اصطکاک لغزشی گفته میشود و ازرابطه $f_k = \mu_k \cdot f_n$ محاسبه میگردد که μ_s و μ_k ضریب اصطکاک «در حال سکون و لغزشی» (استاتیک و جنبشی) نامیده میشوند. باید توجه داشت که $\mu_s > \mu_k$:

اولاً: f_n (نیروی فشارنده عمود) و N عکس‌العمل تکیه‌گاه دو نیروی عمل و عکس‌العمل هستند.

$$|N| = |f_n|$$

ثانیاً: طبق قانون سوم نیوتن در سطح تماس دو جسم نیروی اصطکاک به هر دو جسم و در خلاف یکدیگر به دو جسم وارد

میشوند. در شکل f_r و f'_r نیروی اصطکاک وارد بر دو جسم (۱) و (۲) میباشند.

$$|f_r| = |f'_r|$$

ثالثا: چنانچه نیروی F از نیروی اصطکاک لغزشی بین دو جسم (f_k) کوچکتر باشد دو جسم (۱) و (۲) از هم جدا نمیشوند و اگر دو جسم بر جسم سومی متکی باشند و نیروی اصطکاک بین جسم (۲) و (۳) ناچیز باشد دوجسم (۱) و (۲) در اینحالت با یک شتاب شروع به حرکت میکند و نیروی اصطکاک بین دو جسم (f'_r) به جسم (۲) شتاب میدهد که از همینجا میتوان (f'_r) را محاسبه نمود. ولی چنانچه نیروی F از نیروی اصطکاک لغزشی (f_k) بزرگتر باشد جسم (۱) روی جسم (۲) شروع به لغزیدن میکند و در این حالت نیروی اصطکاک بین دو جسم همان نیروی اصطکاک لغزشی (f_k) میباشد. و همین نیروی f_k به جسم (۲) شتاب میدهد (در بیان فوق درمورد نیروی اصطکاک بین جسم (۲) و (۳) بحثی نشده است). با توجه به مطالب فوق مسئله ۵ را حل میکنیم.

$m_1 = ۲\text{kg}$ جرم جعبه

$m_2 = ۲۰\text{kg}$ جرم چهارچرخه

$f_k = \mu_k \cdot f_n = \mu_k m_1 g = ۵\text{N}$

در حالت اول $F_1 = ۲\text{N}$ پس $F_1 < f_k$ بوده و دو جسم با یک شتاب شروع به حرکت میکنند (از نیروی اصطکاک جسم (۲) و (۳) صرفنظر شده است).

$$f = ma \rightarrow a = \frac{۱}{۱۱}\, m/s^۲,$$

$$f = ma \rightarrow f'_f = m_2 a = \frac{۲۰}{۱۱}\,\text{N}$$

و یا

$$f - f_f = m_1 a \rightarrow f_f = \frac{۲۰}{۱۱}\,\text{N}$$

در حالت دوم $F_2 = ۲۰\text{N}$ پس $F_2 > f_k$ میباشد پس $f_f = f_k = ۵\text{N}$ و شتاب حرکت آنها با هم متفاوت است.

$$f=ma\begin{cases} f_2 - f_k = m_1 a_1 \rightarrow a_1 = ۷/۵\, m/s^۲ & \text{شتاب حرکت جعبه} \\ f'_k = f_k = m_2 a_2 \rightarrow a_2 = ۰/۲۵\, m/s^۲ & \text{شتاب حرکت چهارچرخه} \end{cases}$$

مسئله ۶ ص ۱۰۸:

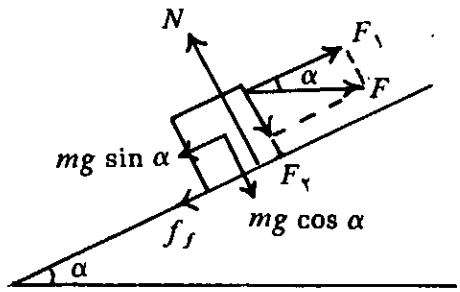
$$F_1 = F\cos\alpha,\ F_2 = F\sin\alpha$$

$$f = ma$$

$$F_1 - (mg\sin\alpha + f_f) = m \cdot a$$

$$f_f = ۱۴۰\text{N}$$

$$N - (F_2 + mg\cos\alpha) = ۰$$



$$N = ۳۰۸\text{N},\ |f'_n| = |N| = ۳۰۸\text{N}$$

$$\mu = \frac{f_f}{f_n} \rightarrow \mu = ۰/۲۵$$

مسئله ۱۰ ص ۱۲۶:

$$y = -\frac{gx^۲}{۲V_۰^۲\cos^۲\theta} + x\,\text{tg}\,\theta$$

$$y = ۲m,\ x = ۱۶m,\ \theta = ۳۷^\circ \rightarrow V_۰ = ۱۴m/s$$

مسئله ۱۱ ص ۱۲۷:

زاویه پرتاب توپ نسبت به سطح افق

$$\theta = ۶۰ - \alpha = ۳۰^\circ$$

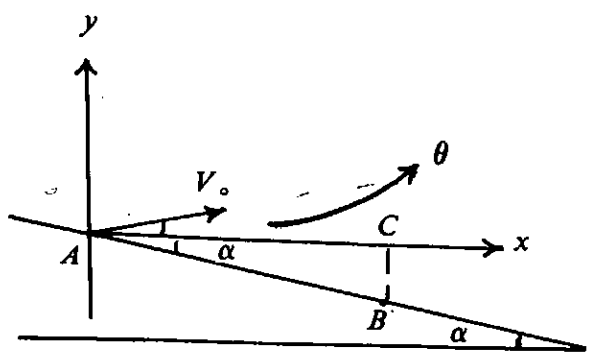
$$y_1 = \frac{-gx^۲}{۲V_۰^۲\cos^۲\theta} + x\,\text{tg}\,\theta \qquad \text{معادله مسیر توپ}$$

$$y_2 = -x\,\text{tg}\,\alpha \qquad \text{معادله خط بزرگترین شیب سطح}$$

$$y_1 = y_2 \rightarrow x = ۴\sqrt{۳}\ \text{m}$$

$$AC = AB\cos\alpha,$$

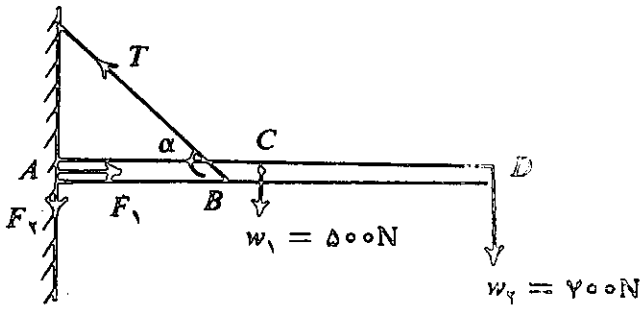
$$AC = x \rightarrow AB = \frac{x}{\cos\alpha} \rightarrow AB = ۸\text{m}$$



مسئله ۶ ص ۱۹۷:

چون میله به حال تعادل است برآیند گشتاور نیروهای وارد به آن نسبت به هر محور صفر است برآیند گشتاور نیروها نسبت به محور افقی عمود برمیله که از نقطه A میگذرد در برابر

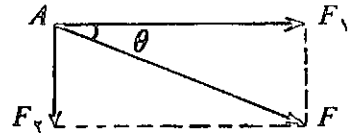
صفر قرار دهیم از آنجا T محاسبه میشود.



$$T \times AB \sin\alpha - W_1 \times AC - W_2 \times AD = 0$$
$$\alpha = 53^\circ \rightarrow T \simeq 2968\ N$$

$$\sum \vec{F} = 0$$

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \rightarrow F_1 - T\cos\alpha = 0 \rightarrow F_1 \approx 1781 \\ \text{نیروی افقی که از طرف دیوار به میله وارد میشود} \\ \sum F_y = 0 \rightarrow T\sin\alpha - W_1 - W_2 - F_2 = 0 \\ \rightarrow F_2 \approx 1175\ N \\ \text{نیروی عمود که از طرف دیوار به میله وارد میشود} \end{cases}$$



$$F^2 = F_1^2 + F_2^2 \text{ و } \operatorname{tg}\theta = \frac{F_2}{F_1}$$

$$F = 2134\ N \text{ و } \operatorname{tg}\theta = 0/65 \rightarrow \theta = 33^\circ$$ زیرسطح افق

مسئله ۷ ص ۱۹۸: وقتی کره روی سطح q به اندازه x پائین بیاید در راستای قائم به اندازه h سقوط کرده و کاهش انرژی پتانسیل جاذبه‌ای آن به انرژی جنبشی گلوله تبدیل میشود.

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

$$h = x\sin\alpha,\ V^2 = 2ax,\ \omega = \frac{V}{R}$$

و

$$I = \frac{2}{5}mr^2 \rightarrow a = \frac{5}{7}g\sin\alpha$$

مسئله ۸ ص ۱۹۸: انرژی پتانسیل جاذبه‌ای میله به انرژی جنبشی دورانی تبدیل میشود. اگر h ارتفاع سقوط مرکز ثقل میله باشد میتوان نوشت.

$$h = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2}I\omega^2 = mgh\ (1)$$

I بمان اینرسی میله نسبت به محوری که از انتهای آن (محور دوران) می‌گذرد میباشد. پس

$$I = I_0 + ma^2,\ a = \frac{l}{2},\ I_0 = \frac{1}{12}ml^2 \rightarrow I = \frac{1}{3}ml^2$$

با قرار دادن مقدار مساوی I و h در رابطه (۱) نتیجه میشود.

$$\omega = \sqrt{\frac{3g}{l}}$$

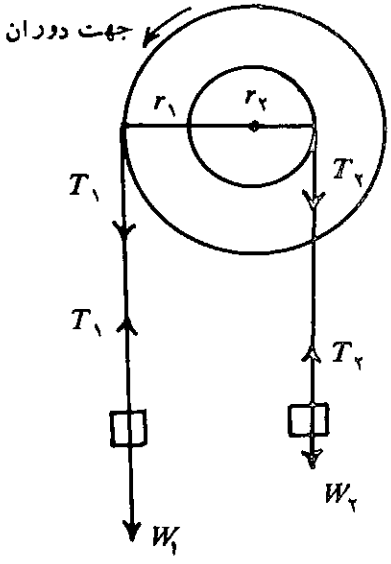
مسئله ۹ ص ۱۹۸:

قوانین دینامیک را برای دو وزنه و قرقره مینویسیم

$$f = ma \begin{cases} W_1 - T_1 = m_1a_1\ (1) \\ T_2 - W_2 = m_2a_2\ (2) \end{cases}$$

$$L = I\alpha \rightarrow T_1 \times r_1 - T_2 \times r_2 = I\alpha\ (3)$$

با قرار دادن $a_1 = r_1\alpha$ و $a_2 = r_2\alpha$ در روابط (۱) و (۲) از حل سه معادله α و T_1 و T_2 محاسبه میشوند



جواب پرسشها و مسائل فیزیک چهارم ریاضی ـ فیزیک

مسئله ۸ ص ۲۲:

$$\theta = \frac{\omega z}{V} \rightarrow \theta_2 - \theta_1 = \frac{\omega}{V}\underbrace{(x_2 - x_1)}_{x}$$

$$\frac{3\pi}{5} - \frac{2\pi}{5} = \frac{20\pi x}{15} \rightarrow x = 0/15\text{m} = 15\text{cm}$$

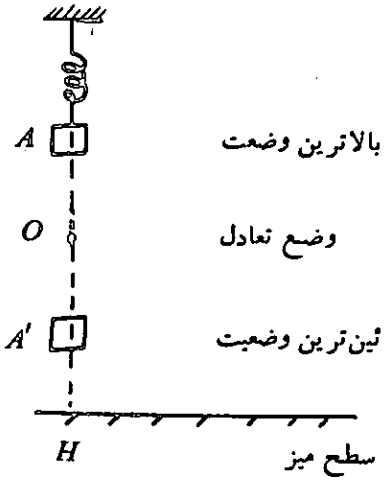
مسئله ۹ ص ۲۲:

دامنه نوسان

$$AA' = AH - A'H = 2r \rightarrow r = 7\text{ cm} = 0/07\text{m}$$

الف:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow K \approx 0/74\ N/m$$



ب: $y = ۹ - ۲ = ۷\text{cm} \rightarrow y = r$

یعنی در اینحالت وزنه در وضعیت تعادل است پس

$a = ۰, V = V_{max} = r\omega \rightarrow V \approx ۰/۱۱ \text{ m/s}$

ج: $y = ۱۲ - ۹ = ۳\text{cm} = ۰/۰۳\text{m}$

$$\left.\begin{array}{l} y = r\sin \omega t \rightarrow \sin \omega t = \dfrac{y}{r} \\ V = r\omega \cos \omega t \rightarrow \cos \omega t = \dfrac{V}{r\omega} \end{array}\right\} \sin^۲ \omega t + \cos^۲ \omega t = ۱$$

$\rightarrow V = \omega \sqrt{r^۲ - y^۲} \rightarrow V \approx ۰/۰۹۹ \text{ m/s}$

$|a| = \omega^۲ y \rightarrow |a| \approx ۰/۰۷۴ \text{ m/s}^۲$

مسئله ۱۰ ص ۲۲:

تعداد نوسانات در ۸ ثانیه

$r = \dfrac{۴۸}{۲} = ۲۴\text{cm} \rightarrow T = \dfrac{t}{N}, N = \dfrac{۴}{۲} = ۲$

$\rightarrow$ دوره نوسان $T = ۴s$

$y_۰ = r\sin \theta_۰, y_۰ = r \rightarrow \theta_۰ = \dfrac{\pi}{۲} rad, \omega = \dfrac{۲\pi}{T}$

$= \dfrac{\pi}{۲} \text{ rad/s}$

معادله حرکت

$y = r\sin (\omega t + \theta_۰) \rightarrow y_{Cm} = ۲۴ \sin \left(\dfrac{\pi}{۲}t + \dfrac{\pi}{۲}\right)$

$= ۲۴ \cos \dfrac{\pi}{۲}t$

الف: $t = ۰/۵ \text{ s} \rightarrow y = ۱۲\sqrt{۲}\text{cm} \approx ۱۶/۸\text{cm}$

جهت نیرو همواره به طرف مرکز نوسان است

$F = -m\omega^۲ y \rightarrow |F| \approx ۴/۱۴ \times ۱۰^{-۴} N$

ب: $y = -۱۲\text{cm} \rightarrow t = \dfrac{۴}{۳} s$

$V = \dfrac{dy}{dt} \rightarrow V = -۱۲\pi \sin \dfrac{\pi}{۲}t$

$t = \dfrac{۴}{۳}\text{s} \rightarrow |V| = ۱۸/۸۴\sqrt{۳} \text{ cm/s} \approx ۳۲ \text{ cm/s}$

مسئله ۱۱ ص ۲۲:

$V = \omega\sqrt{r^۲ - y^۲} \rightarrow \omega = ۳ \text{ rad/s}$

$\omega = \dfrac{۲\pi}{T} \rightarrow T = \dfrac{۲\pi}{۳} \text{ s}$

مسئله ۶ ص ۴۰:

الف: $|L_۲ - L_۱| = n\lambda$

$|۲۰۰ - L_۱| = ۶۰n \rightarrow L_۱ = ۲۰۰ \pm ۶۰n$

ب: $|L_۲ - L_۱| = (۲n-۱)\dfrac{\lambda}{۲} \rightarrow |L_۲ - L_۱| = n\lambda - ۳۰$

$\rightarrow L_۱ = ۲۳۰ \pm ۶۰n$

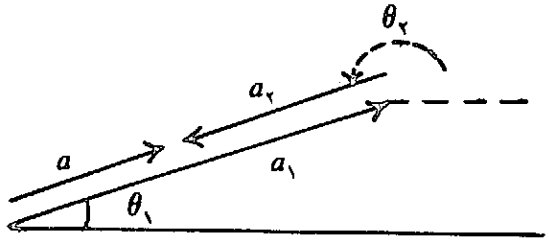
$n = ۰, ۱, ۲, ۳, \ldots$

مسئله ۷ ص ۴۰:

با استفاده از رسم هندسی فرنل باتوجه به شکل میتوان نوشت

$a_۲ = a_۱ - a \rightarrow a_۲ = ۳\text{cm}$

$\theta_۲ = \theta_۱ + \pi \rightarrow \theta_۲ = \dfrac{۷\pi}{۶} \text{rad}$



مسئله ۵ ص ۷۶:

الف: $\dfrac{f_۰}{V - V_O} = \dfrac{f_s}{V - V_s}, V_O = ۰, V_s = ۳۰\text{m/s}$

$\rightarrow f_O = ۱۰۵۴ H_z$

ب: $V_O = ۰, V_s = -۳۰ \text{ m/s} \rightarrow f_O = ۸۶۸ \text{ HZ}$

مسئله ۶ ص ۷۶:

فرکانس ظاهری سوت قطار در جلو آن

$\dfrac{f_O}{V - V_O} = \dfrac{f_s}{V - V_s}, V_O = ۰, V_s = ۲۴\text{m/s}$

$\rightarrow f_O = ۵۹۴ \text{ HZ}$

فرکانس ظاهری سوت قطار در عقب آن

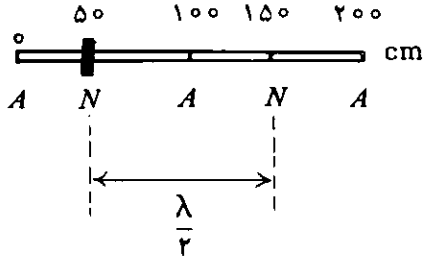
$V_O = ۰, V_s = -۲۴ \text{ m/s} \rightarrow f_O' = ۵۱۲ \text{ HZ}$

طول موج در جلو

$$\lambda = \frac{V}{f_0} \rightarrow \begin{cases} \lambda = 0/545\text{m} = 54/5\text{ cm} \\ \text{طول موج در عقب} \\ \lambda' = 0/632\text{ m} = 63/2\text{ cm} \end{cases}$$

مسئله ۷ ص ۷۶:

در طول میله امواج ایستاده تشکیل میشود در محل گیره گره و در دو انتهای آزاد آن شکم تشکیل میشود طبق رابطه $\lambda = \frac{V}{f}$ وقتی فرکانس حداقل باشد طول موج حداکثر است، یعنی فاصله گره و شکمها از هم‌دیگر به حداکثر ممکن میرسد در نتیجه بین ابتدای میله (صفر) وگیره هیچ گره و شکمی تشکیل نمیگردد یعنی فاصله ایندو ازهم برابر $\frac{\lambda}{4}$ میباشد در نتیجه میتوان نوشت:



$$\frac{\lambda}{4} = 50 \rightarrow \lambda = 200\text{ cm} = 2\text{m}$$

$$\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow V = 6000\text{ m/s}$$

قابل توجه است که از رابطه $L = K\frac{\lambda}{2}$ نتیجه میشود که وقتی فرکانس حداقل است $k = 2$ میباشد یعنی فرکانسی صوت دوم کمترین فرکانس است که میله به ازاء آن به ارتعاش درمی‌آید و نمیتواند صوت اول را تولید کند.

مسئله ۱۰ ص ۱۰۶:

الف:

$$Z = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_L - X_c)^2} \rightarrow Z = 100\Omega$$

ب:

$$Ie = \frac{V_e}{Z} \rightarrow I_e = 2_A$$

$$V_c = X_c I_e \rightarrow V_c = 60v$$

$$V_{R_1} = R_1 I_e \rightarrow V_{R_1} = 88v$$

امپدانس بوبین $Z_L = \sqrt{R_2^2 + X_L^2} \rightarrow Z_L = 96/9\ \Omega$

$$V_L = Z_L \cdot I_e \rightarrow V_L \approx 194v$$

ج:

$$R = R_1 + R_2 = 80\ \Omega, \cos\varphi = \frac{R}{Z} = 0/8$$

$$P = V_e \cdot I_e \cos\varphi = I_e^2 R \rightarrow \bar{P} = 320\text{ w}$$

مسئله ۱۱ ص ۱۰۶:

اولاً:

$$Z = \frac{V_m}{I_m} = 100\sqrt{2}\ \Omega$$

اگر φ اختلاف فاز پتانسیل نسبت به شدت جریان باشد.

$$\varphi_1 = 250t - \left(250t - \frac{\pi}{4}\right) \rightarrow \varphi_1 = \frac{\pi}{4}\text{ rad}$$

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} \rightarrow R = 100\ \Omega$$

$$\text{tg}\,\varphi = \frac{L\omega}{R} \rightarrow L = 0/4H$$

ثانیا:

$$I_2 = I_m \sin\left(250t - \frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}\right) \rightarrow I_2 = I_m \sin\left(250t + \frac{\pi}{4}\right)$$

$$\varphi_2 = 250t - \left(250t + \frac{\pi}{4}\right) \rightarrow \varphi_2 = -\frac{\pi}{4}\text{ rad}$$

$$\text{tg}\,\varphi_2 = \frac{X_L - X_C}{R} \rightarrow C = 2 \times 10^{-5}\,F = 20\mu F$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{R}{Z_2} \rightarrow Z_2 = 100\sqrt{2}\ \Omega = Z_1$$

چون مقاومت ظاهری مدار تغییر نکرده و V_e نیز ثابت بوده است در نتیجه شدت جریان مؤثر مدار ثابت میماند.

$$I_m = \sqrt{2}\ A \rightarrow I_e = 1_A$$

مسئله ۱۲ ص ۱۰۶:

$$Z = \frac{V_e}{I_e} \rightarrow Z = 70\ \Omega$$

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} \rightarrow |\varphi| = \frac{\pi}{3}\text{ rad}$$

چون $X_L = 0$ و $X_C \neq 0$ است پس‌اختلاف پتانسیل نسبت به شدت جریان تأخیر فاز دارد در نتیجه $\varphi = -\frac{\pi}{3}\text{ rad}$ می‌باشد.

$$I = I_m \sin(\omega t + \theta_0) \rightarrow V = V_m \sin(\omega t + \theta_0 + \varphi)$$

$$V_m = V_e\sqrt{2} = 210\sqrt{2}\ v,\ \theta_0 = +\frac{\pi}{6}\text{ rad}$$

$$V = 210\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$$

فیزیک رشته تجربی

مسئلهٔ ۸ ص ۱۷۱:

$$V = V_1 + V_2 + \cdots \rightarrow V = 1500v$$

$$C = \frac{C_1}{n} \rightarrow C = 40\,pF$$

$W = \frac{1}{2} CV^2 \rightarrow W = 45\ \mu j$ و یا $(W = 3W_1)$

پرسش ۱ ص ۱۸۲:

جریان القائی که از هر سیم و پیچ میگذرد در اطراف آن میدان مغناطیسی ایجاد میکند. طبق قانون لنز قطب مغناطیسی حاصل از جریان القائی و قطب مغناطیسی آهنربای NS که مجاور یکدیگرند دروضعیت نشان داده شده بایدمخالف یکدیگر باشند تا نیروی جاذبه مغناطیسی آنها مانع دور شدن آهنربا در نتیجه مانع تغییر فلوی مغناطیسی شود از آنجا میتوان جهت جریان القائی را در سیم پیچها تعیین کرد که جواب چنین میشود: (از B به A) و (از C به D)

مسئله ۱ ص ۱۸۳:

$\varphi = A \cdot B \cdot \cos \alpha$

$a)\ \alpha_1 = 0 \rightarrow \varphi_1 = 2/4 \times 10^{-4}\ wb$

$b)\ \alpha_2 = 20^\circ \rightarrow \varphi_2 = 2/25 \times 10^{-4}\ wb$

مسئله ۲ ص ۱۸۴:

$E = l \cdot V \cdot B \cdot \sin \alpha \rightarrow E = 0/15\ v$

$I = \frac{E}{R} \rightarrow I = 5 \times 10^{-2}\ A$

جهت جریان از B به A میباشد.

مسئله ۳ ص ۱۸۴:

$A = \pi r^2 \rightarrow A = 2 \times 10^{-4}\ m^2$

$\varphi = N \cdot A \cdot B \cdot \cos \alpha$

$\alpha_1 = 0 \rightarrow \varphi_1 = 3 \times 10^{-3}\ wb$

$\alpha_2 = 90 \rightarrow \varphi_2 = 0$

$|E| = \left|\frac{\Delta \varphi}{\Delta t}\right| \rightarrow |E| = 0/15 v$

حل بقیه مسائل مکانیک وفیزیک که در کتاب چهارم تجربی اضافه شده در حل مسائل مکانیک و فیزیک رشته ریاضی ـ فیزیک آمده است.

مجله و خوانندگان

۱ ـ آقای کاظم حسینی دبیر فیزیک از شهرستان سلماس ـ از توجه جنابعالی متشکریم همانطور که مرقوم داشتهاید میتوانیم سطح بستهای را که حاوی یک سیال است در نظر بگیریم و هر جزء سطح را به وسیلهبرداری مانند $\vec{dA}$ که بزرگی آن معرف مساحت آن جزء و راستایش عمود بر سطح جزء و به سوی خارج اختیار شده باشد نشان داد. هرگاه نیرویی که از سیال بر این جزء سطح وارد میشود $\vec{dF}$ باشد فشار عبارت است از $P = \frac{\vec{dF}}{dA}$ وقتی که این جزء سطح بسیار کوچک در نظر گرفته شود. فشار متوسط در یک ناحیه سیال عبارت است از نیروی متوسط عمودی وارد بر واحد سطح در آن ناحیه یعنی $P = \frac{F}{A}$.

بنابراین فشار کمیتی است اسکالرنهبرداری

۲ ـ آقای احمدحسینزاد ـ دیپلم تجربی ـ کتب مورد تقاضای شما منابعی است که در تدوین کتب درسی فیزیک به آنها مراجعه و مشخصات آنها در پایان هر کتاب قید شده است. برای خرید کتب علمی میتوانید به فروشگاه کتاب مرکز نشر دانشگاهی خیابان دکتر بهشتی ـ خیابان پارک (وزراء سابق) شماره ۸۵ مراجعه نمایید.

۳ ـ آقای اکبر محمدزاده تنه کران ـ شهرستان اردبیل: در کتب درسی برای آسانی آموزش، قانون دوم نیوتن به صورتهای متفاوت ولی معادل هم بیان شده است.

۴ ـ آقای سیدابراهیم ابطحی از تذکر درست و بجای جنابعالی متشکریم امیدواریم در کشور ما نیز شرایط لازم برای رعایت حقوق مؤلفان ومترجمان ازهرلحاظ فراهم گردد.

۵ ـ آقای صحبت الله مهدویان ـ دبیر فیزیک ـ متقابلاً از حسن ظن شما متشکریم همانطور که تذکر دادهاید در ماشین آتوود اگر از جرم نخ و قرقره و اصطکاکها صرفنظر کنیم کشش نخ در تمام نقاط آن یکی است. در غیر این صورت مطابق قوانین دینامیک در هر نقطه از نخ باید کشش آن را پیدا کنیم.

اطلاعیه

در بارهٔ نشریات رشد آموزش تخصصی

مجلات رشد آموزش مواد درس مدارس کشور نشریاتی است که از سوی گروههای درسی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش 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 فیزیک
۴ ــ رشد آموزش شیمی
۵ ــ رشد آموزش زمین‌شناسی
۶ ــ رشد آموزش ادب فارسی
۷ ــ رشد آموزش جغرافیا
۸ ــ رشد آموزش زیست‌شناسی
۹ ــ رشد آموزش معارف اسلامی

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، جاده آبعلی، خیابان سازمان آب بیست متری خورشید مرکز توزیع انتشارات کمک آموزشی کد پستی ۱۶۵۹۸ ــ تلفن ۷۸۵۱۱۰

محل فروش آزاد

الف ــ تهران:
۱ ــ کتابفروشی شهید سیدکاظم موسوی ــ اول خیابان ایرانشهر شمالی
۲ ــ فروشگاه انتشارات رشد ــ خیابان انقلاب بین ولی‌عصر و کالج
۳ ــ مرکز نشردانشگاهی ــ نمایشگاه دائمی کتاب
۴ ــ نمایشگاه دائمی کتاب کودک ــ روبروی دانشگاه تهران
۵ ــ کتابفروشی صفا ــ روبروی دانشگاه تهران
۶ ــ کیوسکهای معتبر مطبوعات
۷ ــ شرکت کتاب طب و فن روبروی دانشگاه
۸ ــ کتابفروشی انجمن اسلامی دانشگاه تربیت معلم

ب ــ شهرستانها:
۱ ــ باختران ــ کتابفروشی دانشمند ــ خیابان مدرس پاساژ ارم
۲ ــ آذربایجان شرقی (تبریز) ــ مطبوعاتی ملازاده
۳ ــ آذربایجان غربی (ارومیه) ــ مطبوعاتی زینال‌پور
۴ ــ اصفهان ــ کتابفروشی مهرگان و کتابفروشی جنگل
۵ ــ مازندران (ساری) هماهنگی گروههای آموزشی استان
۶ ــ کرمان ــ پارک مطهری ــ فرهنگسرای زمین
۷ ــ خرم‌آباد ــ خیابان شهدای شرقی، کتابفروشی آسیا
۸ ــ مشهد ــ فروشگاه شماره یک انتشارات آستان قدس
۹ ــ تبریز ــ کتابفروشی علامه دهخدا
۱۰ ــ اصفهان ــ کتابفروشی رودکی
۱۱ ــ رشت ــ کتابفروشی فرهنگستان
۱۲ ــ گرگان ــ کتابفروشی جنگل
۱۳ ــ قم ــ کتابفروشی طوس
۱۴ ــ آستارا ــ کتابفروشی نیما
۱۵ ــ سقز ــ نمایندگی روزنامه کیهان

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

فرم اشتراک مجلات رشد تخصصی

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

نشانی دقیق متقاضی: استان شهرستان خیابان

کوچهٔ پلاک کُد پستی تلفن

سخنرانیهای علمی گروه فیزیک

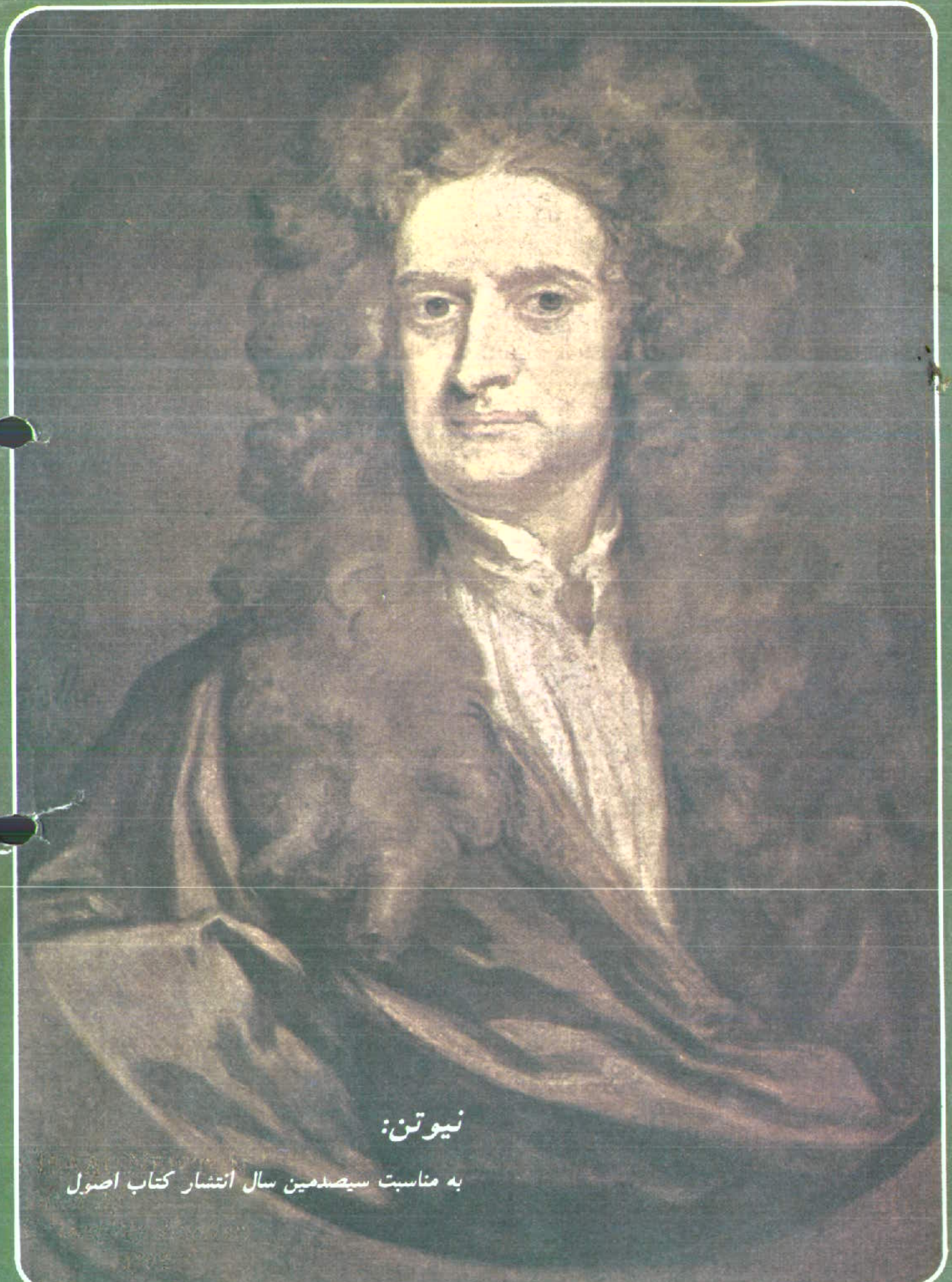
ردیف	عنوان	سخنران	تاریخ	ساعت	مکان
۱	مکانیک	اصغر لطفی	شنبه ۶۷/۹/۱۲	۱۵/۳۰ ــ ۱۹	سالن شهید رجایی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی
۲	مکانیک	اصغر لطفی	شنبه ۶۷/۹/۱۹	۱۵ ــ ۱۸/۳۰	سالن شهید رجائی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی
۳	الکتریسیته	اصغر لطفی	شنبه ۶۷/۹/۲۶	۱۵ ــ ۱۸/۳۰	سالن شهید رجائی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی
۴	الکتریسیته	اصغر لطفی	شنبه ۶۷/۱۰/۳	۱۵ ــ ۱۸/۳۰	سالن شهید رجائی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی
۵	فیزیک اتمی و هسته‌ای	اصغر لطفی	شنبه ۶۷/۱۰/۱۰	۱۵ ــ ۱۸/۳۰	سالن شهید رجائی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی

سخنرانی‌های فوق‌الذکر با توجه به اهداف آموزش فیزیک به منظور بالابردن توان علمی و درنتیجه بالا بردن کیفیت آموزش فیزیک در دورهٔ راهنمایی ترتیب داده می‌شود.

بخشی از ساعات آموزشی موردنظر به انجام آزمایشهای فیزیک اختصاص خواهد یافت.

خواهران و برادران شرکت کننده در این دوره به وسیله مسئولین مناطق مربوط انتخاب و ازطریق ادارهٔ کل آموزش و پرورش استان تهران به دفتر تحقیقات معرفی می‌شوند.

به خواهران و برادران شرکت کننده در این جلسات گواهی شرکت داده خواهد شد.



نیوتن:

به مناسبت سیصدمین سال انتشار کتاب اصول