# رشد آموزش فیزیک

سال چهارم ـ زمستان ۱۳۶۷ و بهار ۱۳۶۸ ـ شماره مسلسل ۱۵ و ۱۶ بها ۱۰۰ ریال

XX-IPhO · 1989 · WARSZAWA · POLSKA

# رشد آموزش فیزیک

**سال چهارم ـ زمستان ۱۳۶۷ و بهار ۱۳۶۸ ـ شماره مسلسل ۱۵ و ۱۶**

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

**سردبیر:** اصغر لطفی

**مدیر داخلی:** سیدمرتضی میرخانی

**مدیر فنی‌هنری و تولید:** حسین فرامرزی نیکنام

**صفحه آرا:** خالد قهرمانی دهبکری

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


## فهرست


| | | |
|---|---|---|
| پیشگفتار | | ۳ |
| سرگذشت فیزیک، دنباله قرن هجدهم | دکتر ابوالقاسم قلمسیاه | ۶ |
| تاریخچه فیزیک حالت جامد | دکتر عزت‌الله ارضی | ۹ |
| یک توضیح در مورد «تاریخچه فیزیک حالت جامد» | دکتر عزت‌الله ارضی | ۱۴ |
| مسابقات بین‌المللی فیزیک | دکتر منیژه رهبر | ۱۶ |
| صورت و حل مسائل اولین المپیاد فیزیک | دکتر منیژه رهبر | ۱۷ |
| ساخت یک وسیله ساده «سیم ـ داغ» بر بدن برای پلی استیرن | مهیلا ارضی | ۱۹ |
| نمایشی از بی‌وزنی | مهرانگیز طالب‌زاده | ۲۲ |
| غواص دکارتی (کارتزین) | مهرانگیز طالب‌زاده | ۲۳ |
| رنگین کمان | سید جعفر مهرداد | ۲۴ |
| فیزیک در خدمت پزشکی | دکتر منیژه رهبر | ۳۰ |
| آزمون تستی دومین المپیاد فیزیک ایران | | ۴۰ |
| آزمون تشریحی دومین المپیاد فیزیک ایران | | ۴۶ |
| پاسخ آزمون چند گزینه‌ای دومین المپیاد فیزیک ایران | | ۴۸ |
| پاسخنامه تستی | | ۵۲ |
| حل مسائل تشریحی | | ۵۳ |
| ایران در بیستمین المپیاد جهانی فیزیک | احمد شیرزاد | ۵۶ |
| اخبار علمی و فرهنگی | | ۶۱ |
| مجله و خوانندگان | | ۶۵ |
| پارادوکس ظرف آب | احمد توحیدی | ۶۵ |


روی جلد: دانش‌آموزان اعزامی به بیستمین المپیاد بین‌المللی فیزیک

## پیشگفتار

*در پیشگفتار قبل دربارهٔ تأثیر و اهمیت علوم فیزیک در جامعه ایران سخن گفتیم. بررسی اجمالی مسائل آموزش علوم فیزیک را دنبال می‌کنیم.*

۲ ـ روش آموزش علوم:

*مسأله اساسی دیگر مربوط به روش آموزش علوم است. صرفنظر از مشکلات عمومی، نداشتن محل مناسب آموزش، کثرت دانش آموز، نداشتن معلم کارآزموده کافی، کمبود فضای آموزشی و لوازم آزمایشگاهی. و ... آیا وزارت آموزش و پرورش به اهداف آموزش علوم ـ در سطوح دبستان، راهنمایی و دبیرستان رسیده است؟ با اشکال می‌توانیم به این سؤال پاسخ مثبت بدهیم. در آموزش علوم، به خصوص در دبستان و راهنمایی، جانشین مناسبی برای مشاهده و آزمایش، نمی‌توان یافت. در کشور ما این دو پایه اساسی مکان و منزلتی قابل اعتبار پیدا نکرده است. استفاده از وسائل سمعی و بصری، گردش علمی نمایش فیلم و عوامل دیگر کمک آموزشی هنوز هم، تعمیم لازم نیافته است.*

*در بسیاری از کلاسهای دبستانی ما روش سنتی و «مکتب‌خانه‌ای» ادامه دارد. معلم متکلم وحده و فعال است و بدون اینکه دست و پنجه کودک با کار و مهارتی آشنا گردد، انبان حافظه‌اش پر می‌شود.*

*تأثیر چشمگیر علوم تجربی در زندگی روزانه ما، اهمیت آموزش آنرا مشخص‌تر می‌کند، برای پیشرفت بیشتر دانش آموزان در رشته‌های علمی باید نظام آموزش و پرورش ـ هدفها، برنامه‌ها، کتب درسی روش آموزش بطور مناسب و مستمر مورد تجدیدنظر قرار گیرد.*

علاوه بر آن لازم است که آموزگاران و دبیران ما با روش آموزش علوم کشورهای پیشرفته آشنا شوند و تنها آموزش و پرورش می‌تواند مقدمات انجام این مهم را فراهم سازد. ایجاد ارتباط مداوم بین معلمان هر رشته علمی و تبادل نظر آنان برای اطلاع از آراء یکدیگر نیز در این راه مفید خواهد بود. در اکثر دبیرستانهای کشورهای پیشرفته، دانش آموزان دبیرستانها، در انجام طرح‌های تحقیقاتی حتی مواردی مانند ساخت و اندازه گیری ویژه گیهای ابررساناها و مخابرات نوری شرکت می‌کنند. این گونه طرح‌ها عموماً با تحقیقات تازه علمی دنیا در ارتباط است.

۳ ــ کتاب درسی و معلم

وقتی از مشکل آموزش فیزیک سخن به میان می‌آید اشاره‌ها عموماً متوجه کتب درسی می‌شود در حالی که کتاب درسی یکی از عوامل و مصالح کار آموزش است. هرقدر کتاب درسی کامل باشد باز باید معلم دارای مهارت کافی باشد. یک معمار ناشی حتی با دردست داشتن مصالح ساختمانی مرغوب قادر به ساخت بنای مطمئن نخواهد بود. پیداکردن اشخاصی که بتوانند کلاسهای درس را «اداره» کنند آسان است. دشواری کار یافتن کسانی است که در تعلیم دارای توانایی و کارآیی لازم باشند. مختصات فرهنگی هرکشور را می‌توان از شایستگی معلمان و مربیان آن مشخص کرد. معلم و کتاب دورکن اساسی آموزش است. تأثیر معلم، به خصوص در کودکان و نوجوانان، بیشتر از پدر و مادر است. تردید نکنیم که باید معلمان از اشخاص مطلع و بصیر و با ایمان و دارای تحصیلات تخصصی انتخاب شوند. هم اکنون که شتاب پیشرفت علوم به حد اعجاب رسیده است معلمانی موردنیاز جامعه‌اند که برای اخذ اطلاعات جدید علمی و بازآموزی روشهای نو در آموزش همواره به حالت «آماده‌باش» باشند. در مورد «تربیت معلم» سخن ناگفته کم باقی مانده است. هر قدر در این راه عنایت و توجه بیشتر شود حاصل کار ثمربخش‌تر خواهد بود. تنها این اشاره کافی است که به روشنی می‌بینیم، بهترین آموزگاران و کارآمدترین دبیران ما از فارغ‌التحصیل‌های دانشسراهای مقدماتی و دانشسرایعالی سابق کشورند. در میان استادان سابق دانشگاهها نیز استادانی که از این مسیر به مقام ارجمندی استادی رسیده‌اند شاخص و ممتازند. به طور مسلم تأمین نیازمندیهای مادی و ارزشهای معنوی کافی دانش آموزان ممتازتر را به سمت دانشسراها سوق می‌داد. درباره رکن دیگر آموزش یعنی کتاب درسی مطالب زیر قابل ذکر و توجه است.

الف ــ از تأسیس دارالفنون (۱۲۳۰ ه.ش) تا تأسیس دارالمعلمین عالی (۱۳۰۷ ه. ش) کتابهای درسی فیزیک در ایران محدود به ترجمه و تألیف چند کتاب است که در آنها با وجود فضیلت تقدم، دشواری واژه‌گزینی و فرمول نویسی و پیچیدگی و ابهام مفاهیم علمی کم و بیش به چشم می‌خورد.[۱]

از (۱۳۰۷ ــ ۱۳۲۰ ه ش) چند دوره مختلف کتب درسی فیزیک دبیرستانی به وسیله فارغ‌التحصیلهای دارالفنون احمد آرام ــ ث فصیحی ــ ن. نصیری پس از آن به وسیله لیسانسیه‌های دانشسرای عالی حسن مبرهن ــ حسین صدیقی ــ معزالدین مهدوی و یا به وسیله مؤلفان دیگر با کیفیت مطلوب و عبارات رسا و مفاهیم روشن تألیف و انتشار یافت. در سال ۱۳۱۷ ه. ش بنا به تصویب نامه هیئت وزیران قرار شد همه کتب دبیرستانی برطبق یک اسلوب نگارش یابد. به پیشنهاد کمیسیون تألیف کتاب درسی، تألیف کتب فیزیک به آقایان دکتر محمود حسابی (استاد دانشگاه)، دکتر کمال‌الدین جناب (دانشیار) دکتر امانةالله روشن زائر (دانشیار) ــ مرتضی قلی اسفندیاری (دبیر) مدنی گرگانی (دبیر) واگذار شد. حاصل آن دو سه جلد کتاب درسی فیزیک دبیرستانی است که از لحاظ سلامت کلام و استحکام مطلب هنوز هم می‌تواند نمونه و سرمشق تألیف باشد.

از (۱۳۲۰ تا ۱۳۴۲) با کتب درسی فیزیک دبیرستانی متعدد و متنوع تازه، برخورد می‌کنیم که مهمترین آنها دوره‌های فیزیکی است که به وسیله آقایان هادی رهنما ــ علی اصغر نوروزیان ــ احمدرضا قلی زاده و یا به وسیله آقایان باروخ بروخیم ــ دکتر نصرالله حاج سیدجوادی ــ احمد رفیع زاده و یا آقایان عبدالحمید اردلان ــ دکتر جعفر امین ــ پرویز رهبر ــ دکتر ابراهیم صفری نگارش یافته بود. در همین سالهاست که رقابت آزاد میان مؤلفان به خصوص ناشران به اوج می‌رسد. شرح مختصری از آن را از قلم زنده یاد جلال آل احمد که با عنوان بلبشوی کتابهای درسی در دی ماه ۱۳۳۹ انتشار یافته بشنوید[۲]: «شرب الیهود که شنیده‌اید عیناً وضع کتابهای درسی است مثل همه چیز دیگر... فیزیک برای سال اول هفت نوع ــ تاریخ ادبیات برای ششم ۶ نوع. عروض برای ۵ و ۶ چارجور ... و آنوقت تماشایی است تعداد هیأت‌های نویسنده.

شانزده هیئت جغرافی نوشته‌اند ــ ۲۳ هیئت تاریخ ــ ۱۱ دسته نویسنده زحمت نوشتن طبیعی و بهداشت را تقبل کرده‌اند و ۲۶ دسته نویسنده، کتابهای ریاضی دبیرستان‌اند.... چهار نفر دور هم جمع می‌شوند. اولی بدومی می‌گوید: من توی وزارت فرهنگ دست دارم دلت نمی‌خواهد کتاب انشاء بنویسیم؟ دومی هم از قضا در یک بنگاه نشر کتاب آشنا دارد. پسرخاله سومی هم دست بر قضا بررسی کتابهای

درسی است در اداره نگارش. خوب کار جور شد دیگر!...» این آشفته بازار به جایی رسید که در هر شهر و گاه در هر دبیرستان بنا به شرایط و روابط خاص خود کتاب درسی معینی تدریس می‌شد. سرانجام مطابق تصویب نامه قانونی هیئت دولت مورخ ۴۱/۱۲/۱۸ و تصویب نامه کمیسیون منتخب شورای عالی فرهنگ مورخ ۴۲/۸/۲۶ کتب درسی، از بین کتابهای موجود برای سراسر دبیرستانهای کشور به طور یکنواخت برگزیده شد.

از این زمان به بعد تألیف و چاپ و توزیع کتب درسی اختصاص به وزارت آموزش و پرورش (یا وزارت فرهنگ سابق) یافته است.

ب ــ کتب درسی علوم فیزیک از دبستان، راهنمایی و دبیرستان، که هم اکنون در مدارس تدریس می‌شود مربوط به نظام جدید آموزش و پرورش است که سابقه بیست ساله دارد. حقوق مادی این کتب متعلق به وزارت آموزش و پرورش است و دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی، هر ساله با نظرخواهی از صاحب نظران و معلمان، کتابها را ارزشیابی و تجدید نظر می‌کند. این کتابها به حد لازم و کافی موردبحث و نقد و بررسی و تجدید نظر قرار گرفته شده و به مصداق، مَن صنف فقد استهدف فارغ از تقریظ دانش‌دوستان بزرگوار و یا تعنت خرده‌گیران پرمدعا نبوده‌اند. نکته اساسی این است که کتب درسی در عصر حاضر به مقتضای پیشرفت علوم و تعدد عوامل ارتباط جمعی نمی‌تواند ساخته و پرداخته فکر یک یا دو سه نفر باشد. باید گروههایی از معلمان و دانش پژوهان هر رشته در تنظیم متون درسی توحید مساعی کنند.

فیزیک PSSC، شیمی CBA و بیولوژی BSCS و ریاضیات SMSG معرف اسامی گروههایی است که برای تألیف این کتب درسی همکاری داشته‌اند[۳]. این گونه کتابها ابتدا بوسیله معلمان کارآزموده مورد آزمایش قرا می‌گیرد و سپس همراه کتابهای ضمیمه دیگر مانند کتاب معلم، کتاب آزمایشگاه و ... فیلمهای مناسب در اختیار مدارس و عموم معلمان و دانش‌آموزان گذاشته می‌شود[۴]. علاوه بر آنها مجلات تخصصی در هر رشته آموزشی، معلمان را درجریان مسائل علمی روز قرار می‌دهد.

***

از مجموع آراء و نظرات معلمان و صاحب نظران نتیجه می‌شود که یک کتاب درسی مطلوب باید دارای مشخصاتی بدین گونه باشد...

نیاز علمی و فنی جامعه امروز ایران را برآورده بسازد. دانش آموزان را برای تحصیلات دانشگاهی آماده کند. با رشد سنی و فکری دانش آموزا ن متناسب و با برنامه‌های علمی و آموزشی رسانه‌های گروهی هم آهنگ باشد، ارتباط و پیوستگی مطالب از سطح دبستان تا تحصیلات دانشگاهی در آن رعایت و با توجه به تفاوت‌های جغرافیایی و فرهنگی نقاط مختلف کشور تنظیم شده باشد. از لحاظ جنس کاغذ و چاپ و تجلید و صحافی و قیمت قابل قبول و شامل آخرین اطلاعات علمی متناسب با سطح تحصیلی دانش آموزان، و از همه مهمتر دارای انشاء روان و بیان قابل فهم باشد و مانند اینها...

روشن است که تهیه و تألیف چنین کتابهایی آسان نیست. به دلائلی که خارج از بحث ماست کسانی که شایستگی انجام این گونه امور را دارند به آن نمی‌پردازند.

حدود نیم قرن پیش، استادان گرانقدری مانند آقایان دکتر حسابی و دکتر جناب به تألیف کتب درسی سالهای اول دبیرستان همت گماشتند. در زمان حاضر استادان ارجمند دانشگاهها، به علوم فیزیک مربوط به دوره‌های دبستان و دبیرستان عنایت کمتری دارند.

مسأله کتاب درسی دبستان و دبیرستان با سرنوشت ملیونها دانش آموز و خانواده آنان ارتباط دارد سالهای بلبشوی کتابهای درسی نشان داد که چگونه این موضوع به آسانی می‌تواند ملعبه دست افراد سودجو و جویای نام قرار گیرد. ایجاد رقابت علمی بین گروههای مختلف مؤلفان تنها با نظارت دقیق آموزش و پرورش، می‌تواند عامل مؤثر در پیشرفت کار باشد.

خلاصه کلام اینکه صاحب نظران، استادان، دبیران و علاقمندان که می‌توانند در استحکام زیربنای علوم در دوره‌های مقدماتی و تقویت پیشرفت اساس علمی کشور قدمی بردارند، باید انجام آن را به عنوان وظیفه تلقی کنند و جامعه را از خیر برکت دانش خود محروم ننمایند.

مهر ماه ۱۳۶۸

یادداشت:

۱) هوشنگ شریف زاده ــ دشواریهای تألیف کتابهای درسی ــ مجله فیزیک جلد ۵ ــ ۱۳۶۶ ــ مرکز نشر دانشگاهی.

۲) جلال آل احمد ــ سه مقاله دیگر ــ تیرماه ۱۳۴۲

۳) به ترتیب:
PSSC = Physical Science Study committee
CBA = Chemical Bond Approach project
BSCS = Biological science curri culum study.
SMSG = School Mathematics study Group.

۴) معمولاً با هر text book، کتابهایی به نام Teacher's resource book, hand book و Reader book و Laboratory Guide و فیلمنامه‌ها و نظیرآنها ضمیمه است.

# سرگذشت فیزیک، دنبالهٔ قرن هجدهم

دکتر ابوالقاسم قلمسیاه

(قسمت هفتم)

**دماسنجی** ــ در اوایل قرن ۱۸ نخست فارنهایت[1] (۱۶۸۴ ــ ۱۷۴۰م) در آلمان درخشید و دماسنجی اختراع کرد که اسبابی واقعی و دقیق بود و دماسنجهای عالی، ابتدا با الکل سپس با جیوه ساخت. درجه‌بندی آنها اختیاری بود، با وجود این با هم قابل مقایسه بودند و همیشه یکجور نتیجه می‌دادند. فارنهایت دو نقطهٔ ثابت دماسنجی انتخاب کرده بود و این مطلب در آن زمان کار برجسته‌ای بشمار می‌رفت: درجه صفر برای مخلوطی سرمازا (متشکّل از آب و نمک و آمونیاک)، و درجه ۳۲ برای یخ در حال ذوب. او درجه‌بندی خود را تا درجه ۹۶ (برای بدن انسان) ادامه داد. بعدها هم آنرا تا درجه ۲۱۲ (برای آب در حال جوش) رسانید. این درجه‌بندی در انگلستان پذیرفته شد.

رئومور[2] (۱۶۸۳ ــ ۱۷۵۷م) فرانسوی متخصّص دیگری بود که در سال ۱۷۳۰ میلادی

رئومور (۱۶۸۳ ـ ۱۷۵۷)

دماسنج الکلی خوب دیگری ساخت. در درجه‌بندی این دماسنج، درجه صفر برای یخ در حال ذوب و درجهٔ ۸۰ برای آب در حال جوش انتخاب شده بود و در فرانسه و ایتالیا رایج شد. گرچه فنّ ساخت دماسنج روز بروز پیشرفت می‌کرد ولی تنوّع و تعدّد درجه‌بندیها هنوز یکی از معایب این اسباب بشمار می‌رفت و نیاز به یک مقیاس مشترک، بیش از پیش احساس می‌شد. مدّتها تعصّبات ملّی مانع از این بود که هر کشور درجه‌بندی متداول و مربوط به خود را رها کند و کم‌کم پاره‌ای از کشورها، برای اینکه خود را منطقی نشان دهند، درجه‌بندی سانتیگراد یا سلسیوس را که در ۱۷۴۲ میلادی توسّط سلسیوس سوئدی (۱۷۰۱ ــ ۱۷۴۴) پیشنهاد شده بود قبول کردند، ولی انگلیسیها درجه‌بندی فارنهایت را نگهداشتند.

**ماشین بخار** ــ ماشین بخار در این قرن سیر تکاملی خود را پیمود. در سال ۱۷۰۵ میلادی دو کارگر اهل دارتمث[3] (در انگلستان)، یکی آهنگر به نام نیوکامن[4] و دیگری شیشه‌گر به اسم کاولی[5] بر اساس اندیشه‌های پیشقدمان، یک ماشین بخار کاملاً عملی ساختند که اجزاء جدیدی برای تند کردن کار ماشین، مخصوصاً یک سوخت‌پاش به آن افزوده بودند. با وجود این، بازده ماشین هنوز هم کم بود. جیمزوات[6] انگلیسی (۱۷۳۶ ــ ۱۸۱۹) پس از یک رشته تحقیقات اصولی، این ماشین را کاملتر کرد. وی عمل چگالیدن بخار آب را در ظرف ویژه‌ای بنام چگالنده انجام داد، یک سیستم دو طرفه (دو اثر) اختراع و عمل آنرا تنظیم نمود (۱۷۶۵) و نمودار کار ماشین را هوشمندانه رسم کرد و آنرا مورد استفاده قرار داد. خلاصه آنکه ماشین بخار وسیله‌ای مفید و عالی شد که در معادن و کارخانه‌های انگلستان مورد بهره‌برداری قرار گرفت.

استفاده از ماشین بخار در راه‌آهن نخستین بار توسط اِوَنس[7] مورد آزمایش قرار گرفت که

موفقیت‌آمیز نبود. قایقهای بخار موفقیّت بیشتری نصیبشان شد. و سرانجام مکانیسین امریکائی رابرت فالتن[8] (۱۷۶۵ ــ ۱۸۱۵) بود که روش صنعتی جلو راندن قایقها بوسیله بخار را عملی ساخت و فکر ساختن زیردریائی را القاء نمود. کارهای او با موفقیت تا آغاز قرن نوزدهم ادامه یافت.

**آکوستیک** ــ برای سر و سامان دادن به مسئله سرعت صوت که در قرن هفدهم گرفتار ناهماهنگی نتایج حاصله بود، آکادمی علوم پاریس در ۱۷۳۸ یک هیئت سه نفری به نامهای، ماروالدی،[9] و کاسینی دو *اتوری*[10] و لاکای[11] را مأمور این اندازه‌گیری کرد. آنان با دقت زیاد عمل کردند و سرعت صوت در هوای صفر درجه را تقریباً ۳۳۳ متر بر ثانیه بدست آوردند. این اندازه‌گیری نشان داد که عدد محاسبه شده برای سرعت صوت توسط نیوتن عملاً خیلی کوچکتر است و این مطلب فیزیکدانان طرفدار نیوتن را به شدّت ناراحت کرد.

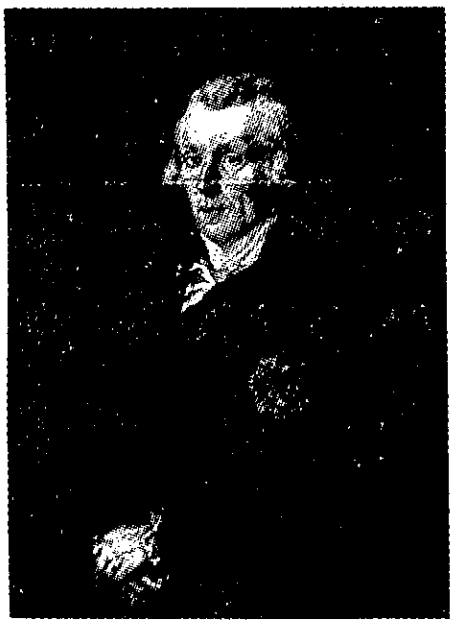
در اینجا لازم است توضیح دهیم که لاپلاس[12] (۱۷۴۹ ــ ۱۸۲۷) کلید این معما را در سال ۱۸۱۶ میلادی پیدا کرد: تراکم و انبساط توده‌های هوا به هنگام انتشار صوت توأم با پدیده‌های گرمائی است که تا کنون از نظر دور مانده‌اند، واتنش‌های بی‌دررو از

پیرسیمون لاپلاس (۱۷۴۹ ــ ۱۸۲۷)

قانونی پیروی می‌کنند که اندکی پیچیده‌تر از قانون ماریوت [بویل ــ ماریوت] است. دانشمندان، ضمن رعایت و حفظ حیثیت نیوتن اصلاحات پیشنهادی لاپلاس را که با تئوری و آزمایش مطابقت داشت پذیرفتند.

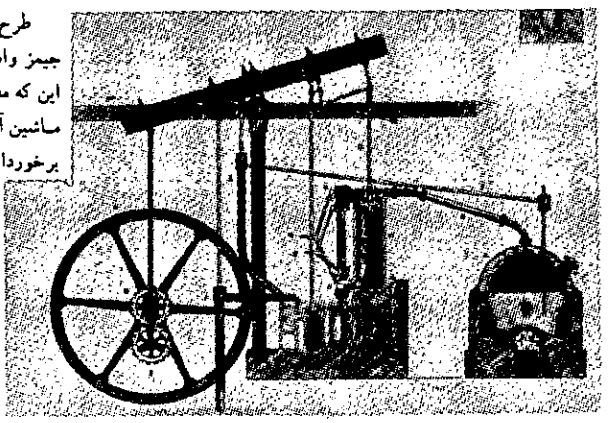
سوُوورُ[13] (۱۶۵۳ ــ ۱۷۱۶) فرانسوی، متخصّص آکوستیک، پدیده ضربان را شرح داد. این پدیده را سازندگان ارگ از مدّتها پیش می‌شناختند ولی علّت آنرا نمی‌دانستند. او هارمونیکها را نیز مورد مطالعه قرار داد، مسئله صداهای ناشنیدنی را بررسی کرد و چنین برآورد نمود که گوش ما اصواتی را که بسامد (فرکانس) آنها بالای ۶۴۰۰ و زیر ۱۲ است نمی‌شنود. در ۱۷۱۳ میلادی تیلور[14]، ریاضیدان انگلیسی فرمول کلاسیک قوانین تارهای مرتعش را بدست آورد.

**گرما و خواص آن** ــ دانشمندان قرن هجدهم مدّتی طولانی دربارهٔ ماهیت گرما بحث می‌کردند. برخی از دانشمندان آنرا سیّال وزن‌داری [به نام کالریک] تصوّر می‌کردند که لابلای اتمهای اجسام داغ را پر می‌کند. برخی دیگر آنرا نتیجهٔ اغتشاش ملکولهای اجسام، که برخلاف نظر طرفداران کالریک کمیّت غیرمادی است، می‌دانستند. هر دسته روی نظر خود پافشاری می‌کرد. بنابراین نباید تعجّب کرد که چرا لاووازیه «کالریک» را در لیست عناصر در ردیف فسفر و اکسیژن قرار داده بود.

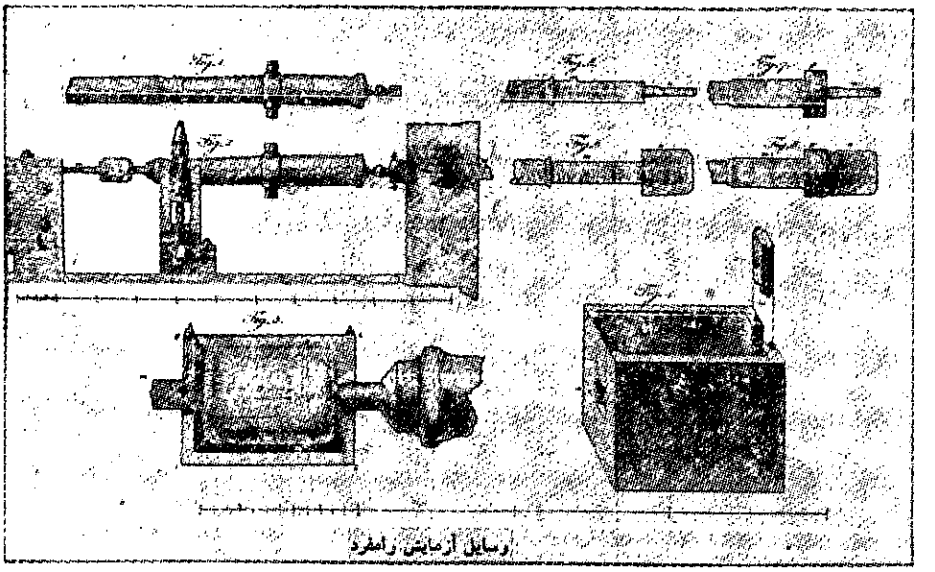


تصویر رامفرد

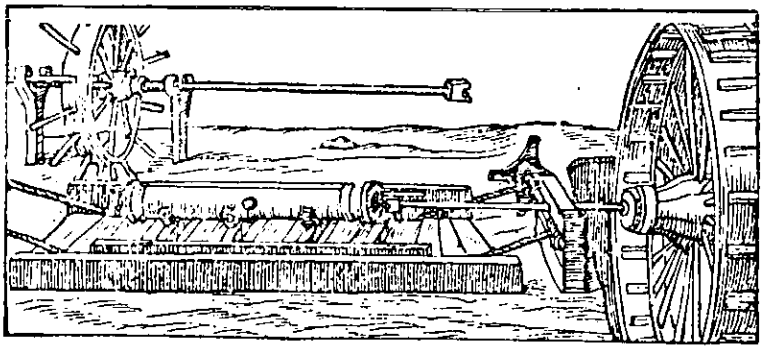
جیمز وات (۱۷۳۶ ـ ۱۸۱۹)



طرح یک موتور بخار متعلق به سال ۱۷۶۹، از جیمز وات (۱۷۳۶ ـ ۱۸۱۹).
این که مطالعه نظری حرارت به کاربرد عملی آن در ماشین آلات انجامید، از اهمیت تاریخی فراوانی برخوردار بود.


وسایل آزمایش رامفرد

گراور آنتوان لاووازیه (۱۷۴۳ ـ ۱۷۹۴)


کلیشه چوبی تصویری از ساختن لوله توپ.

حرارت حاصل از این کار منجر به این درک شد که حرارت را می‌توان پیوسته تولید کرد و انگیزه تحقیق در قرن هفدهم شد. از کتاب دلاپیروتکنیا (۱۵۴۰) تألیف وانوچیو بیرنیگوچو.

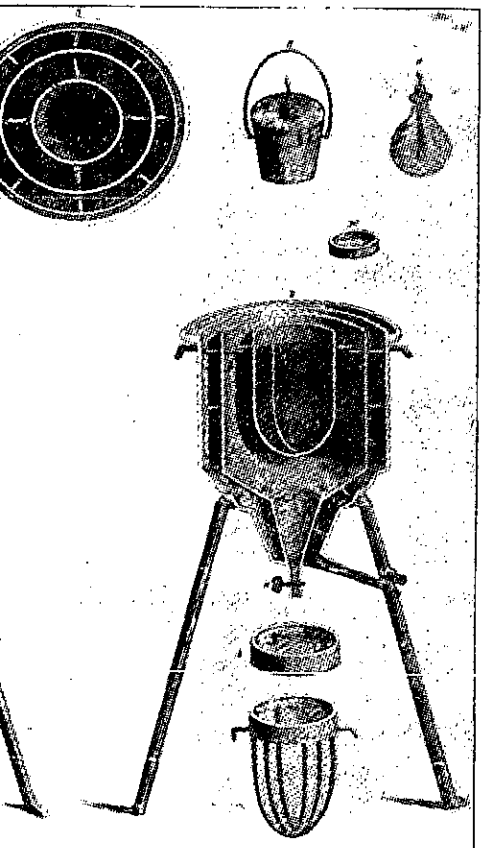
در سال ۱۷۹۸، رامفرد[15] (۱۷۵۳ ـ ۱۸۱۴) که متخصّص در تراش و سوراخ کردن توپها بود پی برد که می‌توان گرما را عملاً به مقدار نامحدود تولید نمود. بنابراین مشکل است قبول کرد که گرما یک ماده وزن‌دار باشد، در صورتیکه قبول نظریه حرکت ملکولی امکان می‌دهد که مسأله ایجاد گرما بطور رضایت‌بخش مورد تفسیر قرار گیرد. این نقطه نظر بوسیله اشخاص صاحب نام، بویژه لاپلاس بسط داده شد.

مقارن همین اوقات، یک محقّق انگلیسی به نام بلاک[16] (۱۷۲۸ ـ ۱۷۹۹) دو مفهوم جدید و مهم را مطرح ساخت: **گرمای ویژه** (ظرفیت گرمائی ویژه) و **گرمای نهان ذوب**.

لاووازیه و لاپلاس، با استفاده از گرمای نهان ذوب، به اتفاق یکدیگر گرماسنجی را ساختند که بوسیله آن توانستند گرمای ویژه چند جسم را اندازه بگیرند.

ژوزف بلاک (۱۷۲۸ ـ ۱۷۹۹)

**آخرین کارها در قرن هجدهم ـ پیشرفت** اپتیک تا اندازه‌ای متوقّف ماند: فقط تولّد فوتومتری (نورسنجی) برای اندازه‌گیری شدت نور را می‌توان یادآور شد که بوگه[17] فرانسوی (۱۶۹۷ ـ ۱۷۵۷) آنرا پایه‌گذاری



**کالریمتر لاووازیه ولاپلاس**

اندازه‌گیری گرمای ویژه جسم به ک
دستگاههایی با طراحی دقیق مانند این گرما
دقت بیشتر امکان‌پذیر شد. این گرماسنج را
لاووازیه و پیر سیمون دولاپلاس در سال
ساختند.

کرد و قانونها و روشهای اندازه‌گیری آنرا پیدا نمود.

کـلودشاپ[18] (۱۷۶۳ ــ ۱۸۰۵) کشیش فرانسوی و عضو کنوانسیون انقلاب فـرانسه، یک سیستم تلگراف نوری برقرار کـرد کـه در دوران انقلاب فـرانسه استفـاده از آن آغاز شد (۱۷۹۴). بالاخره برادران مونت گولفیه[19] یک بالون محتوی هوای گـرم را در سال ۱۷۸۳ بـه هوا فـرستادند و در همان سال شارل،[20] بـجای هوای داغ از گـاز هیدروژن استفـاده کـرد و پیلاتر ــ دِ ــ روزیه[21] نخستین شخصی بود کـه با آن به هوا فرستاده شد.

**دنباله دارد.**

**زیرنویسها:**

۱ ــ Fahrenheit
۲ ــ Réaumur
۳ ــ Dartmouth
۴ ــ New Commen
۵ ــ Cowley
۶ ــ James Watt
۷ ــ Evans
۸ ــ Robert Fulton
۹ ــ Marvaldy
۱۰ ــ Cassini de Thury
۱۱ ــ La Caille
۱۲ ــ Laplace
۱۳ ــ Sauveur
۱۴ ــ Taylor
۱۵ ــ Rumford
۱۶ ــ Black
۱۷ ــ Bouguer
۱۸ ــ Claude Chappe
۱۹ ــ Montgolfier
۲۰ ــ Charles
۲۱ ــ Pilatre des Rosiers

# تاریخچهٔ فیزیک حالت جامد[1]

ترجمه: دکتر عزت‌الله ارضی
گروه فیزیک دانشگاه تهران

در طول ۵۰ سال گذشته علاقه بـه فـیزیک حالت جامد به طور حیرت‌آوری رو بـه فـزونی نـهاده است و بـه همین مـناسبت، مـطالعهٔ سرگـذشت آن بـا اهمیت است. ایـن مـقاله، خلاصه‌ای از مقدمه کتابیست بنام «علم حـالت جامد، گذشته، حال و آینده» به ویـرایش دنیس وی آیر و کالین ویـن‌زا[2] کـه بـه زودی تـوسط بنگاه انـتشاراتی آدام هیلگر بـه چـاپ خـواهد رسید.[3]

موجودیت مستقل و جداگانهٔ فیزیک حالت جامد را فقط می‌توان تا ۴۵ سال گذشته، یـعنی به زمانی که اوّلین کتابهای درسی حـاوی ایـن عنوان و یا عنوانـهای مـعادل آن نـوشته شدنـد دنبال و ردیابی کرد. پـیشقدم‌تـر از همه، کـتاب «**تئوری نوین جامدات**» نوشته فردریک زایتس بود که در سال ۱۹۴۰ به چاپ رسید. این کتاب تلاش کرده بود آن دسته از خواص جامدات که توسط روشهـای مکانـیک کـوانتومی قـابل جوابگویی بودند را مورد بحث و بررسی قـرار دهد. همین نقطه نظر بود که در بـین بسیاری از موضوعات به ظاهر نامتجانس و مقایسه نـاپذیر، وحدت ایجاد کرد. اوّلین کتاب درسی کـه یک بازنگری کلّی از تمام فیزیک حـالت جـامد در سطح لیسانس در آن زمان بدست می‌داد توسط چارلز کیتل در سال ۱۹۵۳ نوشته شد کـه بـعدها چاپ‌های مفصّل‌تر آن نیز بیرون آمد[4].

موضوع فیزیک حالت جامد اکنون در کلیه ابـعاد قـابل حصولش رشد کـرده و مـورد شناسایی قرار گرفته است و تعداد دانشمندانی که به آن اشتغال دارند از چند بـه چندیـن هزار نفر افزایش یافته است. از این گـذشته، تـعداد انتشارات، شاخه‌های فـرعی آن، کـنفرانس‌ها، نشریات و مجلات و سرانجام، مقدار پـولی کـه در این شاخه از علم فـیزیک مصرف مـی‌شود، همگی دهها مرتبه افزایش یافته‌اند.

البته تنها فیزیک حالت جامد نبود کـه رشد کرد. به ویژه در طیّ ۳۵ سال بـهبودی مـعجزه آسای بـعد از جنگ جهـانی و رشد ظـاهراً متوقف نشدنی اقـتصاد، علم بـه عنوان مـوتور محرکهٔ اقـتصاد عمل کـرد و بـه مـوازات آن شکوفا شد. در ابتدا فیزیک هسته‌ای بود که بـا نوید تولید نـامحدود انـرژی ارزان قـیمت، بـه صحنه آمد و این شهرت را پیدا کـرد کـه بـنیان علمی مهندسی‌های جدیدی که از آن جدا شدند را پایه‌گذاری کـند. همینطور کـه نـوید انـرژی هسته‌ای شروع به کم رنگ شدن کرد، فـیزیک حالت جامد، که به عنوان علم پـیش پـا افـتادهٔ مـطالعهٔ مـواد و خـواص عادیشان شروع شد،

مسبّب ایجاد اختراعات و ابداعات حیرت آوری گشت که چهرهٔ جامعه را دگرگون کرده است. در حالی که نوید تولید انرژی ارزان و فراوان یأس آور می‌شد، این علم «پیش پا افتاده» به اوج جذابیّت خود رسید و قرن میکروالکترونیک‌ها پا به عرصهٔ وجود گذاشت.

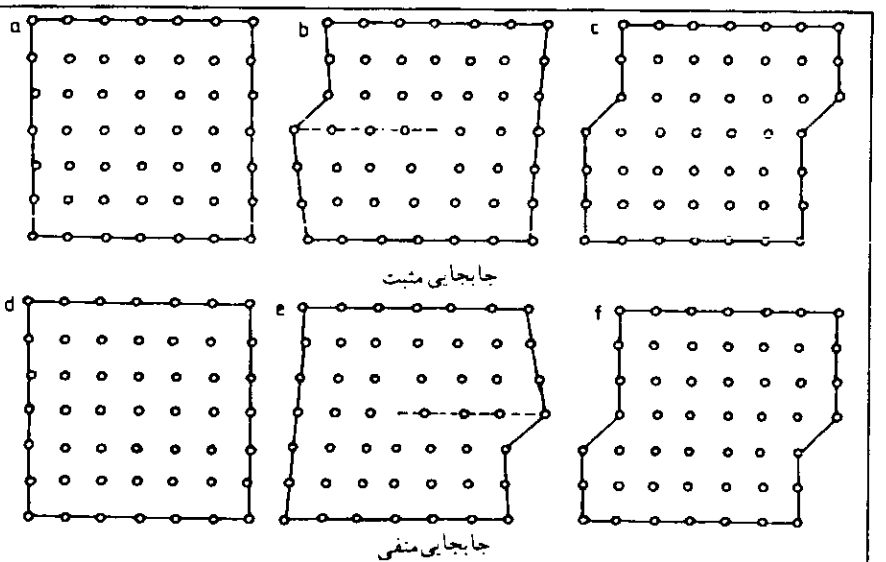
## نقاط شروع

اعلان اختراع پدرجدّ قطعات میکروالکترونیک یعنی ترانزیستور در سال ۱۹۴۸ تکان قابل ملاحظه‌ای به تمامی فیزیک حالت جامد داد. فعالیتی توأم با سراسیمگی در آزمایشگاههای پژوهشی صنعت و دانشگاه شروع شد و این موضوع حیثیت جدیدی به دست آورد. سه پیشرفت عمده، همگی مربوط به دهه‌های اوّل این قرن، در پیدایش نهایی فیزیک حالت جامد نوین سهیم بودند. این سه عبارتند از: مکانیک کوانتومی، کریستالوگرافی با پرتوهای ایکس و هنر رشد بلور. کشف مکانیک کوانتومی دانشمندان را قادر ساخت تا آن را به عنوان وسیله‌ای برای بررسی تئوری خواص الکتریکی، گرمایی و نوری جامدات بکار برند. همچنین، برای محاسبات نیروهای پیوندی، به ویژه در مورد فلزات، نتایج با معنی بدست می‌داد. از اینرو، تئوری‌های مربوط به آن دسته از خواص جامدات که با فرض داشتن یک شبکه ساختمانی ایده‌آل قابل توصیف بودند، شروع به متحد الشکل شدن کردند. ولی خواص حساس به ساختمان (مثلاً آنهایی که به میزان و نوع و چگونگی ناخالصی‌ها و ناکاملی‌های مختلف شبکه بلوری بستگی دارند) به این وحدت تئوری نرسیدند. با این وجود، برخی از نکات روشن شد و این موفقیّت در اثر پیشرفت تکنیک‌های پراش پرتوهای ایکس از یک طرف و گسترش هنر رشد تک بلورها از طرف دیگر بود. با کمک این دو دسته تکنیک، فیزیک حالت جامد از سردرگمی نتایج تجربی ضد و نقیض و به ظاهر بی‌معنی رهایی یافت.

تعجب‌آور است که برخی از ویژگیهای برجستهٔ جامدات، نظیر استحکام (مقاومت مکانیکی) وپلاستیسیتهٔ آنها، معما برانگیزترین خواص از کار درآمدند، زیرا هر روشی که برای محاسبهٔ استحکام جامدات اتخاذ می‌شد، مقدار واقعی آن همیشه دهها مرتبه کوچکتر از مقدار محاسبه شده از کار درمی‌آمد. بنابراین، شاید جامدات ظاهراً جوری بودند که آن اندازه که باید محکم باشند نبودند، ولی بسیاری از آنها در موقع رسیدن به حدّ الاستیکی‌اشان به طور ناگهانی ترک برنمی‌داشتند بلکه آنها را می‌توانستند به طور پلاستیکی تغییر شکل دهند. معمابرانگیزتر از این، خود فرآیند تغییر شکل پلاستیکی است که استحکام را زیاد می‌کند، پدیده‌ای که به نام work hardening معروف شده است. استحکام و خاصیت پلاستیسیتهٔ جامدات یک معمای واقعی را عرضه می‌کردند و دانشمندان به سختی می‌توانستند از سؤالاتی که در این مورد می‌شد اجتناب کنند.

زمانی که تکنیک‌های پراش پرتوهای ایکس و رشد بلور اجازهٔ کسب نتایج تجربی با معنی را دادند، مجموعه‌ای غنی از اطلاعات جمع‌آوری شد و برپایهٔ همین اطلاعات، برخی تئوری‌های فرضی پیشنهاد شد. برخی از این تئوری‌ها اینک به نظر ما غیر طبیعی و جالب توجه می‌آیند ولی در آن زمان باید فرض می‌کردند که ضعف ذاتی جامدات واقعی و افزایش مقاومت مکانیکی آنها در اثر تغییر شکل پلاستیکی، تجلّی نوعی انحراف از حالت ایده‌آل ساختمان بلورین آنها است[۵].

در سال ۱۹۳۴ یک فرضیه در مورد عیوب بلوری به نام «جابجایی در بلورها» که از عهده جوابگویی تست‌های آن زمان برآمد، توسط سه دانشمند به طور مستقل از هم پیشنهاد شد. اثبات تجربی اعتبار فرضیهٔ «جابجایی» می‌بایست تا دههٔ ۱۹۵۰ یعنی تا زمانی که کاربرد میکروسکوپ الکترونی و تکنیک‌های دکوراسیون، عیوب بلوری را قابل رؤیت کرد و در نتیجه وجود آنها را تقریباً بدون شک و شبهه به اثبات رساند، صبر می‌کرد. بار دیگر،




شکل ۱ ــ این دیاگرام از چگونگی حرکت جابجایی‌ها، اوّلین دیاگرامی بود که به‌طور گسترده‌ای مورد توجه فیزیکدانها قرار گرفت. این دیاگرام از مقاله اساسی جی آی تیلور است که در سال ۱۹۳۴ در Proc.R.Soc. به چاپ رسید.

این وسایل علمی نسبتاً جدید و پیشرفت تکنیک‌ها بود که پیشرفت در این زمینه را ممکن ساخت.

خود وسایل تجربی، که برای پیشرفت علم و صنعت، آنچنان حیاتی هستند، نتیجه کوشش مشترک هر دو رشته است. انگیزهٔ اوّلیه معمولاً از یک کشف جدید علمی برمی‌خیزد، که در مورد ما کشف پرتوهای ایکس و خواص آنها و کشف طبیعت موجی بودن باریکه‌های الکترونی بود، و سپس وسایل تجربی پس از اینکه مقدار زیادی کوشش برای بسط و توسعه آنها مبذول شد، ظاهر می‌شوند. برخلاف مورد وسایل تجارتی، نظیر میکروسکوپ الکترونی، تکنیک رشد تک بلورها در آزمایشگاه و برای آزمایشگاه توسعه یافت. دانش این تکنیک هم در مطالعه خواص الکتریکی و هم در مطالعهٔ خواص مکانیکی جامدات نقش تعیین کنندهٔ خود را به اثبات رساند. به علاوه و در عین تحیّر عده‌ای، تک بلورها، مواد اوّلیه (خام) صنعتی کاملاً جدید، یعنی صنعت الکترونیک نیم رساناها شدند.

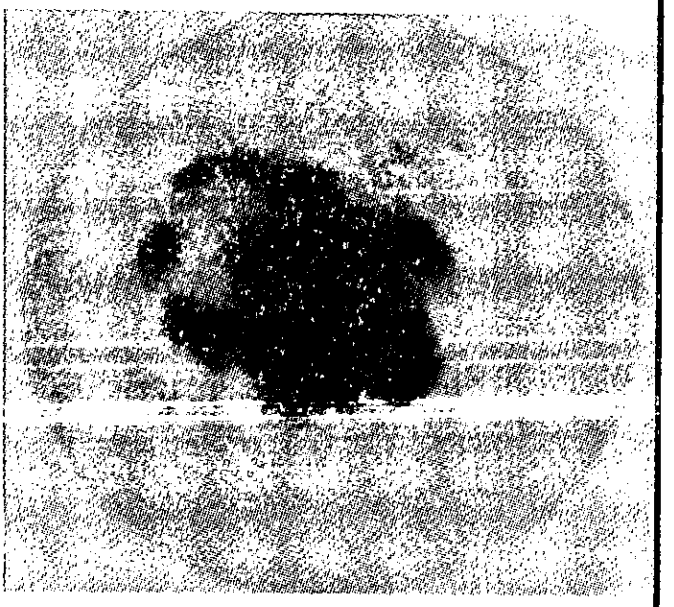
## کارکردن با فلزات

تکنولوژی تولید و استفاده از فلزات قرن‌ها و حتّی هزارسال جلوتر از هر درک فیزیکی از بنیادی‌ترین خواص آنها بوده است. حتّی موقعی که هنرستّی تولید فلزات و مصنوعات فلزی شروع به نشان دادن ضعف‌هایی کرد و علم مهندسی فلزشناسی بخاطر نیاز به داشتن تبحّر بیشتر در خواص فلزات به دنیا آمد، فقط از نقطه نظر آزمایشهای سیستماتیک و اندازه‌گیری‌های دقیق به صورت یک علم درآمد، و نه از تمام جنبه‌ها. با اینکه پرسشهای بنیادی درمورد چگونگی رفتار فلزات بی‌جواب یا حتّی ناپرسیده باقی مانده بودند، تولید و کاربرد آنها با جست و خیز پیشرفت کرد و توانستند هر نیاز اجتماعی مهندسی مکانیک و حتّی مهندسی هوانوردی را برآورده کنند. وقتی که علم فیزیک فلزات در طول سالهای جنگ جهانی پدیدار شد، تنها به جوابگویی معماهایی که طبیعت مطرح می‌کرد نپرداخت، بلکه اغلب به آنهایی پرداخت که تکنولوژی مطرح می‌کرد. برای مثال، تکنولوژی، حتّی قبل از اوّلین جنگ جهانی آلیاژهایی از آلومینیوم برای کشتی‌های فضایی (بالونها) و هواپیماها تولید کرده بود. دلیل استحکام آنها برای فیزیکدانها یک راز نهفته بود، ولی این مسئله توسط فرضیهٔ Precipitation hardening (سخت ساختن آلیاژ فلزی به وسیلهٔ حرارت که سبب می‌شود ترکیبات فلز از ترکیبات جامد رسوب کند، مترجم)، که بعدها به عنوان یک جنبهٔ مهم تئوری جابجایی محسوب شد، حل گشت.

در حالی که بررسی خواص مکانیکی ماده توسط فیزیکدانها عمدتاً فرآیندی از حل معماها بود و تأثیرات عملی مستقیم کمی داشت، مطالعه خواص نیم رساناها قطب دیگر طیف فیزیک «ناب» تا فیزیک «کاربردی» را تشکیل داد . دانش فیزیک نیم رساناها در فاصله زمانی بین دو جنگ جهانی از سه جبههٔ عمدتاً جدا از هم پیشرفت کرد. یک حوزهٔ فعالیت، کاربرد مکانیک کوانتومی در نیم رساناها بود و تلاش کرده بود که خواص الکتریکیشان را توصیف کرده و پدیده‌های گوناگونی نظیر یکسوکنندگی در محل اتصال فلز به نیم رسانا را توضیح دهد. این تئوری‌ها مجرد و ریاضی بودند و هیچ ارتباط مستقیمی (فوری) با کاربردها نداشتند، در حالی که یکسوکنندگی عملاً در قطعات الکترونیکی مورد استفاده قرار می‌گرفت. جبههٔ دوم یک حوزهٔ عملی خالص بود که در آن کارهای آمپیریک (اختباری) به قدر کافی پیشرفت کردند تا فتوسل‌ها و یکسوکننده‌های حالت جامدی تولید کنند و این وسایل بیشتر از اکسید مس و سلنیوم درست می‌شدند. سومین خط حمله شامل کارهای تجربی زحمت‌آوری بود که بر روی شناخت خواص نیم رساناهای با شکاف بزرگ انرژی، نظیر هالوژنیدهای قلیایی، هدف‌گیری شده بود.

همانطور که ذات این فعالیت‌ها ایجاب می‌کند، اولین و سومین فعالیت در دانشگاهها متمرکز شده بود در حالیکه پایگاه دومین فعالیت عمدتاً در آزمایشگاههای پژوهشی صنعت قرار داشت. شاید باز هم بخاطر ویژگیهای آنها، کار تئوری، متحرک و بین‌المللی بود، در حالیکه کار تجربی، برای یک دورهٔ طولانی، در یک آزمایشگاه تنها انجام می‌شد. کار تئوری کمتر به وسیله و تداوم بستگی دارد و می‌تواند در واحدهای کوچک به مورد اجرا گذاشته شود به شرطی که ارتباط‌های شخصی با مراکز علمی بزرگ حفظ شود و بحث و گفتگوهای انتقادی با همکاران دانشمند و صاحب فرهنگ مربوطه همچنان برقرار بماند. از طرف دیگر، کار تجربی نه تنها به وسیلهٔ مشخص (اغلب ساخت خود آزمایشگاه) نیاز دارد، بلکه به تداوم در یادگیری فوت و فن آن حرفه نیز محتاج است. هیچ متن درسی نمی‌تواند رموزی که با کار کردن در یک آزمایشگاه به دست می‌آیند و به تدریج به تکنیک‌های تثبیت شدهٔ آن حرفه اضافه می‌شوند را در اختیار قرار دهد.

در نتیجه، تعجب‌آور نیست که مطالعات تجربی هالوژنیدهای قلیایی فقط در گوتینگن آلمان برگزار شد، تا اینکه نتایج حاصله به قدر کافی مورد تأیید قرار گرفتند و مهم جلوه کردند تا قابل رقابت در جاهای دیگر شوند. این کار از این مرکز توسط فرآیند طبیعی دانشجویان قدیمی که محققین رسمی سایر دانشگاهها می‌شدند و به علاقه‌های پژوهشی‌ای که در دوران تعلیمات خود کسب کرده بودند ادامه می‌دادند، به سایر جاها گسترش پیدا کرد.



شکل ۲ ــ اوّلین نقش پراش پرتوهای ایکس ازیک بلور (سال ۱۹۱۲).

شکل ۳ ــ اوّلین ترانزیستور اتصال نقطه‌ای (سال ۱۹۴۷).

در حالی که کار گروه پژوهشی گوتینگن در دهه ۱۹۲۰ و اوایل دهه ۱۹۳۰ انعکاس کمی در محافل فیزیکدانهای تئوری محض آلمان داشت و عملاً هیچ انعکاسی در فیزیک خیلی سیاسی آلمان نازی پیدا نکرد، در بریتانیا و آمریکا با واکنش مثبتی روبرو شد. با کمال تعجب، طلایه‌داران اصلی و عوامل انتقال آن، دانشمندان تجربی نبودند بلکه تئوریسین‌هائی نظیر نویل مات[۶] و فردریک زایتس[۷] بودند. به نظر آنها، نتایج تجربی و مدلهای تئوری که از گوتینگن خارج می‌شدند، محرک مهمی بودند ولو اینکه کامل و سطح بالا فرموله نشده بودند. از نقطه نظر سنّت عملی‌گرایی انگلوساکسون‌ها:

یک پدیده هر چه زودتر به کاربرد عملی برسد، بهتر است ولو اینکه به درجه کمال نرسیده باشد.

## فیزیک در دوران جنگ

کار آمپیریک کاربردی بر روی یکسوکننده‌ها در سالهای دوران جنگ جهانی فقط درصد بسیار کمی از «یکسو کننده اتصال نقطه‌ای»[۸] را در برداشت. این طلایه‌دار تمام قطعات الکترونیکی حالت جامد و پیشقراول آشکار سازی رادیویی را آشکارسازهای لامپی از اهمیت صنعتی کنار گذاشته بودند. با این وجود، هنر آشکار ساز سبیل گربه‌ای[۹] به طور کامل فراموش نشد و وقتی که احتیاج، بشر را به اختراع کشاند و برای علائم راداری فرکانس بالا، آشکارسازهایی مورد نیاز قرار گرفتند، آشکارساز بلوری زندگی دوباره یافت. آشکارسازهای بلوری مورد نیاز مجموعه‌های راداری را بر اساس روش‌های آمپیریک «بساز هر چه باداباد» می‌توانستند بسازند ولی تا مرغوبیت فاصله زیادی داشتند. سخت افزار ارتشی ساخت صنعت با تکنیک‌های نه چندان پیشرفته که برای به کار انداختن آشکارسازهای سبیل گربه‌ای لازم بود، جور در نمی‌آمدند، گر چه این روشها برای آماتورهای شیفتهٔ رادیو در اوایل این قرن لذت بخش بوده است.

کارهای صرفاً آمپیریک پا را فراتر از تولید قطعات الکترونیکی شکننده آنهم با کیفیت یکسو کنندگی متوسط نگذاشت. در تحت این شرایط، آمریکایی‌ها فوت و فن کار انگلیسی‌ها را فرا گرفتند و دست به اجرای یک برنامهٔ عمدهٔ تحقیقاتی بنیادی زدند با این هدف که درکشان را نسبت به مواد نیم رسانا و اتصال‌های یکسو کننده بهبود بخشند تا بلکه وسایل آشکارساز بهتری بتوانند بسازند. این واقعه یکی از اولین مواردی بود که در آن فیزیک محض به طور عمدی مورد استفاده قرار می‌گرفت تا تکنولوژی را بهتر کند.

این روش فوق‌العاده موفق از کار درآمد. نه تنها آشکارسازهای راداری به مراتب بهتری تولید کرد، بلکه در علم و روش پژوهش نیز پایه‌هایی را برای توسعه‌های انقلابی بنیان‌گذاری کرد که مآلاً منجر به کشف ترانزیستور گشت و از آنجا میکروالکترونیک به وجود آمد.

از توسعهٔ دانش فیزیک نیم رساناها در طی جنگ جهانی شاید به طور وسوسه‌آمیزی نتیجه‌گیری کنیم که جنگ برای فیزیک خوب است، ولی حقایق این موضوع را به طور کامل تأیید نمی‌کنند. زیرا، در حالیکه جنگ جهانی دوم برای فیزیک نیم رساناها و فیزیک

هسته‌ای به طور انکارناپذیری خوب بود، ولی برای سایر شاخه‌های این رشته علم مطلقاً بد بود، تازه اگر عقب ماندگی سایر شاخه‌های علوم دیگر را کنار بگذاریم. برای مثال، اصول اساسی رفتار مکانیکی جامدات (تئوری جابجایی)[10] در طی جنگ هیچگونه پیشرفتی نکرد. گرچه بسیاری از فیزیکدانها به مسألهٔ ساختن گلوله‌های توپ و یا بهبود جنگ‌افزارها مشغول بودند، ولی تئوری اساسی این موضوع عملاً مفید تلقی نشد و در نتیجه مطالعهٔ آن به فراموشی سپرده شد. قابل ذکر است که حتی در فیزیک نیم رساناها، سعی و کوشش آلمانیها خیلی کمتر از دیگران بود و کلاً ماهیت مصرفی و جنبه سودگرایی داشت و فقط تلاش می‌کردند که از دستاوردهای رقبای آمریکایی و انگلیسی خود عقب نمانند.

مکانیسم دیگری که در اثر بربریت و جنون سیاسی در دههٔ ۱۹۳۰ اتفاق افتاد، بیرون راندن علم از خانه‌اش بود، چراکه آلمان نازی حتی برای ممتازترین دانشمندان خود هیچ مورد استفاده‌ای نداشت و احترامی قائل نبود مگر اینکه آنها از نقطه نظر مشخص نازی‌ها از «اصالت» بی‌عیب و نقصی برخوردار بودند و صاحب هیچگونه خط مشی سیاسی نامطلوب (از نظر نازی‌ها) نبودند. در نتیجه یک موج مهاجرت از آلمان به وقوع پیوست. از معروف‌ترین پروفسورهای ممتاز جهان گرفته تا دانشجویان عادی تحقیقاتی، همه آنهایی که به شدت تهدید شده و یا بیرون از حد تحملشان از رژیم جدید بیزار شده بودند، به هر جایی که روزنهٔ امیدی برایشان باز بود گریختند. مرکز ثقل تحقیقات فیزیک حالت جامد قاطعانه از آلمان به ایالات متحده و بریتانیا نقل مکان کرد و این مکانیسم مهاجرت دست کم قسمتی از این انتقال را به عهده داشته است. شاید این تغییر مکان غیر قابل اجتناب بود، چرا که مرکز قدرت اقتصادی قبلاً به آنجا منتقل شده بود و صنعت آمریکا در مورد تولیدات زیاد جدیدش هوشیارتر از هر پایگاه علمی دیگری بود. ولی خراب کردن یک سنت علمی، ساده‌تر از ساختن آن است و سنت قدیمی و قابل احترام علمی آلمان به اندازهٔ هر سنت دیگر خوب است، و بلایی که بر سرش آمده به اندازهٔ سایر وقایع تلخ تاریخ غم‌انگیز است. تزریق خون جدید، به علم آمریکایی و انگلیسی زندگی دوباره بخشید و برتری آنها را شتاب داد، در حالیکه علم آلمان متحمل یک جهش مخرب و سقوط شد، که به اندازه یک نسل طول کشید تا بهبود یابد.

مطالعه فیزیک حالت جامد مطالب زیادی رادرموردکارهای درونی این علم (روش‌های علمی) و نیز تأثیرات قابل ملاحظه عوامل خارجی در توسعه‌اش را می‌تواند به ما نشان دهد. فیزیک حالت جامد به این دلیل موفق از کار درآمد که برخی از تئوریهای بزرگ روز را به طور موفقیت‌آمیزی در مورد مسائل مربوط به خودش به کار بست و نیز به این علت موفق از کار درآمد که محدودیت‌های چنین تئوری‌های بزرگ را به درستی و وضوح مورد شناسایی قرار داد. خواص حساس به ساختمان و جزئیات رفتار نیم رساناها مستلزم انجام آزمایش‌های پر زحمت و طراحی تئوری‌های مبتکرانه در مقیاس کوچک برای منظورهای خاص است. تئوری‌های لازم غالباً با به کار بستن روشهایی که در سایر شاخه‌های علم توسعه یافته‌اند به دست می‌آیند. اصل «گرده افشانی از گلی به گل دیگر» اگر عاقلانه به کار رود می‌تواند خیلی موفق باشد.

فیزیک حالت جامد به این دلیل به اهمیّت کنونیش رسیده و تا بدین اندازه رشد کرده، که سودمندی ممتاز خود را به ثبوت رسانده است. گرچه این ایده، که تکنولوژیهای جدید به طور مستقیم از پژوهش‌های علمی ناشی می‌شوند بدون شک مورد باور همگان است، ولی یک رابطهٔ هم‌زیستی بین علم محض و مهندسی وجود دارد و در هیچ جای دیگری غیر از فیزیک حالت جامد و به ویژه فیزیک نیم‌رساناها، این رابطه ثمربخش‌تر، از کار درنیامده است.

امید می‌رود که مطالعهٔ تاریخ فیزیک حالت جامد تحرک و بینش جدیدی در فیزیکدانها القاء کند. به هر حال بزرگترین آرزوی من اینست که حداقل نشاط و شیفتگی در دانشجویان ایجاد کند.

زیرنویسها:

1 - The history of solid state physics (Feb. 1987) by Ernst Braun, Physics Bulletin, 38 (2), 64-66.

2 - Solid state science, Past, Present and predicted. Edited by Denis weaire and colin windsor. To be published by Adam Hilger, The Institute of physics, UK.

۳ ــ این کتاب هم‌اکنون به چاپ رسیده است. (مترجم)

۴ ــ هم‌اکنون چاپ ششم این کتاب منتشر شده است. ولی برای کتاب درسی مناسب‌نیست. بلکه می‌توان آن را به‌عنوان مرجع مورد استفاده قرار داد. (مترجم)

۵ ــ یعنی اینکه اولاً در نظم سه‌بعدی بلور عیوب یا ناکاملی‌هایی نظیر ناخالصی، جابجایی، نابجایی، جای خالی اتم و غیره وجود دارد. و ثانیاً همین ناکاملی‌ها مسبب اصلی کاهش مقاومت مکانیکی و پیدایش اکثر خواص حساس به ساختمان، بلورها هستند. (مترجم)

6 - Nevil Mott

7 - Frederick Seitz

8 - Point contact rectifier

9 - Cat's whisker detector

10 - The theory of dislocations

# یک توضیح در مورد

# «تاریخچهٔ فیزیک حالت جامد»

دکتر عزت‌الله ارضی
گروه فیزیک دانشگاه تهران

در مقاله‌ای که خواندید با مطرح کردن اینکه «موجودیت مستقل و جداگانهٔ فیزیک حالت جامد ۴۵ ساله است»، گویا به طور ضمنی فیزیک حالت جامد را ۴۵ ساله معرفی کرده است. در این مورد توضیح زیر ضروری به نظر می‌رسد:

اصولاً برای هیچ شاخه‌ای از علم، نقطهٔ شروع معینی را نمی‌توان تعیین کرد چرا که پیدایش علوم آنی و ناگهانی نبوده است بلکه کوشش‌های پیگیر دانشمندان در طیّ سالها و بلکه قرنها به تدریج شاخه‌ای از علم را به آن درجه از کمال می‌رسانند که در یک برهه از تاریخ، آن علم موجب تحوّلات بزرگ علمی و اجتماعی می‌شود. این تحوّلات بزرگ که گاه با بروز کشفیات تازه و به ظاهر ناگهانی همراه است، نقاط شروع علوم نیستند بلکه گاه‌شمارهای (فرسنگ‌شمارهای) مهم تاریخ علم‌اند. فیزیک حالت جامد نیز از این قاعده مستثنی نیست و تاریخ چند هزار ساله دارد. تمام شواهد و قراین و همچنین عقل سلیم حاکی از آن است که برای بشر اوّلیه جامدات باید آسان‌ترین نوع ماده برای شناخت و مطالعه بوده باشند. بشر از زمانی که فهمید باید در زمستان لباس پشمی یا بافتنی و در تابستان لباس نخی به تن بپوشد، به خاصیّت عایق یا رسانای حرارتی بودن جامدات پی برده بود، گرچه مکانیسم رسانایی حرارتی را اصلاً نمی‌شناخت. تاریخچهٔ هنر فلزشناسی به ۴۰۰۰ سال قبل برمی‌گردد و بشرهای آن زمان بسیاری از خواص فلزات موجود را پیدا کرده بودند و دقیقاً می‌دانستند که مثلاً خاصیّت مفتول شدن و شکل‌پذیری طلا بیش از سایر فلزات است و جواهرات موجود در موزه‌های دنیا شاهد این مدعاست.هنر سرامیک قدمت چند هزار ساله دارد و بشر در حدود ۵۰۰۰ سال است که الماس را می‌شناسد و علاوه بر اینکه شیفتهٔ زیبایی و تلألؤ خیره کننده‌اش شده بود، با کنجکاوی بسیار زیاد برای پی بردن به ماهیّت این بلور افسانه‌ای غیرعادی و خواص غیر عادیش تلاش پی‌گیر داشته است و زمانی که متوجه شد که جنس آن از کربن است مات و متحیّر به دنبال پیدا کردن جوابهایی برای

چراهای مطرح شده در آن زمان بود.

پس اینکه بگوئیم با نوشته شدن کتاب یا کتابهایی در مورد یک علم، آن علم موجودیت جداگانه یافته است، خیلی صحیح نیست. اصولاً یک علم باید به درجه‌ای از کمال و پیشرفت رسیده باشد تا بتوان کتابی آنهم به صورت یک متن درسی مستقل در مورد آن به رشته تحریر درآورد، چرا که کتابها و مجلات علمی همگی منعکس‌کنندهٔ نتایج کوششها و پژوهشهای بی‌وقفه و مستمر دانشمندان هستند.

البته در همین‌جا باید اذعان کرد که علیرغم پیشرفت‌های زیاد بشر در طیّ هزاران سال در مورد شناسایی خواص ماکروسکوپی جامدات، با کمال تعجب همین هفتادوپنج سال قبل بود که پس از کشف پراش پرتوهای ایکس، ساختمان واقعی و درست جامدات (ساختمان میکروسکوپی آنها) بدون شک و شبهه توسط دانشمندان بلورشناس مورد تأیید قرار گرفت و تا آن زمان بشر شناسایی و درک عمیقی راجع به ساختمان داخلی جامدات نداشت، ولی زمینه‌سازی لازم برای ایجاد این درک در طیّ هزاران سال انجام پذیرفته بود که نباید اهمیّت آن را از دیده دور نگهداشت.

اصولاً تمام علوم و به‌ویژه علم فیزیک، پس از مشاهدهٔ اثرها، پدیده‌ها یا خواص، همواره با دو سری سؤال «چگونه» و «چرا» روبرو بوده است. برای جواب دادن به سؤال «چگونه»، پدیده‌ای را باید توصیف کرد و برای جوابگویی به سؤال «چرا» آنرا باید توجیه و تفسیر نمود. چگونه‌ها را اکثراً آزمایشهای تجربی جوابگو هستند و برای جوابگویی به سؤالهای «چرا» تئوری‌ها مورد نیازند. مشاهدهٔ اثرها پیش‌نیاز پیشرفت علم است و مشاهده‌گرها اکثراً دانشمندان بزرگ علم هستند. تجربه و تئوری،لازم و ملزوم یکدیگرند به گونه‌ای که می‌توان گفت: تئوری بدون تجربه بی‌معنی است زیرا محکی برای اثبات صحت آن وجود ندارد و تجربهٔ بدون تئوری نیز یک کوچهٔ بن‌بست است که مآلاً راه به جایی نمی‌برد و اعجاز دانشمندان این قرن تلفیق این دو جنبهٔ علم باهم است. علم فیزیک حالت جامد با انجام تجربه‌های گوناگون بسیاری از «چگونه»ها را سالها پیش جوابگویی کرده بود گرچه در زمینه جوابگویی به «چرا»ها تا اوایل قرن حاضر پیشرفت چشمگیری دیده نمی‌شد. نکته اینجاست که اگر مشاهدات لازم در مورد خواص جامدات قبلاً انجام نپذیرفته بود و چگونگی رفتار برخی از پدیده‌ها توصیف نشده بود تا اطّلاعات کافی در اختیاربشر قرار گیرد و مغزش به بلوغ علمی کنونیش برسد، هرگز به دنبال پیدا کردن جواب‌های قانع‌کننده برای چراها نمی‌رفت و اگر هم می‌رفت، به علّت ناقص بودن معلوماتش، موفق به کشف آنها نمی‌شد. مثال بارز آن مشاهدهٔ رفتار مکانیکی جامدات و پی‌بردن به چگونگی بستگی دمایی خواص حرارتی آنها (به‌ویژه گرمای ویژهٔ آنها) بود که بعدها توجیه میکروسکوپی آنها را پیدا کرد.

آری، چنانکه گفته شد، برای فیزیک حالت جامد نقطهٔ شروع مشخصی را نمی‌توان معین کرد ولی چند تحول مهم در تاریخ فیزیک حالت جامد از همه بیشتر به چشم می‌خورد و همین‌ها بودند که راه را برای پیشرفت روزافزون کنونی فیزیک حالت جامدنو باز کردند. پس از اظهار نظر درست «آبه‌هوی» در سال ۱۷۸۴ در مورد ساختمان میکروسکوپی بلورها که گفت «بلورها باید از تکرار منظم آجرهای ساختمانی بسیار کوچک یکسان درست شده باشند»، شاید اوّلین باری که به‌طور دقیقتر در مورد تشکیلات میکروسکوپی ساختمان جامدات به‌طور تئوری و با استدلال ریاضی اظهارنظر شد در مقاله‌ای بود که توسط اینشتاین در سال ۱۹۰۷ به چاپ رسید و در آن تلاش شده بود تا بستگی دمایی گرمای ویژهٔ جامدات توجیه و تفسیر شود. به‌دنبال آن چاپ دو مقاله در سال ۱۹۱۲ یکی توسط ماکس بورن و فون کارمن و دیگری توسط دبای در زمینه همین موضوع، دید دانشمندان را در مورد ساختمان میکروسکوپی جامدات روشن کرد. درست در همین سال (۱۹۱۲) تحول عظیمی به‌وقوع پیوست و پراش پرتوهای ایکس از بلورها توسط فون‌لاوْه کشف شد که نه تنها نقطهٔ عطفی در تاریخ فیزیک حالت جامد را نشانه‌گذاری کرد بلکه سرنوشت بسیاری از شاخه‌های دیگر علوم را نیز تغییر داد (ناگفته نماند که اگر خود پرتوهای ایکس در سال ۱۸۹۵ توسط رونتگن کشف نمی‌شد، تحول کشف پراش آن در سال ۱۹۱۲ به وقوع نمی‌پیوست). از این سال به بعد بود که با شناخت مستقیم ساختمان میکروسکوپی جامدات، دانشمندان توانستند به بسیاری از «چراها» جواب دهند و بسیاری از خواص فیزیکی جامدات را توجیه و تفسیر نمایند و عصر دیودها، ترانزیستورها، میکروالکترونیک و... را به‌وجود آورند.

خلاصه اینکه، اگر کشفیات جدیدی صورت می‌گیرد و اگر بشر به شناخت ناشناخته‌های قبلی دست می‌یابد، نباید اثر کوششهای بی‌وقفه دانشمندان گذشته و زحمات پیشینیان را نادیده انگارد. فیزیک حالت جامد از چندهزار سال قبل شروع شده است و نه از ۴۵ سال پیش، منتهی توجیه میکروسکپی برای اکثر خواص ماکروسکپی جامدات در قرن حاضر پیدا شده است. خالی از لطف نیست که جملهٔ نیوتون در زمینه قدرشناسی از کارهای دانشمندان بزرگ قبل از خودش نظیر کپلر و گالیله و... را در اینجا ذکر کنیم. نیوتون می‌گوید: «اگر می‌گویید که من جلوی پایم را بیش از دیگران دیده‌ام، بدان علّت است که بر دوش غول‌های علمی قرار داشته‌ام». آری فیزیک حالت جامد نیز با سوار بودن بر دوش همه غول‌های علمی گذشته توانست به وضع کنونیش برسد.

# مسابقات بین المللی فیزیک

مترجم: دکتر منیژه رهبر (دانشگاه تهران)

مسابقات انگیزه‌هایی را برای افراد بااستعداد به وجود می‌آورند و در کشورهایی مانند انگلستان، فرانسه و ایالات متحده سابقه‌ای طولانی دارند. در کشورهایی که تعداد جوانان داوطلب تحصیل در دانشگاهها بیش از ظرفیت موجود است، از مسابقات ورودی برای انتخاب درخشانترین دانشجویان استفاده می‌شود. مسابقات همچنین وسیلهٔ مفیدی برای جستجو و کشف استعدادها و تشویق و برانگیختن جوانان برای بدست آوردن نتایج بهتر است.

سابقهٔ مسابقات ریاضی طولانی‌تر از سایر موضوعهاست. انجمن فیزیک و ریاضی مجارستان اولین مسابقه ریاضی را در سال ۱۸۹۴، به همت فیزیکدان معروف رولاند اوتوش ترتیب داد. به دنبال آن مسابقات فیزیک در سال ۱۹۱۶ انجام شد. مقامات مسئول مدارس، مسابقات سالیانه را از ۱۹۲۳ در موضوعهای مختلف از جمله علوم، علوم انسانی، اقتصاد و موضوعهای علمی دیگر ترتیب داده‌اند. این مسابقات مورد توجه بسیارند زیرا به برندگان در ورود به دانشگاه اولویت داده می‌شود. اولین مسابقه فیزیک در اتحاد جماهیر شوروی سوسیالیستی در سال ۱۹۳۹، در لهستان در سال ۱۹۵۱ و در چکسلواکی در سال ۱۹۵۹ انجام شد. پس از آن کشورهای بسیار دیگری مسابقات ملی را ابتدا در زمینهٔ ریاضی و سپس فیزیک آغاز کرده‌اند.

اولین مسابقهٔ بین‌المللی ریاضی در سال ۱۹۵۹ انجام شد. این مسابقات بین‌المللی غالباً «المپیاد» نامیده می‌شوند، اگرچه استفاده از این اصطلاح صحیح نیست، زیرا لغت یونانی اولیه به معنی فاصله زمانی چهار ساله بین بازیهای المپیک است. انجمن ریاضی رومانی هفت کشور را برای شرکت در اولین رقابت دعوت کرد. در بیست و ششمین مسابقه ریاضی در سال ۱۹۸۵ در پراگ ۳۸ تیم مرکب از ۲۰۹ شرکت کننده از پنج قاره شرکت داشتند.

مسابقات بین‌المللی فیزیک بعداً آغاز شد و گسترش بسیار کندتری داشت. به نظر می‌رسد که محبوبیت فیزیک نزد مقامات مسئول بسیار کمتر از ریاضی است. فیزیکدانهای چکسلواکی، مجارستان و لهستان پس از گفتگوهای بسیار پنج تیم را در سال ۱۹۶۷ به ورشو دعوت کردند (بلغارستان، چکسلواکی، مجارستان، لهستان و رومانی و هر تیم مرکب از سه دانش‌آموز بود). مسابقه به صورت یک واقعهٔ خانوادگی صمیمانه بود. مسائل بسیار مشکل نبودند و بازدیدهایی از کراکو و گدانسک برای شرکت‌کنندگان ترتیب داده شده بود.

دومین المپیاد در سال ۱۹۶۸ با شرکت هشت کشور برگزار شد. در این دوره علاوه بر ۵ کشور شرکت کننده در اولین دوره، سه کشور آلمان شرقی، اتحاد جماهیر شوروی و چکسلواکی شرکت داشتند در فوریه ۱۹۶۹ یک کمیتهٔ بین‌المللی، برنامه‌ای را برای مسابقه تنظیم کرد. این اساسنامه تصویب شد و با تغییرات مختصری که در سال ۱۹۸۴ انجام شد، هنوز معتبر است. در برنو (چکسلواکی، ۱۹۶۹) و مسکو (اتحاد جماهیر شوروی، ۱۹۷۰) کشورهای شرکت کننده یکسان بودند، ولی تیمها به ترتیب از پنج و شش عضو تشکیل شده بودند.

# صورت و حل مسائل اولین المپیاد فیزیک

۱۹۶۷ ــ ورشو ــ لهستان

صوفیه (بلغارستان، ۱۹۷۱) مقدم هفت تیم را گرامی داشت. در بخارست (رومانی، ۱۹۷۲) کوبا و فرانسه برای اولین بار شرکت داشتند. در سال ۱۹۷۳ المپیادی تشکیل نشد. زیرا هیچ کشوری مسئولیت برگزاری آنرا نپذیرفت. ورشو (لهستان) در سال ۱۹۷۴ برای دومین بار میزبان این مسابقه بود. در این مسابقه آلمان غربی برای اولین بار شرکت کرد. مسابقهٔ ۱۹۷۵ در گوسترا (آلمان شرقی) و مسابقهٔ ۱۹۷۶ در بوداپست (مجارستان) تشکیل شد. در این مسابقه برای نخستین بار ده تیم شرکت داشتند. سوئد با یک تیم و فنلاند به عنوان ناظر. در مسابقهٔ بعدی در هرادک کرالاو (چکسلواکی) افزایشی صورت نگرفت و به علت مشکلات مادی در سال ۱۹۷۸ و ۱۹۸۰ مسابقه‌ای انجام نشد.

یازدهمین مسابقه در سال ۱۹۷۹ در مسکو و دوازدهمین مسابقه در سال ۱۹۸۱ در وارنای بلغارستان ترتیب یافت. در این مسابقه ایتالیا و ویتنام برای اولین بار حضور داشتند و تعداد کشورهای شرکت کننده به ۱۴ رسید. افزایش بیشتر در تعداد شرکت‌کنندگان در سال ۱۹۸۲ انجام شد و آلمان غربی مقدم ۱۷ تیم از جمله تیمهای جدید از اطریش، یونان و هلند را گرامی داشت.

دز چهاردهمین مسابقهٔ بین‌المللی در سال ۱۹۸۳ در بخارست (رومانی) ۱۶ کشور شرکت داشتند، و سپس در زیگتونای (سوئد) ۱۸ کشور از جمله ایسلند، بریتانیا و نروژ شرکت کردند. از سال ۱۹۷۱ هر تیم (به جز چند مورد) شامل پنج شرکت کننده بوده است که غالباً پسر بوده‌اند و گاهی یک یا دو دختر در آن شرکت داشته‌اند.

از سال ۱۹۸۳ کلیه امور مربوط به المپیادهای بین‌المللی فیزیک در فاصلهٔ دو المپیاد توسط یک دبیر انجام می‌شود.

اگر به اطلاعاتی در این زمینه نیازمندید، می‌توانید مستقیماً با


Dr. Waldemar Gorzkowski

Secretariat

International Physics Olympiadas

Institute of science

Polish Academy of Physics

Al. Lotnikow – 32 – 46

PL – 02 – 668 WARSAW

POLAND


مکاتبه کنید.

صورت و حل مسائل این المپیادها با همکاری یونسکو به زبان انگلیسی منتشر شده است که ترجمهٔ فارسی آن از این پس به ترتیب در مجله چاپ خواهد شد.

◇

**مسئله ۱ ــ** توپی به جرم $M = ۰/۲kg$ بر روی ستون افقی به ارتفاع $h = ۵m$ قرار دارد. گلوله‌ای به جرم $m = ۰/۰۱kg$ با سرعت $v_۰ = ۵۰۰ m/s$، به طور افقی از مرکز این توپ می‌گذرد. توپ در فاصلهٔ $S = ۲۰m$ به زمین می‌رسد. گلوله در چه نقطه‌ای به زمین می‌رسد؟ چه کسری از انرژی جنبشی گلوله تبدیل به گرما می‌شود؟

**حل ــ** اندازه حرکت کل سیستم در تمام برخوردها ثابت است:

$$mv_۰ = mv + MV$$

که در آن $v$ سرعت گلوله و $V$ سرعت توپ پس از برخورد است. زمان پرواز توپ و گلوله برابر است با

$$t = \sqrt{\frac{۲h}{g}} = ۱/۰۱ S$$

طی این زمان توپ مسافت $۲۰m$ را در جهت افقی می‌پیماید، سرعت آن در جهت افقی $V = \frac{۲۰m}{۰/۰۱s} = ۱۹/۸ m/s$ است. معادلهٔ

$$۰/۰۱ \times ۵۰۰ = ۰/۰۱v + ۰/۲ \times ۱۹/۸$$

سرعت گلوله را بلافاصله پس از برخورد بدست می‌دهد.

$$v = ۱۰۴m/s$$

گلوله نیز $۱/۰۱s$ سقوط می‌کند، بنابراین در فاصلهٔ

$$S = vt = ۱۰۴m/s \times ۱/۰۱s = ۱۰۵m$$

از ستون به زمین می‌خورد. (شکل ۱).

انرژی جنبشی اولیه

$$\frac{mv_۰^۲}{۲} = ۱۲۵۰ \text{ ژول}$$

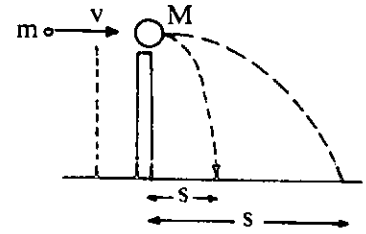
است. بلافاصله پس از برخورد انرژی جنبشی توپ

$$\frac{MV^۲}{۲} = ۳۹/۲ \text{ ژول}$$

و انرژی جنبشی گلوله

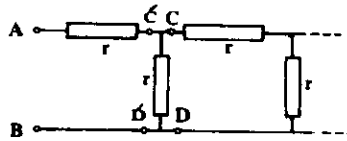
$$\frac{mv^۲}{۲} = ۵۴ \text{ ژول}$$

است. بنابراین انرژی جنبشی کل ژول ۹۳/۲ = ۵۴ + ۳۹/۲
و تفاوت ژول ۱۱۵۶/۸ = ۹۳/۲ - ۱۲۵۰
است. یعنی ۹۲/۵٪ انرژی جنبشی اولیه به صورت گرما جذب توپ می‌شود. برخورد کاملاً ناکشسان نیست. در مورد برخورد کاملاً کشسان انرژی جنبشی پایسته است. اگر برخورد کاملاً کشسان باشد، گلوله در داخل توپ باقی می‌ماند.



شکل ۱

**مسئله ۲ ــ** در شکل ۲، شبکه نامحدودی از مقاومتهایی با مقاومت r وجود دارد. مقاومت معادل بین A و B چقدر است؟



شکل ۲

**حل ــ** فرض می‌کنیم که مقاومت شبکه از راست به چپ تا نقاط CD، $r_n$ باشد. با حرکت به چپ مقاومت r با $r_n$ به طور موازی قرار دارد به طوریکه مقاومت معادل در CD

$$\frac{r.r_n}{r + r_n}$$

است. سپس مقاومت r با این مقاومت سری است، بنابراین مقاومت بین A و B

$$r + \frac{r.r_n}{r + r_n}$$

است. اگر شبکه نامحدود باشد، اتصال r، مقاومت بعدی نتیجه را تغییر نمی‌دهد، بنابراین مقاومت بین AB با مقاومت بین CD برابر است، بنابراین معادلهٔ

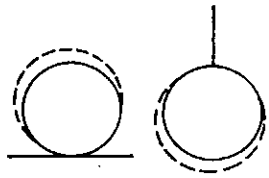
$$r_n = r + \frac{r.r_n}{r + r_n}$$

حل معادله برای $r_n$ را به دست می‌دهد.

$$r_n = r\frac{1+\sqrt{5}}{2}$$

**مسئله ۳ ــ** دو کره از یک نوع داده شده است. یکی از آنها بر روی صفحهٔ افقی بی‌حرکت است و دیگری توسط تار نازکی آویخته است. گرمای برابر به دو کره داده می‌شود. آیا دمای این دو کره برابر خواهد بود؟ به چه دلیل؟ (هر نوع اتلاف گرما ناچیز است).

**حل ــ** با گرم شدن، حجم کره‌ها افزایش می‌یابد. گرانیگاه کرهٔ اول بالا می‌رود و با انجام کار در مقابل نیروی گرانش قسمتی از گرمای خود را مصرف می‌کند (شکل ۳). بنابراین گرمای کمتری صرف افزایش دمای کره می‌شود. در نتیجه، دمای کرهٔ اول کمتر از کرهٔ دوم خواهد بود. (تفاوت بسیار کوچک است، برای یک کرهٔ مسی به شعاع ۱۰cm تفاوت نسبی در حدود $10^{-7}$ است).


شکل ۳

**مسئلهٔ تجربی ــ** می‌خواهیم گرمای ویژه نفت را تعیین کنیم. یک ترازو، کالریمتر، دماسنج، منبع، چند کلید، سیم، کرونومتر، گرمکن برقی، ظروف، آب و نفت در اختیار دانش آموزان است.

**حل ــ** گرمای ویژه را می‌توان به روش متداول با مخلوط کردن آب و نفت با دمایی معین در کالریمتر تعیین کرد. با تعیین دمای مخلوط می‌توان گرمای ویژه را از معادله‌ای که شامل گرمای داده شده توسط یکی از عناصر و گرمای جذب شده توسط دیگری است، تعیین کرد. همچنین می‌توان ابتدا آب و سپس همان مقدار نفت را با استفاده از گرمکن برقی حرارت داد و با مشاهدهٔ تغییرات دما بر حسب زمان، گرمای ویژه را تعیین کرد. خارج قسمت مماس بر منحنی در نقاط اولیهٔ منحنی عکس مقادیر گرمای ویژه است.

انتخاب دیگر مسئله تجربی برای دانش آموزانی است که در مدرسه الکتریسیته نمی‌خوانند.

۱۰ لیتر هوای خنک در فشار جو و دمای ۰°C در ظرف بسته‌ای قرار دارد، ۳ گرم آب به این ظرف اضافه و سیستم تا ۱۰۰°C گرم می‌شود. فشار داخل محفظه را پیدا کنید.

**حل ــ** در ۱۰۰°C همهٔ آب به بخار تبدیل می‌شود. ۳ گرم آب $\frac{1}{6}$ ملکول گرم است (۶ = ۳ : ۱۸) که در ۱۰۰°C و فشار جوّ حجم آن

$$\text{لیتر } ۵/۱ = \frac{۳۷۳}{۶} \times ۲۷۳ \times ۲۲/۴$$

می‌شود.

فشار $\frac{1}{6}$ ملکول گرم بخار از معادله حالت بدست می‌آید.

$$\frac{\frac{1}{6} \times ۲۲/۴}{۲۷۳} = \frac{P_{\text{بخار}} \times ۱۰}{۳۷۳}$$

بنابراین

$$P_{\text{بخار}} = ۰/۵۰۷ \text{ جو}$$

معادلهٔ حالت برای هوا

$$\frac{P_{\text{هوا}}}{۳۷۳} = \frac{۱}{۲۷۳}$$

$$P_{\text{هوا}} = ۱/۳۶۶ \text{ جو}$$

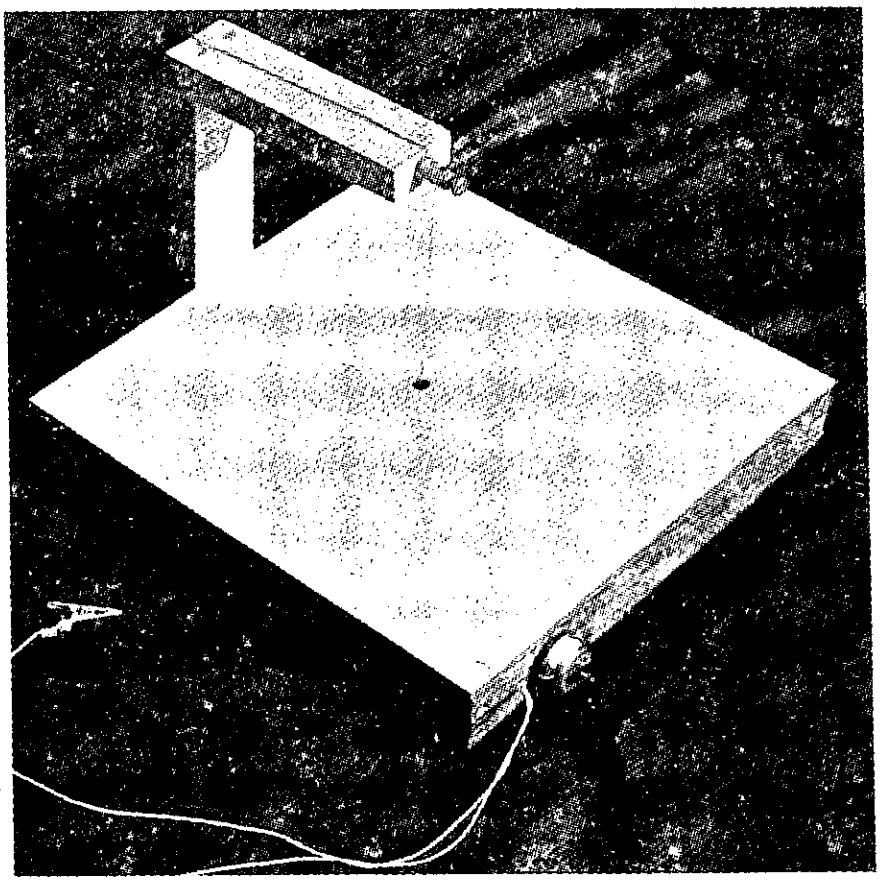
با جمع فشارها

$$P = P_{\text{بخار}} + P_{\text{هوا}} = ۰/۵۰۷ + ۱/۳۶۶ = ۱/۸۷۳ \text{ جو}$$

◇

# ساخت یک وسیلهٔ سادهٔ «سیم ـ داغ» برای بریدن پلی‌استیرن[1]

ترجمه از سهیلا ارضی



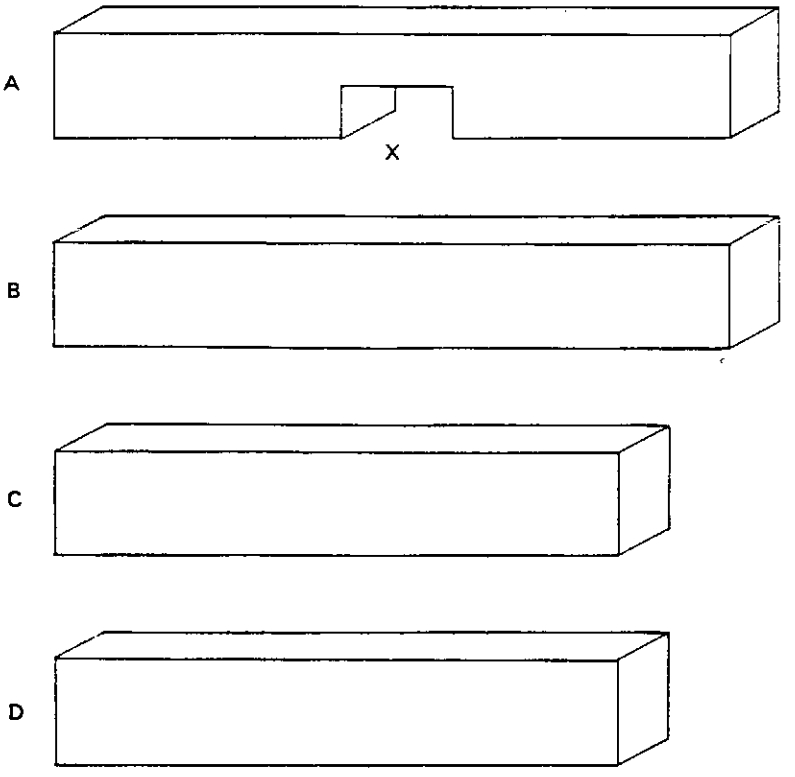
شکل ۱ ــ تصویر برش دهندهٔ سیم ـ داغ

آجرهای سقفی پلی‌استیرنی و یونولیت‌هائی که برای بسته‌بندی وسایل الکتریکی و الکترونیکی بکار می‌روند، مواد ایده‌آلی برای ساختن مدل هستند. تنها مشکل پلی‌استیرن بریدن و شکل دادن آنست. یک کارد خیلی تیز و یا یک سیم داغ برنده تنها راههای رضایت‌بخشی هستند که مقطع برشی صاف و تمیزی به دست می‌دهند.

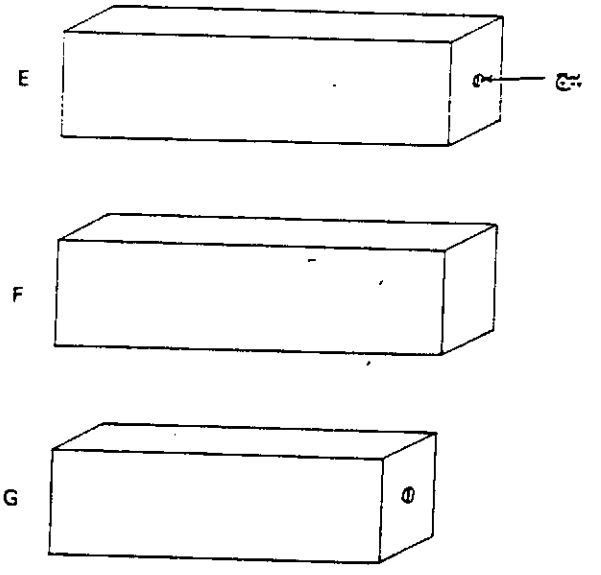
تصویر دستگاه برش سیم ــ داغ در شکل ۱ نشان داده شده است. در شکل ۲ و ۳، طرح ساخت آن داده شده است. این وسیله برای استفادهٔ تمام کودکان و نوجوانان در هر سن و سالی که باشند، بدون خطر است. به ویژه اگر شدت جریان لازم توسط یک باطری خشک با ولتاژ بین ۴/۵ تا ۶ ولت تأمین شود. ولی باید توجه شود که سیم فقط تا آن اندازه گرم شود که بتواند پلی‌استیرن را ذوب کند. اگر بیشتر داغ شود پلی‌استیرن خواهد سوخت و تنفس دود ناشی از آن ممکن است کودکان کم سن و سال‌تر را مریض کند. بی‌خطرترین و مطمئن‌ترین راه استفاده از این دستگاه برنده‌اینست که آنرا در محیطی که هوایش خوب تخلیه می‌شود قرار داده و اطمینان حاصل شود که دودی تولید نشود. اگر دود تولید شود باید باطری با ولتاژ کمتری مورد استفاده قرار گیرد.

پایهٔ دستگاه از چوب نرم با سطح مقطع $۵۰^{mm} \times ۲۵^{mm}$ ساخته می‌شود. چهار تکه چوبی که این پایه را می‌سازند باید به اندازه‌های نشان داده شده بریده شوند. اندازه‌ها خیلی قطعی و حتمی نیستند. به نظر می‌رسد که این اندازه‌ها مناسب باشند. قسمتی از وسط تکه چوب A بریده می‌شود تا چوبی به سطح مقطع $۵۰^{mm} \times ۲۵^{mm}$ بطور تنگاتنگ در آن جا بگیرد.

قبل از اینکه پایهٔ دستگاه به هم وصل شوند،




الف ــ قسمت‌هائی که پایه را می‌سازند




ب ــ قسمت‌هائی که نگهدارندهٔ سیم را می‌سازند

تمام تکه‌ها از چوب $25^{mm} \times 50^{mm}$ است

اندازه‌ها

B,A به طول ۳۰cm

D,C به طول ۲۵cm

F,E به طول ۱۷/۵ cm

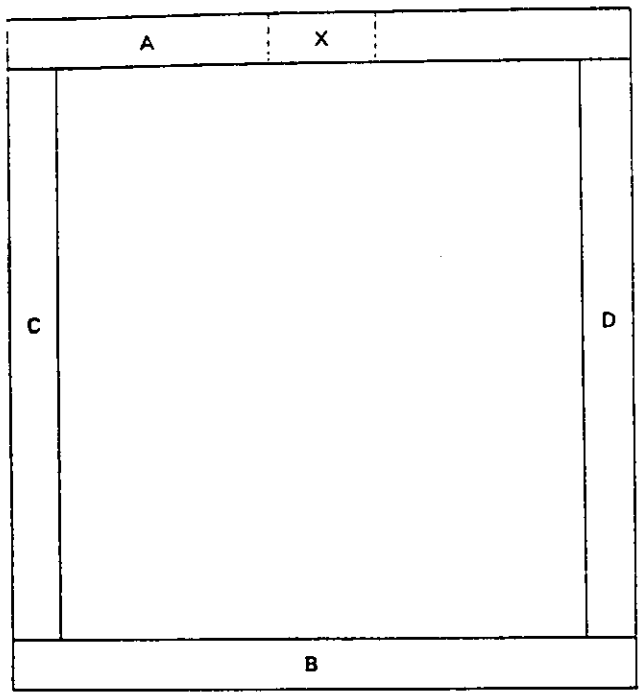
G به طول ۱۵cm

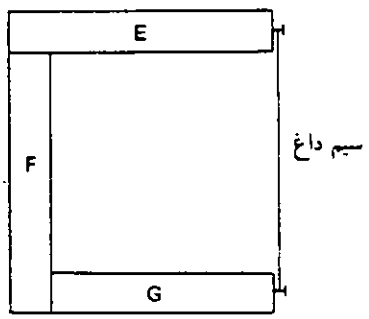
X = ۲۵mm × ۵۰mm

**شکل ۲ ــ** قطعات تشکیل دهندهٔ پایه و نگهدارندهٔ سیم دستگاه برش سیم داغ پلی‌استیرن

نگهدارندهٔ سیم که تقریباً به شکل U است باید ساخته شود. سه تکهٔ G,F,E نیز از چوب با سطح مقطع $25^{mm} \times 50^{mm}$ بریده می‌شوند. در قسمت انتهائی تکه‌های G,E پیچ‌هائی نصب می‌شود. همانطور که در شکل ۳ ــ الف نشان داده شده است، ابتدا E را با میخ و یا پیچ به تکه چوب F محکم کرده و سپس این مجموعه‌به تکه چوب G چسبانده می‌شود و بدینگونه چیزی شبیه U درست می‌شود که در انتهای آن دو پیچ قرار دارد.

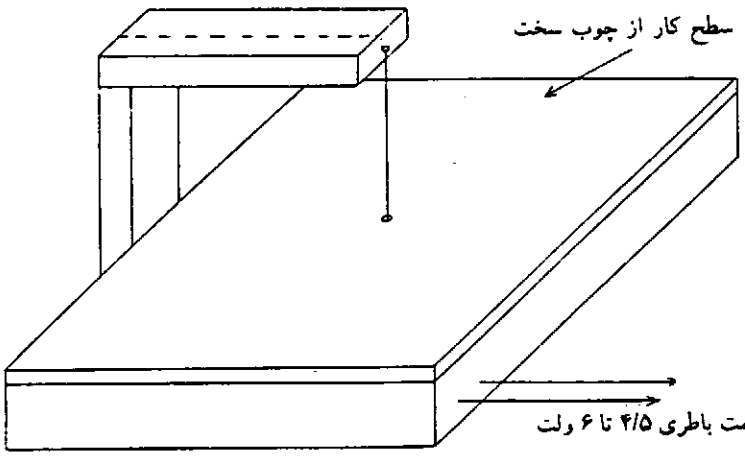
اکنون چهار تکهٔ پایه را به هم وصل می‌کنیم تا محیط آن مربعی به ضلع تقریباً ۳۰ سانتی‌متر درست کند. این چهار چوب، زیربنای دستگاه را تشکیل می‌دهد. سپس یک تخته از نوع چوب سخت به شکل مربع بریده شده و در روی آن قرار می‌گیرد تا سطح کار را تشکیل دهد. U در قسمت بریدگی باید قرار بگیرد و به پایه محکم شود. اینک محل ایجاد سوراخ را در روی سطح کار می‌توان پیدا کرد. بعد از مته کردن سوراخ، تخته چوب را با چسب چوب و میخ (یا پیچ) به پایه محکم کنید. سیم برنده از نوع نیکروم (آلیاژ نیکل وکروم) و به نام یوریکا (eureka) معروف است، اندازه آن ۲۸s.w.g ــ ۲۶ است.این سیم‌ارزان است ودر



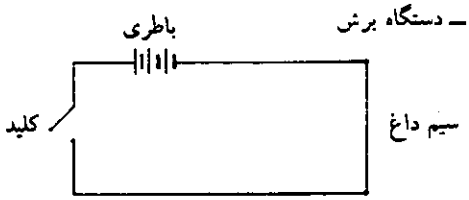




الف ــ پایه و نگهدارندهٔ سیم

حروف مثل شکل قبل است




ب ــ دستگاه برش




پ ــ مدار الکتریکی

**شکل ۳ ــ** طرز سوار کردن دستگاه برش سیم‌داغ پلی‌استیرن

اکثر جاهایی که لوازم آزمایشگاهی یا الکتریکی می‌فروشنده‌پیدا می‌شود. سیم را به پیچ زیرپایه محکم کنید، آنرا از سوراخ تختهٔ کار رد کرده و سپس دور پیچ بالائی بسته و محکم کنید. دو رشته سیم روکش‌دار، دو پیچ را به دو سر باطری وصل می‌کنند.

برای صرفه‌جوئی در مصرف باطری، عاقلانه است که یک کلید در سر راه آن قرار داده شود که در شکل ۳ ــ پ نشان داده شده است.

در موقع استفاده، سیم باید فقط به اندازه‌ای گرم شود که پلی‌استیرن را ذوب کند. پلی‌استیرنی که برش داده خواهد شد باید بطور آرام به سمت سیم فشار داده شود. هر وقت که کار بریدن تمام شد، کلید باید خاموش شود.

اگر یک ترانسفورماتور (مبدل) ولتاژ ـ پائین در اختیارتان هست، می‌توانید از آن استفاده کنید ولی قبل از اینکه ترانسفورماتور را در مدار الکتریکی قرار دهید با یکی از بزرگترها که با الکتریسیته آشنائی دارد مشورت کنید.

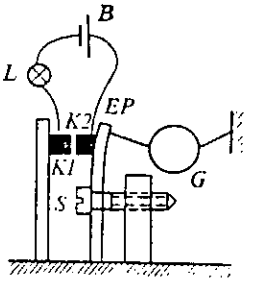
1-S. F. King, Starting Point in Physical Science, Hart-Davis Education, 205- 208.

# نمایشی از بی‌وزنی [1]

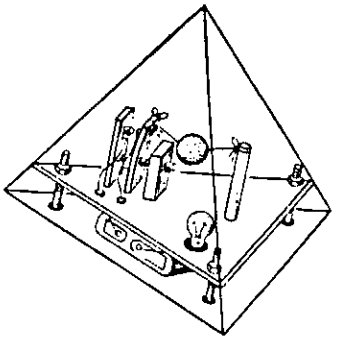
ترجمه: مهرانگیز طالب زاده

حالت بی‌وزنی در پرواز آزاد حاصل می‌شود. قمر مصنوعی واقع در مدار، سنگ درحال سقوط آزاد، و شخص درحال پرش همه در حالت بی‌وزنی هستند. وزنه‌ای که از ریسمانی آویزان است در سقوط آزاد وزنی ندارد و بهمین علت است که وزنه ریسمان را نمی‌کشد. ساختن وسیله‌ای که امکان «مشاهده» بی‌وزنی را بما بدهد کاری است آسان.

شکل ۱ چنین وسیله‌ای را بطور شماتیک (طرح وار) نشان می‌دهد. در حالت «عادی»




شکل ۱



شکل ۲

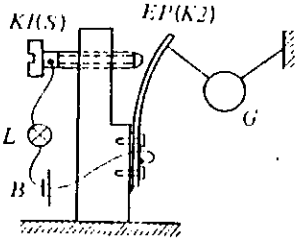
وزنه G ریسمان را محکم می‌کشد، و صفحه الاستیک EP خم می‌شود و اتصال بین ترمینال‌های $k_1$ و $k_2$ مدار را قطع می‌کند. بدیهی است لامپ L که در مدار قرار دارد در این حالت روشن نخواهد بود. لیکن اگر کلّ اسباب را بهوا پرتاب کنیم در این صورت وزنه G بی‌وزن می‌شود و ریسمان کشیده نمی‌شود. صفحهٔ الاستیک راست شده و ترمینال‌ها اتصال پیدا می‌کنند و لامپ روشن می‌شود. لامپ فقط وقتی که اسباب در بی‌وزنی است روشن می‌ماند. توجّه داشته باشید که روشن ماندن لامپ هم وقتی که اسباب بطرف بالا انداخته می‌شود و هم وقتی که بطرف زمین برمی‌گردد اتفاق می‌افتد.

پیچ S این امکان را فراهم می‌آورد که ترمینال‌ها طوری تنظیم شوند. که وقتی دستگاه درحالت سکون است فاصله کوچکی بین آنها باشد. همان‌گونه که در شکل ۲ نشان داده شده است اسباب در داخل جعبه شفافی نصب می‌شود.

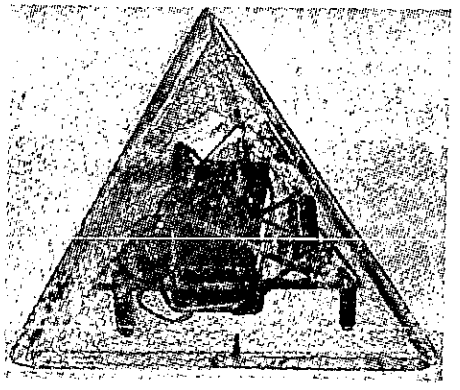
یک توصیه کوچک عملی درمورد ساختن این اسباب. بمنظور پیش‌بینی برای استفاده از باطری بزرگ یا باطری کوچک خشک، فضا را مناسب برای باطری بزرگ درنظر بگیرید. دسترسی به قسمت باطری باید آسان باشد زیرا ممکن است باطری زود بزود عوض شود. باطری را می‌توان در سطح خارجی اسباب نصب کرد، در اینصورت باید دو سوراخ در بدنه برای وصل کردن سیمها درنظر گرفته شود.

از هر باریکه فلزی الاستیک نازک، حتی از نصف یک تیغ خودتراش، میتوان بعنوان یک صفحهٔ الاستیک استفاده کرد (پس از بستن تیغ به پایه، متوجه خواهید شد که ریسمان مربوط به وزنه را به کجای تیغ ببندید).

هرگاه پیچ تنظیم و ترمینال $k_1$ را یکی کنیم در اینصورت صفحه بعنوان ترمینال $k_2$ عمل میکند (شکل ۳). شکل ۴ طرحی را نشان می‌دهد که فاقد پیچ تنظیم است. شما هم اگر قدری فکر کنید، احتمالاً دستگاه ساده‌تری را می‌توانید طراحی کنید.




شکل ۳

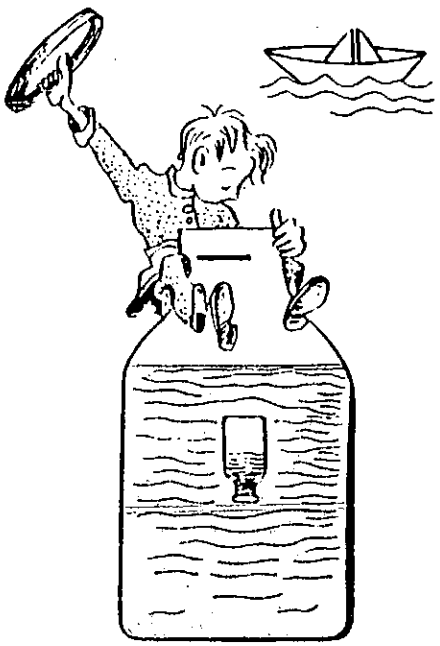


شکل ۴

---

۱ ــ احساس بی‌وزنی (مجله)

physics in your kitchen lab, (science for every one series) MIR, 1985



# غواص دکارتی (کارتزین)

ترجمه: مهرانگیز طالب زاده

قایق اسباب بازی کاغذی به راحتی روی آب می‌ایستد، ولی اگر کاغذ خیس شود در آب فرو می‌رود. وقتی که کاغذ خشک است، هوا را بین سطح آب و زنگوله قایق کاغذی محبوس می‌کند. بتدریج که قایق خیس می‌شود و درهم می‌ریزد هوای زنگوله قایق نیز خارج می‌شود و قایق در آب فرو می‌رود. آیا می‌توان قایقی ساخت که در آن زنگولهٔ قایق متناوباً هوا را حبس و آزاد کند و به این ترتیب قایق مطابق میل ما روی آب قرار گیرد و یا غرق شود؟ عملاً بلی. فیلسوف و عالم بزرگ فرانسوی رنه دکارت اولین کسی بود که چنین اسباب‌بازی را که معمولاً غواص دکارتی (کارتزین) نامیده می‌شود ساخت (کارتزین از لغت کارتزیوس است که لاتین لغت دکارت می‌باشد). اسباب بازی دکارت همانند قایق کاغذی ما است. با این تفاوت که غوّاص بجای اینکه بگذارد هوا وارد و یا خارج شود، هوا را متراکم و یا منبسط می‌کند.

طرحی از غوّاص شناور در شکل نشان‌داده شده است. شیشه شیر و شیشه دوای کوچک و یک بادکنک لاستیکی (بادکنک را باید پاره کنید) اختیار کنید. شیشه شیر را تا گردن آن با آب پر کنید. سپس شیشه دوا را درحالیکه گردن آن بطرف پائین است در داخل آب فرو برید. شیشه دوا را قدری خم کنید تا کمی آب داخل آن شود. مقدار آب داخل شیشه کوچک باید طوری تنظیم شود که شیشه روی سطح آب شناور باشد و درضمن با کمی فشار در آب فرو رود (برای دمیدن هوا بداخل شیشه وقتیکه زیر آب است میتوان از یک نی استفاده کرد). هروقت که شیشه دوا بطور مناسب روی آب شناور ماند، در شیشه شیر را با یک قطعه لاستیک که از بادکنک بریده‌اید خوب بپوشانید و یک قطعه نخ را به دور گردن شیشه بپیچید.

قطعه لاستیکی را به پائین فشار دهید. غواص در آب فرو می‌رود قطعه لاستیکی را آزاد کنید غواص بالا می‌آید. زیرا که هوای داخل شیشه شیر با فشار دادن قطعه لاستیکی بداخل فشرده می‌شود. فشار هوا آب را بداخل شیشه دوا میراند، و شیشه دوا سنگین‌تر شده و در آب فرو می‌رود. بمحض اینکه فشار برداشته می‌شود هوای داخل شیشه دوا آب زیادی داخل شیشه را خارج می‌سازد و غواص بطرف بالا می‌آید.

# رنگین کمان[1]

سیدجعفر مهرداد

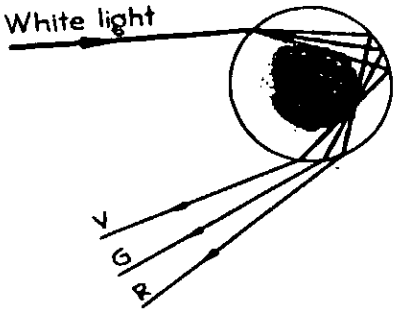
راز تشکیل رنگین‌کمان در آسمان، روزگار درازی پوشیده بود. دکارت (۱۵۹۶ ــ ۱۶۵۰م) فیلسوف و ریاضی‌دان فرانسوی با طرح نظریه «**پرتوهای مؤثر**»[2] در سال (۱۶۳۷م)، چگونگی و شرایط تشکیل و مشاهده آن را توضیح داد.

رنگین کمان، جالب‌ترین مثال، برای «پاشندگی»[3] نور سفید و ایجاد طیف نور خورشید است و معمولاً پس از بارش، دیده می‌شود. در روبروی ناظری که پشت به خورشید دارد، هزاران قطره باران معلق و باقی‌مانده در هوا فرو می‌ریزد. این قطره‌های شفاف پاشنده نور، مانند منشورهای کوچکی در طبیعت، کمانهای رنگین را پدید می‌آورد.

مناسب‌ترین موقع تشکیل رنگین‌کمان در صبح و یا عصر، در هنگامی است که خورشید تقریباً در پایین آسمان است. بنابراین عموماً رنگین‌کمان صبحها در مغرب و عصرها در مشرق دیده می‌شود. در نیمروز که خورشید بالای سرماست رنگین‌کمانی دیده نمی‌شود. رنگین‌کمانی که کناره بیرونی آن کمان قرمز و کناره داخلی آن کمان بنفش است **رنگین کمان اول**[4] نامیده می‌شود. رنگین‌کمان دیگری با نور ضعیفتر ولی با کمانی بزرگتر از رنگین‌کمان اول و هم مرکز با آن نیز در آسمان دیده می‌شود که آن را **رنگین کمان دوم**[5] می‌نامند. در این رنگین‌کمان برعکس، کمان بنفش در خارج و کمان قرمز در داخل است. در درون این رنگین‌کمانهای اصلی، گاه رنگین‌کمانهای دیگری مشاهده می‌شود که آنها را **رنگین‌کمانهای اضافی**[6] می‌نامیم.

## پاشندگی، تجزیه نور

قطره باران براثر نیروهای کشش سطحی[7] تقریباً کروی است و چون شفاف است مانند عدسی یا منشور موجب شکست و تجزیه نور



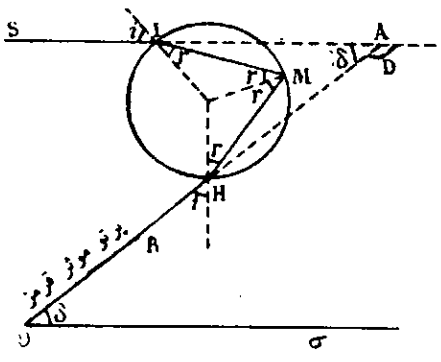

شکل ۱

می‌شود.

مطابق شکل ۱ هنگامی که نور سفید خورشید بر هر قطره باران می‌تابد پرتوهای رنگین تشکیل دهنده نور سفید از هم جدا می‌شود و هر پرتو با زاویه شکست ویژه خود شکست می‌یابد. بیشترین زاویه انحراف مربوط به پرتو بنفش و کمترین آن مربوط به پرتو قرمز است و پرتوهای رنگین دیگر نارنجی، زرد، سبز، آبی و نیلی بین آنها است. این پرتوهای رنگین پس از بازتاب در داخل هر قطره باران از آن خارج و **پرتوهای مؤثر** خروجی به صورت کمانهای هم مرکز رنگین به وسیله ناظر دیده می‌شود. چگونه؟ به شرح زیر:

## پرتوهای مؤثر

برای آسانی بیان فرض می‌کنیم مطابق شکل ۲، پرتو SI از خورشید، موازی با افق چشم ناظر یعنی $\overline{O\sigma}$ به یک قطره باران می‌تابد. این پرتو در I شکست می‌یابد و پس از آن در M بازتاب یافته و دوباره پس از شکست در H به صورت HR از قطره باران خارج




شکل ۲

می‌شود. پرتو SI در جهت گردش عقربه به ساعت منحرف می‌شود. زاویه **انحراف کلی پرتو** HR یا SI با D نشان داده شده است. زاویه انحراف IM با SI برابر (i-r) و MH با MI برابر (π ــ ۲r) و HR یا MH برابر (i-r) است بنابراین:

$$D = (i-r) + (\pi - 2r) + (i-r)$$

$$D = \pi + 2i - 4r \qquad (1)$$

**هنگامی که یک دسته پرتو به طور موازی با SI به یک قطره باران بتابد زاویه تابش i برای آنها متفاوت و در نتیجه زاویه انحراف کلی D برای آنها متفاوت خواهد بود.** از طرف دیگر هر پرتو رنگی در داخل قطره باران، زاویه انحراف کلی ویژه خود را دارد. در شکل ۲ زاویه انحراف کلی یک پرتو قرمز با D نشان داده شده است.[۸]

هرگاه پرتوهای قرمز خروجی از یک قطره باران واگرا باشد برروی شبکیه چشم ناظر تاثیر نخواهد داشت و این هنگامی است که زاویه‌های انحراف کلی (D) برای زاویه‌های تابش متفاوت (i)، اختلاف بسیار داشته باشند. اما اگر **تغییر D برای یک دسته پرتو خروجی قرمز، بسیار کم باشد، پرتوهای خروجی محسوساً موازی و در نتیجه دارای تراکم و شدت نور بیشتر و برروی چشم مؤثر خواهد بود.** در این صورت پرتو خروجی قرمز را پرتو مؤثر قرمز[۹] می‌نامیم. به همین ترتیب هر پرتو رنگی دیگر در داخل قطره باران دارای پرتو مؤثر ویژه مربوط به خود است.

**محاسبه...**

می‌توانیم با استفاده از رابطه (۱) زاویه انحراف کلی مربوط به پرتو مؤثر قرمز را محاسبه کنیم. می‌دانیم تغییرات یک تابع در مجاورت می‌نیمم یا ماکزیمم آن بسیار کم است. چون D = f (i) است ابتدا باید حساب کنیم برای چه اندازه‌هایی از i اندازه D می‌نیمم یا ماکزیمم می‌شود. مشتق D نسبت به i را برابر صفر می‌گیریم.

$$\frac{dD}{di} = 2 - 4\frac{dr}{di} = 0$$

$$\frac{dr}{di} = \frac{1}{2} \qquad (1)$$

مطابق قانون دکارت (۲) $\sin i = n \sin r$ است و از این رابطه نتیجه می‌گیریم $\cos i = n \cos r \times \frac{dr}{di}$ و با توجه به رابطه (۱) خواهیم داشت

$$\cos i = n \cos r \times \frac{1}{2} \quad \text{و یا}$$

$$2\cos i = n \cos r \qquad (3)$$

دو طرف رابطه (۲) و (۳) را مجذور کرده با هم جمع می‌کنیم.

$$\sin^2 i + 4\cos^2 i = n^2$$

$$1 + 3\cos^2 i = n^2$$

$$\cos i = \sqrt{\frac{n^2 - 1}{3}} \qquad (4)$$

برای نور قرمز در آب n = ۱/۳۲۹ است و با قراردادن این مقدار در این رابطه‌ها

$$i = 59/6^\circ$$

$$r = 40/5^\circ$$

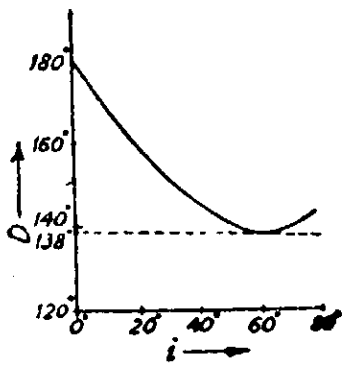
$$D = 137/7^\circ \simeq 138^\circ$$

$$\delta = H - D \simeq 42^\circ$$

و مطابق شکل ۲ خواهیم داشت:

$$\delta = \pi - D \simeq 42^\circ$$

δ زاویه‌ای است که پرتو تابش SI یا پرتو مؤثر خروجی HO می‌سازد روشن است که برای تابش عمودی i = ۰، r = ۰ و مقدار D ماکزیمم و برابر ۱۸۰° است بنابراین D ≐ ۱۳۸° می‌نیمم زاویه انحراف کلی را نشان می‌دهد. در شکل ۳ نمودار زاویه انحراف برحسب زاویه تابش رسم شده است[۱۰]




**شکل ۳**

به همین ترتیب برای نور بنفش در آب n = ۱/۳۴۳ است و با استفاده از روابط (۴) و (۱)

$$i = 58/8^\circ$$

$$r = 39/6^\circ$$

$$D = 139/6^\circ \simeq 140^\circ$$

$$\delta = \pi - D \simeq 40^\circ$$

به دست می‌آید.

به روش دیگری نیز می‌توانیم چگونگی تغییر زاویه انحراف کلی را بررسی کنیم. ضریب شکست نور (مثلاً برای پرتو زرد) در آب $n = \frac{4}{3}$ است. برای زاویه‌های تابش متفاوت i از رابطه Sini = n sinr اندازه‌های r را پیدا می‌کنیم و اندازه‌های D متناظر با i را از رابطه:

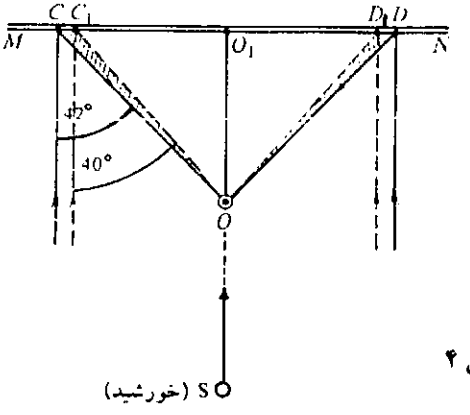
$$D = \pi + 2i - 4r$$

مطابق جدول زیر به دست می‌آوریم.[11]

| i | r | D |
|---|---|---|
| ۰ | ۰ | ۱۸۰° |
| ۱۰° | ۷/۵° | ۱۷۰° |
| ۲۰° | ۱۴/۹ | ۱۶۰/۴° |
| ۳۰° | ۲۲/° | ۱۵۲° |
| ۴۰° | ۲۸/۸° | ۱۴۴/۸ |
| ۵۰° | ۳۵/۱° | ۱۳۹/۶° |
| ۶۰° | ۴۰/۵° | ۱۳۸° |
| ۷۰° | ۴۴/۸° | ۱۴۰/۸° |
| ۸۰° | ۴۷/۶° | ۱۴۹/۶° |
| ۹۰° | ۴۸/۶° | ۱۶۵/۶° |

هنگامی که زاویه تابش از صفر تا ۶۰ درجه زیاد می‌شود زاویه انحراف کلی D از ۱۸۰° تا ۱۳۸° کاهش و وقتی زاویه تابش از ۶۰° تا ۹۰° افزایش می‌یابد D نیز افزایش می‌یابد. با این گونه محاسبه تقریبی می‌توان به آسانی می‌نیمم زاویه انحراف کلی (مثلاً حدود ۱۳۸°) مربوط به پرتو مؤثر هر رنگ را به دست آورد نکته جالب این است: که حدود تغییر زاویه تابش (مثلاً از ۵۰° تا ۷۰°)، بسیار گسترده‌تر از دامنه تغییر زاویه انحراف کلی متناظر با آن (از ۱۳۹/۶° تا ۱۴۰/۸°) است.

**رنگین کمان اول:** $\delta$ زاویه‌ای است که شعاع تابش SI با پرتو مؤثر هر رنگ می‌سازد از محاسبه نتیجه گرفتیم که برای نور قرمز ۴۲° ≃ $\delta$ و نور بنفش ۴۰° ≃ $\delta$ است.




شکل ۴

مطابق شکل ۴ فرض می‌کنیم: خورشید نزدیک افق است. قطره‌های باران در صفحه MN که عمود بر پرتوهای تابش خورشید است، می‌بارد. پرتوهای تابش خورشید به علت دوری آن موازیند. O چشم ناظر و $O_1$ روی امتداد خطی است که خورشید بی‌نهایت دور را به چشم ناظر وصل می‌کند.

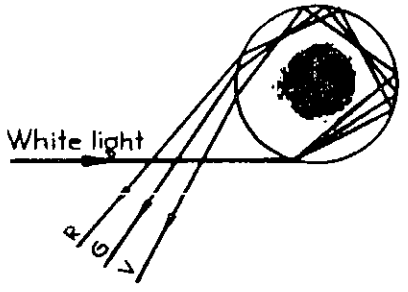
مخروطی را در نظر می‌گیریم که رأس آن O و محور آن $OO_1$ و نیم زاویه رأس آن ۴۲° = $\widehat{oo_1c}$ است. پرتوهای خروجی که در مجاورت سطح جانبی این مخروط به چشم ناظر می‌رسد دارای شدت نور بیشتر و همان پرتوهای مؤثر قرمز است. بنابراین ناظر کمان قرمزی به مرکز $o_1$ و به شعاع $o_1c$ می‌بیند. به همین ترتیب ناظر، کمان بنفش به مرکز $o_1$ و شعاع $o_1c_1$ و کمانهای رنگین دیگر را بین کمان قرمز و بنفش خواهد دید. و این همان رنگین کمان اول است.[12] پرتوهای تابشی موازی خورشید که به هر قطره باران می‌تابد پس از یک بار بازتاب و دوبار شکست از آن خارج می‌شود.

رنگ قرمز در خارج و رنگ بنفش در داخل کمانهاست.

رنگین کمان از زمین بیشتر از نیم دایره دیده نمی‌شود. از داخل هواپیما ممکن است دایره کاملی را مشاهده کرد. حالت خاص دایره‌ای رنگین کمان هنگامی است که محور مخروط عمود بر صفحه ریزش باران فرض شود. رنگین کمان غالباً به صورت بیضی یا سهمی و یا نظیر آنهاست.

### رنگین کمان دوم و سوم و...

مطابق شکل ۵ ممکن است وقتی نور سفید خورشید به قطره باران می‌تابد پس از شکست در داخل آن دو بار بازتاب یافته و از آن



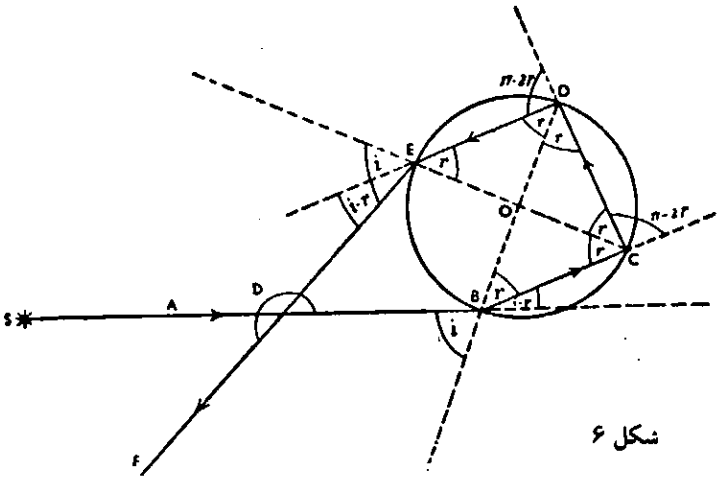

شکل ۵

خارج شود. در این صورت مطابق شکل ۶ زاویه انحراف کلی D به قرار زیر به دست می‌آید.

$$D = (i - r) + (\pi - 2r) + (\pi - 2r) + (i - r)$$

و یا

$$D = 2\pi + 2i - 6r \qquad (5)$$




شکل ۶

می‌توانیم نظیر محاسبه‌ای که قبلاً انجام داده‌ایم می‌نیمم زاویه انحراف کلی را برای هر پرتو رنگی پیدا کنیم. نتیجه می‌شود که برای نور قرمز در آب $D \simeq ۲۳۱^\circ$

$\delta \simeq ۵۱^\circ$

و برای نور بنفش $D \simeq ۲۳۴^\circ$

$\delta \simeq ۵۴^\circ$

است. بنابراین مخروطی دیده می‌شود که نیم زاویه رأس آن برای قرمز ۵۱° و برای بنفش ۵۴° است بدین ترتیب کمان بنفش در خارج و کمان قرمز در داخل خواهد بود و این همان رنگین کمان دوم است که بزرگتر از رنگین کمان اول است.

هرگاه در داخل قطره باران سه بازتاب یا بیشتر ایجاد شود رنگین کمان سوم و چهارم و... خواهیم داشت. درحالت کلی می‌توانیم برای m بازتاب در داخل هر قطره باران محاسبه را انجام دهیم.[۱۳]

برای یک بازتاب $D = ۲(i - r) + (\pi - ۲r)$ و برای دو بازتاب $D = ۲(i - r) + ۲(\pi - ۲r)$ و به طور کلی برای m بازتاب

$D = ۲(i - r) + m(\pi - ۲r)$ و یا

$D = m\pi - [۲(m + ۱)r - ۲i]$ است.

از رابطه اخیر نسبت به i مشتق می‌گیریم و آنرا برابر صفر قرار می‌دهیم. نتیجه می‌شود:

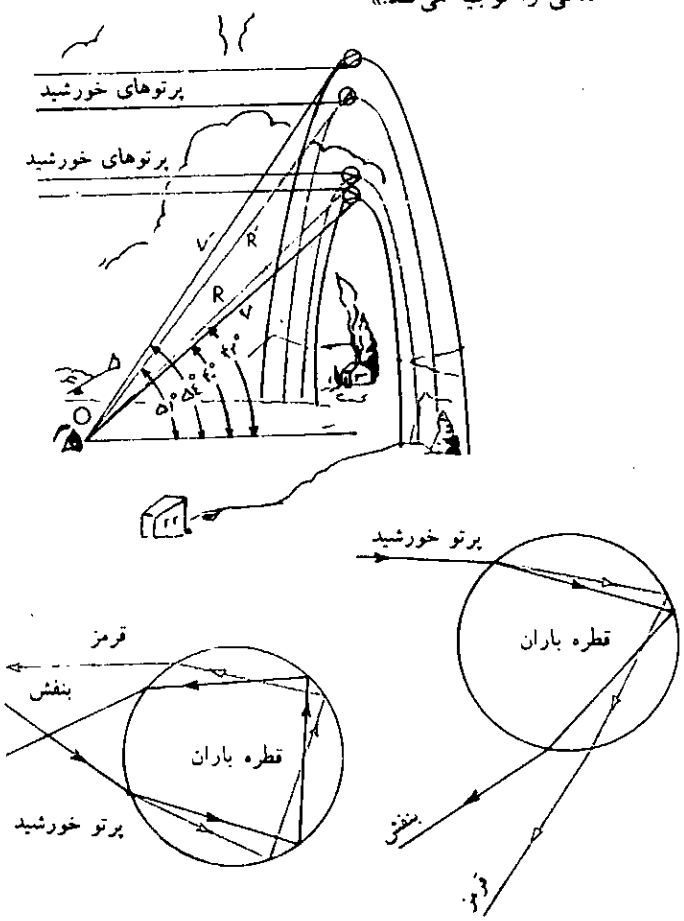
$$\frac{dD}{di} = ۲(m + ۱)\frac{dr}{di} - ۲ = ۰$$ و یا

$$(m + ۱)\frac{dr}{di} - ۱ = ۰$$ اگر محاسبه را نظیر محاسبه قبل ادامه دهیم خواهیم داشت:

$$\cos i = \sqrt{\frac{n^۲ - ۱}{(m + ۲)m}}$$

به عنوان مثال برای $m = ۲$ به دست می‌آید $\cos i = \sqrt{\frac{n^۲ - ۱}{۸}}$ و بدین ترتیب مانند رنگین کمان اول می‌نیمم زاویه انحراف کلی D را برای هر پرتو رنگی در رنگین کمان دوم و یا سوم و... به دست آوریم.

یادآوری می‌شود: «برای سه و چهار بازتاب یا بیشتر کمانهایی تشکیل می‌شود که برای دیدن آنها باید ناظر رو به آفتاب بایستد ولی بواسطه زیادی نور پراکنده از آفتاب این کمانها به دشواری دیده می‌شوند مگر این که نور مستقیم آفتاب بواسطه ابری پوشانده شده باشد که به چشم ناظر برخورد نکند... برای بیان و توضیح کلیه پدیده‌هایی که در یک رنگین کمان مشاهده می‌شود این نظریه ساده دکارت کافی نیست. مثلاً کمانهای اضافی داخل کمانهایی اصلی پیدا می‌شوند که علت پیدایش آن از روی این نظریه ساده معلوم نمی‌گردد نظریه نسبتاً کاملتری به وسیله ایری (Airy ۱۸۳۸)، داده شده که رنگین کمان را از روی پدیده پراش نور تفسیر کرده است و پیدایش کمانهای اضافی را توجیه می‌کند.»[۱۴]




شکل ۷

* * *

خلاصه کلام این است که مطابق شکل ۷، اگر نسبت به ناظر، خورشید از مغرب بتابد و باران در مشرق ببارد پرتوهای خورشید که به هر قطره باران می‌تابد پس از شکست و تجزیه در داخل آن بازتاب یافته و سپس از آن خارج می‌گردد. بنابه نظریه دکارت، برای زاویه بین

پرتو تابش و شعاع خروجی $\delta \simeq 42^\circ$ و $\delta \simeq 40^\circ$ به ترتیب پرتو قرمز و پرتو بنفش با شدت نور بیشتر از هر قطره باران خارج می‌شود. برای پرتوهای دیگر طیف خورشید که متناظر با میانگین زاویه انحراف کلی است، $\delta$ تقریباً بین $42^\circ$ و $40^\circ$ قرار دارد

نقطه O چشم ناظر و خط SO معرف راستای تابش پرتوهای خورشید است. مخروطی با زاویه حدود $40^\circ$ حول SO و مخروط دیگری با زاویه حدود $42^\circ$ حول SO را در نظر می‌گیریم. تمام قطره‌های باران روی سطح جانبی مخروط اول **پرتوهای بنفش** و روی سطح جانبی مخروط دوم **پرتوهای قرمز** با شدت نور بیشتر به چشم ناظر می‌فرستند. علاوه بر این رنگین کمان اول گاهی رنگین دوم هم دیده می‌شود که کمان بنفش در بیرون و کمان قرمز در داخل است. زاویه بین پرتو خروجی با پرتو تابش خورشید در رنگین کمان دوم برای نور قرمز حدود $\delta = 51^\circ$ و برای نور بنفش حدود $\delta = 54^\circ$ است.

در آثار فلسفی و علمی دانشمندان اسلامی، مطالب جالب و خواندنی، در باره قوس قزح بسیار دیده می‌شود. اشاره مختصری به بعض از آنها بدین قرار است:

۱ ــ ابن‌سینا (۳۷۰ ــ ۴۲۸ هـ ق) در طبیعیات شفا ــ الفن الخامس ــ المقالة‌الثانیه ــ در فصل دوم با عنوان **المقدمات للبحث عن‌الهالة و قوس قزح**، از مذاهب ثلاثه در ابصار (سه نظریه مربوط به کیفیت دیدن) سخن می‌گوید و در فصل سوم با عنوان **الهالة و قوس قزح**، به شرح آنها می‌پردازد تا آنجا که می‌فرماید:[۱۵]

«... و اما القوس فقد حصلت عندی من امره احوال ... و اما الالوان فلم یتحصّل لی امرها با لحقیقة ولا عرفت سببها ولا قنعت بمایقولون فان کله کذب و سخف...» یعنی: «... چگونگی‌هایی از قوس (قزح) را دریافته‌ام ... اما حقیقت امر رنگها برای من روشن نیست و سبب آنها را نمی‌شناسم و از آنچه دیگران می‌گویند قانع نشده‌ام. تمام آن دروغ و از سبک عقلی است...»

در طبیعیات دانشنامه علائی می‌خوانیم که: «... و هرگاه که آفتاب و جز آفتاب اندر هوای‌تر بتابد چنان که در آینه، و روشنی با تاریکی بخار بیامیزد **اذفنداک** [قوس قزح] پدید آید. رنگی سوی زیر دارد، و رنگی سوی زبر، و رنگی میانه ...»[۱۶]

۲ ــ قوس قزح در المناظر ابن هیثم (۳۵۴ ــ ۴۳۰ هـ ق) بررسی نشده است. توضیح او از رنگین کمان در اثر دیگر او «مقالة‌فی‌الهالة و قوس قزح» موفقیت آمیز نیست، زیرا این پدیده را فقط ناشی از بازتاب نور از یک سطح کروی مقعر می‌داند که از ابر یا «هوای غلیظ مرطوب» ساخته می‌شود.[۱۷]

۳ ــ در رسائل اخوان الصفا که در اواسط قرن چهارم هجری به وسیله انجمن مخفی جمعی از دانشمندان بزرگ اسلام [از ایرانیان] نوشته شده، از قوس قزح سخن به میان آمده است.[۱۸]

«... قوس قزح که به دلیل زیبایی و تمثیل الوان و اشکال آن مرکز توجه بسیاری از علمای قدیم بوده است به نظر اخوان در منطقه نسیم در مقابل طلوع و غروب خورشید در اثر انعکاس نور آفتاب در ذرّات آبی که در هوا پراکنده است حاصل می‌شود. قسمت اعلای انحنای آن با ناحیه زمهریر مماس است و دارای چهار رنگ است که از بالا به پایین به ترتیب عبارت است از قرمز و زرد و سبز و آبی و مطابق با چهار عنصر است... اخوان امکان پیشگویی آینده را از شدت الوان قوس قزح مطرود دانسته و آن را موهومی بیش نمی‌دانند.»[۱۹]

توضیح اینکه اخوان منطقه تحت‌القمر را به سه قلمرو تقسیم کرده‌اند.

ناحیه بالا که اثیر نام دارد و در اثر تماس با فلک قمر حرارت در آن ایجاد می‌شود.

ناحیه وسط که نام آن زمهریر است و فوق‌العاده سرد است

ناحیه پایین یا نسیم که دارای درجه حرارت معتدل است.[۲۰]

۴ ــ «تنقیح المناظر» کمال‌الدین فارسی (۶۶۵ ــ ۷۱۸ هـ ق) شامل چند فصل در باره هالة و قوس قزح و کیفیت تولدالوان است.[۲۱] در این کتاب که اقتباس از المناظر ابن هیثم و شرح بر آن است، مباحث نورشناسی با توفیق بیشتری همراه است. توصیف کمال‌الدین از رنگین کمان در حدود اطلاعات زمان او در سرحد دقت است و مانند نظریه‌های کنونی می‌گوید که نوریک یا دو بار داخل قطره آب منعکس شده و سپس از آن خارج می‌شود اما تحقیقات او در باره علت رنگهای قوس قزح رضایت‌بخش نیست.

۵ ــ فصلهای مربوط به علم طبیعیات، در کتب فلسفی حکمای اسلامی عموماً شامل مبحثی درباره قوس قزح است. به عنوان مثال در التحصیل[۲۲] بهمنیار (متوفی به ۴۵۸ هـ ق) و در المباحث المشرقیه[۲۳] امام‌فخرالدین رازی (۵۴۳ ــ ۶۰۶ هـ ق) تا شرح منظومه[۲۴] حاج ملاهادی سبزواری (۱۲۱۲ ــ ۱۲۸۹ هـ ق) مطالبی درباره قوس قزح نگارش یافته است. توجیه فلسفی این پدیده جوی یا بیان علمی جدید فاصله زیادی دارد اما به هرحال توجه به آنها نشان می‌دهد که معارف بشری حاصل عنایت چه مردان سخت‌کوشی بوده است و هم‌کیشان به خصوص هموطنان ما به طور مستقیم و غیرمستقیم در پیشرفت آن چه اندازه سهیم بوده‌اند. برای آشنایی بیشتر خوانندگان تنها به ذکر اجمالی از آنچه درباره قوس قزح گفته شده است، اکتفا می‌شود.

وقتی قوس قزح تحقق می‌یابد که خورشید به افق نزدیک است

و اجزاء شفاف صیقلی (هوا) در برابر جرم نورانی (خورشید) قرار می‌گیرد. در پشت این اجزاءِ کوچک، کوه یا ابر سیاه یا انبوهی از درختان به منزله جیوه آینه می‌باشند تا اجزاء شفاف را همچون آینه سازند که بتوانند رنگ و روشنی خورشید را با رنگهای مختلف جلوه دهند. گوناگون شدن رنگ قوس قزح بواسطه اختلاف رنگ کوهها و ابرهاست. چون اجزاءِ شفاف صیقلی سفید و رنگ ابرها و کوهها سیاه می‌باشد، از ترکیب سفیدی و سیاهی در قوس، رنگهای سبز و زرد و سرخ روشن و سرخ شدید به تفاوت حالات حاصل می‌گردد.[25]

فی‌القوس خلفها سحاب مظلم
اوجبل کانا کسجف لازم
و اختلاف لونه لخلط ضوءِ
مع لون اصناف الغمام قدر او ا

۶ ــ رساله آثار علوی[26] اثر مظفر اسفزاری (۴۳۷ ــ ۵۱۵ هـ ق) که با زبان ساده فارسی و یا بیانی شیوا نگارش یافته در باب یازدهم اندر قوس قزح سخن گفته است. پایان سخن او در این باب زینت‌بخش آخر مطالب مربوط به رنگین کمان است:

**«... و اگر کسی خواهد که معاینه چگونگی قوس قزح بیند خرگاهی نهد سیاه و نیک بپوشاند و تاریک گرداند، و در بپوشد چنانکه هیچ روشنایی نیابد، آنگاه سوراخی اندک باز کند تا آفتاب در وی جهد، و آب در دهان گیرد و اندر شعاع آفتاب دمد، اندر وی رنگها پدید آید مانند قوس قزح.»**

**یادداشت:**

۱ ــ رنگین‌کمان، لغت مصوب فرهنگستان برای قوس قزح است قزح (به ضم ق و فتح ز) نام یکی از شیاطین است و به همین سبب قوس قزح را کمان شیطان می‌گویند. آزفنداک، آفنداک نوشه، تیراژه، طوق بهار، کمان رستم و... از مترادفات آن است. عامه آن را قالیچه فاطمه گویند.

۲ ــ Rayons efficaces

۳ ــ Dispersion

۴ ــ Primary bow

۵ ــ Secondary bow

۶ ــ Supernllmerary or spurious bows Arc – Surnuméraires

۷ ــ Surface-tension

۸ ــ J. BASIN, Physique optique p. 176

۹ ــ Rayon efficace rouge

۱۰ ــ D.R KHANNA, FUNDAMENTALS OF OPTICS 1984, P. 142

۱۱ ــ دکتر جوانشیر خوئی ــ نشریه سخن علمی دوره سوم ــ شماره ۱۰ ص ۸۱۹.

۱۲ ــ L.V. TARASOV, SCIENCE FOR EVERY ONE, LIGHT, 1984, P. 127

۱۳ ــ ر ــ ک به مرجع ۸

۱۴ ــ دکتر محمود حسابی ــ دیدگانی فیزیک، ۱۳۵۱ ــ ص ۲۵۶

۱۵ ــ ابن‌سینا، طبیعیات شفا، چاپ تهران ــ انتشارات بیدار ص ۲۶۲ ــ ۲۶۹.

۱۶ ــ ابن‌سینا، طبیعیات دانشنامه علائی با مقدمه و حواشی سیدمحمد مشکوة، چاپ دوم ــ ۱۳۵۳ انتشارات دهخدا ص ۶۷.

۱۷ ــ احمد آرام و...، زندگینامه علمی دانشمندان اسلامی، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، ص ۱۴۴.

۱۸ ــ رسائل اخوان الصفا، جلد ۲، قم، ۱۴۰۵ هـ ق، ص ۷۶ ــ ۷۹.

۱۹ ــ سیدحسین نصر، نظر متفکران اسلامی درباره طبیعت ص ۱۳۹

۲۰ ــ همانجا ص ۱۳۸.

۲۱ ــ کمال‌الدین فارسی ــ کتاب تنقیح‌المناظر، جزءِ ثانی حیدرآباد دکن، سنه ۱۳۴۸ هـ ص ۲۵۸ به بعد.

۲۲ ــ بهمنیار ــ التحصیل، ۱۳۴۹ تهران، تصحیح و تعلیق مرتضی مطهری ــ ص ۷۱۰ ــ ۷۱۲

۲۳ ــ امام فخرالدین رازی ــ المباحث المشرقیه ــ الجزءِ الثانی ــ ۱۹۶۶ طهران ــ ص ۱۸۰ ــ ۱۸۴.

۲۴ ــ حاج ملاهادی سبزواری ــ شرح منظومه ــ چاپ افست مصطفوی ص ۲۸۱ ــ ۲۸۲.

۲۵ ــ همانجا.

۲۶ ــ مظفر اسفزاری ــ رساله آثار علوی ــ به تصحیح و تحشیه مدرس رضوی ص ۲۶ ــ ۳۱ (اسفزار شهری از نواحی سیستان).

# فیزیک در خدمت پزشکی

دکتر منیژه رهبر
دانشگاه تهران

مشاهده اندامهای حیاتی در حال کار بدون دردسر عمل جراحی یکی از رویاهای قدیمی علم پزشکی است. اخیراً پیوند روشهای فیزیکی و کامپیوتر به این آرزوی قدیمی جامه عمل پوشانده است. به کمک وسایل تصویرگیری می‌توان با نفوذ به اعماق بدن موانع و رشدهای غیرمادی را مشخص کرد و حتی علائم هشداردهندهٔ بیماریها را قبل از بروز آنها آشکار ساخت. انقلاب علمی ایجاد شده در این زمینه در تاریخ بشر بی‌نظیر است. پیشرفتهای حاصل در زمینه تشخیص پزشکی با استفاده از روشهای فوق دربانزده سال اخیر بیش از تمامی تاریخ قبلی پزشکی است. در این مقاله تکنولوژیهای نوین و شگفت‌انگیزی که تصاویر دقیقی از بدن را به وجود می‌آورند، مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

پیشاهنگ استفاده از روشهای فیزیکی در پزشکی ویلهلم کنراد رونتگن فیزیکدان نامدار آلمانی است. وی در سال ۱۸۹۵ پرتوهایی را کشف کرد که به واسطهٔ ماهیت ناشناخته‌شان پرتوهای x نامیده شدند. امروزه می‌دانیم که پرتوهای x امواج الکترومغناطیسی با طول موج بسیار کوتاهند. این امواج توسط ساختار متراکم استخوانها جذب می‌شوند و سایه‌هایی را بر روی صفحهٔ عکاسی ایجاد می‌کنند، ولی بافتهای نرم که پرتوها به آسانی در آنها نفوذ می‌کنند، به طور مشخص در عکس ظاهر نمی‌شوند.

از زمان رونتگن تاکنون پیشرفتهای بسیاری در جهت بدست آوردن تصاویر واضح‌تر حاصل شده است. دستگاههای جدید پرتو x اطلاعات را با کمک کامپیوتر به صورت رقمی در می‌آورند که سبب افزایش تضادهای تصاویر به طور ریاضی می‌شود و تفاوتهای مختصر بین بافتها را نمایان می‌کند.

در شکل ۱. اولین عکس پرتو x که توسط رونتگن در سال ۱۸۹۵ گرفته شده است و انگشتری را بر انگشت همسرش نشان می‌دهد با یک تصویر پرتو x که به کمک روشهای جدید گرفته شده است با یکدیگر مقایسه شده‌اند. با رقمی کردن اطلاعات تضادهای تصویر تشدید شده‌اند و تفاوت بین بافتها کاملاً آشکار است.

اهمیت کامپیوتر در تشخیص پزشکی با توجه به هنر توموگرافی محاسبه شده (Computed tomography) که به اختصار CT نامیده می‌شود، آشکار می‌گردد.

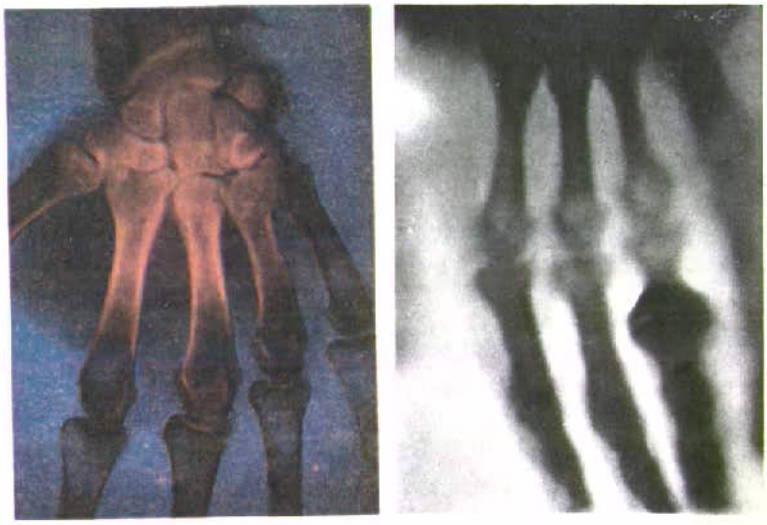
در یک مثال از کاربرد این روش که طی پانزده سال اخیر گسترش یافته است یک لوله پرتو x چرخان بر روی یوغی قرار دارد که می‌تواند ۳۶۰° بچرخد. در یک روبش CT (CT Scan) صدها آشکارساز کوچک که با یدور سدیم پوشیده شده‌اند همراه با لوله پرتو x در قوسی حرکت می‌کنند و برشهای نازک بدن را بررسی می‌کنند. این آشکارسازها اطلاعات خودرا به یک کامپیوتر تحویل می‌دهند. اطلاعات حاصل به صورت تصویری بر روی صفحهٔ کامپیوتر ظاهر می‌شود. با استفاده از توانایی کامپیوتر در بررسی اطلاعات، به کمک این روش می‌توان تصاویر دقیق وزنده سه بعدی ایجاد کرد.

زمان لازم برای یک روبش منفرد ۲ ثانیه است. و دُز پرتوهای دریافتی در مورد یک سری استاندارد ۱۲ تصویری کمتر از بعضی عکسهای معمولی پرتو-x است. یکی از جالبترین کاربردهای تصویرگیری CT در سه بعد در زمینهٔ جراحی ترمیمی است زیرا به کمک این روش می‌توان محل دقیق شکستگیها و روش ترمیم آنها را به آسانی پیدا کرد.

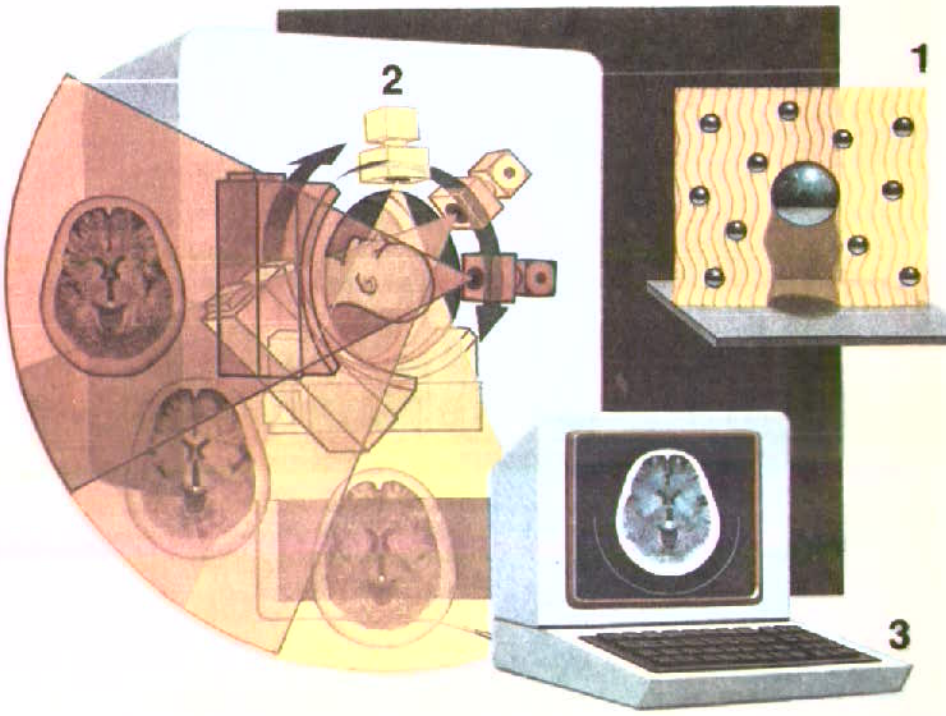
با نفوذ دربدن به کمک یک باریکه بادبزنی شکل پرتو x، (شکل ۲) یک روبندهٔ CT تصویری از سطح مقطع بافت داخلی را ایجاد می‌کند. در پرتونگاریهای معمول پرتو X، که بدن فقط از یک زاویه مورد بررسی قرار می‌گیرد، تجزیه و تحلیل با برهم نهاده شدن سایه استخوانها، ماهیچه‌ها و اعضاء مختلف متشکل می‌شود ملکولهای بزرگ مانند کلسیم پرتوهای X را در عبور از بدن جذب می‌کنند (۱) و آنچه در پشت آنها قرار می‌گیرد را می‌پوشانند. ولی ماشینهای CT «برشی» از بدن را از زوایای بسیار با چرخش لولهٔ پرتو X در اطراف بیمار بررسی می‌کنند (۲) آشکارسازهای حساس که در طرف مقابل قرار دارند نتایج را ثبت می‌کنند. و یک کامپیوتر (۳) دیدگاههای مختلف را مقایسه کرده و یک تصویر ویدئو به وجود می‌آورد.

روش انقلابی دیگر که اهمیت آن در پزشکی نوین برابر با کشف پرتو ـ X توسط رونتگن در سال ۱۸۹۵ است، تصویرگیری به کمک تشدید مغناطیسی

(Magnetic Resonance Imaging)



شکل ۱ ــ مقایسهٔ اولین عکس پرتو x با عکسی که اخیراً گرفته شده است.




شکل ۲

است که به اختصار MRI نامیده می‌شود. اساس روش تشدیدمغناطیسی به شرح زیر است.

هنگامی که اتمهای هیدروژن تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند، مانند صفوف سربازان منظم می‌شوند. اگر امواج رادیو فرکانس به این اتمها بتابد، هم‌ترازی هسته‌های آنها را تغییر می‌دهد. با قطع این امواج هسته‌ها با گسیل یک علامت ضعیف الکتریکی به حالت اولیه برمی‌گردند. از آنجا که قسمت عمدهٔ بدن از اتمهای هیدروژن تشکیل شده است، این علائم می‌توانند تصویری از بافتهای نرم مانند مغز یا مغز استخوان ایجاد کنند.

کارهای اولیه در این زمینه نخستین بار در سال ۱۹۷۴ در انگلستان انجام شد. در آن هنگام پژوهشگران فقط یک مغناطیس کوچک در اختیار داشتند و اولین جسم مورد بررسی پیازی بود که با استفاده از این روش توانستند حلقه‌های داخلی آنرا مشاهده کنند. مسئله نگران‌کننده در این مورد اثری بود که میدان مغناطیسی قوی ممکن بود بر حافظهٔ انسان داشته باشد.

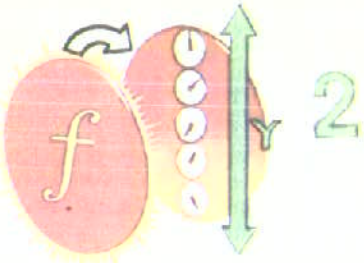
در سال ۱۹۷۷ اولین روبش MRI بر روی بافت زنده انسان انجام شد. عضو مورد مطالعه مچ دست بود. دو سال بعد یک دانشمند شجاع سر خود را داوطلبانه برای روش مغز در میدان مغناطیس قرار داد. این روبش در دههٔ ۱۹۸۰ به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است و امروزه دستگاههای بسیاری از این نوع در بیمارستانهای کشورهای پیشرفته کمک مهمی به تشخیص پزشکی می‌کنند.

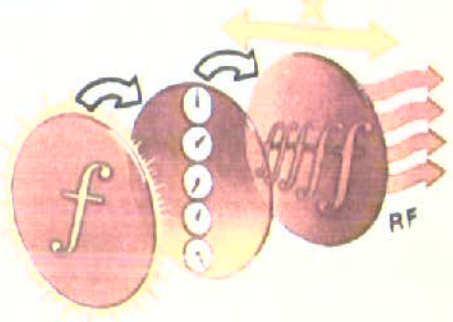
روش MRI مانند رهبر یک دستهٔ کُر نغمه‌سرایی اتمهای هیدروژن در بدن را رهبری می‌کند(شکل۳)روبنده‌بدن‌راباالکترومغناطیسهای قوی احاطه می‌کند. این مغناطیسها با استفاده از هلیوم مایع سرد شده‌اند و میدان مغناطیسی ۶۰۰۰۰ برابر میدان مغناطیسی زمین ایجاد می‌کنند. این میدان اثر عمیقی بر روی پروتونها یعنی هستهٔ اتمهای هیدروژن دارد. پروتونها که مانند فرفره می‌چرخند معمولاً در جهات مختلف توزیع شده‌اند (A). با برقراری میدان مغناطیسی پروتونها در امتداد قطبهای مغناطیسی قرار می‌گیرند (B). بهرحال، حتی در این هم‌ترازی پروتونها دارای حرکت فرفره‌ای با آهنگ و فرکانس خاص خود هستند و هرچه میدان مغناطیسی شدیدتر باشد، این فرکانس بیشتر است ($F^{\frac{1}{2}}$).

وقتی دستگاه روبنده این پروتونها را با تپ رادیویی که با فرکانس مشابه با فرکانس این حرکت زمانبندی شده است، برمی‌انگیزد، پروتونها از حالت هم‌ترازی خارج می‌شوند (C). پس از چند میلی ثانیه پروتونها به حالت

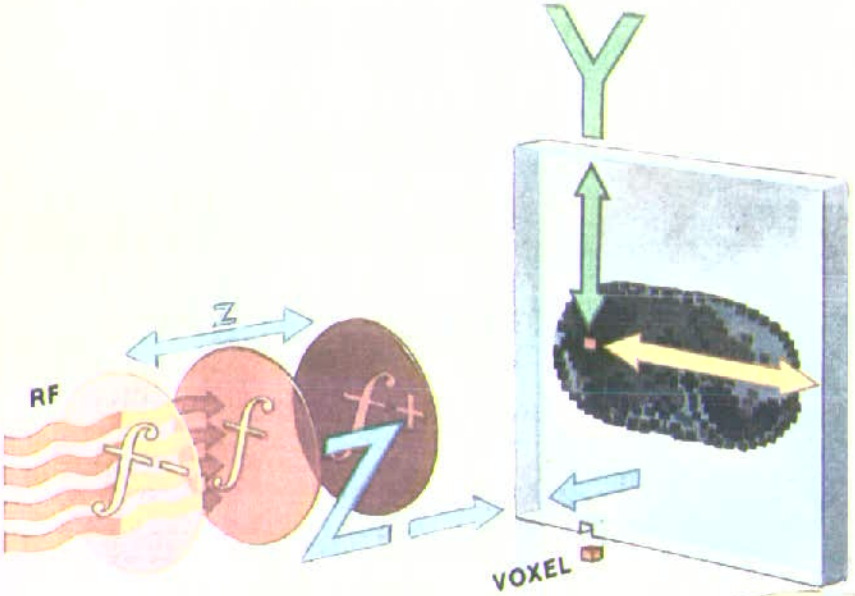
و به سرعی گردند (D)، و علامت رادیوی ضعیف مربوط به خود را گسیل می‌دارند.

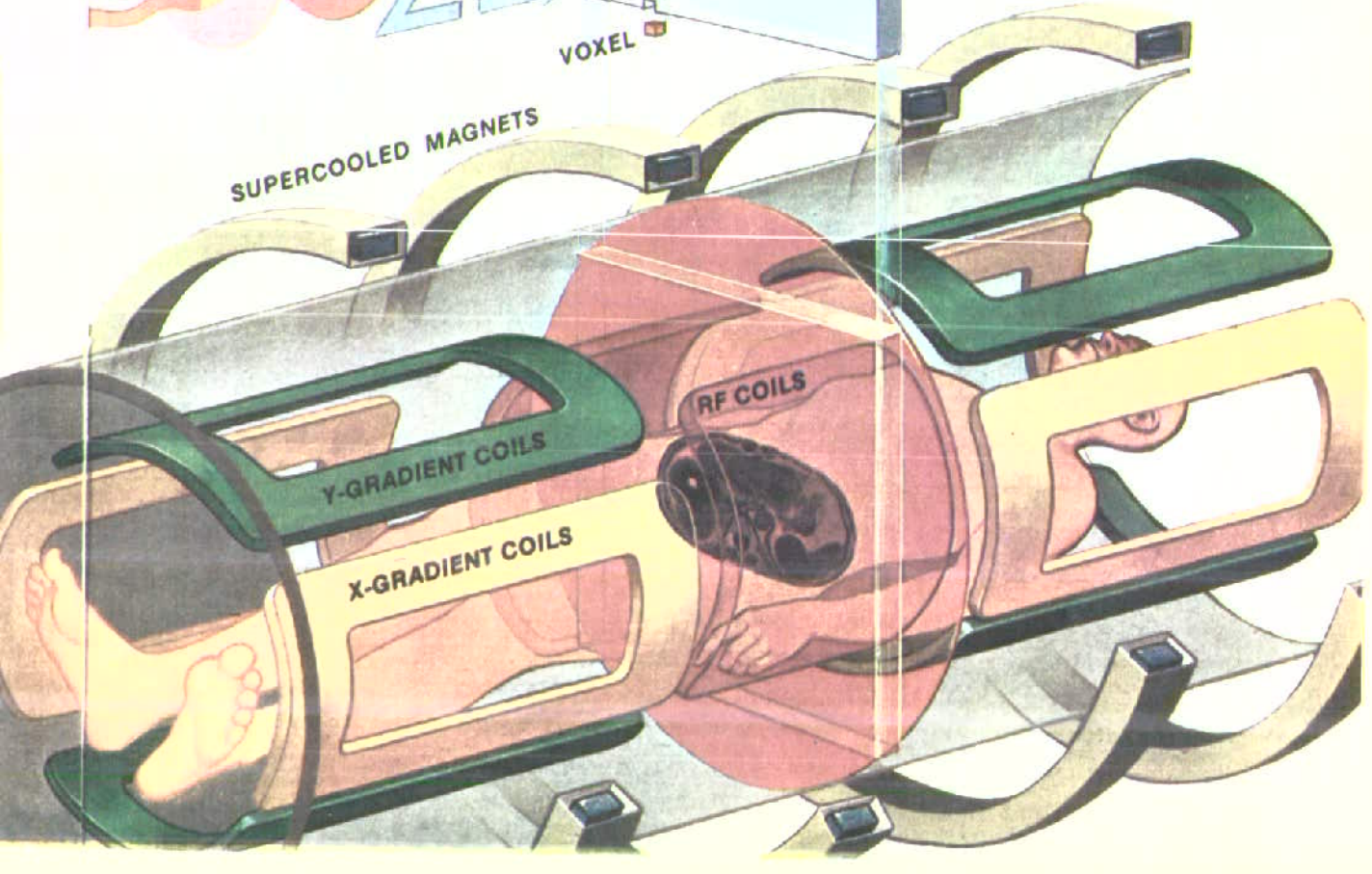
یک کامپیوتر این علائم ضعیف را به تصویر دقیق رویت شده (نمودار شکل زیر) تبدیل می‌کند. این تصویر جگونی تمهای هیدروژن و برهم کنش با بافت اطراف را در




3



مقطعی از بدن نشان می‌دهد. چون هیدروژن نمایانگر مقدار آب موجود است، پزشکان با استفاده از این تصاویر می‌توانند تفاوت بافتها را تمیز دهند.

به واسطهٔ فراوانی هیدروژن در بدن و خصوصیات برجستهٔ مغناطیسی آن دانشمندان هیدروژن را به عنوان مبنا برای روبش MRI انتخاب کرده‌اند. پژوهشهایی در مورد کاربرد عناصر دیگر مانند سدیم یا فسفر که تغییر خصوصیات آنها می‌تواند علائم هشداردهنده‌ای قبل از بروز سکته یا حمله قلبی باشد، در حال انجام است. حتی می‌توان پادتنهای کشت شده را با عناصر قابل آشکارسازی نشاندار کرد، و ابزار پرقدرتی برای مطالعه بیماریهایی مانند دیابت، آلرژی، عقیم بودن و یا سرطان به وجود آورد.

**به شکل ۳ توجه کنید:**

۱ ــ برای بدست آوردن تصویر به کامپیوتر شبکه‌ای از جعبه‌های کوچک را در سه بعد x وy و z در نظر می‌گیرد. ابتدا میدان مغناطیسی در جهت محور z از سر تا نوک پا تغییر می‌کند تا صفحه مورد نظر که باید بدن در آن صفحه روبیده شود، مشخص گردد. در این صفحه پروتونها با فرکانس معین f می‌لرزند. سپس سیم‌پیچهای رادیوفرکانس (RF) تپهای با فرکانس معین برای واژگونی این پروتونها گسیل می‌دارد.

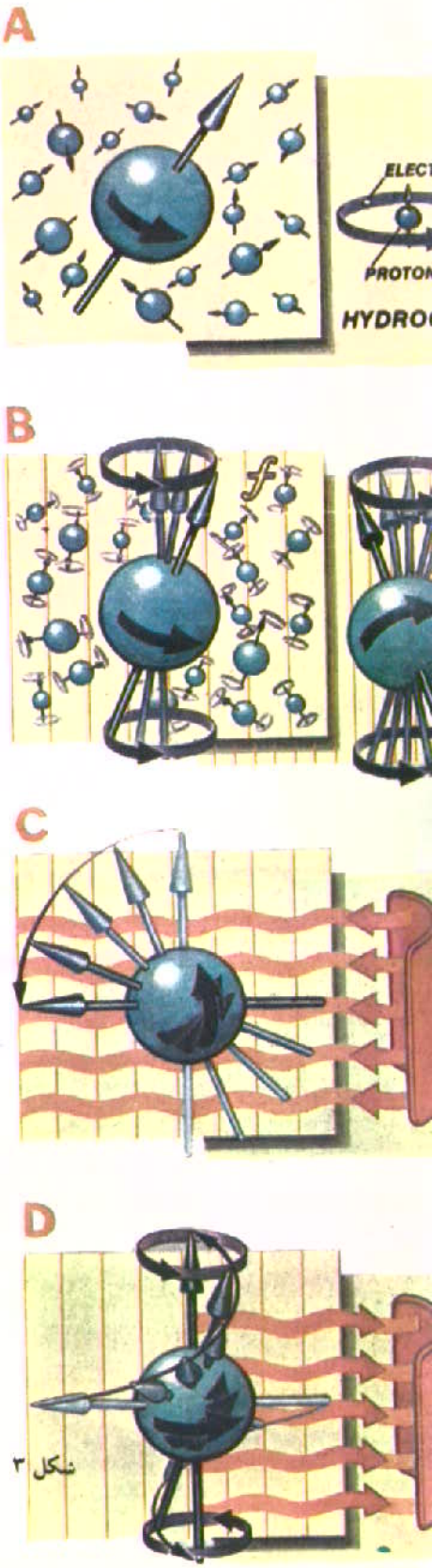
۲ ــ قبل از اینکه پروتونها بتوانند مجدداً صف‌آرایی کنند، سیم‌پیچهای دیگر شدت میدان مغناطیسی را در امتداد محور y تغییر می‌دهند. این عمل سبب لرزش پروتونها، با آهنگ متفاوت (با جهت عقربهٔ ساعت نشان داده شده است) از بالا به پایین صفحه می‌شود. با آشکارسازی تفاوت تپها و زمان پاسخگویی، کامپیوتر جعبه‌ها را در جهت y مشخص می‌کند.

۳ ــ سپس سیم پیچها میدان مغناطیسی را از چپ به راست در جهت X تغییر می‌دهند و سبب نغمه‌سرایی پروتونها با فرکانس متفاوت در هنگام صف‌آرایی مجدد آنها می‌شوند. حالا با مشخص شدن جعبه‌ها در جهات X و Y و Z کامپیوتر نقطه‌ای متناظر با هر جعبه را در روی صفحهٔ ویدئو در نظر می‌گیرد. درخشندگی هر نقطه به تعداد پروتونهای داخل جعبه و خصوصیات مغناطیسی بافت بستگی دارد. تجمع این نقاط تصویر قابل بررسی را به وجود می‌آورد.

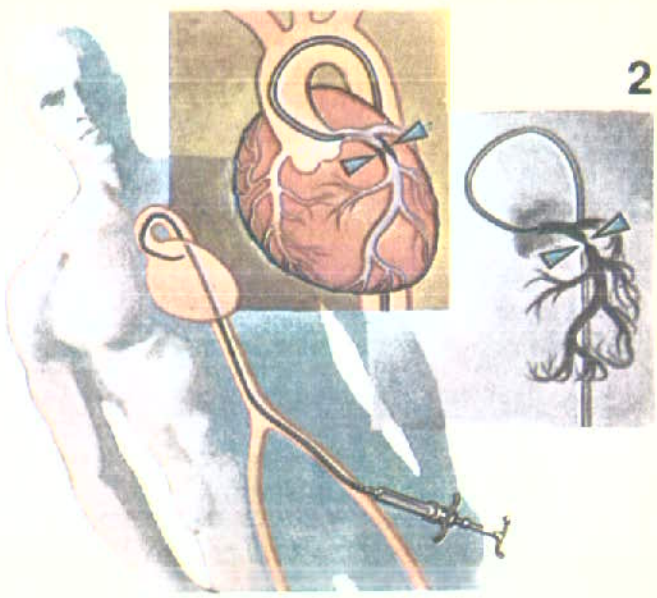
تصویر صفحه ۳۸ یک تصویر MRI مربوط به دختر چهارساله‌ای را نشان می‌دهد. یک هفته پس از این تصویرگیری، بیمار قادر به استفاده از پاهای خود نبود. این تصویر یک تومور (منطقهٔ قرمزرنگ) در حال رشد را در نخاع بیمار نشان می‌دهد. به کمک این تصویر جراح تومور را خارج ساخته و کودک قادر به استفاده مجدد از پاهای خود گردید. به واسطه توانایی MRI در مطالعه بافتهای نرم با تضاد شدید، این روش در مطالعه نخاع بسیار مؤثر است. قبل از ابداع این روش، پزشکانی که علاقمند به مشاهدهٔ نخاع بودند یک عامل تضاد پرتو X را طی دستورالعملی خطرناک و دردناک به مریض تزریق می‌کردند.

دقت روش MRI با ذکر یک مثال کاملاً مشخص می‌شود در یک مورد روبش MRI توموری را در مغز بیمار نشان داد. یک جراح حاذق و معروف مغز بیمار را گشود و هیچگونه نشانه‌ای دال بر تومور در ناحیهٔ موردنظر را مشاهده نکرد زیرا تومورها معمولاً دارای رگ یا بافت متفاوت با بافت سالم اطراف خود هستند که به آسانی توسط جراح مغز قابل تشخیص است. ولی در این مورد یک پزشک ماهر قادر به مشاهده تومور نبود. پزشک دقت روش MRI را مورد تردید قرار داد و پیشنهاد بافت برداری از ناحیه موردنظر را کرد. گزارش آزمایشگاه مؤید حضور تومور دقیقاً در ناحیه‌ای پیش‌بینی شده توسط روش MRI بود. بنابراین، ماشین اطلاعاتی داده بود که چشم یک جراح بسیار با تجربه مغز قادر به مشاهدهٔ آن نبود.

در آینده با ابداع روشی جهت نشاندار کردن پادتنهای کشت شده با عناصری که به طریق مغناطیسی قابل ردیابی‌اند، و استفاده از



شکل ۳




شکل ۴

آنها به عنوان پیشاهنگ، پزشکان خواهند توانست به جستجوی تومورهای سرطانی بپردازند.

یکی دیگر از روشهای فیزیکی که برای به دست آوردن تصاویر دقیق و واضح از گردش خون یا موانع موجود در رگهای باریک به کار می‌رود روش آنژیوگرافی با استفاده از تفریق رقمی (Digital subtraction Angiography) است که به اختصار DSA خوانده می‌شود. در این روش یک عامل تضاد حاوی ید که حاجب پرتو X است در رگها تزریق می‌شود سایهٔ ایجاد شده توسط این عامل پزشکان را قادر به مشاهدهٔ جریان خون می‌سازد. معمولاً DSA برای مشاهدهٔ عرضهٔ خون به قلب مورد استفاده قرار می‌گیرد. قبل از تزریق عامل تضاد، یک تصویر با استفاده از پرتو X گرفته می‌شود. پس از تزریق عامل موردنظر تصویر اولی که نمایانگر خون در گردش است گرفته می‌شود. با تفریق تصویر اول از دومین تصویر توسط کامپیوتر، تصویر روشنی از رگهای حامل خون مانند سرخرگها که تأمین کنندهٔ خون قلب هستند، حاصل می‌شود. به کمک این روش می‌توان هرگونه انسداد در رگها را آشکار ساخت. به علاوه می‌توان آهنگ پخش خون در عضلهٔ قلب را تعیین کرد که به وسیلهٔ آن پزشک می‌تواند احتمال حملهٔ قلبی را پیش‌بینی کند.

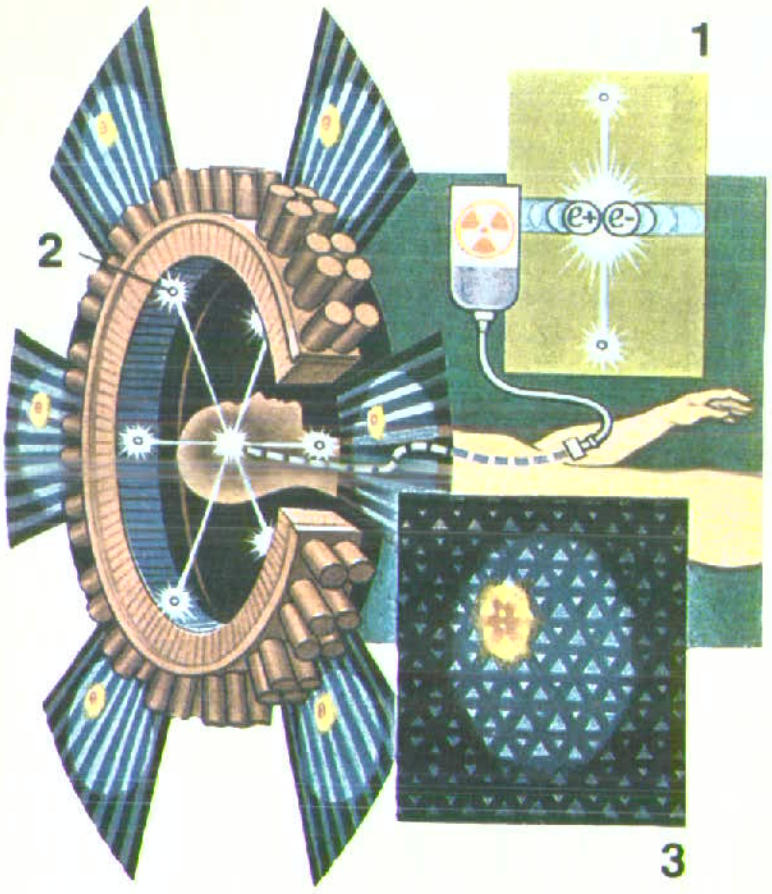
شکل ۵

با استفاده‌ازجاروی DSA،(شکل ۴)که همه چیز جزآنچه موردنظر پزشک‌است رااز تصویر حذف می‌کند. ابتدا تصویر قلب به کمک یک روبندهٔ پرتو X رقمی گرفته می‌شود. سپس با تزریق عامل تضاد از طریق یک لوله به سرخرگهای قلب (۱)، تصویر دومی با پرتو X گرفته می‌شود که حرکت عامل تضاد را در رگهای قلب نشان می‌دهد یک کامپیوتر تصویر نخست را از دومین تصویر کم می‌کند و فقط تغییر را باقی می‌گذارد که در این مورد رگهای حاوی عامل تضادند (۲). و بدینوسیله محل انسداد (جهت پیکانها) را مشخص می‌کند. DSA تنها یک مورد استفاده از حوزهٔ رو به گسترش آنژیوگرافی محاسبه شده است.

امروزه یک روش متداول در بیماریهای قلبی، جراحی کنار گذاشتن رگهای قلب است. در این روش رگهای خونی با استفاده از یک ماده چرب یا کلسیم دار مسدود می‌شوند و رگهای بخشی دیگر از بدن مثلاً پا در اثر جراحی برداشته و مورد استفاده قرار می‌گیرند. هزینهٔ انجام این نوع جراحی در حدود ۲۵۰۰۰ دلار است.

با استفاده از روش DSA و دستورالعملی که آنژیوپلاستی نامیده می‌شود. می‌توان از بسیاری از این جراحیها اجتناب کرد. در آنژیوپلاستی پزشک یک لوله بسیار باریک کوچکتر از گرافیت مغز مداد را وارد رگی در پا یا بازو می‌کند. به کمک دوربین DSA تصویری بر روی صفحهٔ ویدئو ظاهر می‌شود. سپس به کمک تصویر این لوله به یک سرخرگ قلب هدایت می‌شود. در این هنگام عامل تضاد تزریق و به کمک آن تصویر واضحی از محل انسداد سرخرگ بدست می‌آید. سپس لولهٔ کوچکتری از طریق لوله اولی وارد رگ می‌شود که حامل یک بادکنک بسیار کوچک است.

با بادکردن این بادکنک ماده‌ای که سرخرگ را مسدود کرده است متراکم می‌شود و جریان خون به قلب برقرار می‌گردد.



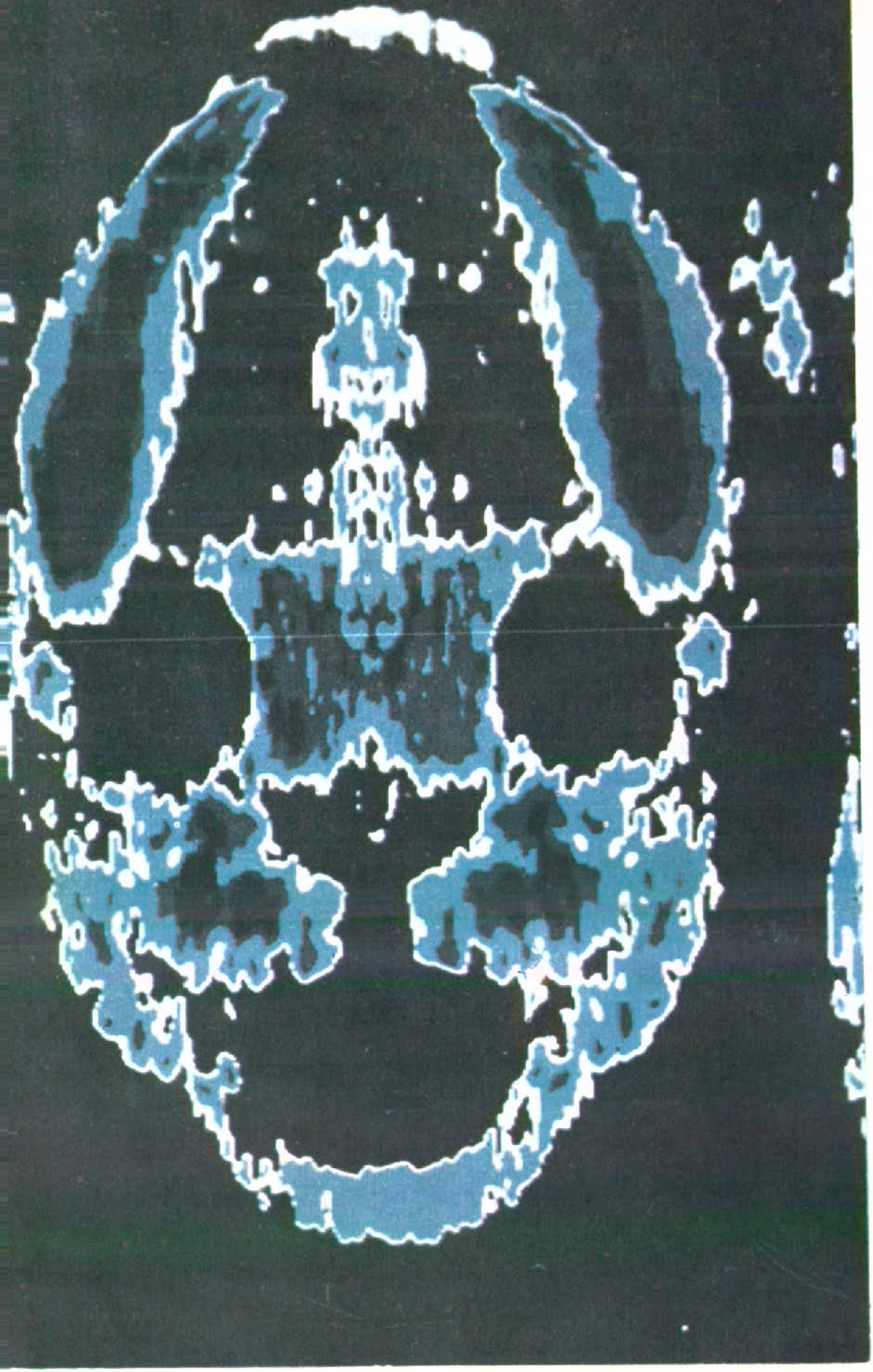

شکل ۶

طبق اظهار دکتر جفری بوئر که یکی از پیشگامان این روش است، روش فوق سریع، بی‌درد و بدون دوران تقاهت و بی‌خطر است. با استفاده از لوله‌های جدید و عوامل تضاد غیرسمی و وارد کردن لوله از طریق بازو به جای ران می‌توان عمل فوق را بهتر انجام داد.

میزان موفقیت روش فوق ۹۲ درصد است. در حدود ۵ درصد از بیماران پس از این عمل باید از روش کنار گذاشتن رگهای قلب استفاده کنند، زیرا در این موارد عامل رسوبی از نوع مواد آهکی سخت است که نمی‌توان آنها را بدون پاره کردن رگ کنار زد. میزان تلفات این روش در حدود یک درصد است.

DSA علاوه بر باز کردن سرخرگها، می‌تواند برای مسدود کردن جریان خون به بافتها و اعضای غیرعادی نیز به کار رود. در این مورد می‌توان برای متوقف کردن خونریزی معده مقدار کمی از ژلوفوم را که یک اسفنج ژلاتینی مسدودکننده است بکار برد و یا با استفاده از قطرات ریز ایزوبوتیل ـ ۲ سیانواکریلیت (یک چسب قوی) جریان خون به تومورها و رگهای پاره شده را متوقف کرد. این روش در موارد بسیار ظریف خونریزی مغزی نیز بکار رفته است.

چهارمین مورد استفادهٔ فیزیک در پزشکی که مورد بررسی قرار می‌گیرد، استفاده از رادیو ایزوتوپهاست. استفاده از این مواد در پزشکی سابقه‌ای نسبتاً طولانی دارد. برای سالیان دراز، پزشکان از رادیوم برای درمان بیماریها استفاده می‌کردند، ولی روش فوق همواره بسیار گرانقیمت بوده است. پس از در دسترس قرار گرفتن رادیو ایزوتوپهای مصنوعی، از آنها علاوه بر خاصیت درمانی برای تشخیص پزشکی نیز استفاده شد. ردیابهای رادیواکتیو



**شکل ۷**

تصویری که توسط اولتراسوند در ششمین ماه حاملگی گرفته شده است. تصویر جنین سالمی را در حال خمیازه کشیدن نشان می‌دهد.

ابزاری قوی در تشخیص پزشکی می‌باشند. به عنوان مثال مقدار کمی از NaCl که حاوی $^{24}Na$ (ساعت ۱۵ = $T_{\frac{1}{2}}$) است در خون تزریق می‌شود.

با دنبال کردن تولید و افزایش اکتیویته توسط یک آشکارساز می‌توان گردش خون را سنجید. اگر محدودیتی در گردش خون وجود داشته باشد، اکتیویته به طور ناگهانی در نقطهٔ انسداد تنزل می‌یابد و محل دقیق مانع را مشخص می‌کند. همچنین عناصر پرتوزا بعضی از انواع غدد را ترجیح می‌دهند و توسط آنها جذب می‌شوند. با ردیابی خارجی میزان جذب، معمولاً می‌توان محل و نوع غده را تشخیص داد. بدین منظور می‌توان با استفاده از $^{99}Tc$ و $^{67}Ga$ انواع معینی از غدد مغزی را آشکار ساخت.

البته ایزوتوپی که به این منظور استفاده می‌شود باید با دقت انتخاب شود تا هیچگونه اثر زیان‌آوری برای بیمار نداشته باشد. معمولاً ایزوتوپ مورد استفاده باید دارای نیمه عمر کوتاه و انرژی واپاشی نسبتاً کم باشد.

با استفاده از روش فوق می‌توان علائم هشداردهندهٔ بیماریها را حتی قبل از بروز بیماری آشکار ساخت و زندگیهای بسیاری را

نجات داد. یکی از روشهای تشخیص که با استفاده از رادیوایزوتوپ روش توموگرافی محاسبه شده با استفاده از گسیل یک فوتون (Single Photon emission computed tomography) است که اختصاراً SPECT نامیده می‌شود.

در این روش با آشکارسازی فوتون گسیل شده می‌توان مسیر گردش خون را در عضو مورد نظر مشخص نمود.

شکل ۵ وجود لکه‌ای تاریک را در مغز یک بیمار ۵۷ ساله نشان می‌دهد که نمایانگر کاهش جریان خون به قسمتی از مغز است که در آن احساسات حاصل از چشم و گوش با حافظه در ارتباط است. این لکه تاریک نشانه بیماری الزایمر است. روش ماهرانه‌تر در استفاده از رادیوایزوتوپی توموگرافی با استفاده از گسیل پوزیترون است.

(Positron emission tomography) که اختصاراً PET نامیده می‌شود. در این روش ردیابهای PET چگونگی مصرف موادی مانند قند را توسط سلولهای مغزی بررسی می‌کنند. مادهٔ مورد نظر توسط رادیو ایزوتوپی که در سیکلوترون کوچک تهیه شده است، نشاندار می‌شود. ایزوتوپ دارای نیمه عمر کوتاه است، بنابراین رادیوایزوتوپ تهیه شده طی چند دقیقه یا چند ساعت پس از تولید، نیمی از اکتیویتهٔ خود را از دست می‌دهد. با تزریق ایزوتوپ به داخل بدن، ماده رادیواکتیو پوزیترون گسیل می‌کند. پوزیترونها در اثر برخورد با الکترون از بین می‌روند و دو فوتون گاما به وجود می‌آورند که در جهت مخالف یکدیگر منتشر می‌شوند ۱. فوتونهای گسیل شده به کریستالهای موجود در حلقه‌ای از آشکارسازها که در اطراف سر بیمار قرار دارد برخورد می‌کنند ۲. و در اثر برهم کنش فوتون گاما با کریستالهای آشکارساز نور تولید می‌شود. یک کامپیوتر محل هر جرقه نورانی را ثبت و تصویر منبع تابشها را رسم می‌کند. در اثر اینعمل اطلاعات به یک تصویر تبدیل می‌شود ۳. مراحل مختلف تصویرگیری در شکل ۶ نشان داده شده است.

با ردیابی مواد رادیواکتیو، پزشک می‌تواند نواحی دارای فعالیت غیرطبیعی را در مغز تعیین و سلامت سلولها را مشخص کند. روش PET محتاج وجود یک سیکلوترون در محل آزمایش است ولی در روش SPECT می‌توان از رادیوایزوتوپهایی که به طور تجارتی در دسترس قرار دارند، استفاده کرد. بنابراین هزینه استفاده از روش SPECT به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر است. البته به کمک روش PET می‌توان تصاویر دقیقتر و واضحتری به وجود آورد. ردیابهای ایزوتوپی برای مطالعه صرع، اسکیزوفرنی، بیماری پارکینسون و حمله مورد استفاده قرار می‌گیرند. با ردیابی مقدار رادیوایزوتوپ در قلب می‌توان تشخیص داد که آیا بافتهای قلب خون کافی دریافت می‌دارند یا خیر. بدین منظور تصویر قلب را در شرایط عادی و تحت فشار با یکدیگر مقایسه می‌کنند. هرگونه اختلاف در دو تصویر نمایانگر نارسایی قلبی خواهد بود. که این نارسایی ممکن است منجر به حمله قلبی گردد. بنابراین با آشکارسازی نارسایی می‌توان از بروز حمله جلوگیری کرد.

بالاخره، ساده‌ترین و ارزانترین روشی که برای تصویرگیری مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از اولتراسوند است. این روش نخستین بار در اوایل دهه ۱۹۵۰ در امریکا مورد استفاده قرار گرفت. امروزه نمایش کامپیوتری با استفاده از اولتراسوند جایگاه ویژه‌ای در روشهای تصویرگیری دارد.

در این روش جادویی که به سونوگرافی معروف است، یک مبدل کوچک یا دستگاه گیرنده ــ فرستنده در تماس با ناحیه مورد نظر بدن، قرار می‌گیرد. امواج صوتی با فرکانس زیاد در بدن نفوذ می‌کنند و به اندامهای داخلی برخورد می‌کنند. این امواج پس از بازتاب به سطح بدن برمی‌گردند و در اینجا مبدل به عنوان گیرنده عمل می‌کند. تأخیر زمانی این علائم برگشتی، محل، اندازه، شکل هدف و حتی بافت آن را مشخص می‌کند. سپس شکل جسم مورد نظر در روی صفحهٔ ویدئو به نمایش درمی‌آید.

قسمت اصلی این دستگاه یک کریستال پی‌یزوالکتریک است که تپهای الکتریکی را به نوسانات قابل نفوذ در بدن تبدیل می‌کند. این امواج صوتی پس از بازتاب به بلور برمی‌گردند و مجدداً به علائم الکتریکی تبدیل می‌شوند.

پزشک دستگاه گیرنده ــ فرستنده را که شامل کریستال است در ناحیهٔ مورد بررسی قرار می‌دهد. در مورد یک زن حامله پژواک حاصل از جنین به علائم ضعیفی تبدیل می‌شود که یک تصویر ویدئو بر روی صفحه کامپیوتر به وجود می‌آورد. (شکل ۷)

جدیدترین پیشرفت در این زمینه استفاده از دوپلر رنگی رقمی (Digital color Doppler) است. به کمک این روش با استفاده از کامپیوتر فرم و نحوهٔ جریان خون در هنگام عبور از قلب، سرخرگها و سیاهرگها مشخص می‌شود. برای این منظور از اثر دوپلر استفاده می‌شود. در پدیده دوپلر از انتقال فرکانس امواج صوتی (یا نور یا امواج رادیویی) یک جسم متحرک که از نقطه‌ای دور یا به آن نزدیک می‌شود استفاده می‌شود.

امواج صوتی با فرکانس زیاد در منطقه مورد نظر که می‌تواند رگهای خونی باشد، نفوذ می‌کنند. اگر خون به طور عادی جریان داشته باشد، پژواک صوت شبیه زمزمهٔ جویبار است و تصویر جریان یکنواختی را نشان خواهد داد. ولی اگر خون از ناحیهٔ باریک و به طور نامنظم عبور کند. صدای خشنی ایجاد می‌کند و تصویر جریان نامنظمی را نشان خواهد داد. بدین طریق می‌توان انسداد سرخرگها را که می‌تواند سبب حملهٔ قلبی شود، آشکار ساخت.

# آزمون تستی دومین المپیاد فیزیک ایران

**اردیبهشت ماه ۱۳۶۸**

قبل از شروع به پاسخگویی به نکات زیر توجه شود

۱ ــ بخش آزمون چند گزینه‌ای شامل ۴۵ پرسش است
۲ ــ زمان پاسخ‌گویی به این قسمت ۶۰ دقیقه است
۳ ــ به هر جواب درست ۱ نمره و به هر جواب غلط $\frac{1}{3}$ نمره منفی تعلق میگیرد
۴ ــ انتخاب دو گزینه از یک پرسش، پاسخ غلط به حساب میاید
۵ ــ استفاده از ماشین حساب مجاز نیست

۱ ــ داخل اتومبیلی که پنجره‌های آن کاملاً بسته است مگسی وجود دارد. اتومبیل با سرعت ثابت در حرکت است. کدام یک از گزاره‌های زیر درست است؟

الف ــ مگس می‌تواند مانند حالتی که اتومبیل ساکن است داخل آن پرواز کند.

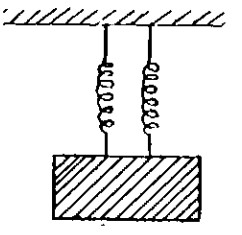
ب ــ مگس ناچار است روی شیشه عقب اتومبیل قرار گیرد تا بتواند همراه آن حرکت کند.

ج ــ فشار هوا در قسمت عقب اتاقک اتومبیل مگس را به ناحیه جلوی آن می‌راند.

د ــ مگس باید جایی بنشیند، چون اگر به پرواز درآید نمی‌تواند با سرعت اتومبیل حرکت کند.

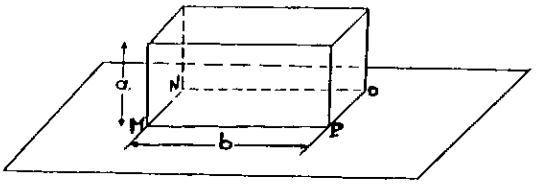
۲ ــ جسمی را مطابق شکل به دو فنر مشابه که به سقف بسته شده‌اند می‌آویزیم. بر اثر این کار طول هر یک از فنرها 4cm اضافه می‌شود. حال اگر فنرها را دنبال هم قرار دهیم و وزنه را به فنر پائینی بیاویزیم، هر کدام از دو فنر چقدر کشیده می‌شوند؟

الف ــ 2cm  ب ــ 4cm  ج ــ 8cm  د ــ 16cm



۳ ــ مکعب مستطیلی مطابق شکل روی یک سطح افقی قرار دارد. یال MN را حداقل تا چه ارتفاعی از سطح زمین بالا آوریم تا جسم حول یال OP چرخیده و روی وجه دیگر خود قرار گیرد؟

الف ــ $\frac{b^2}{\sqrt{a^2+b^2}}$  ب ــ $\frac{a^2}{\sqrt{a^2+b^2}}$  ج ــ b  د ــ $\frac{1}{2}\sqrt{a^2+b^2}$




۴ ــ متحرکی در ۲ متری مبدأ قرار دارد. از این نقطه ۳ متر به طرف شرق و ۴ متر به طرف جنوب حرکت می‌کند. فاصله نهایی متحرک از مبدأ چند متر است؟

الف ــ ۵ متر  ب ــ ۷ متر  ج ــ ۶/۴ متر  د ــ با این داده‌ها قابل محاسبه نیست

۵ ــ اتومبیلی فاصله بین دو شهر را با سرعت متوسط 60Km/h طی کرده است. کدامیک از جملات زیر قطعاً درست است؟

الف ــ اتومبیل در بین راه توقف نکرده است.

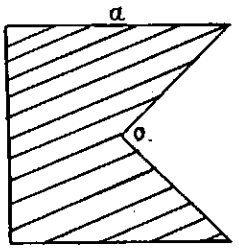
ب ــ اتومبیل با سرعت 60 Km/h حرکت کرده است.

ج ــ فاصله دو شهر از 60Km بیشتر نیست.

د ــ سرعت اتومبیل حداقل یکبار 60 Km/h بوده است.

۶ ــ مطابق شکل از کناره یک صفحه مربع شکل یکنواخت به ضلع a قسمتی را جدا کرده‌ایم. فاصله مرکز ثقل جسم از مرکز مربع

(نقطه O) چقدر است؟

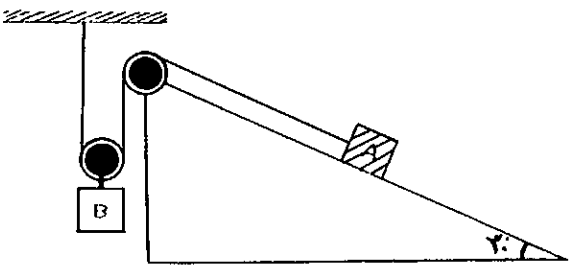



الف ــ $\frac{a}{6}$ ب ــ $\frac{a}{3}$

ج ــ $\frac{a}{9}$ د ــ $\frac{2a}{9}$

۷ ــ در شکل مقابل وزن جسم A برابر ۳۰۰N و وزن جسم B برابر ۴۵۰N و دستگاه ساکن است. نیروی اصطکاک سطح شیب‌دار چند نیوتن است؟

الف ــ ۵۰ ب ــ ۷۵ ج ــ ۱۰۰ د ــ ۱۲۵




۸ ــ میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده یکی از ابعاد جسم مکعب شکلی بوسیله کولیس ۲۰ میلیمتر شده است. با توجه بدقت اندازه‌گیری کولیس، خطای مطلق و خطای نسبی در اندازه حجم آن به ترتیب برابر است با:

الف ــ $۱۲۰mm^3$ و ۰/۰۱۵ ب ــ $۱۲۰mm^3$ و $\frac{۳}{۸}\times۱۰^{-۴}$

ج ــ $۰/۰۰۱\ mm^3$ و $\frac{۱}{۸}\times۱۰^{-۶}$

د ــ $۰/۱\ mm^3$ و $۵\times۱۰^{-۳}$

۹ ــ در دو کفه ترازویی دو ظرف مشابه حاوی مقادیر یکسانی آب قرار داده‌ایم و ترازو در حال تعادل است. در یکی از ظرفها یک قطعه سنگ و یک قطعه چوب و در ظرف دیگر درست مشابه این دو جسم را در حالی که به هم بسته‌ایم می‌اندازیم. بطوریکه در ظرف اول چوب روی آب می‌ماند اما در ظرف دوم توسط سنگ به زیر آب کشیده شده است. کدام بیان درست است؟

الف ــ کفه اول پائین‌تر میرود.

ب ــ کفه دوم پائین‌تر میرود.

ج ــ ترازو در حال تعادل باقی میماند.

د ــ پائین رفتن یکی از کفه‌ها به نسبت جرمهای سنگ و چوب بستگی دارد.

۱۰ ــ بر جسم واقع در یک مایع نیروی ارشمیدس به این علت وارد میشود که:

الف ــ فشار مایع با عمق آن بستگی دارد.

ب ــ چگالی جسم از چگالی مایع بیشتر است.

ج ــ چگالی مایع از چگالی جسم بیشتر است.

د ــ جسم به شکل بخصوصی ساخته شده است.

۱۱ ــ یک قطعه آهنی به شکل مکعب روی سطح جیوه شناور است. اگر دمای مجموعه از ۳۰°c به ۱۵°c برسد حجم قسمت غوطه‌ور در جیوه چه تغییری می‌کند؟

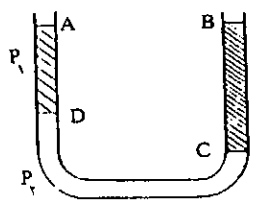
الف ــ بیشتر می‌شود.

ب ــ کمتر می‌شود.

ج ــ هیچ تغییری نمی‌کند.

د ــ داده‌های مسئله کافی نیستند.

۱۲ ــ در شکل مقابل $p_1$ و $p_2$ و $p_3$ چگالی سه مایع مخلوط نشدنی هستند. اگر AD = ۱۰ Cm و BC = ۱۵ Cm باشد کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟




الف ــ $۲\rho_2 + \rho_1 = ۳\rho_3$

ب ــ $۳\rho_2 + ۲\rho_1 = \rho_3$

ج ــ $۲\rho_1 + \rho_2 = ۳\rho_3$

د ــ $\rho_2 + ۳\rho_1 = ۲\rho_3$

۱۳ ــ یک کیسه پلاستیک خالی از هوا را بوسیله نیروسنجی وزن کرده و نیروسنج P را نشان می‌دهد. آنرا از هوا با فشار محیط پر کرده و مجدداً با همان نیروسنج وزن می‌کنیم اگر وزن هوای داخل کیسه P′ باشد، نیروسنج کدامیک از مقادیر زیر را نشان می‌دهد؟

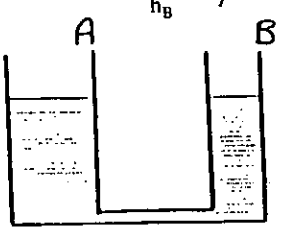
الف ــ $P-P'$ ب ــ $P+P'$ ج ــ $P$ د ــ $P'$

۱۴ ــ دهانه ظرفی محتوی مایع تراکم ناپذیری بوسیله پیستونی بسطح مقطع $A\,cm^2$ مسدود شده است اختلاف فشار مایع در کف ظرف و در مرکز ثقل مجموعه ظرف و مایع $PN/m^2$ می‌باشد. اگر وزنه ۱۰ کیلوگرمی بر روی پیستون قرار دهیم اختلاف فشار بین دو نقطه مزبور برحسب $N/m^2$ برابر است با:

الف ــ $P+\frac{۱۰g}{A}$ ب ــ $\frac{۱۰^5 g}{A}$ ج ــ $P$ د ــ صفر

۱۵ ــ جرم حجمی مایع درون ظرف (شکل مقابل) $\rho$ است اگر جسمی بجرم حجمی $\rho'<\rho$ بر سطح مایع ظرف A شناور کنیم بطوریکه ارتفاع آن در داخل مایع h باشد و ارتفاع مایع در دو ظرف پس از آن $h'_A$ و $h'_B$ باشد می‌توان نوشت:

الف ــ $\frac{h'_A}{h'_B}=\frac{\rho'}{\rho}$ ب ــ $\frac{h'_A}{h'_B}=\frac{\rho}{\rho'}$ ج ــ $h'_A=h'_B$ د ــ $h'_A-h'_B=h$



۱۶ ــ مقداری گاز کامل زیر پیستونی به وزن W و سطح مقطع $۲۰\ cm^۲$ قرار دارد. وقتی وزنه ۲W روی پیستون قرار می‌دهیم حجم گاز نصف می‌شود. اگر فشار هوای خارج $۱۰^۵$ پاسکال باشد. با فرض ثابت بودن دما W چند نیوتن است؟

الف ــ ۶۰۰ ب ــ ۳۰۰ ج ــ ۲۰۰ د ــ ۱۰۰

۱۷ ــ میخواهیم طول یک میله مسی را به کمک یک خط‌کش آهنی اندازه‌گیری کنیم. اگر دمای محیط در هنگام اندازه‌گیری $\theta_۱$ باشد طول میله L بدست می‌آید. نتیجه اندازه‌گیری طول میله مسی در محیطی با دمای $\theta_۲$ چه خواهد شد؟ $(\Delta\theta = \theta_۲ - \theta_۱)$

الف ــ $L\,[۱ + (\lambda_{Fe} - \lambda_{Cu})\,\Delta\theta]$

ب ــ $L\,[۱ + (\lambda_{Cu} - \lambda_{Fe})\,\Delta\theta]$

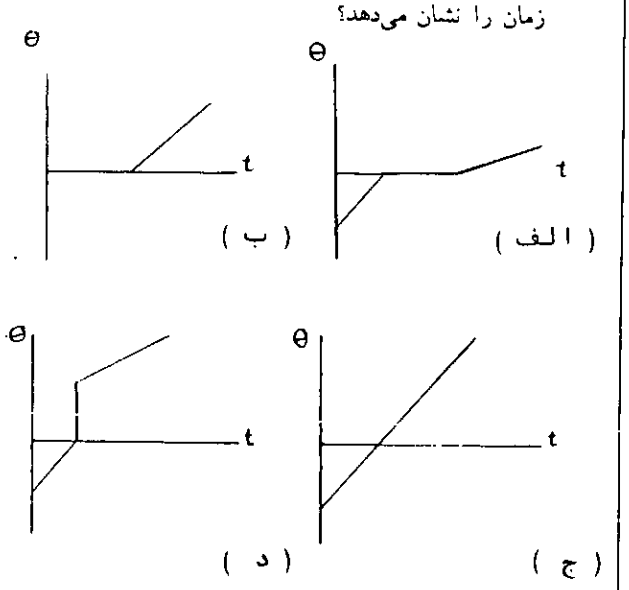
ج ــ $L\,[۱ + (\lambda_{Cu} + \lambda_{Fe})\,\Delta\theta]$

د ــ $L\,[۱ + \lambda_{Cu}\Delta\theta]$

۱۸ ــ دماسنجی که طریقه مدرج کردن آن معلوم نیست دمای $۵^\circ c$ را ۵۰ درجه و دمای $-۲۰^\circ c$ را ۱۰ درجه نشان می‌دهد. این دماسنج در چه دمایی با دماسنج سلسیوس یک عدد را نشان می‌دهند؟

الف ــ ۴۰- ب ــ ۳۰+ ج ــ ۷۰- د ــ هیچکدام

۱۹ ــ مقداری یخ $۱۰^\circ C$ ــ را بطور یکنواخت حرارت می‌دهیم. کدامیک از شکل‌های زیر نمودار تقریبی تغییرات دما بر حسب زمان را نشان می‌دهد؟




۲۰ ــ انرژی درونی جسم A و B با هم برابر است. همچنین جسم A با جسم C در تعادل گرمایی است. کدام گزاره الزاماً درست است؟

الف ــ جسم B با C در حال تعادل گرمایی است.

ب ــ انرژی درونی جسم B با جسم C برابر است.

ج ــ اگر A و B مشابه باشند، B با C در تعادل گرمایی است.

د ــ دمای جسم A با دمای جسم B برابر است.

۲۱ ــ طول دو میله فلزی در دمای $\theta$، $L_A$ و $L_B$ و ضریب انبساط طولی آنها $\lambda_A$ و $\lambda_B$ است. اگر بخواهیم اختلاف طول آنها در دماهای مختلف ثابت بماند باید:

الف ــ $\frac{L_A}{L_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B}$ ب ــ $\frac{L_A}{L_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A}$

ج ــ $\lambda_A = \lambda_B$ د ــ $\lambda_A\lambda_B = ۱$

۲۲ ــ در یک لوله شیشه‌ای محتوی مقداری روغن که دو سر آن مسدود است حبابی از هوا وجود دارد. کدامیک از گزاره‌های زیر درست است؟

الف ــ وقتی لوله را گرم کنیم حجم روغن و حباب زیاد می‌شود.

ب ــ وقتی لوله را سرد کنیم حجم روغن و حباب زیاد می‌شود.

ج ــ وقتی لوله را گرم کنیم حجم روغن زیاد و حجم حباب کم می‌شود.

د ــ وقتی لوله را سرد کنیم حجم روغن زیاد و حجم حباب کم می‌شود.

۲۳ ــ یک خط‌کش چوبی بطول L بطور قائم روی زمین قرار گرفته و نور خورشید با زاویه $\theta$ نسبت به امتداد قائم بر آن می‌تابد، $(\theta \neq ۰)$. خط‌کش به آرامی بدون آنکه پای آن حرکت کند روی زمین می‌افتد. در حین افتادن، طول سایه خط‌کش روی زمین ابتدا بزرگ و سپس کوچک می‌شود. ماکزیمم طول سایه کدامیک از مقادیر زیر است؟

الف ــ L ب ــ $\frac{L}{\cos\theta}$

ج ــ $L\,tg\,\theta$ د ــ $L\cos\theta$

۲۴ ــ شعاعهای زمین و خورشیدبه‌ترتیب $۶/۴ \times ۱۰^۳\ km$ و $۷ \times ۱۰^۵\ km$ بوده و بزرگی زاویه‌ای خورشید $\frac{۱}{۲}$ درجه است. فاصله ماه از زمین از چه مقداری باید بیشتر می‌بود تا هیچگاه خسوف اتفاق نیفتد؟

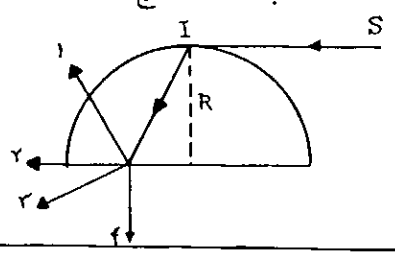
الف ــ $۱/۵ \times ۱۰^۶\ km$ ب ــ $۷/۳ \times ۱۰^۵\ km$

ج ــ $۱/۶ \times ۱۰^۸\ km$

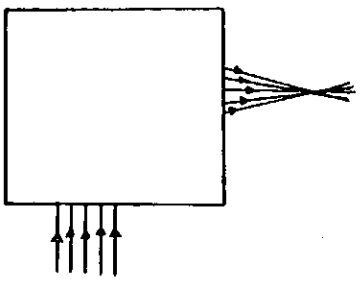
د ــ در هر فاصله‌ای خسوف وجود دارد.

۲۵ ــ پرتو SI مماس بر نیمکره شیشه‌ای به شعاع R تابیده است. کدامیک از چهار پرتو نشان داده شده، پرتو خروجی نور از این نیمکره را درست نشان می‌دهد؟

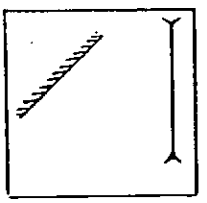
الف ــ ۱ ب ــ ۲ ج ــ ۳ د ــ ۴



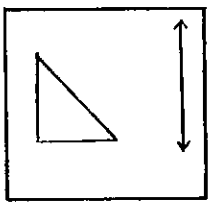
۲۶ ــ کدامیک از ترکیبات وسائل زیر می‌تواند انحرافی مطابق شکل برای پرتوها بوجود آورد؟



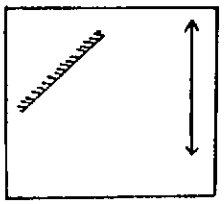
(الف)



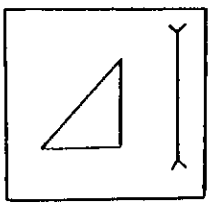
(ب)



(ج)



(د)



۲۷ ــ عدسی محدبی از چشمه نورانی S که بر روی محور اصلی آن قرار دارد تصویری حقیقی تشکیل می‌دهد. آینه مقعری به شعاع R را در چه فواصلی از تصویر باید قرار داد تا تصویر نهایی بر S منطبق شود؟

الف ــ R و صفر  ب ــ R و ۲R

ج ــ $\frac{R}{۲}$ و R  د ــ $\frac{R}{۲}$ و صفر

۲۸ ــ وقتی در گودی یک عدسی هلالی شکل مایع شفافی ریخته شود،

الف ــ فاصله کانونی آن زیاد می‌شود.

ب ــ فاصله کانونی آن کم می‌شود.

ج ــ فاصله کانونی آن تغییر نمی‌کند.

د ــ تغییر فاصله کانونی به ضریب شکست عدسی و مایع بستگی دارد.

۲۹ ــ عدسی محدبی از یک جسم که به فاصله ۱۸cm از آن قرار دارد تصویری دو برابر جسم بر روی پرده‌ای تشکیل می‌دهد. عدسی را بین جسم و پرده چقدر جابجا کنیم تا جای تصویر تغییر نکند؟

الف ــ ۳۶cm  ب ــ ۹cm  ج ــ ۱۸ cm  د ــ ۲۷cm

۳۰ ــ یک عدسی همگرا از جسمی تصویری حقیقی تشکیل می‌دهد. تیغه متوازی السطوحی را یکبار عمود بر محور اصلی بین جسم و عدسی و بار دیگر بین تصویر و عدسی قرار می‌دهیم. در این صورت محل تصویر نسبت به عدسی

الف ــ در حالت اول نزدیک و در حالت دوم دور می‌شود.

ب ــ در حالت اول دور و در حالت دوم نزدیک می‌شود.

ج ــ در هر دو حالت دور می‌شود.

د ــ تغییر نمی‌کند، زیرا تیغه نور را منحرف نمی‌کند.

۳۱ ــ علت تجزیه نور سفید در منشور این است که:

الف ــ سرعت نور در هوا و منشور متفاوت است.

ب ــ نور سفید از رنگهای مختلف تشکیل شده است.

ج ــ ضریب شکست منشور برای رنگهای مختلف متفاوت است.

د ــ نور از محیط رقیق وارد محیط غلیظ می‌شود.

۳۲ ــ قطب مثبت یک باتری را به یک دیگ زودپز آلومینیمی و قطب منفی آنرا به تیغه یک چاقوی آشپزخانه می‌بندیم. کدامیک از گزاره‌های زیر درست است؟

الف ــ اندازه بار الکتریکی دیگ زودپز بیشتر از اندازه بار الکتریکی چاقو است.

ب ــ اندازه بار الکتریکی چاقو بیشتر از اندازه بار الکتریکی دیگ زودپز است.

ج ــ مجموع بار الکتریکی دیگ زودپز و چاقوی آشپزخانه برابر صفر است.

د ــ هریک از سه بیان بالا ممکن است تحت شرایط خاصی درست باشند.

۳۳ ــ سه گلوله باردار پلاستیکی با بارهای q و ۲q و ۳q در رئوس مثلث متساوی‌الاضلاعی قرار گرفته و توسط میله‌های سبک و عایقی به طول L به هم متصل شده‌اند دستگاهی را که به این ترتیب ساخته‌ایم، روی میز افقی بدون اصطکاکی قرار می‌دهیم نیروی وارد بر دستگاه چقدر است؟

الف ــ $K\frac{۲۲q^۲}{L^۲}$  ب ــ $K\frac{۶q^۲}{L^۲}$

ج ــ $K\frac{۱۱\sqrt{۳q^۲}}{L^۲}$  د ــ صفر

۳۴ ــ می‌خواهیم با قرار دادن تیغه‌ای از جنس مناسب به ضخامت ۰/۹mm ظرفیت خازن مسطحی را که فاصله جوشنهای آن ۱mm است تا آنجا که ممکن است بالا ببریم، کدام جنس برای این کار مناسب‌تر است؟

الف ــ آلومینیم  ب ــ میکا  ج ــ کائوچو

د ــ شیشه

۳۵ ــ یک دو قطبی الکتریکی (دستگاهی متشکل از دو بار q+ و q- در دو سر یک میله عایق) مطابق شکل در میدان الکتریکی یکنواختی رها می‌شود، کدامیک از جملات زیر در مورد حرکت

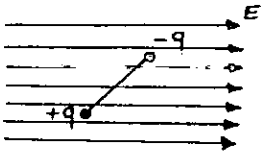
آن بلافاصله پس از رها شدن صحیح است؟

الف ــ دوقطبی در خلاف جهت عقربه‌های ساعت دوران و به سمت چپ حرکت می‌کند.

ب ــ دو قطبی در جهت عقربه‌های ساعت دوران و به سمت راست حرکت می‌کند.

ج ــ دو قطبی فقط در جهت عقربه‌های ساعت دوران می‌کند.

د ــ دو قطبی فقط در خلاف جهت عقربه‌های ساعت دوران می‌کند.



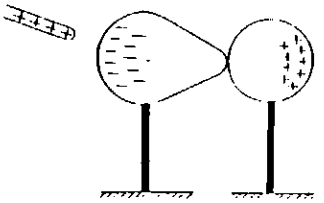

۳۶ ــ یک میله شیشه‌ای باردار را مطابق شکل به دو هادی که روی پایه‌های عایق قرار گرفته و در تماس با هم هستند، نزدیک کرده و پس از جدا کردن آنها از هم میله شیشه‌ای را دور می‌کنیم. اندازه بار القا شده

الف ــ در کره بیشتر است.

ب ــ در هادی نوک تیز بیشتر است.

ج ــ در هر دو یکسان است.

د ــ صفر است.



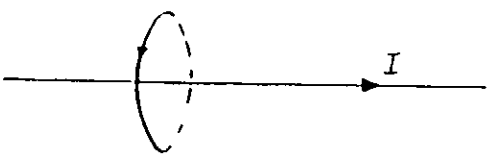
۳۷ ــ از یک سیم راست بسیار طویل جریانی از چپ به راست عبور می‌کند. این سیم مطابق شکل بر محور یک حلقه جریان که در صفحه قائم قرار دارد، منطبق است. در این حالت

الف ــ حلقه به طرف راست حرکت می‌کند.

ب ــ حلقه به طرف چپ حرکت می‌کند.

ج ــ حلقه سر جای خود می‌چرخد.

د ــ حلقه ساکن می‌ماند.




۳۸ ــ صفحات خازنی که دی‌الکتریک آن هوا است به مولدی متصل است. در همین حال یک قطعه کائوچو بین صفحات آن قرار می‌دهیم. کدامیک از گزاره‌های زیر درست است؟

الف ــ شدت میدان الکتریکی بین صفحات افزایش می‌یابد.

ب ــ شدت میدان الکتریکی بین صفحات تغییر نمی‌کند.

ج ــ شدت میدان الکتریکی بین صفحات کاهش می‌یابد.

د ــ تغییر شدت میدان الکتریکی به نوع کائوچو بستگی دارد.

۳۹ ــ دو گلوله رسانای مشابه دارای بارهای الکتریکی مثبت $q_1$ و $q_2$ به فاصله r از یکدیگر قرار دارند. آنها را با هم تماس داده و دوباره به فاصله r از یکدیگر قرار می‌دهیم. نیرویی که دو گلوله در این حالت بر هم وارد می‌کنند.

الف ــ کمتر از حالت اولیه است.

ب ــ بیشتر از حالت اولیه است.

ج ــ مانند حالت اولیه است.

د ــ صفر است.

۴۰ ــ سیم مقاومت‌داری به طول ۱۲m به اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت وصل شده و در مدت ۲۵s در آن ۲۰۰۰J گرما ایجاد شده است. چه طولی از همان سیم را انتخاب کنیم تا وقتی به اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت وصل می‌شود همان مقدار گرما را در مدت ۱۵S بدهد؟

الف ــ ۲۰m ب ــ ۷/۲m ج ــ ۱۸m د ــ ۸m

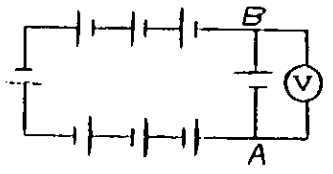
۴۱ ــ هشت پیل مشابه که نیروی محرکه هر کدام ۵ ولت و مقاومت داخلی هریک ۰/۲ اهم است بوسیله سیمهایی با مقاومت ناچیز مطابق شکل به هم بسته شده‌اند. ولت‌سنجی که دو سر آن به نقاط A و B بسته شده

الف ــ بین ۵ و ۴۰ ولت را نشان می‌دهد.

ب ــ بین صفر و ۵ ولت را نشان می‌دهد.

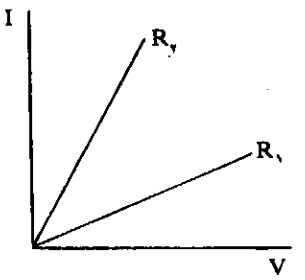
ج ــ صفر را نشان می‌دهد.

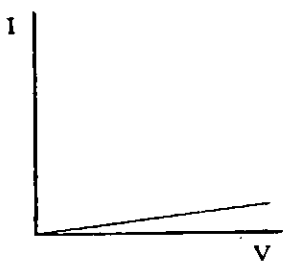
د ــ ۳۵ ولت را نشان می‌دهد.



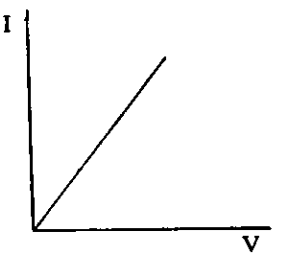

۴۲ ــ نمودار تغییرات شدت جریان برحسب اختلاف پتانسیل دو سر مقاومتهای $R_1$ و $R_2$ مطابق شکل روبرو است. دو مقاومت را با هم سری می‌کنیم. کدامیک از اشکال زیر می‌تواند نمودار

تغییرات شدت جریان برحسب اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت حاصل باشد؟

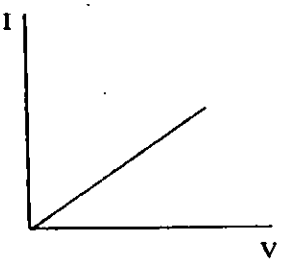


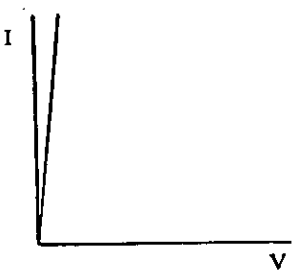

( ب )




( الف )




( د )




( ج )

۴۳ ــ خازن مسطحی به ظرفیت ۱μF را به کمک اختلاف پتانسیل ۲۰۰V پر کرده سپس آنرا از منبع پتانسیل قطع می‌کنیم. حال یکی از صفحه‌ها را به موازات صفحه دیگر جابجا می‌کنیم تا نصف مساحت صفحات مقابل یکدیگر قرار گیرد. انرژی خازن چه تغییری می‌کند؟

الف ــ ۲۰ میلی‌ژول بیشتر می‌شود.

ب ــ ۲۰ میلی‌ژول کمتر می‌شود.

ج ــ ۴۰ میلی‌ژول بیشتر می‌شود.

ج ــ هیچ تغییری نمی‌کند.

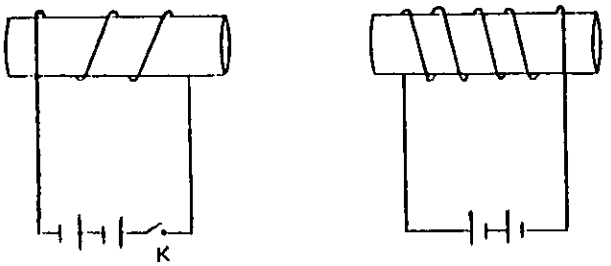
۴۴ ــ در شکل مقابل هسته‌های داخل سیم پیچها آهن نرم هستند. اگر کلید K را ببندیم نیروی وارد بر هسته‌ها نسبت به وقتی که کلید باز است

الف ــ تغییری نمی‌کند.

ب ــ کاهش می‌یابد.

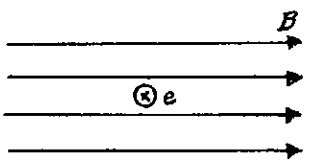
ج ــ افزایش می‌یابد.

د ــ در لحظه اتصال افزایش و سپس کاهش می‌یابد.




۴۵ ــ در شکل مقابل یک باریکه الکترون عمود بر صفحه کاغذ و به طرف داخل آن از میدان مغناطیسی عبور می‌کند. نیروی وارد به آن به کدام جهت است؟

الف ــ چپ ب ــ پائین ج ــ راست د ــ بالا



# آزمون تشریحی دومین المپیاد فیزیک ایران

اردیبهشت ماه ۱۳۶۸

قبل از شروع حل مسائل به نکات زیر دقیقا توجه شود

۱ ــ در این قسمت ۸ مسئله داده شده است که مدت پاسخ دادن به آنها ۱۵۰ دقیقه است

۲ ــ هر مسئله روی ورقه جداگانه حل شود

۳ ــ تمام مسئله‌ها ۹۰ نمره دارد که نمره هر مسئله زیر آن نوشته شده است

۴ ــ استفاده از ماشین حساب مجاز نیست

۱ ــ برای اندازه‌گیری جرم حجمی گلوله‌های شیشه‌ای آزمایشی در ۳ مرحله بصورت زیر ترتیب داده‌ایم. در مرحله اول یک بطری به جرم ۲۶۵ g را پر از گلوله‌های شیشه‌ای کرده‌ایم. جرم آن ۶۱۵ g شده است. در مرحله بعد روی گلوله‌ها آب ریخته و بطری را پر کرده‌ایم. در این حالت جرم مجموعه ۹۷۰ g شده است. در مرحله آخر گلوله‌ها را خارج کرده و بطری را پر از آب می‌کنیم. در این حالت جرم آن ۷۶۰ g اندازه‌گیری شده است. با توجه به اینکه جرم حجمی آب $1 g/cm^3$ می‌باشد، مطلوب است:

الف ــ حجم داخلی بطری ($V_1$)

ب ــ حجم گلوله‌ها ($V_2$)

ج ــ جرم حجمی گلوله‌های شیشه‌ای ($\rho$)

۲ ــ الف ــ وقتی شیر آب باز است و بطور منظم از آن آب می‌ریزد، چرا قطر باریکه آب از بالا به پائین به تدریج کم می‌شود؟

ب ــ فرض کنید از شیر آبی که قطر دهانه آن ۱ cm است آب با سرعت ۱ m/s بیرون می‌آید. اگر شیر آب در ارتفاع ۷۵ cm از سطح زمین باشد، قطر باریکه آب در سطح زمین چقدر خواهد بود؟ ($g = 10\ m/s^2$)

۳ ــ سطح کره زمین دارای بار الکتریکی منفی به چگالی سطحی تقریبی $-10^{-11} \times 9$ کولن بر متر مربع است. از طرف دیگر، همراه قطرات باران دائماً بارهای الکتریکی مثبت از جوّ به زمین می‌آیند، بطوریکه بر هر متر مربع از سطح زمین جریان متوسطی به اندازه $10^{-12}$ آمپر وارد می‌شود

الف ــ حساب کنید چه مدت طول می‌کشد تا بار الکتریکی زمین خنثی شود.

ب ــ بار الکتریکی زمین عملاً ثابت است، زیرا کاهش آن بوسیله صاعقه‌ها جبران می‌شود. در شبانه روز بطور متوسط ۴۰۰۰۰ صاعقه در کل سطح زمین رخ می‌دهد. حساب کنید هر صاعقه بطور متوسط چه مقدار بار منفی به زمین منتقل می‌کند. شعاع کره زمین ۶۴۰۰ km است. (در این قسمت محاسبات تقریبی کافی است)

۴ ــ لوله باریکی بطول ۳۰ cm را تا نصف طولش در جیوه فرو برده و سپس انتهای آنرا با انگشت بسته، از ظرف جیوه خارج می‌کنیم. اگر فشار هوای خارج ۷۰ Cm Hg باشد،

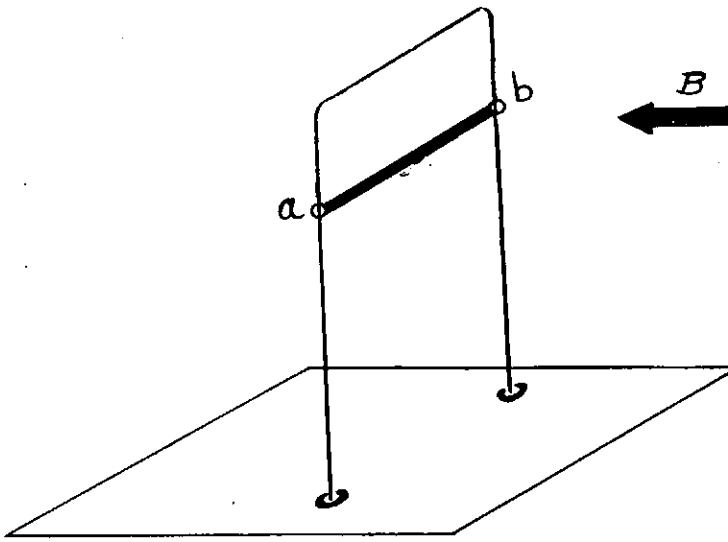
الف ــ ارتفاع جیوه باقی مانده در لوله چقدر است؟

ب ــ اگر لوله را وارونه کنیم بقسمی که دهانه باز آن بطرف بالا باشد، ارتفاع هوای زیر جیوه چقدر می‌شود؟

۵ ــ یک میله هادی بدون مقاومت به شکل Π را بطور قائم در زمین نصب کرده‌ایم. میله دیگری بطول l، جرم m و مقاومت الکتریکی R قادر است به کمک حلقه‌های بدون اصطکاک در امتداد قائم روی میله قبلی حرکت کند، بطوریکه اتصال آن همیشه برقرار بماند. میدان مغناطیسی یکنواخت و افقی B نیز در امتداد عمود بر سطح مدار برقرار است.

الف ــ میله را از قسمت بالای مدار رها می‌کنیم تا براثر وزن خود سقوط کند. در ابتدا سرعت میله افزوده می‌شود، اما سرانجام به سرعت ثابتی موسوم به سرعت حد می‌رسد و با آن سرعت به پائین می‌آید. علت این امر را حداکثر در ۴ سطر بیان کنید.

ب ــ پس از آنکه میله به سرعت حد رسید، اندازه و جهت شدن




جریان القائی در میله و نیز اندازه سرعت حد را تعیین کنید.

ج ــ فرض کنید پس از رسیدن به سرعت حد، میله در طی مدت زمان t به اندازه h پائین بیاید. با محاسبه نشان دهید اندازه انرژی پتانسیل جاذبه‌ای که میله از دست می‌دهد با اندازه انرژی گرمائی تولید شده در آن برابر است

۶ ــ دستگاه شکل زیر، یک وسیله اندازه‌گیری دماست. در این دستگاه، انبساط میله آلومینیمی AB که طول آن در دمای صفر درجه سلسیوس برابر ۴۰ cm است، باعث می‌شود آینه M حول لولای C چرخیده و باریکه نوری که از چشمه s بر آن می‌تابد را منعکس کند. در نتیجه بر روی پرده F نقطه P روشن می‌شود. دستگاه چنان است که در دمای صفر درجه سلسیوس سطح آینه بر میله و باریکه نور تابیده عمود است و فاصله BC برابر ۲ Cm است.

الف ــ فرض کنید روی پرده F محل نقطه روشن P را حداکثر با دقت ۰/۵ cm بتوان تعیین کرد. فاصله پرده از آینه چقدر باشد تا خطای دستگاه در اندازه‌گیری دما حداکثر یک درجه سلسیوس باشد.

ب ــ حداکثر در ۳ سطر توضیح دهید که برای بالا بردن دقت دستگاه چه کارهایی می‌توان کرد؟

(ضریب انبساط طولی آلومینیم $\frac{1}{^\circ C} \times 10^{-5} \times 2/6$ است)

۷ ــ دو خازن به ظرفیت‌های $C_1$ و $C_2$ را که قبلاً به اندازه $q_1$ و $q_2$ پر شده‌اند، طوری به هم می‌بندیم که صفحات همنام به هم متصل شوند.

الف ــ بدون محاسبه و با استدلال فیزیکی (حداکثر در ۴ سطر) توضیح دهید که انرژی نهائی دستگاه نسبت به انرژی اولیه خازن‌ها چه تغییری می‌کند؟

ب ــ نتیجه‌ای را که در قسمت الف به آن رسیده‌اید با محاسبه ریاضی نشان دهید.

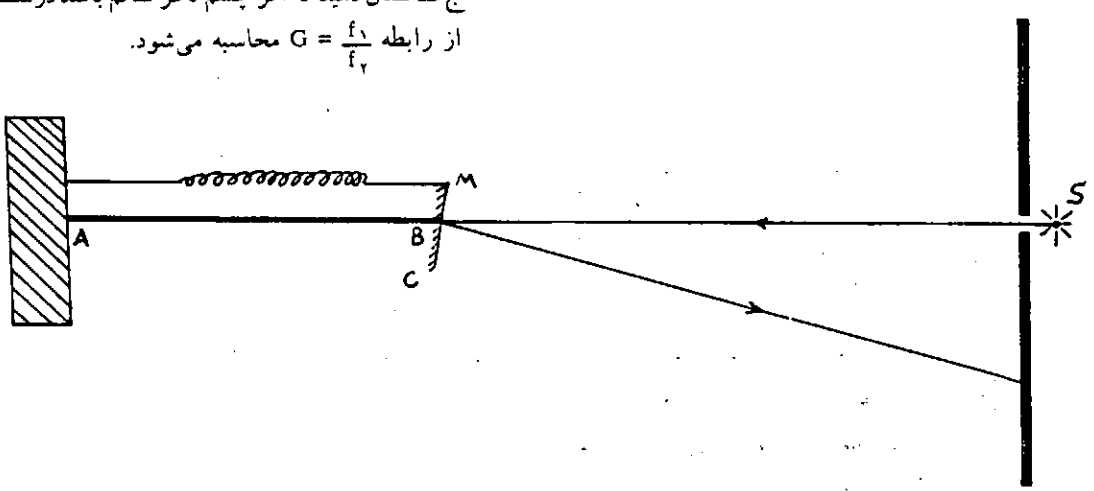
۸ ــ در یکی از انواع دوربینهائی که برای دیدن مناظر روی زمین بکار می‌رود، بجای عدسی همگرای چشمی، از عدسی واگرا استفاده شده و فاصله آن از عدسی همگرای شیئی طوری انتخاب می‌شود که آخرین تصویر نسبت به جسم مستقیم دیده می‌شود. به این دوربین، دوربین گالیله گفته می‌شود.

اگر چشم ناظر را چسبیده به عدسی چشمی فرض کنیم و فاصله کانونی عدسیهای شیئی و چشمی به ترتیب $f_1$ و $f_2$ و آخرین تصویر در حداکثر رویت چشم ناظر D باشد،

الف ــ شکلی رسم کنید که مسیر پرتوهای نور در این دوربین و طرز تشکیل تصویر در آن را در حالت فوق نشان دهد.

ب ــ درشتنمائی آنرا محاسبه کنید. (توجه کنید که بزرگی زاویه‌ای جسم و تصویر کوچک هستند.)

ج ــ نشان دهید که اگر چشم ناظر سالم باشد درشتنمائی دوربین از رابطه $G = \frac{f_1}{f_2}$ محاسبه می‌شود.



# پاسخ آزمون چند گزینه‌ای
# دومین المپیاد فیزیک ایران

۱ ــ گزینه (الف) درست است. طبق قانون اول نیوتن، برآیند نیروهای وارد برمگس صفر است بنابراین مگس در تعادل انتقالی است.

۲ ــ گزینه (ج) درست است.

در حالت اول فنرها موازیند:

$K = K_۱ + K_۲ = ۲K_۱$ و $W_۱ = ۲K_۱\Delta l_۱$

در حالت دوم فنرها سری هستند:

$\frac{۱}{K} = \frac{۱}{K_۱} + \frac{۱}{K_۲} \longrightarrow K = \frac{K_۱}{۲}$ و $W_۲ = \frac{K_۱}{۲} \times \Delta l_۲$

$W_۱ = W_۲ \longrightarrow ۲K_۱\Delta l_۱ = \frac{K_۱}{۲}\Delta l_۲ \longrightarrow \Delta l_۲ = ۴\Delta l_۱ = ۱۶cm$

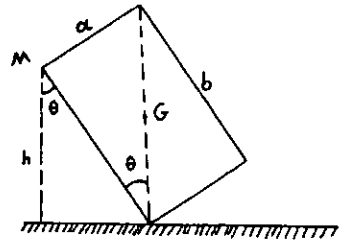
بنابراین هر فنر ۸ سانتیمتر کشیده میشود.

تذکر: بدون محاسبه نیز می‌توان به سؤال فوق پاسخ داد. در حالت اول که فنرها موازیند به هر فنر نصف نیروی وزن جسم وارد میشود، در صورتیکه در حالت دوم به هر فنر نیروی وزن جسم وارد میشود.

۳ ــ گزینه (الف) درست است. یال MN را بایستی آنقدر بالا برد تا امتداد نیروی وزن یال PQ را قطع کند و در این حالت با توجه به شکل: $tg\theta = \frac{x}{h} = \frac{a}{b}$

$$\frac{a^۲}{b^۲} = \frac{x^۲}{h^۲} \longrightarrow \frac{a^۲}{b^۲} = \frac{b^۲ - h^۲}{h^۲} \longrightarrow h = \frac{b^۲}{\sqrt{a^۲ + b^۲}}$$

و یا: $Cos\theta = \frac{b}{\sqrt{a^۲ + b^۲}}$ و $h = bcos\theta \longrightarrow h = \frac{b^۲}{\sqrt{a^۲ + b^۲}}$




۴ ــ گزینه (د) درست است.

مکان اولیه متحرک مشخص نیست، مثلاً در فضای دوبعدی مکان یک دایره و در فضای سه بعدی یک کره است.

۵ ــ گزینه (د) درست است.

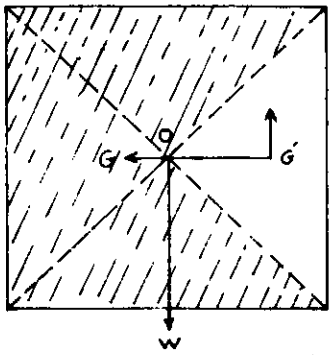
اگر حرکت با سرعت ثابت نباشد، سرعت تابع زمان است و ناگزیر یکبار سرعت متحرک $۶۰\frac{km}{h}$ خواهد شد.

۶ ــ گزینهٔ (ج) درست است.

وزن قسمت بریده شده $\frac{۱}{۴}$ وزن کل صفحه است. بنابراین می‌توان مانند دو نیروی موازی و مختلف‌الجهت مسئله را حل کرد.

$$OG' = \frac{۲}{۳} \times \frac{۱}{۲}\, a = \frac{a}{۳}$$

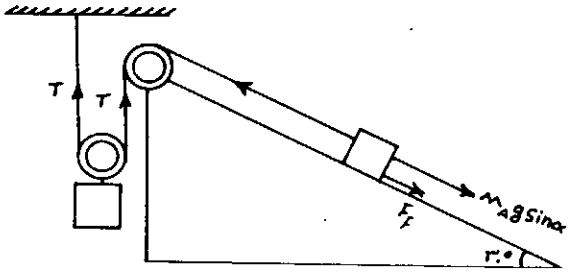
$$w \times x = \frac{w}{۴}\left(x + \frac{a}{۳}\right) \longrightarrow x = \frac{a}{۹}$$




۷ ــ گزینهٔ (ب) درست است.

$$T = F_f + m_A g Sin\alpha \longrightarrow$$

$$F_f = T - m_A g sin\alpha = ۲۲۵ - ۱۵۰ = ۷۵\ N$$




۸ ــ گزینهٔ (الف) درست است.

دقت کولیس ۰/۱ میلیمتر است.

$V = l^۳$

$\Delta V = ۳l^۲\,\Delta l = ۳ \times (۲۰)^۲ \times ۰/۱ = ۱۲۰\ mm^۳$ خطای مطلق

$\frac{\Delta V}{V} = \frac{۱۲۰}{(۲۰)^۳} = ۰/۰۱۵$ خطای نسبی

۹ ــ گزینهٔ (ج) درست است.

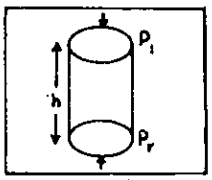
چون به هر دو کفه جرمهای یکسان افزوده شده است، بنابراین نیروی خارجی وارد بردو کفه یکسان است.

۱۰ ــ گزینه (الف) درست است.

نیروی ارشمیدس دراثر اختلاف فشار دربالا و پایین جسم بوجود می‌آید. فشار با چگالی مایع و ارتفاع نسبت مستقیم دارد.

$$\Delta P = P_2 - P_1$$

$$\Delta P = \frac{F}{A} \longrightarrow F = \Delta pA = \rho gh A$$




۱۱ ــ گزینهٔ (ب) درست است.

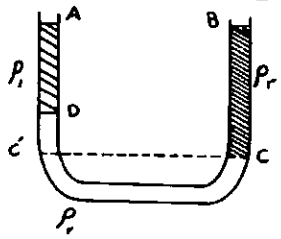
اگر چگالی مایع ρ و حجم قسمت غوطه‌ور برابر V باشد، نیروی ارشمیدس برابر است با: $F = \rho Vg$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\rho_2 V_2}{\rho_1 V_1} = \frac{1 + K\Delta\theta}{1 + a\Delta\theta}$$

چون k>a است، اگر $\Delta\theta > 0$ باشد $F_2 < F_1$ و اگر $\Delta\theta < 0$ باشد $F_1$ $F_2$ خواهد بود در هر دو مورد وزن جسم ثابت است.

۱۲ ــ گزینه (ج) درست است.

فشار ستون مایع در دو شاخه روی سطح افقی cc' یکسان است.




$$\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 = \rho_3 h_3$$

$$10\rho_1 + 5\rho_2 = 15\rho_3$$

$$2\rho_1 + \rho_2 = 3\rho_3$$

۱۳ ــ گزینه (ج) درست است.

وزن هوای وارد شده در کیسه با نیروی ارشمیدس برابر است، بنابراین نیروی وزن تغییر نمی‌کند.

۱۴ ــ گزینهٔ (ج) درست است.

طبق قانون پاسکال، مایعات فشار وارد برخود را به تمام نقاط به یک اندازه منتقل می‌کنند.

۱۵ ــ گزینهٔ (ج) درست است.

چون فشار ستون مایع در دو شاخه تا کف ظرف یکسان است (دستگاه در حال تعادل) و در هر دو شاخه یک مایع است پس $h = h'$

۱۶ ــ گزینهٔ (ج) درست است.

$$\begin{cases} P_1 = P_0 + \frac{W}{2 \times 10^{-4}} = P_0 + 500\ w \\ V_1 = V \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_2 = P_0 + \frac{3W}{2 \times 10^{-4}} = P_0 + 1500\ w \\ V_2 = \frac{V}{2} \end{cases}$$

$$P_1V_1 = P_2V_2 \longrightarrow W = 200\ N$$

۱۷ ــ گزینهٔ (ب) درست است.

$$\Delta l_{cu} = l\lambda_{cu}\Delta\theta$$

$$\Delta l_{Fe} = l\lambda_{Fe}\Delta\theta$$

$$\Delta l_{cu} - \Delta l_{Fe} = l\Delta\theta\ (\lambda_{cu} - \lambda_{Fe})$$

$$l' = l + l\Delta\theta\ (\lambda_{Cu} - \lambda_{Fe}) = l\ [1 + (\lambda_{cu} - \lambda_{Fe})\ \Delta\theta]$$

۱۸ ــ گزینه (ج) درست است.

دماسنج مایعی، براساس تغییر حجم مقدار معینی مایع کار می‌کند و تغییر حجم متناسب با تغییر دماست. پس رابطه بین دماهای دو دماسنج یک رابطهٔ خطی است.

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{c - c_1}{c_2 - c_1} \longrightarrow \frac{x - 10}{50 - 10} = \frac{c - (-20)}{5 - (-20)}\ ,\ x = c$$

$$\longrightarrow C = -70^{\circ}c$$

۱۹ ــ گزینهٔ (الف) درست است.

در حالت اول با گذشت زمان که گرمای داده شده به جسم زیاد میشود دما نیز زیاد می‌شود. در حالت دوم دما ثابت‌است(درمدت ذوب) و در حالت سوّم مانند حالت اوّل است.

۲۰ ــ گزینهٔ (ج) درست است.

اگر دو جسم همدما باشند در تعادل گرمایی هستند و همدما بودن دلیل برابری انرژی درونی اجسام نیست، مگر آنکه دو جسم از هر نظر مشابه باشند.

۲۱ ــ گزینهٔ (ب) درست است.

$$\Delta l_A = l_A\lambda_A\Delta\theta \text{ و } \Delta l_B = l_B\lambda_B\Delta\theta \longrightarrow \frac{l_A}{l_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A}$$

۲۲ ــ گزینهٔ (ج) درست است.

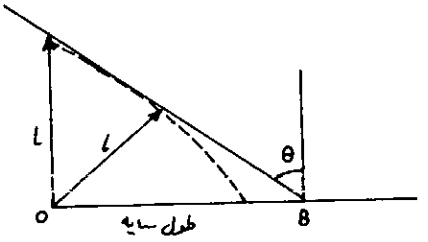
با افزایش دما، مایع منبسط شده و فشار مایع باعث کاهش حجم گاز می‌شود. (مایعات تقریباً تراکم ناپذیرند.)

۲۳ ــ گزینه (ب) درست است.

هنگام افتادن میله، مکان انتهای آن یک دایره است. ماکزیمم سایه مربوط به وقتی است که شعاع (پرتو) مماس بر دایره باشد.

$$l = OB\cos\theta \longrightarrow OB = \frac{l}{\cos\theta}$$

# پاسخ آزمون چند گزینه‌ای
# دومین المپیاد فیزیک ایران




۲۴ ــ گزینه (الف) درست است.

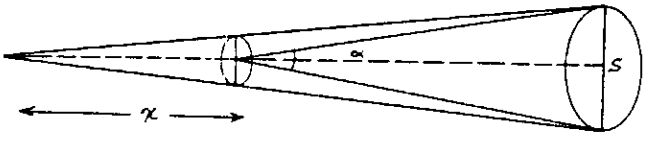
ماه باید خارج از مخروط سایهٔ زمین قرار گیرد.

$$\frac{1/5 \times 10^{6} + x}{x} = \frac{7 \times 10^{5}}{6/4 \times 10^{3}}$$

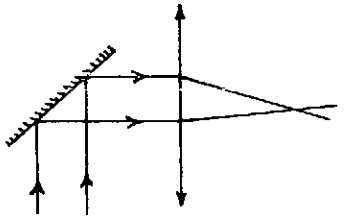
$$x = 1/5 \times 10^{6}\ km$$

۲۵ ــ گزینهٔ (ب) درست است.

چون زاویهٔ تابش ۹۰ درجه است پس زاویهٔ شکست آن برابر زاویهٔ حد است و در نتیجه بطور مماس از وجه پایینی نیمکره خارج می‌شود. (نیمکره در این حالت مثل یک تیغه عمل می‌کند).

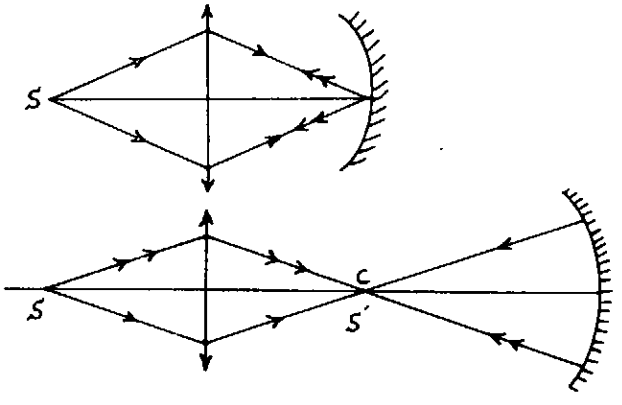



۲۶ ــ گزینه (ج) درست است. به شکل توجه کنید.



۲۷ ــ گزینهٔ (الف) درست است.

به شکل‌ها توجه کنید.



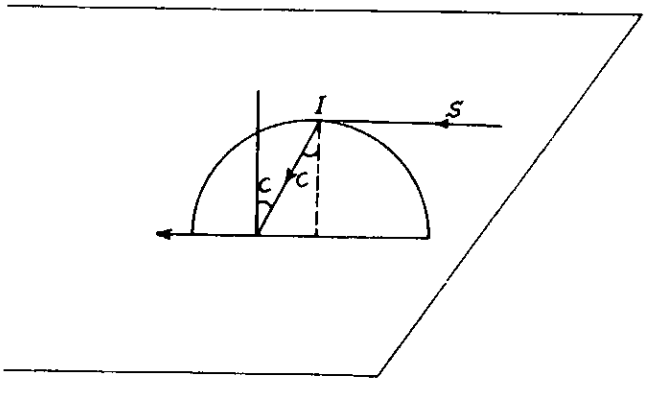

۲۸ ــ گزینه (ب) درست است.

مایع ریخته شده در گودی عدسی، یک عدسی محدب خواهد بود و باعث افزایش همگرایی مجموعه شده و در نتیجه فاصله کانونی دستگاه کاهش می‌یابد.

۲۹ ــ گزینهٔ (ج) درست است.

جسم و پرده بر روی دو نقطهٔ مزدوج محور اصلی عدسی قرار دارند، پس باید عدسی را آنقدر جابجا کرد تا فاصله‌اش از پرده ۱۸ cm شود.

$$q_1 = 2p_1 = 2 \times 18 = 36$$



$p_2 = q_1 = 36 \qquad \Delta p = p_2 - p_1 = 18$ cm

۳۰ ــ گزینهٔ (ج) درست است.

تیغه ظاهراً باعث نزدیک شدن جسم می‌شود، در نتیجه تصویر دور می‌شود.

در حالت دوم تصویر جسم در عدسی برای تیغه جسم مجازی است.

۳۱ ــ گزینهٔ (ج) درست است.

۳۲ ــ گزینهٔ (ج) درست است.

چاقو و دیگ زودپز وقتی که به یک باطری وصل می‌شوند یک خازن را تشکیل می‌دهند، اندازهٔ بار روی هر یک ازها دیهای خازن برابر است.

۳۳ ــ گزینهٔ (د) درست است.

نیروهایی که گلوله‌ها دوبدو بهم وارد می‌کنند مساوی و مختلف‌الجهت هستند. پس برآیند نیروهای خارجی وارد بر دستگاه صفر است.

۳۴ ــ گزینهٔ (الف) درست است.

اگر بین دو جوشن یک خازن یک صفحه فلزی قرار دهیم، مانند آنستکه فاصله دو جوشن را کاهش دهیم، در نتیجه ظرفیت افزایش می‌یابد. توجه کنید که ضخامت جسم قرار داده شده بین دو جوشن تقریباً برابر فاصله دو جوشن است.

۳۵ ــ گزینهٔ (د) درست است.

به بار مثبت، نیرو در جهت میدان و به بار منفی در خلاف جهت میدان وارد می‌شود و دو قطبی در اثر گشتاور این زوج نیرو در خلاف جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخد.

۳۶ ــ گزینهٔ (ج) درست است.

در القای الکتریکی اندازه بارهای مثبت و منفی برابرند.

۳۷ ــ گزینهٔ (د) درست است.

چون جهت میدان مغناطیسی حاصل از جریان در سیم راست، هم جهت با جریان داخل حلقه است پس نیروی الکترومغناطیسی بر حلقه (و نیز سیم راست) وارد نمی‌شود.

۳۸ ــ گزینهٔ (ب) درست است.

شدت میدان الکتریکی بین صفحات خازن شارژ شده یکنواخت است ($E = \frac{v}{d}$) چون v اختلاف پتانسیل دو سر خازن ثابت است شدت میدان الکتریکی بین صفحات تغییر نمی‌کند.

۳۹ ــ گزینهٔ (ب) درست است.

طبق قانون بقای بار مجموعه بارها در دو حالت یکسان است و چون گلوله‌ها نیز یکسانند پس از تماس بارها یکسان می‌شود. حاصلضرب دو کمیت که مجموع آنها ثابت است، وقتی ماکزیمم می‌شود که اندازهٔ آنها با هم برابر باشد.

۴۰ ــ گزینهٔ (ب) درست است.

چون اختلاف پتاسیل در هر دو حالت یکسان است. ($w = \frac{v^2}{R}t$)

$$\frac{w_2}{w_1} = \frac{R_1}{R_2} \times \frac{t_2}{t_1} \quad , \quad r = \frac{\rho l}{A} \quad , \quad w_2 = w_1$$

$$\longrightarrow \frac{l_2}{l_1} = \frac{t_2}{t_1} \longrightarrow l_2 = 7/2 \text{ m}$$

۴۱ ــ گزینهٔ (ج) درست است.

$$I = \frac{\Sigma E}{\Sigma r} = \frac{E}{r} \longrightarrow V = E - Ir = 0$$

۴۲ ــ گزینهٔ (ب) درست است.

وقتی که مقاومتها را بطور سری می‌بندیم، مقاومت معادل افزایش و در نتیجه شیب نمودار ($\frac{I}{V} = \frac{1}{R}$) کاهش می‌یابد.

۴۳ ــ گزینهٔ (الف) درست است.

چون خازن به مولد وصل نیست، بار خازن در این جابجایی ثابت می‌ماند و ظرفیت نصف می‌شود.

$$q = c.v = 200\ \mu c$$

$$\Delta w = \frac{q^2}{2}\left(\frac{1}{c_2} - \frac{1}{c_1}\right) = \frac{4 \times 10^{-4}}{2}\left(\frac{1}{\frac{1}{2}} - 1\right) = 2 \times 10^{-4}\ \mu J = 20\ mJ$$

۴۴ ــ گزینهٔ (ج) درست است.

هنگام وصل جریان قطبهای غیرهمنام دو آهنربا مقابل هم قرار خواهند گرفت و نسبت به حالت اول نیرو بیشتر می‌شود.

۴۵ ــ گزینهٔ (د) درست است.

به دستور ذکر شده در کتاب سوّم برای تعیین جهت نیروی الکترومانیتیکی توجه شود.

# پاسخنامه آزمون تستی دومین المپیاد فیزیک ایران

(اردیبهشت ماه ۱۳۶۸)

| | الف | ب | ج | د |
|---|---|---|---|---|
| ۱ ـ | ■ | □ | □ | □ |
| ۲ ـ | □ | □ | ■ | □ |
| ۳ ـ | ■ | □ | □ | □ |
| ۴ ـ | □ | □ | □ | ■ |
| ۵ ـ | □ | □ | □ | ■ |
| ۶ ـ | □ | □ | ■ | □ |
| ۷ ـ | □ | ■ | □ | □ |
| ۸ ـ | ■ | □ | □ | □ |
| ۹ ـ | □ | □ | ■ | □ |
| ۱۰ ـ | ■ | □ | □ | □ |
| ۱۱ ـ | □ | ■ | □ | □ |
| ۱۲ ـ | □ | □ | ■ | □ |
| ۱۳ ـ | □ | □ | □ | ■ |
| ۱۴ ـ | □ | □ | □ | ■ |
| ۱۵ ـ | □ | □ | ■ | □ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ۱۶ ـ | □ | □ | ■ | □ |
| ۱۷ ـ | □ | □ | □ | ■ |
| ۱۸ ـ | □ | □ | □ | ■ |
| ۱۹ ـ | ■ | □ | □ | □ |
| ۲۰ ـ | □ | □ | □ | ■ |
| ۲۱ ـ | □ | ■ | □ | □ |
| ۲۲ ـ | □ | □ | ■ | □ |
| ۲۳ ـ | □ | □ | □ | ■ |
| ۲۴ ـ | ■ | □ | □ | □ |
| ۲۵ ـ | □ | ■ | □ | □ |
| ۲۶ ـ | □ | □ | ■ | □ |
| ۲۷ ـ | ■ | □ | □ | □ |
| ۲۸ ـ | □ | ■ | □ | □ |
| ۲۹ ـ | □ | □ | ■ | □ |
| ۳۰ ـ | □ | □ | □ | ■ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ۳۱ ـ | □ | □ | ■ | □ |
| ۳۲ ـ | □ | □ | □ | ■ |
| ۳۳ ـ | □ | □ | □ | ■ |
| ۳۴ ـ | ■ | □ | □ | □ |
| ۳۵ ـ | □ | □ | ■ | □ |
| ۳۶ ـ | □ | □ | □ | ■ |
| ۳۷ ـ | □ | □ | □ | ■ |
| ۳۸ ـ | □ | ■ | □ | □ |
| ۳۹ ـ | □ | ■ | □ | □ |
| ۴۰ ـ | □ | ■ | □ | □ |
| ۴۱ ـ | □ | □ | ■ | □ |
| ۴۲ ـ | □ | ■ | □ | □ |
| ۴۳ ـ | ■ | □ | □ | □ |
| ۴۴ ـ | □ | □ | ■ | □ |
| ۴۵ ـ | □ | □ | □ | ■ |

# حل مسائل تشریحی

## دومین المپیاد فیزیک ایران (اردیبهشت ماه ۱۳۶۸)

**حل مسئله ۱**

جرم آب هم حجم بطری $m_1 = 760 - 265 = 495g$

حجم داخل بطری $v_1 = \frac{m_1}{\rho} = \frac{495}{1} = 495Cm^3$

جرم آب همراه گلوله‌ها $970 - 615 = 355g$

جرم گلوله‌ها $m = 615 - 265 = 350g$

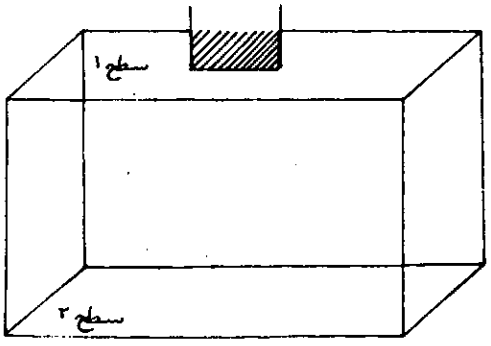
جرم آب هم حجم گلوله‌ها $m_2 = 495 - 355 = 140g$

حجم گلوله‌ها $v_2 = \frac{m_2}{\rho} = \frac{140}{1} = 140Cm^3$

جرم حجمی گلوله‌ها $\rho = \frac{m}{v_2} = \frac{350}{140} = 2/5 \frac{g}{Cm^3}$

**حل مسئله ۲**

الف ــ دو سطح افقی ۱ و ۲ را در نظر می‌گیریم بطوریکه سطح ۱ مماس با شیر باشد. اگر حجمی که سطوح افقی آن سطوح ۱ و ۲ هستند را در نظر بگیریم چون در این حجم نه آب خودبخود بوجود می‌آید و نه از بین می‌رود، بنابراین همان مقدار آبی که در واحد زمان وارد این حجم می‌شود باید از این حجم خارج شود.




این کمیت با سطح مقطع ستون آب و نیز سرعت عبور آب از آن مقطع متناسب است. این کمیت را d می‌نامیم $d = sv$ باید کمیت d در تمام مقاطع یکسان باشد، بنابراین اگر در مقطع ۱ سرعت عبور آب $v_1$ و در مقطع ۲ سرعت عبور آب $v_2$ باشد و مساحت مقطع آب بترتیب $S_1$ و $S_2$ باشد، داریم $s_1v_1 = s_2v_2$

حال چون حین سقوط، سرعت آب بطور مرتب افزایش می‌یابد $(v_2 > v_1)$ بنابراین سطح مقطع آب نیز بطور مرتب کاهش می‌یابد $s_2 < s_1$ و شکل ستون آب بصورت مخروط در می‌آید.

ب ــ داریم $\frac{v_1}{v_2} = \frac{s_2}{s_1}$ و از طرفی سطح مقطع آب با مجذور قطر آن متناسب است پس $\frac{s_2}{s_1} = \frac{(D_2)^2}{(D_1)^2}$

بنابراین $\frac{D_2}{D_1} = \sqrt{\frac{v_1}{v_2}}$

با استفاده از بقای انرژی و داشتن $v_1$ از صورت مسئله می‌توانیم $v_2$ را بدست آوریم $\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh = \frac{1}{2}mv_2^2$

$v_2^2 = v_1^2 + 2gh = 1 + 2 \times 10 \times 0/75 = 16$

$v_2 = 4 \ m/s$

$D_2 = D_1 \sqrt{\frac{v_1}{v_2}} = 1 \times \sqrt{\frac{1}{4}} = 0/5 \ Cm$

**حل مسئله ۳**

**الف:** بنابر فرض مسأله در هر متر مربع زمین $9 \times 10^{-11}$ کولن بار منفی موجود است برای خنثی کردن این بار باید بهمین اندازه بار مثبت توسط باران بزمین برسد لذا

$Q = I.t$

$9 \times 10^{-11} = 10^{-12} t$

$t = 90 \ s$

بنابراین پس از ۹۰ ثانیه بارش باران بار موجود بر روی سطح زمین خنثی می‌شود.

**ب:** برای ثابت ماندن بار زمین باید شدت جریان بار مثبت ناشی از باران در هر متر مربع توسط همان مقدار شدت جریان بار منفی صاعقه در هر متر مربع خنثی شود

$I = \frac{4000}{4\pi R \times 86400} \times q$ صاعقه در متر مربع

که q بار موجود در هر صاعقه است

$\frac{4000}{4\pi (6400 \times 10^3)^2 \times 86400} \times q = 10^{-12}$

در محاسبه تقریبی $\pi \simeq 3$

$q \simeq \frac{10^{-12} \times 4 \times 3 \times (6/4)^2 \times 10^{12} \times 8/6 \times 10^4}{4000}$

$q = 1056/8$ کولن

**حل مسئله ۴**

$V_1 = 15A^{Cm^3} \quad P_1 = 70^{CmHg} \quad T_1 = T$

$V_2 = (30 - h)A \quad P_2 = 70 - h \quad T_2 = T$

$P_1V_1 = P_2V_2$

$15A \times 70 = (30 - h) A \times (70 - h)$

$1050 = 2100 - 30h - 70h + h^2$

$h^2 - 100h + 1050 = 0$

ارتفاع جیوه

$h = 11/9^{Cm}$

$V_3 = h'A \quad P_3 = 70 + h \quad T_3 = T$

$P_1v_1 = P_3V_3$ یا $P_2V_2 = P_3V_3$

$15A \times 70 = h'A \ (70 + 11/9)$

$h' = 12/8^{Cm}$

## حل مسئله ۵

**الف ــ** ابتدا میلهٔ ab براثر میدان جاذبه ثقل به پایین حرکت می‌کند اما بعلت قطع کردن خطوط میدان مغناطیسی که عمود بر میله وراستای حرکت آن هستند نیروی محرکهٔ القائی تولید می‌شود و بعلت بسته بودن مدار abcd جریان القائی در میله ab تولید می‌شود و این سبب می‌شود که نیروی مغناطیسی برآن وارد شود که جهت آن بسمت بالا است و مقدار این نیرو بتدریج که سرعت میله افزایش می‌یابد زیاد می‌شود تا لحظه‌ای که مقدار این نیروی مغناطیسی با نیروی وزن میله برابر شود. که از این لحظه به بعد بنابر قانون اول نیوتن میله با سرعت حدی ثابتی به حرکت خود ادامه می‌دهد.

**ب ــ** جهت جریان القائی در میله ab بنابرقانون لنز چنان است که با تغییرات شار مغناطیسی در سطح abcd مخالفت کند لذا جریان القائی از a به b می‌باشد تا از افزایش شار مغناطیسی جلوگیری کند مقدار نیروی محرکه القائی در دوسر میله ab برابر است با

$$E = lvB$$

که l طول میله ab و v سرعت آن می‌باشد.

مقدار نیروی مغناطیسی وارد بر میله برابر است با

$$F_m = ilBSin\theta$$

که θ زاویه بین راستای میله و راستای میدان است که در این مسئله ۹۰ درجه است و

$$i = \frac{E}{R} = \frac{lvB}{R}$$

پس:

$$F_m = \frac{l^2B^2v}{R}$$

در لحظه‌ای که نیروی مغناطیسی برابر وزن میله شود سرعت میله (سرعت حدی) برابر است با

$$F_m = mg$$

$$\frac{B^2l^2V}{R} = mg$$

$$V_{\text{حدی}} = \frac{mgR}{B^2l^2} \qquad (1)$$

**ج ــ** کار نیروی جاذبه عبارتست از:

$$E_p = mgh \qquad (2)$$

از طرفی حرارت تولید شده در میله ab در این مدت:

$$W = Ri^2t = R\left(\frac{lVB}{R}\right)^2t$$

$$= \frac{l^2v^2B^2}{R}t$$

با استفاده از رابطه (۱)

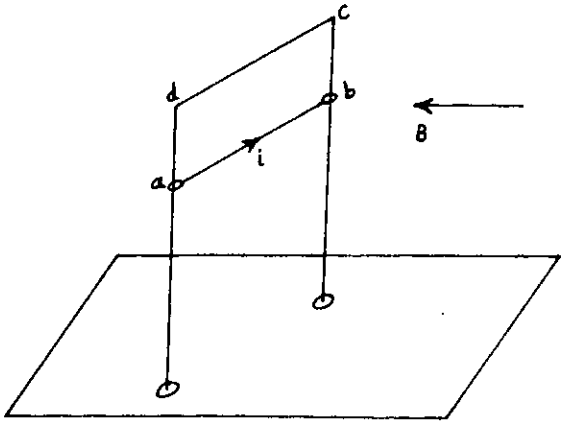
$$= \frac{l^2B^2}{R}\left(\frac{mgR}{B^2l^2}\right)vt$$

$$= mgvt$$

چون v ثابت است:

$$= mgh \qquad (3)$$

از مقایسه رابطه (۲) و (۳) ملاحظه می‌شود مقدار حرارت تولید شده در سیم ab دقیقاً برابر با مقدار کاهش انرژی پتانسیل جاذبه‌ای است و



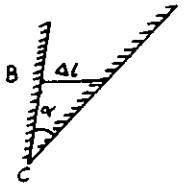

این چیزی است که از قانون بقای انرژی انتظار می‌رفت.

## حل مسئله ۶:

الف) برای یک درجه سلسیوس اختلاف دما:

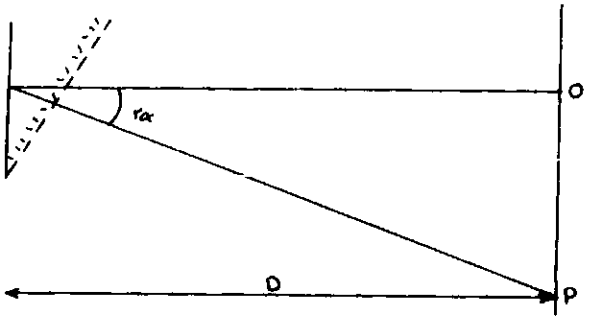
$$\Delta l = l\lambda\Delta\theta = (۴۰cm) \times ۲/۶\times۱۰^{-۵}(°c)\times۱°C = ۱/۰۴\times۱۰^{-۳}Cm$$

تغییرطول میله با توجه به شکل و ثابت بودن نقطه C:




چون زاویه انحراف کوچک است و اندازه آن تقریباً با تانژانت آن برابر است بنابراین

$$\alpha \simeq tg\alpha = \frac{\Delta l}{CB} = \frac{۱/۰۴\times۱۰^{-۳}cm}{۲cm} = ۵/۲۰\times۱۰^{-۴}$$ رادیان




زاویه انحراف اشعه دو برابر این مقدار است بنابراین:

$$۲\alpha \simeq tg\ ۲\alpha = \frac{op}{D} \longrightarrow D = \frac{op}{۲\alpha}$$

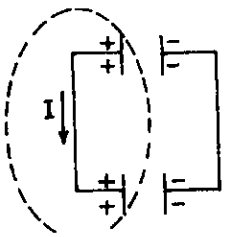
اگر op را برابر حداکثر دقت در تعیین محل p (یعنی ۰/۵cm) بگیریم:

$$D = \frac{۰/۵Cm}{۲\times۵/۲\times۱۰^{-۴}} = ۴/۸\times۱۰^{۲}cm = ۴/۸m$$

ب) هر چه طول آینه کوچکتر باشد و فاصله آینه تا پرده بیشتر باشد و فلز بکار برده شده برای انبساط (در اینجا آلومینیم) دارای ضریب انبساط طولی بیشتری دقت دستگاه بیشتر می‌گردد.

**مسئله ۷:**

الف: اگر مثلاً جوشنهای سمت چپ را در نظر بگیریم، پیش از اتصال دو هادی که دارای پتانسیلهای مختلف هستند. بر اثر وصل کردن این دو صفحه به یکدیگر بارهای الکتریکی مثبت از پتانسیل بالاتر به پتانسیل پائین‌تر رفته و انرژی از دست می‌دهند.




(این مقدار انرژی از دست رفته بصورت گرما در سیم ظاهر می‌شود.)

بنابراین انرژی نهایی کمتر است.

ب: می‌خواهیم ثابت کنیم:

$$\frac{q_1^2}{2c_1} + \frac{q_2^2}{2c_2} > \frac{(q_1+q_2)^2}{2(c_1+c_2)}$$

$$\rightarrow \frac{(c_1+c_2)}{c_1} q_1^2 + \frac{(c_1+c_2)}{c_2} q_2^2 > (q_1+q_2)^2$$

$$\rightarrow q_1^2 + \frac{c_2}{c_1} q_1^2 + q_2^2 + \frac{c_1}{c_2} q_2^2 \geq q_1^2 + q_2^2 + 2q_1q_2$$

$$\frac{c_2}{c_1} q_1^2 + \frac{c_1}{c_2} q_2^2 - 2q_1q_2) > 0$$

$$\frac{c_2}{c_1}(q_1^2 + \frac{c_1^2}{c_2^2} q_2^2 - 2\frac{c_1}{c_2} q_1q_2) > 0$$

$$\rightarrow \frac{c_2}{c_1}(q_1 - \frac{c_1}{c_2} q_2)^2 > 0$$

که صحت نامساوی بالا را نشان می‌دهد.

**حل مسئله ۸:**

اولاً: تصویر حقیقی از جسم توسط عدسی شیئی ($L_1$) در سطح کانون آن تشکیل می‌شود ($\hat{A}\hat{B}$) باید فاصله دو عدسی از هم طوری باشد که $\hat{A}\hat{B}$ برای عدسی واگرای چشمی ($L_2$) جسم مجازی بین F و 2F آن باشد تا عدسی $L_2$ از آن تصویری مجازی و بزرگتر و نسبت به آن معکوس بدهد (مطابق شکل)

ثانیاً:

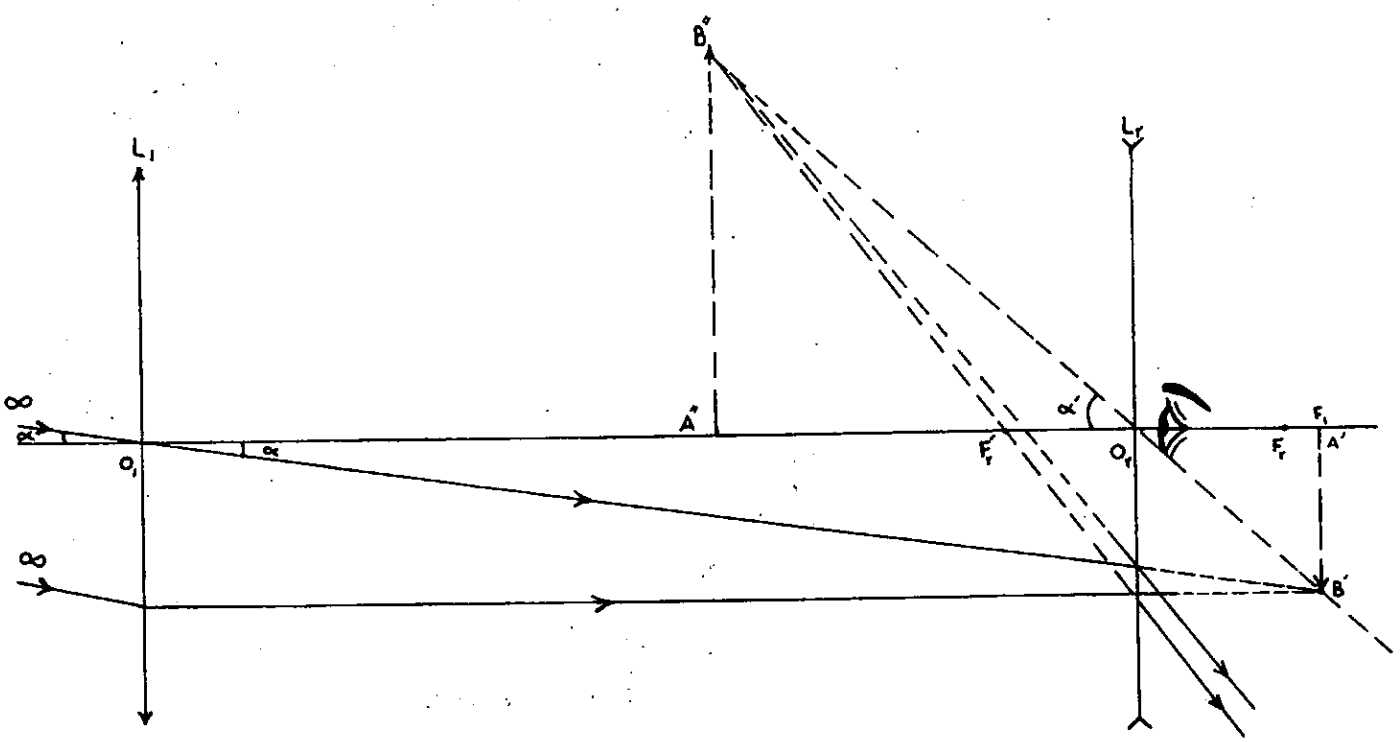
$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} \simeq \frac{\tg\alpha'}{\tg\alpha}, q_2 = o_2\hat{A} = D \text{ و } o_1F_1 = f_1$$

$$G = \frac{\frac{\hat{A}\hat{B}}{D}}{\frac{\hat{A}\hat{B}}{f_1}} = \frac{f_1}{D} \times \frac{\hat{A}\hat{B}}{\hat{A}\hat{B}} \text{ و } \frac{\hat{A}\hat{B}}{\hat{A}\hat{B}} = \frac{q_2}{p_2} = \frac{D}{p_2}$$

$$G = \frac{f_1}{D} \times \frac{D}{p_2} = \frac{f_1}{p_2} \text{ و } -\frac{1}{p_2} - \frac{1}{q_2} = -\frac{1}{f_2} \rightarrow \frac{1}{p_2} = \frac{1}{f_2} - \frac{1}{D}$$

$$G = f_1(\frac{1}{f_2} - \frac{1}{D}) \text{ و یا } \rightarrow G = \frac{f_1}{f_2} - \frac{f_1}{D}$$

ثالثاً: اگر چشم سالم باشد $D = \infty$ است پس $G = \frac{f_1}{f_2}$ خواهد شد

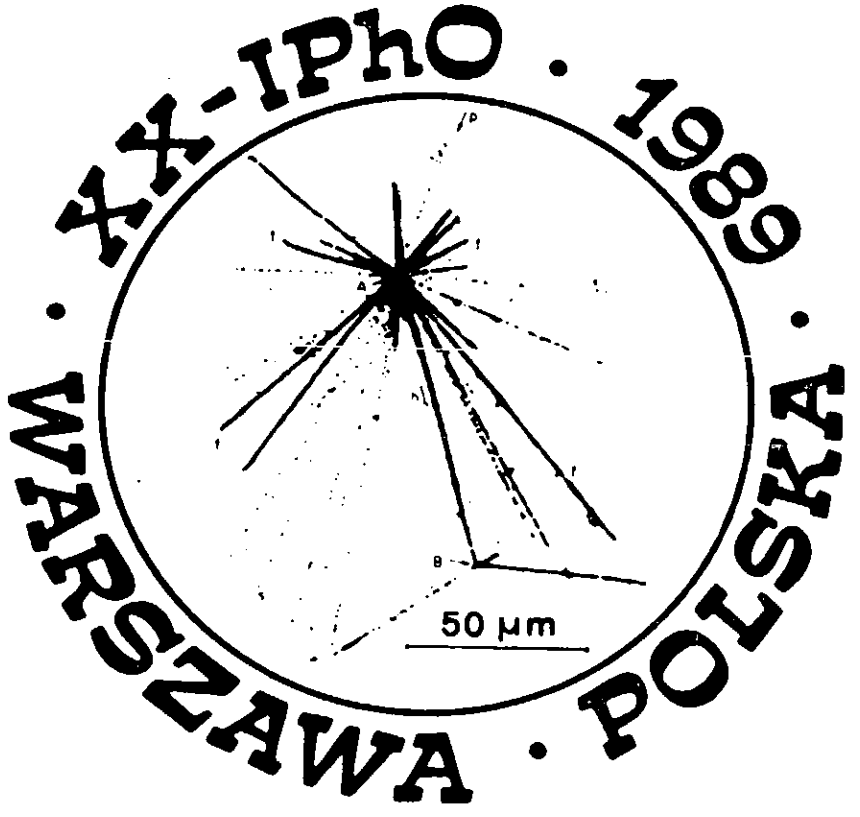


# ایران در بیستمین المپیاد جهانی فیزیک

احمد شیرزاد

**مقدمه**

*دوشنبه ۲۶ تیرماه امسال بیستمین المپیاد بین‌المللی فیزیک در شهر ورشو پایتخت لهستان گشایش یافت. کشور ما برای نخستین بار در این مسابقات شرکت کرده بود. سال گذشته نیز هیئتی از طرف ایران به عنوان ناظر در نوزدهمین المپیاد فیزیک که در کشور اطریش برگزار شده بود شرکت داشت. در المپیاد امسال تیم ایران موفق به کسب دو مدال برنز و یک دیپلم افتخار شد. در رابطه با شرکت ایران در بیستمین المپیاد فیزیک و جزئیات نحوهٔ برگزاری آن گزارش زیر به استحضار خوانندگان عزیز می‌رسد:*




### نحوهٔ انتخاب تیم ایران

در نخستین مرحله، در مهرماه سال گذشته (۱۳۶۷) مسابقه‌ای سراسری در زمینهٔ فیزیک بین دانش‌آموزان ممتاز رشتهٔ ریاضی ــ فیزیک برگزار شد. هدف اصلی از این مسابقه که «المپیاد فیزیک ایران» نام داشت، اعتلای سطح علمی دانش‌آموزان در زمینهٔ علوم پایه و به ویژه فیزیک بود. شرط شرکت در این مسابقه داشتن نمرهٔ ۱۶ از میانگین نمرات دروس ریاضی و فیزیک سال سوم دبیرستان بود. در این مرحله ۳۲ نفر از بهترینهای فیزیک ایران برگزیده شدند. این عده از اواخر آبان ماه ۶۷ در کلاس ویژه‌ای در تهران شرکت داشتند. در این کلاس علاوه بر دروس سال چهارم ریاضی ــ فیزیک، ساعات بیشتری به درس فیزیک و نیز آزمایشگاه فیزیک اختصاص داده شده بود. در پایان این مرحله، در اسفندماه ۶۷ آزمون دیگری از این عده در زمینهٔ تئوری و آزمایشگاه فیزیک به عمل آمد و هفت نفر از آنان برای شرکت در برنامهٔ آموزشی مرحلهٔ دوم که در واقع بخش اصلی آموزش ویژه المپیاد جهانی را تشکیل می‌داد برگزیده شدند. برطبق مصوبهٔ شورای عالی انقلاب فرهنگی این عده بدون کنکور می‌توانند در هریک از رشته‌های گروه علوم ریاضی و فنّی ادامه تحصیل دهند. همچنین با تصویب شورای عالی آموزش و پرورش این گروه بجای خردادماه در امتحانات نهایی شهریورماه سال چهارم دبیرستان شرکت خواهند کرد و نمرهٔ مربوطه بجای نمرهٔ خردادماه برای آنان منظور خواهد شد. به این ترتیب برنامه آموزشهای ویژه المپیاد بدون وجود مانعی از لحاظ امتحانات نهایی و یا کنکور دانشگاهها از فروردین تا اواسط تیرماه ۶۸ به اجرا در آمد. در این مرحله اساتیدی از دانشگاههای شهید بهشتی، تهران و صنعتی شریف کار آموزش نظری و عملی دانش‌آموزان را به عهده داشتند.

لازم به یادآوری است که در المپیاد

بین‌المللی فیزیک از هر کشور حداکثر ۵ دانش‌آموز می‌توانند شرکت کنند. بنابراین طبق برنامهٔ قبلی می‌بایست از میان ۷ نفر شرکت کننده در مرحلهٔ دوم ۵ نفر برای شرکت در المپیاد جهانی برگزیده می‌شدند. لکن پس از برگزاری المپیاد ریاضی ایران مشخص شد که دو نفر از این ۷ نفر، آقایان محمدعلی خجسته‌پور و شهریار مختارشرقی جزو تیم ۶ نفرهٔ المپیاد ریاضی نیز هستند و از آنجا که زمان برگزاری المپیادهای جهانی ریاضی و فیزیک تقریباً بر هم منطبق بود برای آنان تنها امکان شرکت در یکی از دو المپیاد وجود داشت، که هر دو نفر المپیاد ریاضی را برگزیدند. در نتیجه به طور طبیعی تیم ۵ نفره المپیاد فیزیک مشخص شد که شامل آقایان: وحید برومند ثانی و محمدمهدی خلیقی از استان کرمان، هومن دژنابادی، رامین فرجادراد و رامین گلستانیان از استان تهران بود.

## کشورهای شرکت کننده

در بیستمین المپیاد جهانی فیزیک ۲۹ کشور اطریش، استرالیا، بلژیک، بلغارستان، کوبا، کانادا، کلمبیا، چکسلواکی، قبرس، آلمان غربی، آلمان شرقی، انگلستان، مجارستان، ایتالیا، ایران، ایسلند، کویت، نروژ، هلند، لهستان، چین، رومانی، سوئد، فنلاند، سنگاپور، شوروی، ترکیه، امریکا و یوگسلاوی شرکت داشتند. جمهوری لیتانی (از جمهوری‌های وابسته به اتحاد جماهیر شوروی) نیز با تیمی ۵ نفره به عنوان میهمان در المپیاد امسال شرکت داشت و تصمیم‌گیری راجع به شرکت رسمی این کشور در المپیادهای آینده به بعد موکول شد. از میان کشورهای شرکت کننده، ایران و سنگاپور برای نخستین بار در مسابقات شرکت کرده بودند. کشور ترکیه نیز بعد از غیبت سال گذشته مجدداً در المپیاد شرکت کرده بود. کشورهای تایلند، یونان، امارات متحده عربی و اسپانیا نیز هیئت‌هایی به عنوان ناظر به بیستمین المپیاد فیزیک اعزام داشته بودند.

## نحوهٔ برگزاری المپیاد

طبق معمول هرسال، المپیاد بین‌المللی فیزیک در سال جاری نیز شامل دو بخش نظری و عملی بود. در هر بخش یک امتحان ۵ ساعته از دانش‌آموزان به عمل می‌آید. امتحان نظری از سه مسئله ۱۰ نمره‌ای و امتحان عملی از یک مسئله ۲۰ نمره‌ای تشکیل شده بود. تهیهٔ مسائل هر المپیاد مطابق مقرّرات به عهدهٔ کشور میزبان است، که باید به تصویب «مجمع عمومی» متشکل از سرپرستان کشورهای شرکت کننده (از هر کشور دو نفر) برسد. مسایل المپیاد امسال از انسجام و روانی خاصّی برخوردار بود و حل آنها نیازمند ابتکار عمل و درک فیزیکی مناسب دانش‌آموز بود، به همین جهت بدون بحث طولانی معمول هر سال به تصویب رسید و این امر مورد تقدیر شرکت‌کنندگان واقع شد. (صورت و حل مسائل بیستمین المپیاد فیزیک نظر به تراکم مطالب در شمارهٔ آینده از نظرتان می‌گذرد). متن مسائل معمولاً به زبانهای انگلیسی، روسی، آلمانی و فرانسه توسط کشور میزبان تهیه می‌شود. سرپرستان کشورهایی که زبان آنها به غیر از یکی از این چهار زبان است بایستی پس از تصویب مسائل در «مجمع عمومی» آنها را به زبان رسمی کشور خود ترجمه کنند تا در اختیار دانش‌آموزان کشورشان قرار گیرد. پس از برگزاری امتحان، نوشته‌های دانش‌آموزان توسط مترجمینی که از طرف کشور میزبان انتخاب شده‌اند، به زبان موردنظر مصحّحین اوراق که امسال لهستانی بود، ترجمه و در بین خطوط مربوطه نوشته می‌شود. به این ترتیب کار تصحیح اوراق توسط کشور میزبان به انجام می‌رسد. در همین حال یک فتوکپی از اوراق دانش‌آموزان هر کشور در اختیار سرپرستان هر تیم قرار داده می‌شود، تا آنها نیز با توجه به بارم‌بندی نمرات که هنگام طرح مسائل به تصویب مجمع عمومی رسیده است، نمرهٔ دانش‌آموزان خود را دقیقاً ارزیابی کنند. پس از اعلام نمرات هر تیم در پایان کار تصحیح اوراق، سرپرستان هر تیم می‌توانند با تصحیح‌کنندگان هر سؤال به بحث بپردازند و در صورت داشتن اعتراض به نمرهٔ داده شد، آن را مطرح کنند. در پایان، نمرات داده شده باید با امضای سرپرست تیم مربوطه تأیید شود. پس از تأیید نمرات، لیست دانش‌آموزان به ترتیب از بالاترین نمره تهیه و برای تأیید نهایی در اختیار «مجمع عمومی» قرار داده می‌شود. مطابق مصوبه سال گذشته نحوهٔ اعطای جوایز به این ترتیب است که ابتدا میانگین نمرات سه نفر اوّل مسابقه در نظر گرفته می‌شود. آنگاه کسانی که تا ۹۰ درصد این نمره را اخذ کرده‌اند حائز رتبهٔ اوّل یا مدال طلا، کسانی که از ۷۸ درصد تا ۸۹ درصد آن را اخذ کرده‌اند حائز رتبهٔ دوّم یا مدال نقره و بالاخره کسانی که از ۶۵ درصد تا ۷۷ درصد آن را اخذ کرده‌اند حائز رتبهٔ سوم یا مدال برنز می‌شوند. برای دانش‌آموزان هر رتبه علاوه بر مدالهای مربوطه، جوایز دیگری نیز اعطا می‌گردد. پس از این سه رتبه، دانش‌آموزانی که از ۵۰ درصد تا ۶۴ درصد میانگین سه نفر اوّل را آورده باشند به دریافت دیپلم افتخار و آنها که زیر ۵۰ درصد نمره آورده باشند تنها به دریافت دیپلم شرکت در المپیاد جهانی نائل می‌شوند. علاوه بر این جوایز، به شرکت‌کنندگانی که در هریک از مسائل ابتکار خاصّی به کار برده یا برجستگی ویژه‌ای داشته‌اند جایزه‌هایی داده می‌شود. همچنین از میان دختران شرکت‌کننده به کسی که حائز بیشترین نمره باشد و نیز به کم سن‌ترین فرد شرکت کننده در المپیاد جوایزی داده می‌شود.

## نتایج بیستمین المپیاد

در المپیاد امسال یک دانش‌آموز آمریکایی با نمره ۴۶/۳۳ نفر اول و پس از وی دو دانش‌آموز مجارستانی و رومانیایی با نمرات ۴۵/۵ و ۴۵ نفرات دوم و سوّم شدند.

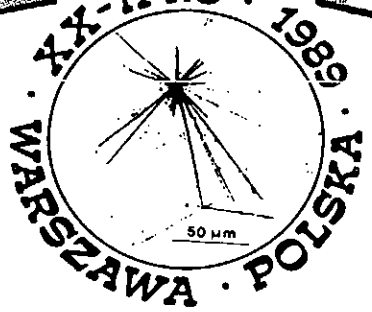
رامین گلستانیان

رامین فرجاد راد

وحید برومندانی

هومن دژناپاری

محمدمهدی خلیقی



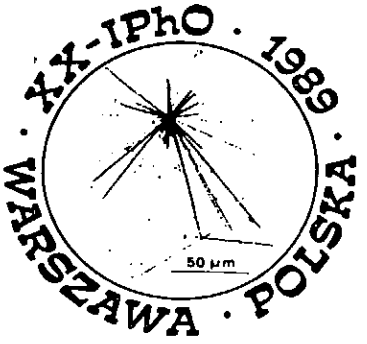

بدین‌ترتیب از نمرهٔ ۴۱ به بالا به دریافت جایزهٔ اوّل، از ۳۵ تا ۴۱ به دریافت جایزهٔ دوّم، از ۲۹ تا ۳۵ به دریافت جایزهٔ سوم و بالاخره از ۲۲ تا ۲۹ به دریافت دیپلم افتخار نائل شدند. در مجموع از میان ۱۴۳ شرکت‌کننده ۱۰ نفر مدال طلا، ۲۶ نفر مدال نقره و ۳۰ نفر مدال برنز گرفتند. در تیم جمهوری اسلامی ایران **رامین فرجاد راد** با نمرهٔ ۳۱/۵ و **رامین گلستانیان** با نمرهٔ ۳۰/۶۷ به دریافت مدال برنز مفتخر شدند. **وحید برومندانی** نیز با نمرهٔ ۲۸/۶۷ تنها با اختلاف یک سوم نمره از آخرین فردی که مدال برنز گرفته بود دیپلم افتخار گرفت و بدین ترتیب او در ردیف خود اولین نفر بود. مشروح نتایج شرکت‌کنندگان در بیستمین المپیاد در جدول زیر از نظر شما می‌گذرد:

| ردیف | کشورمتبوع دانش آموز | جمع نمرات دانش آموز | رتبه دانش آموز |
|---|---|---|---|
| ۱ | آمریکا | ۴۶/۳۳۳ | اول |
| ۲ | مجارستان | ۴۵/۵۰۰ | اول |
| ۳ | رومانی | ۴۵/۰۰۰ | اول |
| ۴ | آلمان شرقی | ۴۴/۸۳۳ | اول |
| ۵ | آلمان شرقی | ۴۴/۰۰۰ | اول |
| ۶ | انگلستان | ۴۴/۰۰۰ | اول |
| ۷ | سنگاپور | ۴۲/۵۰۰ | اول |
| ۸ | شوروی | ۴۲/۲۵۰ | اول |
| ۹ | بلغارستان | ۴۱/۳۳۳ | اول |
| ۱۰ | هلند | ۴۱/۳۳۳ | اول |
| ۱۱ | لهستان | ۴۰/۵۰۰ | دوم |
| ۱۲ | لهستان | ۴۰/۳۳۳ | دوم |
| ۱۳ | چین | ۳۹/۸۳۳ | دوم |
| ۱۴ | لهستان | ۳۹/۸۳۳ | دوم |
| ۱۵ | یوگسلاوی | ۳۹/۵۰۰ | دوم |
| ۱۶ | چین | ۳۹/۳۳۳ | دوم |
| ۱۷ | آلمان شرقی | ۳۹/۰۰۰ | دوم |
| ۱۸ | انگلستان | ۳۹/۰۰۰ | دوم |
| ۱۹ | آلمان غربی | ۳۹/۰۰۰ | دوم |
| ۲۰ | رومانی | ۳۸/۵۰۰ | دوم |
| ۲۱ | انگلستان | ۳۸/۳۳۳ | دوم |
| ۲۲ | چین | ۳۸/۳۳۳ | دوم |
| ۲۳ | چین | ۳۷/۶۶۶ | دوم |
| ۲۴ | سوئد | ۳۷/۵۰۰ | دوم |
| ۲۵ | هلند | ۳۷/۳۳۳ | دوم |
| ۲۶ | مجارستان | ۳۷/۰۰۰ | دوم |
| ۲۷ | چکسلواکی | ۳۶/۸۳۳ | دوم |
| ۲۸ | آلمان شرقی | ۳۶/۵۰۰ | دوم |
| ۲۹ | مجارستان | ۳۶/۳۳۳ | دوم |
| ۳۰ | کوبا | ۳۶/۰۰۰ | دوم |
| ۳۱ | هلند | ۳۶/۰۰۰ | دوم |
| ۳۲ | اتریش | ۳۵/۸۳۳ | دوم |
| ۳۳ | شوروی | ۳۵/۷۵۰ | دوم |
| ۳۴ | چکسلواکی | ۳۵/۶۶۷ | دوم |
| ۳۵ | بلغارستان | ۳۵/۳۳۳ | دوم |
| ۳۶ | آلمان غربی | ۳۵/۳۳۳ | دوم |

| ردیف | کشورمتبوع دانش آموز | جمع نمرات دانش آموز | رتبه دانش آموز |
|---|---|---|---|
| ۳۷ | استرالیا | ۳۴/۶۶۶ | سوم |
| ۳۸ | سنگاپور | ۳۴/۵۸۳ | سوم |
| ۳۹ | یوگسلاوی | ۳۴/۳۳۳ | سوم |
| ۴۰ | آلمان غربی | ۳۴/۳۳۳ | سوم |
| ۴۱ | شوروی | ۳۴/۱۶۷ | سوم |
| ۴۲ | کانادا | ۳۴/۰۰۰ | سوم |
| ۴۳ | انگلستان | ۳۳/۵۰۰ | سوم |
| ۴۴ | سوئد | ۳۳/۳۳۳ | سوم |
| ۴۵ | نروژ | ۳۳/۳۳۳ | سوم |
| ۴۶ | چکسلواکی | ۳۳/۳۳۳ | سوم |
| ۴۷ | آمریکا | ۳۳/۳۳۳ | سوم |
| ۴۸ | رومانی | ۳۳/۰۰۰ | سوم |
| ۴۹ | لهستان | ۳۳/۰۰۰ | سوم |
| ۵۰ | آلمان غربی | ۳۲/۸۳۳ | سوم |
| ۵۱ | آلمان شرقی | ۳۲/۵۰۰ | سوم |
| ۵۲ | بلغارستان | ۳۱/۸۳۳ | سوم |
| ۵۳ | ایران | ۳۱/۵۰۰ | سوم |
| ۵۴ | مجارستان | ۳۱/۳۳۳ | سوم |
| ۵۵ | چین | ۳۱/۳۳۳ | سوم |
| ۵۶ | رومانی | ۳۱/۱۶۶ | سوم |
| ۵۷ | آلمان غربی | ۳۱/۰۰۰ | سوم |
| ۵۸ | اتریش | ۳۰/۸۳۳ | سوم |
| ۵۹ | ایران | ۳۰/۶۶۷ | سوم |
| ۶۰ | استرالیا | ۳۰/۵۰۰ | سوم |
| ۶۱ | هلند | ۲۹/۶۶۷ | سوم |
| ۶۲ | اتریش | ۲۹/۳۳۳ | سوم |
| ۶۳ | یوگسلاوی | ۲۹/۳۳۳ | سوم |
| ۶۴ | آمریکا | ۲۹/۳۳۳ | سوم |
| ۶۵ | نروژ | ۲۹/۰۰۰ | سوم |
| ۶۶ | کانادا | ۲۹/۰۰۰ | سوم |
| ۶۷ | ایران | ۲۸/۶۶۶ | چهارم |
| ۶۸ | شوروی | ۲۸/۵۰۰ | چهارم |
| ۶۹ | رومانی | ۲۸/۱۶۷ | چهارم |
| ۷۰ | فنلاند | ۲۸/۰۰۰ | چهارم |
| ۷۱ | ایتالیا | ۲۸/۰۰۰ | چهارم |
| ۷۲ | یوگسلاوی | ۲۷/۸۳۳ | چهارم |

| ردیف | کشورمتبوع دانش آموز | جمع نمرات دانش آموز | رتبه دانش آموز |
|---|---|---|---|
| ۷۳ | ایتالیا | ۲۷/۸۳۳ | چهارم |
| ۷۴ | استرالیا | ۲۷/۰۰۰ | چهارم |
| ۷۵ | بلژیک | ۲۷/۰۰۰ | چهارم |
| ۷۶ | آمریکا | ۲۶/۸۳۳ | چهارم |
| ۷۷ | ترکیه | ۲۶/۰۰۰ | چهارم |
| ۷۸ | فنلاند | ۲۵/۸۳۳ | چهارم |
| ۷۹ | اتریش | ۲۵/۸۳۳ | چهارم |
| ۸۰ | قبرس | ۲۵/۸۳۳ | چهارم |
| ۸۱ | فنلاند | ۲۵/۵۰۰ | چهارم |
| ۸۲ | استرالیا | ۲۵/۳۳۳ | چهارم |
| ۸۳ | بلژیک | ۲۵/۳۳۳ | چهارم |
| ۸۴ | چکسلواکی | ۲۵/۰۰۰ | چهارم |
| ۸۵ | سوئد | ۲۴/۵۰۰ | چهارم |
| ۸۶ | انگلستان | ۲۴/۵۰۰ | چهارم |
| ۸۷ | سوئد | ۲۴/۰۰۰ | چهارم |
| ۸۸ | فنلاند | ۲۴/۰۰۰ | چهارم |
| ۸۹ | کانادا | ۲۳/۸۳۳ | چهارم |
| ۹۰ | نروژ | ۲۳/۵۰۰ | چهارم |
| ۹۱ | بلغارستان | ۲۳/۵۰۰ | چهارم |
| ۹۲ | ایسلند | ۲۳/۰۰۰ | چهارم |
| ۹۳ | کلمبیا | ۲۳/۰۰۰ | چهارم |
| ۹۴ | فنلاند | ۲۲/۸۳۳ | چهارم |
| ۹۵ | شوروی | ۲۲/۸۳۳ | چهارم |
| ۹۶ | بلغارستان | ۲۲/۵۰۰ | چهارم |
| ۹۷ | لهستان | ۲۲/۳۳۳ | چهارم |
| ۹۸ | هلند | ۲۲/۱۶۷ | چهارم |
| ۹۹ | یوگسلاوی | ۲۲/۰۰۰ | چهارم |
| ۱۰۰ | کانادا | ۲۱/۸۳۳ | پنجم |
| ۱۰۱ | ترکیه | ۲۱/۸۳۳ | پنجم |
| ۱۰۲ | چکسلواکی | ۲۱/۸۳۳ | پنجم |
| ۱۰۳ | سوئد | ۲۱/۳۳۳ | پنجم |
| ۱۰۴ | سنگاپور | ۲۰/۸۳۳ | پنجم |
| ۱۰۵ | قبرس | ۲۰/۸۳۳ | پنجم |
| ۱۰۶ | کلمبیا | ۲۰/۳۳۳ | پنجم |
| ۱۰۷ | ایران | ۲۰/۰۰۰ | پنجم |
| ۱۰۸ | بلژیک | ۱۸/۸۳۳ | پنجم |

| ردیف | کشورمتبوع دانش آموز | جمع نمرات دانش آموز | رتبهٔ دانش آموز |
|---|---|---|---|
| ۱۰۹ | کوبا | ۱۸/۸۳۳ | پنجم |
| ۱۱۰ | قبرس | ۱۸/۵۰۰ | پنجم |
| ۱۱۱ | مجارستان | ۱۸/۵۰۰ | پنجم |
| ۱۱۲ | اتریش | ۱۸/۳۳۳ | پنجم |
| ۱۱۳ | بلژیک | ۱۸/۰۰۰ | پنجم |
| ۱۱۴ | کلمبیا | ۱۷/۵۰۰ | پنجم |
| ۱۱۵ | کوبا | ۱۷/۱۶۷ | پنجم |
| ۱۱۶ | سنگاپور | ۱۶/۳۳۳ | پنجم |
| ۱۱۷ | نروژ | ۱۶/۱۶۷ | پنجم |
| ۱۱۸ | آمریکا | ۱۵/۶۶۷ | پنجم |
| ۱۱۹ | بلژیک | ۱۵/۳۳۳ | پنجم |
| ۱۲۰ | سنگاپور | ۱۵/۳۳۳ | پنجم |
| ۱۲۱ | ایسلند | ۱۴/۳۳۳ | پنجم |
| ۱۲۲ | سوئد | ۱۴/۰۰۰ | پنجم |
| ۱۲۳ | کانادا | ۱۳/۵۰۰ | پنجم |
| ۱۲۴ | ایتالیا | ۱۲/۳۳۳ | پنجم |
| ۱۲۵ | قبرس | ۱۲/۱۶۷ | پنجم |
| ۱۲۶ | نروژ | ۱۱/۸۳۳ | پنجم |
| ۱۲۷ | قبرس | ۱۱/۳۳۳ | پنجم |
| ۱۲۸ | ایتالیا | ۱۱/۰۰۰ | پنجم |
| ۱۲۹ | ترکیه | ۱۰/۵۰۰ | پنجم |
| ۱۳۰ | استرالیا | ۱۰/۰۰۰ | پنجم |
| ۱۳۱ | ایسلند | ۹/۸۳۳ | پنجم |
| ۱۳۲ | ایتالیا | ۹/۰۰۰ | پنجم |
| ۱۳۳ | ترکیه | ۸/۵۰۰ | پنجم |
| ۱۳۴ | ایران | ۸/۵۰۰ | پنجم |
| ۱۳۵ | کوبا | ۸/۰۰۰ | پنجم |
| ۱۳۶ | ترکیه | ۷/۵۰۰ | پنجم |
| ۱۳۷ | ایسلند | ۷/۵۰۰ | پنجم |
| ۱۳۸ | کویت | ۵/۵۰۰ | پنجم |
| ۱۳۹ | کویت | ۵/۵۰۰ | پنجم |
| ۱۴۰ | ایسلند | ۵/۰۰۰ | پنجم |
| ۱۴۱ | کویت | ۵/۰۰۰ | پنجم |
| ۱۴۲ | کویت | ۳/۵۰۰ | پنجم |
| ۱۴۳ | کویت | ۱/۵۰۰ | پنجم |




### آرم بیستمین المپیاد

آرم المپیاد امسال که در ابتدای همین گزارش به طبع رسیده است و مدالهای اعطا شده به برندگان نیز مزّین به آن بود مربوط است به تصویر اوّلین رویداد ابر هسته‌ای (hypernuclear) که در سال ۱۹۵۲ در شهر ورشو توسط M. Danysz و J. Pniewski مشاهده و تفسیر شد. در این تصویر برخورد یک ذرّهٔ پرانرژی اشعهٔ کیهانی (که در شکل با P نشان داده شده است) با یک هسته سنگین در امالسیون هسته‌ای ثبت شده است. در شکل ردّ پاهای ذرّات ثانویه‌ای که در این رویداد تولید شده‌اند از ردّ پای مربوط به پیونهای سریع (خطوط نازک) و ردّ پای ذرات کندتر که اجزای هسته هدف هستند (خطوط ضخیم) تشکیل شده‌اند. ردّ پای صخیمی که در شکل با h نشان داده شده مربوط است به قطعه‌ای ابر هسته‌ای که شامل هایپرون (یک بار یون ناپایدار) است. در نتیجه، در ابتدا هایپرون به عنوان جزء سوم هسته بعد از پروتون و نوترون شناخته شد. این ذرّه در یک فرآیند سریع ناشی از اندرکنش قویّ نوکلئونها حالت پیوندی تشکیل دهد. با این وجود ذرّهٔ یادشده مانند یک ذرّهٔ آزاد تنها در خلال یک اندرکنش ضعیف که دارای آهنگی کند است تلاشی می‌یابد و در شکل مسیر طولانی مشخص شده را تشکیل می‌دهد. این حقیقت به تنهایی قویاً از وجود یک عدد کوانتومی جدید حکایت می‌کند که توجیه کنندهٔ نداشتن یک آهنگ تلاشی سریع، حتّی در کنار نوکلئون‌ها، برای ذرّهٔ یاد شده است. در واقع این یکی از مشاهداتی بود که ۳۰ ماه بعد منجر به پیدایش مفهوم جدید «شگفتی» (strangeness) و کوارک شگفت در فیزیک ذرات بنیادی شد.

### در حاشیه بیستمین المپیاد فیزیک

* موفقیّت تیم ایران در کسب دو مدال برنز و یک دیپلم افتخار به عنوان تیمی که برای اوّلین مرتبه در المپیاد جهانی فیزیک شرکت می‌کرد مورد توجه سرپرستان بسیاری از تیمها قرار گرفت. این در حالی است که به عنوان مثال تیم آمریکا وقتی که چهارسال پیش برای اوّلین بار در المپیاد فیزیک شرکت کرد بیش از یک مدال برنز بدست نیاورد.

* از میان کشورهای اسلامی به غیراز ایران تنها کشورهای ترکیه و کویت شرکت داشتند که هر دو کشور بعد از ایران جای گرفتند و این با وجود دفعات مکرّر شرکت این تیمها در المپیاد است.

* از میان کشورهای اروپایی تیمهای بلژیک، قبرس و ایتالیا بعد از ایران قرار داشتند.

* در میان کشورهای شرکت کننده چین با بیش از یک میلیارد نفر جمعیت و ایسلند با حدود ۲۵۰ هزار نفر جمعیت هر دو با تیمهای ۵ نفره در المپیاد شرکت داشتند.

*کشورهای اروپای شرقی که به دفعات مکرّر در المپیاد شرکت داشته‌اند و بعضاً خودشان بنیانگذار المپیاد بوده‌اند به دلیل تجربهٔ کافی در این امر از تعداد مدالهای بیشتری بهره‌مند هستند و کشورهای اروپای غربی و آمریکا نیز که از چند سال پیش به این قافله پیوسته‌اند، به تدریج از وضعیت بهتری بهره‌مند می‌شوند.

* کشور آلمان شرقی با کسب دو مدال طلا، دو مدال نقره و یک برنز بهترین وضعیت مدالها را داشت.

* در کل کشورهای شرکت کننده تنها ۵ دختر حضور داشتند که ۳ نفر آنها از کویت، یک نفر از آمریکا و یک نفر از رومانی بودند و شرکت کننده رومانیایی جایزه اولین دختر را گرفت.

# اخبار علمی و فرهنگی

## دانشمندان دما را تا چه حد پائین آورده‌اند؟

دکتر عزت‌الله ارضی
دانشگاه تهران

اخیراً یک گروه تحقیقاتی در اکول نرمال سوپریور[1] (دانشسرایعالی) فرانسه به سرپرستی آلن اسپکت[2و3] روش کاملاً جدیدی را برای سردکردن هرچه بیشتر اتمها پیدا کرده‌اند. در این روش تلاش شده است که با کمک یک باریکه پرتوهای لیزری که به اتمهای نیمه پایدار هلیوم تابیده می‌شود، آنها را در وضعیتی قرار دهند که قادر به جذب انرژی نباشند. در نتیجه، این اتمها در این حالت کوانتومی به تله می‌افتند و در اثر پدیده‌هایی که متعاقب آن اتفاق می‌افتد، نظیر پراکندگی، اندازهٔ حرکت اتمها تقریباً به صفر می‌رسد، یعنی آنها تقریباً متوقف می‌شوند. بدین ترتیب، در اوّلین آزمایشی که این گروه تحقیقاتی در فضای یک بعدی انجام دادند، موفق شدند انرژی اتمها را تا دمائی معادل $2\mu^{\circ}K$ ($2\times10^{-6}$ درجهٔ کلوین = ۰/۰۰۰۰۰۲ درجه به صفر مطلق مانده) پائین بیاورند و امید می‌رود که با توسعه و بهبود تکنولوژی این روش، دما را تا حدود نانوکلوین ($10^{-9}$ درجهٔ کلوین) نیز پائین ببرند. قبلاً کمترین دمائی که دانشمندان به آن دست یافته بودند $10\ \mu^{\circ}K$ بوده است.

1 – Ecole Normale Superieure
2 – Alain Aspect et al. (1988) Physics Review Letters 61, 826.
3 – C. Foot (Jan. 1989) Physics World. 2, 17–18.

## بازآموزی دبیران فیزیک کشور

**پیرو تغییراتی که در بخش مکانیک کتب سال چهارم ریاضی و فیزیک و علوم تجربی صورت پذیرفته است گروه فیزیک دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی با همکاری دفتر آموزش ضمن خدمت اقدام به تشکیل یک دوره کارآموزی ۳۰ ساعته نموده است. این دوره طبق برنامهٔ زیر در شهرستانهای مشهد، آستارا و تهران انجام می‌پذیرد.**

| ردیف | تاریخ شروع | تاریخ پایان | نام استاد | محل برگزاری | تعداد کلاس |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | دوشنبه ۶۸/۵/۲۳ | ۶۸/۵/۲۸ | آقای احمد شیرزاد<br>آقای دکتر محمد سپهری راد | مشهد | ۲ |
| ۲ | شنبه ۶۸/۵/۲۸ | ۶۸/۶/۲ | آقای دکتر حسن عزیزی<br>آقای امیر مسعود طالقانی | آستارا | ۲ |
| ۳ | شنبه ۶۸/۶/۴ | ۶۸/۶/۸ | آقای دکتر محمد سپهری راد<br>آقای امیر آقا محمدی | آستارا | ۲ |
| ۴ | شنبه ۶۸/۶/۱۱ | ۶۸/۶/۱۵ | آقای مسعود طالقانی<br>آقای امیر آقا محمدی | آستارا | ۲ |
| ۵ | شنبه ۶۸/۷/۸ | به مدت ۸ هفته | آقای احمد شیرزاد | تهران | ۱۰ |
| ۶ | یکشنبه ۶۸/۷/۹ | به مدت ۸ هفته | آقای دکتر محمد سپهری راد | تهران | ۱ |
| ۷ | دوشنبه ۶۸/۷/۱۰ | به مدت ۸ هفته | آقای امیر آقا محمدی | تهران | ۱ |
| ۸ | سه شنبه ۶۸/۷/۱۱ | به مدت ۸ هفته | آقای دکتر حسن عزیزی | تهران | ۱ |

**کلاسهای شهرستانها ۵ روز، روزی ۶ ساعت.**
**کلاسهای تهران ۸ هفته، هفته‌ای یک روز، روزی ۴ ساعت.**

# سمینار دو روزه دبیران فیزیک همدان

*به همت آموزش و پرورش استان همدان و با همکاری صمیمانه گروه فیزیک دانشگاه بوعلی سینای همدان، سمینار دو روزه‌ای جهت افزایش توانائیهای علمی و عملی دبیران فیزیک استان در تاریخهای ۲۷ و ۲۸ اردیبهشت در محل دانشگاه بوعلی سینا برگزار گردید.*

*سخنرانی‌های این سمینار توسط مدیرکل آموزش و پرورش استان همدان، و همچنین اساتید محترم آقایان دکتر راکعی (در رابطه با مکانیک و فیزیک و پیشرفت آن)، استاد عابدی (نور، صوت و ارتعاش) و دکتر ابراهیم زاده (ترمودینامیک) صورت گرفت. ضمناً در بخش آزمایشگاه، شرکت کنندگان در آزمایشگاههای الکترونیک، فیزیک، فیزیک هسته‌ای، اپتیک و مکانیک حضور یافتند و آزمایشهای متعددی در هریک انجام گردید. ضمن تشکر و عرض خسته نباشید به دست‌اندرکاران این امر، امیدواریم که شاهد افزایش کمیت و کیفیت این سمینارها در استانهای دیگر نیز باشیم.*

# دومین المپیادفیزیک ایران برگزار شد

دومین المپیاد فیزیک ایران با شرکت ۳۰۰۰ نفر از دانش‌آموزان سال سوّم رشته ریاضی و فیزیک در روز جمعه ۲۹ اردیبهشت ماه سال ۱۳۶۸ در سراسر کشور برگزار شد و

**اسامی منتخبین دومین المپیاد فیزیک ایران بترتیب حروف الفباء عبارتست از:**

| ردیف | نام و نام خانوادگی | استان | شهر | منطقه | دبیرستان |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | مروارید آصفی راد | تهران | تهران | ۶ | فرزانگان |
| ۲ | کیوان آقابابائی سامانی | چهار محال | شهر کرد | — | |
| ۳ | سعید ابراهیم حبیبی | تهران | تهران | ۱ | نیکان |
| ۴ | رضا اعتمادی | کرمان | کرمان | — | شهداء ۱۰ |
| ۵ | محمد اقتداری | فارس | شیراز | — | توحید ۱ |
| ۶ | سهراب امامی نیستانک | تهران | تهران | ۱۱ | علامه حلّی |
| ۷ | حمیدرضا انصاریان | تهران | تهران | ۱۲ | علوی |
| ۸ | پریسا بابام خانی ممقانی | تهران | تهران | ۶ | فرزانگان |
| ۹ | کیان برن | تهران | تهران | ۱۱ | علامه حلّی |
| ۱۰ | امیرحسین پروشانی نیا | تهران | تهران | ۱ | نیکان |
| ۱۱ | بابک پورعباس تحویلداری | فارس | شیراز | — | شرافتیان |
| ۱۲ | نیما تقوی نیا | خراسان | مشهد | — | جباریان |
| ۱۳ | بابک تیمورپور | تهران | تهران | ۳ | رازی |
| ۱۴ | علیرضا ثامنی | مازندران | گرگان | — | شهداء |
| ۱۵ | محمدصادق ثبات | تهران | تهران | ۱۲ | علوی |
| ۱۶ | آزاد جعفری نعیمی | کرمان | کرمان | — | شهداء ۱۰ |
| ۱۷ | سیدعلی حاجی میری | تهران | تهران | ۱۱ | علامه حلّی |
| ۱۸ | نوشین حبیبی مرند | تهران | کرج | — | مجتمع زینب |

ازبین شرکت‌کنندگان ۵۴ نفر انتخاب شدند.

منتخبین این مرحله از مسابقات در کلاس ویژه‌ای که زیر نظر سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی اداره می‌شود شرکت می‌کنند.

در این کلاس که هفته اول شهریور ماه ۱۳۶۸ تشکیل شد، منتخبین دومین المپیاد فیزیک ایران ضمن خواندن تمامی دروس سال چهارم ریاضی و فیزیک، تحت آموزش خاص فیزیک قرار می‌گیرند.

در اسفند ماه سال جاری این دوره خاتمه یافته و ازبین منتخبین ۷ نفر برگزیده می‌شوند. ۷ نفر برگزیدگان المپیاد فیزیک ایران از شرکت در کنکور سراسری کشور معاف بوده و بدون شرکت در کنکور در یکی از رشته‌های علوم ریاضی و فنی وارد دانشگاه می‌شوند.

در سومین مرحله از مسابقات ۵ نفر انتخاب می‌شوند، این پنج نفر تیم اعزامی ایران به بیست و یکمین المپیاد بین‌المللی فیزیک را تشکیل می‌دهند. بیست و یکمین المپیاد بین‌المللی فیزیک در تابستان ۱۳۶۹ در کشور هلند برگزار می‌شود.

| ردیف | نام و نام خانوادگی | استان | شهر | منطقه | دبیرستان |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱۹ | رضا حسینی نژاد | تهران | تهران | ۱۴ | نمونهٔ رشد |
| ۲۰ | مصطفی حوائجی | تهران | تهران | ۱۱ | علامه حلی |
| ۲۱ | افشین دانش نژاد | تهران | تهران | ۱۱ | علامه حلی |
| ۲۲ | حمیدرضا راتق | فارس | شیراز | — | شرافتیان |
| ۲۳ | علی رجائی | تهران | تهران | ۱۱ | علامه حلی |
| ۲۴ | فرید رزازی | تهران | تهران | ۱۱ | علامه حلی |
| ۲۵ | آرش رستگار | تهران | تهران | ۳ | مطهری |
| ۲۶ | سیامک رصدی | تهران | تهران | ۸ | کمال |
| ۲۷ | محمودرضا زارع | تهران | تهران | ۱۶ | نمونهٔ رشد |
| ۲۸ | امیر زند | تهران | تهران | ۳ | منتظری |
| ۲۹ | حامد ساجدی | تهران | تهران | ۱۱ | علامه حلی |
| ۳۰ | سعید سرکاراتی | تهران | تهران | ۱۱ | علامه حلی |
| ۳۱ | محمدرضا سعادتی | کردستان | بیجار | — | طالقانی |
| ۳۲ | امید سعید تهرانی | تهران | تهران | ۱۲ | باهنر |
| ۳۳ | حمید سوادکوهی | تهران | تهران | ۳ | رازی |
| ۳۴ | بهمن سیاح فر | مازندران | نوشهر | — | میرزاکوچک‌خان |
| ۳۵ | بهزاد سیاه کلاه | تهران | تهران | ۱ | نیکان |
| ۳۶ | مهران شکوهی | کرمان | کرمان | — | امام خمینی |
| ۳۷ | پیمان شهسواری | زنجان | قزوین | — | شریعتی |
| ۳۸ | محمد شیخ جباری | تهران | کرج | — | دهخدا |
| ۳۹ | مهرداد علیمرادی | تهران | تهران | ۸ | کمال |
| ۴۰ | مرتضی فیاضی | اصفهان | گلپایگان | — | کاشانی |
| ۴۱ | میثم قوانلو | تهران | تهران | ۱۱ | علامه حلی |
| ۴۲ | تینا کاشف حقیقی | تهران | تهران | ۱ | فراست |
| ۴۳ | کامبیز کاویانی | تهران | تهران | ۱ | نیکان |
| ۴۴ | سیامک مجتهدی | تهران | تهران | ۱۱ | علامه حلی |
| ۴۵ | رضا محمدی اعتباری | همدان | همدان | — | ابن سینا |
| ۴۶ | علی مرجوی | خراسان | مشهد | — | شهید حکمت |
| ۴۷ | محمدرضا مشایخ | تهران | تهران | ۱۲ | علوی |
| ۴۸ | پیمان مشکوة | تهران | تهران | ۶ | آیت‌الله سعیدی |
| ۴۹ | مسعود منظری | تهران | تهران | ۸ | کمال |
| ۵۰ | شروین مولودی | تهران | تهران | ۱۱ | علامه حلی |
| ۵۱ | شهرام میرخانی | تهران | تهران | ۳ | رازی |
| ۵۲ | فرشاد نقاش شوشتری | تهران | تهران | ۱۲ | علوی |
| ۵۳ | نوید نیک بین | تهران | تهران | ۳ | منتظری |
| ۵۴ | آرش یزدان بخش | تهران | تهران | ۱۱ | علامه حلی |

## پیشنهاد و اظهار نظر ...

آقای علیقلی صفری دبیر دبیرستانهای شهرستان مرند دربارهٔ پرسش۱۶صفحهٔ ۷۱ کتاب سال دوّم تجربی توضیح زیر را ارسال داشته‌اند:

پرسش ۱۶: روی یک صفحهٔ کاغذ نیمدایره‌ای به شعاع ۱۰ سانتی‌متر رسم کنید و آن را در حکم یک آینه مقعّر بگیرید دو شعاع موازی در دو طرف محور اصلی آن طوری رسم کنید که فاصله هر یک از آنها از محور ۶ سانتی‌متر باشد، با استفاده از قانون‌های بازتابش نور، نقطه‌ای را پیدا کنید که بازتابش این پرتوها در آنها به هم می‌رسند. این روش را روی همین شکل با رسم دو پرتو دیگر که فاصلهٔ آنها از محور ۲ سانتی‌متر باشد تکرار کنید و دربارهٔ نتیجه‌هائی که بدست می‌آورید، بحث کنید.

با توجّه به اینکه i=r (قانون دوّم بازتابش)

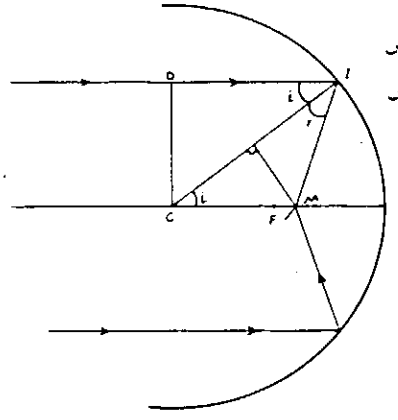
در مثلث قائم الزاویه CDI بنا به رابطهٔ فیثاغورث $DI^2 = CI^2 - DC^2$

داریم $DI = 8\ cm$ پس: (۱) $\cos i = \frac{DI}{CI} = \frac{8}{10}$ و اگر در مثلث متساوی‌الساقین CMI ارتفاع MH را رسم کنیم ارتفاع میانه نیز خواهد بود پس

$CH = HI = 5$ و (۲) $\cos i = \frac{CH}{CM} = \frac{5}{CM}$

و با توجّه به روابط (۱) و (۲) $CM = 6/25\ cm$ می‌بینیم که M روی کانون نیست و اگر همین روش را برای پرتوی که فاصلهٔ آن از محور ۲ cm است تکرار کنیم، نقطهٔ برخورد N باشد $CN = 5/5\ cm$ خواهد شد.

نتیجه: هر چه پرتوهای موازی با محور اصلی به محور اصلی آینه نزدیک شود محل برخورد پرتوهای بازتابش به کانون اصلی نزدیک خواهد شد.




## در بالا بردن سطح آموزش فیزیک کشور با هم یاری کنیم

**فیزیک‌دانان، فیزیک پیشگان، دبیران، دانش‌آموزان ارجمند می‌توانید با توجّه به موارد زیر در ارسال پیشنهادها و نظرها، به سطح آموزش فیزیک کشور کمک کنید.**

۱ ــ شرح ساخت و نصب و راه اندازی هر گونه وسایل آزمایشگاهی برای روشن کردن مفاهیم فیزیکی

۲ ــ طرح روشهای نو برای تدریس مطالب فیزیکی.

۳ ــ پیشنهاد مطالب تازه، علمی برای سطوح مختلف دبستان ــ راهنمایی ــ دبیرستان

۴ ــ شرح پروژه‌ها و تجربیات خاص دبیرستانی

۵ ــ تهیهٔ مقالات و ترجمه دربارهٔ توضیح مفاهیم فیزیکی

# مجله و خوانندگان

۱ ــ آقای محمد علی پاکدل ــ مشهد ــ اظهار علاقهٔ دبیر فاضل ارجمند در آموزش درست فیزیک مورد قدردانی است.

۲ ــ آقای امیر علیخانی ــ تهران ــ دربارهٔ برندگان جایزهٔ نوبل فیزیک سال ۱۹۸۷ شرحی در رشد آموزش فیزیک شمارهٔ ۹ ــ ۱۰ نوشته شده است. از پیشنهاد شما متشکریم.

۳ ــ خانم مهناز میرپور ــ مشهد ــ مطالب مربوط به المپیاد فیزیک را در رشد آموزش فیزیک شماره ۹ ــ ۱۰ و شمارهای بعد از آن بخوانید.

۴ ــ آقای علی ابراهیمی. دبیر فیزیک دبیرستانهای ساری. توضیح سئوال مورد بحث شما در مجله رشد شمارهٔ ۹ ــ ۱۰ درج شده است.

۵ ــ آقای اسماعیل تیموک ــ تهران ــ از عنایت شما متشکریم. لازم به توضیح است که عموماً تاریخ تهیه پیشگفتار معرف تاریخ انتشار مجله و تاریخ و شمارهٔ مسلسل فصلنامه نماینده تسلسل شماره‌های پیشین آن است.

۶ ــ آقای روزبه درگاهی ــ اصفهان ــ سئوالات کنکور سراسری ۶۸ ــ ۶۷ و پاسخ آنها در مجلهٔ رشد چاپ شده است.

۷ ــ آقای آرش مافی ــ تهران ــ امیدواریم مقاله و ترجمهٔ دیگری از شما را برای چاپ و نشر در مجله دریافت کنیم.

۸ ــ خانم نرگس بیرقی ــ پیشنهاد شما دریافت شده، توجه و دقت شما مورد تقدیر است.

۹ ــ آقای عبدالقادر تاجداری ــ ایرانشهر ــ متأسفانه هیچیک از شماره‌های پیشین مجلهٔ رشد آموزش فیزیک برای فروش موجود نیست.

۱۰ ــ آقای سعید شکر اللهی ــ دانشجوی دانشگاه شیراز ــ به استادان فیزیک دانشکدهٔ علوم مراجعه نمایند.

۱۱ ــ آقایان عباس فرخی ــ دبیر فیزیک باختران ــ علی چشم خاوری ــ دانشجوی پزشکی دانشگاه تهران ــ حسین هادی‌پور ــ نامه‌های شما دریافت شد از لطف و توجه شما متشکریم.

# پارادوکس ظرف آب*

ترجمه: احمد توحیدی

برای دانش‌آموزانی که در کتاب فیزیک مبحث «فشار مایعات» را مورد مطالعه قرار میدهند، کاملاً عادی است پدیده‌ای را که بطور تجربی اتفاق نمیافتد از روی خطا بعنوان یک امر مسلم قبول نمایند.

معمولاً در آغاز این مبحث مثالی ارائه میگردد که شامل یک ظرف پر از آب است. در بدنه آن سه سوراخ قرار دارد و مطابق شکل (۱) از آنها جریان آب خارج میشود. در ادامهٔ متن، این مطلب اظهار میگردد. چون فشار آب با ارتفاع افزایش می‌یابد بنابراین مسافت افقی (برد) پیموده شده توسط جریان آب از پائین‌ترین سوراخ ظرف، بزرگتر از دو سوراخ دیگر میباشد. اگر این آزمایش را انجام دهیم مشاهده خواهیم کرد که جریان آب خارج شده از سوراخ میانی بزرگترین مسافت را طی مینماید شکل (۲). این پدیده با تصور قبلی بیشتر دانش‌آموزان مطابقت ندارد. بنابراین وقتی آنرا برای اولین بار مشاهده میکنند تعجب کرده و سبب بحث جالب توجهی بین آنها میگردد.

در این مقاله با استفاده از قوانین ساده سینماتیک، قانون توریچلی و یک نمودار

ساده، نتیجه تجربه مشاهده شده را توضیح خواهیم داد. هم‌چنین نشان خواهیم داد که میتوان همین نتیجه را بطور تحلیل فقط با محاسبه‌ای ساده بدست آورد.

با توجه به قانون توریچلی میتوان سرعت جریان آب خارج شده از سوراخ یک ظرف که در عمق (h) زیر سطح آب قرار دارد را بدست آورد. این عمل با مساوی قراردادن انرژی پتانسیل گرانشی از دست داده شدهٔ آب هنگام سقوط از ارتفاع (h) و انرژی جنبشی آن در نقطه خروج حاصل میگردد.

$$V_x = \sqrt{2gh} \quad (1) \quad \text{یا}$$

$$mgh = \frac{1}{2} mV_x^2$$

مسافت افقی پیموده شده توسط جریان آب برابر است با:

$$S_x = V_x t \quad (2)$$

t مدّت زمانی است که طول میکشد تا جریان آب از ارتفاع (l ــ h) مطابق شکل (۳) سقوط کند.

مسافت پیموده شده توسط اجسام در هنگام سقوط آزاد برابر با $S = \frac{1}{2} at^2$ میباشد.

بنابراین:

$$l - h = \frac{1}{2} gt^2$$

و یا (۳) $$t = \sqrt{\frac{2}{g}(l - h)}$$

با قراردادن روابط (۱) و (۳) در رابطه (۲) خواهیم داشت:

$$S_x = [\sqrt{2gh}]\,[\sqrt{\frac{2}{g}(l - h)}] = 2[\sqrt{h(l-h)}] \quad (4)$$

اکنون میتوانیم با استفاده از روابط بدست آورده نمودار $S_x$ را برحسب h رسم کنیم (l مقدار ثابتی است). با توجه به رابط (۴) متوجه این نکته خواهیم شد که هرگاه $h = 0$ و یا $h = l$ باشد مطابق شکل (۴) مقدار $S_x = 0$ میگردد.

با استفاده از نمودار خواهیم دید که ماکزیمم مقدار $S_x$ نقطه‌ایست که تقریباً $h = \frac{1}{2}l$ میباشد. یک نمودار دقیق نشان خواهد داد که ماکزیمم مقدار $S_x$ کاملاً در $\frac{l}{2}$ قرار دارد. این نکته را میتوان بطور تحلیلی بررسی نمود.

میدانیم که مقدار ماکزیمم یا مینیمم یک تابع نقطه‌ایست که در آن نقطه ضریب زاویه نمودار (شیب نمودار) مساوی صفر میباشد. از طرف دیگر ضریب زاویه نمودار برابر با مشتق اوّل تابع است. معادله (۴) رابطه بین $S_x$ و h را نشان میدهد. بنابراین برای بدست آوردن ضریب زاویه نمودار کافیست از $S_x$ نسبت به h مشتق بگیریم. این عمل بسادگی انجام میشود. در نتیجه خواهیم داشت.

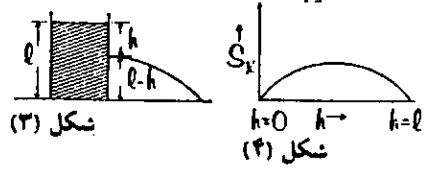
$$\frac{dS_x}{dh} = \frac{l(l - 2h)}{\sqrt{h(l - h)}} \quad (5)$$

این رابطه برابر با شیب نمودار میباشد، بنابراین مشاهده خواهیم کرد که این رابطه فقط زمانی مساوی صفر است که $l - 2h = 0$ و یا $h = \frac{1}{2}l$ باشد و در این نقطه مقدار تابع ماکزیمم میباشد. پس مقدار بدست آمده با پدیده مشاهده شده قابل توضیح است.

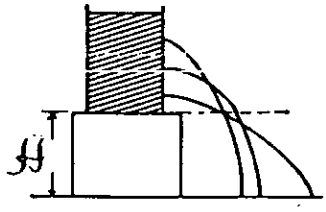
باید توجه داشت که اگر ظرف را بحدّ کافی بالا ببریم و مطابق شکل (۵) بر روی سکوئی قرار دهیم آب مطابق با پیش‌بینی قبلی دانش‌آموزان از سوراخهای ظرف خارج میشود. بدین ترتیب که جریان آب از پائین‌ترین سوراخ دارای بزرگترین تغییر مکان افقی است. شاید برای دانش‌آموزان تمرین جالبی باشد که ارتفاع سکو (H) را طوری تعیین کنند که تغییر مکان افقی جریان آب از پائین‌ترین سوراخ مساوی تغییر مکان جریان آب از سوراخ میانی دیوارهٔ ظرف باشد. اگر ارتفاع سکو از این مقدار کمتر باشد جریان آب خارج شده از پائین‌ترین سوراخ دارای تغییر مکانی کمتر از سوراخ وسطی است.

تحلیل ساده‌ای از موقعیت مسأله نشان میدهد که تصور قبلی دانش‌آموزان نباید موجب گمراهی آنها گردد. زیرا سرعت افقی جریان آب از سوراخی که درست در بالای ظرف قرار دارد مساوی صفر است. از اینرو اگر چه مدّت زمان بیشتری طول میکشد تا جریان آب به پائین سقوط کند امّا تغییر مکان افقی آن صفر است هم‌چنین سرعت افقی جریان آب از پائین‌ترین سوراخ فوق‌العاده زیاد میباشد لیکن زمان سقوط آن صفر است. پس تغییر مکان افقی آن صفر میشود. بنابراین وضعیت جریان آب خارج شده از سوراخ‌های ظرف از بالا به پائین بدین صورت است که از مقدار صفر در بالای ظرف شروع شده و تا مقدار معینی برای سوراخ میانی تغییر کرده و در پائین بار دیگر به صفر نزول میکند. از اینرو باید انتظار داشت که نقطه موردنظر جائی باشد که در آن نقطه مقدار تغییر مکان ماکزیمم است.

نگارنده احساس میکند که این تجربه برای کلاس و آزمایشگاه دانش‌آموزان دبیرستانی مفید است. زیرا آزمایش با استفاده از قوانین سینماتیک و یک نمودار ساده انجام شده و در دسترس بیشتر دانش‌آموزان میباشد. بعلاوه آنها میتوانند از مطالبی که در درس ریاضی آموخته‌اند نیز استفاده نمایند.



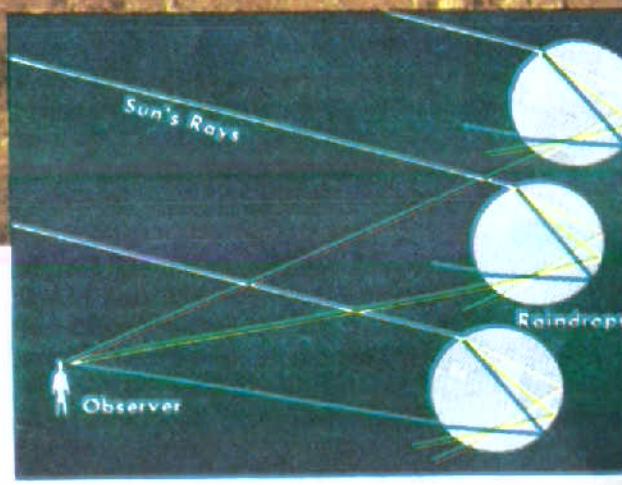

شکل (۳)
شکل (۴)

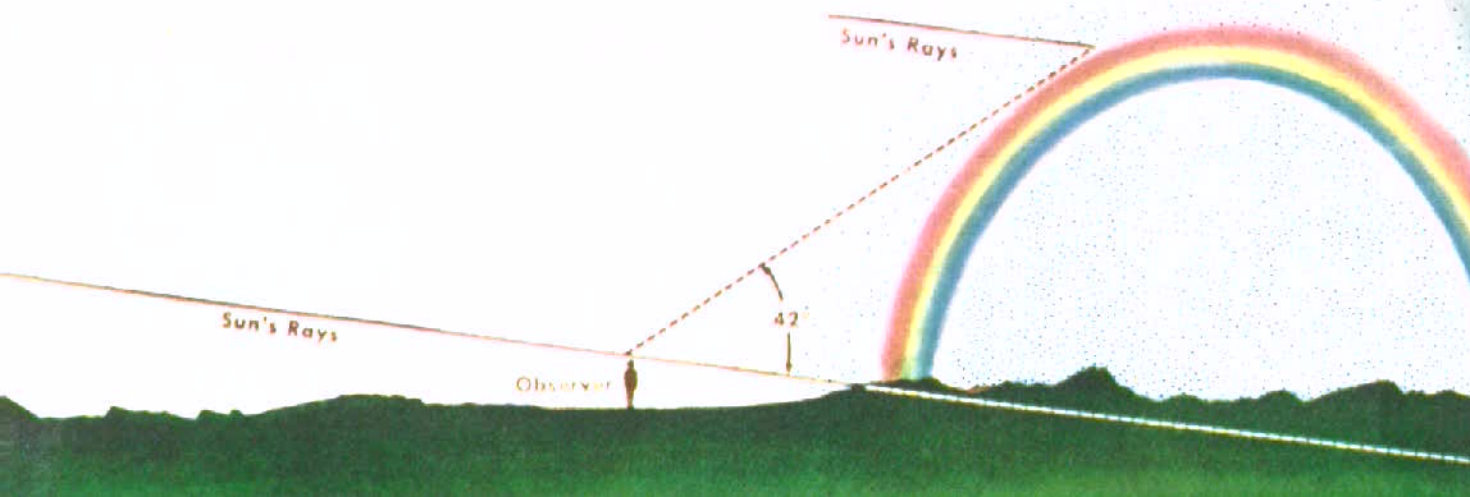



شکل (۵)

* The water can paradox lester G. Paldy, Northwood High school, silver spring, Maryland.

"A potpourri of physics teaching Ideas" (Published by American Association of physics teacher) P.107


Sun's Rays
Raindrop
Observer


Sun's Rays
Sun's Rays
42°
Observer

به‌مناسبت آغاز پنجمین سال
انتشار رشد آموزش فیزیک