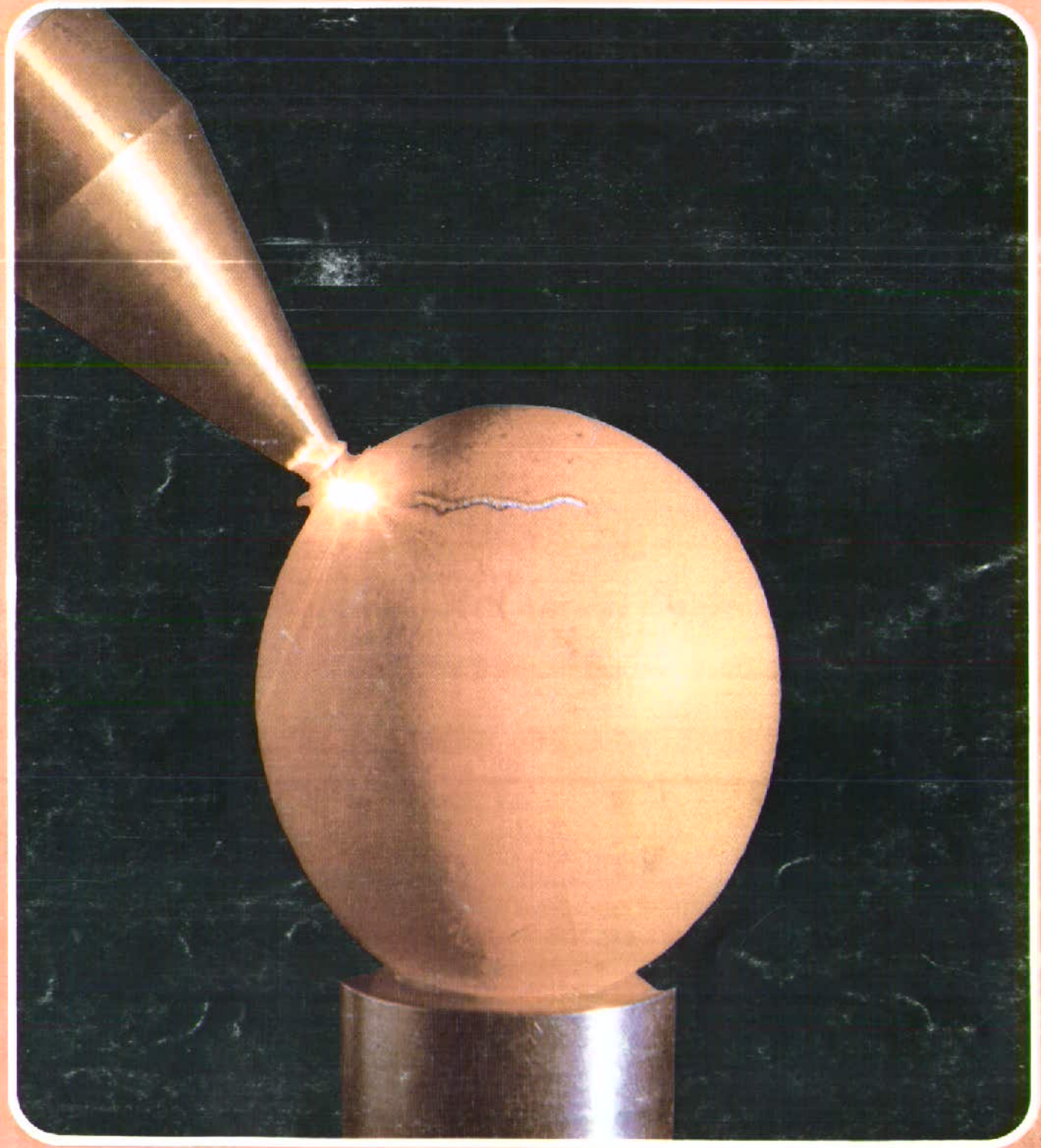
رشد آموزش فیزیک

سال نهم ـ زمستان ۱۳۷۲ ـ شماره مسلسل ۳۵

بها ۳۵۰ ریال



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

رشد آموزش فیزیک

سال نهم ـ زمستان ۱۳۷۲ ـ شماره مسلسل ۳۵

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

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.

زیر نظر هیأت تحریریه رشد آموزش فیزیک:

دکتر عزت‌الله ارضی — دکتر منیژه رهبر

دکتر ابوالقاسم قلمسیاه — غلامعلی محمودزاده

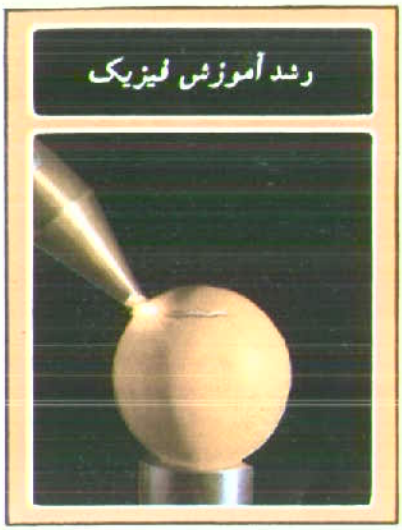
سیدجعفر مهرداد

مدیر داخلی: محمدعلی سعادت‌بخت

مسؤول هماهنگی و تولید: فتح‌الله فروغی

امور فنی، صفحه‌آرایی: خالد قهرمانی‌دهبکری

دستیار ناظر چاپ: محمد کشمیری



گزارش کنفرانس فیزیک ایران در کرمانشاه (به جای پیشگفتار)	دکتر منیژهٔ رهبر	۳
نور لیزری	ترجمه: دکتر ابوالقاسم قلمسیاه	۴
مسایل یازدهمین المپیاد بین‌المللی فیزیک	ترجمه: دکتر منیژه رهبر	۱۵
در حاشیه آموزش فیزیک		۲۰
ماوراء صوت در پزشکی	ترجمه: عباس شهامت‌نیا و امیر هنرور	۲۲
مسیر حرکت یک پرتاب	ترجمه صیاد رزمکن	۲۶
حادثه راکتور اتمی در چرنوبیل شوروی (۲)	ترجمه: دکتر مجتبی جعفرپور	۲۸
پرسشهای گزینش دانشجو سال ۱۳۷۲ مرحله دوم		۳۴
پاسخهای تشریحی گزینش دانشجو سال ۱۳۷۲ مرحله دوم	غلامعلی محمودزاده ـ محمدعلی سعادت‌بخت	۴۳
مجله و خوانندگان		۵۲
اخبار علمی		۵۵

به جای پیشگفتار

گزارش کنفرانس فیزیک ایران در کرمانشاه

دکتر منیژهٔ رهبر

کنفرانس فیزیک امسال (۱۳۷۲) از ۸ تا ۱۱ شهریور در دانشگاه رازی کرمانشاه تشکیل شد در این کنفرانس ۹۰۰ نفر از اعضای هیأت علمی دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور تعدادی از اساتید ایرانی خارج از کشور، دبیران فیزیک و دانشجویان شرکت داشتند. امسال برای اولین بار پس از تشکیل شاخهٔ دانش‌آموزی انجمن فیزیک تعدادی از دانش‌آموزان مدارس تیزهوشان تهران و اصفهان نیز در کنفرانس شرکت داشتند که برای آنها سخنرانیهای ویژه ترتیب داده شده بود.

کنفرانس با سخنرانی وزیر فرهنگ و آموزش عالی افتتاح شد. برنامه کنفرانس صبحها به سخنرانیهای عمومی اختصاص داشت. اولین سخنران عمومی کنفرانس امسال آقای دکتر وحید کریمی‌پور فارغ‌التحصیل اولین دورهٔ دکترای فیزیک دانشگاه صنعتی شریف بودند که سخنرانی جالب ایشان دربارهٔ گروههای کوانتومی فیزیک نمایانگر توان دانشگاههای کشور برای ارائه دوره‌های تحصیلات تکمیلی بود.

برنامه بعدازظهرهای کنفرانس به سخنرانیهای تخصصی اختصاص داده شده بود. این سخنرانیها که به طور موازی در چهار سالن ارائه می‌شد در زمینه‌های ماده چگال، الکترومغناطیس و لیزرواپتیک، فیزیک هسته‌ای و مهندسی هسته‌ای، فیزیک آماری، مکانیک کوانتمی، نجوم و فیزیک پلاسما و اختر فیزیک، فیزیک ذرات بنیادی، فیزیک پزشکی و پروژه‌های دانشجویی بود.

جمعاً ۸ سخنرانی عمومی، ۷۵ سخنرانی تخصصی و ۶ مقاله به صورت پوستر در کنفرانس ارائه شد.

در حاشیهٔ کنفرانس نمایشگاههای کتاب و لوازم آزمایشگاهی فیزیک ترتیب داده شده بود و مجمع عمومی متخصصان نجوم و اختر فیزیک، مجمع عمومی متخصصان ماده چگال، مجمع عمومی متخصصان اپتیک و مجمع عمومی دانش‌آموزی/ دانشجویی انجمن فیزیک تشکیل شد.

در مجمع عمومی انجمن فیزیک که در آخرین روز کنفرانس تشکیل شد جوایز انجمن فیزیک و دکتر حسابی به دانشجویان برنده داده شد. امسال موعد انتخابات اعضاء هیأت مدیره انجمن فیزیک نیز بود که با توجه به حد نصاب نرسیدن تعداد اعضای پیوسته حاضر در مجمع عمومی، بعد از انتخاب هیأت نظارت بر انتخابات و معرفی کاندیداها، قرار شد که انتخابات از طریق پست انجام شود.

کنفرانس فیزیک امسال از نظر علمی پربار بود و کیفیت مقالات ارائه شده در کنفرانس ایجاد حرکت در زمینهٔ پژوهش فیزیک را نشان می‌داد. دانشگاه کرمانشاه نیز با گرمی و صمیمیت بسیار از شرکت کنندگان در کنفرانس پذیرایی کرد که جای تشکر دارد.

نورلیزری

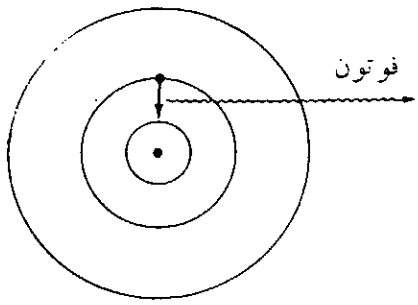
ترجمه دکتر ابوالقاسم قلمسیاه

انسان جانداری بصری است. فراگیری انسان از راه اطّلاعات بصری حدود نُه بار بیشتر از مجموع فراگیریهای وی از همه انواع اطلاعات دیگر است. بنابراین شگفت‌آور نیست که، تا چند سال پیش، ما نور را بعنوان روشنایی بحساب می‌آوردیم ـ عمده استفاده ما از نور این بود که محیط خود را مرئی سازیم. قویترین منابع تولید نور ما عبارت بودند از نورافکنها و فانوسهای دریائی که تا ۱KW خروجی داشتند.

اختراع لیزر در ۱۹۵۸ م. (۱۳۳۷ هـ‌ش.) همهٔ اینها را عوض کرد. ما امروز باریکه‌های نور با شدت مهیب ـ تا 10^{10}KW در پالسهای کوتاه ـ در دسترس داریم. اکنون باریکه‌های نور حاصل از لیزرها در صنعت برای بریدن و جوش دادن فلّزات، پارچه، و پلاستیک؛ در پزشکی برای قطع کردن و سوزاندن بافتهای ناسالم انسان، و در تحقیقات پلاسمائی برای بخارکردن و آتش زدن سوخت جهت رآکتورهای همجوشی (گداخت) هسته‌ای بکار می‌روند. نور اینک بصورت ابزار درآمده است و، در کاربردهای نظامی، یک اسلحه شده است.

۱ ـ گسیل القائی

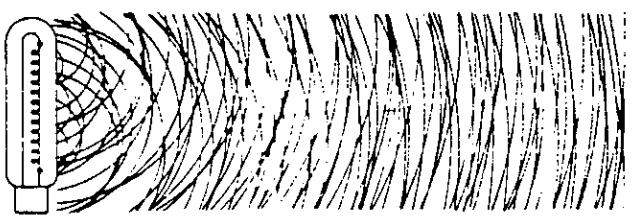
نور بوسیله الکترونهائی که در اتمهای منبع نورند گسیل می‌شود. بطوری که می‌دانیم الکترونها در اتم فقط می‌توانند در بعضی از مدارهای انتخابی، کوانتومی شده، حرکت کنند. تا مدّتیکه الکترون در یکی از این مدارها می‌ماند، نور گسیل نمی‌دارد. ولی همینکه الکترون از یک مدار به مدار کوچکتر می‌پرد یک بسته نور، یا فوتون،گسیل می‌دارد که انرژی آن برابر با اختلاف انرژی بین دو مدار است (شکل ۱).



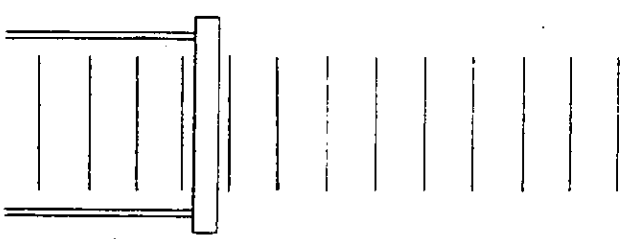
شکل ۱ ـ الکترون در یک اتم وقتی نور گسیل می‌دارد که پرش کوانتومی کند.

در منبع نور معمولی، مانند یک لامپ، اتمها بطور مستقل نور خود راگسیل می‌دارند. اتم در اثر برخوردهای حرارتی متحمل ضربت‌هائی می‌شود و این ضربت‌ها سبب تحریک یک یا چند الکترون و جهش آنها از مدارهای پائینتر به مدارهای بالاتر می‌گردد. پس از زمانی که غیرقابل پیشگویی است، الکترون خودبخود به جای اوّلش برمی‌گردد و یک یا پالس نور گسیل می‌دارد. چون اتمها بطور درهم وبرهم نور گسیل می‌دارند، نوری که از یک لامپ معمولی گسیل می‌شود ترکیب درهمی از موجهای مختلف بسیاری است که جهت‌های انتشار خاص و روابط فازی ویژه‌ای ندارند (شکل ۲ ـ الف). به‌طور متوسط، شدّت کل نور برابر مجموع شدّتهای مربوط به سهم هریک از اتمها است؛ بنابراین، شدّت کل متناسب با تعداد اتمها است.

در لیزر اتمها نور خود را بطور هماهنگ گسیل می‌دارند. الکترونها در اتمهای مختلف یا در یک زمان یا با اختلاف زمانی برابر یک یا چند پریود نوسان موج نور به مدار پائین‌تر می‌پرند. علاوه‌براین الکترونها امواج نور خود را در یک جهت گسیل می‌دارند. نتیجه آنکه نور ساطع شده از یک لیزر، ترکیبی همدوس (کوهرنت[1]) از امواج است (شکل ۲ ـ ب).



الف — لامپ معمولی



ب — لیزر

شکل ۲ ـ الف) امواج نور گسیل شده از یک لامپ معمولی
ب) موج نور گسیل شده از لیزر.

همهٔ موجهای نور از اتمهای مختلف همفازند ـ موج نور متعلق به هر اتم قلّه به قله با موجهای نور متعلّق به اتمهای دیگر ترکیب می‌شود. بنابراین، دامنه کل متناسب با تعداد اتمها است، و شدت کلّ متناسب با مجذور تعداد اتمهاست. چون تعداد اتمها حتی در یک منبع نور کاملاً کوچک بیش از 10^{11} است، گسیل همدوس از این اتمها می‌تواند بسیار شدیدتر از گسیل غیرهمدوس باشد.

چیزیکه الکترونها را در اتمهای مختلف در یک لیزر همگام نگه می‌دارد پدیده **گسیل القائی**[2] است. در نظر بگیرید که الکترون تحریک شده‌ای در یکی از اتمها به مدار پایینتر خود پرش کند و یک موج نور رها سازد. همینکه این موج از اتم دیگری که آنهم الکترون تحریک شده دارد عبور کند الکترون را آهسته تکان می‌دهد؛ این سبب می‌شود الکترون حالت تشدید پیدا کند و هماهنگ با موج فرودی پرش نماید بجای اینکه منتظر بماند که خودبخود پرش کند. عبور این موج نور، گسیل یک موج نور اضافی همدوس (کوهرنت) را برمی‌انگیزد.

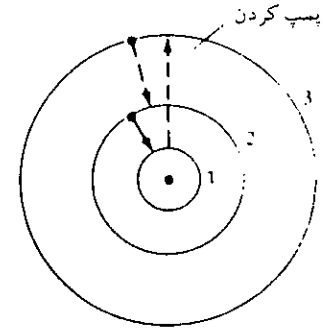
سازوکار (مکانیسم) پشت سر این فرایند را نظریهٔ کوانتومی به کار می‌گیرد و ما نمی‌توانیم در اینجا جزئیات آنرا عرضه کنیم، ولی ثابت می‌شود که موج اضافی در همان جهت موج اولیه منتشر می‌شود و با آن همفاز است. بنابراین دو موج بطور سازنده با هم ترکیب می‌شوند و گسیل بیشتر از پیش امواج از اتمهای تحریک شده دیگر را القاء می‌کند. این فرایند برخی از خصوصیات واکنش زنجیری را دارد: هرگاه یک اتم تحریک شده به گسیل نور ملحق شود، این اتم موج را تقویت می‌کند و در نتیجه احتمال اینکه اتمهای تحریک شده باقیمانده نیز به گسیل نور ملحق شوند افزون می‌گردد.

کلمهٔ Laser از اول حروف کلمات

Light amplification by stimulated emission of radiation

درست شده است و به معنی «تقویت نور به وسیلهٔ گسیل القائی تابش» است. از بحث بالا آشکار می‌شود که کلید عمل یک لیزر، وجود اوّلیه تعداد زیادی از اتمها به هیأت تحریک شده است. این کیفیت **وارون سازی جمعیت**[3] نامیده می‌شود زیرا تحت شرایط عادی، اتمها مایلند که در هیأت تحریک نشده قرار گیرند. در حقیقت، در لیزر بایستی اتمهای بیشتری در هیأت تحریک شده باشند تا در هیأت تحریک نشده ـ وگرنه موج نور بجای اینکه بوسیله گسیل القائی انرژی کسب کند، در اثر جذب القائی انرژی از دست می‌دهد. یک روش برای دستیابی به وارون سازی جمعیت لازم، استفاده از درخش (فلاش) شدید نور (معمولی) است تا اینکه الکترونها را به مدارهای تحریک نشده بالا ببرد. این کار **پُمپ کردن اپتیکی**[4] نامیده شده است. متأسفانه فلاش نور که الکترونها را ببالا در مدار تحریک شده‌ای پمپ می‌کند می‌تواند آنها را به مدار پایین نیز پمپ کند؛ بنابراین پمپ کردن مستقیم به مدار تحریک

شده ایجاد وارون سازی جمعیت نمی‌کند. این مسأله را می‌توان با مجبور کردن الکترون به پرش به بالا از طریق یک مسیر غیرمستقیم حل کرد: الکترون ابتدا به مدار تحریک شده بالاتری پرش می‌کند سپس خودبخود به مدار تحریک شده پائین‌تری می‌پرد و در آنجا مدتی در انتظار گسیل القائی می‌ماند (شکل ۳).عمل لیزری وقتی شروع می‌شود که تعداد زیاد کافی الکترون در این مدار تحریک شده پائین‌تر جمع شود.

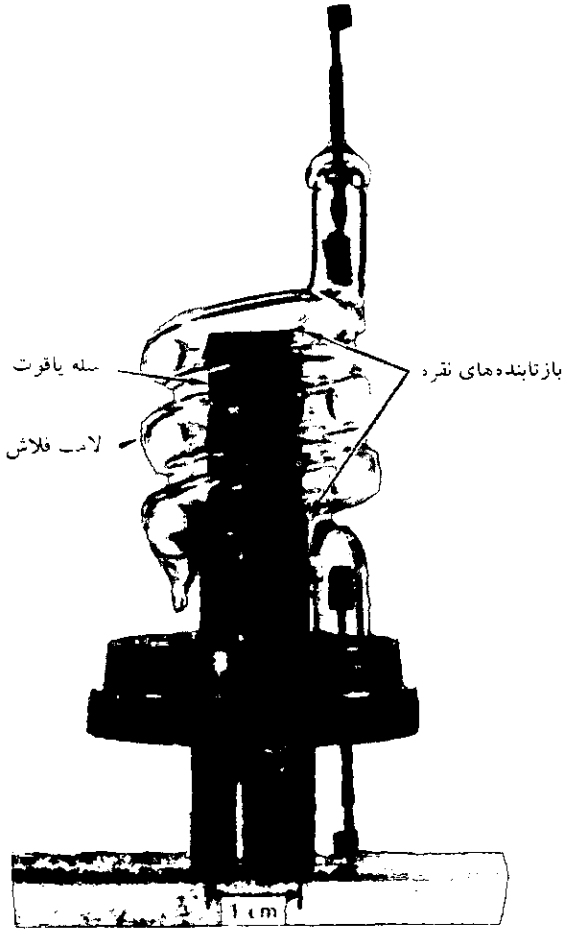


شکل ۳ ـ پرش الکترون به بالا و پائین در اثری که تحت اثر پمپ کردن اپتیکی قرار می‌گیرد. یک درخش نور الکترون را از پائینترین مدار (۱) به مدار برانگیخته (۳) بالا می‌برد. الکترون از آنجا خودبخود به مدار کمتر برانگیخته (۲) می‌پرد. عمل لیزری بین این مدار و پائین‌ترین مدار صورت می‌گیرد.

اصول اساسی نظری به‌کار رفته در عملکرد لیزر نخستین بار توسط تاونز (C.H. Townes) و شوالو (A.L. Schawlow) منتشر شد. کشف پیشین تولید میکروموجهای همدوس در میزر، که وسیله‌ای نظیر لیزر ولی عمل‌کننده در امواج رادیوئی است نه در امواج نور، موجب پیدایش اندیشه‌های آنان در تولید نور همدوس شد[*].

۲ ـ لیزرها

نخستین لیزری که بر طبق اصول پیش‌گفته طرحریزی شد **لیزر یاقوت**[۵] بود. این لیزر در ۱۹۶۰ میلادی توسط می‌من (T.H. Maimak) ساخته شد (شکل ۴). در این نوع لیزر، که اکنون هم متداول است، نور لیزری در یک بلور استوانه‌ای شکل طویل از جنس یاقوت مصنوعی تولید می‌شود. بلور محتوی کورندم (اکسیدی از آلومینیوم) و مقدار کمی کروم، بصورت ناخالصی، است. رنگ سرخ یاقوت بواسطه همین ناخالصی است. در لیزر یاقوت، فقط اتمهای کروم نور لیزری گسیل می‌دارند. بلور توسّط یک لامپ درخش (فلاش) احاطه شده است (شکل ۴) تا الکترونها را در این اتمها به مدارهای تحریک شده‌شان پمپ



شکل ۴ ـ لیزر یاقوت می‌من (Maiman)

---

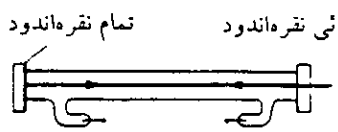
* چارلز تاونز (Charles H.Townes ۱۹۱۵-) و آرتور شوالو (Arthur L.Schawlow ۱۹۲۱-) فیزیکدانان امریکایی. تاونز در ۱۹۶۴ به اتفاق الکساندر پورچورف (Alexander M.Prochorov) و نیکلایی بازوف (Nicolai G.Basov) فیزیکدانان روسی به‌خاطر کشف میزر (maser) جایزه نوبل دریافت کردند. شوالو در ۱۹۸۱ به‌خاطر کارش روی لیزرها به دریافت جایزهٔ نوبل نائل شد.

کند؛ نور بسیار شدید حاصل از این لامپ درخش انرژی لازم را برای پرش اولیه الکترونها به اتراز انرژی ا بالا فراهم می‌سازد. نخستین الکترونی که درگیر در گسیل خودبخودی نور شود، گسیل القائی نور بوسیله الکترونهای دیگر را براه می‌اندازد.

برای حصول اطمینان از اینکه تمام، یا تقریباً تمام اتمهای تحریک شده در گسیل القائی شرکت دارند، بهتر اینست که موج نور چندین‌بار از میلهٔ یاقوت بگذرد بطوری‌که اتمهای تحریک شده‌ای که در عبور بار اوّل نتوانسته‌اند در گسیل القائی شرکت کنند در عبورهای بعدی شرکت نمایند. برای این منظور، دو سر میله را بطور تخت پرداخت و نقره‌اندود می‌کنند تا آنها را بصورت آینه درآورند. یکی از دو سر فقط بطور جزئی نقره‌اندود می‌شود تا نور بتواند نهایتاً از آن رد شود. بازتابشهای مکرّر به جلو و عقب عمل لیزکردن (lasing) را برای موجهای نوری که درست موازی محور میله گسیل می‌شوند و طول موجی دارند که درست تعداد صحیحی از آن در طول میله جای می‌گیرد، بطور مؤثّری تشدید می‌کند. میله برای چنین موجهای نوری در حکم یک کاواک (حفره) تشدیدکننده است که در یکی از مُدهای عادیش نوسان می‌کند. موج نور در این کاواک موجی ایستاده است و گسیل القائی بوسیلهٔ اتمهای تحریک شده، بیشتر و بیشتر انرژی به این موج ایستاده می‌دهد. قدری از موج از آن سر میله که بطور جزئی نقره‌اندود شده است، به خارج نشت کرده و باریکهٔ خارجی قابل استفادهٔ لیزر را تشکیل می‌دهد. اتمهای کروم در یاقوت با طول موجی برابر یکی از طول موجهای متعدد بین ۶۹۳۰ تا ۷۰۰۰ انگستروم در قسمت سرخ طیف، نور لیزری ایجاد می‌کنند. باریکه خروجی اصولاً «تک راستا» است زیرا از امواج نوری که درست موازی محور میله سیر می‌کنند نشأت می‌گیرد. باریکه لیزر نوعاً با گسترش زاویه‌ای یک دقیقه قوسی یا کمتر منتشر می‌شود.

این باریکه از لیزر یاقوت بصورت تپ (پالس) خارج می‌شود که دوام آن مادامی است که اتمها به حالت تحریک شده در میله می‌مانند، یعنی حدود 10^{-3} ثانیه. وقتی اتمها به حالت عادی برگشتند باید دوباره با درخش جدید توسط لامپ درخش پمپ شوند. تمرکز توان در یک توالی از تپهای (پالسهای) کوتاه مدت نور لیزری، برای پاره‌ای از تحقیقات درباره اثر نور شدید بر مادّه بسیار مفید است. لیزرهای شیشه‌ای نئودیمیوم[6] که برای آزمایشهای همجوشی گرما ـ هسته‌ای ساخته شده‌اند، تپهای کوتاه مدت 10^{-12} ثانیه، با بیشینه توان 10^{9} کیلووات تولید می‌کنند.

با وجود این، برای بسیاری از کاربردهای دیگر ساختن لیزرهائی با خروجی پیوسته نور لازم است. بدیهی است، این ایجاب می‌کند، که بطور متوسط، الکترونها در اتمها به مدارهای تحریک شده به همان میزان پمپ شوند که بواسطه گسیل القائی بحالت عادی پرش می‌کنند. متداولترین لیزر مورد استفاده با خروجی پیوسته نور، **لیزر هلیوم ـ نئون**[7] است. این لیزر تشکیل شده است از: یک لوله شیشه‌ای محتوی مخلوطی از هلیوم و نئون در فشار پائین، دو آینه یکی نقره‌اندود و دیگری بطور جزئی نقره‌اندود در دو سر لوله، و نیز دو الکترود (شکل ۵).



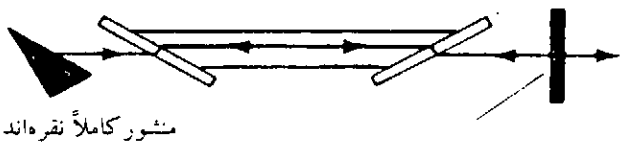
شکل ۵ ـ طرح ساده لیزر هلیوم ـ نئون محلهای اتصال الکترودها به ولتاژ قوی یک منبع برق‌رسانی متصل می‌شوند.

تولید نور لیزری مربوط به نئون است. هلیوم صرفاً برای پمپ کردن نئون است. وقتی که الکترودها به ولتاژ قوی یک منبع برق‌رسانی متّصل شوند جریانی از الکترونها در لوله برقرار می‌شود این الکترونها به اتمهای هلیوم برخورد می‌کنند و الکترونهای اتمی آنها را به مدارهای تحریک شده پرت می‌کنند. اتمهای تحریک شدهٔ هلیوم نیز به نوبهٔ خود به اتمهای نئون برخورد می‌نمایند. در چنین برخوردی بسیار محتمل است که اتم هلیوم اضافه انرژی درونی خود را به اتم نئون منتقل کند. این عمل، الکترون درون «اتم» نئون را به مدار تحریک شده‌ای که برای گسیل القائی مناسب است پمپ می‌کند. اتمهای نئون نور لیزری بطول موج ۶۳۲۸ آنگستروم (نور سرخ) و چند طول موج در ناحیه فروسرخ طیف تولید می‌کنند. (چندین روش فنّی برای محدود کردن عمل لیزری به گسیل فقط یک طول موج وجود دارد؛ نمونه آنرا در قسمت بعد ببینید).

لیزری که قابلیت تولید توان خروجی بسیار زیاد دارد **لیزر دی‌اکسید کربن ـ نیتروژن**[8] است. این لیزر به همان طریقه لیزر هلیوم ـ نئون کار می‌کند ـ مولکولهای دی‌اکسید کربن نور لیزری

تولید می‌کنند و مولکولهای نیتروژن به آنها انرژی منتقل می‌نمایند. این نوع لیزرها به آسانی قادرند توان پیوسته ۱۰KW تحویل دهند. ولی به روش پالسی هم می‌توانند با توان بیشتری که در پالسهای بسیار کوتاه مدت متمرکز است عمل کنند. لیزر دی‌اکسید کربن پرتوهای فروسرخ نامرئی با چندین طول موج گسیل می‌دارد ولی هیچ نور مرئی نمی‌دهد. توان زیاد و بازدهی نسبتاً بالائی (تقریباً ۳۰٪) که از این لیزر بدست می‌آید بیشتر ناشی از طول موج بلند پرتو فروسرخی است که گسیل می‌دارد. در مدت گسیل نور لیزری از یک مولکول، پرش انرژی به سمت پایین کوچک است، و بهمان نسبت جهش انرژی به سمت بالا هم در مدت پمپ کردن کوچک است. سازوکار (مکانیسم) پمپ کردن می‌تواند این کوانتومهای کم‌انرژی را آسانتر از کوانتومهای پرانرژی لازم برای لیزرهائی که با نور مرئی بطول موج کوتاهتر عمل می‌کنند تهیه نماید.

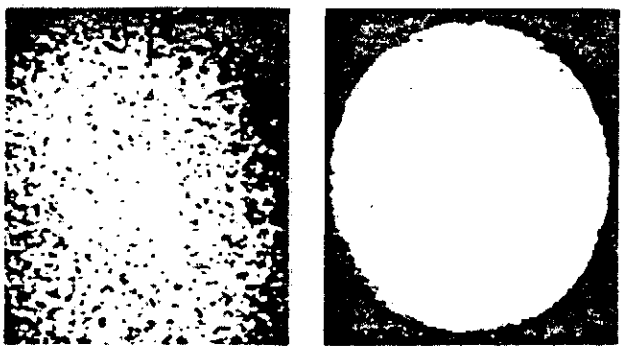
کاواک تشدید لیزر یاقوت، یا لیزر هلیوم ـ نئون، و یا لیزر دی‌اکسید کربن دارای مُدهای نوسانی عادی متفاوت بسیار زیاد است و، بدون اتّخاذ تدابیر خاص، اتمها بطور همزمان در همهٔ مُدهای عادی که بسامدهایشان با بسامدهای نور حاصل از جهشهای حالات تحریک شده موجود تطابق دارند نور لیزری تولید می‌نمایند. این بدان معنی است که نور خارج‌شونده از لیزر مخلوطی از چند رنگ است. برای بدست آوردن نور کاملاً تکرنگ، باید یک اسباب انتخابی خاص به لیزر متّصل شود. شکل ٦ یکی از این اسبابها راکه می‌توان برای این منظور بکار برد نشان می‌دهد. انتهای عقبی لوله لیزر شفاف نگهداشته شده و منشوری که یک وجهش نقره‌اندود است در فراسوی آن قرار داده شده است. منشور پرتوهای دارای رنگهای مختلف رابه زاویه‌های متفاوت می‌شکند. وقتی که نور چندرنگ از لیزر به درون منشور نفوذ می‌کند فقط یکی از پرتوها، با رنگ انتخابی، تحت زاویه قائمه به وجه نقره‌اندود برخورد کرده و به داخل لیزر بازتابیده می‌شود. بنابراین [تشکیل] امواج ایستاده تنها از یک رنگ انتخابی امکان‌پذیر است و نور لیزر فقط با این رنگ بوجود خواهد آمد. باریکه لیزر خروجی هم کاملاً تکرنگ خواهد بود. یادآور می‌شود که با چرخاندن منشور به اندازه زاویه معین، می‌توانیم رنگ متفاوتی برای لیزکردن انتخاب کنیم. این اساس لیزرهای کوک شونده است که نور با رنگ قابل تعدیل (میزان کردنی) تولید می‌کنند.



شکل ٦ ـ لیزر با یک منشور برای انتخاب یک رنگ

اگر نور لیزر سطح اندکی ناصاف ـ مانند دیوار اتاق یا ورق کاغذ ـ را روشن کند، لکه نور روی این سطح دانه دانه دیده می‌شود، چنین بنظر می‌رسد که خالهای روشن و خالهای تاریک دارد. این کیفیت را **اثر خال خالی**[9] نامیده‌اند (شکل ۷). بی‌نظمی ظاهری در روشنایی روی دیوار خطهای باصره است. باریکه لیزر تمام قطعه سطح را بطور یکنواخت روشن می‌کند، ولی نقاط کوچک نامنظم این سطح، نور را با قدری اختلاف فاز بازمی‌تابانند. بنابراین، نور فرودی یک موج مسطّح یکنواخت است ولی نور بازتابیده حاصل بر همنهی موجهای کروی بسیار با اختلاف فازهای اندک است. وقتی این امواج به شبکیه چشم یا به صفحه عکاسی می‌رسند، بطور سازنده یا بطور مخرّب تداخل می‌کنند و خالهای روشن و تاریک می‌سازند.

ضمناً، مستقیم نگاه کردن در باریکه لیزر، ممکن است به



ب الف

شکل ۷ ـ لکه روشن حاصل از باریکه نور روی یک سطح همتی:
الف) ـ نور معمولی از قوس جیوه
ب) ـ نور لیزری از لیزر هلیوم ـ نئون

چشم آسیب برساند. بدیهی است این خطر در مورد لیزرهای پر توان که قادرند در اثر حرارت در فلزات سوراخهائی ایجاد کنند آشکار است، امّا خطر حتّی در مورد لیزر کوچک میلی‌واتی هم که معمولاً در آزمایشهای اپتیکی بکار می‌رود وجود دارد. زیرا عدسی چشم می‌تواند باریکه لیزر را تنها روی یک نقطه از شبکیه متمرکز کند و در این صورت برای ایجاد سوختگی در شبکیه نیاز به توان بسیار زیاد نخواهد بود.

۳ ـ پاره‌ای از موارد کاربرد لیزر

نور لیزری به سبب جهت‌مندی (directionality)، شدت، رنگ خالص، و همدوسی مورد استفاده است. کاربردهای نور لیزری بهره‌برداری از یک یا از چندتا از این ویژگیهاست.

متّاحی و اندازه‌گیری فاصله‌ها ـ باریکه لیزری به علت جهتمندی تیز خود، ابزار راحتی برای ترسیم خطوط راست در طول فاصله‌های زیاد است. روش سنّتی و خسته کننده برای انجام این کار عبارتست از قرار دادن یک ردیف نشانه‌ها در طول خط دید دوربین متاحی. اگر لیزر را بجای دوربین قرار دهیم، می‌توانیم نشانگذارهای پرزحمت را حذف کنیم زیرا باریکه لیزر خودبخود می‌تواند بجای نشانگذار بکار رود. مثلاً برای حفر یک سنگر مستقیم افقی، می‌توانیم باریکه لیزر را موازی سطح زمین برقرار سازیم و در راستای آن اقدام به حفر کنیم. عمق سنگر را می‌توانیم از تقاطع باریکه با یک متر چوبی قائم که در کف سنگر قرار می‌گیرد معین نمائیم. باریکه‌های لیزری را به طور مشابهی می‌توان در موقع ساختن هواپیماها و کشتی‌های بزرگ برای رسیدگی به تنظیم ردیف‌سازی تیرهای سرتاسری و اسکلت‌های ساختمانی آنها بکار برد.

تپ‌های (پالسهای) لیزری در فاصله‌یابی، بویژه برای منظورهای نظامی بکار می‌روند. فاصله‌یاب از لیزر و یک آشکارساز نور تشکیل می‌شود که هر دو به یک اسباب زمان‌سنجی متصلند. لیزر یک تپ (پالس) کوتاه نوری بسوی هدف میفرستد و هدف قسمتی از این تپ را بازمی‌تاباند. زمان سیر این رفت و برگشت، فاصله را معیّن می‌کند. این روش با موفقیت جالب توجّهی در تعیین دقیق فاصله زمین و ماه بکار رفته است. فضانوردان دو اپولوی ۱۱ و ۱۴ در مدت مأموریتهایشان بازتابنده‌های نبشی روی سطح ماه نصب کردند (شکل ۸).

شکل ۸ ـ بازتابنده نبشی که توسط فضانوردان آپولو ۱۴ در سطح کره ماه قرار داده شده است.

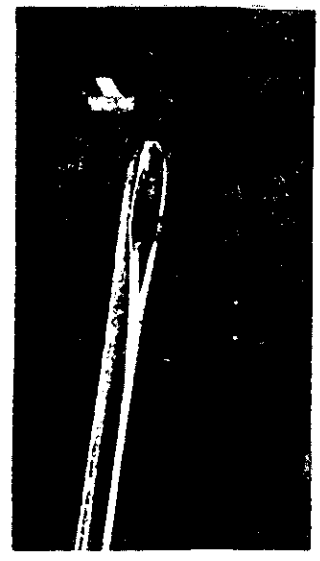
پالسی از یک لیزر پرقدرت بوسیله یک تلسکوپ از رصدخانه مک‌دونالد، تکزاس، بر روی یکی از این بازتابنده‌ها هدف‌گیری شد. وقتیکه این پالس به ماه رسید اثر سطحی به قطر سه کیلومتر گسترده شده بود، ولی نور به اندازه کافی بسوی زمین بازتابیده می‌شد تا بوسیله لامپ فتوالکتریک حساس آشکار شود.

ارتباطهای نور ـ موجی

می‌دانیم پالسهای نوری می‌توانند براساس بازتابش کلّی از درون تارهای شیشه‌ای باریک و طویل سیر کنند. اگر صدای آوای انسان بصورت یک رشته پالسهای نور کُدبندی شود، آنگاه این تارهای اپتیکی می‌توانند برای انتقال دادن مکالمات تلفنی بکار روند. در این نوع تأسیسات تلفنی تجاری، پالسهای نوری یا بوسیلهٔ دیودهای لیزری کوچک و یا بوسیلهٔ دیودهای گسیل‌دارنده نور ایجاد می‌شوند. نور لیزری به مراتب تکرنگ‌تر از نور دیود است، و این یک مزیّت است زیرا به حفظ کردن شکل پالسهای نور کمک می‌کند. اگر پالس نوری که مشتمل بر مخلوطی از رنگهاست در طول یک تار اپتیکی

فرستاده شود، پاشندگی محیط سبب خواهد شد که رنگهای با طول موج کوتاه عقب و رنگهای با طول موج بلند جلو بیفتند. این «کیفیت» منجر به گسترده شدن پالس خروجی شده و آنرا نامشخص می‌سازد. اثر گسترده شدن برای نور لیزر حدود ۱۰ بار کمتر از این اثر برای نور دیود است.

لیزرهائی که پالسها را برای چنین تأسیسات تلفنی ایجاد می‌کنند قطعات حالت جامدی هستند که از ساندویچ نیمرسانا، تقریباً به ابعاد دانه شن، ساخته می‌شوند (شکل ۹)؛ توان آنها در حدود ۰/۵ میلی وات است. در یک خط تلفنی اپتیکی هر لیزر $۱۰^{۷} \times ۵$ پالس در ثانیه، در تار اپتیکی مربوط به خود خوراک می‌دهد. این خوراک کافیست ۶۷۲ مکالمه تلفنی یکراه را به رمز تبدیل کند.



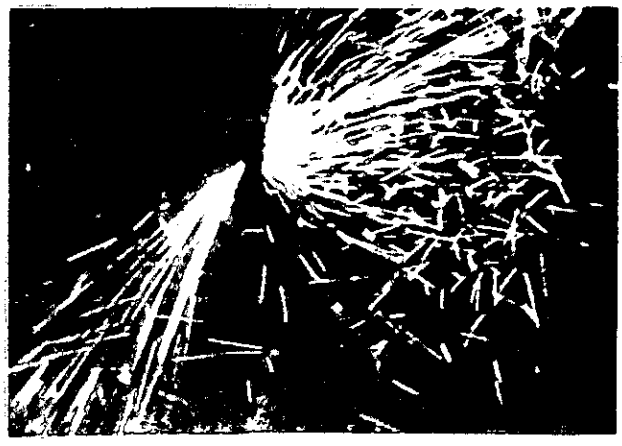
شکل ۹ ـ لیزر حالت جامد

لیزر بعنوان مشعل

در بسیاری از کاربردها، از تمرکز زیاد انرژی در نور لیزر برای ذوب کردن، جوش دادن، بریدن، یا بخارکردن مواد استفاده می‌شود. در کاربردهای صنعتی لیزر دی‌اکسیدکربن با توان چند کیلو وات مشعل جوشکاری غالی است. این مشعل دارای سرعت جوشکاری بالائی است، به فلز پرکننده جوشکاری نیاز ندارد یا کم نیاز دارد، و اتّصالهائی با کیفیت عالی به عمل می‌آورد. شکل ۱۰ یکدستگاه جوشکاری لیزری را در خدمت یک کارخانه خودروسازی نشان می‌دهد.

شکل ۱۰ ـ ماشین جوش‌کاری (روبات) لیزری در یک خط کارخانه خودروسازی.

لیزرهای پرتوان نیز برای ایجاد سوراخ در مواد بسیار سخت مانند فولاد بکار می‌روند (شکل ۱۱). در صنعت لباسدوزی، باریکه‌های لیزر اکنون برای برش یک ضرب الگوها در دسته‌های چند صدتائی لایه‌های پارچه بکار می‌روند.



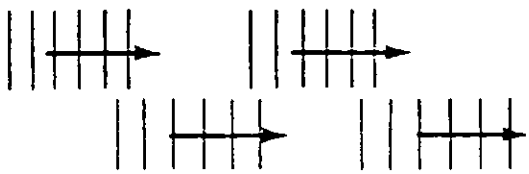
شکل ۱۱ ـ باریکه لیزر در حال بریدن ورقه ضخیم فولاد.

در پزشکی، چندین سال است که لیزرها برای جرّاحی چشم مورد استفاده قرار گرفته‌اند. یک باریکه لیزر که از میان عدسی (شفاف) چشم قراول رفته و روی شبکیه چشم متمرکز شده باشد می‌تواند قطعه جداشده‌ای از شبکیه را در جای اصلی خودش «جوش بدهد». در بعضی از عملیات دیگر جرّاحی باریکه لیزر را می‌توان همچون چاقوی جرّاحی بکار برد؛ این مخصوصاً برای عملیّات جرّاحی روی بافتهای پرخون، مانندکبد جائیکه در آن عمل سوزاندن یا انعقاد بلافاصلهٔ بافتها بوسیله باریکه لیزر از خونروی زیاد جلوگیری می‌کند، مناسب است.

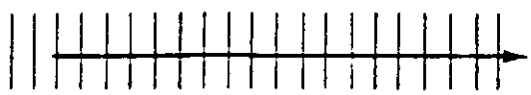
تداخل‌سنجی لیزری

لیزرها چشمه‌های عالی نور برای آزمایشهای تداخل هستند. می‌دانیم در آزمایش تداخل امواج نور، وقتی یک چشمه نور معمولی برای روشن کردن شکافها یا سوراخها بکار می‌رود باید گرداگرد چشمه نور حفاظی دارای یک سوراخ ریز قرار داده شود تا از مجموعهٔ درهم بر هم موجهای حاصل از چشمه نور امواج نوری تک راستا برگزیده شود. این، در واقع، موجب کاهش مؤثّر شدت نور می‌شود. نور لیزر از ابتدا یک راستای دقیقاً معیّن دارد و به سوراخ ریز نیازی نیست.

در یک تداخل‌سنج، مانند تداخل‌سنج مایکلسن، مزیّت بزرگ نور لیزر همدوسی آن در مقیاس بزرگ است. باریکه نور معمولی، حتّی موقعیکه در یک راستا برگزیده شود فقط در طول چند متر همدوس است. زیرا تک‌تک قطارهای موج نور که از تک‌تک اتم‌ها گسیل شده‌اند فقط دوروبر آن چند متر هستند. بنابراین، قسمتهائی از باریکه نور که بیش از چند متر با هم فاصله داشته باشند مرکّب از موجهائی هستند که از اتمهای متفاوت حاصل می‌شوند؛ این موجها همدوس نیستند ـ آنها روابط فازی منظمی ندارند و الگوهای تداخلی را تشکیل نخواهند داد (شکل ۱۲ ـ الف). وقتی یک باریکه نور بوسیله آینه نیمه نقره‌اندود |در تداخل‌سنج| به دو باریکه تقسیم می‌شود، آن دو باریکه فقط در صورتی الگوهای تداخلی را آشکار خواهند ساخت که هر قسمت تا محلّی که دوباره با هم ترکیب می‌شوند تقریباً یک فاصله را بپیماید، زیرا تنها در این صورت است که پالس موج یک اتم معین می‌تواند با خودش تداخل کند. از طرف دیگر، در باریکه نور یک لیزر همهٔ موجها همدوسند و تمام باریکه، یک موج همدوس واحد است (شکل ۱۲ ـ ب). بنابراین هر قسمت از قطار موج وقتی با قسمت دیگر بهم‌آمیزند |الگوی| تداخل را نشان خواهند داد.



الف



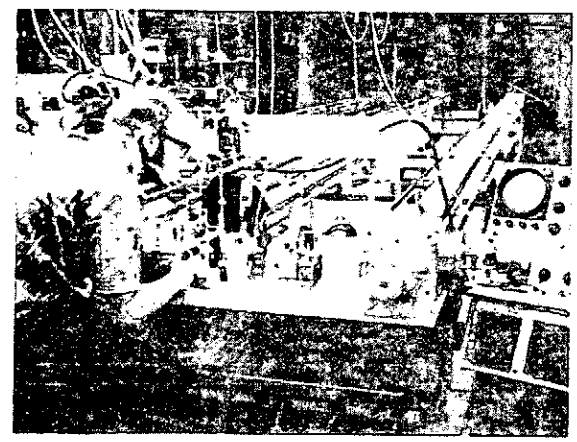
ب

شکل ۱۲ ـ الف) امواج نور حاصل از اتمهای متفاوت همدوس نیستند.
ب) امواج حاصل از لیزر همدوسند.

نور لیزرهای معمولی تقریباً تکرنگ است، ولی نه کاملاً تکرنگ، زیرا حرکت گرمائی اتمهای گسیل‌دارنده به نور یک جابجائی دوپلری افتان و خیزان می‌دهد. برای حذف کردن یا کاهش دادن این جابجائیهای دوپلری، دانشمندان **لیزرهای پایدار**[10] را توسعه داده‌اند که در آنها یک اسباب پس‌خوران (فیدبک) طول موج را کنترل و نظارت می‌کند. این نوع لیزر را می‌توان بعنوان استاندارد عالی طول و همچنین فرکانس بکار برد.

لیزرهای پایدار در به اجرا درآوردن تعریف جدید متر بکار رفته‌اند. برای این منظور، فرکانس نور لیزر باید برحسب فرکانس ساعت اتمی سزیوم که بعنوان استاندارد زمان بکار می‌رود اندازه‌گیری شود. پس طول موج لیزر را می‌توان با ضرب کردن عکس فرکانس آن در مقدار استاندارد سرعت نور که در تعریف متر مشخص شده است، یعنی
$C = ۲/۹۹۷۹۲۴۵۸ \times ۱۰^{۸}\ m/s$، حساب کرد. با وجود این، مشکل است فرکانس نور لیزر را با دقّت اندازه گرفت: حتی فرکانس لیزری با طول موج بزرگ (لیزر فروسرخ) چندین مرتبه بالاتر از فرکانس ساعت سزیوم است، و بنابراین مقایسه مستقیم

غیرممکن است. دانشمندان در دفتر استانداردهای ملی [امریکا]، با بکاربردن چند جفت لیزر با فرکانسهای مختلف و بهره‌وری زیرکانه از زنشها (ضربانها) و فرکانسهای هماهنگ ایجاد شده در موقعیکه امواج نور به آشکارسازهای مناسب نور (دیودها) می‌رسیدند، بر این مانع غلبه کردند. آنان بوسیله رشته‌ای از چهارجفت لیزر (شکل ۱۳) توانسته‌اند ردیف فرکانسها را از ساعت اتمی سزیوم تا یک لیزر پایدار متان گسترش دهند، و بدین وسیله فرکانس نور لیزر را تا نُه رقم معنی‌دار معین کنند.



شکل ۱۳ ـ چند لیزر که در دفتر استانداردهای ملی برای مقایسهٔ دقیق فرکانسها بکار رفته‌اند.

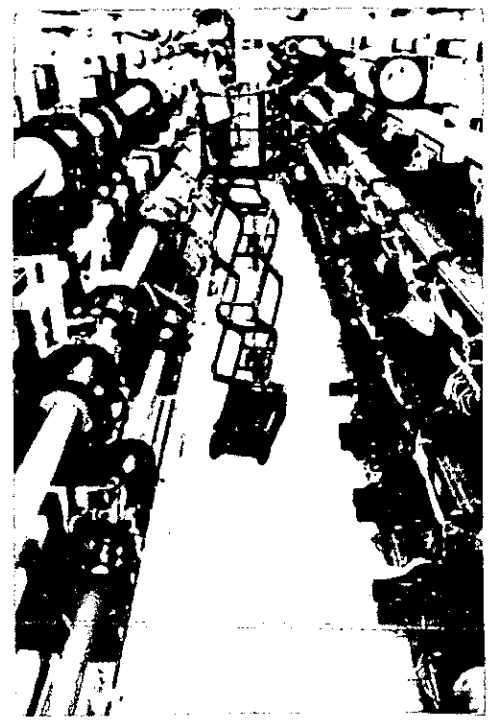
طیفنمائی لیزری

تکمیل و توسعه لیزرهای کوک شدنی[11] منجر به پیشرفتهای جالب‌توجّهی در طیفنمائی شده است. لیزرهای کوک شدنی که با ملکولهای رنگهای آلی بکار می‌افتند که تعداد زیادی خطوط طیفی نزدیک بهم گسیل می‌دارند؛ هر یک از خطوط طیفی مشتمل برآمیزه‌ای از فرکانسهاست[**] و بنابراین تا حدّی با خطوط طیفی مجاور همپوشانی دارد. از اینرو، فرکانسهای قابل استفاده برای تولید نور لیزری در یک رنگ آلی، گستره پیوسته‌ای را فرا می‌گیرند و اسباب انتخاب‌کننده متصّل به لیزر ـ مانند منشور (شکل ۶) ـ می‌تواند برای کوک کردن لیزر بردی به هر فرکانس انتخابی در این گستره بکار رود. وقتیکه باریکه این لیزر به نمونه‌ای از اتمها برخورد کند، پرشهای کوانتومی تشدیدی براه می‌اندازد مشروط بر اینکه فرکانس نور لیزری با فرکانس یک خط طیفی این اتمها منطبق باشد. در اینصورت نور لیزری بشدّت جذب خواهد شد اگر، و فقط اگر، فرکانس آن با فرکانس یک خط طیفی اتمی منطبق شود؛ این کیفیّت، روش حسّاس و مناسبی برای اندازه‌گیری فرکانس خط طیفی است. یکی از مزیّت‌های بزرگ این روش آنست که با ترتیب دادن ماهرانه دو باریکه لیزر که در خلاف جهت هم از درون نمونه بگذرند ممکن است فقط در آن اتمهای نمونه که سرعتشان صفر است بطور انتخابی جذب براه انداخت. این‌کار، جابجائی دوپلر راکه معمولاً در خطوط طیف جلوه‌گر می‌شود حذف می‌کند، و بنابراین امکان اندازه‌گیری بغایت دقیق فرکانسهای آنها را می‌دهد. اندازه‌گیری‌های اخیر فرکانسهای خطوط طیفی اتمهای ئیدروژن با این فنّ منجر به بهترین تعیین ثابت رید برگ[12] در بین سایر تعیینهای موجود شده است.

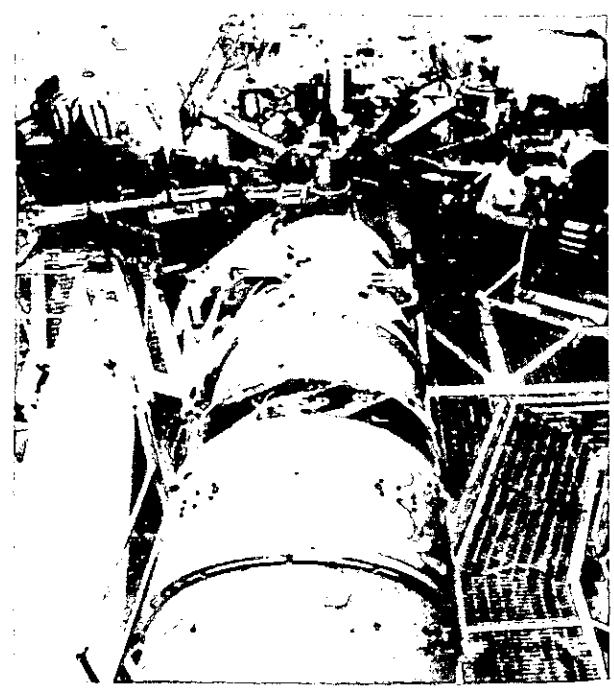
همجوشی لیزری[13]

پرتوان‌ترین لیزرها بقصد بیرون کشیدن انرژی از همجوشی گرما هسته‌ای[14] ئیدروژن سنگین (دوتریوم و تریتیوم) توسعه یافته‌اند. برخوردهای گرمائی شدید بین هسته‌های ئیدروژن سنگین در دمای 10^8 k، آنها را درهم ادغام و به هلیوم تبدیل می‌نماید. این واکنش مقدار زیادی گرما آزاد می‌کند[15]. در راکتورهای «لیزر ـ همجوشی» که اکنون در دست تکمیل هستند، گلولهٔ کوچکی از مخلوط دوتریوم و تریتیوم در اتاق سوخت می‌افتد که در آنجا باریکه شدید لیزر بسیار پرتوان بطور ناگهانی بر روی آن متمرکز می‌شود. ریزش ناگهانی انرژی نه تنها این ساچمه را تا 10^8 k گرم می‌کند، بلکه مغزه آنرا بهم می‌فشرد زیرا تبخیر ناگهانی لایه‌های بیرونی آن فشار زیادی ایجاد می‌کند، که سبب می‌شود این لایه‌ها به سمت خارج منفجر و به سمت داخل فشرده شوند. این عمل، چگالی مغزه را تا حدود ۱۰۰۰ برابر افزایش می‌دهد. دمای بالا و چگالی زیاد، واکنشهای گرما هسته‌ای را در داخل ساچمه برمی‌افروزد. این واکنشها در زمان کوتاهی ادامه می‌یابند، سپس ساچمه تکه‌تکه می‌شود.

** همهٔ خطوط طیفی شامل آمیزهٔ کوچکی از فرکانسها هستند، در رنگهای این آمیزه به‌طور استثنائی بزرگ است.



شکل ۱۴ ـ لیزرهای نئودیمیوم در آزمایشگاه لاورنس لیورمور.



شکل ۱۵ ـ اتاق هدف در آزمایشگاه لاورنس لیورمور. باریکه‌های لیزر در داخل لوله‌ها بسوی مرکز این اتاق متقارب می‌شوند.

بنابراین انرژی همجوشی در انفجاری بمقیاس کوچک، آزاد می‌شود ـ یعنی ساچمه همچون بمب ئیدروژنی کوچکی عمل می‌کند. تفاوت اساسی بین بمب ئیدروژنی و ساچمه در روش افروختن است: همجوشی در بمب ئیدروژنی بوسیله یک بمب اتمی افروزش می‌یابد، و حال آنکه در یک ساچمه توسط باریکه لیزر صورت می‌گیرد.

در آزمایشگاه لاورنس لیورمور[۱۱]، یک اسباب آزمایشی «لیزر ـ همجوشی» که شیوا[۱۷] نامیده می‌شود دارای ۲۰ لیزر نئودیمیوم است که بسوی یک اتاق هدف متمرکز شده‌اند (شکلهای ۱۴ و ۱۵). لیزرها کلاً توانی افزون بر ۲×۱۰^{۱۰} KW در یک پالس کوتاه تحویل می‌دهند. انرژی تابنده، به ساچمه دوتریوم ـ تریتیوم به قطر تقریبی ۰/۱ میلیمتر برخورد می‌کند. شکل ۱۶

شکل ۱۶ ـ بالونهای شیشه‌ای کوچک، یا میکروبالونها، پرشده از مخلوط دوتریوم ـ تریتیوم.

مقداری از این ساچمه‌ها را نشان می‌دهد؛ آنها بالونهای شیشه‌ای کوچکی هستند که از دوتریوم و تریتیوم تحت فشار زیاد پرشده‌اند؛ انرژی هر یک از آنها هم‌ارز انرژی یک شبکه نفت است. شکل ۱۷ تراکم یکی از ساچمه‌ها را نشان می‌دهد. اسباب شیوا قادر است انفجارهای گرما هسته‌ای در مقیاس کوچک براه اندازد، ولی انرژی خروجی پائین‌تر از انرژی ورودی موردنیاز لیزرهاست. لیورمور، اسباب تازه‌ای به نام نوا[18] با توان ۱۰ برابر بیشتر می‌سازد. انتظار می‌رود که این اسباب به مرحلهٔ سربه‌سر (موازنه) برسد ـ یعنی انتظار می‌رود انرژی خروجی انفجارها برابر انرژی ورودی لیزرها باشد. در واقع لازم است به فراسوی این نقطه رفت و همچنین لازم است وسایل فرعی ساخته شود که گرمای حاصل از همجوشی را به انرژی الکتریکی تبدیل کند.

دنباله دارد

شکل ۱۷ ـ تصویر پرتو X از یک ساچمه سوخت دوتریوم ـ تریتیوم که توسط پالس شدید نور لیزر شیوای لیورمور متراکم شده است. ساچمه به دمای 10^7K رسیده و در پرتو X خودش می‌درخشد. واکنشهای همجوشی در داخل ساچمه در حال رخ‌دادن هستند.

زیرنویس:

۱ ـ Coherent

۲ ـ Stimylated emission

۳ ـ Population inversion

۴ ـ Optical pumping

۵ ـ ruby laser

۶ ـ Neodymium

۷ ـ helium - neon laser

۸ ـ Carbon dioxide - nitrogen laser

۹ ـ Speckle effect

۱۰ ـ Stabilized lasers

۱۱ ـ tunable lasers

۱۲ ـ Rydberg Constant

۱۳ ـ laser fusion

۱۴ ـ Thermonuelear fusion

۱۵ ـ در شماره مسلسل ۳۰ ـ ۳۱ مجلّه رشد فیزیک، در مقاله پلاسما، جزئیات این واکنشها شرح داده شده است.

۱۶ ـ Lawrence livermore Laboratory

۱۷ ـ Shiva

۱۸ ـ Nova

مرجع:

Ohanian, Physics, Volume 2, Interlude L.

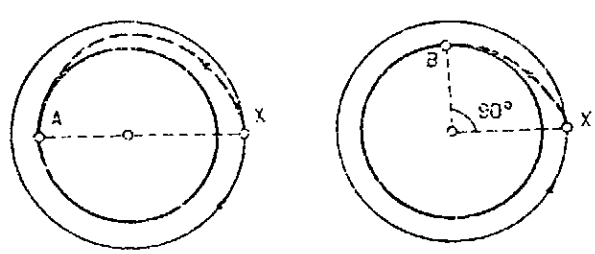
مسایل یازدهمین المپیاد بین‌المللی فیزیک

سال ۱۹۷۹ - مسکو - اتحاد جماهیر شوروی

نوشته پروفسور کونفالوی

ترجمهٔ دکتر منیژهٔ رهبر

مسالهٔ ۱ یک سفینهٔ فضایی به جرم m=۱۲ تن در ارتفاع h=۱۰۰ متری سطح ماه در یک مدار دایره‌ای حرکت می‌کند. برای رسیدن به سطح ماه، موتور جت سفینه در نقطهٔ x برای مدت کوتاهی روشن می‌شود. سرعت گازهای داغی که از آن خارج می‌شود نسبت به سفینه u=۱۰۰۰ متر بر ثانیه است. شعاع ماه R=۱۷۰۰ کیلومتر، شتاب سقوط آزاد در سطح ماه g=۱/۷ متر بر مجذور ثانیه است.
سفینه می‌تواند از دو راه به سطح ماه برسد. (رک شکل ۵۶):



شکل ۵۶

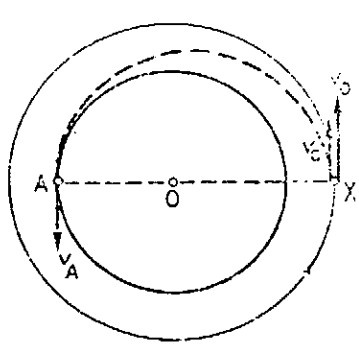
الف) سفینه می‌تواند در نقطهٔ A که در مقابل نقطهٔ x قرار دارد به سطح ماه فرود آید.
ب) سفینه پس از دریافت تکانه‌ای در جهت مرکز ماه در نقطهٔ x به طور مماس در نقطهٔ B با سطح ماه برخورد می‌کند.
مقدار سوخت لازم در هر مورد را محاسبه کنید.
حل- شتاب سقوط آزاد در سطح ماه $g \equiv GM/R^2$ (که در آن G ثابت گرانش عمومی و M جرم ماه است).
اگر سرعت اولیهٔ سفینه را با V_0 نشان دهیم داریم

بنابراین

$$v_0 = \sqrt{\frac{g R^2}{R+h}} = ۱۶۵۲ \text{ m/s}$$

الف) با کار موتور در جهت مخالف سرعت سفینه، سرعت آن از V_0 به V_a کاهش می‌یابد. در نتیجه سفینه به حرکت خود در مدار بیضی ادامه می‌دهد. نقاط انتهایی محور بزرگ بیضی A و X هستند (شکل ۵۷). سرعت در نقاط A و B به ترتیب V_A و V_B است. بنابر قانون دوم کپلر سرعت سطحی ثابت است، بنابراین

$V_A R = V_a(R+h)$ در نتیجه $v_A = \frac{R+h}{R} v_a$



شکل ۵۷

سرعت از V_a تا V_A افزایش می‌یابد. افزایش انرژی جنبشی متناظر با کاهش انرژی گرانشی است.

$$\frac{mv_A^2}{2}-\frac{mv_a^2}{2}=\frac{GmM}{R}-\frac{GmM}{R+h}$$

بنابراین

$$v_A^2-v_a^2=2GM=\frac{h}{R(R+h)}=\frac{2ghR}{R+h}$$
$$=0/3231\times10^6(m/s)^2$$

با استفاده از مقدار V_A که از قانون بقای تکانه بدست می‌آید داریم

$$v_a^2\left[\left(\frac{R+h}{R}\right)^2-1\right]=v_a^2\frac{h(2R+h)}{R^2}=\frac{2ghR}{R+h}$$

در نتیجه

$$v_a^2=\frac{2gR^3}{(R+h)(2R+h)}=2/65\times10^6\quad (m/s)^2$$

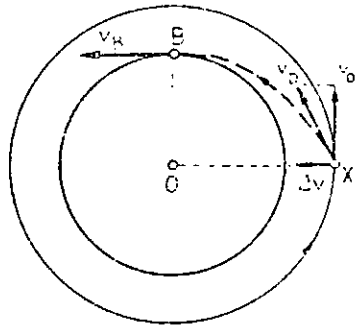
$$V_a=1628m/s \text{ و } V_A=1724m/s$$

با کار موتور در جهت مخالف باید سرعت را به مقدار زیر کاهش دهیم

$$\Delta v=V_0-V_a=24m/s$$

برای تعیین مقدار سوخت قانون تکانه را در چارچوب مرجع سفینهٔ فضایی می‌نویسیم (شکل ۵۹). جرم مادهٔ پرتاب شده

$$\mu=\frac{m\Delta v}{u+\Delta v}=28/7\ kg$$



شکل ۵۸

ب) جت باید در جهت شعاع به سمت خارج حرکت کند و در نتیجه سرعت Δv در جهت مرکز باید به سرعت اولیه v_0 اضافه شود (شکل ۵۸). سرعت سفینه فضایی برابر خواهد بود با

$$v_b=\sqrt{v_0^2+\Delta v^2}$$

سفینهٔ فضایی به حرکت خود بر روی مدار بیضی (هذلولی، سهمی) ادامه می‌دهد. رأس مقطع مخروطی B و کانون آن O است و V_b در نقطه x بر مدار مماس است. Ox پارامتر مقطع مخروطی می‌باشد. سرعت V_B در نقطه B از V_b بزرگتر است.

با استفاده از مؤلفهٔ سرعت V_0 در نقطهٔ x که بر شعاع عمود است می‌توانیم معادلهٔ سرعتهای سطحی را به صورت زیر بنویسیم.

$$v_B R=v_0(R+h)$$
$$v_B=\frac{R+h}{R}\cdot v_0=1741\ m/s$$

$$V_B R=V_0(R+b)$$

سرعت از v_b تا V_B افزایش می‌یابد. کاهش انرژی گرانشی متناظر با افزایش انرژی جنبشی است. بنابراین

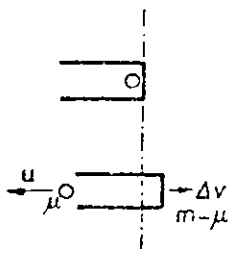
$$\frac{mv_B^2}{2}-\frac{mv_b^2}{2}=\frac{GmM}{R}-\frac{GmM}{R+h}=GmM\frac{h}{R(R+h)}$$

در نتیجه

$$v_B^2-(v_0^2+\Delta v^2)=\frac{2ghR}{R+h}$$

و خواهیم داشت

$$\Delta v=\frac{h}{R}\cdot v_0=17\ m/s$$



شکل ۵۹

با استفادهٔ مجدد از قانون تکانه برای سفینهٔ فضایی
$\Delta v(m-\mu)=\mu u$

خواهیم داشت

$$\mu=\frac{m\Delta v}{u+\Delta v}=۱۱۵\ kg$$

سفینهٔ فضایی در مدار جدید با سرعت V_b=۱۶۵۵ متر بر ثانیه شروع به حرکت می‌کند. در نقطهٔ x سرعت آن با مماس بر دایره زاویهٔ ۲۱′ و ۳° =arc tg(Δv/v) می‌سازد. برای حرکت در مسیر دایره‌ای سرعت آن در نقطهٔ B باید برابر با $\sqrt{gR}$=۱۷۰۰ m/s باشد. اگر V_B از ۲۴۰۴=$\sqrt{۲}$×۱۷۰۰ متر در ثانیه کمتر باشد مسیر حرکت آن بیضی خواهد بود. سرعت واقعی- ۱۷۴۹ متر در ثانیه- از این مقدار دور است، بنابراین مدار بیضی خواهد بود.

مسالهٔ ۲ جرم یک قطعه آلومینیم ابتدا در هوای خشک و سپس در هوای مرطوب با فشار جزیی بخار آب ۱۵/۲، اندازه‌گیری می‌شود. از وزنه‌های برنجی استفاده می‌شود. فشار جو (۷۶۰ میلی‌متر جیوه) و دما در هر دو مورد یکسان است. حداقل جرم قطعهٔ آلومینیمی چقدر باشد تا تفاوت جرم در دو مورد محسوس گردد. حساسیت ترازو به اندازه‌ای است که می‌تواند اختلاف جرم ۰/۱mg را نشان دهد. چگالی آلومینیم ۲/۷g/cm^3 و چگالی برنج ۸/۵g/cm^3 است.

حل فشار جزیی بخار آب یک پنجم فشار کل است، یعنی یک پنجم حجم هوا را بخار آب اشغال کرده است. چگالی هوا در ۲۰C° برابر ۰/۰۰۱۲g/cm^3 و چگالی بخار آب ۰/۰۰۰۷۵g/cm^3 است. بنابراین چگالی هوای مرطوب در این مورد از رابطهٔ زیر بدست می‌آید.

$$\frac{۴۹\times ۰/۰۰۱۲+۱\times ۰/۰۰۰۷۵}{۵۰}=۰/۰۰۱۱۹\ g/cm^3$$

اختلاف چگالی هوای خشک و مرطوب ۰/۰۰۰۱g/cm^3 بدست می‌آید.

حجم یک گرم آلومینیم ۰/۳۷۰cm^3، حجم یک گرم برنج ۰/۱۱۷cm^3 و تفاوت آنها ۰/۲۵۳cm^3 است. با جایگزین کردن هوای مرطوب با هوای خشک، وقتی وزنه‌های یک گرمی در روی ترازو در حالت تعادل هستند، تفاوت نیروی به سمت بالا برابر با وزن جرمی به اندازهٔ (۰/۵۲۳cm^3 ×۰/۰۰۰۱g/cm^3 =)۰/۰۰۰۰۲۵g است. ترازو فقط می‌تواند تفاوت بیش از ۰/۰۰۰۱g را ثبت کند، بنابراین جرم قطعهٔ آلومینیمی لااقل باید ۴۰=$\frac{۰/۰۰۰۱g}{۰/۰۰۰۰۰۲۵g}$ بار بیش از ۱g باشد تا اثر هوای مرطوب را قابل تشخیص سازد.

مسالهٔ ۳ با استفاده از یک تلسکوپ با آیینهٔ سهموی مقعر به قطر D=۲/۶m پرتوهای لیزر با طول موج λ=۰/۶۹۳۴μm به سطح ماه فرستاده می‌شوند. این امواج بوسیله یک آیینهٔ تخت به قطر ۲۰cm که روی ماه قرار دارد باز تابیده می‌شوند. آیینه پرتوها را دقیقاً به محل تلسکوپ در روی کرهٔ زمین باز می‌گرداند. یک سلول فوتوالکتریک که در کانون تلسکوپ قرار دارد نور را دریافت می‌کند. فاصلهٔ ماه- زمین L=۳۸۰,۰۰۰km است.

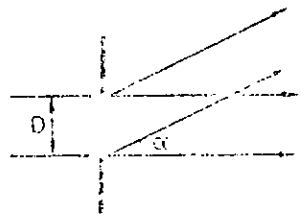
الف) دقت زاویه را محاسبه کنید، تلسکوپ باید در جهت مناسب تنظیم شود.

ب) سلول چه کسری از انرژی اولیه را دریافت می‌کند (اتلافها را نادیده بگیرید).

ج) اگر انرژی موج نوری گسیل شده ۱ژول باشد، چه تعداد فوتون به چشم غیرمسلح می‌رسد (قطر مردمک چشم ۵mm است).

د) اگر آیینه‌ای روی سطح کره ماه وجود نداشت چه مقدار انرژی به سلول فوتوالکتریک می‌رسید؟ (سطح ماه ۱۰% نور فرودی را به طور یکنواخت در تمام جهات منعکس می‌کند).

حل در این مورد لیزر فقط به عنوان یک چشمهٔ نور نقطه‌ای قوی عمل می‌کند و ارتباطی با دقت راستایی ندارد. سطح ۵/۳۱=$\pi(D/۲)^2$ متر مربع نمایندهٔ شکافی است که نور را گسیل می‌کند و باریکهٔ نورانی در اثر پراش پخش می‌شود (شکل ۶۰)، طبق اصل هویگنس شکاف جبههٔ موجی را تشکیل می‌دهد. شدت بیشینهٔ نور در راستای اولیه است و اولین تداخل مخرب (فرانژ تاریک) در راستای λ=Dsinα است. در یک مورد ایده‌ال محور دقیقاً در جهت آیینه در روی سطح ماه خواهد بود. اگر زاویهٔ انحراف بیش از



شکل ۶۰

$x=\frac{\lambda}{D}$ باشد نور کمی به آیینه می‌رسد. زاویهٔ α از رابطهٔ زیر بدست می‌آید.

$$\alpha \approx \sin\alpha = \frac{\lambda}{D} = \frac{۰/۶۱\times۱۰^{-۶}m}{۲/۶m} = ۲/۶۵\times۱۰^{-۷} = ۰/۰۵۵''$$

دقت راستا باید به طور قابل ملاحظه‌ای بهتر باشد. توزیع نور در این زاویه یکنواخت نیست. شدت با نزدیک شدن به لبه‌ها کم می‌شود. بنابراین محاسبات باید تقریبی در نظر گرفته شود.

ب) به علت پراش دایره‌ای نورانی روی ماه ایجاد می‌شود که قطر آن از رابطهٔ زیر بدست می‌آید.

$$\alpha L = \frac{\lambda}{D} L = ۱۰۱ \text{ m}$$

سطح آن $\pi(L\lambda/۲D)^۲ = ۷۹۸۷m^۲$ است. انرژی کل E که گسیل می‌شود باید روی این سطح توزیع گردد. چگالی متوسط انرژی

$$E/\frac{\pi\lambda^۲L^۲}{۴D^۲} = \frac{۴D^۲E}{\pi\lambda^۲L^۲} = ۰/۱۲۵\times۱۰^{-۳}\frac{E}{m^۲}$$

انرژی که به آیینه به قطر d و سطح $\pi(\frac{d}{۲})^۲ = ۰/۰۳۱۴$ متر مربع می‌تابد را می‌توان به آسانی از رابطهٔ زیر محاسبه کرد

$$\frac{۴D^۲E}{\pi\lambda^۲L^۲}\cdot\pi(\frac{d}{۲})^۲ = (\frac{Dd}{L\lambda})^۲\cdot E = ۳/۹۴\times۱۰^{-۶}E$$

آیینه تخت این انرژی را در اثر پراش در زاویهٔ زیر پخش می‌کند
(شکل ۶۰، با مقیاس بزرگ)

$$\frac{\lambda}{d} = \beta = ۳/۴۵\times۱۰^{-۶} \text{ رادیان} = ۰/۷۱''$$

در روی کره زمین دایره‌ای به قطر $L = \frac{L}{d} = ۱۳۱۰m$ و سطح $۱/۷۲\times۱۰^{۶}m^۲$ این نور را دریافت می‌کند. انرژی بازتابیده شده از ماه $(Dd/L\lambda)^۲E$ بر روی این سطح توزیع می‌شود. بنابراین چگالی انرژی را می‌توان از رابطهٔ زیر بدست آورد.

$$(\frac{Dd}{L\lambda})^۲E/\pi(\frac{L\lambda}{۲d})^۲ = \frac{۴D^۲d^۴}{\pi L^۴\lambda^۴}\cdot E = ۲/۳\times۱۰^{-۱۲}\frac{E}{m^۲}$$

انرژی که به سطح تلسکوپ می‌رسد برابر است با

$$\frac{۴D^۲d^۴E}{\pi L^۴\lambda^۴}\cdot\pi(\frac{D}{۲})^۲ = (\frac{Dd}{L\lambda})^۴\cdot E = ۱۵/۸\times۱۰^{-۱۲}E$$

یعنی سطح تلسکوپ یک شانزده بیلیونیم انرژی اولیه را دریافت می‌کند.

ج) سطح مردمک چشم

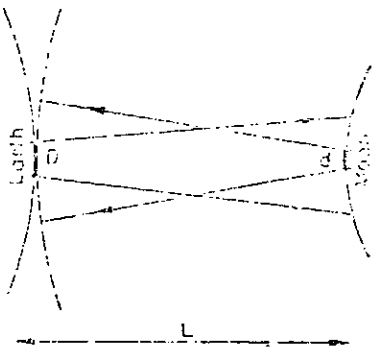
$\pi(۲/۵)^۲mm^۲ = ۲۰\times۱۰^{-۶}m^۲$ است. با ضرب آن در $۲/۳\times۱۰^{-۱۲}\frac{E}{m^۲}$، چگالی انرژی در روی زمین (E=۱J) مقدار انرژی ۴۶×۱۰^{-۱۸} ژول بدست می‌آید.

و فرکانس نور قرمز برابر است با:

$$f = (۳\times۱۰^{۸}m/s)/(۰/۶۹\times۱۰^{-۶}m) = ۴/۳۵\times۱۰^{۱۴}s^{-۱}$$

انرژی یک فوتون قرمز $hf = ۲/۸۹\times۱۰^{-۱۹}J$ است. تعداد فوتونهایی که به چشم می‌رسند برابر $\frac{۴۶\times۱۰^{-۱۸}}{۲/۸۹\times۱۰^{-۱۹}} = ۱۵۵$ فوتون است.

می‌توانیم سؤال کنیم که آیا امکان مشاهدهٔ نور بازتابیده با چشم غیرمسلح وجود دارد؟ فقط میله‌های بسیار حساس شبکیه می‌توانند نور بسیار ضعیف را مشاهده کنند. این میله‌ها بیش از همه به نور سبز با طول موج ۰/۵۱۳m حساسند و در شرایط ویژه می‌توانند حتی چند فوتون را مشاهده کنند. حساسیت میله‌ها برای طول موج ۰/۶۳m برابر $\frac{۱}{۱۰۰}$ مقدار فوق است. برای نور با طول موج بلندتر، این میله‌ها کاملاً غیرحساسند. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که مشاهدهٔ نور با چشم غیرمسلح غیرممکن است حتی اگر نور بسیار قویتر ماه را که مشاهده را غیرواقعی می‌کند در نظر نگیریم.



شکل ٦١

د) موردی را بررسی می‌کنیم که آیینه‌ای روی کره ماه وجود ندارد. در این مورد ماه ۰/۱E یعنی یکدهم انرژی کل را منعکس می‌کند. تمام سطح دایره‌ای به قطر ۱۰۱m به آسانی روی کره ماه قرار می‌گیرد. حال این انرژی در روی زمین بر روی دایره بسیار بزرگتر به شعاع L توزیع می‌شود (شکل ٦١)، بنابراین چگالی انرژی در روی زمین از رابطهٔ زیر بدست می‌آید.

$$\frac{\cdot/\Lambda E}{\pi L^{\Upsilon}} = \backslash/\backslash \times \backslash\cdot^{-\backslash\Lambda} \quad \frac{E}{m^{\Upsilon}}$$

انرژی که به تلسکوپ می‌رسد برابر است با

$$\pi\left(\frac{D}{\Upsilon}\right)^{\Upsilon} \cdot \frac{\cdot/\Lambda E}{\pi L^{\Upsilon}} = \Delta/\backslash \times \backslash\cdot^{-\backslash\Lambda} \quad E$$

که در آن

$$\left(\frac{Dd}{L\lambda}\right)^{\Upsilon} \cdot E \Big/ \pi\left[\left(\frac{D}{\Upsilon}\right)^{\Upsilon} \cdot \frac{\cdot/\Lambda E}{\Upsilon L^{\Upsilon}}\right] = \Lambda\cdot \times \frac{D^{\Upsilon}d^{\Upsilon}}{L^{\Upsilon}\lambda^{\Upsilon}}$$

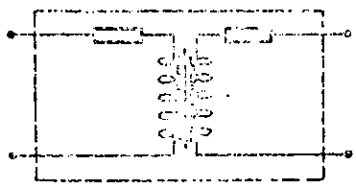
$$= \Upsilon\Upsilon \times \backslash\cdot^{\Upsilon}$$

انرژی ۲۷ میلیون بار کمتر از حالتی است که در روی کره ماه از آیینه استفاده شده است.

مسألهٔ تجربی- می‌خواهیم در مورد محتویات یک «جعبهٔ سیاه» با چهار نقطهٔ اتصال بدون باز کردن آن و با در اختیار داشتن منبعهای DC و AC و یک رئوستا (مقاومت قابل تنظیم) اظهار نظر کنیم. یافتن نکات زیر آسان است:

- هیچ منبعی در داخل جعبه وجود ندارد (چیزی بیرون نمی‌آید)،
- هیچ یکسو کننده‌ای در جعبه وجود ندارد (با تعویض قطبها نتایج یکسانی بدست می‌آید).
- برای جریان مستقیم جعبه حاوی دو بخش مجزای بدون ارتباط است. شکل ٦٢ داخل جعبه را نشان می‌دهد.

می‌توانیم مقاومتها، القاءها و القای متقابل را اندازه بگیریم.



شکل ٦٢

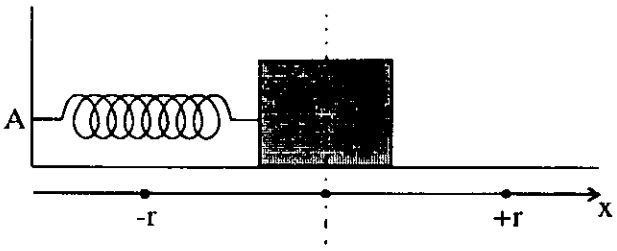
در حاشیه آموزش فیزیک

در این مجموعه سعی شده است:

با طرح پرسشها و مثالهای گوناگون و تصویرهای ساده روشهای مناسب و قابل فهمی برای کمک به آموزشهای مباحث مختلف فیزیک فراهم آید.

(۱)

نوسان فنر افقی و فنر قائم:

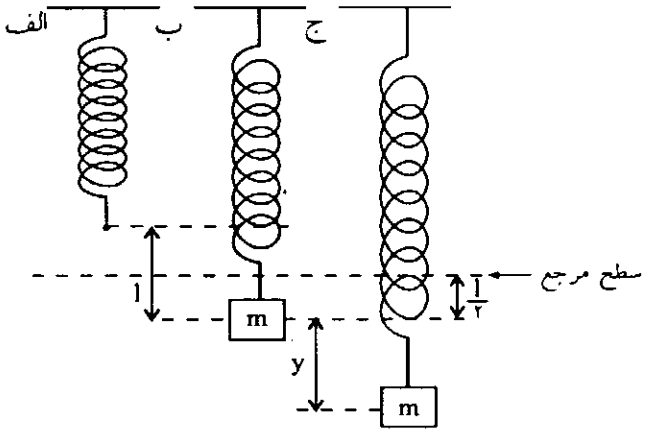


شکل ۱

مطابق شکل ۱ یک سر فنری با جرم ناچیز و با ثابت K به نقطه A متصل و سر دیگر فنر به جسمی به جرم m بسته شده است. می‌دانیم هرگاه این جسم روی سطح افقی بدون اصطکاک به نوسان درآید رابطه $F = ma = -Kx$ برقرار است.

زمان تناوب نوسان عبارت است از $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

مطابق شکل ۲- الف فنر از نقطه ثابت O آویخته شده است. هرگاه مطابق شکل ۲- ب به سر آزاد فنر وزنه m بسته شود بر اثر وزن mg فنر به اندازه l افزایش طول پیدا می‌کند که $mg=Kl$ است.



شکل ۲

حال اگر مطابق شکل ۲- ج وزنه m را با دست در امتداد قائم به اندازه y به پایین بکشیم و رها سازیم وزنه m در دو طرف مکان تعادل خود در امتداد قائم به نوسان درمی‌آید. جهت مثبت را به طرف پایین اختیار می‌کنیم. مکان متحرک در هر لحظه برابر y است و $y=0$ متناظر با مکان تعادل وزنه است. قانون دوم نیوتن به صورت زیر برقرار است.

$$ma=mg-k(l+y)=-ky$$

رابطه $ma=-ky$ نظیر رابطه $ma=-kx$ است. بنابراین در این حالت نیز $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$ خواهد بود. نتیجه می‌گیریم:

در زمان تناوب نوسان جسم بسته به فنر، میدان گرانش تأثیری ندارد و تنها مکان تعادل جسم به اندازه $l=\frac{mg}{k}$ تغییر می‌کند.

* l فاصله مکان تعادل وزنه تا مکان تعادل فنر بدون کشیدگی را نشان می‌دهد. هرگاه بین این دو مکان تعادل را سطح مرجع انرژی پتانسیل گرانشی فرض کنیم، انرژی پتانسیل کل برای مکان y عبارت است از:

$$E_p=\frac{1}{2}k(y+l)^2-mg(\frac{l}{2}+y)$$

$$E_p=\frac{1}{2}k(y^2+l^2+2ly)-kl(\frac{l}{2}+y)$$

$$\boxed{E_p=\frac{1}{2}ky^2}$$

بنابراین برای جرم m آویخته به فنر سبک با ثابت k انرژی پتانسیل مجموعه به فاصله y در بالا یا پایین مکان تعادل برابر $\frac{1}{2}ky^2$ است و **می‌توان میدان گرانش را نادیده گرفت.**[1]

(۲)

موش و قالیچه:

پرسش: فرض کنید موشی زیر قالیچه‌ای می‌رود و یک برآمدگی در قالیچه به وجود می‌آورد که همراه با موش در طول اتاق سیر می‌کند. آیا این آشفتگی متحرک، موج در حال انتشار است؟

پاسخ: خیر، زیرا حرکت برآمدگی در قالیچه بستگی به حرکت موش دارد و این حرکت به وسیله خود قالیچه انتشار پیدا نمی‌کند[۲].

(۳)

انرژی ذخیره شده در میدان الکتریکی:

می‌دانیم که انرژی ذخیره شده در یک خازن باردار برابر $\frac{1}{2}cV^2$ است. V اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه خازن و c ظرفیت خازن است. این انرژی چگونه و در کجا ذخیره شده است؟

در یک خازن مسطح هرگاه فاصله دو صفحه d و شدت میدان الکتریکی بین دو صفحه E فرض شود V=Ed است. بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{انرژی} = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}CE^2d^2$$

در رابطه $C=\varepsilon_0\frac{A}{d}$ برای ظرفیت خازن، ε_0 قابلیت گذردهی خلاء (permitivity of free space) و A سطح مقابل هم هر یک از دو صفحه خازن است. هرگاه بین دو صفحه خازن عایقی با «ثابت دی‌الکتریک» k قرار داده شود $C=\varepsilon_0 k\frac{A}{d}$ است. این مقدار C را در رابطه مربوط به انرژی قرار می‌دهیم:

$$\frac{1}{2}K\frac{\varepsilon_0 A}{d}E^2d^2$$

$$\frac{1}{2}(K\varepsilon_0 E^2)(Ad)$$

A.d حجم فضای بین دو صفحه خازن است. به عبارت دیگر حجمی است که میدان الکتریکی ثابت E در آن وجود دارد. دو طرف رابطه اخیر را بر Ad تقسیم می‌کنیم. انرژی مربوط به واحد حجم به دست می‌آید. بنابراین در واحد حجم فضایی که در آن میدان الکتریکی E وجود دارد انرژی ذخیره شده به صورت زیر است.

$$\text{انرژی در واحد حجم} = \frac{1}{2}K\varepsilon_0E^2$$

ملاحظه می‌کنیم که:

انرژی ذخیره شده در واحد حجم با

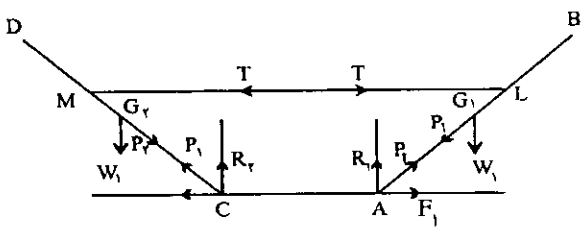
مجذور شدت میدان الکتریکی متناسب است.

برای k=۱ انرژی در واحد حجم برابر $\frac{1}{2}\varepsilon_0E^2$ است. به طور کلی:

اگر در یک نقطه از فضا (خلاء)، میدان الکتریکی E وجود داشته باشد، آن نقطه محل انرژی انباشته‌ای است که اندازه آن در واحد حجم $\frac{1}{2}\varepsilon_0E^2$ است[۳].

(٤)

مسابقه طناب‌کشی:



در شکل ۳، AC زمین و AB و CD دو گروه از افراد، ML طناب است. T نیروی کششی را نشان می‌دهد که هر گروه با آن طناب را می‌کشد. P_1 و P_2 به ترتیب نیروهایی است که گروه AB و CD بر زمین وارد می‌کنند و بنابراین از طرف زمین نیز نیروهای P_1 و P_2 بر آنها وارد می‌شود. این نیروها به ترتیب دارای همنه‌های (R_1 و F_1) و (R_2 و F_2) است. R_1 و R_2 با وزنهای W_1 و W_2 تعادل می‌کند. هرگاه $F_1>F_2$ باشد گروه AB بر گروه CD پیروز می‌گردد.[۴]

منابع:

1. Alvin Halpern "Physics", McGraw-Hill: NewYork, 1988, P257, 264

2. F. James Rutherford and etal. "The project physics course", Holt, Rinehardt an winston: NewYork, 1970, chapter 12.

3. F. Bueche "principle of physics" 4th edition McGraw-Hill: NewYork, 1982, P434.

4. M. Ray "Dynamics", Premier: newDelhi, 1963, p22.

ماوراء صوت در پزشکی[1]

نوشتهٔ راسل هابی و ریچارد مورین - دانشگاه مینسوتا
ترجمهٔ عباس شهامت‌نیا و امیر هنرور-
دانشجویان فیزیک دانشگاه تهران
ویراستار دکتر عزت‌الله ارضی- دانشگاه تهران

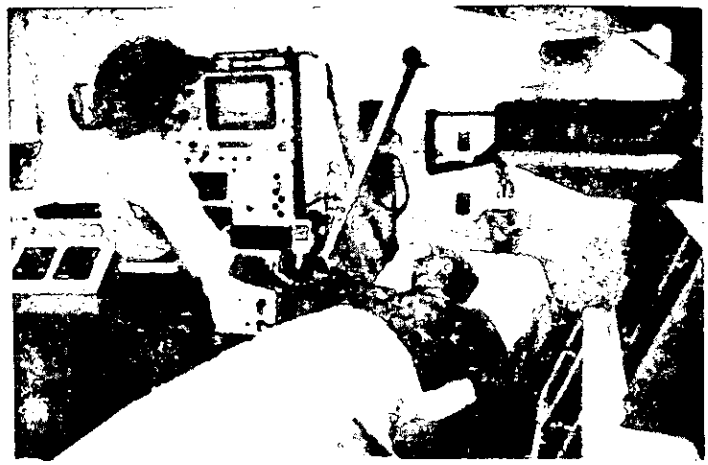
ماوراء صوت روشی پراستفاده و نسبتاً ارزان برای بازبینی شکل و حرکت اندامهای داخلی بدن است. همانند صوتی که می‌شنویم، ماوراء صوت متشکل از آشفتگیها یا امواج طولی است که در محیط منتشر می‌شوند. فرکانس امواج ماوراء صوت که در پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند، بین ۱ تا ۲۰ مگا هرتز است، در حالی که فرکانس امواج صوتی از ۳۰ تا ۲۰ کیلو هرتز گسترده است، و چون سرعت امواج در داخل بافتهای بدن نوعاً در حدود ۱۵۰۰ متر بر ثانیه است، طول موج ماوراء صوت بین ۰/۱۵ تا ۱/۵ میلی‌متر می‌باشد. تصویر اندامها از امواجی که از مرز بین این اندامها باز می‌تابد به دست می‌آید. فاصله تا سطح بازتابنده را تأخیر زمانی امواج بازتابش، پژواک[2]، مشخص می‌کند. امواج بازتابیده از اجسام متحرک نظیر گلبولهای قرمز خون، تغییر دوبلری فرکانس از خود نشان می‌دهند و از آن برای اندازه‌گیری سرعت اجسام متحرک استفاده می‌شود.

سیگنال ماوراء صوت به وسیلهٔ یک مبدل[3] که در ازاء اِعمال یک پالس الکتریکی به آن، نوسان مکانیکی می‌کند، ایجاد می‌شود. مدار الکترونیکی را می‌توان به قسمی طراحی کرد که از همان مبدل برای تبدیل پژواک به یک سیگنال ضعیف الکتریکی استفاده کرد. (در موج پیوستهٔ ماوراء صوت یک موج پیوستهٔ سینوسی الکتریکی به یک مبدل اِعمال می‌شود و برای آشکارسازی پژواک، از مبدل دیگری استفاده می‌شود.)

سرعت ماوراء صوت در بافت به مدول حجمی[4] و چگالی آن ماده بستگی دارد: $V=\sqrt{\frac{B}{\rho}}$ (اگر ماده ناایزوتروپ باشد این رابطه کمی تغییر می‌کند). سرعت در بافتهای نرم در حدود ۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰ متر بر ثانیه و برای مواد خیلی سخت مانند استخوان در حدود ۴۰۰۰ متر بر ثانیه می‌باشد. هنگامی که امواج به مرزی که در آن امپدانس اکوستیکی[5] تغییر می‌کند برخورد کند، بازتابشهای جزئی اتفاق می‌افتد. (این حالت شبیه بازتابش جزئی امواج نوری در فصل مشترک محیطهای با ضریب شکست متفاوت است.) امپدانس اکوستیکی Z برابر است با نسبت دامنهٔ فشار موج P_0 به دامنهٔ سرعت طولی V_0 که ذرات مادهٔ با آن سرعت جلو و عقب می‌روند: $Z=\frac{P_0}{V_0}$

امپدانس عبارت است از: $Z=\rho V=\sqrt{B\rho}$

با توجه به این حقیقت که ماوراء صوت مقدار قابل توجهی از انرژی خود را در اثر حرکت در داخل بافتها از دست می‌دهد، اندازه‌گیریها مشکل است. برای مثال کاهش انرژی در بافت نرم در حدود ۱۰۰ دسی‌بل بر متر ($\frac{dB}{m}$) برای امواج با فرکانس ۱ مگاهرتز می‌باشد.این بدان



الف

ب

شکل ۱ الف - یک مبدل ماوراء صوت روی شکم بیمار نشان داده شده است. بازوی دستگاه محل و جهت مبدل را ثبت می‌کند.

ب - نمای نزدیک از همان مبدل. به مادهٔ ژلاتینی که فاصلهٔ هوایی میان مبدل و پوست بدن را از بین می‌برد توجه کنید.

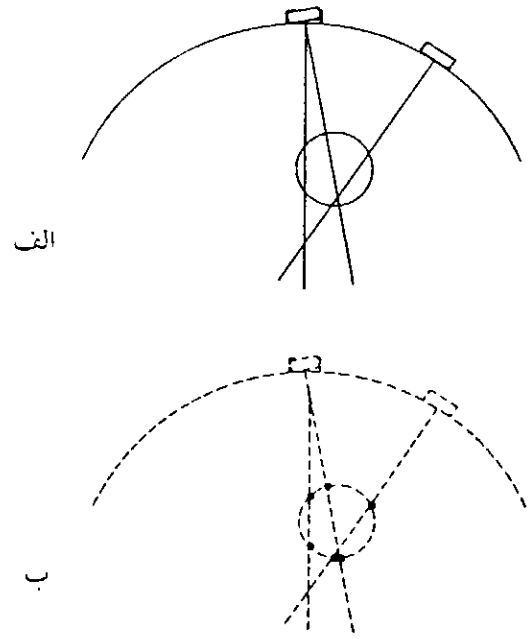
معنی است که پژواکهای دریافتی از سطوح دور ضعیف هستند. تقویت کننده‌های الکترونیکی به کار رفته اغلب سیگنالی متناسب با لگاریتم پژواک تولید می‌کنند و این امر اختلاف سیگنالهای قوی و ضعیف را کاهش می‌دهد. در ماوراء صوت پالسی برای سیگنالهای با تأخیر زمانی طولانی بهرهٔ تقویت‌کننده افزوده می‌شود تا جبران کاهش انرژی سیگنال بشود.

شکل ۱ یک مبدل ماوراء صوت را روی شکم یک بیمار نشان می‌دهد. توجه کنید که برای حذف فاصلهٔ هوایی میان مبدل و پوست بیمار، یک مادهٔ ژلاتینی به کار رفته است. اگر از این مادهٔ ژلاتینی استفاده نشود، به علت اختلاف امپدانس در فصل مشترک مبدل-هوا و پوست-هوا انرژی زیادی باز می‌تابد.

متداول‌ترین روش تصویرنگاری، اسکن B[۶] است. مبدل بر روی بازویی نصب می‌شود که محل مبدل و جهت باریکهٔ پرتو را ثبت می‌کند. از آنجا که سرعت صوت در تمام بافتها تقریباً یکسان است، تأخیر زمانی t_d یک پژواک مربوط به یک فصل مشترک به فاصلهٔ L چنین است:

$t_d = \frac{۲L}{v}$. نقطه‌ای روی صفحه ظاهر می‌شود؛ روشنایی نقطه برحسب میزان کاهش انرژی تصحیح می‌شود و متناسب است با دامنهٔ پژواک، که به نوبهٔ خود به نسبت امپدانس در سطح بازتابنده بستگی دارد. شکل ۲ الف نشان می‌دهد که مبدل چگونه می‌تواند در جای خود بجنبد یا بر روی سطح بدن حرکت کند. شکل ۲ ب نقطه‌هایی را نشان می‌دهد که از بازتابشهای پرتوهای نشان داده شده در تصویر ظاهر خواهند شد.

تنها چند دقیقه طول می‌کشد که مبدل به اطراف حرکت داده شود تا تصویر کامل به وجود آید. می‌توان آرایشی از مبدلها را به کاربرد تا بازتابشهای در امتداد چندین مسیر، به طور همزمان جمع‌آوری شود. هم چنین می‌توان بدون حرکت دادن مبدلها مسیرها را به‌طور الکتریکی هدایت کرد. در نتیجه تصویر را می‌توان به سرعت تشکیل داد و اندامها را در زمان واقعی دید.



شکل ۲

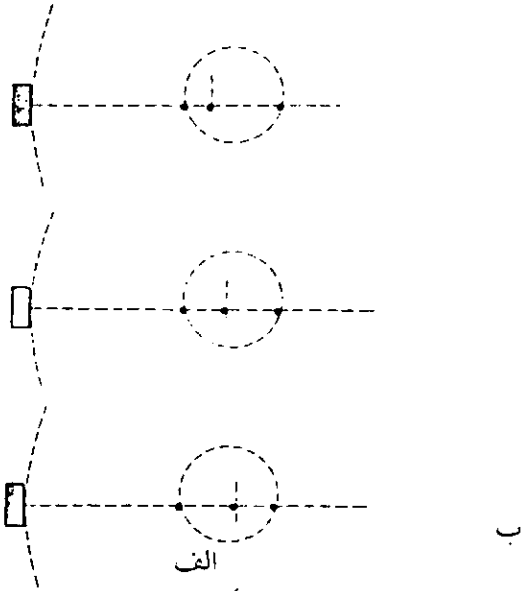
الف - مبدل می‌تواند در جای خودش تکان بخورد و یا در روی سطح بدن به جای دیگری منتقل شود.

ب - نقطه‌ها، پژواکهای ناشی از بازتابشهای حاصل از نقاط نشان داده شده در سطح بافت را نشان می‌دهند.

شکل ۳ یک اسکن ماوراء صوتی از کبد. رگه‌های تاریک در وسط تصویر، رگهای خونی هستند.

شکل ۳ تصویری از سطح مقطع یک کبد را نشان می‌دهد. لکه‌های سیاه وسط شکل رگهای خونی هستند و نواحی سفید چربی می‌باشند.

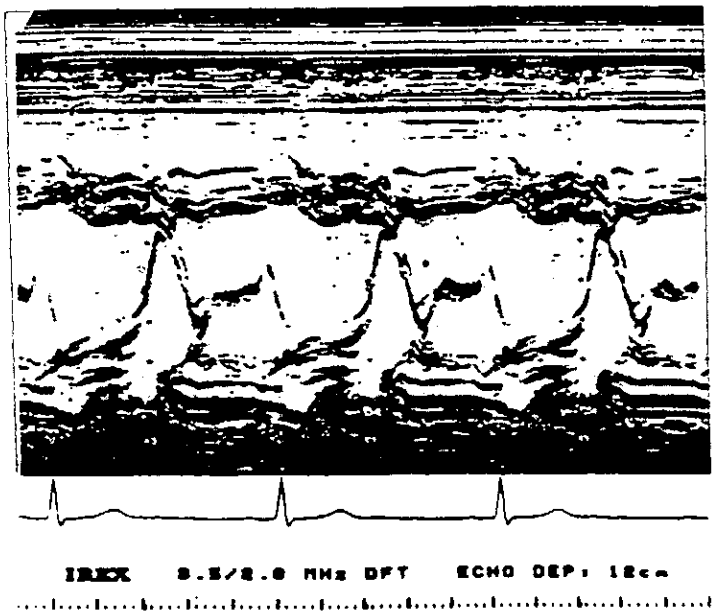
اسکن M[۷] برای اندازه‌گیری حرکت دریچه‌های قلب به صورت تابعی از زمان به کار می‌رود. در این حالت مبدل طوری تنظیم می‌شود که ماکزیمم سیگنال بازتابی از دریچهٔ دلخواه را ثبت نماید، و مبدل در همانجا نگهداشته می‌شود. همان گونه که در شکل ٤ الف نشان داده شده است. وقتی دریچه حرکت می‌کند، تأخیر زمانی پژواک تغییر می‌کند. پژواکها در شکل ٤ ب نشان داده شده‌اند. پژواکها برحسب زمان روی نوار یک دستگاه ثبات[۸] ثبت می‌شوند. شکل ۵ یک اسکن M از دریچهٔ قلب را نشان می‌دهد. خطوطی که با W علامت‌گذاری شده‌اند بازتابشهایی از دیوارهٔ تپنده قلب می‌باشند؛ و خطوطی که با V علامت‌گذاری شده‌اند بازتابهایی از دریچهٔ قلب هستند.



شکل ٤- یک سطح بازتابندهٔ در حال حرکت (دریچه) در داخل یک بازتابندهٔ استوانه‌ای ساکن قرار داده شده است.

الف - پژواکهای ناشی از دریچهٔ متحرک قلب، با حرکت دریچه، تأخیرهای زمانی متفاوتی خواهند داشت.

ب - این پژواکها به صورت نشان داده شده، در اسکن M ظاهر می‌شوند.



شکل ۵- اسکن M از یک درچهٔ قلب. خطوط متحرکی که با W علامت‌گذاری شده‌اند بازتابشهای حاصل از دیوارهٔ قلب و خطوط با علامت V بازتابشهای حاصل از دریچهٔ قلب می‌باشند.

اثر دوپلر برای اندازه‌گیری جریان خون بکار می‌رود. اگر ذرات بازتابنده با سرعت V_0 که با امتداد باریکهٔ پرتوهای ماوراء صوت زاویهٔ θ می‌سازد، حرکت کنند، فرکانس f باریکه به اندازهٔ $\Delta f = \frac{2f V_0 \cos\theta}{V}$ تغییر خواهد کرد. مثلاً برای $V_0 = 0.1 \frac{m}{S}$ ، $f = 2MHz$ ، تغییر فرکانس ۲۶۰Hz خواهد بود. این مقدار در محدودهٔ قابل شنیدن است و با تشکیل ضربان بین سیگنال بازتابیده و موج سینوسی که به طور کوتاه مدت به مبدل اعمال شده بود، بتوان آن را شنید. سرعت گلبولهای قرمز به سرعت متوسط خون بستگی دارد و اگر سرخرگی مسدود شود، سرعت خون به صفر می‌گراید. سرخرگ سبات (carotid) از گردن می‌گذرد و خون را به مغز می‌رساند. برای اندازه‌گیری سرعت گلبولهای قرمز، پزشکان به فرکانس ضربان گوش می‌دهند و طوری تنظیم می‌کنند که بلندترین و واضح‌ترین سیگنال شنیده شود. همین طور که قلب می‌تپد، سیگنال شبیه یک سری فوت یا وزش باد شنیده می‌شود. سپس دستگاه Δf را به صورت کمّی تعیین می‌کند.

شدت باریکه‌های ماوراء صوت بکار رفته در مطالعات تشخیصهای پزشکی نوعاً در حدود ۱۰۰۰ وات بر متر مربع ($100mw/cm^2$) یا کمتر می‌باشد. برای تراکم کل انرژی تا سقف 5×10^5 ژول بر متر مربع، اثرات بیولوژیکی مشاهده نگردیده است و تا آنجا که می‌دانیم، در مطالعات بیولوژیکی با به کار بردن این شدتها آسیبی ایجاد نمی‌شود. با وجود این، احتیاط حکم می‌کند که هیچ مطالعه پزشکی انجام نگیرد مگر آنکه دلیلی برای انجام آن وجود داشته باشد. در شدتهای بالاتر، گرم شدن بافت قابل ملاحظه است. از این گرم شدن گاهی اوقات برای فیزیوتراپی درد شدید پشت یا شانه یا آسیب‌دیدگی ماهیچه استفاده می‌کنند. در شدتهای $7\times10^6 \frac{w}{m^2}$ دما ممکن است به اندازه‌ای بالا رود که به بافت آسیب برساند. از شدتهای $10^7 \frac{w}{m^2}$ یا بیشتر تغییرات فشار در موج به قدری زیاد است که خلاءهایی به طور ناگهانی بتواند ایجاد شده و سپس فرو بریزند. این اثر، حفره‌سازی یا کاویتاسیون[9] نامیده می‌شود. از اثرات نامبرده به طور تجربی در جراحی استفاده شده است.

زیرنویسها:

1- Hobbie, R.K. and Morin, R.L. (1990) Medical Ultrasound, Essay 8 of Halliday, D. and Resnick, R., Fundamentals of Physics, 1990, John Wiley, E8.1-E8.4.

2. echo

3. trancducer

4- bulk modulus

5- acoustic impedance

6- B-Scan

7- M-Scan

8- chart recorder

9- cavitation

مرجع:
Fundamentales of Physics, Halliday - Resnick

مسیر حرکت یک پرتابه

نوشتهٔ لاری جانسون[1]
ترجمهٔ صیاد رزمکن[2]

بررسی مسیر حرکت یک پرتابه در فیزیک مقدماتی در شرایط خلاء، و با بردی تا آن حد کوتاه که بتوان از انحنا، کرهٔ زمین صرف نظر کرد کاملاً موجه است. این مطلب فرصتهای آموزشی فوق‌العاده گرانبهایی را فراهم می‌آورد. زیرا این مسأله مستقیماً به تعدادی از موقعیتهای وابسته به دنیای واقعی که ذاتاً برای بیشتر دانش‌آموزان جالب است ارتباط پیدا می‌کند. اصول فیزیکی در برگیرندهٔ موضوع نسبتاً آسانند، اما مستقیماً قابل درک نبوده و واجد اهمیت هستند. زیرا مسائل حرکت پرتابی با استفاده از روشهای ریاضی در سطح‌های مختلف قابل حل و فصل بوده و هر دانش‌آموز علاقمند می‌تواند به فیزیک و توصیف ریاضی آن دست یابد. بررسی مداوم مسائلی از این قبیل در کتابهای فیزیک دلیل دیگری بر ارزش آموزشی این مطلب است.

این یادداشت نشانگر برخی خواص فیزیکی جالبی است که در حرکت پرتابی در رابطه با کانون و خط هادی یک سهمی مورد بررسی قرار می‌گیرد. محاسبهٔ معمول نشان می‌دهد که جابه‌جایی پرتابه در راستای قائم y یک تابع درجه دوم از جابه‌جایی در راستای افقی x است. بنابراین اگر سرعت اولیه را با V_0 و زاویهٔ اولیهٔ پرتاب با افق را با θ_0 نشان دهیم داریم:

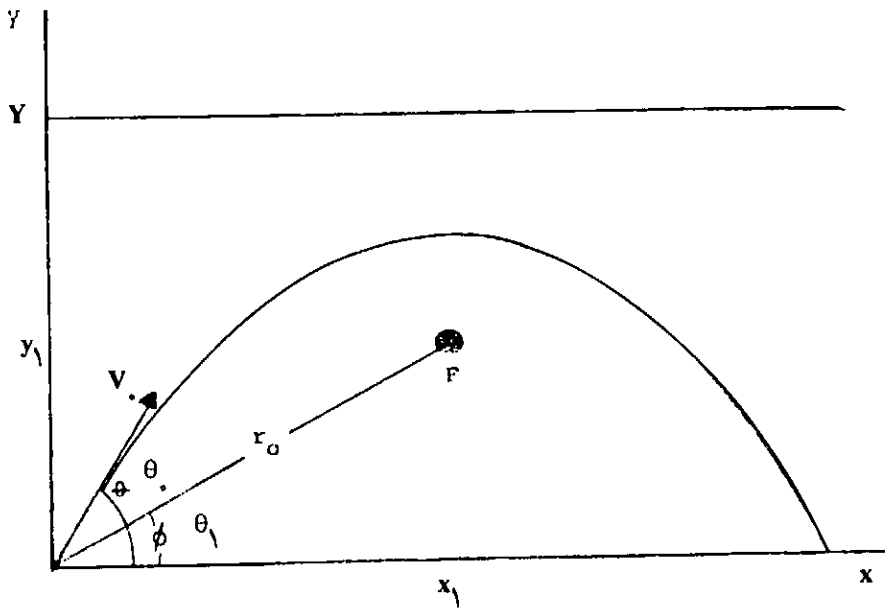
$$y = tg\theta_0 \, x - \frac{g x^2}{2 V_0^2 Cos^2\theta_0} \qquad (1)$$

بنا به تعریف هندسی، سهمی مجموعهٔ همهٔ نقطه‌های در یک صفحه است که فاصلهٔ هر نقطهٔ آن از یک نقطهٔ ثابت به نام کانون، مساوی فاصلهٔ عمودی آن از یک خط راست به نام خط هادی باشد. معادلهٔ یک سهمی که خط هادی آن $y=Y$ و کانون آن $F(x_1$ و $y_1)$ بوده از مبداء مختصات بگذرد چنین است:

$$2(Y-y_1)\, y = x(2x_1-x) \qquad (2)$$

چون مبداء مختصات نقطه‌ای از سهمی است باید از خط هادی و کانون به یک فاصله باشد، یعنی رابطهٔ $\gamma = \sqrt{x_1^2 + y_1^2}$ برقرار باشد. مقایسهٔ رابطه‌های (۱) و (۲) نشان می‌دهد که ارتفاع خط هادی از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\gamma = \frac{V_0^2}{2g} \qquad (3)$$



شکل ۱- خط هادی و کانون مسیر سهمی یک پرتابه

و مختصات دکارتی کانون سهمی عبارتند از:

$$\begin{cases} x_1 = \frac{V_0^2}{2g} \sin 2\theta \\ y_1 = -\frac{V_0^2}{2g} \cos 2\theta \end{cases} \qquad (4)$$

مختصات قطبی کانون عبارتند از:

(۵)

$$\begin{cases} r_1 = \sqrt{x_1^2 + y_1^2} = \frac{V_0^2}{2g} \\ \theta_1 = \text{arc tg}\left(\frac{y_1}{x_1}\right) = 2\theta_0 - 90^\circ \end{cases}$$

(٦)

شکل ۱ این پارامترها را نشان می‌دهد.

با توجه به این نتایج، چندین ویژگی جالب مشاهده می‌شود. اولاً ارتفاع خط هادی $\frac{V_0^2}{2g}$ معرف ارتفاع اوج پرتابه در پرتاب در راستای قائم است. ثانیاً طبق رابطهٔ (٦) یعنی رابطهٔ $\theta_1 - \theta_0 = \theta_0 - 90^\circ$ زاویه‌ای که بردار مکان کانون با راستای سرعت اولیه برابر زاویه‌ای است که سرعت اولیه با راستای قائم می‌سازد. برحسب اینکه زاویهٔ θ_0 بزرگتر از یا مساوی با یا کوچکتر از 45° باشد کانون سهمی به ترتیب در بالا یا رو یا زیر محور x خواهد بود. ثالثاً بدون دشواری می‌توان نشان داد که فاصلهٔ هر نقطه از سهمی از کانون یا خط هادی در هر لحظه برابر $\frac{v^2}{2g}$ است که در آن V سرعت لحظه‌ای پرتابه است. یا به عبارت دیگر سرعت لحظه‌ای پرتابه در هر نقطه برابر سرعتی است که در سقوط آزاد به هنگام رها شدن از ارتفاع خط هادی به دست می‌آورد. معادله‌های (۳) و (۵) معرف حالت خاص در لحظهٔ پرتاب است.

زیرنویسها:

1- Larry D.Johnson, Northeast Louisiana University, Monroe, LA 71209-0580

۲- دبیر

مرجع:

The Physics Teacher, Feb 1992, P.104- 105.

نوشتهٔ برنارد ال. کوهن
ترجمهٔ دکتر مجتبی جعفرپور

حادثه راکتور اتمی در چرنوبیل شوروی

از نگاه دیگر

قسمت دوم

۹ ــ آزمایش (ادامه یافت)

قرار بود آزمایش در ساعت یک بعد از ظهر روز ۲۵ آوریل شروع شود، اما نیاز به توان تولیدی رآکتور به طور ناگهانی به وجود آمد و ناچاراً انجام آزمایش تا ساعت ۱۱ عصر، به تأخیر افتاد. در آن ساعت، توان رآکتور تا حد توان لازم برای انجام آزمایش، ۷۰۰ ــ ۱۰۰۰ مگاوات (حرارتی)، کاهش یافت امّا خیلی سریع انجام شد و در نتیجه Xe^{135} تشکیل یافته موجب شد که توان از حد مورد لزوم خیلی پایین بیاید و به میزان ۳۰ مگاوات برسد. این موضوع، بیرون کشیدن میله‌های کنترل را لازم گردانید و برای دو ساعت بعد اپراتورها کوشیدند تا توان را در یک سطح قابل قبول پایدار سازند. بالاترین توانی که توانستند به‌دست آورند، حدود ۲۰۰ مگاوات بود. در حدود ساعت یک صبح (۲۶ آوریل)، تصمیم گرفته شد که آزمایش را در آن سطح از توان به اجراء درآورند.

طبق برنامه‌ریزی اولیه‌ای که برای انجام آزمایش شده بود، در ساعت ۱ و ۵ دقیقهٔ صبح پمپهای اضافی خنک کنندهٔ آب روشن شدند ــ اینها پمپهایی بودند که باید در خلال آزمایش، به وسیلهٔ انرژی مکانیکی ذخیره شده در مولد توربینی تغذیه می‌شدند. ظاهراً کسی متوجه این موضوع نشد که در سطح توان پایین‌تر ــ ۲۰۰ مگاوات در مقایسه ۷۰۰ ــ ۱۰۰۰ مگاوات ــ این یک منبع آب اضافی برای رآکتور محسوب می‌شود، که بر اساس دستورالعملها ممنوع بود، زیرا می‌توانست به بحرانیت آنی منجر شود، که در زیر به تشریح آن خواهیم پرداخت.

سپس مشاهده شد که سطح آب در جدا کننده‌های بخار خیلی پایین است. این موضوع افزایش جریان آب به سمت جدا کننده‌های بخار را لازم گردانید، که بطور خود به خود جریان آب از درون رآکتور را افزود، امّا با کمی تأخیر. این عمل در ساعت ۱ و ۱۹ دقیقه صبح انجام گرفت.

چون آب یک سمّ است، افزایش جریان آب رآکتور، نیاز به بیرون کشیدن بیشتر میله‌های کنترل دارد. میله‌های کنترل خودکار، بطور کامل از رآکتور خارج شدند، امّا هنوز کافی نبود. اپراتورها مجبور شدند میله‌های کنترل دستی را خارج سازند. در نتیجه، وضعیتی بوجود آمد که از دست رفتن آب، رآکتور را «بحرانی آنی» می‌ساخت. این موضوع ارزش مقداری توضیح را دارد.

۱۰ ــ کنترل رآکتورها

رآکتورها با «میله‌های کنترل» که از موادی ساخته شده‌اند که سطح مقطع بزرگی برای جذب نوترونها دارند، کنترل می‌شوند. از این رو وارد کردن میله‌های کنترل در رآکتور، موجب جذب نوترونها می‌شود و تعداد آنهایی را که برای واکنشهای شکافتی آماده‌اند، کمتر می‌کند و بنابراین واکنش زنجیره‌ای را کند می‌سازد. برعکس، بیرون کشیدن میله‌های کنترل، واکنش زنجیره‌ای را تسریع می‌کند.

در خلال کار یکنواخت به طور میانگین ۱/۰۰۰ نوترون از هر شکافت دیگری را القاء می‌کند. فرض کنید تغییراتی به وجود آید که موجب شود تا به طور میانگین ۱/۰۰۱ نوترون

از هر شکافت، شکافت دیگری را موجب شود. تعداد نوترونها و لذا سطح توان رآکتور، به نسبت ۱/۰۰۱ در هر نسل افزایش می‌یابد. بعد از هزار نسل، سطح توان به نسبت $(۱/۰۰۱)^{۱۰۰۰} = ۲/۷$ بیشتر می‌شود. چون زمان هر نسل $۱۰^{-۴}$ ثانیه است، زمان لازم برای ۱۰۰۰ نسل فقط ۰/۱ ثانیه است. بسیار مشکل است که شیء بزرگی مثل میله کنترل را از حال سکون در مدت ۰/۱s دور ساخت. بنابراین ممکن است انتظار نوسانات مکرر توان، مطابق یک ضریب ۲ و یا بزرگتر را داشته باشیم. این یک وضعیت خطرناک غیرقابل قبول خواهد بود.

خوشبختانه چیزی را در این بحث نادیده گرفته‌ایم. در حدود ۰/۶ درصد از نوترونها به ازاء هر شکافت، مستقیماً در واکنش شکافتی تابش نمی‌شوند. بلکه پس از واپاشی بتازا یکی از پاره‌های شکافتی، تابش می‌شوند. چون این گونه واپاشیهای بتازا، نیمه عمری از مرتبهٔ یک ثانیه دارند، نوترونهایی که به دنبال آنها صادر می‌شوند، تأخیر دارند. بنابراین در شرایط کار عادی رآکتور، به طور میانگین فقط ۰/۹۹۴ نوترون آنی از هر شکافت، شکافت دیگری را القا می‌کند و رآکتور فقط به دلیل وجود نوترونهای تأخیردار، بحرانی است. این موضوع، زمان نسل را بجای $۱۰^{-۴}$ ثانیه، از مرتبه یک ثانیه می‌سازد و در مثالی که در بالا آورده‌ایم، افزایش توان در ۰/۱ ثانیه فقط $۱/۰۰۰۱ = (۱/۰۰۱)^{۱۰۰}$ است. در نتیجه، تغییرات توان در یک رآکتور، خیلی کند انجام می‌گیرد. برای مثال، شروع به کار یک رآکتور ساعتها به طول می‌کشد، زیرا سطح توان خیلی به آهستگی افزایش می‌یابد.

امّا اگر میله‌های کنترل تا نقطه‌ای بیرون کشیده شوند که ۱/۰۰۷ نوترون به ازاء هر شکافت، شکافت دیگری را القاء کنند، که بدین معنی است که حتی اگر نوترونهای تأخیردار را به حساب نیاوریم، ۱/۰۰۱ نوترون آنی به ازاء هر شکافت، شکافت دیگری را القاء می‌کنند، وضعیت به حالت اوّل باز می‌گردد که توان در ۰/۱ ثانیه دو برابر می‌شود؛ حالتی فوق‌العاده خطرناک که «بحرانی آنی» نامیده می‌شود. یک قاعده اساسی، برای راه‌اندازی یک رآکتور اجتناب از وضعیتهاست که تحت هر سلسله رویدادهای قابل تصور، منجر به شرایط بحرانی آنی می‌شود. این قانون در مورد رآکتور چرنوبیل نیز وجود داشت، امّا اپراتورها آن را نادیده گرفتند. در تلاشهایی که برای به دست آوردن سطح توان لازم، علی‌رغم مسألهٔ گزنون، به عمل آوردن میله‌های کنترل تا آنجا بیرون کشیده شدند، که از دست رفتن آب، رآکتور را شدیداً، بحرانی آنی می‌ساخت.

۱۱ ــ حادثه

در ساعت ۱ و ۲۲ دقیقه صبح، جریان تغذیهٔ آب کاهش داده شد. امّا چون فرصت می‌خواهد تا این کاهش بر شرایط رآکتور تأثیر بگذارد، میله‌های کنترل، بلافاصله در محل خود قرار نگرفتند. در ساعت ۱ و ۲۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه، یک نوشتهٔ کامپیوتری نشان داد که شرایط طوری هستند که رآکتور باید بلافاصله خاموش شود. این موضوع به دلایلی که تشریح نشده است، نادیده گرفته شد.

در ساعت ۱ و ۲۳ دقیقه و ۴ ثانیه، آزمایش آغاز شد. بخار از مولد توربینی دور شد و بنابراین توربین شروع به آهسته شدن کرد. این موضوع نیز، بار روی رآکتور را کاهش داد.

در این موقع، به سه دلیل مقدار بخار داخل راکتور رو به افزایش گذاشت: (۱) پمپهای آب، به دلیل آهسته شدن مولد توربینی، آهسته شدند و جریان آب را کاهش دادند. (۲) اثر کم شدن جریان آب که در ساعت ۱ و ۲۲ دقیقه انجام شده بود، شروع به آشکار شدن کرد. (۳) از دست رفتن بار، مصرف بخار را کاهش داد.

علاوه بر این، عدم پایداری در مقابل از دست دادن آب (در اثر تبدیل شدن به بخار)، اثر مهمی را داشت ــ بخار بیشتر آب کمتر، که به معنی سمّ کمتر، که به معنی ایجاد گرمای بیشتر، که به معنی بخار بیشتر است ــ یک چرخهٔ بی انتها.

در این مرحله، توان رآکتور با سرعت رو به افزایش گذاشت.

میله‌های کنترل خودکار به طور کامل داخل شدند، امّا باز هم توان به افزایش ادامه داد. در ساعت ۱ و ۲۳ دقیقه و ۴۰ ثانیه، سرپرست نوبت دستور داد که میله‌های کنترل اضطراری را وارد سازند. در رآکتورهای نوع چرنوبیل، میله‌های کنترل اضطراری تحت اثر جاذبه پایین می‌افتند، امّا «کابلهایی» که، آنها به آن بسته شده‌اند، حول یک محور پیچیده شده‌اند که باید بچرخد تا میله‌ها بتوانند سقوط کنند. به این دلیل، شتاب به سمت پایین، به جای اینکه مانند سقوط جاذبه‌ای مستقیم که رآکتورهای امریکا به کار می‌رود g باشد، فقط $\frac{۱}{۴}$ g است. قبل از اینکه خسارت وارده بر هستهٔ رآکتور جلو میله‌های کنترل را سد کند، فقط بخشی از آنها توانست داخل شود.

در ساعت ۱ و ۲۴ دقیقه دو انفجار شنیده شده مشاهده شد که قطعات داغ و جرقه، از بالای ساختمان رآکتور به بیرون پرتاب شدند که در حدود ۳۰ آتش‌سوزی را ایجاد کردند.

دوباره‌سازی تسلسل وقایع داخل رآکتور، با هیچ جزئیاتی امکان‌پذیر نیست. تولید گرمای عظیم و بدون شک فشار بخار را تا حدی افزایش داد که لوله‌ها از هم گسیخته شدند. این موضوع موجب از دست رفتن کامل آب خواهد شد، که آن بخش از رآکتور را، بحرانی آنی خواهد ساخت، و منجر به افزایش خیلی سریع توان می‌شد. تخمین زده می‌شود که سطح توان به میزان ۲۰ تا ۱۰۰ برابر مقدار توان معمولی رسید، که موجب پیدایش نیروهای قوی در اثر

انبساط گرمایی و تشکیل بخار می‌شود. در دماهای بالا، بخار به روش شیمیایی با پوشش سوخت، که از جنس زیر کونیوم است، بر هم کنش می‌کند و هیدروژن تولید می‌کند که می‌تواند درصورت وجود اکسیژن، بسوزد و یا منفجر شود. (پوشش زیر کونیوم در تمام انواع رآکتور مرسوم است) با توجه به بیرون پرتاب شدن قطعات انفجار، آشکار است که هوا وجود داشت. شاید انفجار دوّم ناشی از احتراق هیدروژن بوده است.

در این موقع، مهم‌ترین مسأله این بود که آتش را خاموش کنند، مخصوصاً چون رآکتور دیگری در همان ساختمان بود که در خطر فوری قرار داشت. در حدود ساعت ۱ و ۳۰ دقیقهٔ صبح، آتش‌نشانها از شهرهای مجاور، پریپیات (pripyat) و چرنوبیل (chernobyl) به محل رسیدند و تا ساعت ۳ و۵۴ دقیقهٔ صبح، تهدید کننده‌ترین آتش‌سوزیها را خاموش کردند. تا ساعت ۵ صبح، تمام آتش‌سوزیها خاموش شدند و رآکتور دیگر خاموش شد. دو رآکتور، در یک ساختمان آلوده (به رادیواکتیو)، برای ۲۰ ساعت دیگر به کار ادامه دادند،تا اینکه برای خاموش کردن آنها از مسکو اجازه دریافت شد. آنها چند ماه بعد کار خود را دوباره آغاز کردند.

آتش‌نشانها،قهرمانیهای فوق‌العاده‌ای را در خاموش کردن آتش‌سوزیها نشان دادند. آنها مقادیر زیادی تابش، که بیشتر ناشی از چسبیدن رادیواکتیویته به بدن آنها بود دریافت کردند. علاوه بر این، آنها از سوختن‌های حرارتی و شیمیایی نیز صدمه دیدند. بسیاری از آنها بعداً مردند.

در این مرحله، هنوز مسألهٔ خنک کردن رآکتور وجود داشت. گرافیت در حال سوختن بود و سوخت، تولید حرارت از رادیواکتیویتهٔ خود را ادامه داد. گردوخاک رادیواکتیو، فوران می‌کرد. کوششهایی برای پمپ کردن آب به داخل رآکتور انجام گرفت، امّا ناموفق ماند. بنابراین تصمیم گرفته شد که مواد را از هیلکوپتر به داخل رآکتور بریزند، تا گرما را جذب کند و آتش‌سوزیها را خاموش کند. از ۲۸ آوریل تا ۲ می، ۵۰۰۰ تن ترکیبات بور (برای اطمینان از بحرانی نشدن رآکتور ــ بور یک جاذب قوی نوترون است)، دولومیت، شن، خاک و سرب (برای اینکه ذوب شود، جاری شود و لذا هوا را خارج سازد) بر روی رآکتور ریخته شد. خلبان هیلکوپتر ناچار بودند به درون چتر بالا روندهٔ گردوخاک رادیو اکتیو پرواز کنند و بسیاری از آنها، مقادیر زیادی تابش دریافت کردند که بعداً موجب مرگشان شد. در نتیجهٔ قهرمانی آنان، خروج رادیواکتیویته، در روز ۶ ماه می شدیداً کاهش یافت.

جمعاً، ۳۱ نفر مردند، دو نفر بلافاصله در اثر انفجارها و بقیه در اثر سوختگیها و بیماری ناشی از تابش. به قول گروهی از پزشکان روسی که از آمریکا بازدید کردند، هیچکدام از آنها از طریق پیوند مغز استخوان، که به وسیله پزشکان آمریکایی بازدیدکننده، با تبلیغات گسترده انجام شد، نجات نیافتند. شدیدترین اثرات را که ناشی از سوختن پوست در اثر پرتوهای بتا بود، می‌شد برطرف کرد، اگر آنها لباسهای حفاظتی را که در رآکتورهای امریکا معمول است پوشیده بودند و یا به نظافت بخشهای در معرض قرار گرفتهٔ بدن آنها توجه شده بود.

در حالی که این مرگ و میر کارکنان رآکتور، بدون شک غم‌انگیز است، امّا شاید ارزش داشته باشد، یادآوری کنیم که به طور میانگین هر روزه ۵۰ مرگ در ارتباط با حوادث شغلی در امریکا اتفاق می‌افتد و تک حوادثی که در آنها بیش از ۳۱ نفر از کارکنان کشته می‌شوند، مکرر در معادن زغال‌سنگ روی می‌دهد.

۱۲ ــ آزاد شدن اکتیویته

تقریباً تمام خطراتی که مواد رادیواکتیو آزاد شده در حادثه‌های هسته‌ای برای بهداشت عمومی دارد، از پخش شدن گردوخاک رادیواکتیو از طریق جو حاصل می‌شود. اساساً در تمام صحنه‌های ذوب رآکتور، در lwrهای امریکایی مواد رادیواکتیو در یک محفظهٔ ساختمانی مسدود آزاد می‌شود، که با سیل صدها هزار گالن آب روبرو می‌شود و در جریان آن، آب‌پاشها که مواد شیمیایی خاصی را به صورت محلول دارند، جو محفظه را پر می‌کنند.درچنین‌وضعیتی،بیشتر رادیواکتیویته خطرناک در آب حل می‌شود و فقط بخش کوچکی از آن به صورت گردوخاک رادیواکتیو آزاد می‌شود.

از سوی دیگر، در رآکتور چرنوبیل، ماده رادیواکتیو، به صورت گردوخاک رادیواکتیو، مستقیماً وارد محیط شد و در اثر گرمای شدید و چتر بالا روندهٔ گازهای داغ ناشی از سوختن گرافیت، به بالا رانده شد. مشکل می‌توان دستگاه بهتری برای آزاد کردن رادیواکتیویته طراحی کرد، که تأثیر آن بر بهداشت عمومی بیشتر از این باشد. یک موضوع تأسف‌بار دیگر این بود که روسها این رآکتور را برای پلوتونیوم از درجه مورد استفاده در بمب، به کار نبرده و بنابراین، سوخت برای مدت بیش از ۲ سال در رآکتور، در حال جمع کردن رادیواکتیویته مانده بود.

مهم‌ترین مواد رادیواکتیو آزاد شده از چرنوبیل، عبارت بودند از:

۱ ــ گازهای نادر، ایزوتوپهای رادیواکتیو کریپتون و گزنون، که در میان محصولات حاصل از واکنش شکافتی نسبتاً فراوانند. اساساً تمام اینها آزاد شدند. اما خوشبختانه صدمات کمی وارد می‌کنند، زیرا وقتی با دم وارد شوند، بلافاصله باز دمیده می‌شوند و در

بدن باقی نمی‌مانند. آنها بیشتر به صورت تابش بیرونی از طریق هوای محیط، موجب تابش زدگی می‌شوند. اما چون بیشتر تابش آنها چندان نافذ نیست، اثرات بهداشتی آنها اساساً ناچیز است.

۲ ــ ید ۱۳۱ که نیمه عمرش ۸ روز است. چون این عنصر فرار است، به آسانی آزاد می‌شود حداقل ۲۰ درصد از I^{131} موجود در رآکتور چرنوبیل، در محیط آزاد شد. وقتی ید از طریق تنفس و یا هضم همراه با غذا و یا مایعات وارد بدن شود، به طور مؤثر وارد غدهٔ تیروئید می‌شود، که تابش آن می‌تواند موجب ورم و یا سرطان تیروئید شود. این بیماریها، بخش بزرگی از اتمام اثرات بهداشتی است که در اثر حوادث هسته‌ای پیش‌بینی می‌شوند، امّا فقط بخش کوچکی از اینها مرگ‌آور است. توجه کنید که اگر تمام موارد بیماریهای غیر مرگ‌آور حاصل از آلودگیهای ناشی از سوزاندن ذغال به حساب آورده شوند، شمار اثرات بهداشتی ناشی از تولید الکتریسیته به وسیلهٔ سوخت زغال، بسیار زیاد خواهد بود.

۳ ــ سزیوم ۱۳۷ که یک نیمه عمر ۳۰ ساله دارد و با تابش یک پرتوگامای پرانرژی (۶۶۱ کیلو الکترون ولت) واپاشیده می‌شود. حدود ۱۳ درصد از Cs^{137} موجود در راکتور چرنوبیل آزاد شده سزیوم با نشستن بر روی زمین، که تابش گامای آن برای سالها آنهایی را که در نزدیکی هستند تابش زده می‌کند، صدمه وارد می‌سازد. همچنین می‌تواند به وسیلهٔ ریشهٔ گیاهان جذب شود و بدین ترتیب وارد غذا شود که موجب تابش‌زدگی بدن از درون می‌شود. در هر دو مورد، می‌تواند انواع گوناگون سرطان و یا سرطان خون را موجب شود. در ارزیابی تابش دُزگیهای رادیواکتیویته، این سه ماده رادیواکتیو باید به حساب آیند. شاید با کمی افزایش که ناشی از مواد دیگر است. نه فقط گازهای نادر و I^{131} باید در روزهای بلافاصله پس از حادثه در نظر گرفته شوند، بلکه تابش زدگیهای مورد انتظار ناشی از Cs^{137}، که درحدود ۷۰ سال آینده روی زمین می‌ماند و یا وارد غذا می‌شود، نیز باید به حساب آید.

۱۳ ــ تابش زدگیهای عمومی و اثرات بهداشتی آنها

تابش زدگیهای گروه‌های مختلف مردم که نزدیک کارخانه چرنوبیل زندگی می‌کردند و تخلیه شدند، در جدول (۱) آمده است. توجّه کنید که مردم پریپ یات، یک شهر ۴۵۰۰۰ نفری که در ۳ کیلومتری کارخانه قرار داشت، خیلی کمتر از آنها که دورتر بودند، تابش دریافت کردند، زیرا گرد و خاک رادیواکتیو، در اثر حرارت شدید به ارتفاعات خیلی بالا پرتاب شد. از جدول (۱) آشکار است که بیشترین تابش را یک گروه ۱۶۰۰۰ نفری از مردم که در فاصله ۳ ــ ۱۰ کیلومتری کارخانه زندگی می‌کردند. با تابش زدگی حدود ۵۰rem دریافت کردند.

براساس آخرین گزارش کمیتهٔ اثرات بیولوژیک تابش یونیده، وابسته به آکادمی علوم ملی (BEIR) خطر سرطان مرگ‌آور برابر $۱/۲ \times ۱۰^{-۴}$/rem است (کمیتهٔ علمی اثرات تابش اتمی وابسته به سازمان ملل متحد (UNSCEAR) و کمیسیون بین‌المللی برای محافظت رادیولوژیکی (ICRP)، هر دو مقدار $۱/۰ \times ۱۰^{-۴}$/rem را ارزیابی می‌کنند). بنابراین مقدار تابش ۵۰rem، یک ۰/۰۰۶ ($= ۱/۲ \times ۱۰^{-۴} \times ۵۰$) در طول عمر به وجود می‌آورد. اگر همان طوری که نوعاً این طور است این افراد با خطر معمولی ۲۰ درصد برای مرگ ناشی از سرطان روبرو باشند، تابش زدگی آنها در حادثهٔ چرنوبیل این خطر را به ۲۰/۶ درصد می‌رساند. این خطر کمتر از تغییرات خطر سرطان با مکان جغرافیایی است. برای مثال، در نیوانگلاند، این خطر ۲۲ درصد است درحالی که در ایالتهای راکی مانتین، ۱۷ درصد است.

تعداد مرگهای ناشی از سرطان اضافی که در بین این گروه پیش‌بینی می‌شود برابر ۹۶($= ۱۶۰۰۰ \times ۰/۰۰۶$) است، درحالی که تعداد مرگهای ناشی از سرطان که معمولاً انتظار می‌رود درحدود ۳۲۰۰($= ۱۶۰۰۰ \times ۰/۲$)

جدول ۱ ــ میزان تابش دریافت شده بوسیلهٔ مردمی که تخلیه شدند

فاصله	جمعیت	میانگین تابش دریافتی (رم)	نفر ــ رم
کمتر از ۳ کیلومتر (پریپ یات)	۴۵۰۰۰	۳/۳	۱۵۰۰۰۰
۳ ــ ۷ کیلومتر	۷۰۰۰	۵۴	۳۸۰۰۰۰
۷ ــ ۱۰ کیلومتر	۹۰۰۰	۴۶	۴۱۰۰۰۰
۱۰ ــ ۱۵ کیلومتر	۸۲۰۰	۳۵	۲۹۰۰۰۰
۱۵ ــ ۲۰ کیلومتر	۱۱۶۰۰	۵/۲	۶۰۰۰۰
۲۰ ــ ۲۵ کیلومتر	۱۴۹۰۰	۶/۰	۹۰۰۰۰
۲۵ ــ ۳۰ کیلومتر	۳۹۲۰۰	۴/۶	۱۸۰۰۰۰
کل تا ۳۰ کیلومتر	۱۳۵۰۰۰	۱۲	۱۶۰۰۰۰۰

است. اگر عـــــدد اخیر را با دقت کافی (کـه شدیداً غیر محتمل است) مـی‌دانستید، یک انحراف معیار آماری برابر۵۷ + (=۳۲۰۰±) می‌داشت. بـــــــا مطالعات بسیار دقیق همه‌گـیرشناسی، امکان آشکارسازی ۹۶ سرطان اضافی ضعیف است.

در مـیان ۱۱۹۰۰۰ انسان دیگری کـه در شعاع ۳۰ کیلومتری کارخانه زندگی می‌کردند (شامل شهروندان پریپ یات)، میانگین تـابش زدگی فقط ۶/۷rem بود، که خـطر سرطـان هر فرد را از ۲۰ درصد به ۲۰/۰۸ درصد افـزایش می‌دهد و منجر بـه انـتظار ۹/۶ مـرگ اضافـی علاوه بر۱۵۵ ± ۲۴۰۰۰ که معمولاً مورد انتظار است، مـی‌شود. روشن است کـه ایـنها را نمی‌توان با همدیگرشناسی آشکار کرد.

تابش زده‌ترین گروه بعدی، عبارت است از ۷۵ میلیون شهروند روسی که در شعـاع ۱۰۰۰ کیلومتری چرنوبیل زندگی می‌کـنند. مـیانگین تابش‌زدگـی نـهایی آنـها در ۷۰ سال آیـنده ۰/۴ rem از تابش بیرونی بـه علاوه ۰/۴rem از خـوردن غذای آلوده، یـعنی جمعـاً ۰/۸rem خواهد بود. ایـن مـوضوع یک خـطر سرطـان ۱×۱۰^{-۴} (≃ $۰/۸ \times ۱۰^{-۴} \times ۱/۲$) بـه آنـها خواهد داد و خطر آنها را از ۲۰ درصد عادی به ۲۰/۰۱ درصد خواهد رسانید. تـعداد مـرگهای اضافی مورد انتظار در این گروه برابر است بـا ۷۵۰۰ (= $۱۰^{۶} \times ۷۵ \times ۱۰^{-۴} \times ۱$). اکثریـت مرگهای پیش‌بینی شده در این گروه است.

در خـارج از شوروی در اروپـا، بـیشترین میانگین تـابش زدگـی در فـنلاند سوئـد و بخشهایی از آلمان و لهستان بود. تابش زدگی نهائی در این نـواحی شایـد ۰/۳rem بـاشد. در بیشتر قـسمتهای اروپای غربـی، تـابش زدگـی نوعاً بیشتر چیزی برابر ۰/۰۳rem خواهد بـود. بیشترین مقدار تابش زدگی تخمین زده شده در آمـریکا بـرابر ۰/۰۰۳rem در ایـالت واشنگتن است. جمع تابش زدگـی در خـارج از شوروی تخمیناً ۱۰ میلیون نـفر ــ رِم است، کـه نـهایتاً مـوجب ۱۲۰۰ (= $۱۰^{-۴} \times ۱/۲ \times ۱۰^{۶} \times ۱۰$) مرگ می‌شود.

بنابراین تعداد کل مرگهای پیش بـینی شده نـاشی از حـادثه چـرنوبیل ۹۰۰۰ است، کـه تخمیناً برابر تـعداد مـرگهای سالیانـهٔ نـاشی ازآلودگـی هوای حـاصل از سوخـت زغال در آمریکا است.

چشم انداز جالبی در موزد تـابش نـاشی از حادثه چرنوبیل به دست می‌آوریم، اگر آنـرا بـا تابش حاصل از رادن کـه بـه طـور طبیعـی در منازلمان وجود دارد، مقایسه کنیم.

رادُن بطور مداوم از واپاشی رادیوم موجود در خاک تولید می‌شود و با نفوذ بـه بـالا، وارد خانه‌ها می‌شود که در آنـجا بـه دام مـی‌افـتد و موجب تابش زدگیها می‌شود. ارزیـابی ایـنست که رادُن یاد شده، ۱۰۰۰۰ آمریکایی را در سال می‌کشد، که برابر کل تلفات ناشی از چـرنوبیل است. میانگین خـطر مـردن یک آمـریکایی از تابش رادُن، ۰/۳۳٪ است، کـه بـیشتر از نصف میانگین خطر ۱۶۰۰۰ نفری هستند که بـیش از همه حادثه چـرنوبیل، تـابش‌زدگـی داشته‌انـد. حدود $\frac{۱}{۴}$ از امـریکاییها، بـیشتر از ایـن گـروه روسها که بـیش از همه تـابش زده شده‌انـد، از رادُن تابش دریافت می‌کنند.

تـــمام گـــروههای دیگری کـه در حـــادثه چرنوبیل تـابش زده شده‌انـد، تـــابش زدگـــی بیشتری را در مقایسه با حادثه، از رادن دریافت می‌کنند. ۱۹۰۰۰ نفر دیگری کـه در شعـاع ۳۰ کیلومتری زندگی مـی‌کـردند، چهـار بـرابر از رادُن تابش دریافت می‌کند. ۷۵ میلیون شهروند روسی دیگر، کـه در خـارج از شعـاع ۲۰ کیلومتری زندگی می‌کردند مقدار تابشی کـه در هر دو سال از رادُن بدست مـی‌آورنـد بـیش از تابشی است که از حادثه دریافت کردند. مـعادل تابش ناشی از حادثه، در نواحی شدیـداً تـابش زده خارج از شوروی در هر ۱۰ ماه، در بـیشتر اروپای غربی در هر چهار هفته و در مـناطق بـا بیشترین تابش زدگی در آمریکا در هر سه روز، از رادُن دریافت می‌شود.

۱۴ ــ درسهـــای آمـــوخته شده و امکان کاربرد آنها در رآکتورهای آمریکایی.

روسها درسهای بسیاری از حادثه چرنوبیل «آموختند» و با حـداقل آگـاهی آنـها نسبت بـه چیزهایی که قبلاً مـی‌دانستند، بـیشتر شد. آنـها دریافتند که ناپایداری در مقابل تغییرات دمـا و در مـقابل از دست رفـتن آب، کـه علل اصلی حادثه بودند، بیشتر از آنچه فرض کرده بـودند، می‌تواند خطرناک باشد. آنها دریافتند کـه یک محفظه ایمنی، در صورتـی کـه هر چیز دیگری نـاکام بـماند، تضمین مـهمی است و بـنابراین بسیار مفید است، اگـر رآکـتور چـرنوبیل یک محفظه از نـوع آمـریکایی مـی‌داشت، رهایـی رادیواکتیویته بسیار کـم مـی‌بـود و بـنابراین اساساً تاثیرات شدید بهداشتی نمی‌داشت. آنها مـؤثر بـودن آتش سوزی گـرافیت، بـه عنوان وسیله‌ای جهت پراکنده کردن رادیواکتیویته در خطرناکترین شکلش، به صورت گـرد و خـاک جوی، را آموختند.

آنها دریافتند کـه انـجام آزمـایش بـر روی رآکتورها، که شامل کار خیلی غیر عادی باشد، نباید دست‌کم گرفته شود، بلکه نیاز بـه طـراحی خیلی دقیق و حضور متـخصصان رآکـتور دارد. آنها اهمیت پیروی از قوانین و مقررات و کـنار نگذاشتن دستگاههـای ایـمنی و عدم اغماض اخطارها را آموختند.

شیوهٔ کار اپراتورها بیشتر مانند نحوهٔ عمل یک فیزیکدان ناامیدی بود که تلاش می‌کند تـا آزمـایش خـود ساخته‌اش را پس از یک روز پرتأخیر، در ساعت ۱ صبح به کـار انـدازد، تـا اینکه مانند سرپرست یک ماشین صنعتی گران قیمت، قوی و خیلی بـزرگ بـاشد، کـه نـاکام ماندن آن، می‌تواند خسران جانی گسترده‌ای را موجب شود. روسهـا ایـن درسهـا را تشخیص

داده‌اند و به دنیا اطمینان داده‌اند که اقدامهایی برای کاربرد آنها انجام گرفته است، هر چند هنوز براین عقیده‌اند که ساختن یک محفظه، از نوع آمریکایی آن در اطراف رآکتور از نوع چرنوبیل، عملی نیست. آنها اقدامهایی جدی را برای اصلاح انضباط کارکنان، در برنامهٔ رآکتورهای مولد نیرو انجام داده‌اند. شماری از مسئولان آن برنامه اخراج شده‌اند و یا احتمالاً از دید آن کارکنان، بدتر از آن، از حزب کمونیست اخراج گردیده‌اند.

هیچ یک از این درسها در مورد LWRهای آمریکایی صادق نیست. آنها طوری طراحی شده‌اند که در مقابل از دست رفتن آب و در مقابل تغییرات دما، در هر شرایطی پایدار باشند. آنها محفظه دارند و گرافیت در آنها نیست. مقررات در آنها اکیداً اعمال می‌شود. هر نوع کار رآکتور که با کنار گذاشتن دستگاههای ایمنی انجام شود و یا نادیده گرفتن یک اخطار ایمنی، موجب به بارآمدن صدها هزار دلار جریمه می‌شود و خیلی بیشتر هم می‌شود، اگر بلافاصله به کمیسیون تنظیم هسته‌ای (NRC) گزارش نشود. (هر ماهه جریمه‌های سنگینی برای تخلفات خیلی کوچک‌تر وجود داد.) آزمایشهایی که با استفاده از رآکتورهای مولد نیروی تجاری آمریکایی انجام گیرد، فوق‌العاده نادرست است. این آزمایشها نیاز به توجیه کاملاً استادانه و تشریح احتیاطهای ایمنی که اکیداً اعمال شود و کسب اجازه از واشنگتن دارند.

یک پرسش روشن اینست که چرا روسها تا این اندازه در گذشته، کمتر از همتای غربی‌شان نگران ایمنی بوده‌اند. از مدتها قبل روشن بود که رآکتورهای نوع چرنوبیل آنها، حتی اگر محفظه‌ای می‌داشتند، نمی‌توانستند در غرب مجوز بگیرند و تمام رآکتورهای دنیای غرب، محفظه دارند.

بین متخصصان ایمنی رآکتورهای روسی و آمریکایی. تماسهای قابل توجهی از جمله بازدیدهایی از هر دو طرف، دوستی شخصی، گفتگوهای زیادی به هنگام صرف نوشیدنیها و غیره، وجود داشته است. پرسش فوق بارها مطرح شده و مورد بحث قرار گرفته است و پاسخ روسها چیزی شبیه زیر است.

نگرانی فوق‌العاده در مورد ایمنی رآکتور در آمریکا خیلی از چهار چوب منطقی فراتر رفته است. در این موضوع البته بحثی نمی‌تواند وجود داشته باشد. برای مثال، اقدامات جدیدی که برای اصلاح ایمنی، بوسیله NRC در ۱۲ سال گذشته انجام گرفته است، هزینه یک نیروگاه هسته‌ای را علاوه بر تورم، پنج برابر، که یک افزایش هزینهٔ ۲ بلیون دلاری است، بیشتر کرده است. امّا «بررسی ایمنی رآکتور» که به وسیله خود NRC انجام گرفته است، ارزیابی می‌کند که بدون این اصلاحات، میانگین تعداد مرگ قابل انتظار ناشی از حادثه در یک رآکتور، در طول مدت تخمینی سرویس دهی، در حدود ۰/۸ است. بنابراین اصلاحات فوق نظیر هزینه کردن بیش از ۲ بلیون دلار ($\frac{۲ \text{ بلیون دلار}}{۰/۸}$)، به ازاء هر انسانی است که نجات می‌یابد. این موضوع به دو دلیل غیر منطقی است. اولاً فرصتهای زیادی وجود دارد که می‌توان جان افراد را با برنامه‌های تشخیص سرطان، اقدامهای ایمنی بزرگراهها و غیره با هزینه ۱۰۰۰۰۰ دلار به ازاء هر انسان نجات داد. به طوری که اگر پولی که صرف نجات یک نفر از حوادث رآکتور هسته‌ای می‌شود، در زمینه‌های فوق هزینه شود، می‌تواند ۲۰۰۰۰ انسان را نجات دهد. ثانیاً، در نتیجهٔ افزایش هزینه، شرکتهای خدماتی مجبور می‌شوند که به جای نیروگاه‌های هسته‌ای، کارخانه‌های با سوخت زغال بسازند و تخمین زده می‌شود که هوای ناشی از یک کارخانه با سوخت زغال، حداقل موجب ۱۰۰۰ مرگ در طول عمر مفیدش می‌شود. لذا این نحوهٔ برآورد غیر منطقی در رابطه با ایمنی رآکتورهای هسته‌ای در آمریکا هر سال منجر به هزاران مرگ غیر لازم می‌شود و بیلیونها دلار را هر سال تلف می‌کند، که می‌توانست برای نجات ده‌ها هزار انسان دیگر به کار رود.

چرا شوروی باید این بی‌عقلی را تکرار کند؟ در آمریکا این توجه مزین به ایمنی رآکتور شاید اجتناب ناپذیر باشد، زیرا حتی یک حادثهٔ کوچک می‌تواند صنعت هسته‌ای را بخواباند. حادثه‌تری مایل آیلند، که کسی را نکشت و حتی نزدیک به انجام اینکار نیز نیامد، تأثیرات عظیمی داشت. این تاوانی است که ما برای رسانه‌های گروهی بدون کنترل خودمان می‌پردازیم که آزادانه تا مردم را براساس میل به اشتباه بیندازند. در شوروی رسانه‌های گروهی کنترل می‌شوند و از چنین مشکلی جلوگیری می‌شود. اگر حادثه‌تری مایل آیلند در شوروی اتفاق می‌افتاد، هرگز دنیا از آن با اطلاع نمی‌شد و از تمام نتایج غیرمنطقی آن جلوگیری به عمل آمده بود.

مشکل است که با منطق متخصصان ایمنی رآکتورهای روسی به مشاجره برخیزیم، امّا آنها زیاده روی کرده‌اند. رآکتور نوع چرنوبیل خیلی خطرناک‌تر از آنست که رآکتورهای آمریکایی در هر زمانی بوده‌اند. تمام اختلافاتی را که ما به آنها اشاره کردیم، به همان شکل حتی در مورد رآکتورهای مولد نیروی آمریکایی نیز صادقند. اگر آمریکا از یک سو به اشتباه رفته است، روسها از جهت دیگر در اشتباه هستند. آنها واقعاً دست به قمار زدند و در آن بازنده شدند.

مرجع:

American Journal of physics, December 1987, P. 1076–1083.

پرسشهای گزینش دانشجو
سال ۱۳۷۲ مرحلهٔ دوم

رشته علوم ریاضی ـ فنی

۶۶- چگالی جسمی نسبت به آب $\frac{۴}{۳}$ است. حجم ۲ کیلوگرم از این جسم چند لیتر است؟

۱) $\frac{۳}{۸}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$

۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۸}{۳}$

۶۷- فشار وارد بر کف دریاچه‌ای $۲/۴\times۱۰^{۵}$ پاسکال و فشار هوا در این محل ۹×۱۰^{۴} پاسکال می‌باشد. اگر جرم حجمی آب $۱۰۰۰\ \frac{kg}{m^۳}$ و $g=۱۰\ \frac{N}{kg}$ فرض شود، عمق دریاچه چند متر است؟

۱) ۹ ۲) ۱۵

۳) ۲۴ ۴) ۳۳

۶۸- اگر جسمی شناور بر روی آب را که $\frac{۳}{۴}$ حجم آن در آب قرار دارد، درون مایعی با چگالی $۰/۸\ gr/cm^۳$ بیاندازیم، چه نسبتی از حجم جسم درون مایع قرار می‌گیرد؟

۱) $\frac{۳}{۵}$ ۲) $\frac{۷}{۸}$

۳) $\frac{۱۴}{۱۵}$ ۴) $\frac{۱۵}{۱۶}$

۶۹- دمای گازی در فشار ثابت از صفر درجه سلسیوس به ۲۷ درجه سلسیوس رسیده است. جرم حجمی آن .... درصد .... یافته است.

۱) ۹، کاهش ۲) ۹، افزایش

۳) ۹۱، کاهش ۴) ۹۱، افزایش

۷۰- دمای یک میله فلزی به ضریب انبساط طولی $۲\times۱۰^{-۵}\ ۱/c^\circ$ را چند درجه سلسیوس بالا ببریم تا افزایش طول آن $\frac{۱}{۵۰۰}$ طول اولیه‌اش شود؟

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰

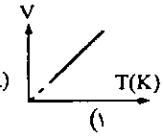
۳) ۲۰۰ ۴) ۵۰۰

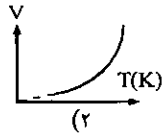
۷۱- اگر θ دیمانسیون دما باشد، دیمانسیون ضریب انبساط طولی کدام است؟

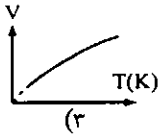
۱) $\theta^{-۱}$ ۲) $L^{-۱}$

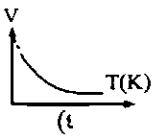
۳) $L^{-۱}\theta$ ۴) $L\theta^{-۱}$

۷۲- کدام نمودار، تغییرات حجم گاز (در فشار ثابت) را نسبت به دمای مطلق نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۷۳- شخصی تصویر خود را در آینه تخت می‌بیند. هرگاه شخص و آینه هر یک با سرعتی به اندازه ۷ در یک راستا به سمت یکدیگر حرکت کنند، اندازه سرعت انتقال تصویر چند برابر ۷ است؟

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۵

۷۴- جسمی را در چه فاصله از یک آینه مقعر به فاصله کانونی f باید قرار داد تا فاصله میان جسم و تصویر حقیقی آن حداقل باشد؟

۱) $1/5f$ ۲) $2f$

۳) $4f$ ۴) $6f$

۷۵- در یک آینه محدب به فاصله کانونی f یک شئ مجازی به فاصله $\frac{3}{2}f$ از آینه قرار دارد. تصویر آن چگونه است؟

۱) مجازی-مستقیم ۲) مجازی-معکوس

۳) حقیقی-مستقیم ۴) حقیقی-معکوس

۷۶- جسمی در عمق ۱۲ سانتی‌متری محیط شفافی قرار دارد. اگر از هوا تقریباً بطور عمود بر سطح جدایی دو محیط نگاه کنیم، تصویر جسم را ٤ سانتی‌متر نزدیکتر به سطح جدایی می بینیم. ضریب شکست محیط شفاف کدام است؟

۱) $\frac{5}{4}$ ۲) $\frac{4}{3}$

۳) $\frac{3}{2}$ ۴) ۲

۷۷- وقتی نور تک رنگی از هوا وارد یک منشور می‌شود طول موج و سرعت انتشار آن به ترتیب چه تغییری می‌کنند؟

۱) اولی افزایش و دومی کاهش می‌یابد

۲) اولی ثابت می‌ماند و دومی کاهش می‌یابد

۳) اولی کاهش می‌یابد و دومی ثابت می‌ماند

۴) هر دو کاهش می‌یابند.

۷۸- جسمی روی کانون عدسی مقعر قرار دارد. بزرگنمایی آن در این حالت کدام است؟

۱) ۰ ۲) $\frac{1}{2}$

۳) ۲ ۴) بی‌نهایت

۷۹- فاصله یک شئ از پرده‌ای ۱ متر است. یک عدسی را در دو وضعیت به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم بین شئ و پرده قرار می‌دهیم و هر بار تصویر حقیقی از شئ روی پرده می‌افتد. فاصله کانونی عدسی چند سانتی‌متر است؟

۱) ۲۰ ۲) ۲٤

۳) ۳٦ ٤) ٤۰

۸۰- بیشترین فاصله دید شخص نزدیک بینی یک متر است. اگر آن شخص بخواهد فاصله‌های خیلی دور را خوب ببیند باید عدسی عینک وی از نوع ... با فاصله کانونی .... متر باشد.

۱) واگرا، ۱ ۲) واگرا، ۲

۳) همگرا، ۱ ٤) همگرا، ۲

۸۱- یک نقطه نورانی روی محور تقارن یک سکه به قطر ۳cm و به فاصله d از آن قرار دارد. یک پرده در چه فاصله‌ای از سکه قرار گیرد، تا قطر سایه آن بر روی پرده، ۹cm باشد؟

۱) d ۲) ۲d

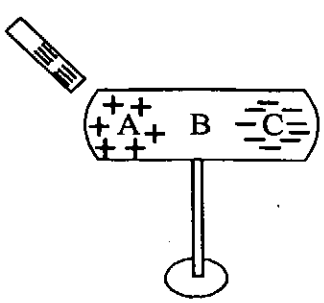
۳) ۳d ٤) ٤d

۸۲- کدام پرتو در منشور کمتر منحرف می‌شود؟

۱) قرمز ۲) زرد

۳) سبز ٤) بنفش

۸۳- میله‌ای با بار منفی را به یک جسم رسانا که روی پایه عایقی قرار دارد نزدیک می‌کنیم تا مطابق شکل بارها در روی جسم مزبور جابه‌جا شوند. اگر پتانسیل سه قسمت از جسم را V_A و V_B و V_C بنامیم، کدام رابطه صحیح است؟



۱) $V_A + V_C = V_B$

۲) $V_A < V_B < V_C$

۳) $V_A = V_B = V_C$

۴) $V_A > V_B > V_C$

۸۴- اگر اختلاف پتانسیل میان نقاط A و B ۱۵۰۰ ولت باشد، با صرف $۱/۲\times۱۰^{-۳}$ ژول انرژی، چند میکروکولن بار را می‌توان از یک نقطه به دیگری برد؟

۱) ۰/٤ ۲) ۰/۸

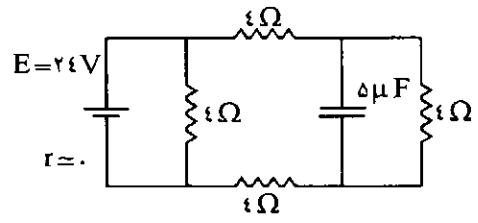
۳) ۱/۸ ٤) ٤۰

۸۵- دو بار نقطه‌ای همنام که اندازه یکی ٤ برابر دیگری است به فاصله d از یکدیگر قرار دارند و برآیند شدت میدان الکتریکی در وسط دو بار ۳۰۰ N/C است. اگر بار بزرگتر را خنثی کنیم اندازه شدت میدان در نقطه مذکور چند N/C خواهد شد؟

۱) ۳۷/۵ ۲) ۵۰

۳) ۷۵ ٤) ۱۰۰

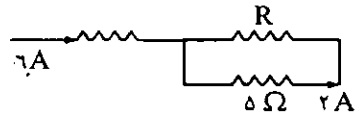
۸۶- در شکل زیر بار الکتریکی ذخیره شده روی خازن چند میکروکولن است؟



۱) ٤۰ ۲) ۳۰

۳) ۲۰ ٤) ۱۰

۸۷- با توجه به مدار زیر مقاومت R چند اهم است؟



۱) ۲/۵ ۲) ۵

۳) ۷/۵ ٤) ۱۰

۸۸- مقاومت الکتریکی یک میلی آمپرسنج ۱۰ اهم است و حداکثر تا ۵ میلی‌آمپر را اندازه می‌گیرد. برای تبدیل آن به ولت‌سنجی که حداکثر ۵ ولت را اندازه بگیرد، مقاومت چند اهمی را چگونه باید به آن وصل کنیم؟

۱) ۹۹۰، متوالی ۲) ۹۹۰، موازی

۳) ۲۵۰، متوالی ٤) ۲۵۰، موازی

۸۹- یک مقاومت ۱۰ اهمی را به دو سر یک باتری با نیروی محرکه ۶ ولت وصل می‌کنیم. اگر افت پتانسیل در باتری ۲ ولت باشد، مقاومت درونی باتری چند اهم است؟

۱) ۲ ۲) ۳

۳) ٤ ٤) ۵

۹۰- در برابر آزاد شدن ۲ گرم ئیدروژن هنگام تجزیه آب، چند گرم اکسیژن آزاد می‌شود؟

۱) ۱ ۲) ۸

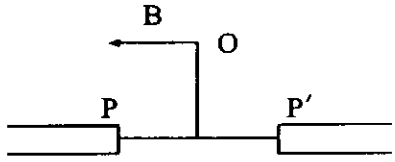
۳) ۱۶ ٤) ۳۲

۹۱- دو لامپ معمولی ۱۰۰ واتی را به طور متوالی با هم بسته و دو سر مجموعه را به برق شهر وصل می‌کنیم. با فرض ثابت ماندن مقاومت الکتریکی آنها، توان مجموعه چند وات است؟

۱) ۲۵۰ ۲) ۲۰۰

۳) ۱۰۰ ٤) ۵۰

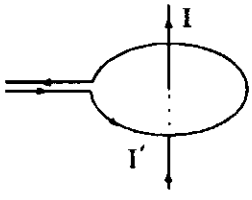
۹۲- P' و P دو قطب از دو آهن ربای تیغه‌ای است. اگر میدان مغناطیسی در نقطه O روی عمود منصف PP' بصورت بردار B باشد، در این صورت P' و P به ترتیب از راست به چپ عبارتند از:



۱) N و N ۲) N و S

۳) S و N ٤) S و S

۹۳- از سیم راست و طویلی که بر محور حلقه‌ای منطبق است جریان I می‌گذرد. اگر از حلقه جریان I' عبور دهیم، حلقه ...



۱) بطرف بالا رانده می‌شود

۲) به طرف پایین رانده می‌شود

۳) نوسان می‌کند

٤) ساکن می‌ماند

۹۴- شدت جریان و ولتاژ سیم پیچ اولیه یک ترانسفورماتور ۵A و ۲۰V و بازده آن ۸۰% است. چند لامپ ۵ واتی به سیم پیچ ثانویه این ترانسفورماتور متصل شده است؟

۱) ۸ ۲) ۱۰

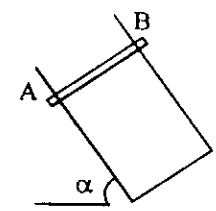
۳) ۱۶ ۴) ۲۰

۹۵- شار مغناطیسی که از یک سیم پیچ می‌گذرد، در مدت ۰/۱ ثانیه بطور منظم از ۰/۲- وبر به ۰/۲+ وبر تغییر کرده است. نیروی محرکه القایی چند ولت است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱

۳) ۲ ۴) ۴

۹۶- میله فلزی AB روی دو بازوی بدون اصطکاک یک قاب فلزی به شکل مقابل که با سطح افق زاویه α می‌سازد به پایین می‌لغزد. اگر میدان مغناطیسی یکنواخت عمود بر سطح قاب وجود داشته باشد، کدام گزینه درباره a شتاب میله درست است؟



۱) $a < g \sin \alpha$ ۲) $a > g \sin \alpha$

۳) $a = g \sin \alpha$ ۴) بسته به شرایط هر سه جواب ممکن است

۹۷- در دستگاه تولید کننده اشعه X، دمای کاتد را پایین آورده و ولتاژ بین آند و کاتد را افزایش می‌دهیم. در این صورت شدت اشعه و قدرت نفوذ آن به ترتیب، .... می‌یابد.

۱) افزایش، افزایش ۲) افزایش، کاهش

۳) کاهش، افزایش ۴) کاهش، کاهش

۹۸- اشعه گاما به وجود می‌آید از ...

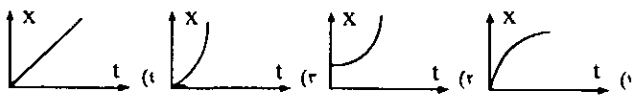
۱) بالا رفتن دمای جامدات

۲) تابش اشعه کاتدیک روی فلزات

۳) تغییرات میزان انرژی در الکترونهای اتم

۴) تغییرات میزان انرژی در هسته اتم

۹۹- نمودار مکان-زمان حرکت با شتاب ثابت و بدون سرعت اولیه کدام است؟



۱۰۰- دو گلوله A و B در شرایط خلا، با سرعت V_0 از یک نقطه به ترتیب با زاویه‌های ۳۰ و ۶۰ درجه نسبت به افق رو به بالا پرتاب می‌شوند و با سرعت‌های V_A و V_B به سطح افقی که از نقطه پرتاب می‌گذرند می‌رسند. در این مورد کدام مطلب صحیح است؟

۱) $V_B < V_A$ ۲) $V_B > V_A$

۳) $V_B = V_A$ ۴) $V_B = 2V_A$

۱۰۱- جسمی به جرم ۱۰Kg روی سطح افقی با نیروی افقی ۵۰N بطور یکنواخت حرکت می‌کند. اگر بر آن جسم نیروی افقی ۶۰ نیوتن وارد کنیم شتاب حرکت آن چند متر بر مجذور ثانیه می‌شود؟

۱) ۱۰ ۲) ۶

۳) ۵ ۴) ۱

۱۰۲- پرتابه‌ای در شرایط خلا، تحت چه زاویه‌ای نسبت به افق (برحسب درجه) پرتاب شود تا انرژی جنبشی آن در نقطه اوج نصف انرژی جنبشی آن در لحظه پرتاب شود؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۵

۳) ۶۰ ۴) ۹۰

۱۰۳- یک گلوله به جرم ۱۰gr با سرعت افقی ۲۰۰m/s به قطعه چوبی به جرم ۰/۹۹Kg که روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد، برخورد کرده و در مدت کوتاهی در آن متوقف می‌شود. سرعت چوب چند متر بر ثانیه و اتلاف انرژی جنبشی چند ژول است. (اعداد را از راست به چپ بخوانید.)

۱) ۲۰ و ۰ ۲) ۲۰ و ۲

۳) ۲ و ۰ ۴) ۲ و ۱۹۸

۱۰۴- مولد A نسبت به مولد B دارای توان کمتر ولی بازده بیشتر است. این بدان معنی است که مولد A نسبت به

مولد B با مقدار سوخت مساوی کار .... انجام می‌دهد.

۱) بیشتر ولی در زمان بیشتر

۲) بیشتر و در زمان کمتر

۳) کمتر و در زمان کمتر

٤) کمتر و در زمان بیشتر

۱۰۵- سرعت زاویه‌ای موتور یک هواپیما در مدت ۳ ثانیه از ٦۰ رادیان بر ثانیه به ۲٤۰ رادیان بر ثانیه می‌رسد. اگر شتاب زاویه‌ای دوران موتور را ثابت فرض کنیم، زاویه کل چرخش در مدت ۳ ثانیه چند رادیان است؟

۱) ٤٥۰ ۲) ۲۷۰

۳) ۱۸۰ ٤) ۱۳٥

۱۰٦- معادله ارتعاشی نقاط M و N از یک محیط قابل ارتعاش که از یک منبع موج دریافت می‌کنند، به ترتیب $y_M = r\sin(\omega t + \frac{\pi}{٤})$ و $y_N = r\sin(\omega t + \frac{\pi}{۲})$ است. اگر طول موج ۸۰cm باشد کمترین فاصله M از N چند سانتی‌متر است؟

۱) ٤۰ ۲) ۳۰

۳) ۲۰ ٤) ۱۰

۱۰۷- سه موج هم امتداد به معادلات $y_۱ = ۲\sin \omega t$ و $y_۲ = ۲\sin(\omega t + \frac{\pi}{۲})$ و $y_۳ = ۲\sin(\omega t + \pi)$ در یک محیط کشسان با هم تداخل می‌کنند. معادله موج برآیند عبارتست از:

۱) $y = ۲\sin \omega t$ ۲) $y = ۲\sin(\omega t + \frac{\pi}{۲})$

۳) $y = ۲\cos(\omega t + \frac{\pi}{۲})$ ٤) $y = ۲\sin(\omega t - \pi)$

۱۰۸- در یک لوله صوتی بطول ۳۰ سانتی‌متر دو گره به فاصله ۲۰ سانتی‌متر تشکیل شده است. نوع لوله صوتی چیست و فرکانس صوت اصلی آن چند هرتز است؟ (سرعت صوت در هوای داخل لوله ۳٦۰m/s است.)

۱) بسته و ۳۰۰ ۲) باز و ٦۰۰

۳) بسته و ۹۰۰ ٤) باز و ۱۲۰۰

۱۰۹- یک طرف لوله صوتی باز را می‌بندیم و به لوله صوتی بسته تبدیل می‌کنیم. در این حالت طول موج صوت اصلی چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{٤}$

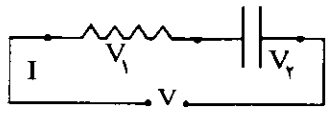
۳) ۲ ٤) ٤

۱۱۰- از سیم پیچی به ضریب خود القایی ۰/۱H و مقاومت اهمی قابل چشم‌پوشی، جریانی به معادله $i=٥\sin ۱۰۰t$ عبور می‌کند. معادله اختلاف پتانسیل دو سر سیم‌پیچ برابر است با:

۱) $V=٥\sin(۱۰۰t + \frac{\pi}{۲})$ ۲) $V=٥۰\sin(۱۰۰t - \frac{\pi}{۲})$

۳) $V=٥\sin(۱۰۰t - \frac{\pi}{۲})$ ٤) $V=٥۰\sin(۱۰۰t + \frac{\pi}{۲})$

۱۱۱- در مدار شکل زیر کدام دو کمیت هم فازند؟



۱) I و $V_۱$ ۲) $V_۱$ و $V_۲$

۳) $V_۱$ و V ٤) I و V

۱۱۲- اگر مقابل یکی از شکافهای آزمایش یانگ یک تیغه نازک (شفاف) متوازی‌السطوح قرار دهیم فاصله نوارهای روشن تداخلی از یکدیگر چه می‌شود؟

۱) کم می‌شود ۲) زیاد می‌شود

۳) تغییر نمی‌کند ٤) بسته به ضخامت تیغه ممکن است کم یا زیاد شود

۱۱۳- نور تک رنگی که طول موج آن در خلاء $٦/٦\times۱۰^{-۷}$ متر است از محیطی عبور می‌کند. این محیط برای جذب ۳ ژول انرژی، چند فوتون را باید جذب کند؟ (ثابت پلانک $٦/٦\times۱۰^{-۳٤}$ ژول-ثانیه و سرعت نور در خلاء ۳×۱۰^{۸} متر بر ثانیه است.)

۱) $۱۰^{۱٥}$ ۲) $۱۰^{۱۹}$

۳) $۱۰^{۲۳}$ ٤) $۱۰^{۲۹}$

۱۱٤- میدانهای الکتریکی و مغناطیسی امواج الکترومغناطیسی در یک نقطه از فضا چگونه‌اند؟

۱) ثابت و منطبق بر هم ۲) ثابت و عمود بر هم

۳) متغیر و منطبق بر هم ٤) متغیر و عمود بر هم

۱۱٥- $_{۳}Li^{۸}$ یکی از ایزوتوپ‌های رادیواکتیو لیتیوم است.

این ایزوتوپ پس از تشعشع یک ذره آلفا و یک ذره بتا به چه جسمی تبدیل می‌شود؟

۱) ${}^{4}_{2}He$ ۲) ${}^{8}_{4}Be$

۳) ${}^{7}_{3}Li$ ۴) ${}^{6}_{3}Li$

رشته علوم تجربی

۱۲۶- چگالی جسمی نسبت به آب $\frac{4}{3}$ است. حجم ۲ کیلوگرم از این جسم چند لیتر است؟

۱) $\frac{3}{8}$ ۲) $\frac{2}{3}$

۳) $\frac{3}{2}$ ۴) $\frac{8}{3}$

۱۲۷- در شکل مقابل سطح قاعده ظرف $20cm^2$ و سطح مقطع قسمت باریک آن $0/5cm^2$ است. اگر یک سانتی‌مترمکعب آب بر آب موجود در ظرف اضافه کنیم، بر نیروی وارده از طرف آب بر کف ظرف چند نیوتن اضافه می‌شود؟

۱) ۰/۴ ۲) ۰/۲

۳) ۰/۰۲ ۴) ۰/۰۱

۱۲۸- ظرف مکعب شکلی پر از مایعی است. اگر ابعاد مکعب را دو برابر کرده و دوباره از همان مایع پر کنیم فشار وارد از طرف مایع بر ته ظرف نسبت به حالت قبل چند برابر می‌شود؟

۱) ۲ ۲) ۴

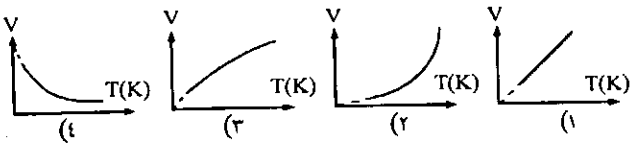
۳) ۸ ۴) ثابت می‌ماند

۱۲۹- نسبت ضریب انبساط سطحی یک جسم به ضریب انبساط حجمی آن تقریباً برابر است با:

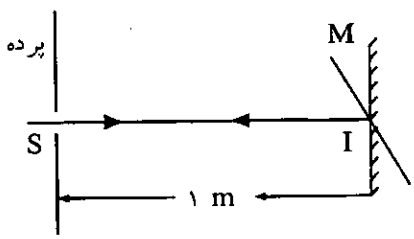
۱) $\frac{1}{6}$ ۲) $\frac{1}{3}$

۳) $\frac{4}{9}$ ۴) $\frac{2}{3}$

۱۳۰- کدام نمودار، تغییرات حجم گاز (در فشار ثابت) را نسبت به دمای مطلق نشان می‌دهد؟



۱۳۱- در شکل مقابل شعاع نور SI عمود بر آینه تخت M می‌تابد. اگر آینه را حول محوری که از I گذشته و بر صفحه کاغذ عمود است به اندازه $22/5^\circ$ بچرخانیم، شعاع بازتابش در چند متری نقطه S روی پرده می‌افتد؟



۱) ۰/۵ ۲) ۰/۷

۳) ۱ ۴) ۱/۴

۱۳۲- جسمی را در چه فاصله از یک آینه مقعر به فاصله کانونی f باید قرار داد تا فاصله میان جسم و تصویر حقیقی آن حداقل باشد؟

۱) ۱/۵f ۲) ۲f

۳) ۴f ۴) ۶f

۱۳۳- تصویری که آئینه محدب از جسم حقیقی تشکیل می‌دهد نسبت به جسم چگونه است؟

۱) مستقیم-کوچکتر ۲) مستقیم-بزرگتر

۳) معکوس-کوچکتر ۴) معکوس-بزرگتر

۱۳۴- جسمی در عمق ۱۲ سانتی‌متری محیط شفافی قرار دارد. اگر از هوا تقریباً بطور عمود بر سطح جدایی دو محیط نگاه کنیم، تصویر جسم را چهار سانتی‌متر نزدیکتر به سطح جدایی می‌بینیم. ضریب شکست محیط شفاف کدام است؟

۱) $\frac{5}{4}$ ۲) $\frac{4}{3}$

۳) $\frac{3}{2}$ ۴) ۲

۱۳۵- فاصله کانونی عدسیهای شیی و چشمی در دوربین نجومی به ترتیب ۱۰۰cm و ۵cm است. در حالی که تصویر نهایی یک جسم واقع در فاصله خیلی دور، در بی‌نهایت تشکیل شود درشتنمایی این دوربین چقدر است؟

۱) ۵۰۰ ۲) ۱۰۵ ۳) ۹۹ ۴) ۲۰

۱۳۶- جسمی روی کانون عدسی مقعر قرار دارد. بزرگنمایی آن در این حالت کدام است؟

۱) ۰ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۲ ۴) بی‌نهایت

۱۳۷- دو عدسی همگرا و واگرا به ترتیب به همگرایی ۵ و ۱۰- دیوپتری هم محور هستند. اگر شعاعهای موازی با محور اصلی که به یکی از دو عدسی می‌تابد، از عدسی دیگر نیز موازی با محور اصلی خارج شود، فاصله دو عدسی چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰

۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۱۳۸- در آزمایش با اتاق تاریک، اگر طول شیی نصف و فاصله آن از روزنه دو برابر شود طول تصویر چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) ۲ ۴) ۴

۱۳۹- شدت میدان الکتریکی حاصل از دو بار الکتریکی در وسط خط واصل دو بار برابر با N/C ۱۰۰۰ است. اگر هر یک از بارهای فوق را دو برابر کنیم شدت میدان چند نیوتن بر کولن می‌شود؟

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۲۰۰۰

۳) ۴۰۰۰ ۴) ۵۰۰۰

۱۴۰- دو بار الکتریکی نقطه‌ای بفاصله d از یکدیگر، نیروی F بر هم وارد می‌کنند. اگر هم فاصله بین دو بار و هم اندازه یکی از بارها نصف شود، نیروی بین آنها چند F خواهد شد؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۱

۳) ۲ ۴) ۸

۱۴۱- اگر اختلاف پتانسیل میان نقاط A و B ۱۵۰۰ ولت باشد، با صرف $۱/۲\times۱۰^{-۳}$ ژول انرژی، چند میکروکولن بار را می‌توان از یک نقطه به دیگری برد؟

۱) ۰/۴ ۲) ۰/۸

۳) ۱/۸ ۴) ۴۰

۱۴۲- مقاومت الکتریکی یک میلی‌آمپرسنج ۱۰ اهم است و حداکثر تا ۵ میلی‌آمپر را اندازه می‌گیرد. برای تبدیل آن به ولت‌سنجی که حداکثر ۵ ولت را اندازه بگیرد، مقاومت چند اهمی را چگونه باید به آن وصل کنیم؟

۱) ۹۹۰، متوالی ۲) ۹۹۰، موازی

۳) ۲۵۰، متوالی ۴) ۲۵۰، موازی

۱۴۳- مقاومت الکتریکی یک سیم مسی R است. اگر با ثابت ماندن حجم طول آن را ۵ برابر کنیم مقاومت الکتریکی آن در همان دما چند R خواهد شد؟

۱) ۵ ۲) ۱۵

۳) ۲۵ ۴) ۱۲۵

۱۴۴- در برابر آزاد شدن ۲ گرم ئیدروژن هنگام تجزیه آب، چند گرم اکسیژن آزاد می‌شود؟

۱) ۱ ۲) ۸

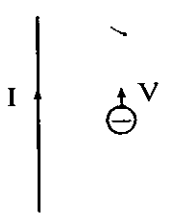
۳) ۱۶ ۴) ۳۲

۱۴۵- دو لامپ معمولی ۱۰۰ واتی را به طور متوالی با هم بسته و دو سر مجموعه را به برق شهر وصل می‌کنیم. با فرض ثابت ماندن مقاومت الکتریکی آنها، توان مجموعه چند وات است؟

۱) ۲۵۰ ۲) ۲۰۰

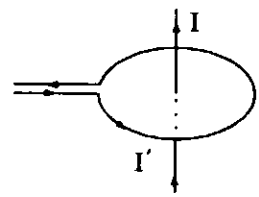
۳) ۱۰۰ ۴) ۵۰

۱۴۶- ذره‌ای با بار منفی به موازات یک سیم حامل جریان و در جهت جریان در حرکت است. کدامیک از بردارهای زیر جهت نیروی وارد بر ذره، حاصل از میدان مغناطیسی سیم را نشان می‌دهد؟



۱) → ۲) ← ۳) ↑ ۴) ↓

۱۴۷- از سیم راست و طویلی که بر محور حلقه‌ای منطبق است جریان I می‌گذرد. اگر از حلقه جریان I' عبور دهیم، حلقه ...

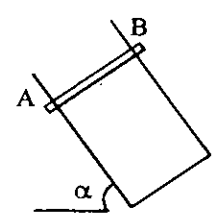


۱) بطرف بالا رانده می‌شود
۲) به طرف پایین رانده می‌شود
۳) نوسان می‌کند
۴) ساکن می‌ماند

۱۴۸- یک عقربه مغناطیسی که بتواند آزادانه حرکت کند، در یک میدان مغناطیسی چگونه قرار می‌گیرد؟
۱) زاویه عقربه با میدان به اندازه زاویه میل است
۲) زاویه عقربه با میدان به اندازه زاویه انحراف است
۳) مماس بر خطوط میدان، و جهت میدان از N به S
۴) مماس بر خطوط میدان، و جهت میدان از S به N

۱۴۹- شدت جریان و ولتاژ سیم پیچ اولیه یک ترانسفورماتور ۵A و ۲۰V و بازده آن ۸۰% است. چند لامپ ۵ واتی به سیم‌پیچ ثانویه این ترانسفورماتور متصل شده است؟
۱) ۸ ۲) ۱۰
۳) ۱۶ ۴) ۲۰

۱۵۰- میله فلزی AB روی دو بازوی بدون اصطکاک یک قاب فلزی به شکل مقابل که با سطح افق زاویه α می‌سازد، به پایین می‌لغزد. اگر میدان مغناطیسی یکنواخت عمود بر سطح قاب وجود داشته باشد، کدام گزینه درباره a شتاب میله درست است؟

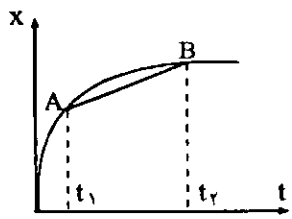


۱) $a < g \sin \alpha$ ۲) $a > g \sin \alpha$
۳) $a = g \sin \alpha$ ۴) بسته به شرایط هر سه جواب ممکن است

۱۵۱- اشعه X سخت نسبت به اشعه X نرم دارای ... است.
۱) سرعت بیشتر ۲) شدت بیشتر
۳) طول موج کوتاهتر ۴) فرکانس کمتر

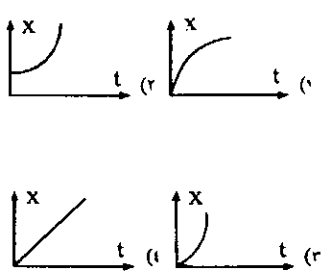
۱۵۲- کدامیک از پرتوهای زیر حامل بار الکتریکی مثبت است؟
۱) آلفا ۲) ایکس
۳) بتا ۴) گاما

۱۵۳- در شکل زیر شیب خط AB برابر است با:



۱) سرعت لحظه‌ای در لحظه t_1
۲) شتاب لحظه‌ای در لحظه t_2
۳) سرعت متوسط در فاصله زمانی t_1 تا t_2
۴) شتاب متوسط در فاصله زمانی t_1 تا t_2

۱۵۴- نمودار مکان- زمان حرکت با شتاب ثابت و بدون سرعت اولیه کدام است؟



۱۵۵- جسمی به جرم ۱۰kg روی سطح افقی با نیروی افقی ۵۰N بطور یکنواخت حرکت می‌کند. اگر بر آن جسم نیروی افقی ۶۰ نیوتن وارد کنیم شتاب حرکت آن چند متر بر مجذور ثانیه می‌شود؟
۱) ۱۰ ۲) ۶
۳) ۵ ۴) ۱

۱۵۶- شدت میدان گرانش برای ماهواره‌ای که به اندازه شعاع زمین از سطح زمین فاصله دارد چند برابر شدت میدان گرانش در سطح زمین است؟

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{٤}$

۳) $\frac{۱}{۲}$ ٤) $\frac{۳}{٤}$

۱۵۷- اتومبیلی با سرعت $۷۲ \frac{km}{h}$ در حرکت است. تقریباً چه سرعتی برحسب متر بر ثانیه باید داشته باشد تا انرژی جنبشی آن دو برابر شود؟

۱) ۲۵ ۲) ۲۸

۳) ۳۲ ٤) ٤۰

۱۵۸- در یک محیط قابل ارتعاش نزدیکترین فاصله بین دو نقطه (در راستای انتشار) با اختلاف فاز $\frac{\pi}{۵}$ ، برابر ٤ سانتی‌متر است. طول موج ارتعاشات چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۵

۳) ۲۰ ٤) ٤۰

۱۵۹- معادله حرکت نوسانی جسمی در دستگاه SI بصورت $y=۰/۰۲ \sin(۱۰ t+\frac{\pi}{۳})$ است. اگر ماگزیمم نیروی وارد بر جسم ۰/۲ نیوتن باشد، جرم جسم چند گرم است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰۰

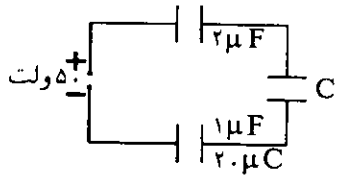
۳) ٤۰۰ ٤) ۵۰۰

۱۶۰- در امواج ساکن زمان لازم برای انتشار موج از یک گره تا نزدیکترین شکم چند برابر پریود است؟

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{٤}$

۳) $\frac{۱}{۲}$ ٤) ۱

۱۶۱- در شکل زیر بار خازن C چند میکروکولن است؟



۱) ٤۰ ۲) ۳۰

۳) ۲۰ ٤) ۱۰

۱۶۲- مدار جریان متناوبی فقط شامل یک خازن به ظرفیت C است. اگر ظرفیت خازن دو برابر شود شدت جریان مدار نسبت به حالت اول چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۱}{٤}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) ۲ ٤) ٤

۱۶۳- از سیم‌پیچی به ضریب خودالقایی ۰/۱H و مقاومت اهمی قابل چشم‌پوشی، جریانی به معادله $i=۵ \sin ۱۰۰t$ عبور می‌کند. معادله اختلاف پتانسیل دو سر سیم‌پیچ برابر است با:

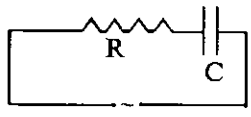
۱) $V = ۵ \sin (۱۰۰t + \frac{\pi}{۲})$

۲) $V = ۵۰ \sin (۱۰۰t - \frac{\pi}{۲})$

۳) $V = ۵ \sin (۱۰۰t - \frac{\pi}{۲})$

٤) $V = ۵۰ \sin (۱۰۰t + \frac{\pi}{۲})$

۱۶٤- در شکل زیر اختلاف پتانسیل مؤثر دو سر خازن C و مقاومت R به ترتیب ۳۰ ولت و ٤۰ ولت است. اختلاف پتانسیل موثر دو سر مدار چند ولت است؟



۱) ۳۵ ۲) ۵۰

۳) ۷۰ ٤) ۱۲۰

۱۶۵- اگر در یک اتاق کاملاً تاریک دمای یک قطعه طلا را بتدریج بالا ببریم تا شروع به تابش کند، ابتدا به چه رنگ دیده می‌شود؟

۱) زرد ۲) نارنجی

۳) سفید ٤) سرخ

پاسخهای تشریحی گزینش دانشجو سال ۱۳۷۲

(مرحلهٔ دوم)

غلامعلی محمودزاده - محمدعلی سعادت‌بخت

۳-۶۶

$$d=\frac{\rho}{\rho_1}$$

با توجه به اینکه چگالی آب $۱۰۰۰ \frac{kg}{m^3}$ است داریم:

$$\frac{۴}{۳}=\frac{\rho}{۱۰۰۰} \Longrightarrow \rho=\frac{۴۰۰۰}{۳}\frac{kg}{m^3}$$

$$\rho=\frac{m}{V}$$

$$\frac{۴۰۰۰}{۳}=\frac{۲}{V} \Longrightarrow V=\frac{۳}{۲۰۰۰}m^3=\frac{۳}{۲}\,Lit$$

۲-۶۷

$$P = P_0 + \rho g h \Longrightarrow h=\frac{P-P_0}{\rho g}$$

$$h=\frac{۲/۴\times۱۰^5-۱\times۱۰^4}{۱۰۰۰\times۱۰} \Longrightarrow h = ۲۴-۹ = ۱۵\ m$$

۴-۶۸

بنا به قانون شناوری، وزن جسم برابر وزن مایع جابه‌جا شده است.

$$W=F \Longrightarrow \rho V = \rho' V' = \rho'' V''$$

$$۱\times\frac{۳}{۴}V = ./۸V'' \Longrightarrow V''=\frac{۱۵}{۱۶}V$$

۱-۶۹

$$\frac{\rho_2}{\rho_1}=\frac{P_2}{P_1}\times\frac{T_1}{T_2}\ ,\ R=P_2 \Longrightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1}=\frac{T_1}{T_2}$$

با تفضیل مخرج در صورت داریم:

$$\frac{\rho_2-\rho_1}{\rho_1}=\frac{T_1-T_2}{T_2}$$

$$\frac{\Delta\rho}{\rho_1}=-\frac{\Delta T}{\theta_2+۲۷۳}$$

$$\frac{\Delta\rho}{\rho_1}=-\frac{۲۷-۰}{۲۷+۲۷۳}=-\frac{۹}{۱۰۰}=-\%۹$$

علامت منفی نشان می‌دهد که چگالی کاهش یافته است.

۲-۷۰

$$\Delta L = L_1\lambda\,\Delta\theta$$

$$\frac{۱}{۵۰۰}L_1 = L_1\times۲\times۱۰^{-۵}\,\Delta\theta \Longrightarrow \Delta\theta = ۱۰۰^\circ C$$

۱-۷۱

$$\lambda=\frac{\Delta L}{L_1\Delta\theta}$$

$$[\lambda]=\frac{[\Delta L]}{[L_1][\Delta\theta]}=\frac{L}{L\theta}=\theta^{-1}$$

۱-۷۲

با توجه به قانون شارل-گیلوساک، $V \propto T$، حجم با دمای مطلق رابطهٔ خطی دارد.

۳-۷۳

در صورتی که آینه ساکن باشد، اگر شخص با سرعت V به آینه نزدیک شود، تصویر او نیز با سرعت V نزدیک می‌شود.

و در صورتی که شخص ساکن باشد، اگر آینه با سرعت V به شخص نزدیک شود، تصویر او با سرعت ۲V نزدیک می‌شود.

بنابراین سرعت تصویر (نسبت به زمین) $V+2V=3V$ است. سرعت تصویر نسبت به شخص ۲V است.

۲-۷۴

حداقل فاصلهٔ بین جسم و تصویر حقیقی آن صفر است و این هنگامی است که جسم در مرکز آینهٔ مقعر باشد.

۲-۷۵

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f} \Rightarrow q=\frac{pf}{p-f}$$

چون آینه محدب بوده و شی، مجازی است:

$$q=\frac{\frac{-3}{2}f(-f)}{\frac{-3}{2}f-(-f)}=-3f$$

$$\gamma=\left|\frac{q}{p}\right|=\frac{3f}{\frac{3}{2}f}=2$$

۳-۷۶

اگر p فاصلهٔ جسم از سطح جدایی دو محیط (عمق حقیقی) و q فاصلهٔ تصویر آن از این سطح (عمق ظاهری) باشد داریم:

$$n=\frac{p}{q}=\frac{12}{12-4}=\frac{3}{2}$$

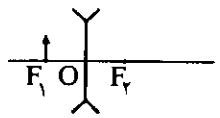
۴-۷۷

هرگاه محیط نور تغییر کند فرکانس نور ثابت می‌ماند، با توجه به رابطه‌های $\lambda=\frac{V}{f}$ و $\frac{V_2}{V_1}=\frac{1}{n}$ داریم

$\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{V_2}{V_1}=\frac{1}{n}$ بنابراین طول موج و سرعت هر دو کاهش می‌یابد.

۲-۷۸

اگر a فاصلهٔ جسم از کانون عدسی باشد (اشاره به مسأله شمارهٔ ۱۱ صفحهٔ ۷۱ فیزیک دوم علوم تجربی و ریاضی-فیزیک) با توجه به اینکه کانون عدسی واگرا مجازی است داریم:



$$a=F_1O+OF_2=p+f=2f$$

$$\gamma=\frac{f}{a}=\frac{1}{2}$$

۲-۷۹

با استفاده از فرمول بسل (اشاره به مسأله شمارهٔ ۱۴ صفحهٔ ۱۱۰ فیزیک دوم علوم تجربی و ریاضی-فیزیک) داریم:

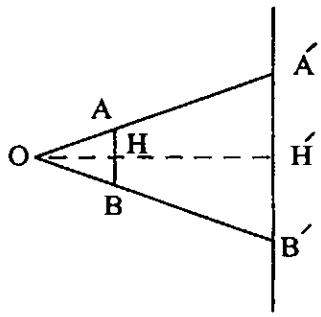
$$f=\frac{L^2-\Delta^2}{4L}$$

$$f=\frac{100^2-20^2}{4\times100}=24\ cm$$

۱-۸۰

شخصی که چشم او نزدیک‌بین است باید از عدسی واگرایی استفاده کند که فاصلهٔ کانونی آن برابر بیشترین فاصلهٔ دید او باشد.

۲-۸۱



با توجه به شکل، از تشابه دو مثلث OAB و $OA'B'$ می‌توان نوشت:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OH'}{OH}$$

$$\frac{۱}{۳} = \frac{d + HH'}{d} \Longrightarrow d + HH' = ۳d$$

$$\Longrightarrow HH' = ۲d$$

۱-۸۲

هر چه فرکانس نور کمتر باشد، انحراف آن در منشور کمتر است.(فرکانس نور از بنفش به طرف قرمز به تدریج کاهش می‌یابد.)

۳-۸۳

اگر بین دو نقطه از یک جسم رسانا اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود داشته باشد، بارهای الکتریکی بین این دو نقطه جریان می‌یابند. اما پس از برقراری تعادل، چون هیچ باری جابه‌جا نمی‌شود پس سطح خارجی جسم یک سطح هم پتانسیل است و پتانسیل همهٔ نقاط آن یکسان است.

۲-۸۴

$$V = \frac{W}{q} \Longrightarrow q = \frac{W}{V} = \frac{۱/۲ \times ۱۰^{-۳}}{۱/۵ \times ۱۰^{۳}}$$

$$q = ۰/۸ \times ۱۰^{-۶} C = ۰/۸ \mu C$$

۴-۸۵

چون دو بار الکتریکی همنام هستند، میدانهای دو بار در وسط آنها خلاف جهت همند، پس:

$$E_۲ - E_۱ = ۳۰۰ \frac{N}{C}$$

$$\frac{kq_۲}{r^۲} - \frac{kq_۱}{r^۲} = ۳۰۰$$

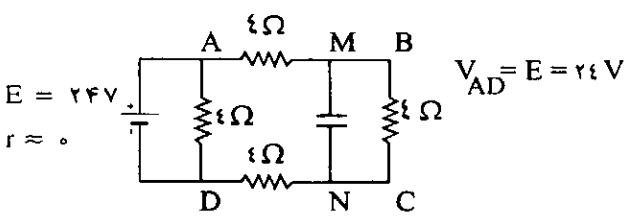
چون $q_۲ = ۴q_۱$ در نتیجه:

$$\frac{۳kq_۱}{r^۲} = ۳۰۰$$

$$۳E_۱ = ۳۰۰ \Longrightarrow E_۱ = ۱۰۰ \frac{N}{C}$$

۱-۸۶

چون مقاومت درونی مولد ناچیز است ($r \simeq ۰$)، اختلاف پتانسیل دو سر مدار همواره برابر نیروی محرکهٔ مولد است پس:



$$V_{AD} = E = ۲۴ V$$

چون مقاومت در شاخهٔ ABCD برابر $R = ۳ \times ۴ = ۱۲\Omega$ است لذا:

$$V = IR \quad , \quad ۲۴ = I \times ۱۲ \Longrightarrow I = ۲A$$

$$V_{MN} = V_{BC} = I R_{BC} = ۲ \times ۴ = ۸ V$$

$$q = C V_{MN} = ۵ \times ۸ = ۴۰ \mu C$$

۱-۸۷

شدت جریان در شاخهٔ R برابر است با $I = ۶-۲ = ۴A$ و اختلاف پتانسیل دو سر R برابرست با $V = ۲ \times ۵ = ۱۰V$ پس مقاومت R برابر است با:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{۱۰}{۴} = ۲/۵A$$

۱-۸۸

برای تبدیل آمپرسنج به ولت‌سنج باید مقاومتی مانند x را به طور متوالی به آمپرسنج وصل کنیم به طوری که شدت جریانی که از آمپرسنج می‌گذرد حداکثر برابر ۵ میلی‌آمپر

باشد و اختلاف پتانسیل دو سر مجموعهٔ آمپرسنج و مقاومت x برابر ۵ ولت شود:

$$V = I(R+x)$$

$$۵ = ۵\times۱۰^{-۳}(۱۰ + x) \Longrightarrow x = ۹۹۰\,\Omega$$

۴-۸۹

$$\begin{cases} V = Ir \\ E = I(R+r) \end{cases} \Longrightarrow \frac{V}{E} = \frac{r}{R+r}$$

$$\frac{۲}{۶} = \frac{r}{۱۰+r} \Longrightarrow r = ۵\,\Omega$$

۳-۹۰

$$m = \frac{q}{F}\times\frac{A}{n} \Longrightarrow \frac{m'}{m} = \frac{A'}{A}\times\frac{n}{n'}$$

$$\frac{m'}{۲} = \frac{۱۶}{۱}\times\frac{۱}{۲} \Longrightarrow m' = ۱۶g$$

۴-۹۱

چون دو لامپ مشابه به مقاومتهای R و توانهای P_1 به طور متوالی به برق شهر وصل شده‌اند پس اختلاف پتانسیل در سر هر لامپ نصف اختلاف پتانسیل برق شهر است. اگر توان هر لامپ در این مجموعه P_2 باشد داریم:

$$P_1 = \frac{V^۲}{R} \quad , \quad P_۲ = \frac{(\frac{V}{۲})^۲}{R} \Longrightarrow \frac{P_۲}{P_1} = \frac{۱}{۴}$$

$$\frac{P_۲}{۱۰۰} = \frac{۱}{۴} \Longrightarrow P_۲ = ۲۵W \Longrightarrow ۲P_۲ = ۵۰.W$$

۲-۹۲

بردار B در هر نقطهٔ یک میدان، هم جهت با خط میدانی است که از آن نقطه می‌گذرد. پس خط میدان از P' به P است و چون جهت میدان از N به S است لذا P' قطب N و P قطب S خواهد بود.

۴-۹۳

مطابق قاعده دست راست آمپر، میدان مغناطیسی حاصل از جریان I در جهت جریان I' است. در نتیجه بنابر رابطهٔ $F=BIL\sin\alpha$ چون $\alpha=۰$، نیروی الکترومغناطیسی بر حلقه وارد نمی‌شود.

۳-۹۴

$$Re = \frac{P_۲}{P_1}$$

$$\frac{۸۰}{۱۰۰} = \frac{۵n}{۲۰\times۵} \Longrightarrow n = ۱۶$$

۴-۹۵

$$|E| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{۰/۲-(-۰/۲)}{۰/۱} = ۴V$$

۱-۹۶

بنابر قانون لنز، جریان القائی در میله در جهتی است که با عامل تغییر شار یعنی حرکت میله مخالفت می‌کند. در نتیجه نیرویی در خلاف جهت مؤلفهٔ $mg\sin\alpha$، بر میله وارد می‌شود. از این رو شتاب میله کمتر از $g\sin\alpha$ می‌شود.

۳-۹۷

با کاهش دمای کاتد، تعداد الکترونهای گسیل شده از کاتد و در نتیجه شدت اشعه x کاهش می‌یابد. با افزایش ولتاژ بین آند و کاتد، سرعت و انرژی جنبشی الکترونها (طبق رابطه‌های $W=Vq=\frac{۱}{۲}mv^۲$) و در نتیجه فرکانس اشعه x (طبق رابطهٔ $W=hf$) افزایش می‌یابند. از این رو قدرت نفوذ اشعه x افزایش می‌یابد.

۴-۹۸

۲-۹۹

باید توجه داشت که حرکت بدون سرعت اولیه است و در نتیجه خط مماس بر نمودار مکان-زمان در لحظهٔ شروع حرکت (t=۰) باید موازی محور زمان باشد.

۳-۱۰۰

به قانون بقاء انرژی مکانیکی توجه داشته باشید.

۴-۱۰۱

از آنجا که جسم به طور یکنواخت روی خط راست (البته مسیر حرکت در سؤال مشخص نشده است) حرکت می‌کند، نیروی اصطکاک برابر ۵۰N است. بنابراین هنگامی که بر جسم نیروی ۶۰N وارد می‌شود داریم:

$$F-f = ma$$

$$۶۰ - ۵۰ = ۱۰a \Longrightarrow a = ۱\,\frac{m}{s^۲}$$

۲-۱۰۲

در نقطهٔ اوج، مؤلفهٔ قائم سرعت برابر صفر است، در نتیجه سرعت پرتابه در این نقطه برابر مؤلفهٔ افقی سرعت است یعنی $V=V_0\cos\alpha$.

$$\begin{cases} E_c=\frac{1}{2}mV^2=\frac{1}{2}mV_0^2\cos^2\alpha \\ E_{c_0}=\frac{1}{2}mV_0^2 \end{cases} \Longrightarrow$$

$$\frac{Ec}{Ec_0}=\frac{\cos^2\alpha}{1}\Longrightarrow\frac{1}{2}=\cos^2\alpha\Longrightarrow\cos\alpha=\pm\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$\alpha=45^\circ$ و $\alpha=135^\circ$ غیر قابل قبول

۴-۱۰۳

طبق قانون بقاء اندازه حرکت داریم:

$$mV=(m+M)V'$$

$$mV=(m+M)V'$$

$$0.1\times200=(0.1+0.19)V'\Longrightarrow V'=2\ \frac{m}{s}$$

چون برخورد غیرالاستیک کامل است پس اتلاف انرژی صفر نیست و بدون محاسبه معلوم می‌شود که تنها گزینهٔ ۴ می‌تواند درست باشد. برای محاسبه اتلاف انرژی داریم:

$$\Delta E_c=E'_c-Ec$$

$$\Delta E_c=\frac{1}{2}(m+M)V'^2-\frac{1}{2}mV^2$$

$$\Delta Ec=\frac{1}{2}(0.01+0.99)\times2^2-\frac{1}{2}\times0.01\times200^2$$

$$\Delta Ec=-198\ J$$

علامت منفی نشان دهندهٔ کاهش انرژی جنبشی است.

۱-۱۰۴

چون A دارای بازده بیشتر است و سوخت هر دو مساوی است (w_1) پس کار آن بیشتر است زیرا

$$R_e=\frac{W_1}{W_2}\Longrightarrow\frac{R_e}{R_e}=\frac{W'_1}{W_2}$$

و چون A دارای توان کمتر است پس در مدت بیشتری کار را انجام می‌دهد زیرا

$$P=\frac{W_2}{t}\Longrightarrow\frac{P}{P'}=\frac{t'}{t}$$

۱-۱۰۵

$$\theta=\frac{\omega_1+\omega_2}{2}\times t$$

$$\theta=\frac{60+240}{2}\times3=450\ rad$$

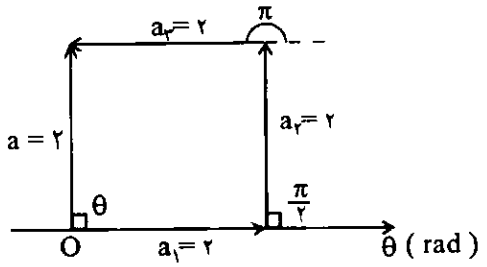
۴-۱۰۶

$$\varphi=\theta_2-\theta_1=\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{4}=\frac{\pi}{4}$$

$$\varphi=\frac{2\pi x}{\lambda}\ \text{و}\ \frac{\pi}{4}=\frac{2\pi x}{\lambda}\Longrightarrow x=10cm$$

۲-۱۰۷

با استفاده از رسم هندسی فرنل، دامنه و فاز اولیهٔ موج برآیند برابرند با $a=2$ و $\theta=\frac{\pi}{2}$



۱-۱۰۸

در لولهٔ صوتی باز یا بسته، شمارهٔ صوت (k) برابر تعداد گره‌هاست. از طرف دیگر فاصلهٔ دو گره متوالی برابر نصف طول موج است.

$$\lambda_2=2\times20=40cm$$

اگر لوله باز باشد داریم:

$$L=K\frac{\lambda k}{2}=2\frac{\lambda_2}{2}=\lambda_2=40cm$$

از آنجا که $\lambda=40cm$ و $L=30cm$، پس لوله نمی‌تواند باز باشد. برای صوت اصلی $k=1$ است.

$$f=\frac{(2k-1)v}{4L}$$

$$f=\frac{360}{4\times0.3}=300Hz$$

رشتهٔ علوم تجربی

۳-۱۰۹

$$\begin{cases} \text{لوله باز} & L_k = k\,\frac{\lambda_k}{۲} \\ \text{لوله بسته} & L'_k = (۲k-۱)\,\frac{\lambda'_k}{۴} \end{cases}$$

برای صوت اصلی داریم:

$$\frac{L'_۱}{L_۱} = \frac{\lambda'_۱}{۲\lambda_۱} = ۱$$

$$\lambda'_۱ = ۲\lambda_۱$$

۴-۱۱۰

چون سیم‌پیچ بدون مقاومت حقیقی است (R=۰) پس اختلاف پتانسیل به اندازهٔ $\frac{\pi}{۲}$ رادیان نسبت به شدت جریان تقدم فاز دارد.

$$\varphi = +\frac{\pi}{۲}\ \text{rad}$$

$$V_m = X_L I_m = \omega L\, I_m$$

$$V_m = ۰/۱ \times ۱۰۰ \times ۵ = ۵۰V$$

۱-۱۱۱

فقط در یک مقاومت حقیقی است که اختلاف پتانسیل و شدت جریان همفازند.

۳-۱۱۲

تیغهٔ شیشه‌ای نوارها را به موازات خود جابه‌جا می‌کند.

۲-۱۱۳

$$E = nhf = nh\frac{c}{\lambda}$$

$$n = \frac{E\lambda}{hc} = \frac{۳ \times ۶/۶ \times ۱۰^{-۷}}{۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}$$

$$n = ۱۰^{۱۱}$$

۴-۱۱۴

۱-۱۱۵

$${}^{۸}_{۳}Li \longrightarrow {}^{۴}_{۲}\alpha + {}^{۰}_{-۱}\beta + {}^{A}_{Z}X$$

$$۸ = ۴ + ۰ + A \Longrightarrow A = ۴$$

$$۳ = ۲ - ۱ + Z \Longrightarrow Z = ۲$$

$${}^{۴}_{۲}X = {}^{۴}_{۲}He$$

۳-۱۲۶

$$d = \frac{\rho}{\rho'}$$

با توجه به اینکه چگالی آب $۱۰۰۰\ \frac{kg}{m^۳}$ است داریم

$$\frac{۴}{۳} = \frac{\rho}{۱۰۰۰} \Longrightarrow \rho = \frac{۴۰۰۰}{۳}\ \frac{kg}{m^۳}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\frac{۴۰۰۰}{۳} = \frac{۲}{V} \Longrightarrow V = \frac{۳}{۲۰۰۰}\ m^۳ = \frac{۳}{۲}\ Lit$$

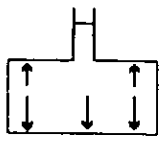
۱-۱۲۷

$$\Delta P = \rho\, g\, h = \rho\, g\, \frac{V}{A_۱}$$

$$\Delta F = \Delta P \cdot A_۲ = \frac{\rho\, g\, V\, A_۲}{A_۱}$$

$$\Delta F = \frac{۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۱۰^{-۶} \times ۲۰ \times ۱۰^{-۴}}{۰/۵ \times ۱۰^{-۴}} = ۰/۴\ N$$

توجه کنید که افزایش نیروی وارد بر تکیه‌گاه از طرف ظرف برابر وزن یک سانتی‌متر مکعب آب یعنی $w=mg=۱۰^{-۳} \times ۱۰ = ۰/۰۱N$ است. تفاضل این دو نیرو $۰/۴۰-۰/۰۱=۰/۳۹N$ نیرویی است که آب بر ظرف رو به بالا وارد می‌کند.



۱-۱۲۸

با توجه به رابطهٔ فشار درون مایع $P=\rho gh$، فشار مایع به ارتفاع مایع یعنی یکی از بعدهای مکعب بستگی دارد. از این رو افزایش بعدهای دیگر تأثیری در فشار مایع نخواهد داشت.

٤-۱۲۹

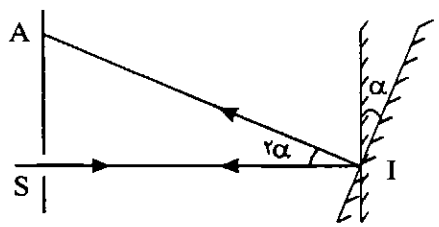
$$\begin{cases}\beta = ۲\lambda \\ K = ۳\lambda\end{cases} \Longrightarrow \frac{\beta}{K} = \frac{۲}{۳}$$

۱-۱۳۰

طبق قانون شارل-گیلوساک، $V \propto T$، حجم با دمای مطلق رابطهٔ خطی دارد.

۳-۱۳۱

وقتی آینه به اندازهٔ α دوران کند، پرتو بازتابش به اندازهٔ ۲α دوران می‌کند.



$$tg۲\alpha = \frac{SA}{SI} \quad , \quad tg\,٤٥^\circ = \frac{SA}{۱} \Longrightarrow SA = ۱m$$

۲-۱۳۲

حداقل فاصلهٔ بین جسم و تصویر حقیقی آن صفر است و این هنگامی است که جسم در مرکز آینهٔ مقعر باشد.

۱-۱۳۳

۳-۱۳٤

اگر p فاصلهٔ جسم از سطح جدایی دو محیط (عمق حقیقی) و q فاصلهٔ تصویر آن از این سطح (عمق ظاهری) باشد داریم:

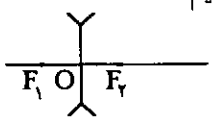
$$n = \frac{p}{q} = \frac{۱۲}{۱۲-٤} = \frac{۳}{۲}$$

٤-۱۳۵

$$G = \frac{f_۱}{f_۲} = \frac{۱۰۰}{۵} = ۲۰$$

۲-۱۳٦

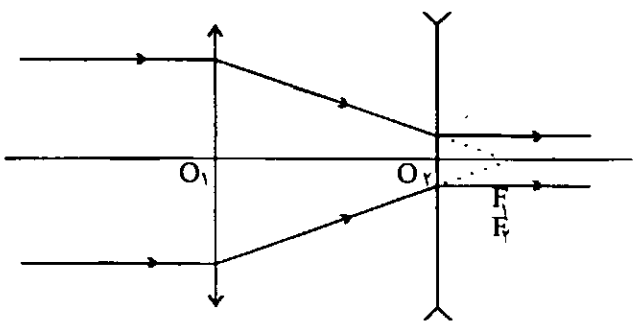
اگر a فاصلهٔ جسم از کانون عدسی باشد (اشاره به مسأله شمارهٔ ۱۱ صفحهٔ ۷۱ فیزیک دوم علوم تجربی و ریاضی-فیزیک) با توجه به اینکه کانون عدسی واگرا مجازی است داریم:



$$a = F_۱O + OF_۲ = p + f = ۲f$$

$$\gamma = \frac{f}{a} = \frac{۱}{۲}$$

۱-۱۳۷



$$f_۱ = \frac{۱}{C_۱} = \frac{۱}{۵} = ۰/۲m = ۲۰cm$$

$$f_۲ = \frac{۱}{C_۲} = \frac{۱}{-۱۰} = -۰/۱m = -۱۰cm$$

$$O_۱O_۲ = ۲۰ - ۱۰ = ۱۰cm$$

۱-۱۳۸

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p} \Longrightarrow \frac{A'_۲B'_۲}{A'_۱B'_۱} = \frac{A_۲B_۲}{A_۱B_۱} \times \frac{R_۱}{R_۲}$$

$$\frac{A'_۲B'_۲}{A'_۱B'_۱} = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۲} = \frac{۱}{٤}$$

۲-۱۳۹

در وسط دو بار، اگر دو بار ناهمنام باشند، شدت میدانهای آنها هم‌جهت هستند و اگر همنام باشند خلاف جهت همند.

$$\begin{cases} E = E_۱ \pm E_۲ = \frac{k}{r^۲}(q_۱ \pm q_۲) \\ E' = \frac{k}{r'^۲}(q'_۱ \pm q'_۲) \end{cases} \Longrightarrow$$

$$\frac{E'}{E} = \frac{q_1' \pm q_2'}{q_1 \pm q_2}$$

$$\frac{E'}{1000} = \frac{2q_1 \pm 2q_2}{q_1 \pm q_2} = 2 \Longrightarrow E' = 2000\ \frac{N}{C}$$

توجه دارید که در صورت و مخرج هر دو مثبت یا منفی هستند.

۳-۱۴۰

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{q_2'}{q_2}\left(\frac{r}{\frac{r}{2}}\right)^2 = \frac{1}{2}(2)^2 = 2$$

۲-۱۴۱

$$V = \frac{W}{q} \Longrightarrow q = \frac{W}{V} = \frac{1/2 \times 10^{-3}}{1/5 \times 10^{3}}$$

$$q = 0/8 \times 10^{-6} C = 0/8 \mu c$$

۱-۱۴۲

برای تبدیل آمپرسنج به ولت‌سنج باید مقاومتی مانند x را به طور متوالی به آمپرسنج وصل کنیم به طوری که شدت جریانی که از آمپرسنج می‌گذرد حداکثر برابر ۵ میلی‌آمپر باشد و اختلاف پتانسیل دو سر مجموعهٔ آمپرسنج و مقاومت x برابر ۵ ولت شود:

$$V = I(R+x)$$

$$5 = 5 \times 10^{-3}(10 + x) \Longrightarrow x = 990\ \Omega$$

۳-۱۴۳

$$R = \rho\frac{l}{A}$$

$$\frac{R'}{R} = \frac{l'}{l} \times \frac{A}{A'} = \frac{l'}{l} \times \frac{\frac{V}{l}}{\frac{V}{l'}} = \left(\frac{l'}{l}\right)^2$$

$$\frac{R'}{R} = 5^2 = 25$$

۳-۱۴۴

$$m = \frac{q}{F} \times \frac{A}{n}$$

$$\frac{m'}{m} = \frac{A'}{A} \times \frac{n}{n'}$$

$$\frac{m'}{2} = \frac{16}{10} \times \frac{1}{2} \Longrightarrow m' = 16g$$

۴-۱۴۵

چون دو لامپ مشابه به مقاومتهای R و توانهای P_1 به طور متوالی به برق شهر وصل شده‌اند پس اختلاف پتانسیل دو سر هر لامپ نصف اختلاف پتانسیل برق شهر است. اگر توان هر لامپ در این مجموعه P_2 باشد داریم:

$$P_1 = \frac{V^2}{R} \quad , \quad P_2 = \frac{\left(\frac{V}{2}\right)^2}{R} \Longrightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{P_2}{100} = \frac{1}{4} \Longrightarrow P_2 = 25W \Longrightarrow 2P_2 = 50W$$

۱-۱۴۶

ذرهٔ باردار در میدان مغناطیسی حاصل از جریان I حرکت می‌کند. طبق قاعدهٔ دست راست آمپر در محل حرکت بار، میدان مغناطیسی عمود بر کاغذ به طرف داخل است. طبق همین قاعده نیروی وارد بر بار مثبتی که در همین جهت حرکت می‌کند به طرف سیم حامل جریان است. در نتیجه بر بار منفی نیرو در خلاف جهت وارد می‌شود.

۴-۱۴۷

مطابق قاعدهٔ دست راست آمپر، میدان مغناطیسی حاصل از جریان I در جهت جریان I' است. در نتیجه بنابر رابطهٔ $F = BIL\sin\alpha$ چون $\alpha = 0$، نیروی الکترومغناطیسی بر حلقه وارد نمی‌شود.

۴-۱۴۸

جهت میدان درون عقربهٔ مغناطیسی واقع در میدان مغناطیسی از S به N عقربه است.

۳-۱۴۹

$$R_e = \frac{P_2}{P_1}$$

$$\frac{80}{100} = \frac{5n}{20 \times 5} \Longrightarrow n = 16$$

۱-۱۵۰

بنابر قانون لنز، جریان القائی در میله در جهتی است که با عامل تغییر شار یعنی حرکت میله مخالفت می‌کند. در

نتیجه نیرویی در خلاف جهت مؤلفهٔ $mg\sin\alpha$، بر میله وارد می‌شود. از این رو شتاب میله کمتر از $g\sin\alpha$ می‌شود.

۳-۱۵۱

اشعهٔ سخت دارای فرکانس بیشتر و بر عکس طول موج کوتاه‌تر است در نتیجه قدرت نفوذ بیشتری دارد.

۱-۱۵۲

۳_۱۵۳

سرعت متوسط برابر شیب وتری است که دو نقطهٔ نمودار مکان- زمان را به هم وصل می‌کند.

۲-۱۵٤

باید توجه داشت که حرکت بدون سرعت اولیه است و در نتیجه خط مماس بر نمودار مکان-زمان در لحظه شروع حرکت ($t=0$) باید موازی محور زمان باشد.

٤-۱۵۵

از آنجا که جسم بطور یکنواخت روی خط راست (البته راستای حرکت در سؤال ذکر نشده است) حرکت می‌کند، نیروی اصطکاک برابر ۵۰N است. بنابراین هنگامی که بر جسم نیروی ٦۰N وارد می‌شود داریم:

$$F-f=ma$$

$$٦۰-۵۰=۱۰a \Longrightarrow a=۱\frac{m}{s^۲}$$

۲-۱۵٦

$$\frac{g'}{g}=\left(\frac{r'}{r}\right)^۲=\left(\frac{R_e}{۲R_e}\right)=\frac{۱}{۴}$$

۲-۱۵۷

$$E_c=\frac{۱}{۲}mV^۲ \Longrightarrow \frac{E'_c}{E_c}=\left(\frac{V'}{V}\right)^۲$$

$$۲=\left(\frac{V'}{V}\right)^۲ \Longrightarrow V'=\sqrt{۲}V\cong ۱/٤\times ۲۰=۲۸\ \frac{m}{s}$$

٤-۱۵۸

$$\varphi=\frac{۲\pi x}{\lambda} \Longrightarrow \lambda=\frac{۲\pi x}{\varphi}=\frac{۲\pi\times ٤}{\frac{\pi}{۵}}=٤۰\ cm$$

۱-۱۵۹

$$f=-my\omega^۲\ ,\ f_{max}=-mr\omega^۲$$

$$./۲=m\times./.۲\times۱^۲ \Longrightarrow m=./۸\ kg=۱۰۰\ g$$

۲-۱٦۰

فاصلهٔ گره و شکم متوالی برابر $\frac{\lambda}{٤}$ است.

$$V=\frac{x}{t}=\frac{\lambda}{T}$$

$$\frac{\frac{\lambda}{٤}}{t}=\frac{\lambda}{T} \Longrightarrow t=\frac{۱}{٤}T$$

۳-۱٦۱

بار هر یک از خازنهای متوالی مساوی بوده و برابر بار خازن معادل آنهاست.

$$q=q_۱=q_۲=...$$

۳-۱٦۲

با فرض ثابت ماندن اختلاف پتانسیل مؤثر (یا ماکزیمم) دو سر مدار، داریم:

$$V_e=X_{cI_e}=\frac{I_e}{\omega C} \Longrightarrow I_e=\omega C V_e$$

$$\frac{I'_e}{I_e}=\frac{C'}{C}=۲$$

٤-۱٦۳

چون سیم‌پیچ بدون مقاومت حقیقی است ($R=0$) پس اختلاف پتانسیل به اندازهٔ $\frac{\pi}{۲}$ رادیان نسبت به شدت جریان تقدم فاز دارد.

$$\varphi=+\frac{\pi}{۲}\ rad$$

$$V_m=X_LI_m=\omega LI_m$$

$$V_m=۰/۱\times۱۰۰\times۵=۵۰V$$

۲-۱٦٤

$$V_e=\sqrt{V_R^۲+(V_L-V_c)^۲}$$

$$V_e=\sqrt{۳۰^۲+(۰-٤۰)^۲}=۵۰\ V$$

٤-۱٦۵

مجله و خوانندگان

از خوانندگان محترم، دربارهٔ نامهٔ ارسالی به مجلهٔ رشد آموزش فیزیک یا گروه فیزیک، تقاضا می‌شود:
الف - نامه تا حد امکان خلاصه، واضح، و خوانا باشد.
ب - نامه با الگوی زیر نوشته شود.

برگهٔ نامه

نشانی گیرنده	نشانی فرستنده
نام و عنوان گیرنده	نام و عنوان فرستنده
	تاریخ ارسال نامه

متن نامه

امضاء فرستنده

نشانی مجله: تهران، صندوق پستی ۳۶۳-۱۵۸۵۵ - گروه فیزیک
منظور از عنوان گیرنده، سردبیر یا مدیر داخلی، مسئول گروه، کارشناس متوسطه، ... و منظور از عنوان فرستنده، دبیر، سرگروه، دانشجو، دانش‌آموز ... است.

نشانی اشتراک مجله تهران، جادهٔ آب‌علی، خیابان سازمان آب، بیست متری خورشید، مرکز توزیع انتشارات کمک آموزشی، کدپستی ۱۶۵۹۸.

تذکر- لطفاً هر گونه نارسایی در مورد دریافت مجله و یا تهیهٔ شماره‌های پیشین مجله را با نشانی اشتراک در میان بگذارید.

مجله و خوانندگان

۱ ـ مراغه ـ دبیر محترم، سرکار خانم مهین میاندوآبچی

الف ـ سعی بر آن است که مجله رشد آموزش فیزیک هرچه پربارتر و یک شماره در هر فصل منتشر شود.

ب ـ مسائل امتحانات نهائی، کنکور، المپیاد فیزیک به همراه پاسخ آنها بنا به درخواست گروه زیادی از خوانندگان این مجله چاپ می‌شود.

پ ـ آموزش فیزیک در رشته‌های علوم انسانی آسان‌تر از آموزش فیزیک در رشته‌های دیگر نیست. جلب علاقه و توجه دانش‌آموزان به وسیلهٔ معلمان دلسوزی چون شما می‌تواند کارساز باشد.

۲ ـ تبریز ـ آقای احمد حیدری دیزجور(احد)

مقاله شما با دقت بررسی شد. برای ارائه نظریه‌ها باید اطلاعاتی دانشگاهی داشت. به امید تحصیلات عالی و موفقیت شما.

۳ ـ اصفهان، دانشجوی گرامی، آقای منصور رفیعیان پرسش شما در مقالهٔ «رنگین‌کمان» در مجلهٔ رشد آموزش فیزیک شمارهٔ ۱۵ ـ ۱۶ پاسخ داده شده است می‌توانید به آن مقاله مراجعه فرمایید.

۴ ـ الیگودرز، دانش‌آموز گرامی، خانم مریم نعمت‌اللهی.

الف ـ در سقوط در هوا علاوه بر سطح و چگونگی آن به جرم حجمی جسم و ... بستگی دارد.

ب ـ نیروی گرانش بر مرکز جرم اجسام وارد می‌شود. اگر زمین کاملاً کروی و همگن بود مرکز جرم آن بر مرکز کره منطبق بود.

پ ـ با تحصیلات دانشگاهی، اطلاعات شما در مورد جرم بیشتر خواهد شد.

۵ ـ رشت، دانش‌آموز گرامی، آقای محمد معطوفی

گروه فیزیک توزیع‌کننده مجلات رشد آموزش فیزیک نیست. برای به دست‌آوردن شماره‌های قبلی می‌توانید با نشانی تهران، جاده آبعلی، خ سازمان آب، بیست‌متری خورشید، مرکز توزیع انتشارات کمک‌آموزشی کد پستی ۱۶۵۹۸ (تلفن ۷۷۵۱۱۰) مکاتبه فرمایید.

۶ ـ قره ضیاءالدین، دانش‌آموز عزیز، آقای میرحیدر حیدری کوشش شما در یادگیری مطالب فیزیکی قابل تقدیر است. رابطهٔ مربوط به آینه‌ها و عدسیها که مرقوم داشته‌اید به صورتهای متفاوت در کتابهای فیزیک نوشته شده است.

۷ ـ کرمانشاه، دبیر محترم، جناب آقای اسماعیل سالمی ضمن تشکر از عنایت شما، چون نظام آموزشی در حال تغییر است، تغییرات در کتابهای نظام قدیمی فقط در صورت اشتباه‌های نسبتاً مهم اعمال می‌شود.

۸ ـ دماوند، دبیر محترم، جناب آقای محمد مهدی صدیقی ضمن تشکر از لطف شما، کوشش جناب عالی در آموزش فیزیک شایان تقدیر است.

۹ ـ تهران، دانش‌آموز عزیز، آقای اشکان زاهدی کوشش شما برای گردآوری مطالب مربوط به سیاه‌چاله‌ها قابل تقدیر است. در صورت دسترسی به مقاله‌هایی با منابع معتبر به چاپ آنها در این مجله اقدام خواهیم کرد.

۱۰ ـ کرج، دانش‌آموز عزیز، آقای محسن محمدزاده لطناً مشکلات درسی و چگونگی نظام ترمی را با دبیران و اولیاء مدرسه درمیان بگذارید.

۱۱ ـ مشهد، دانش‌آموز عزیز، آقای عبادی پس از تحصیلات دانشگاهی در رشتهٔ فیزیک می‌توانید در راه پژوهشگری فیزیک گام بردارید، توفیق شما را خواستاریم.

۱۲ ـ بندرعباس. دانش‌آموز عزیز. آقای مسعود ناصری ـ مطلبی که در کتاب آمده است درست می‌باشد.

۱۳ ـ سقز. دانش‌آموز عزیز. آقای مهدی مرادی برنامهٔ زندگی از جمله برنامهٔ درسی باید متناسب با شرایط شما و خانواده‌تان باشد. به‌طور کلی برنامه‌ریزی و اجرای آن به همراه دقت در مفاهیم می‌تواند بسیار مؤثر باشد. متأسفانه ارسال رشد آموزش فیزیک برای گروه فیزیک مقدور نیست.

۱۴ ـ ارومیه. دانشجوی گرامی. آقای محمدحسین سلیمی ایراد حل سؤال ذکر شده در شمارهٔ ۳۴ برطرف شده است. با تشکر از عنایت شما.

۱۵ ـ اهواز. دانش‌آموز عزیز. آقای کامران سلمان ساعدی فرمول مورد بحث شما در کتابهای کمک آموزشی شرح داده شده است. لازم به ذکر است که آموختن درست فیزیک مقدم بر یادگیری این‌گونه فرمولهاست.

۱۶ ـ تهران. دانش‌آموز عزیز. آقای علیرضا تقوی‌کنی
ـ از اظهار دلسوزی و محبت شما متشکریم.
ـ اگر جدول سرگرمی مناسبی برای فیزیک دریافت شود به چاپ آن اقدام می‌کنیم.
ـ سعی می‌کنیم مطابق تقاضا و سؤالات خوانندگان مقالاتی تنظیم و چاپ شود.
ـ چاپ سؤالات کنکور با حل آنها مطابق تقاضای گروهی از خوانندگان است.
ـ رشد فیزیک با مرکز تحقیقات فیزیک نظری ارتباط رسمی ندارد.

۱۷ ـ تبریز. دانش‌آموز عزیز. آقای احمد حیدری برای کسب اطلاعات در مورد دسترسی به شماره‌های پیشین رشد فیزیک با نشانی مرکز توزیع انتشارات کمک‌آموزشی مکاتبه کنید. در مورد فهم دقیق نظریات مربوط به طبیعت نور و نظریات دیگر فیزیک تحصیلات دانشگاهی ضروری است. تاریخچهٔ مربوط به این نظریات در کتابهای تاریخ علوم ذکر شده است.

۱۸ ـ کرج. دانش‌آموز عزیز. آقای غلامرضا سام خانیانی کوشش شما در آموزش فیزیک قابل تقدیر است. این‌گونه محاسبات معمولاً در کتابهای فیزیک ذکر شده است.

۱۹ ـ اراک. دانش‌آموز عزیز. آقای بابک عبدالکریمی سعی می‌شود نظرات شما مورد توجه قرار گیرد.

۲۰ ـ قوچان. دانش‌آموز عزیز. آقای حسن کردستانی آموختن نظریات فیزیکی و به ویژه ارائه آنها مستلزم آن است که با جدیت و علاقه ابتدا مبانی و اصول فیزیک را حداقل تا حدود تحصیلات دانشگاهی فراگیریم.

۲۱ ـ تهران. دانش‌آموز عزیز. دبیرستان نیکان. آقایان مهدی ملک‌آرایی. امیرعلی سهراب‌پور با تشکر و قدردانی از تهیهٔ روزنامه دیواری و ارسال نمونه‌ای از آن برای مجله، امیدواریم دانش‌آموزان سایر دبیرستانها نیز نظیر این‌گونه فعالیتها را برای آموزش فیزیک انجام دهند.

۲۲ ـ اراک. دانش‌آموز عزیز. آقای مهدی رضایی باتوجه به اینکه در نیمکرهٔ شمالی قرار داریم توضیح موردنظر شما ضرورتی ندارد.

۲۳ ـ مرند. دانش‌آموز عزیز. آقای ابراهیم محمدی اصل لطفاً بحث در فرمول موردنظر را با دبیران خود در میان بگذارید.

۲۴ ـ اردبیل. دانش‌آموز عزیز. خانم زهرا کامکار لطفاً اشکالات درسی خود را با دبیرانتان درمیان بگذارید.

۲۵ ـ یزد. دانش‌آموز عزیز. آقای محمدکاظم فرقانی توجه دقیق به مفهوم میدان گرانش زمین در یک نقطه نشان می‌دهد که محاسبات مذکور نادرست است.

۲۶ ـ هادی شهر. دانش‌آموز عزیز. آقای محمد شیخ‌لو نامهٔ شما به گروه ریاضی ارسال شد.

اخبار علمی

نتیجهٔ انتخابات انجمن فیزیک ایران

پائیز ۱۳۷۲

آراء انتخابات کتبی پائیز ۱۳۷۲ انجمن فیزیک در روز شنبه ۱۳۷۲/۹/۲۷، باحضور هیئت نظارت بر انتخابات، آقایان دکتر جلال‌الدین پاشایی‌راد، دکتر ابوالقاسم جلایر، و دکتر محمود ملاباشی، در دفتر انجمن فیزیک قرائت شد و از مجموع ۱۹۴ رأی رسیده نتایج زیر به دست آمد:

اعضاء هیئت مدیرهٔ دورهٔ پنجم انجمن فیزیک، برای مدت سه سال، به شرح زیر، به ترتیب تعداد رأی، انتخاب شدند:

۱. آقای دکتر رضا منصوری
۲. خانم دکتر منیژهٔ رهبر
۳. خانم دکتر اعظم پورقاضی
۴. آقای دکتر مجتبی جعفرپور
۵. آقای دکتر محمدتقی توسلی

و اعضای علی‌البدل

۱. آقای دکتر صمد فرخی
۲. آقای دکتر جمشید قنبری

برنامه‌های انجمن فیزیک ایران

(تاریخ تنظیم: آذرماه ۱۳۷۲)

دوره‌ها و کنفرانسها	محل برگزاری	تاریخ تشکیل
۱ - دوره آموزشی اپتیک غیرخطی و طراحی اپتیک	زنجان - مرکز تحصیلات تکمیلی در علوم پایه	۱ تا ۲۰ خردادماه ۷۳ تاریخ توزیع پرسشنامه: اول دی‌ماه ۱۳۷۲
۲ - سومین کنفرانس آموزش فیزیک ایران	کرمانشاه - اداره کل آموزش و پرورش استان	۱۴ تا ۱۶ تیرماه ۷۳ تاریخ توزیع پرسشنامه: اول دی‌ماه ۱۳۷۲
۳ - کنفرانس فیزیک ایران همراه با نمایشگاه تاریخ نجوم و دومین کنفرانس دانش آموزی	سنندج - دانشگاه کردستان	۷ تا ۱۰ شهریورماه ۷۳ تاریخ توزیع پرسشنامه: اول دی‌ماه ۷۲
۴ - سومین کنفرانس دینامیک شاره‌ها	تهران - دانشگاه صنعتی شریف	۱۹ تا ۲۱ دی‌ماه ۷۳ تاریخ توزیع پرسشنامه: اول اسفند ۷۲
۵ - کنفرانس دانشجویی	مشهد - دانشگاه فردوسی	هفته دوم فروردین‌ماه ۷۴ تاریخ توزیع پرسشنامه: اول اسفند ۷۲

****

جوایز و بورسهای انجمن	آخرین مهلت ارسال تقاضا
۱ - جایزه "دکتر حسابی"	پانزدهم خردادماه ۱۳۷۳
۲ - جایزه "انجمن"	پانزدهم خردادماه ۱۳۷۳
۳ - بورس مرکز بین‌المللی فیزیک نظری ICTP	اول اردیبهشت ۱۳۷۳
۴ - جایزه "دبیر برگزیده" ۱۳۷۴	پانزدهم دی‌ماه ۱۳۷۳

توجه - الف - بررسی اطلاعات بیشتر و تهیهٔ پرسشنامه‌ها می‌توانید با دفتر انجمن فیزیک ایران تماس بگیرید.

ب - پرسشنامه سومین کنفرانس آموزش فیزیک ایران در همین شمارهٔ رشد آموزش فیزیک چاپ شده است.

نشانی دفتر انجمن فیزیک: تهران، خ مطهری، خ امیرآباد، خ اسلامی، شمارهٔ ۳۰، طبقهٔ اول (تلفن ۸۸۳۹۵۵۲)

اطلاعیه کنفرانس آموزش فیزیک ایران

کرمانشاه

۱۴ تا ۱۶ تیرماه ۱۳۷۳

سومین کنفرانس آموزش فیزیک ایران از ۱۴ تا ۱۶ تیرماه ۱۳۷۳ در کرمانشاه با همکاری انجمن فیزیک ایران، اداره کل آموزش‌وپرورش استان کرمانشاه و وزارت آموزش‌وپرورش برگزار خواهد شد.

ارائهٔ مقاله

از کسانی که علاقه‌مند به ارائهٔ مقاله از نتایج کار خود در هریک از مباحث
تازه‌های فیزیک،
روش تدریس فیزیک،
چگونگی ارائهٔ مفاهیم و مطالب کتب درسی فیزیک، و
آزمایشهای فیزیک دبیرستانی
هستند دعوت می‌شود چکیده مقاله خود را در حجمی حدود ۷۰۰ کلمه (حدود سه صفحه تایپ نوشت) به نشانی دفتر انجمن فیزیک در تهران ارسال دارند؛ در صفحهٔ اول عنوان مقاله، نام، نام‌خانوادگی، نشانی کامل، و شمارهٔ تلفن خود را نیز مرقوم فرمایند.

در این کنفرانس علاوه‌بر ارائهٔ مقالات؛ تعدادی جلسات سخنرانی پیرامون مباحث فیزیک، معرفی کتب فیزیک در نظام جدید متوسطه، و جلسات پرسش و پاسخ برگزار خواهدشد.

مهلت دریافت چکیده مقالات ۱۵ اسفندماه ۱۳۷۲ تعیین شده است.

جلسات پرسش و پاسخ، براساس پرسشهای کتبی دریافت شده تنظیم خواهد شد، خواهشمند است پرسشهای موردنظر خود را، در زمینه فیزیک دبیرستان، تا تاریخ پانزدهم فروردین‌ماه ۱۳۷۳ به دفتر انجمن فیزیک ارسال فرمایید.

شرکت در کنفرانس

"حق شرکت در کنفرانس و استفاده از خدمات علمی" برای اعضای انجمن فیزیک مبلغ ۱۸۰۰۰ ریال و افراد غیر عضو ۲۵۰۰۰ ریال (دانشجویان در هر دو مورد نیم بها) است. از اعضای انجمن درخواست می‌شود این مبلغ را در وجه انجمن فیزیک ایران به حساب شمارهٔ ۳۴۷۲۵۱۹۵ بانک تجارت، شعبهٔ اسکان، تهران واریز و اصل فیش بانکی را همراه با پرسشنامهٔ تکمیل شدهٔ تقاضای شرکت (در پشت همین صفحه) به نشانی دبیرخانهٔ کمیتهٔ اجرایی کنفرانس در کرمانشاه ارسال دارند. افراد غیر عضو مبلغ حق شرکت را پس از دریافت نامهٔ پذیرش ارسال کنند.

دبیرخانهٔ کمیتهٔ اجرایی کنفرانس

کرمانشاه، خیابان آیت‌الله مفتح، ادارهٔ کل آموزش‌وپرورش استان کرمانشاه، گروههای آموزشی، دفتر کمیتهٔ اجرایی کنفرانس آموزش فیزیک ایران ۱۳۷۳.
تلفن: ۲۶۰۹۲ (۰۴۳۱)، فاکس: ۲۴۶۷۴ (۰۴۳۱)

دفتر کمیتهٔ علمی (انجمن فیزیک ایران)

تهران، خیابان مطهری، خیابان سلیمان خاطر، خیابان اسلامی، پلاک ۳۰، طبقهٔ اول.
تلفن: / فاکس: ۸۸۳۹۵۵۲ (۰۲۱)

از کلیهٔ فیشهای بانکی یک کپی نزد خود نگاه دارید!

پرسشنامهٔ شرکت در کنفرانس آموزش فیزیک

۱۴ تا ۱۶ تیرماه ۱۳۷۳

آخرین مهلت ارسال پرسشنامه ۱۵ فروردین‌ماه ۱۳۷۳

برگزارکنندگان

انجمن فیزیک ایران

اداره کل آموزش‌وپرورش استان کرمانشاه

وزارت آموزش‌وپرورش

شمارهٔ عضویت در انجمن فیزیک ایران

۱. نام خانوادگی .....

۲. نام .....

۳. شغل و محل خدمت .....

۴. سنوات خدمت .....

۵. رشتهٔ تحصیلی .....

۶. آدرس کامل پستی و شمارهٔ تلفن .....

.....

۷. آیا مایل به اقامت در خوابگاه هستید؟ بله [ ] خیر [ ]

۸. آیا مایل به اقامت در هتل به هزینهٔ شخصی هستید بله [ ] خیر [ ]

در صورتی که مایل به اقامت در هتل هستید نوع اتاق خود را در زیر مشخص فرمایید.

نرخ هتل سه ستاره در آذرماه ۱۳۷۲

اتاق ۲ تخته هرشب ۱۳۵۰۰ ریال [ ]

اتاق ۳ تخته هرشب ۲۲۰۰۰ ریال [ ]

نرخ هتل دو ستاره در آذرماه ۱۳۷۲

اتاق ۱ تخته هرشب ۷۰۰۰ ریال [ ]

اتاق ۲ تخته هرشب ۹۱۰۰ ریال [ ]

اتاق ۳ تخته هرشب ۱۱۲۰۰ ریال [ ]

هزینهٔ غذا و خوابگاه کل دوره، روزانه سه وعده، برای هر نفر ۱۲۰۰۰ ریال خواهد بود. این مبلغ در محل کنفرانس از شرکت‌کنندگان دریافت خواهد شد. هزینهٔ سایر خدمات توسط اداره کل آموزش و پرورش استان کرمانشاه تأمین خواهد شد.

به دلیل محدودیت جا، کمیتهٔ اجرایی از پذیرفتن همراه معذور است.

نشانی ارسال پرسشنامه:

کرمانشاه، خیابان شهید آیت‌الله مفتح، اداره کل آموزش‌وپرورش استان کرمانشاه، گروههای آموزشی، دفتر کمیتهٔ اجرایی کنفرانس آموزش فیزیک ایران ۱۳۷۳ . تلفن: ۲۶۰۹۲ (۰۴۳۱)، فاکس: ۲۴۶۷۴ (۰۴۳۱)

نشانی ارسال مقاله:

تهران، خیابان مطهری، خیابان سلیمان خاطر، خیابان اسلامی، پلاک ۳۰، طبقه اول

دفتر انجمن فیزیک ایران (کمیتهٔ علمی کنفرانس آموزش فیزیک) تلفن، فاکس: ۸۸۳۹۵۵۲ (۰۲۱)

مسابقهٔ
دانش‌آموزی کشوری

برای انتخاب بهترین منجمان آماتور

■ **هیئت برگزارکننده:**

(۱) مجلهٔ نجوم (۲) کمیتهٔ نجوم و اختر فیزیک انجمن فیزیک ایران (۳) ادارهٔ کل اردوهای پرورشی وزارت آموزش‌وپرورش (۴) رصدخانهٔ ابوریحان بیرونی دانشگاه شیراز (۵) مرکز مطالعات نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران (۶) رصدخانهٔ زروان

■ **موضوعات مسابقه:**

(۱) نجوم رصدی (۲) عکاسی نجومی (۳) ابزارسازی نجومی (۴) نجوم و کامپیوتر

● مسابقه فقط در بین دانش‌آموزان دورهٔ راهنمایی و دبیرستان برگزار خواهد شد.

● دانش‌آموزانی می‌توانند در این مسابقه شرکت کنند که در موضوعات ذکر شده در بالا بهترین کار عملی را ارائه کنند.

لازم به ذکر است که جوائز نیز به برندگان مسابقه اهداء خواهد شد.

جزئیات مسابقه را در مجلهٔ نجوم بخوانید.

اطلاعیه

دربارهٔ نشریات رشد تخصصی

دبیران، دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت‌معلم و سایر علاقه‌مندان به اشتراک این مجلات می‌توانند مبلغ ۱۴۰۰ ریال حق اشتراک یکساله خود را به حساب جاری شمارهٔ ۲۵۰۰ نزد بانک صادرات شعبه ۳۰۵۷ (جاده مازندران) به نام شرکت افست واریز و فیش آن‌را همراه با فرم تکمیل شده زیر به نشانی تهران، جادهٔ آبعلی - خیابان سازمان آب، بیست‌متری خورشید، مرکز توزیع انتشارات کمک‌آموزشی کد پستی ۱۶۵۹۸ ارسال دارند.

ضمناً، معلمان، کارشناسان، مدیران، پژوهشگران، و سایر علاقه‌مندان به امور تعلیم‌وتربیت جهت آگاهی بیشتر از یافته‌های صاحبنظران می‌توانند با پرداخت مبلغ ۲۰۰۰ ریال در هر سال ۴ جلد فصلنامهٔ تعلیم و تربیت دریافت نمایند.

قابل توجه مشترکین و علاقه‌مندان:

۱ ـ مجله رشد آموزش راهنمایی سه شماره در سال منتشر می‌شود.

۲ ـ به اطلاع مشترکین و علاقه‌مندان مجلات رشد تخصصی می‌رساند، چنانچه فرم اشتراک به‌طور کامل تنظیم و همراه حوالهٔ بانکی ارسال نشود، مرکز توزیع از ارسال مجلهٔ مورد درخواست معذور است.

۳ ـ متقاضیانی که احتمالاً به دلیل نقص درخواست به تقاضای آنان پاسخ داده شده است، می‌توانند جهت روشن شدن موضوع با مرکز توزیع مکاتبه و یا با تلفن ۷۷۵۱۱۰ تماس حاصل فرمایند.

۴ ـ در صورت تغییر نشانی پستی، مراتب را با ذکر شماره اشتراک به مرکز توزیع مجلات اعلام نمایید.

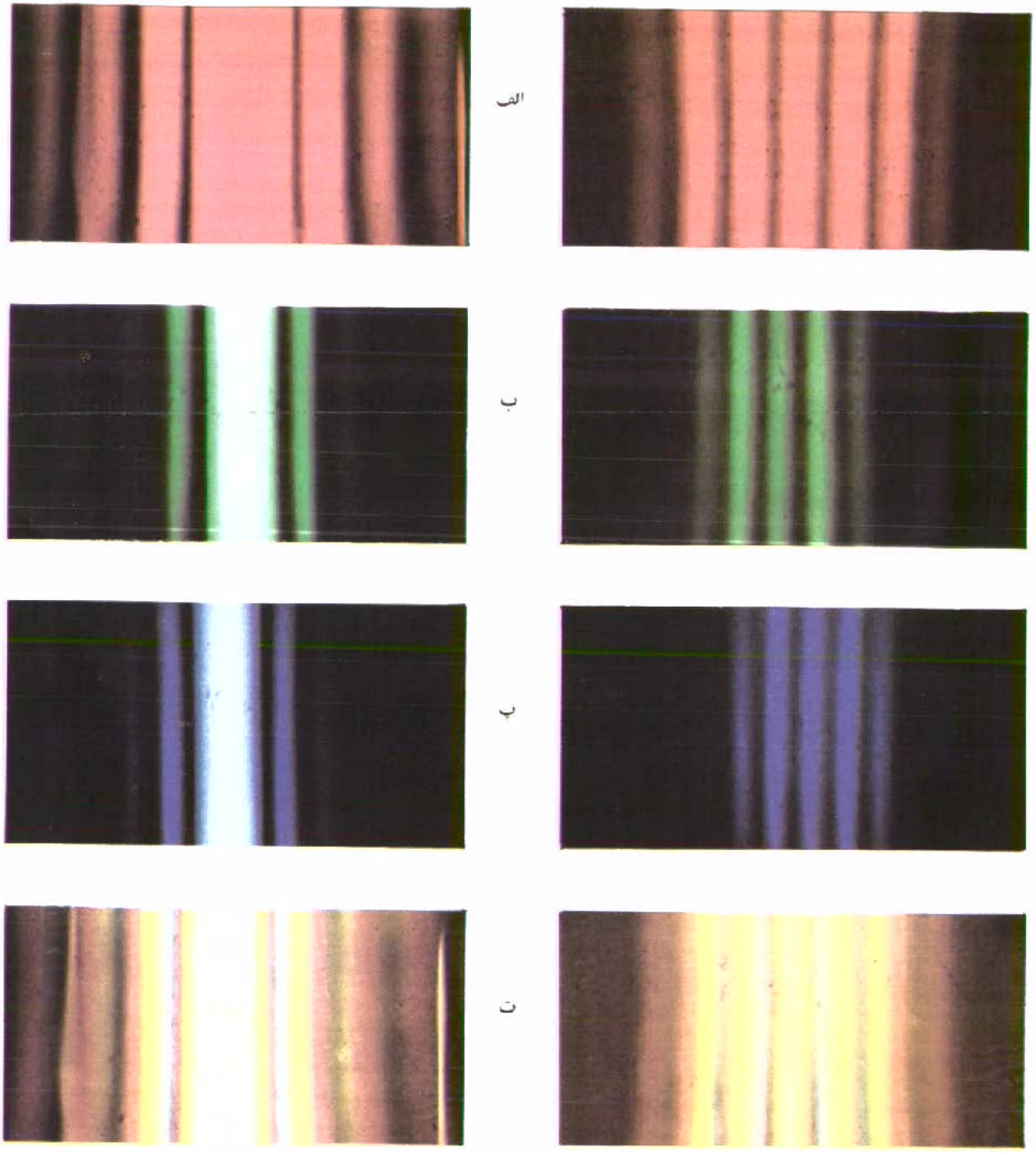
فرم اشتراک

.....

اینجانب ..... با ارسال فیش شماره ..... به مبلغ ..... ریال، متقاضی اشتراک ..... شماره از مجلهٔ رشد آموزش ..... هستم.

نشانی: شهرستان: ..... خیابان: ..... کوچه: .....

پلاک: ..... کدپستی: ..... تلفن: .....



تداخل با دو شکاف موازی

الف) با نور قرمز

ب) با نور سبز

پ) با نور آبی

ت) با نور سفید

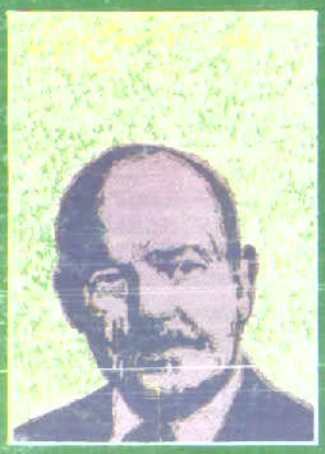
پراش با تک شکاف

الف) با نور قرمز

ب) با نور سبز

با نور آبی

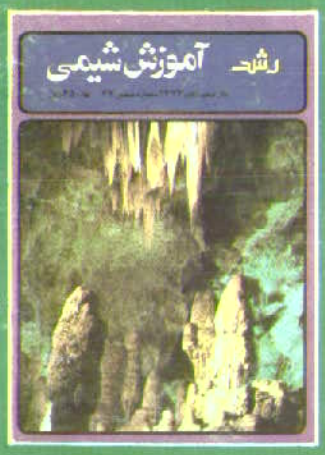
ت) با نور سفید

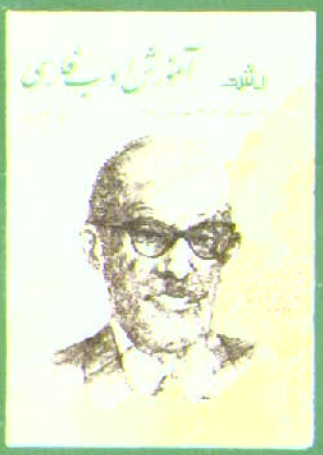


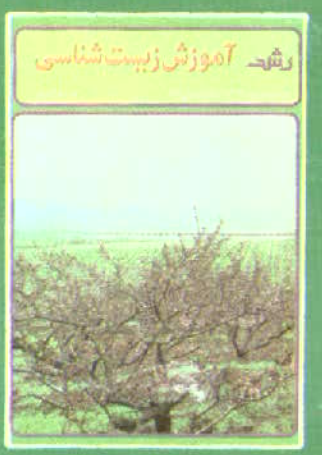
آموزش ریاضی

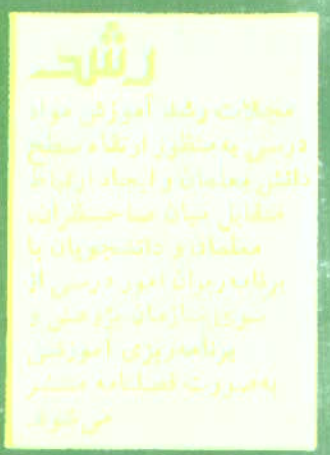
رشد آموزش زمین شناسی

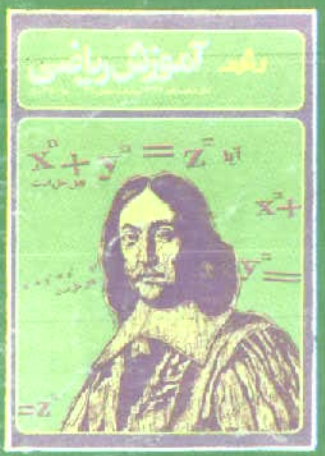
آموزش زبان
The

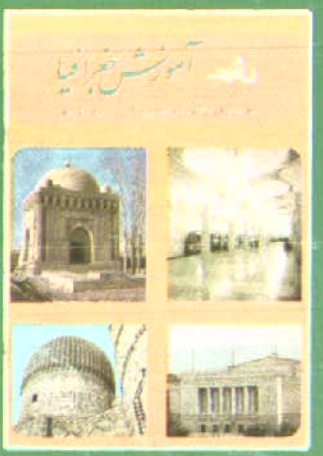

رشد آموزش شیمی


رشد آموزش ...


رشد آموزش زیست شناسی


رشد


رشد آموزش ریاضی


رشد آموزش جغرافیا

رشد آموزش معارف اسلامی

رشد آموزش فیزیک